

Thèse de Doctorat

Issaka DIALGA

*Mémoire présenté en vue de l'obtention du
grade de Docteur de l'Université de Nantes
sous le sceau de l'Université Bretagne Loire*

École doctorale : *DEGEST*

Discipline : *Économie*

Spécialité : *Économie minière et du développement durable*

Unité de recherche : *Laboratoire d'Économie et de Management de Nantes-Atlantique (LEMNA)*

Soutenue le *22/06/2017*

Thèse N° :

Un développement durable fondé sur l'exploitation minière est-il envisageable ?

Élaboration d'un Indice de Soutenabilité des Pays Miniers appliqué au
Burkina Faso et au Niger

JURY

Rapporteurs :	Dorothée BRÉCARD , Professeure, Université de Toulon
	Jean-Marc DOUGUET , Maître de conférences, HDR, Université de Paris Saclay
Examineurs :	Patrice GUILLOTREAU , Professeur, Université de Nantes
	Laure DESPRÉS , Professeure Émérite, Université de Nantes
	Kanvaly DIOMANDÉ , Professeur, Université de Bouaké, Cour des Comptes de Côte d'Ivoire
Directeur de Thèse :	Thomas VALLÉE , Professeur, Université de Nantes

UNIVERSITÉ BRETAGNE LOIRE
IAE NANTES-INSTITUT D'ÉCONOMIE ET DE MANAGEMENT
Ecole Doctorale DEGEST (Droit Economie Gestion Environnement Société et Territoires)

Année 2017

Numéro attribué par la bibliothèque

|||||

Thèse pour le Doctorat ès Sciences Economiques

Présentée et soutenue publiquement par

Issaka DIALGA

le 22 Juin 2017

**Un développement durable fondé sur l'exploitation minière
est-il envisageable ? Élaboration d'un Indice de Soutenabilité
des Pays Miniers appliqué au Burkina Faso et au Niger**

DIRECTEUR DE THÈSE

M. Thomas VALLÉE, Professeur, Université de Nantes

JURY

RAPPORTEURS

Mme Dorothee BRÉCARD Professeure, Université de Toulon

M. Jean-Marc DOUGUET Maître de conférences HDR, Université Paris Saclay

EXAMINATEURS

M. Patrice GUILLOTREAU Professeur, Université de Nantes

Mme Laure DESPRÉS Professeure Émérite, Université de Nantes

M. Kanvaly DIOMANDÉ Professeur, Université de Bouaké, Côte d'Ivoire

L'Université de Nantes n'entend ni approuver, ni désapprouver les opinions particulières du candidat : ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

À mon fils Irfane

Remerciements

Cette thèse est l'aboutissement d'un travail d'équipe. De fait, je voudrais naturellement exprimer toute ma reconnaissance sincère à Monsieur Thomas VALLÉE, mon directeur de thèse. Je lui suis infiniment reconnaissant pour trois raisons principales. D'abord, je le remercie pour avoir « risquer sa confiance » en acceptant de s'engager avec moi dans cette aventure dont l'issue est parfois incertaine. Ensuite, je lui suis reconnaissant pour m'avoir initié, inculqué le goût de la recherche et de l'ambition et ce, depuis mon année de Master 2 où il était mon directeur de mémoire. Enfin, en dépit de ses nombreuses occupations administratives, pédagogiques et responsabilités, son accessibilité et sa promptitude dans mes nombreuses sollicitations, parfois ponctuelles ont été des éléments capitaux qui m'ont permis d'avancer sereinement dans la thèse.

Je remercie les membres du jury pour avoir accepté de participer à ce jury de thèse. Je leur suis également reconnaissant pour la qualité de leurs commentaires sur la thèse.

Je voudrais également remercier Monsieur Patrice GUILLOTREAU, qui en plus d'avoir accepté présider ce jury de thèse, a été au vrai sens du terme, un co-encadrant de l'ombre tout au long de cette aventure. J'ai eu la chance de bénéficier de ses contributions diverses allant de conseils précieux et avisés aux appuis techniques depuis la formulation du projet de thèse jusqu'au produit final.

Je remercie Madame Dorothee BRECARD qui a accepté d'être le rapporteur de cette soutenance et pour ses commentaires enrichissants sur le mémoire.

Je remercie Monsieur Jean-Marc DOUGUET qui a accepté d'être le rapporteur de cette soutenance et pour la qualité de ses commentaires.

Je suis aussi reconnaissant à Madame Laure DEPRÉS, Professeur Émérite à l'Université de Nantes, pour sa lecture et commentaires avisés du chapitre introductif et du chapitre 4 de la thèse.

Je remercie également Monsieur Kanvaly DIOMANDÉ qui a bien voulu participer à ce jury de soutenance en dépit de son éloignement géographique, de ses multiples

occupations et responsabilités liées à son rang dans l'ordre constitutionnel de la République de Côte d'Ivoire.

Je voudrais également remercier Monsieur Géraud MAGRIN, Professeur des universités à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, qui depuis les premières heures m'a formulé des remarques pertinentes qui m'ont permis de mieux cadrer la problématique de recherche.

Je remercie dans le même ordre d'idées, Monsieur Laurent ILBOULDO, chargé de projets à l'Agence universitaire de la Francophonie à Dakar, alors Enseignant-chercheur à l'Université de Koudougou (Burkina Faso) pour ses remarques et commentaires pertinents dans la phase de formulation du projet de recherche.

Je remercie le corps enseignant de l'université de Nantes dont j'ai bénéficié des conseils précieux de certains de ses enseignants à chaque fois que je les ai sollicités.

Je remercie mes collègues doctorants avec qui nous avons partagé un cadre commun de travail convivial, ponctué de solidarité et d'entraide mutuelle. Je suis particulièrement reconnaissant envers Monsieur Éléazar ZERBO qui m'a beaucoup aidé dans la mise en forme du document.

Je n'oublie pas non plus les personnels du LEMNA et de l'IAE Nantes-Institut d'Économie et de Management qui nous ont accompagnés durant ces années de thèse en nous mettant dans des conditions optimales de travail.

Je voudrais également témoigner ma reconnaissance à la Maison de Sciences de l'Homme Ange GUEPIN de Nantes pour m'avoir accueilli au sein de ce convivial institut pendant deux ans. Ce séjour m'a permis de rencontrer des chercheurs de divers horizons et disciplines.

Je remercie aussi la Maison des Chercheurs Étrangers pour leur rôle d'interface entre nous en tant que chercheurs étrangers et l'administration publique dans le cadre de nos différentes démarches administratives. Cette initiative particulièrement salvatrice dont nous avons bénéficié des services nous a permis de gagner un temps précieux que nous avons mis au profit de la recherche.

Je remercie les différents acteurs impliqués dans notre démarche *top down bottom up* en particulier les 176 participants qui ont volontairement accepté de participer au processus d'élaboration de l'outil de pilotage des politiques publiques et d'aide à la prise de décision.

Je n'oublie pas les acteurs institutionnels des deux pays d'études notamment le Ministère de l'environnement, de l'économie verte et du changement climatique du Burkina Faso, la Direction de l'Investissement Public du Burkina Faso, la Direction Générale des Mines et de la Géologie du Burkina Faso, en particulier Messieurs Olivier DOUAMBA et Moussa NOMBRÉ qui ont été des répondants efficaces dans la mise en contact et collecte des données. Les remerciements vont également à la Chambre des Mines du Burkina, au Bureau National des Évaluations Environnementales du Burkina Faso, au Secrétariat Permanent du Conseil National pour le Développement durable du Burkina Faso, à la Direction Générale de la Planification du Ministère de l'Élevage du Niger, à la Direction Générale du Développement Durable du Niger, au Bureau des Études et de l'Évaluation Environnementale d'Impacts du Niger en particulier Monsieur Hassane Cissé pour son implication très marquée et son aide à la mise en contact avec d'autres structures impliquées dans le cadre de la collecte de données et du processus d'élaboration de l'Indice ISPM. Je suis particulièrement reconnaissant à mon hôte Ibrahim HAMIDOU qui a consacré tout son temps à m'accompagner durant mon séjour au Niger, me servant parfois de guide et d'interprète.

Je remercie mon ami et collègue Théodore OUOBA de l'Université de Montpellier SupAgro, pour avoir partagé sa base personnelle de données sur la comptabilité des entreprises minières au Burkina Faso.

Je souhaite finalement remercier tous mes amis, une reconnaissance particulière à ceux qui m'ont aidé dans la relecture du document et surtout mes parents pour leur soutien inconditionnel et indéfectible, en particulier mon épouse dont le soutien fort remarquable, son implication dans la collecte de données au Burkina Faso et divers m'ont permis d'avancer plus sereinement.

Table des matières

Dédicace	vii
Remerciements	ix
Sigles et abréviations	xxi
Résumé	xxix
1 Introduction générale	1
1.1 Situation contextuelle de la thèse	2
1.1.1 Une conception réductrice du progrès social au niveau international, puis recadrage	2
1.1.2 Les pays d’Afrique sub-saharienne à la recherche d’un modèle de développement	5
1.1.3 La nécessité de remobiliser l’expertise	8
1.1.4 La nécessité de disposer d’indicateurs composites propres aux pays miniers	10
1.2 Problématique, postulat et fondements théoriques de la thèse	12
1.2.1 Problématique	12
1.2.2 Postulat de la thèse	13
1.2.3 Fondements théoriques de la thèse	15
1.3 Structure de la thèse	18
 I DE LA CROISSANCE AU DÉVELOPPEMENT, QUELS INDICATEURS DE PROGRÈS SOCIAL ?	 23
2 Le rôle des ressources naturelles dans le développement économique des pays	25
2.1 Les ressources naturelles et les localisations industrielles	27
2.1.1 La théorie de la localisation des firmes : les modèles de Von Thünen et de Weber	28
Le modèle de Von Thünen	28

	Le modèle d'Alfred Weber de la localisation industrielle	32
2.1.2	Les nouveaux déterminants de la localisation des firmes industrielles	35
	Les facteurs liés à la branche d'activité et à la nature des produits	35
	Les facteurs territoriaux	36
2.2	Les gains liés à la dotation factorielle	38
2.2.1	Le modèle HOS	38
	Les hypothèses du modèle HOS	39
	Les prédictions du modèle	41
2.2.2	Les extensions du modèle HOS	44
	Faits stylisés et prédictions du modèle HOS	44
	Le modèle HOS Nord-Sud	46
2.3	Le paradoxe africain et les tentatives d'explications	47
2.3.1	L'extraversion des économies africaines	47
2.3.2	La malédiction des ressources naturelles	53
2.3.3	La problématique du droit de propriété des ressources naturelles en Afrique	57
2.3.4	Les explications par la volatilité des prix dans le secteur des ressources naturelles	64
	L'explication par la rigidité de l'offre et de la demande des RN .	66
	L'explication par les interventions publiques	67
2.4	Quelles réponses à la volatilité des prix et à la malédiction des RN ? . .	70
2.4.1	La règle de l'investissement durable et le lissage de recettes budgétaires	70
2.4.2	Les initiatives pour la transparence	73
2.4.3	La notion du développement pro-pauvres	74
2.4.4	Le développement économique par la croissance déséquilibrée . .	75
2.5	Essai théorique sur la solution au paradoxe africain : le modèle de spécialisation néo-factorielle à deux phases	77
2.5.1	Faits stylisés et règle de spécialisation	77
2.5.2	Fondements du modèle	79
	Différences technologiques et spécialisation des pays	80
	Dotation en ressources naturelles et spécialisation dans la production des biens manufacturés	82
2.5.3	Hypothèses du modèle	84
2.5.4	Détermination des solutions optimales des facteurs de production	87
2.5.5	Analyse des équilibres du modèle sous le prisme des objectifs du DD	90
2.5.6	Application numérique	96

3	Approches et Méthodes de construction d'indices composites	101
3.1	Étapes de construction théorique d'un IC : portée, limites et alternatives	102
3.1.1	Définition de l'IC et des variables (Étape 1&2)	102
3.1.2	Collecte des données, sources et traitement des données man- quantes (Étape 3)	104
3.1.3	Analyse multi-variée (Étape 4)	106
3.1.4	Normalisation des indicateurs individuels (Étape 5)	109
3.1.5	Pondération des sous-indicateurs et Agrégation de l'IC (Étape 6, 7 & 8)	112
3.1.6	Prise en compte de l'incertitude et analyse de sensibilité (étape 9)	126
3.1.7	Analyse de liens, retours éventuels et présentation de l'indice (Étape 10)	132
3.2	Etat de l'art dans le domaine des ICs appliqués à divers champs disci- plinaires	135
3.2.1	L'Indice de Politique d'Alcool (IPA)	136
3.2.2	L'Indice d'Avancée Technologique (IAT)	139
3.2.3	L'indice financier KAOPEN	144
3.2.4	L'indice de globalisation KOF	145
3.2.5	Quelques indicateurs composites de développement durable . . .	146
3.2.6	Portée limite des indices composites internationaux	151
3.3	Apports méthodologiques à la construction de l'IDH et incidences sur les scores et classements des pays	152
3.3.1	L'IDH, vingt ans de critiques constructives	153
3.3.2	Le cas particulier des seuils de normalisation	157
3.3.3	L'IDH ou l'indice monétaire de développement humain ? Mise en évidence par l'approche ACP	160
3.3.4	La pondération égale est-elle justifiée après les changements ma- jeurs de 2010 ?	164
3.4	Synthèse des enseignements tirés de l'examen de l'IDH	167
3.4.1	Les approches <i>Top down</i> et <i>Bottom up</i> dans la construction des indices composites	168
	L'approche <i>top-down</i>	168
	L'approche <i>bottom-up</i>	170
	L'approche hybride <i>top-down bottom-up</i>	172
II	DE L'ÉLABORATION DE L'INDICE DE SOUTENA- BILITÉ DES PAYS MINIERES AUX POLITIQUES DE DÉ- VELOPPEMENT SOUTENABLE	177
4	Élaboration de l'Indice de Soutenabilité des Pays Miniers	179

4.1	Élaboration de l'ISPM : Cadre théorique et Définition des « indicateurs candidats » (Phase 1)	180
4.1.1	Cadre théorique d'élaboration de l'ISPM	180
4.1.2	Définition des indicateurs candidats	184
	Les indicateurs de la dimension économique du développement durable	186
	Les indicateurs de la dimension sociale et temporelle du développement durable	194
	Les indicateurs de la dimension environnementale du développement durable	201
	Les indicateurs transversaux du développement durable	205
	Les indicateurs de la dimension gouvernance, politique et institutionnelle du développement durable	211
4.2	Échelle d'application de l'indice et méthodes de collecte de données . .	216
4.2.1	Échelle d'application	216
4.2.2	Collecte et traitement de données manquantes	219
	Méthodologie générale	219
	Estimation des données environnementales	221
4.3	Recadrage et sélection des indicateurs finaux (Phase 2)	234
4.3.1	Synthèse des données de l'enquête de terrain	236
4.3.2	Analyse multi-variée des indicateurs candidats	240
4.3.3	Validation des dimensions théoriques du DD : Analyse en Composantes Principales	250
4.4	Normalisation, Pondération et Agrégation de l'indice ISPM	254
4.4.1	Normalisation	254
4.4.2	Pondération	254
4.4.3	Agrégation	261
	La méthode d'agrégation linéaire	262
	La méthode géométrique	263
	La méthode d'agrégation non compensatoire ou de complémentarité parfaite	264
4.5	Analyse de robustesse et validité de l'indice ISPM	268
4.5.1	Analyse de sensibilité de l'indice	269
	Analyse de sensibilité par décomposition de la variance	269
	Analyse de sensibilité par changement de méthodes d'agrégation-pondération	270
4.5.2	Analyse de la robustesse de l'indice : La mesure de la perte d'information ou la <i>Loss information Measure</i> -LIM.	272
4.5.3	Analyse de liens éventuels avec d'autres indices de développement	274

5	Analyse des résultats de l'implémentation de l'ISPM et politiques de Développement Durable au Burkina Faso et au Niger	283
5.1	Analyse des performances des pays	283
5.1.1	Principaux constats et analyse globale	283
5.1.2	Dichotomie entre développement soutenable et exploitation minière au Burkina Faso et au Niger	287
	Des codes miniers très attractifs pour les investisseurs étrangers et pénalisants pour le pays et ses populations : mise en évidence des faveurs reconnues et accordées aux investisseurs miniers dans les codes miniers	288
	La légalisation des intérêts individuels par le Code minier du Niger au détriment de l'intérêt général et collectif . . .	293
	Dichotomie entre développement et rentes minières perçues : quelques évidences empiriques	296
	Mauvaise allocation des faibles recettes minières perçues	298
5.2	Analyse des performances par domaines de développement	299
5.2.1	La dimension économique	302
5.2.2	La dimension sociale	308
5.2.3	La dimension environnementale	311
5.2.4	La dimension transversale	315
5.2.5	La dimension gouvernance, politique et institutionnelle	317
5.3	Les politiques de développement durable au Burkina Faso et au Niger	321
5.3.1	La nécessité de constitutionnaliser la question du développement durable et la réforme institutionnelle	321
	Il faut constitutionnaliser la question du développement durable	321
	La réforme institutionnelle	323
5.3.2	Le défi de la transformation industrielle des ressources naturelles et matières premières agricoles et pastorales dans une approche de secteurs économiques intégrés	324
5.3.3	La mise à contribution de la diaspora	327
5.3.4	Les trois secteurs pivots du développement	330
	L'énergie verte et les TIC	330
	L'éducation	333
	La justice sociale	337
6	Conclusion générale	339
6.1	Rappel de la problématique et principales conclusions	339
6.1.1	Rappel de la problématique	339
6.1.2	Principaux résultats de l'étude	339
6.1.3	Conclusions intermédiaires	340

	Du rôle des ressources naturelles dans le développement économique	340
	De la question des outils de mesure pertinente du développement durable et leurs modes d'élaboration	342
	De l'élaboration de l'indice de soutenabilité des pays miniers aux premiers enseignements tirés	343
	De l'analyse des performances aux formulations de politiques de développement durable	345
6.2	Finalités de l'étude	346
6.2.1	L'ISPM, un outil de politiques publiques	346
6.2.2	Comment les entreprises minières pourraient-elles se servir de l'indicateur ?	347
6.3	Originalité et valeur ajoutée de la thèse	348
6.3.1	Contribution à la recherche	348
	Originalité dans l'approche de la problématique	348
	Apports conceptuel et théorique	349
	Apport méthodologique	351
6.3.2	Contribution empirique et originalité opérationnelle	352
	Contribution empirique	352
	Originalité opérationnelle	352
6.4	Limites de la thèse et facteurs de risque pour la mise en œuvre des politiques formulées et le suivi-évaluation de l'outil	353
6.4.1	Limites liées à la complexité de la problématique et à la pluridisciplinarité	353
6.4.2	L'insuffisance dans l'approfondissement de la démarche participative (approche <i>bottom up</i>)	354
6.4.3	Limites statistiques : la fragilité des résultats et la nécessité de consolider l'étude	355
6.4.4	Facteurs de risque pour la mise en œuvre des politiques formulées et le suivi-évaluation de l'outil	355
6.5	Perspectives de recherches futures	356
6.5.1	La pérennité et le suivi-évaluation de l'ISPM : la création d'un observatoire de veille de l'ISPM	356
6.5.2	Des programmes de recherches pluridisciplinaires	357
	Bibliographie	359
A	Annexes	387
A.1	Annexe du Chapitre 2 : La détermination du coût minimal de transport	387
A.2	Annexes du Chapitre 3	390
A.3	Annexes du Chapitre 4	398

A.4	Annexes du Chapitre 5	408

Sigles et abréviations

- **3N** : Les Nigériens Nourrissent les Nigériens
- **ACP** : Analyse en Composantes Principales
- **AFC** : Analyse Factorielle des Correspondances
- **ANSM** : Agence Nationale du Secteur des Mines
- **APD** : Aide Publique au Développement
- **ASS** : Afrique Sub-Saharienne
- **BAD** : Banque Africaine de Développement
- **BCEAO** : Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest
- **BEEEI** : Bureau d'Evaluation Environnementale et des Etudes d'Impact
- **BM** : Banque Mondiale
- **BOD** : Benefit Of the Doubt
- **BRIC** : Brésil, Russie, Inde et Chine
- **BSE** : Bien et Service Environnementaux
- **BUNEE** : Bureau National des Évaluations Environnementales
- **CEDEAO** : Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest
- **CEMAC** : Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale
- **DBW** : Denominator-Based Weight
- **DD** : Développement Durable
- **DGCE** : Direction Générale du Commerce Extérieur
- **DOPSSI** : Direction de l'Organisation, de la Promotion et du Suivi du Secteur Informel
- **DSD** : Développement Socialement Durable
- **FAIR** : Forum pour d'Autres Indicateurs de Richesses
- **FMI** : Fonds Monétaire International
- **GIEC** :Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
- **GRI** : Global Reporting Initiative
- **HOS** : Heckscher-Ohlin-Samuelson
- **IAT** : Indice D'avancée Technologique
- **IC** : Indices Composites
- **IDE** : Investissement Direct Etranger
- **IDH** : Indice de Développement Humain
- **INSD** : Institut National de la Statistique et de la Démographie
- **INSEE** : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
- **IPA** : Indice de Politique d'Alcool, Indice de Pouvoirs d'Achat
- **IPR** : Indice de Profitabilité de la Ressource exploitée
- **ISDH** : Indice Sexo-Spécifique de Développement Humain
- **ISPM** : Indice de Soutenabilité des Pays Miniers
- **IST** : Infections Sexuellement Transmissibles

(suite page suivante)

Sigles et Abréviations (suite de la page précédente)

- ✦ **ITIE** : Initiative pour la Transparence dans l'Industrie Extractive
- ✦ **IWEPS** : Institut Wallon de l'Evaluation, de la Prospective et de la Statistique
- ✦ **LIM** : Loss Information Measure
- ✦ **MARP** : Méthode Active de Recherche et de Planification Participative
- ✦ **MISD** : Meta-Index of Sustainable Development
- ✦ **OCDE** : Organisation de Coopération et de Développement Economique
- ✦ **ODD** : Objectifs du Développement Durable
- ✦ **OID** : Observatoire International de la Dette
- ✦ **OMD** : Objectifs du Millénaire pour le développement
- ✦ **ONG** : Organisation Non Gouvernementale
- ✦ **ONU** : Organisation des Nations Unies
- ✦ **OPEP** : Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole
- ✦ **OSC** : Organisations de la Société Civile
- ✦ **OVISPM** : Observatoire de Veille de l'Indice de Soutenabilité des Pays Miniers
- ✦ **PAS** : Programmes d'Ajustements Structurels
- ✦ **PDDEB** : Programme Décennal de Développement de l'Education de Base
- ✦ **PED** : Pays en Développement
- ✦ **PIB** : Produit Intérieur Brut
- ✦ **PNDES** : Plan National de Développement Economique et Social
- ✦ **PNUD** : Programme des Nations Unies pour le Développement
- ✦ **PRN** : Programme de Renaissance du Niger
- ✦ **RAJIT** : Réseau Africain des Journalistes pour l'Intégrité et la Transparence
- ✦ **RN** : Ressource Naturelle
- ✦ **RNB** : Revenu National Brut
- ✦ **RSE** : Responsabilité Sociétale de l'Entreprise
- ✦ **ROTAB** : Réseau des Organisations pour la Transparence et l'Analyse Budgétaire
- ✦ **SEMICA** : Salon international de l'Énergie, des Mines et des Carrières
- ✦ **SCADD** : Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable
- ✦ **SGE** : Système de Gestion Environnementale
- ✦ **SNDD** : Stratégies Nationales de Développement Durable
- ✦ **SOPAMIN** : Société du Patrimoine Minier du Niger
- ✦ **SOREMIB** : Société de Recherche et d'Exploitation Minières du Burkina
- ✦ **SPSS** : Statistical Package for the Social Sciences
- ✦ **SYDONIA** : Système Douanier Automatisé
- ✦ **TAI** : Technology Achievement Index
- ✦ **TIC** : Technologies de l'Information et de la Communication
- ✦ **TVA** : Taxe sur la Valeur Ajoutée
- ✦ **UCM** : Unobserved Component Model
- ✦ **UEMOA** : Union Economique et Monétaire Ouest Africaine
- ✦ **UNDP** : United Nations for Development Program
- ✦ **WDI** : World Development Indicators

Liste des tableaux

2.1	Les extensions du modèle HOS Nord-Sud	48
2.2	Résultats du modèle de spécialisation néo-factorielle et leurs incidences sur les objectifs du DD	95
2.3	Paramètres et solutions optimales du modèle	97
2.4	Effets des résultats du modèle sur les objectifs de DD en période T2 : Prédictions et vérification	98
3.1	Changements des scores de l'indice KOF 2010 de la France suivant les méthodes de Normalisation	113
3.2	Variation de scores suivant la méthode d'agrégation	114
3.3	Changements de score et rang des pays suivant les méthodes de pondé- ration et d'agrégation pour l'IAT	125
3.4	Récapitulatif des étapes de construction d'un IC : Méthodes, forces, limites et applications	133
3.5	Résumé de l'analyse de sensibilité de l'IPA	140
3.6	Poids des huit sous indices de l'IAT à partir des pondérations de 21 experts	143
3.7	Summary of selected ISDs	150
3.8	Détermination du nombre de facteurs pertinents à partir des compo- santes de l'IDH	161
3.9	Facteurs de charge des composantes de l'IDH	162
3.10	Matrice de corrélation entre les sous-indices et l'IDH	163
3.11	Pondérations des composantes de l'IDH par la méthode ACP	163
3.12	Pondération ACP sous agrégation géométrique et seuils fixes	165
3.13	Pondération par l'ACP par groupes de pays homogènes	166
3.14	Deux paradigmes méthodologiques pour l'élaboration et l'application d'indicateurs de soutenabilité à des échelles locales	173
4.1	Effets structurants d'une modernisation des secteurs ruraux sur le déve- loppement global	189
4.2	Poids des huit sous indices de l'IAT à partir des pondérations de 21 experts	209
4.3	Méthodes d'évaluation économique des biens et services environnementaux	228
4.4	Statistiques descriptives : données du Burkina Faso et du Niger	245

4.5	Résultats de test de corrélation des sous-indicateurs (données du Burkina Faso)	247
4.6	Vérification de la conformité des dimensions de l'ISPM par l'ACP . . .	252
4.7	Récapitulatif des indicateurs finaux par dimension et indices dimensionnels associés	253
4.8	Synthèse de la pondération par la méthode BAP	256
4.9	Matrice de comparaisons binaires à partir des résultats de la méthode BAP	258
4.10	Pondérations à partir de la méthode de comparaisons binaires	260
4.11	Pondération par dimension à partir du Tableau 4.8	260
4.12	ISPM du Burkina Faso et du Niger	267
4.13	La <i>Loss Information Measure</i> selon les méthodes d'Agrégation et de Pondération de L'ISPM	273
4.14	Test de corrélation de l'ISPM, l'IDH et l'IDHS	274
5.1	Les agents du Ministère des mines perçoivent plus de recettes minières que l'État et les collectivités	294
A.1	Principaux changements dans l'IDH de 1990 à 2015	391
A.2	Changement de classement des pays selon la méthode de pondération .	393
A.3	Variations des scores et rangs des pays selon des pondérations égales, ACP et groupes homogènes	394
A.4	Statistiques importantes, Similitudes et dissemblances des deux pays d'étude	399
A.5	Matrice de comparaison par paire	402
A.6	variables et sources de données	403
A.7	Caractéristiques socioprofessionnelles des citoyens enquêtés au Burkina Faso et au Niger	406
A.8	Scores des indicateurs individuels et indices dimensionnels	407
A.9	Tarifs d'exploration, d'exploitation des mines au Burkina Faso et au Niger	409

Liste des figures

2.1	Localisation de trois firmes et leur rente par rapport au marché	29
2.2	Localisation des activités selon le modèle de Von Thünen	31
2.3	Le triangle de localisation de Weber et sa solution mécanique	33
2.4	Taux de croissance et part des secteurs dans la valeur ajoutée totale en Afrique (1990-2011) et l'évolution de la balance commerciale du conti- nent (2010-2015)	44
2.5	Structure des exportations africaines en 2014(%)	50
2.6	Part (en %) des RN dans les exportations et importations des marchan- dises en 2008	65
2.7	Courbes d'offre et de demande des Ressources Naturelles	67
2.8	Relation entre emploi et Technologie dans les modèles à croissance en- dogène	88
2.10	Evolution de l'indice des Gains Commerciaux de l'Afrique	91
2.9	Equilibre commercial et de l'emploi en Afrique avant et après spéciali- sation néo-factorielle sur le marché des biens et sur le marché du travail L et H	92
3.2	La pondération en cascade des sous-indicateurs	116
3.3	Frontière de performance par la méthode DEA	120
3.1	Étapes de construction d'un IC	124
3.4	Courbes d'iso-capacités selon les hypothèses de compensation	155
3.5	Relation entre Niveau de Revenu et Espérance de Vie avec ajustement linéaire	158
4.1	Structure des exportations du Niger	217
4.2	Structure des exportations du Burkina Faso	217
4.3	Impacts cumulatifs des activités économiques sur l'environnement	229
4.4	Évolution des impacts environnementaux des activités économiques au cours du temps	231
4.5	Évolution des impacts cumulatifs et qualité de l'environnement	233
4.6	A–Synthèse des résultats d'enquête : thèmes relatifs aux enjeux de DD au Burkina Faso et au Niger (mots-clés en fréquences relatives)	236

4.7	B–Synthèse des résultats d'enquête : thèmes relatifs aux enjeux de DD au Burkina Faso et au Niger (mots-clés en fréquences absolues)	237
4.8	Relation entre profitabilité de la ressource minière exploitée et développement rural au Burkina Faso et au Niger de 2010 à 2015	240
4.9	Relation entre rente minière et soutenabilité de la dette publique	241
4.10	Lien entre Développement rural et pouvoir d'achat des ménages	242
4.11	Relation entre Bien-être des enfants et équité intra générationnelle	243
4.12	Relation entre équité intra générationnelle et accès à l'éducation et à la santé (capital humain)	243
4.14	Décomposition de la variance de l'ISPM 2015 du Burkina Faso et du Niger	269
4.15	Variations en % du score de l'ISPM 2015 par rapport au cadre de référence (Géométrie-BAP)	270
4.17	Scores composites des Indices ISPM, IDH et IDHS du Burkina Faso (année 2015)	275
4.18	Lien entre l'ISPM et l'IDH	276
4.19	Lien entre ISPM et les indices IDH, IDHS et IPR	277
4.13	Représentation graphique du cadre théorique de l'ISPM	281
4.16	La LIM selon les méthodes d'agrégation-pondération de l'ISPM	282
5.1	Évolution du score de l'ISPM du Burkina Faso et du Niger sur la période 2010-2015	284
5.2	Évolution de l'IPR du Burkina Faso et du Niger, de la production d'or (Burkina Faso), de l'exportation d'uranium (Niger), et de leurs prix respectifs	287
5.3	Évolution des recettes minières et investissements publics sur fonds propres au Burkina Faso	299
5.4	Évolution des recettes minières et investissements publics sur ressources propres au Niger	300
5.5	Scores dimensionnels de l'ISPM du Burkina Faso et du Niger pour l'année 2015	300
5.6	Les performances de la dimension économique de l'ISPM	302
5.7	Dépenses de consommation finale des ménages du Burkina Faso et du Niger	303
5.8	Évolution de l'indice de prix à la consommation au Burkina Faso et au Niger	304
5.9	Les performances de la dimension sociale de l'ISPM	310
5.10	Les performances de la dimension environnementale de l'ISPM	312
5.11	Cartes minières du Burkina Faso et du Niger	313
5.12	Les performances de la dimension transversale de l'ISPM	316

5.13 Les performances de la dimension Gouvernance, Politique et Institutionnelle de l'ISPM	318
5.14 Dynamique démographique dans les pays en développement à l'horizon 2020	325
5.15 Évolution de la population totale du Burkina Faso et du Niger de 1960-2015	325

Résumé

Les pays à ressources naturelles épuisables (gaz, pétrole, diamant, or, uranium...) font face à plusieurs défis sociétaux : comment concilier l'exploitation d'une ressource épuisable avec la vision du développement durable au sens de [Brundtland *et al.* \(1987\)](#) ? Plus précisément, comment assurer une extraction durable de la ressource épuisable elle-même ? Comment minimiser les impacts négatifs cumulatifs de cette extraction à la fois sur l'environnement et sur les populations riveraines ? Dans quelle mesure les rentes tirées de l'extraction de la ressource épuisable améliorent les conditions de vie des populations locales ? Comment assurer la pérennité d'un développement harmonisé après l'épuisement de la ressource ? La thèse tente d'apporter des réponses à ces questions en se proposant de construire un Indice de Soutenabilité des Pays Miniers (ISPM) appliqué au Burkina Faso et au Niger à travers une démarche *Top down bottom up*.

L'application de l'outil construit sur les données du Burkina Faso et du Niger révèle une dichotomie entre les rentes perçues et les indicateurs de développement tant l'Indice de Profitabilité des Ressources exploitées est faible (0,9% au Burkina Faso et 3% au Niger en 2015).

La thèse recommande une planification durable des ressources naturelles sur trois périodes. Une première période au début de laquelle les contrats miniers sont renégociés. La réforme des contrats miniers devrait permettre de constituer une rente nationale conséquente, indispensable au financement de la transformation des ressources naturelles en deuxième période. L'élargissement des chaînes de valeurs ajoutées des ressources minières en deuxième période par un début d'industrialisation nécessite, selon l'étude, un investissement de 18,8 milliards de dollars en Technologie et à la Formation des Ingénieurs au cours des dix premières années de la transformation structurelle. La simulation indique que la transformation des ressources minières crée une dynamique entre ce secteur et des secteurs structurants de l'économie nationale notamment le secteur rural et le secteur des services urbains. L'étude insiste sur le fait que la dynamique créée dans la dimension économique de l'indice doit alimenter en permanence les quatre autres dimensions de l'outil à savoir les dimensions sociale, environnementale, transversale et la dimension gouvernance, politique et institutionnelle et en particulier les trois secteurs « pivots » identifiés dans la thèse que sont l'éducation, l'énergie et la

justice sociale.

La troisième période de la planification consiste à définir, au début de la période 1, un fonds souverain permanent ou un stock de ressources naturelles souverain afin de garantir la pérennité du développement aux générations futures. La thèse recommande enfin que la question du développement durable soit constitutionnalisée et que les ministères en charge de cette question dans chacun des deux pays soient mieux structurés afin de permettre une synergie d'actions de tous les ministères et institutions du pays.

Mots-clés : Approche Top down/Bottom up ; Soutenabilité faible ; Impacts environnementaux cumulatifs ; Outil d'aide à la décision ; Indice Composite ; Politiques minières ; Burkina Faso ; Niger.

Chapitre 1

Introduction générale

Introduction

Les pays à ressources naturelles abondantes présentent des trajectoires contrastées en matière de développement ([Bolt *et al.*, 2005](#)). Des pays comme le Canada, l’Australie ou le Botswana ont su transformer leur dotation en ressources naturelles en facteur de croissance économique, puis en développement intégré. A l’inverse, des études comme celles de [Auty \(2001\)](#); [Hugon \(2009\)](#); [Van der Ploeg \(2011\)](#) ou encore [Busse et Gröning \(2013\)](#) tendent à montrer que les problèmes de développement de certains pays comme la République démocratique du Congo, la Guinée ou le Venezuela trouvent, en partie, leurs explications dans l’abondance en ressources naturelles. En dépit de ces problèmes, de nouveaux pays miniers comme le Burkina Faso, des pays extrêmement pauvres comme le Niger fondent un espoir de développement dans l’exploitation de leurs ressources naturelles. Or, des études de cas liées à l’exploitation des ressources minières ([Dialga, 2015](#); [Garvin *et al.*, 2009](#); [Hilson, 2010](#); [Oxfam, 2013](#)) montrent le caractère non soutenable à la fois des modes et des modèles économiques d’exploitation dans ces pays. En outre, certains critères de soutenabilité économique ([Costanza, 1992](#); [Daly, 1990](#); [Hartwick, 1977](#)) selon lesquels l’épuisement progressif de la ressource non renouvelable induirait un prix du marché élevé qui réduirait la demande de celle-ci, ne sont pas satisfaits dans ces pays tant les États détenteurs de la ressource ne sont pas ceux qui l’exploitent. Étudier ce paradoxe, en s’interrogeant sur les conditions de développement durable des pays miniers dans le contexte des pays d’Afrique sub-saharienne est une problématique majeure aux attentes énormes.

L’objectif de cette thèse est de déterminer les conditions de réalisation d’un développement durable dans un contexte d’exploitation de ressources minières à deux agents économiques distincts : l’État détenteur de la ressource naturelle en exploitation et les exploitants miniers constitués d’entreprises minières privées.

Ce chapitre introductif donne la structure générale du travail attendu dans la présente thèse. Il se décline en trois sections. La première section présente d’abord le

contexte dans lequel s'inscrit la thèse en rappelant l'évolution du concept de progrès social et les indicateurs associés à chaque étape de cette évolution. Elle ébauche de façon brève les limites inhérentes à ces mesures. Ensuite, nous situons, dans la littérature scientifique, le courant de pensée auquel s'identifie la thèse. Enfin, nous y précisons les enjeux de ce travail de recherche. La deuxième section présente la problématique de la thèse, son postulat et les fondements théoriques sur lesquels nous construisons notre argumentaire. La troisième section elle, présente un plan détaillé, c'est à dire un aperçu du travail attendu.

1.1 Situation contextuelle de la thèse

1.1.1 Une conception réductrice du progrès social au niveau international, puis recadrage

Jusqu'en 1990, la croissance des économies, mesurée par le Produit Intérieur Brut (PIB), était assimilée au progrès social. Pour nombre d'observateurs avisés comme [Gadrey \(2002\)](#); [Stiglitz *et al.* \(2009\)](#), la conception du progrès social au lendemain de la Seconde guerre mondiale a été très réductrice. Les politiques ont été axées sur la reconstruction des puissances européennes détruites ([Fourquet, 1980](#)). En particulier, le plan Marshall, visait la « remise sur pied » de l'Europe détruite. Il fallait donc relancer la production, surtout industrielle, par quelque procédé que ce soit en dépit des avertissements et craintes formulés par certains observateurs ([Bonneuil *et al.*, 2013](#)). Pour les États unis, le programme de reconstruction de l'Europe poursuivait un triple objectif : aider à la reconstruction de l'appareil productif de leurs alliés européens, éviter que les pays d'Europe de l'ouest ne basculent dans le camp communiste et finalement, trouver des débouchés pour les produits américains afin de continuer d'assurer le plein emploi après la guerre ([De Long et Eichengreen, 1991](#); [Girault *et al.*, 1993](#); [Wexler, 1983](#)). Durant la période de mise en œuvre du plan Marshall, les problèmes environnementaux ont été ignorés ainsi que les limites naturelles (capacité biologique limitée). En d'autres termes, la dégradation de l'environnement ou encore l'épuisement des ressources naturelles utilisées comme matières premières dans les unités de production n'ont pas suffisamment été pris en considération. Une des critiques adressées au PIB, indicateur de développement à l'époque de la reconstruction européenne, est que cet agrégat est une sommation de flux financiers et monétaires réalisés à l'intérieur d'un pays au cours d'une période donnée. De cette manière, une augmentation des dépenses de santé due à des accidents de circulation par exemple est enregistrée positivement dans les comptes nationaux. De même, une raréfaction des eaux souterraines due à leur utilisation abusive ou excessive se traduira par un coût d'accessibilité plus élevé de la ressource. Ces coûts augmenteront la valeur du PIB de la période considérée. Selon [Gadrey \(2002\)](#), pour que cet indicateur puisse tendre vers une « vraie » valeur,

il conviendrait que ce type de dépenses vienne plutôt en diminution. Puisque dit-il, lorsque dans un pays, des ménages se procurent des équipements contre le banditisme ou des dispositifs anti-pollution, cela a deux effets négatifs sur le bien-être des ménages concernés. En effet, en dépensant sur ces dispositifs, la part de leur revenu allouée à la consommation de biens matériels diminue et donc l'utilité se trouve modifiée négativement. Le deuxième type de perte en termes de satisfaction résulte des traumatismes psychologiques et les nuisances causées par cet environnement¹. Une autre limite non moins importante est la comptabilisation des productions des biens et services publics à leurs coûts de production. En effet, la difficulté d'évaluer la valeur monétaire des biens et services fournis par les administrations publiques a contraint les concepteurs de la comptabilité nationale (Kuznets (1934) aux États unis et Fourquet (1980) en France) à n'enregistrer ces flux qu'à leurs coûts de production (par convention). Cette option délibérée conduit à une sous-estimation de la contribution du secteur public à ce qu'on pourrait appeler l'augmentation du « bien-être économique » d'un pays dans la mesure où le PIB ou la croissance de celui-ci est censé informer sur la santé économique du pays considéré. Ainsi, lorsqu'un État, dans une logique de priorité nationale, consacre plus d'efforts dans les services sociaux de base tels que l'éducation, la santé, l'assainissement, le désenclavement des régions, plutôt que d'investir dans des secteurs productifs directement, celui-ci verra ses efforts sous-évalués dans le produit intérieur brut (voir Hamilton *et al.*, 2006, pour l'épargne nette ajustée et le PIB). Par ailleurs, tous les biens et services ne faisant pas l'objet d'une valorisation marchande échappent à l'indicateur PIB. C'est ainsi que les biens et services fournis par la nature gratuitement (Després, 2017) ou encore par le biais du bénévolat ne sont pas valorisés dans le PIB. Or, des études montrent qu'une valorisation de ces biens et services apporterait une part non négligeable à l'économie régionale ou nationale. En France par exemple, les biens et services produits par le biais du bénévolat, approximés à leur valeur marchande, représentent 3,47% du PIB² français de 2005 (Tchernonog *et al.*, 2007). Cette valeur atteint même des proportions considérables, de l'ordre de 35% du PIB de la France selon Stiglitz *et al.* (2009) et Loisel *et al.* (2017). L'idée qui a guidé Tchernonog *et al.* (2007) dans l'estimation de la contribution du bénévolat à l'économie française est de mettre en exergue la coexistence d'un système économique de plus en plus dynamique à côté du secteur marchand. Par ailleurs, cette valorisation marchande – dans le cas des services offerts gracieusement par la nature – peut être vue comme le consentement à payer pour bénéficier toujours de ces services Després (2017). Dans le même ordre d'idées, il importe de souligner que le PIB ne prend pas en compte les biens et services produits pour l'autoconsommation ainsi que l'économie souterraine et informelle qui sont pourtant prépondérants dans certaines économies notamment celles

1. Pour une revue critique actualisée, voir Costanza *et al.* (2013)
Voir aussi https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Building_a_Sustainable_and_Desirable_Economy-in-Society-in-Nature.pdf

2. Le PIB de la France en 2005 était de 1710,0 milliards d'euros.

en voie de développement. A titre d'exemple, le travail familial qui occupe plus de 2/3 du temps ([Tchernonog et al., 2007](#)) des femmes en France par exemple n'a pas jusqu'à été pris en compte dans le PIB. Enfin, il importe de rappeler que le PIB ne dit rien sur les éventuelles inégalités qui peuvent exister ou s'aggraver au cours du temps entre différentes couches sociales. Pourtant, cet indicateur avait pu asseoir sa légitimité au sein des plus sceptiques parce que les promoteurs de celui-ci le justifiaient comme s'inscrivant dans des pactes sociaux qui institutionnaliseraient le partage systématique des fruits de la croissance entre travail et capital ([Thiry, 2010](#)).

Toutes ces lacunes ont conduit certains auteurs comme [Kennedy \(1968\)](#) à écrire que « Le PIB mesure tout, sauf ce qui fait que la vie vaut la peine d'être vécue. » Tout compte fait, il convient de souligner que contrairement au collectif [FAIR \(2011\)](#)³ pour qui le PIB nous aurait « aveuglés », cet indicateur reste pertinent pour peu que nous le placions dans son contexte historique. Nous avons fait un usage non modéré de cet indicateur, le détournant ainsi de son but ultime, celui pour lequel il avait été construit à savoir recenser l'ensemble de la production de biens et services marchands et assimilés (le PIB non marchand résultant de l'activité des administrations publiques) d'une économie à une période donnée.

L'ensemble de ces critiques ont fait évoluer les débats sur les mesures du progrès social. Dès lors, on réfléchit à des indicateurs alternatifs ou complémentaires au PIB ([Thiry, 2010](#)) qui s'est traduit entre autres par la création d'un indicateur de développement à visage humain : l'Indice de Développement Humain ([UNDP, 1990](#)).

L'élaboration de l'IDH comme mesure de l'accomplissement humain a été précédée de débats sur le modèle de croissance économique du 20^{ème} siècle ([Meadows et al., 2004, 2012](#)), puis sur le concept même du développement avec le rapport [Brundtland et al. \(1987\)](#) qui a fait émerger le concept de développement durable. Les débats autour de la question du développement durable sont encore d'actualité au sein de la communauté scientifique. Les enjeux qu'implique ce concept préoccupent autant les décideurs publics que les organismes internationaux chargés de traduire ce concept en actes concrets. Les citoyens, à travers la société civile organisée, participent également à ces débats d'intérêts publics grâce à un éveil de plus en plus croissant de la conscience collective. Le concept de développement durable a certes évolué au fil du temps mais son intérêt reste présent. En effet, la définition unanimement acceptée – ou qui fait le plus grand consensus – est celle proposée dans le rapport [Brundtland et al. \(1987\)](#). La Commission mondiale sur l'environnement et le développement, auteur de ce fameux rapport, définit le développement durable comme étant « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs ». Cette définition de Brundtland intègre la dimension temporelle en évoquant la nécessité de prendre en compte l'équité intergénérationnelle dans la conception de ce développement. Il s'agit là d'un arbitrage qui nécessite une allocation optimale des

3. Forum pour d'Autres Indicateurs de Richesses.

ressources publiques entre les besoins des différentes générations.

Le rapport précise également la nécessité de concilier les trois piliers clés de ce type de développement que sont une croissance économique dynamique, une équité sociale et un environnement sain, vivable. En considération de toutes ces clarifications, nous entendons par développement (durable) tout processus dans lequel on observe une évolution positivement qualitative et cumulative de l'ensemble des conditions initiales de vie. C'est autour de cette définition que va s'articuler les réflexions sur le progrès social dans la présente thèse.

1.1.2 Les pays d'Afrique sub-saharienne à la recherche d'un modèle de développement

A la faveur de la décolonisation intervenue au cours de la décennie 1960, la plupart des pays africains au sud du Sahara n'ont pas réussi à définir un modèle de développement dont le fondement serait assis sur leurs valeurs culturelles et leurs potentialités à la fois humaines et naturelles. Ils n'ont pas non plus réussi à restaurer les formes d'organisations sociales, économiques et politiques qui existaient bien avant la colonisation (Hugon, 2008, 2013b; Hugon et André, 1968) et qui ont été détruites par les colons. Cette absence de référentiel de développement propre aux pays d'Afrique sub-saharienne, en particulier ceux de l'Afrique francophone s'explique en partie par la mainmise de l'ex-colonisateur à travers ce qu'on a appelé la France-Afrique. Le contrôle à la fois économique, politique et même culturelle de la France sur ses ex-colonies s'est opéré par le biais de pseudo accords « secrets » déguisés en accords militaires de défense dont le contenu ne laisse aucune ambiguïté sur le caractère pilleur à peine voilé de ces accords (Bayart, 1999; Hugon, 2008, 2009, 2013b; Jalée, 1975; Salifou, 2012).

En contrepartie de ce pillage organisé, la France, avec le concours d'autres pays occidentaux proposent aux pays africains des fonds d'aide au développement dont une partie importante de cette aide est octroyée sous forme de prêts. Parallèlement, des banques occidentales en surliquidité, conséquence du financement du Plan Marshall et le boom pétrolier, ont, durant les décennies 60-70, proposé des prêts alléchants aux pays africains nouvellement indépendants (Toussaint et Millet, 2002). Ces prêts n'ont pas eu d'effets escomptés sur le développement dans ces pays. Pire, les États emprunteurs se sont retrouvés dans des situations d'insolvabilité prononcée de leur dette publique si bien que les institutions de Bretton Woods notamment la Banque mondiale et le Fonds monétaire international sont intervenues pour imposer aux pays endettés un plan d'austérité sévère qui devrait, à terme, assainir les finances publiques desdits pays (équilibrer le déficit par la baisse drastique des dépenses publiques), relancer l'activité économique par une série de privatisations des structures productives et désengager l'État des secteurs sociaux notamment le secteur de la santé et de l'éducation. L'objectif qui a prévalu la mise en place des Programmes d'Ajustements Structurels (PAS)

était celui de résoudre le problème de « déficit jumeau ⁴ » que connaissaient la plupart des pays en développement. L'idée de ces PAS était que l'État, en se désengageant des secteurs productifs, ouvrait l'économie nationale à la concurrence internationale et baissait du même coup les dépenses publiques jugées trop exorbitantes –les salaires représentaient 40% des dépenses publiques voire 70 à 80% (Hugon, 2013b, p.31). La compétitivité de ces entreprises nationales dictée par les exigences de la libéralisation des secteurs productifs de l'économie, auxquelles s'ajoute la dévaluation du franc CFA en 1994 (pour les pays d'Afrique de la zone Franc) devaient avoir pour effet l'amélioration des comptes extérieurs de ces États. Ce retour potentiel de l'équilibre dans la balance des paiements devait permettre aux pays assujettis aux PAS de faire face au service de la dette extérieure ; laquelle dette avait vu ses taux d'intérêt fortement augmenter (Toussaint et Millet, 2002), d'où un risque de non soutenabilité c'est-à-dire que les pays étaient dans une situation d'insolvabilité. Avec un tel risque, si on ajoute les difficultés qu'a connues le système financier international à cette période (1971-1990), les possibilités de poursuivre le financement des secteurs jugés prioritaires pour tout développement étaient dès lors compromises.

Concrètement, la mise en œuvre de ces ajustements s'opérait au travers d'instruments traditionnels de politiques économiques et monétaires. En effet, la résorption des déficits publics peut s'opérer soit par un élargissement de l'assiette fiscale, donc une mobilisation beaucoup plus importante de recettes fiscales, soit par une réduction substantielle ou drastique des dépenses publiques. C'est tout logiquement la deuxième option qui a été privilégiée pour la simple raison que les ménages de ces pays disposant de pouvoirs d'achat très limités, ils ne pouvaient être assujettis à des taxes supplémentaires. Du côté du secteur productif privé, les entreprises existantes souffraient déjà d'une grande fragilité à tel point que des cotisations supplémentaires auraient conduit à leur faillite.

Sur le plan monétaire, l'instrument utilisé a été la politique de change, et notamment la dévaluation, du moins pour ce qui concerne les pays d'Afrique de la zone franc. L'effet induit attendu était l'amélioration de la compétitivité des entreprises nationales, une des conditions nécessaires au rétablissement de l'équilibre extérieur de ces économies en difficultés.

Les PAS des années 1980 se sont relativement soldés par des échecs. Non seulement ils n'ont pas permis de dégager des devises pour faire face à l'échéance de la dette mais plus encore, ils ont contribué à dégrader les indicateurs de développement (taux de scolarisation, accès à l'eau potable et à l'assainissement, accès aux soins sanitaires et infrastructures de base, etc.). Selon le rapport OMD (2013) ⁵ par exemple, le taux de pauvreté ⁶ a seulement baissé de six points de pourcentage passant de 66 à 60%

4. Déficit budgétaire et déficit de la balance commerciale.

5. Objectifs du Millénaire pour le Développement

6. Le taux de pauvreté est un agrégat mesurant la proportion de la population totale vivant en

entre 2000 et 2010 et 2/3 des populations vivent avec moins de quatre dollars par jour (BAD, 2011; Hugon, 2013b). Cette évolution positive doit toutefois être nuancée car même si le taux de pauvreté a diminué, le nombre de pauvres lui a augmenté (Institut Free Afrik, 2016) compte tenu de l'augmentation croissante de la population totale. De plus, en termes qualitatifs, l'indicateur de la profondeur⁷ de la pauvreté et de la sévérité de la pauvreté, c'est-à-dire le nombre de pauvres qui s'appauvrissent davantage, lui s'est presque stagné au cours de la même période (15,7% en 2006 à 15,1% en 2009 au Burkina Faso) selon Zida et Kambou (2014). Hugon (2013b) fait remarquer en outre que la pauvreté en Afrique rétroagit de manière asymétrique à la croissance baissant légèrement en période de croissance et s'aggravant en période de décélération.

La réduction des dépenses publiques, et donc la baisse des investissements publics, a entraîné une sous dotation des régions des pays assujettis en infrastructures sociales de base. Le désengagement des États vis-à-vis du secteur productif a considérablement fragilisé le tissu économique des pays d'autant plus que le secteur industriel était (et l'est encore) à l'état embryonnaire dans la plupart de ces économies. Le délaissement du secteur éducatif s'est traduit par une dégradation de celui-ci avec un système d'enseignement supérieur quasi-inexistant. L'échec de la politique monétaire lui, réside dans le paradoxe que comportait le fameux plan de développement voulu par les institutions de Breton Woods. En effet, stimuler la compétitivité via une dévaluation, suppose au préalable une économie structurellement dynamique avec un secteur industriel développé. Or la plupart de ces économies, et elles le sont encore dans une moindre mesure aujourd'hui, reposaient sur le secteur primaire notamment le secteur agricole fortement tributaire des aléas climatiques (Piguet, 2012). Dans cette configuration économique, on est à même de se demander comment pouvait s'opérer cette amélioration de la compétitivité d'un secteur inexistant. C'est à juste titre que Hugon (2013b) fait remarquer que ne disposant pas de marchés et de structures internes permettant le jeu des économies d'échelle, les économies africaines connaissent une spécialisation appauvrissante à la Bhagwati (1958).

Cependant, au regard de l'objectif implicite de remboursement de la dette extérieure que s'étaient assignés les PAS, on est tenté de conclure que l'inefficacité de ces programmes a été l'impossibilité de lever des fonds pour honorer les engagements internationaux des pays endettés, la détérioration des conditions de vie des ménages étant l'effet secondaire inévitable de ces ajustements.

La nécessité de recadrer ces programmes a conduit progressivement les initiateurs des PAS à mettre en œuvre d'autres programmes comme le Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté (CSLP). Ce programme est la traduction des OMD initiés par la

dessous du seuil de pauvreté, c'est-à-dire le nombre de personnes vivant avec moins de deux dollars us par jour comparativement à la population totale du pays.

7. En termes de pauvreté monétaire, la profondeur de la pauvreté est mesurée par le montant monétaire nécessaire pour faire bouger un individu de sa position de pauvreté à la ligne (seuil) de pauvreté. C'est la distance entre la position de pauvreté de l'individu et la ligne de pauvreté définie.

Banque Mondiale et le PNUD au cours des années 2000. Pour rappel, des objectifs jugés prioritaires et pressants sont orientés vers huit domaines. Il s'agit de (i) la réduction de l'extrême pauvreté et la faim, de (ii) l'assurance de l'éducation primaire pour tous, de (iii) la promotion de l'égalité entre genre et de l'autonomie des femmes, de (iv) la réduction des décès des enfants de moins de cinq ans, de (v) l'amélioration de la santé maternelle, de (vi) la lutte contre le VIH/sida, du paludisme et d'autres maladies, de (vii) l'assurance d'un environnement durable, et enfin de (viii) la mise en place d'un partenariat mondial pour le développement.

Alors que l'échéance de la mise en œuvre de ces objectifs prioritaires était prévue pour 2015, les indicateurs du progrès social associés à ces objectifs eux, n'ont pas tout à fait été au rendez vous. Une analyse par catégorie de pays indique que les pays riches en ressources naturelles sont moins bien classés que les autres lorsqu'on se réfère aux objectifs du millénaire ([Geiregat et Yang, 2013](#)). C'est tirant leçons des insuffisances des OMD, que les Objectifs de Développement Durable (ODD)⁸ ont été élaborés et portés à dix sept pour assurer la pérennisation des quelques acquis des OMD. La nécessité de changer de repère à l'échelle pays s'est traduit au Burkina Faso par exemple par l'adoption d'un référentiel de développement appelé la Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable (SCADD) pour la période 2011-2015, puis le Plan National de Développement Economique et Social (PNDES) depuis 2016. Dans la SCADD, il était fortement affirmé qu'il ne s'agissait plus seulement d'accélérer une croissance brute. A ce défi était associée une exigence : il faut certes cibler une augmentation soutenue du PIB, mais il est surtout impératif que cette croissance profite aux populations du pays, ce qui doit se traduire par une nette amélioration de leurs conditions d'existence. Au Niger, c'est le Programme de Renaissance du Niger (PRN), avec son volet initiative 3N (les Nigériens Nourrissent les Nigériens) qui définit le cadre des politiques nationales depuis 2011.

1.1.3 La nécessité de remobiliser l'expertise

Dans la quête perpétuelle de trouver des repères solides de développement social, l'expertise académique est appelée à jouer sa partition à double titre : d'une part, la recherche scientifique est appelée à accompagner les acteurs publics en leur proposant des politiques de développement assises, non pas uniquement sur des formulations théoriques, mais surtout sur des expériences réussies (voir [Banerjee et Duflo, 2014](#);

8. Les 17 objectifs adoptés par les Nations unies en septembre 2015 sont : i) éradiquer totalement la pauvreté, ii) éradiquer la faim, iii) assurer une bonne santé et un bien-être pour tous, iv) garantir une éducation de qualité, v) égalité entre les genres, vi) accès à l'eau potable et à l'assainissement, vii) produire de l'énergie propre et à un coût abordable, viii) garantir un travail décent et une croissance économique inclusive, ix) développer une industrie propre, l'innovation et des infrastructures, x) réduire les inégalités, xi) disposer de villes et communautés durables, xii) consommation et production durables, xiii) lutter contre les changements climatiques, xiv) assurer une vie aquatique saine, xv) assurer une vie terrestre saine, xvi) paix, justice et institutions efficaces et enfin xvii) dynamiser les partenariats pour la réalisation des ODD.

Duflo *et al.*, 2008), des vécus des populations bénéficiaires et leurs aspirations légitimes. D'autre part, au-delà de cet accompagnement en amont, les chercheurs doivent s'atteler à proposer des outils robustes à même d'orienter, de piloter et *in fine* évaluer et suivre les efforts de mise en œuvre des politiques de développement élaborées. Cela exige de la part de la recherche scientifique une certaine proximité des chercheurs avec les pays et populations bénéficiaires des politiques et des outils d'évaluation de leurs performances. Cette exigence est rendue plus légitime d'autant que les échecs récurrents dans la mise en œuvre des projets de développement (PAS, CSLP, OMD) en Afrique sub-saharienne ont suscité plusieurs interrogations : les politiques proposées sont-elles en adéquation avec les aspirations des populations ou les inefficiences résident-elles dans une mauvaise mise en œuvre de ces politiques ? Quel est le rôle de l'acteur local, plus précisément celui du citoyen dans la définition et dans la construction collective de ce qui compte pour son pays et plus localement pour son territoire ? L'exigence de proximité entre les scientifiques et les acteurs de développement est également justifiée par l'émergence de nouveaux défis liés notamment aux changements climatiques. En effet, les échecs récurrents dans les négociations sur le climat depuis le 1er Sommet de la Terre en 1992 jusqu'à aujourd'hui, témoigne d'une certaine manière la faiblesse de la gouvernance mondiale. Au-delà des intérêts le plus souvent divergents des négociants internationaux, l'échec s'explique surtout par le fait que les conséquences du dérèglement climatique font appel à des formes de résiliences, dont les actions sont plus efficaces à une échelle beaucoup plus réduite (l'échelle du territoire par exemple) que des politiques globales conçues à l'échelle internationale, voire mondiale. Ce processus excluant et éloigné des populations cibles, à la légitimité locale contestable (FAIR, 2011), rend inefficace la mise en œuvre de ces programmes à l'échelle locale par simple rejet de la part des populations bénéficiaires ou à travers une faible implication de ces dernières.

Ces nouveaux enjeux commandent un repositionnement donc de l'expertise académique dans son rôle d'accompagnateur de l'action publique. Car, la société évoluant avec de nouveaux enjeux, le rôle du scientifique dans ce cas de figure, en tant qu'éclairer à la décision des pouvoirs publics, semble d'accompagner prioritairement le développement de nouveaux outils d'aide à la décision en exprimant explicitement les réserves, et en maintenant une « veille » de recherche sur les évolutions des débats (DREES, 2011) dans la mesure où « *reconnaître des limites est le pain quotidien de la recherche en sciences sociales, et œuvrer pour réduire les sources d'incertitude en sachant qu'il en restera est la tâche ingrate des chercheurs* » (Gadrey, 2002, p.4).

En outre, il nous semble aujourd'hui important que l'expertise citoyenne, tirant leçons de son vécu quotidien, de sa proximité avec le territoire sur lequel seront mises en œuvre les politiques publiques, soit reconnue au même titre que l'expertise scientifique, reconnue jusque là, le seul éclairer des politiques publiques. Cet avis est également partagé par certains chercheurs comme (Innes, 1990, p.4) qui soulignait la nécessité de démocratiser les connaissances et reconnaître le rôle et l'apport de chaque acteur

dans la construction collective des modèles de société en ces termes : « *The most influential, valid, and reliable social indicators are constructed not just through the efforts of technicians, but also through the vision and understanding of the other participants in the policy process. Influential indicators reflect socially shared meanings and policy purposes as well as respected technical methodology* ». (Boulanger, 2004, p.22) aborde dans le même sens en indiquant que « c'est [faute de]n'avoir pas perçu la double nature des indicateurs, objets à la fois scientifiques et politiques, que le mouvement des indicateurs sociaux, malgré des débuts prometteurs, s'est progressivement enlisé pour finir par disparaître complètement ». Il indique en outre que « le mouvement des indicateurs de développement durable court aussi ce risque s'il perd le contact avec le public. » Il y a deux façons de tourner le dos au public précise-t-il : « *se retirer dans une tour d'ivoire scientifique, comme l'on fait les sociologues du mouvement des indicateurs sociaux; ou ne vouloir s'adresser qu'au pouvoir* ». Ces remarques bien spécifiques au champ des indicateurs, outils de mesure et d'évaluation des projets et programmes, peuvent s'étendre aux phases d'élaboration des projets de société que les indicateurs prétendent mesurer.

1.1.4 La nécessité de disposer d'indicateurs composites propres aux pays miniers

Les pays d'Afrique sub-saharienne présentent un paradoxe inexpliqué jusqu'à ce jour : très riches en ressources naturelles très diversifiées et disposant d'un marché potentiel régional important, ces pays accusent encore des retards de développement importants au 21^{ème} siècle. Certains d'entre eux, dont le Burkina Faso et le Niger, fondent toujours beaucoup d'espoir sur l'exploitation de leurs ressources minières pour se développer. Or, ce type de ressources épuisables, semble à priori être incompatible avec le développement durable défini par le rapport Brundtland. Toutefois, même si certaines études de cas semblent confirmer cette incompatibilité entre développement durable et exploitation minière (voir Garvin *et al.* (2009); Hilson (2010) par exemple), il est cependant très difficile, voire hasardeux, de tirer une conclusion claire établissant un tel lien tant plusieurs aspects de la problématique ne sont pas totalement pris en compte et mieux articulés. En effet, les études réalisées sur l'impact des mines (Aryee, 2001; Bryceson et Jönsson, 2010; Hilson, 2010), en utilisant des approches de type qualitatif (enquêtes terrain, sondage d'opinion), ne permettent pas de tirer un bilan clair de ce qu'est l'impact socio-économique et environnemental de l'exploitation d'une enclave minière. Par ailleurs, si les analyses économétriques ou analyses coûts-bénéfices paraissent comme une alternative ou une complémentarité à ces méthodes qualitatives, elles aussi se heurtent à des limites restrictives et à des simplifications, les différentes externalités de l'activité étant difficilement mesurables. La question qui se pose est dès lors comment prendre en compte tous les enjeux liés à l'exploitation

des mines dans une optique de développement durable et comment rendre les résultats de cette articulation plus claire et plus accessible à tous (pouvoirs publics, acteurs de développement, sociétés minières, OSC⁹ et citoyens) ? Un outil synthétique notamment un indice composite construit à partir d'une approche *Top down-Bottom up*¹⁰ nous paraît apporter une réponse adéquate à cette interrogation.

Il existe une panoplie d'indicateurs de développement. Cependant, il n'existe pas à notre connaissance d'indicateurs composites propres aux pays miniers. Pourtant, le développement durable étant un concept holistique, une approche intégrée des principaux piliers par la construction d'indicateurs composites est l'idéal souhaité (Azapagic, 2004, p.656). Les quelques 1000 initiatives (voir Azapagic, 2004; Chamaret, 2007) en termes d'indicateurs spécifiques au domaine des mines sont constituées de tableaux de bord regroupant tous des indicateurs individuels dans un but de monitoring. Elles ont été pour la plupart développées pour répondre aux besoins des pays avancés (voir Azapagic (2004) et Chamaret (2007, p.113-114) pour une liste complète des indicateurs) et ne peuvent pas être généralisées au regard des spécificités et hétérogénéités des pays et leurs contextes. Les initiatives qui tentent de prendre en compte l'épuisement de ces ressources rares (voir l'Épargne nette ajustée (ENA) par exemple) sont vivement critiquées en raison des fondements et hypothèses théoriques qui sous-tendent ces approches (voir Thiry, 2010). Il est surtout reproché à l'ENA la méthode comptable voulant tout ramener à l'aspect monétaire. Derrière cette forte contestation de la monétisation de l'épuisement des ressources naturelles, c'est clairement l'hypothèse de substituabilité parfaite (voir Hartwick, 1977) entre différents types de capitaux qui est remise en cause. Lorsque l'espoir de développement est fondé sur une ressource extractive comme les mines, alors cette prudence face à la tendance de tout monétiser devient encore plus grande dans le contexte des pays d'Afrique sub-saharienne pour plusieurs raisons. Premièrement, l'approche néo-classique de soutenabilité des pays à ressources naturelles épuisables par la monétisation repose entre autres sur la capacité du marché à réguler l'exploitation de la ressource en lui attribuant un prix de rareté (Hotelling, 1931). Or, une partie non négligeable de l'activité minière y compris certaines activités industrielles s'effectue de manière clandestine ou peu contrôlée. Cette partie de l'extraction de la ressource minière échappe aux lois du marché. Deuxièmement, une des hypothèses fortes de la soutenabilité des pays à ressources naturelles épuisables par la régulation du marché est que la rente (Hotelling, 1931) issue de l'extraction de la ressource épuisable soit entièrement réinvestie (règle d'Hartwick (1977)) dans d'autres capitaux reproductibles. Cette exigence de réinvestir la totalité de la rente minière ne peut pas être satisfaite dans le contexte des pays africains tant nous

9. Organisation de la Société Civile.

10. Approche mobilisant à la fois l'expertise académique, notamment la littérature académique et outils informatiques modernes, l'expérience des professionnels de développement local et le vécu et aspirations des populations bénéficiaires dans le processus d'élaboration de l'outil d'aide à la décision qui est l'indice composite.

avons une dualité entre deux acteurs économiques aux intérêts naturellement divergents autour de l'exploitation minière. D'un côté nous avons l'État détenteur de la ressource en exploitation ou exploitée et de l'autre, des opérateurs privés constitués en majorité d'investisseurs étrangers. Troisièmement, l'approche néo-classique n'intègre pas ou prend très mal en compte (dans le cas de l'ENA) les externalités négatives à la fois environnementales (dommages environnementaux), sociales (inégalités, iniquités, exclusions sociales) qu'engendre l'exploitation des ressources minières. La spécificité du secteur minier, du fait de ses effets externes et cumulatifs non maîtrisés, exige de notre part la capacité à proposer des outils qui permettent à la fois de cerner ces enjeux complexes et de communiquer facilement, mais également qui soient facilement appropriables par les divers acteurs. Tel est le défi que cherche à relever la présente thèse. En outre, pour [Daniel *et al.* \(2013\)](#), le caractère épuisable de la ressource minière exige un suivi du secteur mais également un suivi de ce qui est fait des recettes tirées de l'exploitation de la ressource.

1.2 Problématique, postulat et fondements théoriques de la thèse

1.2.1 Problématique

La thèse discute de la problématique de la soutenabilité au sens de [Brundtland *et al.* \(1987\)](#) des pays miniers d'Afrique sub-saharienne d'une part et des outils pertinents de la mesure de cette soutenabilité d'autre part. En effet, comment minimiser les impacts négatifs cumulatifs de cette extraction à la fois sur l'environnement et sur les populations riveraines ? Dans quelle mesure les rentes tirées de l'extraction de la ressource épuisable améliorent-elles les conditions de vie des populations locales ? Comment s'assurer de la pérennité d'un développement harmonisé après l'épuisement de la ressource ? La thèse cherche à déterminer les conditions de réalisation d'un développement durable dans un contexte d'exploitation de ressources minières à deux agents économiques distincts : l'État détenteur de la ressource naturelle en exploitation et les exploitants miniers constitués d'entreprises minières privées. Pour cela, la thèse cherche d'abord à montrer que la soutenabilité au sens d'[Hartwick \(1977\)](#) n'est pas garantie dans le contexte des deux pays étudiés tant les pays détenteurs de la ressource minière et les exploitants miniers ont des intérêts divergents à la fois au niveau économique, social et environnemental. La thèse s'attèle à montrer que la transformation industrielle de la ressource minière est une condition nécessaire, mais non suffisante de cette soutenabilité. Ensuite, nous montrons qu'au regard des spécificités des pays miniers et des expériences tirées des programmes internationaux de développement en faveur des pays africains et des outils d'évaluation de ces programmes, un indice spécifique à

ces pays, construit à partir d'une démarche mobilisant à la fois le savoir académique, l'expérience professionnelle des acteurs de développement dans ces pays et le vécu des citoyens de ces pays est souhaitable pour piloter les politiques de développement et légitimer les actions sur le terrain. Enfin, nous montrons à travers cet indice construit que la richesse créée, par la réappropriation de la ressource¹¹ par les États concernés, doit alimenter en permanence les secteurs structurants (agriculture et élevage biologiques) de l'économie, améliorer le niveau de gouvernance à la fois politique et économique, la qualité de l'environnement naturel, les institutions et corriger les inégalités sociales par un développement inclusif pour que la soutenabilité globale soit accomplie.

1.2.2 Postulat de la thèse

Le postulat qui sous-tend la posture adoptée pour traiter de la problématique ci-dessus énoncée est le suivant : « conditionnellement à une prise en compte des spécificités à la fois locales et sectorielles¹², une exploitation prudente des ressources minières peut conduire à un développement raisonnable entre les Hommes d'une part, et entre les Hommes et la Nature d'autre part, en particulier pour les groupes les plus pauvres, et ce, dans la durée. »

Ce postulat tel qu'énoncé, renferme d'importantes implications qu'il convient d'ors et déjà d'élucider. Premièrement, les spécificités locales supposent que l'on s'interroge sur les rapports qu'entretiennent les populations riveraines avec l'activité extractive d'une part et leur rapport avec les autorités locales et/ou nationales d'autre part. Il s'agit en effet de s'interroger sur l'activité principale de la population dans la localité, c'est-à-dire, est-ce que la population a une tradition dans l'activité minière ? Si oui, comment l'impliquer dans un processus de modernisation et d'encadrement de l'activité minière voulus par les pouvoirs publics ? Il ne faut pas non plus perdre de vue les interactions éventuelles entre le secteur minier et d'autres secteurs notamment le secteur agricole. Les rapports administrateurs-administrés vont dépendre de l'ancrage démocratique dans la collectivité et plus globalement dans le pays. Cette dimension est d'autant plus importante à prendre en compte qu'elle conditionne la perception de l'action publique par les populations et donc l'acceptabilité d'un projet minier dans une localité commanditée par les pouvoirs publics en place.

Deuxièmement, les spécificités du secteur minier imposent que des normes d'exploitation soient rigoureusement établies et respectées dans la pratique. Les externalités, en particulier négatives, liées à l'activité du secteur étant difficilement cernables ou

11. Contrôle effectif de l'État et élargissement de la chaîne de valeurs dans le pays par transformation de la ressource exploitée.

12. Il s'agit des spécificités du secteur minier.

prouvables objectivement ¹³, le principe de précaution ¹⁴ demeure le choix judicieux à opérer. En outre, la logique du long terme commande qu'une catégorisation des sites soit faite en distinguant les plus anciennes des nouvelles. C'est dans ce sens qu'une transposition mécanique des normes internationales (le GRI par exemple ou encore le « no-go » du WRI) ¹⁵ régissant l'activité peut ne pas tenir compte de ces spécificités (Azapagic, 2004) et produire donc des effets contraires avec parfois des dommages irréversibles. *« Les attentes en termes de développement durable et de responsabilité sociale d'entreprise font que leur évaluation doit désormais prendre en compte [...] différents paramètres. D'un côté, cela signifie qu'une seule étude de faisabilité économique n'est plus suffisante car elle ne permet pas de révéler l'ensemble des problématiques sur lesquelles les entreprises doivent rendre des comptes [...]. D'un autre côté, cela implique qu'une seule vision d'experts, fixant les normes « du bien et du mal », n'est plus satisfaisante : sur quels critères base-t-on ce jugement ? »* (Chamaret, 2007, p.273). Cette prudence est d'autant plus justifiée en ce sens que « l'universalisme qu'impose une pensée scientifique n'est pas la transposition de concepts forgés dans certains contextes sociohistoriques à d'autres sociétés mais la mise à l'épreuve des catégories générales au regard des contextes » (Hugon, 2009, p.7).

Troisièmement, la dimension temporelle et l'équité intra-générationnelle requièrent une meilleure allocation des retombées de l'exploitation des ressources du sous-sol entre les populations présentes d'une part et entre plusieurs générations d'individus d'autre part. Pour ce faire, les inégalités sociales notamment celles liées aux écarts de revenus doivent être réduites voire résorbées, par des politiques incitant l'inclusion et mettant en avant l'équité et l'éthique dans le développement économique. Cela implique des dispositifs de politiques sociales solides permettant par exemple des transferts justes et équitables prioritairement en direction des moins biens lotis (caisses de solidarité, l'institution d'un revenu minimum nécessaire pour chaque ménage, droits de participations aux activités locales, minières notamment, etc.). L'équité inter temporelle elle, exige des pouvoirs publics, qu'ils soient des collectivités locales ou du pouvoir central,

13. Le problème de la pollution de l'activité minière est juridiquement complexe. Tout le monde est convaincu, à juste raison, que l'activité génère des dommages importants. Mais faute de preuves tangibles et objectives, les responsables échappent aux sanctions prévues par la réglementation. Certaines études sur la pollution de l'activité minière sont commanditées par les entreprises minières elles-mêmes. Cela leur laisse une grande propension à manipuler les résultats en les sous-estimant ou en banalisant les effets et conséquences induits (cas de Areva à Arlit au Niger) d'autant plus que l'analyse et l'interprétation des résultats de telles études requiert une certaine expertise dont les citoyens, voire les pouvoirs publics ne sont pas dotés. Si cela se vérifiait facilement, les exploitants miniers se seraient vus poursuivis, voire stoppés leurs activités dans certains pays (cf. Cas de la radioactivité résultant de l'exploitation d'uranium au Niger et au Gabon).

14. Il s'agit de disposer d'une politique de minimisation des dommages en adoptant des techniques et technologies d'extraction vertes, des comportements vertueux, etc.

15. GRI : Global Reporting Initiative érigé en norme depuis fin 1997 et applicable mondialement pour évaluer les entités en matière de développement durable, le GRI regarde également de façon isolée les performances économiques, environnementales et sociales des entreprises dans le monde. Le « no-go » du World Ressources Institute est une délimitation d'espaces dans lesquels l'activité minière semble peu recommandée.

la nécessité d’avoir une clairvoyance dans l’allocation des ressources extractives (constitution d’un fonds souverain, définition de seuils ou de réserves naturelles inexploitable à court terme, investissements publics de long terme, etc.). L’ensemble de ces choix judicieux nécessite un effort dans l’arbitrage à faire entre les préférences actuelles et futures (Hartwick, 1990; Hotelling, 1931) pouvant être facilités par l’implication des populations bénéficiaires elles-mêmes.

Tout compte fait, cette planification inter temporelle passe nécessairement par une parfaite connaissance des besoins essentiels des populations, exprimés par ces dernières elles-mêmes. Car, il est assez logique de penser que les ménages sont les mieux placés pour choisir ce qui leur est indispensable pour leur mieux-être actuel et celui de leurs enfants dans l’avenir quoique dans bien de cas, certains agents économiques soient mus d’un esprit de rationalité économique les incitant à opérer des choix maximisant des préférences pour le présent plutôt que pour le futur (*homo oeconomicus*).¹⁶ Les défis environnementaux et climatiques auxquels nous faisons face actuellement sont des conséquences des choix égoïstes opérés depuis le début du 19^{ème} siècle.

1.2.3 Fondements théoriques de la thèse

La question de l’opportunité d’un développement durable axé principalement sur l’exploitation des ressources extractives peut s’articuler autour de la soutenabilité faible dont les fondements théoriques proviennent des travaux de Hartwick (1977, 1990); Hotelling (1931) ou autour de la soutenabilité forte défendue par des auteurs comme Costanza (1992); Daly (1990); Pearce *et al.* (1993). En effet, la problématique de la thèse s’inscrit dans une vision faible du développement durable. De fait, la thèse prend pour fondement de départ la règle d’Hartwick (1977) tout en l’adaptant au contexte de l’étude. L’approche de la soutenabilité faible nous semble plus justifiable que l’approche de la soutenabilité forte, eu égard du caractère inévitablement épuisable de la ressource minière en étude dans la présente thèse. En effet, alors que la soutenabilité forte impose le maintien en l’état¹⁷ de la ressource naturelle (voir Daly (1990, p.4),

16. Bien qu’il soit encore le courant dominant du 21^{ème} siècle, cette hypothèse de rationalité des agents économiques des néo-classiques est à mettre en perspective car Keynes (1936) faisait remarquer qu’ « Outre la cause due à la spéculation, l’instabilité économique trouve une autre cause, inhérente celle-ci à la nature humaine, dans le fait qu’une grande partie de nos initiatives dans l’ordre du bien, de l’agréable ou de l’utile procèdent plus d’un optimisme spontané que d’une prévision mathématique. Lorsqu’il faut un long délai pour qu’elles produisent leur plein effet, nos décisions de faire quelque chose de positif doivent être considérées pour la plupart comme une manifestation de notre enthousiasme naturel (as the result of animal spirits) - comme l’effet d’un besoin instinctif d’agir plutôt que de ne rien faire -, et non comme le résultat d’une moyenne pondérée de bénéfices numériques multipliés par des probabilités numériques » Théorie générale de l’emploi, de l’intérêt et de la monnaie, Livre IV (L’incitation à investir), Chapitre XII (L’état de la prévision à long terme), partie VII, Paris, Payot, 1969, p. 175-176.

17. « Sustainable development requires that natural capital be maintained intact » (Daly, 1990, p.4), ou encore « constancy of total natural capital » (Costanza, 1992, p.16). Toutefois, les deux auteurs émettent des nuances importantes selon le type de ressources naturelles. Ces nuances constituent des critères de soutenabilité. Pour des ressources renouvelables, il faut que le taux d’exploitation de la res-

Costanza (1992, p.16) et Pearce *et al.* (1993, p.52-53)), la règle de la soutenabilité faible est, de ce point de vue, plus flexible parce qu'elle admet une détérioration du niveau du stock de capital naturel exploité en contrepartie d'un réinvestissement des rentes issues de son extraction dans des capitaux bien reproductibles. Pour les tenants de la soutenabilité forte, la nature – et tout ce qui la compose – est irremplaçable et tout élément de la nature est aussi indispensable à l'accomplissement de ce bien-être (Daly, 1990). Contrairement aux ressources naturelles renouvelables (poisson, forêt) qui assurent plusieurs fonctions vitales à la fois (maintien de l'équilibre éco-systémique, séquestration du carbone, source d'alimentation, etc.), les ressources naturelles non renouvelables ont très peu de valeur d'usage à l'état brut. Le maintien de leur stock à l'état initial n'est pas une fin en soi. Cela s'apparente même à une utopie pour des pays en quête de développement. En effet, les pays riches en ressources naturelles courent un risque énorme presque évident dans leur avantage comparatif lorsqu'ils s'inscrivent dans une vision forte du développement durable (Gelb, 2010). Les chocs technologiques imprévisibles peuvent largement réduire les avantages comparatifs que conférait la dotation de certaines ressources naturelles en rendant ces dernières non utiles ou économiquement plus coûteuses que l'usage de sources alternatives ou des technologies de substitution. Dans le fond, ce sont les externalités négatives qui résultent de l'extraction de la ressource non renouvelable qui sont en jeu plus que l'extinction de la ressource elle-même.

Cependant, au regard des limites reconnues à l'approche néo-classique de la soutenabilité, rappelées ci-dessus, il est indéniable que cette approche, c'est-à-dire l'approche de la soutenabilité faible reposant sur la règle d'Hartwick (1977) ne peut être considérée qu'après relaxation de certaines hypothèses fortes. En effet, la règle d'Hartwick présente des limites importantes dans ses hypothèses pour être appliquée dans le contexte des pays miniers d'Afrique sub-saharienne. La particularité de la thèse, dans son approche théorique, réside dans le fait qu'elle nécessite le croisement de trois approches distinctes mais complémentaires de notre point de vue. En effet, nous entendons articuler la vision de la soutenabilité faible (Hartwick, 1977) avec l'une des théories traditionnelles sur les ressources naturelles à savoir celle de la dotation factorielle (Stolper et Samuelson,

source soit inférieur ou égal au taux de régénération de celle-ci. Pour des ressources non renouvelables, il faut que le taux d'extraction de la ressource soit inférieur ou égal au taux de constitution d'un substitut à la ressource épuisable. Cependant, Daly (1990) et Costanza (1992) précisent que les critères ci-dessus énoncés ne sont valables que si la dégradation du capital naturel (ressource renouvelable comme non renouvelable) ne dépasse pas un certain niveau d'irréversibilité (taux de renouvellement dans le cas d'une ressource renouvelable et substitution de la ressource non renouvelable par un capital renouvelable dans les mêmes proportions). Pour le cas précis de la ressource non renouvelable, le critère de soutenabilité énoncé par Daly (1990) et Costanza (1992) rejoint la règle d'Hartwick (1977) qui constitue le fondement de la soutenabilité faible puisqu'il s'agit là d'une possibilité de substitution à la seule différence que cette substituabilité doit se faire avec la plus grande prudence (tenir compte des seuils d'irréversibilité) et sur un substitut particulier de la ressource épuisable. En outre, deux difficultés rendent non pratiques ces principes de précaution. Le plus souvent, on ne prend connaissance réellement de ces seuils d'irréversibilité qu'après les avoir dépassés. Deuxièmement, on trouve difficilement des substituts parfaits à certaines ressources non renouvelables (le cas de l'or par exemple qui fait l'objet d'étude dans cette thèse).

1941) et la théorie du développement endogène inspirée des travaux de Romer (1986)¹⁸; Barro (1988); Brollo *et al.* (2010); Lucas (1988). Nous entendons par développement endogène tout processus de développement qui prend appui sur les forces des sociétés, facilité par l'engagement et l'implication de ces dernières dans le processus.

Les deux premières approches prises individuellement sont en effet nécessaires mais non suffisantes pour garantir un développement harmonisé.

L'approche de la soutenabilité faible des économies est particulièrement importante et intéressante dans le contexte des pays d'Afrique sub-saharienne où la plupart d'entre eux sont richement dotés en ressources naturelles mais paradoxalement, font face à des exigences de développement de plus en plus pressantes de la part de leurs populations qui attendent toujours que la voie du développement leur soit indiquée. Ce paradoxe d'abondance et de pauvreté endémique place l'ensemble des pays de la zone sahélienne dans un dilemme : la satisfaction des besoins fondamentaux des populations peut-elle être réalisée sans heurter les principes fondamentaux du Développement Durable (DD) à savoir le maintien d'un rythme de croissance économique soutenue, la limitation des nuisances causées à l'environnement, la préservation des ressources naturelles et des écosystèmes et l'équité intra et intergénérationnelle ?

Pour les économistes de l'OCDE¹⁹ ce type de réflexion peut s'organiser autour de ce qu'ils appellent la notion de la croissance pro-pauvres.²⁰

L'approche HOS²¹ de la dotation factorielle vise à traiter de la question cruciale de transformation de la ressource extraite en biens à haute valeur ajoutée, condition nécessaire pour tirer profit de l'avantage relatif à l'abondance des ressources naturelles en Afrique sub-saharienne. Cette approche va nous permettre de démontrer pourquoi en dépit de leurs richesses naturelles, les pays africains d'Afrique au Sud du Sahara sont historiquement sur des trajectoires de trappes à pauvreté, avec parfois des périodes de croissance appauvrissante. Ensuite, en internalisant le capital naturel comme facteur de production de biens à haute valeur ajoutée dans le modèle HOS traditionnel, rebaptisé en modèle de spécialisation néo-factorielle, le modèle permet de traiter une partie des conditions de soutenabilité des pays miniers, les conditions en amont, en identifiant les atouts des pays étudiés et les facteurs limitant les transformations industrielles des ressources naturelles exploitées dans ces pays.

L'approche du développement endogène va permettre d'identifier les secteurs éco-

18. Dans le modèle pionnier de croissance endogène développé par Romer (1986), quatre facteurs sont décisifs. Il s'agit de rendements d'échelle croissants (dans notre approche de développement endogène, on parle d'effets structurants), de l'innovation ou la recherche et développement, le capital humain (l'éducation, les connaissances, l'expérience et la santé des populations) et enfin l'intervention judicieuse de l'État pour donner une impulsion aux dynamiques faiblement ou non engagées.

19. Organisation de Coopération et de Développement Economique

20. La notion de « croissance pro-pauvres » met l'accent sur les possibilités que peuvent avoir les hommes et les femmes les plus pauvres de **participer et contribuer** à la croissance économique **et d'en bénéficier**. Elle peut être mesurée par l'accroissement des revenus et des actifs des ménages les plus pauvres (OCDE, 2009, p.38).

21. Heckscher-Ohlin -Samuelson

nomiques structurants et durables, c'est-à-dire que le facteur productif ne s'épuise pas ou est renouvelable et facteurs induisant des effets multiplicatifs de sorte à orienter les richesses créées dans le secteur minier (rentes, plus values issues des transformations) en direction de ces secteurs économiques viables et facteurs préalablement identifiés. La thèse intègre dans son approche endogène des dimensions à la fois transversale et connexe, telles que la stabilité politique, la qualité des institutions, la sécurité nationale et transfrontalière, la gouvernance, la justice sociale, les secteurs de soutien à la production (infrastructures, électricité, technologies vertes) de sorte à créer des leviers d'un développement inclusif et intégré.

1.3 Structure de la thèse

Le travail est organisé en deux parties. La première partie intitulée « De la croissance au développement, quels indicateurs de progrès social ? » qu'on pourrait intituler « revue de littérature sur le progrès social » regroupe les chapitres 2 et 3. La deuxième partie est consacrée aux différentes étapes devant aboutir à la construction de l'indice de soutenabilité des pays miniers (chapitre 4), de son application empirique et les implications des résultats en termes de politiques publiques, minières et sociétales (chapitre 5).

Partie I : De la croissance au développement, quels indicateurs de progrès social ?

Dans cette partie, nous abordons le rôle des ressources naturelles dans le développement économique des nations (chapitre 2), des méthodes de construction des outils synthétiques de mesure du progrès social (chapitre 3). Dans le deuxième chapitre de la thèse, nous revisitons à la fois les théories sur la localisation industrielle vue comme moteur de développement économique d'un pays, et celles relatives au commerce international. Nous nous interrogeons sur le rôle des ressources naturelles dans ces approches traditionnelles. En effet, nous passons en revue la théorie de la spécialisation en rappelant les résultats et les limites du modèle HOS fondé sur la dotation factorielle. Nous présentons également une synthèse des travaux ayant porté sur les extensions de ce modèle notamment ceux de [Hellier \(2012\)](#). Nous montrons que même si les extensions du modèle HOS opérées par [Krugman \(1998\)](#) puis [Hellier \(2012\)](#) permettent certes de conformer le modèle aux faits stylisés des échanges mondiaux actuels, elles ne nous offrent pas en revanche l'opportunité d'expliquer les situations économique et sociale actuelles des pays d'Afrique sub-saharienne, en particulier sur leur retard d'industrialisation. Cette logique nous conduit à développer un modèle théorique basé sur des hypothèses quasi-réalistes dans lequel nous démontrons que l'absence d'une technolo-

gie et de capital humain²² bien formé constitue un des principaux points de blocage de l'industrialisation de cette région sub-saharienne. Nous montrons toutefois qu'en introduisant le capital naturel comme facteur de production au même titre que les facteurs traditionnels, cette région dispose d'un double avantage favorable à son essor économique : dotation factorielle en ressources naturelles d'une part, et l'émergence de débouchés féconds dans la région tirés par une classe moyenne très consommatrice de biens manufacturés et services. Nous mettons en perspectives les résultats optimistes du modèle de spécialisation néo-factorielle en s'intéressant d'une part au paradoxe africain connu sous la notion de malédiction des ressources naturelles et d'autre part à la volatilité des prix des ressources naturelles et ses effets sur le bien-être global. Nous faisons une synthèse des réponses proposées par les économistes pour limiter les effets de la volatilité des prix des ressources naturelles. Nous y discutons également du problème des droits de propriété des ressources naturelles africaines qui limitent sérieusement les marges de manœuvre en termes de politiques publiques des gouvernements de ces pays.

Le chapitre 3 lui, présente une revue technique des méthodes de construction des indicateurs composites. Le chapitre est articulé autour des points suivants : présentation de la méthodologie proposée par Nardo *et al.* (2005) pour la construction d'indicateurs composites²³, quelques illustrations, mise en évidence de limites méthodologiques et apports nouveaux. Une analyse critique de chaque étape de l'élaboration de l'indice composite est faite en mobilisant les récents travaux sur le développement des ICs. Une illustration de l'approche théorique est faite en présentant quelques ICs. S'intéressant en particulier aux indices de développement, nous effectuons une revue de littérature portant exclusivement sur l'IDH.

Puisqu'il s'agit d'un chapitre sur les approches et méthodologies d'élaboration des ICs, nous présentons l'approche hybride top down-bottom up utilisée dans le cadre de la construction de l'indice ISPM. Nous faisons ressortir les mérites de cette approche hybride notamment en ce qu'elle permette une expression plurielle, donc démocratique des acteurs et une plus grande diversité des attentes (Chamaret, 2007).

L'approche top down est une approche descendante, c'est-à-dire que les choix de développement sont pensés par les décideurs publics notamment les pouvoirs central et décentralisé et s'appliquent aux administrés. Les politiques conçues sont souvent pensées par des académiques et/ou experts du développement. Le choix de cette approche est de disposer des éléments solides (parce que les pouvoirs publics, grâce aux experts qui les orientent, disposent souvent d'informations et de moyens d'action que la base

22. Canals *et al.* (2015) définissent le capital humain comme étant l'ensemble des capacités productives qu'un individu acquiert par l'accumulation de connaissances générales ou spécifiques, de savoir-faire. Le capital humain inclut également l'état de santé à la fois physique, mental et psychique de l'individu qui le rend apte à être productif.

23. Tout au long de ce travail de recherche, nous désignons par indices composites (IC) tout indice obtenu par combinaison mathématique de plusieurs variables individuelles ou indicateurs de premier niveau ayant ou pas d'unités de mesure significativement communes comme défini par Nardo *et al.* (2005) à la différence d'indicateurs qui sont dans cette étude des variables individuels.

ne possède pas) nous permettant d’orienter les débats des différentes parties prenantes qui seront impliquées dans l’étude sur le terrain. Disposer d’une matrice d’informations nous paraît déjà nécessaire en ce sens que ce travail préliminaire va conditionner les chances de succès du travail de terrain et par ricochet les résultats finaux. C’est pourquoi nous faisons appel en amont aux travaux d’experts et aux normes internationales sur la construction d’indicateurs composites dont la synthèse est présentée dans la section 2. Cette approche permet également d’intégrer certains outils (accords internationaux, orientations nationales, code de bonnes conduites des entreprises, etc.) des pouvoirs publics et des entreprises minières pour ce qui concerne la présente recherche.

L’approche ascendante « bottom up » elle, est une approche purement participative mobilisant les forces à la base. Elle a l’avantage de permettre une expression plurielle des vues sur la problématique traitée. Nous présentons les différentes approches participatives existantes en enquête socio-économique tout en relevant les avantages et les limites de chacune d’elles. Enfin, une synthèse de ces deux approches permet d’harmoniser les points de vue, attentes et de disposer d’une matrice d’information finale.

Les projets miniers font de plus en plus l’objet de rejet de la part des populations locales justifié par une opposition entre les attentes de ces dernières et les intérêts des investisseurs. Ce conflit d’intérêts résulte pour la plupart d’un déficit informationnel entre les différents acteurs, des cadres de concertation et de négociation étant quasi-inexistants. Les démarches généralement adoptées dans le cadre des projets miniers sont soit du « top down » – dans ce cas la population locale ne se sent pas directement impliquée et se dit être flouée par la complicité orchestrée par les autorités publiques et les firmes étrangères – soit du bottom up – et dans ce dernier cas, ce sont les multinationales qui évoquent une situation de non facilitation du climat des affaires ne leur permettant pas de faire face à la concurrence internationale bien que le secteur des ressources naturelles soit généralement un secteur oligopolistique. Il existe donc dans les deux approches des préférences non révélées. L’objet de cette approche hybride est justement de faire révéler ces attentes non déclarées grâce à la mise en place d’un cadre de négociations (ateliers hybrides) entre les différents acteurs.

Partie II : De l’élaboration de l’indice de soutenabilité des pays miniers aux politiques de développement soutenable

Pour rappel, cette partie est constituée des chapitres 4 et 5. Le chapitre 4 présente les variables et les sous-indicateurs « candidats²⁴ » retenus à partir de la littérature mobilisée. Le choix des variables et indices retenus y est justifié en montrant en quoi ils

24. Indicateurs de départ construits à partir de la littérature mobilisée, de notre niveau de connaissance des enjeux. Ils sont susceptibles de modification, d’élimination. Cette première matrice peut donc être réduite ou étoffée après les travaux d’enquête terrain.

répondent aux critères de soutenabilité des pays miniers aussi bien sur le plan théorique que pratique. Nous définissons et justifions le choix de l'échelle d'étude et la méthode de collecte des données notamment les données secondaires et celles primaires. Pour ces dernières, nous présentons à cet effet la fiche d'enquête élaborée en vue d'orienter et de faciliter les échanges avec les acteurs impliqués dans l'étude. Dans la délimitation de l'échelle de notre étude, il s'agit de préciser, tout en justifiant, les limites géographiques de l'étude et les enclaves concernées.

Après le travail effectué sur le terrain, nous faisons un recadrage des sous-indices retenus au départ afin de disposer d'une matrice d'indicateurs finaux. Des justifications sont fournies pour détailler les ajustements opérés. Nous faisons ressortir les apports nouveaux (avec éventuellement des indicateurs nouveaux ou des apports de type qualitatif afin de « lubrifier » l'indicateur composite) et les raisons qui ont conduit à l'élimination éventuelle de certains indicateurs candidats. Nous concluons ce chapitre par une présentation de la synthèse de données de l'enquête sur les poids à accorder aux sous-indicateurs et les données recueillies relatives aux variables retenues.

Le chapitre 5 présente les résultats de l'implémentation de l'indice, analyse les performances et contreperformances des pays étudiés et formule des recommandations sous forme de politiques de développement.

La conclusion générale sera d'abord le lieu pour nous de dire en quoi les résultats auxquels nous avons abouti répondent à l'objectif de départ de la présente thèse qui est de déterminer les conditions de réalisation d'un développement durable dans un contexte d'exploitation de ressources minières à deux agents économiques distincts : l'État détenteur de la ressource naturelle en exploitation et les exploitants miniers constitués d'entreprises minières privées. Ensuite elle donne l'occasion de tirer des enseignements de cette thèse. La conclusion générale rappelle également les apports, l'originalité de ce travail de recherche et explicite les finalités des résultats de l'étude. Tout travail humain n'étant pas parfait, il serait très prétentieux d'estimer avoir traité de tous les problèmes inhérents au secteur des mines. Ainsi, la conclusion est le lieu privilégié pour relever les limites de ce travail pionnier dans un domaine aussi complexe comme le secteur minier. Elle relève à cet effet les difficultés rencontrées, difficultés qui sont inhérentes à la démarche adoptée mais qui est certes payante. Nous relevons les difficultés d'ordre administratif liées à la collecte des données secondaires, des contraintes de temps et les difficultés liées à la diversité des agendas des parties prenantes ne permettant pas de réunir tous les acteurs à la fois. Nous ne manquons pas de mentionner les difficultés éventuelles auxquelles sera confronté l'indice dans sa mise en œuvre pratique. Enfin, la thèse se projette dans le futur en identifiant des pistes de réflexions futures sur le sujet qui pourraient se faire soit par extension de l'échelle d'étude, soit dans le cadre d'un travail collaboratif.

Partie I

DE LA CROISSANCE AU DÉVELOPPEMENT, QUELS INDICATEURS DE PROGRÈS SOCIAL ?

Chapitre 2

Le rôle des ressources naturelles dans le développement économique des pays

Introduction

Au-delà des fonctions traditionnelles de survie ou de vitalité ou encore de maintien des équilibres biologiques qu'assurent certaines Ressources Naturelles (RN) comme l'eau, les forêts, les gisements pétroliers, etc., les RN peuvent s'avérer déterminantes dans le développement économique d'un pays. Toutefois, des trajectoires différentes de développement observées de par le monde, légitiment la question sur le rôle des RN comme facteur de développement économique. Si les États Unis d'Amérique ont pu asseoir leur puissance économique en partie grâce à la disponibilité et à l'abondance de RN diversifiées²⁵ dont ils disposent, le Japon par contre constitue un contre-exemple parfait. A l'opposé, les pays africains, qui détiennent environ 52% des RN mondiales éprouvent encore des difficultés à bâtir un socle solide et cohérent de développement économique. Face à ces contrastes, il devient intéressant de questionner à nouveau ce qu'est le rôle des RN dans un processus de développement.

Dans la conception linéaire du développement de Rostow²⁶, les investissements

25. Les États Unis disposent de presque toute sorte de RN connues : ils possèdent (en 2004) 25,5% des réserves mondiales de charbon, 5,3% des réserves de pétrole, 4,6% des réserves de gaz. La plupart des ressources minières sont présentes dans le sous-sol américain. Ils se classent ainsi au 2e rang mondial pour la production du cuivre, au 5e rang pour le fer (en 2003). Ils possèdent également des réserves de zinc, d'uranium, de métaux précieux, de soufre et de phosphate.

26. Pour Rostow, le développement dans les sociétés industrialisées est un processus linéaire s'effectuant en cinq étapes : la société traditionnelle (taux de croissance d'investissement est égal à celui de la démographie ; conséquence, le PIB par habitant est constant), les conditions préalables au décollage (réformes agraire et foncière, révolutions idéologique et religieuse. La croissance économique favorisée par le secteur agricole dépasse celle de la démographie), le décollage (Take-off) favorisé par la révolution industrielle, la phase de maturité (le décollage global de tous les secteurs d'activités) et l'âge de la consommation de masse où le pouvoir d'achat est très élevé grâce à l'accumulation des richesses rendue possible par le travail industriel.

massifs dans l'industrie jouent un rôle décisif dans le décollage (take-off) économique de toute nation. Si cette relation entre industrialisation et développement économique apparaît très clairement dans les approches néoclassique et keynésienne de la croissance, les choix d'implantation des unités industrielles trouvent eux, leur justification en économie spatiale notamment dans la théorie de la localisation dont [Thünen \(1826\)](#) en est le précurseur. La première section de ce chapitre analyse dans un premier temps comment la dotation relative en ressources naturelles (RN) peut expliquer le choix d'implantation des industries²⁷, vecteur de développement économique. Dans un deuxième temps, nous montrons qu'en raison de la baisse des coûts des transports et de la complexité des enjeux économiques actuels, la dotation factorielle, à elle seule ne suffit plus à expliquer la localisation des unités industrielles et que par conséquent des facteurs stratégiques et territoriaux participent à l'explication des choix de localisation des activités industrielles.

Dans la section 2.2 de ce chapitre, nous montrons comment ces choix stratégiques de localisation des industries peuvent offrir des avantages relatifs dans les échanges internationaux de produits mais également à l'intérieur du pays à travers le processus de la croissance déséquilibrée.

La section 2.3 discute du paradoxe africain tant au niveau de sa faible industrialisation qu'à la persistance des facteurs freinant le développement dans son ensemble. D'abord, nous dressons un descriptif des caractéristiques communes à la plupart des pays riches en RN, caractéristiques connues sous la notion de la malédiction des RN encore en débats actuellement. Ensuite, nous expliquons pourquoi les économies africaines, malgré leurs abondantes ressources n'ont pas connu cette industrialisation. Nous montrons que l'extraversion²⁸ des économies africaines explique en partie cette situation contrastée. Enfin, nous montrons, en mobilisant l'approche de la croissance pro-pauvres que le contraste africain requiert un nouveau paradigme de penser le développement économique mettant les populations pauvres au centre de leur propre développement et non comme des bénéficiaires passifs d'une croissance décidée de l'extérieur sans aucun mécanisme endogène permettant son déclenchement.

La section 2.4 de ce chapitre discute des explications économiques données à la volatilité des prix des ressources naturelles et les effets de cette volatilité sur le bien-être global. Nous présentons les instruments de politiques proposés aux pouvoirs publics en réponse à cette volatilité et à la malédiction des ressources naturelles.

Nous concluons ce chapitre en développant un modèle de spécialisation néo-factorielle dans lequel nous mettons en évidence deux grandes phases de spécialisation possible

27. Afin d'éviter de rentrer dans des détails techniques, nous employons indifféremment les termes « industrie » et « entreprise » pour désigner le même agent économique. De même, les termes « bien » et « produit » se rapportent à la même compréhension, celui d'un bien ou d'un produit industriel obtenu après transformation partielle ou complète d'une matière première.

28. Se dit d'une économie tournée vers l'extérieur. Elle est conçue pour « nourrir » d'autres économies extérieures. Les économies des ex-colonies d'Afrique en sont une illustration.

pour l'Afrique. La première phase est caractérisée par une spécialisation dans la production et l'exportation des matières premières. Elle correspond à une spécialisation appauvrissante d'autant que l'Afrique perd dans ses échanges commerciaux qu'elle n'en profite. La seconde phase de spécialisation est marquée par une spécialisation de l'Afrique dans l'exportation exclusive de biens manufacturés produits en sol africain (spécialisation enrichissante).

2.1 Les ressources naturelles et les localisations industrielles

L'approche néoclassique tout comme le modèle keynésien jusqu'au début des années 1970, mettaient en évidence le rôle majeur de l'investissement dans la croissance économique. Pour [Solow \(1956\)](#), la croissance est essentiellement tirée par le capital physique à travers la relation $\hat{y} = f(k)$ où la croissance par tête (y) de l'économie est principalement fonction de l'évolution du capital par tête (k). [Keynes \(1936\)](#) met en évidence le cercle vertueux de l'investissement dans la production nationale et l'emploi à travers son multiplicateur d'investissement $k = \frac{1}{1-c}$ où c représente la propension à consommer c'est-à-dire la part du revenu disponible (revenu dont dispose un individu après prélèvements obligatoires) consacrée à la consommation des biens et services finaux. Dans un cadre statique Keynes montre qu'une demande adressée aux entreprises d'équipements induit une variation ΔQ de la production plus que proportionnelle à la variation ΔI de l'investissement. Le raisonnement de la théorie du multiplicateur keynésien est simple. En effet, un investissement constitue une demande adressée aux producteurs des biens d'équipements. Cette demande induit une hausse de l'activité de l'entreprise. Celle-ci distribue des salaires et dividendes respectivement aux travailleurs et aux actionnaires. Une partie de ces revenus est consommée par l'achat d'autres biens et l'autre partie épargnée. En supposant que chaque agent économique se comporte de la même manière, toute la production nationale se trouve augmentée d'un montant plus important que l'investissement initial. Bien que la théorie de Keynes ait été remise en cause par la crise due aux chocs pétroliers des années 1970, cette relation entre croissance et l'investissement – qu'il soit en capital physique, technologique ou humain – reste vérifiée en particulier dans les économies en transition et même au sein de celles qui se sont désindustrialisées. En France par exemple, le secteur industriel est à l'origine de 90% de dépenses en R&D (avec tous les effets d'entraînement que la R&D induit) et 80% des échanges commerciaux ([Mérenne-Schoumaker, 2011](#), p.7).

Même si la relation entre croissance et investissement est explicitement établie dans les deux exemples ci-dessus cités, celle établissant le rôle des RN dans la croissance économique n'apparaît pas immédiatement dans ces modèles traditionnels. D'autres approches sont donc nécessaires pour mettre en évidence ce lien. La section suivante

présente successivement les théories de la localisation agricole et industrielle dans lesquelles une première introduction des RN est faite en les identifiant comme étant des déterminants des choix d'investissements industriels.

2.1.1 La théorie de la localisation des firmes : les modèles de Von Thünen et de Weber

Lorsqu'on se réfère à l'économie spatiale, on s'aperçoit que plusieurs travaux ont porté sur le choix d'implantation des firmes. Les premiers travaux émanent de [Thünen \(1826\)](#) considéré comme « le père des théories des localisations des firmes » ([Ponsard, 1988](#)). Dans ses travaux Von Thünen explique la localisation optimale des activités agricoles. [Weber \(1909\)](#) va étendre l'analyse à l'activité industrielle en cherchant à déterminer le coût minimal de transport à supporter étant donné le lieu d'approvisionnement en matières premières et le marché d'écoulement des produits finis. Ces modèles de base ont été complexifiés avec les travaux de [Christaller \(1933\)](#) et [Lösch \(1940\)](#). Les deux auteurs ont développé la théorie des lieux centraux. Lösch va chercher à maximiser le profit des firmes en mettant en évidence que les industries se localisent dans des points stratégiques (lieux centraux) pour bénéficier des économies d'agglomérations. Pour notre part, nous nous limitons à la présentation des deux modèles de base.

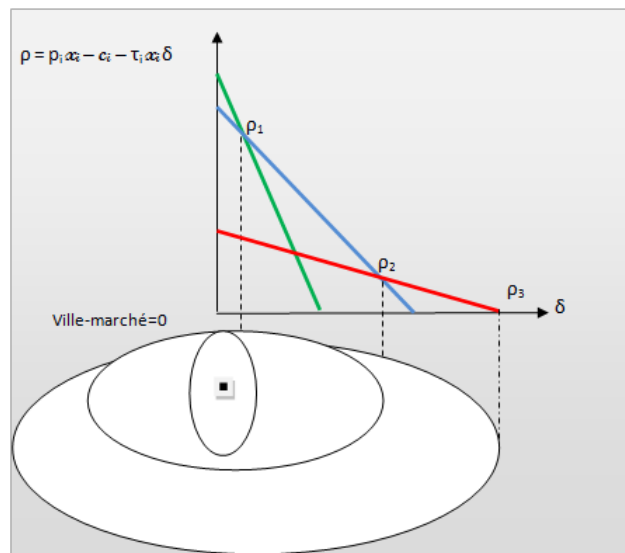
Le modèle de Von Thünen

Le modèle de [Thünen \(1826\)](#) est largement utilisé par des économistes agronomes et des spécialistes de l'économie urbaine. Développé au départ pour expliquer les localisations optimales des activités agricoles, le modèle a été prolongé par [Ponsard \(1988\)](#) dans lequel il introduit la possibilité de production de plusieurs produits à la fois. Il maintient les hypothèses de départ auxquelles il rajoute des hypothèses supplémentaires. Dans le modèle originel de Thünen, le sol est de qualité homogène. Cette hypothèse suppose que la fertilité du sol est constante sur toute l'étendue du périmètre d'analyse. Elle permet d'éviter l'hypothèse de rente différenciée suivant la productivité (fertilité) du sol qui pourrait, par ricochet, expliquer les différences de profits des producteurs agricoles. En outre, le prix (p) du produit est fixé par le marché (lieu central) indépendamment du lieu de production. Von Thünen suppose par ailleurs que ce marché est unique et est représenté par la ville. La production elle, est à rendements d'échelle et factoriels constants, c'est-à-dire que lorsqu'on augmente les facteurs de production d'une constante k , la production augmente dans la même proportion. Cette supposition implique que la production par unité de surface (x) est fixe et que le coût par unité de surface (c) est également fixe indépendamment du lieu de production. La quatrième hypothèse est relative au coût de transport. Thünen suppose que ce coût est proportionnel à la distance parcourue et à la quantité du produit transportée. Il note

à cet effet τ comme étant le taux de transport par unité de distance parcourue et par unité de produit transporté. Notons cependant que dans le modèle de Thünen, seul le coût de transport des produits finaux est pris en compte, le coût de transport de matières premières (fertilisantes) utilisées dans la production n'est pas pris en compte. Le propriétaire terrien est différent du producteur agricole. Le sol est donc attribué au plus offrant c'est-à-dire à l'utilisateur capable de payer la plus forte rente. A la récolte, les producteurs apportent directement leurs produits aux marchés par le chemin le plus court. Thünen fait l'hypothèse que l'économie régionale est en autarcie, hypothèse encore valable dans certaines zones rurales africaines du fait de l'enclavement de ces zones. La production de la région suffit aux besoins des populations sans recours extérieur. Il n'y a ni importation ni exportation de produits agricoles au-delà des frontières de la localité considérée. Ainsi, pour un produit donné, la fonction de rente offerte est une fonction linéaire et décroissante de la distance parcourue (cf. Figure 2.1). Formellement, la fonction de la rente s'écrit : $\rho_s = (p - c)x - \tau x \delta_s$ où δ_s est la distance du lieu (s) au centre du marché.

Pour un prix donné de chaque produit, l'équilibre est obtenu par la confrontation des fonctions de rente (maximisation de la rente étant donnés les prix du marché pour le produit agricole) et aboutit à des localisations concentriques appelées cercles de Thünen. En supposant trois produits donnés, la résolution du modèle de Thünen donne la représentation graphique suivante.

Figure 2.1 – Localisation de trois firmes et leur rente par rapport au marché



Source : Auteur

Interprétation du modèle

D'abord, le terme $(p - c)$ indique le profit par unité de surface exploitée (dans le cas

de Von Thünen il s'agit d'une rente) non maximisé de la production agricole si celle-ci était vendue à son lieu de production. Ainsi, cette rente diminue de $\tau\delta_s$ au fur et à mesure que le lieu d'écoulement (ville-marché) s'éloigne des zones de production.

Ensuite, la surface x utilisée a deux effets opposés sur la rente agricole. Plus cette surface est grande, plus la production attendue l'est également et plus l'exploitant agricole est à même de verser une rente plus élevée au propriétaire terrien (dans le cas où l'exploitant n'est pas le propriétaire et loue la surface cultivée). En revanche, la production extensive engendre des coûts de transport supplémentaires à l'entreprise agricole pour l'assemblage à bord des produits (coût de transport à l'intérieur de la zone de production vaut τx). Toutefois, cet effet négatif est raisonnablement inférieur à l'effet positif du même facteur.

Finalement, plus une firme est située à proximité du centre d'écoulement de ses produits agricoles, plus son coût de transport diminue et plus sa rente est élevée. Inversement, plus une firme est éloignée du lieu de commercialisation de ses produits, moins son activité est rentable. Comme les autres facteurs sont fixes (coût unitaire de production, prix du produit), à une certaine distance du marché, le coût du transport devient tellement élevé (dépassant le prix escompté du produit) que l'activité n'est plus rentable. En particulier, la distance pour laquelle le coût de transport annule la rente agricole d'une culture donnée constitue la portée limite ($x = (p - c)/\tau$) de cette culture. Cette limite est représentée par des cercles dans la Figure 2.1. Inversement, le profit maximum est obtenu lorsque la distance est nulle étant donnés les facteurs prix et coût de production fixes. Autrement dit, le producteur agricole maximise son revenu agricole en se situant au lieu d'écoulement de ses produits. Cependant, la contrainte spatiale dans le centre-ville provoque la concurrence entre les exploitants et certains peuvent obtenir des rentes relativement élevées en se localisant dans la périphérie. Ce phénomène explique l'existence de rente différenciée selon les cultures.

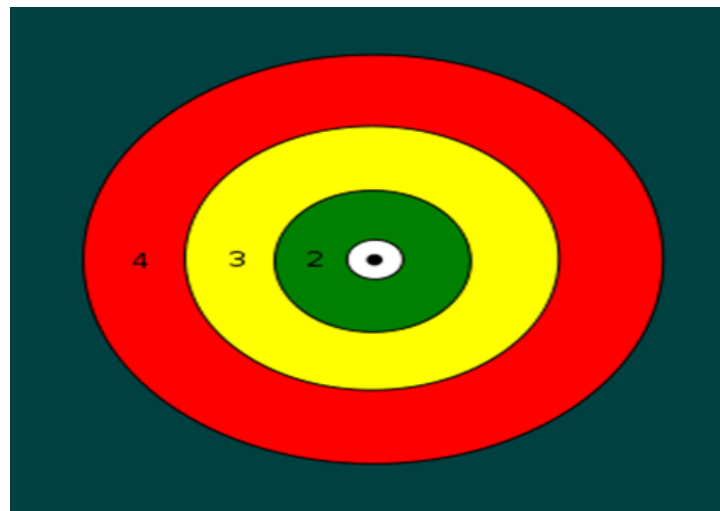
Graphiquement, la limite entre deux cultures de rente optimale est donnée par le point d'intersection entre les deux droites de rente des cultures respectives ($\rho_1; \rho_2$ par exemple dans la Figure 2.1). A ce point, la rente tirée des deux activités est la même mais au-delà de celui-ci la première culture devient moins rentable que la deuxième si le producteur a le choix entre ces deux cultures. Algébriquement, la limite (l_{ij}) entre deux cultures i et j est déterminée par : $l_{ij} = [(p_j - c_j) - (p_i - c_i)]/(\tau_j - \tau_i)$. Dans l'exemple ci-dessus, le graphique indique que la Firme 1, produisant le bien agricole 1, est favorisée par rapport aux firmes 2 et 3 parce que le lieu de son activité est plus proche du marché comparativement aux deux autres.

En conclusion et en lien avec la problématique de la présente thèse, on peut retenir que le modèle Thünen peut encore servir de support théorique pour soutenir les arguments en faveur d'une politique d'industrialisation en Afrique en raison de son abondance en ressources naturelles et matières premières agricoles comme facteurs de production de biens industriels et de l'existence de débouchés régionaux capables d'ab-

sorber ces productions. L'abondance en main d'œuvre constitue un autre facteur qui joue en sa faveur comme nous verrons plus loin.

Comme tout modèle, celui de Von Thünen a fait l'objet de critiques d'autant qu'il constitue le modèle précurseur dans l'explication de l'organisation spatiale des activités économiques. Pour nombre d'économistes, les hypothèses de Von Thünen sont trop simplificatrices ne permettant pas de confronter le modèle aux faits empiriques. En effet, en supposant un lieu unique de commercialisation des produits agricoles, Von Thünen ignore l'existence d'autres villes pouvant disposer de centres d'affaires. Dans cette configuration et en maintenant l'hypothèse que les exploitants rejoignent le marché par le plus court chemin, certains peuvent trouver d'autres villes voisines plus proches et donc plus rentables pour eux de se rendre à ces lieux voisins plutôt que de converger tous vers un lieu unique. Cette critique a conduit certains économistes ([Belhedi, 1992](#)) à considérer une configuration polygonale de l'espace avec plusieurs centres d'affaires. Dans cette configuration, il existe une ville principale autour de laquelle s'organisent des villes secondaires (villes satellites) avec chacune un centre d'affaires. Cette multiplicité des centres donne lieu à une affectation des espaces agricoles sous la forme polynucléaire dans lesquels espaces les villes sont hiérarchisées (ville principale, villes secondaires) suivant leur importance relative en desserte en biens et services communautaires.

Figure 2.2 – Localisation des activités selon le modèle de Von Thünen



Source : Bkwillwm²⁹

Quand bien même le modèle de Von Thünen présente quelques limites, ce modèle qui date du XIX^{ème} siècle peut encore servir de base à l'explication de l'organisation

29. Vector image based on Von thunen circles city.gif by Bkwillwm, in turn based on the description on the Wikipedia article on von Thünen and Human Geography : Culture, Society, and Space by H.J. de Blij and B. Murphy (7th edition, 2003).

spatiale et territoriale des activités économiques. Puisque que le coût de transport est proportionnel au poids des produits transportés, les entreprises qui produisent des biens ayant des coûts de transport relativement élevés, auront tendance à s'implanter à proximité des lieux d'écoulement de ces produits. La Figure 2.2 donne une illustration de l'organisation des cultures agricoles. Les activités se localisent en ordre décroissant de leurs coûts de transport par rapport à la ville (point central) lieu d'écoulement des produits. Ainsi, la zone autour du point central (l'espace blanc) est réservée à la maraîchéculture et à l'élevage laitier. Ensuite, dans la zone 2 (en vert) on y trouve la forêt pour le bois de chauffage. Les céréales et les cultures de plein champ sont produites en zone 3 (jaune). Puisque les troupeaux peuvent se déplacer sans induire des coûts de transport – on fait l'hypothèse que les animaux sont vendus sur pied c'est-à-dire vivant – l'élevage extensif est réalisé dans la zone 4 où le pâturage est relativement abondant. Au-delà de la zone 4, aucune activité agricole n'est rentable au sens des hypothèses de Von Thünen.

Le modèle d'Alfred Weber de la localisation industrielle

Tout comme dans l'activité agricole, plusieurs paramètres déterminent la localisation d'une industrie. Les principaux sont la disponibilité des matières premières, de l'énergie, de la main d'œuvre, les coûts de transport³⁰, les économies d'agglomération et dans une moindre mesure la taille du marché. A la différence de l'activité agricole, l'industrie se caractérise par une localisation ponctuelle qui se résout à l'établissement industriel caractérisé par un point qui minimise les coûts de transport dans tous le processus de production et d'écoulement du produit fini (Belhedi, 1992). En d'autres termes, il s'agit dans le cas d'une activité industrielle de choisir le point optimal qui minimise les coûts globaux. C'est à ce lieu précis que sera implantée l'usine de production. Il ne s'agit donc pas de la recherche d'une grande surface comme dans le cas des activités agricoles.

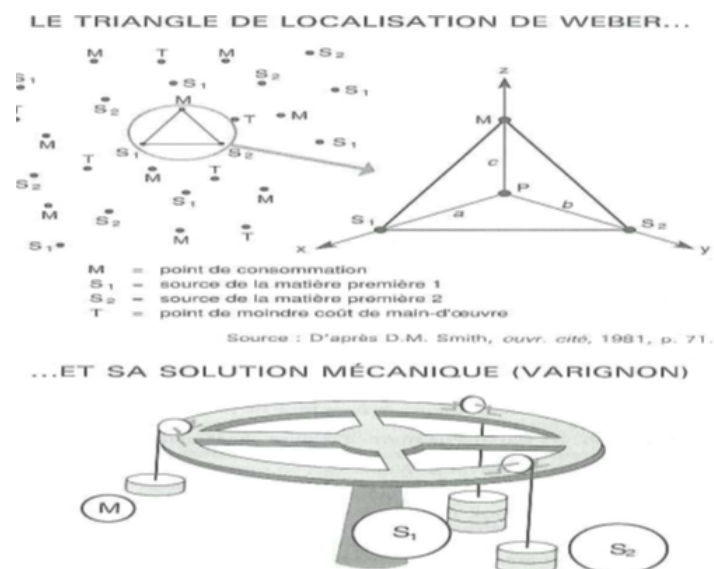
Pour résoudre cette équation Weber (1909, 1929) élabore une théorie de la localisation industrielle dans laquelle il postule que la meilleure localisation (localisation optimale) pour une industrie est celle qui minimise l'ensemble des coûts de production. Le modèle de Weber repose sur un certain nombre de postulats et hypothèses. En effet, Weber suppose que la plupart des matières premières ont une localisation spécifique. De ce fait, elles ne sont pas ubiquistes c'est-à-dire qu'on ne peut pas les retrouver partout comme l'air et l'eau. L'établissement industriel aura tendance à se rapprocher de ces matières de sorte à minimiser ses coûts globaux en particulier ceux de transport.

30. Bien que les progrès techniques aient considérablement réduit la contrainte liée au transport des matières premières ou des produits finis, le coût de transport reste cependant une variable pertinente dans certains domaines d'activité, notamment dans l'activité industrielle. Le coût de construction d'un gazoduc ou d'un oléoduc reste relativement très élevé même au 21^{ème} siècle. A cela, il faut ajouter les coûts de surveillance (conflits géostratégiques) et de contrôle des installations d'acheminement des matières premières telles que les hydrocarbures.

En outre, il fait l'hypothèse que les marchés d'écoulement des produits finis sont localisés à certains lieux distincts des lieux des matières premières. Dans ces marchés, la concurrence est parfaite (atomicité des agents, produits homogènes, information parfaite). Les prix se forment par le jeu des acheteurs et de vendeurs (confrontation entre l'offre et la demande). Les bassins de main d'œuvre sont localisés à certains endroits et présentent une offre illimitée de travailleurs à un certain taux de salaire. Une autre hypothèse forte formulée par Weber est celle relative à l'homogénéité des lieux potentiels d'implantation des unités industrielles. Pour Weber, l'espace est isotrope c'est-à-dire qu'il est homogène sur tous les plans (politique, culturel et spatial). Aujourd'hui, cette hypothèse mérite d'être relâchée afin de tenir compte des conflits ouverts ou non ouverts, polarisés liés aux enjeux géostratégiques et géopolitiques. Les batailles pour le contrôle des voies d'acheminement des hydrocarbures sont un des exemples.

Dans cet univers simplifié, Weber suppose que trois facteurs vont véritablement déterminer la localisation industrielle. Il distingue deux facteurs régionaux (les dotations en main d'œuvre déterminée par son coût et le coût de transport) et un facteur local (les forces d'agglomération). A la suite de Weber, des auteurs se sont évertués à trouver des solutions optimales au modèle. Ainsi, le problème posé par Weber peut être résolu de façon séquentielle et chaque étape permet de déterminer la valeur optimale de l'un des trois facteurs. Le détail des méthodes de résolution est présenté en Annexe A.1. La représentation graphique de la solution optimale est illustrée par la Figure 2.3.

Figure 2.3 – Le triangle de localisation de Weber et sa solution mécanique



Source : D.M. Smith, 1981, p.71

L'intégration des coûts de la main d'œuvre et des forces d'agglomération dans le modèle

L'existence d'un bassin de main d'œuvre à bon marché ou qualifiée peut modifier les solutions optimales obtenues dans la minimisation des coûts de transport dès lors que les industries sont sensibles aux disponibilités en main d'œuvre, à une certaine réputation de celle-ci et surtout à son moindre coût (Mérenne-Schoumaker, 2011, p.177). Il peut arriver que les économies en main d'œuvre dépassent les coûts de transport occasionnés par le rapprochement au bassin de main d'œuvre ou vice versa. Sous cette hypothèse, il convient de rechercher le nouvel équilibre c'est à dire la nouvelle localisation optimale. Elle est déterminée par un isodapane³¹ critique. L'isodapane critique est le périmètre au-delà duquel tout coût de transport additionnel annule les économies du deuxième facteur pris en compte c'est-à-dire les économies de main d'œuvre. Les isodapanes sont déterminés à partir des isovecteurs, qui sont en réalité des isocoûts c'est-à-dire des lignes d'égal coût autour de chaque point (P, E, M) . Voir Figure 2.3). L'entreprise industrielle maximise le profit de ses activités en se situant à l'intérieur de cet isodapane critique. L'arbitrage entre le rapprochement par rapport aux deux facteurs peut être facilité en calculant l'indice de coût de main d'œuvre par unité d'output ($\frac{W}{Q}$). Plus cet indice est élevé, plus la distorsion par rapport au modèle précédent (obtenu par minimisation des coûts de transport) est importante. Cela implique que trouver un compromis entre les deux facteurs devient un enjeu décisif pour l'industrie (Belhedi, 1992). Enfin, l'isodapane ainsi déterminé ne devient véritablement la localisation optimale que si le rapport entre les coûts de transport additionnels entraînés éventuellement par la déviation et l'économie réalisable sur le montant du coût de travail est inférieur à un (Mérenne-Schoumaker, 2011, p.189) et que par ailleurs, les industries s'y agglomèrent c'est-à-dire des regroupements de plusieurs unités industrielles en grappes.

Tout comme le modèle de Von Thünen, le modèle de Weber permet d'expliquer les choix optimaux d'implantation des industries bien que le modèle repose sur une représentation assez sommaire de la réalité de l'activité industrielle. En effet, dans le modèle de Weber la localisation optimale est prioritairement déterminée sur la base des coûts de transport élevés, les autres résolutions séquentielles (voir Annexe A.1) étant des solutions alternatives donc secondaires. Or, certains auteurs estiment que les avancées technologiques en matière de transport font que ce facteur est devenu moins pertinent dans le choix d'implantation des industries (Belhedi, 1992). Par ailleurs, Belhedi souligne que les activités industrielles s'effectuant dans une chaîne « approvisionnement-production-distribution », les industries orientent leurs choix d'implantation en comparant non pas le coût global de transport à d'autres facteurs mais en déterminant le rapport (coûts de distribution/coût d'approvisionnement). Ainsi, lorsque ce ratio vaut exactement 1 pour une industrie, elle est dite « industrie libre » c'est-à-dire que le transport ne joue pas un rôle décisif dans le choix d'implantation de l'usine. Si le rapport est supérieur à 1, on a affaire à une industrie market-oriented. Dans ce cas de figure, l'industrie tend

31. Un isodapane est le pourtour ou la ligne formée par des points supportant un même supplément de frais de transport par rapport à l'optimum déterminé.

à se rapprocher du marché (distribution) plutôt que des lieux d’approvisionnement en matières premières. Un investissement minimum est effectué pour assurer l’approvisionnement en matières premières dans les lieux d’approvisionnement ; l’essentiel des investissements sont localisés dans le lieu consommateur des biens intermédiaires et produits finis. Ce critère explique bien en partie le comportement stratégique des sociétés d’extraction minière en Afrique. C’est le cas particulier de la chaîne de production d’uranium-nucléaire d’Aréva³² ou encore des sociétés canadiennes d’exploitation aurifère en Afrique. A l’inverse, lorsque que le rapport est inférieur à 1 pour une industrie, celle-ci est du type matériel-orienté c’est-à-dire qu’il est rentable pour toute sa chaîne d’activités lorsque l’industrie se rapproche des matières premières. Ces choix délibérés comportent eux aussi des limites en ce sens qu’ils font abstraction au caractère quasi-immobile de la main d’œuvre pourtant déterminante dans l’activité industrielle quoique la robotisation tend à lever ou en tout cas à réduire cette contrainte.

2.1.2 Les nouveaux déterminants de la localisation des firmes industrielles

Plusieurs facteurs sont à considérer lorsqu’un investisseur est amené à décider de l’endroit où bâtir son activité. Ce choix, lorsqu’il est rationnel, est le résultat d’un compromis parmi un nombre plus ou moins grand de facteurs dont le poids et la diversité varient d’une situation à l’autre (Mérenne-Schoumaker, 2003, 2011, p.153). « *On choisit ce qui convient le mieux à partir de ce que l’on veut et en fonction de ce qui est disponible.* » (Mérenne-Schoumaker, 2003, 2011, p.153). Traditionnellement, outre les facteurs financiers, deux grandes catégories de facteurs dits « classiques » servent d’explications au choix d’implantation des entreprises industrielles. Il s’agit des facteurs qui caractérisent l’établissement lui-même et ceux caractérisant les territoires.

Les facteurs liés à la branche d’activité et à la nature des produits

Bien qu’il soit difficile de dresser une liste de critères exhaustifs définissant la localisation des entreprises industrielles (car certains motifs de localisation sont délicats à déclarer ; c’est le cas par exemple des localisations motivées par des aides peu transparentes des pouvoirs publics ou la recherche d’une main d’œuvre « docile », ou pour échapper à la réglementation environnementale), la plupart des choix d’implantation dépendent entre autres de la branche d’activité de l’entreprise, du cycle de vie des produits qu’elle fabrique, de la taille de l’établissement et de la dimension nationale ou multinationale de la firme (Mérenne-Schoumaker, 1991). En effet, alors qu’une entreprise de biens de consommation ou de services cherchera à s’implanter dans des grandes agglomérations notamment dans les centres urbains, les secteurs de la sidérurgie et de

32. Pour laquelle le rapport $\frac{\text{coût de distribution}}{\text{coût d'approvisionnement}} = \frac{41\%}{7\%} = 5,86$. Source : Calcul à partir de <http://www.cea.fr/jeunes/themes/l-energie-nucleaire/l-essentiel-sur-le-cout-du-nucleaire>

l'énergie chercheront eux par exemple, à s'implanter dans la périphérie. De même, les industries à haute technologie auront tendance à se développer dans les pays industrialisés où elles pourront bénéficier des gains liés à des externalités positives (Fujita *et al.*, 2003; Huriot et Thisse, 2000) des autres secteurs d'activité notamment celui de la R&D. Une autre justification avancée est la recherche d'économies d'agglomération (Mérenne-Schoumaker, 2011). Les entreprises peuvent se mettre en grappes en vue de minimiser des risques, d'obtenir des gains de communication inter-firmes et de bénéficier des effets liés à la concurrence comme l'incitation à se spécialiser, à innover ou à se moderniser. En revanche, les industries de production, ou les industries de produits semi-finis auront tendance à se localiser dans les pays faiblement industrialisés ou dans les milieux ruraux afin de bénéficier des espaces plus grands, des facteurs de production plus accessibles et d'une main d'œuvre peu qualifiée relativement moins chère. Ainsi, plus une entreprise grandit en taille, plus l'espace nécessaire à ses activités devient une contrainte à prendre en compte dans sa politique d'élargissement et plus celle-ci aura tendance à se délocaliser. La localisation peut également se justifier par le fait que certaines entreprises cherchent à occuper des positions stratégiques de marché soit en élargissant leurs débouchés (cas des multinationales) soit en acquérant une position de leadership (cas des monopoles nationaux).

Les facteurs territoriaux

Du point de vue du territoire, trois facteurs essentiels peuvent être identifiés pour justifier les motivations d'une entreprise à s'installer dans une localité. Il s'agit des facteurs se rapportant à la situation géographique, des facteurs de productions et l'environnement économique global de la zone potentielle. La situation géographique peut conférer à une entreprise qui s'y installe un avantage relatif. En effet, lorsque les unités de production sont à proximité des lieux d'approvisionnement et de stockage des matières premières, l'entreprise réduit ses coûts de production des biens en faisant des économies dans le poste de dépenses « coûts de transport ». En conséquence, elle est relativement plus compétitive par rapport aux autres concurrents de la même branche d'activité. Mieux encore, les gains de l'entreprise-stratège sont amplifiés lorsque le même espace géographique offre un marché propice à l'écoulement des produits fabriqués. Les infrastructures de transports (y compris les bâtiments) et l'accessibilité constituent le facteur le plus important dans le choix d'implantation des industries selon Aguilera-Belanger *et al.* (1999). Du fait des effets structurants et des externalités positives que génèrent ces deux facteurs (mise en place des commerces, gains en temps, facilité de communication, etc.) un territoire bien équipé peut offrir un double bénéfice à l'entreprise. D'une part, ces équipements collectifs réduisent les coûts de production des entreprises qui s'y installent, et d'autre part, ils offrent des gains de productivité à l'entreprise. Les télécommunications ont en particulier l'avantage de

permettre aux entreprises de recueillir un maximum d'informations stratégiques avec un avantage temporel sur les autres concurrents ([Camagni, 1992](#)). C'est pourquoi les économistes considèrent le secteur du transport comme un bien public dont les effets externes positifs sont non mesurables. Ces auteurs s'inscrivent dans la continuité de la pensée d'Alfred Weber pour qui le coût du transport constitue la variable clé de son modèle et qu'il parvient à la conclusion que l'arbitrage d'une entreprise dans ses choix d'implantation dépend pour beaucoup de cette variable.

La disponibilité en main-d'œuvre est également identifiée comme facteur de choix d'implantation des entreprises industrielles. La main-d'œuvre serait même le principal facteur de localisation pour la plupart des industries devant le facteur transport selon [Nicolas \(dir.\) et al. \(2008\)](#). L'importance accordée à ce facteur s'explique par le fait que la main-d'œuvre réunit en elle quatre caractéristiques essentielles à savoir la disponibilité, la qualification, la réputation et le coût. La disponibilité en main d'œuvre peut s'avérer être un avantage pour une entreprise (surtout les grandes entreprises) en lui offrant plus de marge de manœuvre. Ainsi, en période de grande production, elle peut accroître facilement sa production afin de répondre à une quelconque demande excédentaire qui lui est adressée. Dans certaines localités, cette abondance détermine l'aspect coût de la main-d'œuvre suivant les principes élémentaires de l'économie de marché (l'offre et la demande). Certaines activités nécessitant une certaine qualification, le niveau de formation de la main-d'œuvre, même lorsqu'elle est abondante, sera une caractéristique différentielle. Selon les exigences de qualification voulue par l'activité, une entreprise peut préférer ou rejeter les zones rurales où le niveau de qualification des populations est relativement faible. Enfin, bien que les aspects comme la régularité, le sérieux dans le travail, l'autonomie ou la capacité à innover encore appelée esprit d'initiative – qui constituent la réputation d'un individu – ne soient pas faciles à révéler à priori, les entreprises tiennent néanmoins compte de ces aspects en s'appuyant parfois sur des images stéréotypées ou des affirmations anciennes ([Mérenne-Schoumaker, 2011](#); [Nicolas \(dir.\) et al., 2008](#)).

Enfin, la disponibilité en matières premières explique certains choix d'implantations. Bien que les mutations économiques actuelles – utilisation efficace des ressources soit, par la diminution des quantités des matières utilisées (amélioration des procédés de production), soit par recyclage (économie circulaire) – font que la matière première ne soit plus une contrainte majeure pour les entreprises ([Mérenne-Schoumaker, 2011](#); [Nicolas \(dir.\) et al., 2008](#), p.161), il reste cependant que certaines en dépendent fortement et ne peuvent de ce fait s'en passer. En effet, comment le secteur énergétique mis à part des renouvelables, pourrait-il s'en passer du pétrole brut, du charbon ou encore de l'uranium ? La même question se pose pour bien d'autres secteurs d'activités comme l'automobile qui utilise l'acier ou la fonte issus du fer, la menuiserie ou la papeterie qui ont besoin de bois pour leur production. De même, les minerais tels que l'or, le zinc, le cuivre ou encore le diamant sont un facteur essentiel dans l'industrie

de haute technologie (l'informatique, l'aéronautique, la chimie-médicale, etc.), l'électricité et dans le bâtiment. Les propriétés spécifiques (forte résistance à la corrosion, haute conductibilité électrique, élimination des rayonnements solaires, résistance aux radiations pour les satellites et applications spatiales, anti-détection des avions etc.) et les usages traditionnels de ces ressources dans la bijouterie font d'elles des matières premières difficilement, sinon non substituables.

Outre ces facteurs, la littérature économique identifie également le climat des affaires (Bartik, 1988; Mérenne-Schoumaker, 2011) et les réglementations environnementales (Bartik, 1988) comme des déterminants importants des choix d'implantation de nombreuses firmes. Pour Mérenne-Schoumaker (2011), quatre facteurs lui semblent déterminants à l'échelle d'un pays. Il s'agit des débouchés qu'offre le pays, la réduction des coûts de production, le contexte politique économique, social et culturel et la situation géographique du pays. En effet, rappelons que le but ultime de toute entreprise classique privée est la recherche de la rentabilité du capital investi. De ce fait, les aspects tels que la force et la qualité des institutions à même de rendre une justice équitable en cas de litiges, une gouvernance qui garantit la transparence dans l'exécution des marchés – et donc absence de corruption – des taux d'imposition préférentiels et la stabilité politique (essentielle à la sécurisation des installations et de l'investissement), sont très déterminants dans les choix d'investissement. De plus, les enjeux climatiques ont poussé les États et les territoires à adopter des normes réglementaires et des politiques environnementales plus ou moins fortes en vue d'atténuer les effets du changement climatique voire inverser les tendances. Cependant, ces mesures même si elles sont d'envergure internationale (Sommet de la Terre en 1992 ; Rio+20 en 2012, la COP21 en 2015), elles ne sont pas appliquées avec la même rigueur sur tous les territoires. De ce fait, les firmes les plus polluantes, pour échapper à ces réglementations et aux éventuelles pénalités et taxes comme la taxe carbone dans l'union européenne, se délocalisent des zones les plus réglementées vers les plus tolérantes (Nicolas (dir.) *et al.*, 2008). En général, les pays en développement sont les destinations favorites de ces entreprises polluantes (Mérenne-Schoumaker, 2011). L'environnement y est perçu comme un bien de luxe dont sa protection passerait après la satisfaction des besoins fondamentaux des populations, laquelle satisfaction nécessitant une croissance soutenue de l'économie ; donc une industrialisation forte acceptant même celles les moins respectueuses de l'environnement.

2.2 Les gains liés à la dotation factorielle

2.2.1 Le modèle HOS

Nous avons vu dans la section précédente que plusieurs facteurs influençaient les décisions d'implantations des unités industrielles. Parmi ces déterminants, la qualité de

l'espace de production, les coûts de transport – dans le modèle de la rente agricole de Von Thünen – la distance et donc les coûts de transport des matières premières et des produits finis, la plus ou moins grande abondance en matières premières, l'existence d'un bassin de main d'œuvre relativement abondante et bon marché et les économies d'agglomération dans le modèle d'Alfred Weber.

Dans cette section, nous montrons que les entreprises industrielles, en faisant leur choix stratégique de localisation basé sur les dotations factorielles de leur lieu d'implantation, gagnent à l'échange international des produits manufacturiers. La notion de dotation factorielle fait référence à une abondance relative en un ou plusieurs facteurs de production dans une économie comparativement aux potentiels partenaires ou concurrents commerciaux. Nous revisitons à cet effet le modèle traditionnel HOS développé en 1941 par Heckscher, Ohlin et Samuelson. Ensuite, nous montrons comment ces choix peuvent également être bénéfiques aux pays accueillant ces industries. Pour ce faire, nous mobilisons la théorie de la croissance déséquilibrée.

Les hypothèses du modèle HOS

Le modèle HOS est le prolongement des travaux de David Ricardo et d'Adam Smith sur la théorie de la spécialisation. La principale contribution du modèle est le fait d'avoir distingué que les pays sont différemment dotés en facteurs de production notamment en facteur travail et capital. Dans ce cadre d'analyse, Heckscher, Ohlin et Samuelson montrent que l'échange entre pays est possible que si chaque pays se spécialise dans la production et l'exportation des biens intensifs en facteur dont il est relativement le bien pourvu. La construction du modèle repose sur une série d'hypothèses. Pour simplifier, Heckscher et ses co-auteurs considèrent un modèle de format $2 \times 2 \times 2$. Le monde est formé de deux pays; l'intérieur et l'extérieur. Les variables du pays extérieur sont distinguées par un astérisque (*). Les pays ne produisent que deux types de biens; le bien 1 et le bien 2. La technique de production combine deux types de facteurs de production à savoir le facteur capital (K) et le facteur travail (L). En outre, les auteurs supposent que les facteurs de production et les biens fabriqués sont homogènes dans les deux pays de sorte qu'à l'échange international, il n'y ait pas de différence de prix des produits ni de différence de prix des facteurs de production (salaires des travailleurs³³ et taux d'intérêt du capital). Ils supposent par ailleurs que les fonctions de production dans les deux pays sont homogènes de degré 1. Ceci permet de dire que lorsqu'on multiplie les facteurs de production K et L par un scalaire λ , la production totale se trouve multipliée du même facteur ($(F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L) = \lambda Q$; Q étant la production totale de biens). Dans ces conditions, aucun pays n'a un avantage technologique par rapport à son partenaire commercial. De plus, elles vérifient les caractéristiques standards des fonctions de production Cobb-Douglas. Autrement

33. Nous verrons ensuite que cette hypothèse peut être relâchée en raison de la faible mobilité internationale de ce facteur due à des barrières institutionnelles ou politiques.

dit, les fonctions de production sont à rendements d'échelle constants et la productivité marginale de chaque facteur est décroissante. Ainsi, mathématiquement on a :

$$Y_i = \frac{\partial F(K, L)}{\partial K} \cdot K_i + \frac{\partial F(K, L)}{\partial L} \cdot L_i = F_K' \cdot K_i \cdot F_L' \cdot L_i$$

$$\frac{\partial^2 F_i(K, L)}{\partial K^2} < 0; \frac{\partial^2 F_i(K, L)}{\partial L^2} < 0 \quad \forall i = 1, 2; Y_i \text{ étant la production totale du bien } i.$$

Les auteurs supposent également que les technologies sont en libre accès dans les deux pays et sont partout les mêmes. L'idée qui sous-tend cette hypothèse est qu'il est difficile de protéger durablement les découvertes au regard de la libération des technologies consécutives à la libéralisation financière avec mobilité parfaite des capitaux. Or, en général, les mouvements de capitaux (Investissements Directs Etrangers en particulier) s'accompagnent d'un transfert technologique. Ce transfert est beaucoup plus facilité grâce au boom observé dans les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC).

Les auteurs supposent que la technologie utilisée dans la production du bien 1 est cependant différente de celle utilisée dans la production du bien 2. On parle de différence technologique intersectorielle. Par contre, il n'y a pas de différence technologique intra-sectorielle. Autrement dit, la technologie utilisée est la même pour le bien 1 qu'il soit produit à l'intérieur ou à l'extérieur. Cette distinction permet de supposer qu'à l'échange international, les biens de chaque type sont homogènes.

Pour tout système de prix (ω = taux de salaire et r = taux d'intérêt qui rémunère le capital) des facteurs K et L donné, l'intensité capitaliste ($\frac{K_i}{L_i}$) reste constante. Ce rapport constant permet de hiérarchiser les produits en fonction de leur intensité factorielle relative (« bien intensif en capital » et « bien intensif en travail »). Ainsi les auteurs supposent que les bien 1 et 2 sont respectivement intensif en capital (K-intensif) et intensif en travail (L-intensif). Il vient alors que $\frac{K_2}{L_2} < \frac{K_1}{L_1}$, $\forall (\omega, r)$.

L'échange international des biens 1 et 2 suppose en outre que les conditions de la concurrence pure et parfaite sont toutes réunies sur l'ensemble des marchés. Autrement dit, le nombre d'offeurs et de consommateurs de tout bien est suffisamment grand qu'aucun d'entre eux ne peut, de par sa seule et propre décision modifier les prix du bien. L'information sur les conditions du marché est également parfaite c'est-à-dire connue de tous et au bon moment (avant d'entrer au marché) et cela sans coût. Les agents économiques sont tous rationnels.³⁴ Les producteurs et les consommateurs cherchent à maximiser leur profit et utilité respectifs. En outre, il n'y a pas de coût de transaction. Les moyens dont disposent les producteurs sont alloués exclusivement à la production des biens 1 et 2. De même, les consommateurs consacrent leur revenu à l'achat de ces deux biens.

Il y a pleine utilisation des facteurs de production. Cette hypothèse découle de l'hypothèse précédente. Lorsque les marchés sont en concurrence pure et parfaite, et

34. Bien que cette hypothèse soit de plus en plus contestée.

que l'on suppose par ailleurs qu'il n'y a pas de surproduction, alors chaque facteur est rémunéré à la hauteur de sa productivité marginale et donc la technique de production fonctionne en plein régime. Il n'y a ni de capital oisif ni de travail sous utilisé.

Les auteurs admettent l'hypothèse d'une différence de dotation factorielle entre les pays. Formellement $K/L \neq K^*/L^*$. Par ailleurs, ils supposent que les facteurs de production K et L sont immobiles à l'échelle internationale.³⁵ Il n'y a que les biens qui peuvent être échangés sur les marchés internationaux. Ils supposent en outre que l'intérieur est fortement doté en facteur capital K et l'extérieur faiblement doté en ce facteur. Inversement, l'extérieur est fortement doté en travail L et à l'intérieur, ce facteur est relativement rare. Il vient que $K/L > K^*/L^*$.

Enfin, les coûts de transport sont négligeables. Cette hypothèse trouve sa justification dans les progrès considérables enregistrés dans le domaine des transports au XX^{ème} siècle. Le développement des transports maritimes et aériens a considérablement contribué à faire baisser les coûts de transport des marchandises autrefois desservies par le trafic routier et ferroviaire.

Les prédictions du modèle

Sous les hypothèses ci-dessus identifiées, les auteurs montrent que chaque pays gagne à l'échange international s'il se spécialise dans la production et l'exportation du bien intensif dans le facteur dont il est relativement bien pourvu et se déspecialise dans la production et donc dans l'exportation du bien intensif en facteur dont il est relativement moins pourvu. Cette prédiction constitue le théorème de Heckscher-Ohlin. Ainsi, l'intérieur produit des biens intensifs en capital et gagne en les échangeant avec le pays extérieur qui, suivant les conditions posées plus haut, produit exclusivement des biens utilisant abondamment de la main d'œuvre. En d'autres termes, chaque pays importe des biens qui incorporent de façon relativement intensive les facteurs qui sont relativement rares sur son territoire et exporte les biens qui incorporent des facteurs relativement abondants sur son territoire. Cela conduit, à l'échelle internationale, à la valorisation réciproque des deux facteurs de production et concourent donc à des gains réciproques pour les pays en échange. Une des différences notables qui distingue le théorème de Heckscher-Ohlin des prédictions de Ricardo réside dans le fait que Ricardo fondait son analyse sur la différence relative en productivité (chaque pays se spécialise dans le domaine pour lequel il sait le mieux faire) sans pour autant lier ce gain relatif en productivité à la dotation initiale de facteurs de production. Ainsi pour Ricardo, si la France est deux fois moins productive que l'Allemagne dans l'industrie automobile et trois fois moins productive que cette dernière dans l'électroménager par exemple, les deux pays gagnent individuellement et globalement à l'échange lorsque que la France

35. Cette hypothèse mérite d'être partiellement relâchée pour le facteur capital en raison de la dérèglementation financière qui a occasionné la parfaite mobilité internationale des capitaux à des fins d'investissement.

se concentre dans la fabrication de voitures laissant le secteur de l'électroménager à son partenaire commercial.

Le deuxième théorème de Heckscher-Ohlin-Samuelson porte le nom de théorème d'égalisation de revenu des facteurs. Il stipule qu'à l'équilibre du libre échange, la rémunération des facteurs de production, c'est-à-dire les salaires et les taux de rémunération du capital, investi est la même partout dans les deux pays échangistes. En notant e le taux de change entre les deux pays partenaires, alors en termes de monnaie commune, $\omega^* = e\omega$ et $r = r^*$ (à cause de la libéralisation des marchés financiers). Dans le cadre d'une union économique et monétaire, comme dans la zone UEMOA ou la zone euro, le taux de change e vaut 1 et, $\omega^* = \omega$. Un corollaire de cette prédiction est que lorsqu'un pays passe d'une situation autarcique à une situation où le pays s'ouvre à l'extérieur, les facteurs qu'il utilise le plus se trouvent valorisés. Autrement dit, il y a une hausse substantielle des prix des facteurs comparativement à leur prix autarcique. L'idée est qu'en autarcie, le prix du facteur est bas du double fait de son abondance et du marché limité pour le bien produit. Mais le fait que ce facteur soit intensivement utilisé dans la production du bien, et que par ailleurs, chaque facteur est rémunéré en fonction de sa contribution marginale, alors lorsque le prix du bien intensif en ce facteur augmente, le facteur se voit également rémunéré davantage. Et inversement, une diminution du prix du bien intensif en un facteur dans la production a également une répercussion sur la rémunération de ce dernier c'est-à-dire la baisse du prix du facteur concerné.

Il convient de relever cependant que de tels gains espérés à l'échange international ne sauraient s'opérer que si les conditions initiales (secteur industriel développé, commerce équitable, absence de distorsions sur les marchés, etc.) à l'ouverture internationale sont réunies. Lorsque les conditions préalables ne sont pas observées, la croissance et l'ouverture au reste du monde peuvent conduire à une croissance appauvrissante (Bhagwati, 1958). La hausse de la production peut, dans ce cas, entraîner une dégradation des termes de l'échange du pays vis-à-vis de ses partenaires, provoquant une perte de revenu et donc du bien-être des ménages que la hausse en volume des ventes ne parvient pas à compenser si bien que le pays se retrouve dans la situation où il doit produire plus pour gagner moins. Appuyant sur les analyses pertinentes de Bhagwati (1958), Hirschman (1965) soutient qu'un pays peut se servir de ses dotations factorielles pour se développer économiquement sans nécessairement participer à l'échange international. Mais comment la dotation factorielle peut-elle servir d'explications au développement économique dans un cadre autarcique ? Quel lien peut-on établir entre dotation factorielle et décollage économique en autarcie ? Par quels mécanismes s'opère-t-elle ?

A l'échelle d'un pays, la relative abondance en un ou plusieurs facteurs de production peut constituer un socle de décollage économique (take-off) à partir des bassins abondants qui, par la suite se généralise à toute l'économie grâce notamment aux mouvements des effets d'entraînement. Opposée au modèle classique de développement

(Rosenstein-Rodan, 1943; Nurkse, 1953; cités par Hirschman, 1965, p.51)³⁶, la théorie de la croissance déséquilibrée considère le processus de développement économique dans un pays comme une succession de déséquilibres (Hirschman, 1965) se manifestant d'abord dans certains secteurs ou certaines régions avant de s'étendre au reste de l'économie. Le secteur industriel constitue une des illustrations à ce processus. En effet, il existe des liaisons occasionnant des effets d'entraînement dans les branches industrielles. En amont, la mise en place d'une industrie engendre une demande en intrant (l'acier par exemple pour le secteur de l'automobile) et le produit qui en découle crée une série d'activités et donc de l'emploi allant de la commercialisation au développement des activités du tertiaire comme les banques et assurances en passant par celui du secteur de transport. Les régions richement dotées en minerais et en main-d'œuvre se spécialisent alors, devenant ainsi des zones d'activités industrielles tandis que les grands centres urbains se restructurent et développent principalement des activités du tertiaire. Ces pôles de croissance enclenchent donc une dynamique de développement économique à l'échelle de tout le pays.

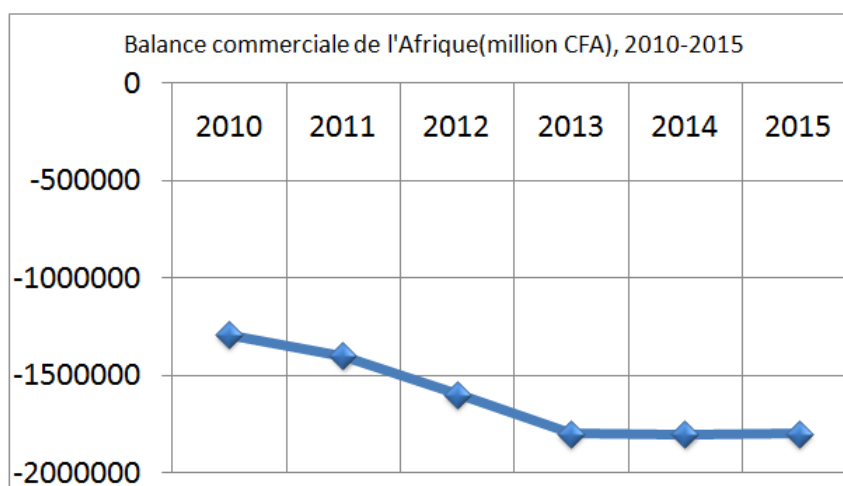
L'idée qui a prévalu à la présentation de du modèle HOS dans la présente thèse est que la formalisation du modèle peut être adaptée et appliquée au contexte africain en introduisant une troisième variable (N) qui serait le capital naturel regroupant à la fois les ressources naturelles et les matières premières agricoles. Cela permettrait de comprendre et de donner une explication formalisée à la faible production des biens transformés sur le continent et à l'appauvrissement croissant des économies africaines dans les échanges commerciaux comme l'illustre la Figure 2.4 ci-après.

36. P.N. Rosenstein-Rodan, "Problems of industrialization of Eastern and South-Eastern Europe", *Economic Journal*, 53 (June-Sept. 1943), 205; Ragnar Nurkse, *Problems of Capital Formation in Underdeveloped countries* (Oxford, 1953), ch.1.

Figure 2.4 – Taux de croissance et part des secteurs dans la valeur ajoutée totale en Afrique (1990-2011) et l'évolution de la balance commerciale du continent (2010-2015)



Source: CNUCED.



Source : Auteur et CNUCED

2.2.2 Les extensions du modèle HOS

Faits stylisés et prédictions du modèle HOS

L'analyse de la dynamique du commerce international fait ressortir des caractéristiques qui contredisent les prédictions du modèle HOS traditionnel. En outre, certains faits stylisés échappent aux prédictions du modèle. En effet, alors que le théorème Heckscher-Ohlin prédisait qu'à l'échange international, il devrait y avoir une égalisation des prix des facteurs de production, les faits révèlent que les écarts entre la rémunération des facteurs se sont davantage creusés aussi bien entre les travailleurs

d'un même pays (entre qualifiés et non qualifiés) qu'entre le Nord³⁷ et le Sud. Ces écarts ont eu pour conséquence la montée des inégalités au Nord au début de la mondialisation dans les années 2000 mais surtout au Sud avec une baisse considérable du pouvoir d'achats des non qualifiés.

Alors que le modèle prédisait que les pays se spécialiseraient en fonction de leurs dotations factorielles – un pays disposant relativement plus de facteur capital que de facteur travail, devrait se spécialiser dans la production et l'exportation des biens intensifs en capital – des études de Harvard economic research project Cambridge et Leontief (1953) pour les États unis, celles de Roskamp (1963) pour l'Allemagne, ou encore les travaux de Prouteau (1967) pour la France, ont révélé des cas inverses. Ces auteurs ont trouvé que les pays étudiés exportaient plutôt des biens intensifs en travail que ceux intensifs en capital. Ces résultats contraires ont donné lieu à ce qu'on a appelé le paradoxe de Leontief. Ce paradoxe apparent s'explique par la non intégration du capital humain dans le facteur capital (K) dans les fonctions de production.

Par ailleurs, alors qu'on assiste à la montée des pays émergents comme les BRICs, se spécialisant de plus en plus dans la production et l'exportation des deux types de biens (intensif à la fois en capital et en travail), le modèle HOS prédisait que seul le Nord produirait les biens intensifs en capital. Cette remise en cause s'explique par le fait que le modèle n'a pas anticipé le « grossissement » du Sud (Hellier, 2012) d'une part, et il n'a pas non plus tenu compte du développement de l'*outsourcing* international (segmentation du processus de production qui pousse à une division internationale du processus de production). La hausse considérable des IDE (0,6% du PIB mondial en 1982 à plus de 3% en 2007 (Banque Mondiale, 2008) des pays du Nord vers le Sud a profondément bouleversé les prédictions du modèle. De même, on assiste à un développement considérable de l'intra branche (échange croisé de biens similaires) dans le commerce international majoritairement pratiqué entre les pays du Nord. La part de l'intra branche est passé de 0,30% du total des exportations du Royaume uni en 1961 à 0,71% en 1985. Les parts de l'intra branche dans les exportations de la France et de l'Allemagne ont presque toutes doublé dans la même période (Mazerolle et Muchielli, 1988). Une étude³⁸ de l'OCDE chiffrait à 72% en 2000 pour l'Allemagne et à 77,5% pour la France dans le secteur manufacturier. La création de l'Union Européenne et de l'importance relative du volume d'exportations entre l'Allemagne et la France plus particulièrement sont des facteurs qui laissent pressentir que les échanges intra branche devraient encore s'intensifier.

37. Le Nord et le Sud renvoient respectivement aux pays industrialisés et ceux en développement.

38. Le document est accessible à l'adresse suivante : <https://www.oecd.org/fr/eco/perspectives/2752933.pdf>, consulté le 16/01/2017.

Le modèle HOS Nord-Sud

Partant du constat qu'il y a des contradictions notables entre les prédictions du modèle HOS de base et les évolutions récentes des échanges mondiaux, [Hellier \(2012\)](#) ajuste le modèle aux faits en émettant trois hypothèses supplémentaires.

Premièrement, pour que le modèle soit en accord avec les évolutions observées, il convient d'intégrer la taille du Sud et son évolution dans l'analyse. Cette hypothèse permet de distinguer trois phases de mondialisation et de remarquer que le Nord et le Sud ne se situent pas simultanément dans le cône de diversification³⁹ qui est la condition sine qua non de l'égalisation des prix des facteurs à l'échange mondial ([Chipman, 1969](#); [McKenzie, 1955](#)). Elle permet ensuite de justifier les inégalités intra pays et inter pays, en particulier celles relatives aux travailleurs qualifiés et non qualifiés. En effet, la première phase de mondialisation correspond à une période où l'essentiel de la production des biens échangeables (biens intensifs en travail qualifié h et biens intensifs en travail non qualifié l) et donc du commerce mondial est le fait des pays du Nord (le Sud, de par son faible poids, n'influence aucunement les échanges mondiaux). A cette phase, les inégalités sont très élevées au Nord expliquées par les primes de qualification au profit des travailleurs qualifiés. La justification économique de cette hausse de prime de qualification est que le Nord étant le seul à produire le bien h , alors les travailleurs qualifiés sont plus demandés à la fois en nombre et en effort de productivité pour répondre à la demande mondiale en ce type de biens. Il s'en suit une amélioration de leur rémunération (les facteurs sont rémunérés à la hauteur de leur productivité marginale). En conséquence, le pouvoir d'achat des travailleurs non qualifiés du Nord baisse. En phase 2, le Sud commence à peser dans les relations internationales. La production des biens h et l se répartit entre les deux groupes à l'échange avec le Nord produisant essentiellement les biens h (lié à son avantage dans la dotation en travailleurs qualifiés voir hypothèse 2 du modèle) tandis que le Sud se spécialise dans la production et la commercialisation des bien l qui utilise la main d'œuvre peu qualifiée dont il dispose. Enfin, la troisième phase, que l'auteur estime qu'elle n'est pas encore amorcée, correspond à la situation où le Sud, ayant suffisamment « grossi », produit à la fois les biens⁴⁰ h et l tandis que le Nord se contente de la production des biens h uniquement. A ce stade de la globalisation, les primes de qualification au niveau mondial reflètent celles du Sud avec un développement des inégalités généralisées (aussi bien au Sud qu'au Nord). Ceci s'explique par le fait qu'une des hypothèses fortes est que les travailleurs, quel que soit leur niveau de qualification, sont peu mobiles, expliqués par des différences culturelles, des entraves à la mobilité comme les barrières institutionnelles, et des coûts élevés de la migration. Or, le centre de production ayant basculé vers le Sud qui, est

39. Le cône de diversification permet de distinguer la période de mondialisation au cours de laquelle un pays à l'échange produit simultanément des biens intensifs en travail qualifié h et des biens intensifs en travail non ou peu qualifié l de celle où le pays ne produit qu'un seul type de biens échangeables.

40. Ce pourrait être le cas de la Chine actuellement.

moins bien doté en travailleurs qualifiés, il en découle que les écarts de salaires entre les deux groupes vont davantage se creuser.

La deuxième hypothèse porte sur la différence de dotation factorielle entre les deux groupes de pays. A la différence de l'hypothèse du modèle HOS traditionnel, [Hellier \(2012\)](#) distingue deux catégories de travailleurs : les qualifiés et les non ou peu qualifiés. Il suppose en outre que le Nord est mieux doté en travailleurs qualifiés que le sud. Ainsi, les inégalités entre niveau de qualification sont plus exacerbées au Sud qu'au Nord dues à la rareté de travail qualifié au Sud.

La troisième hypothèse permet à l'auteur de supposer que, contrairement à l'hypothèse de base, il existe un gap technologique entre le Nord et le Sud et qu'au fur et à mesure que ce dernier évolue, l'écart technologique tend à disparaître grâce au transfert technologique qui accompagne les mouvements des capitaux et grâce au rattrapage de la productivité des travailleurs du Sud expliquée par le phénomène du « learning-by-doing ».

A la fin de son développement, [Hellier \(2012\)](#) parvient à la conclusion que le modèle HOS ainsi élargi permet de fournir des explications qui sont en accord avec les faits observés (cf. Tableau 2.1) et mieux, le modèle donne une idée de la dynamique future de la mondialisation. Cependant certains faits stylisés notamment l'existence et la persistance d'un chômage structurel tant au Nord qu'au Sud, la montée des inégalités au Sud et l'échange appauvrissant le Sud échappent encore au modèle HOS Nord-Sud.

En distinguant l'Afrique (AF) du reste du monde (RM), le modèle de spécialisation néo-factorielle développé en section 2.5 fournit une explication à la spécialisation appauvrissante de l'Afrique. Le modèle donne en outre les conditions préalables qui devaient précéder l'ouverture de l'Afrique à l'échange international et montre que l'Afrique pourrait être au centre des enjeux mondiaux de développement. Mais avant, il nous paraît utile de fournir quelques explications au paradoxe africain.

2.3 Le paradoxe africain et les tentatives d'explications

2.3.1 L'extraversion des économies africaines

Pour [Hugon \(2013b\)](#), les héritages précoloniaux (traite esclavagiste des Noirs), coloniaux (occupation des terres, pillages des ressources, brisure des liens et organisations sociales existants), postcoloniaux (dépendance politique et économique, imposition culturelle et occidentalisation des mœurs africaines) expliquent en profondeur la situation actuelle de l'Afrique. Cependant, les performances socioéconomiques de l'Afrique actuelle ne peuvent être expliquées à l'aune des seuls facteurs se réduisant aux faits extérieurs et au poids de l'histoire. Elles résultent en effet d'un ensemble de

Tableau 2.1 – Les extensions du modèle HOS Nord-Sud

Evolutions observées	HOS-NS	Hausse taille du Sud + hors cône	+ sal. min. & sal. effi- cience	+ diffé- rence de PTF & rat- tra- page	+ Trans- ferts tech- nolo- gie*	+ Seg- men- tation	Toutes exten- sions
		hors cône					
Spécialisation du Nord (Sud) en bien H-intensif (L-intensif)	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Non-égalisation des rému- nérations de facteur	<i>non</i>	oui	oui	oui	oui	non	oui
Non-égalisation des primes de qualification	<i>non</i>	oui	oui	<i>non</i> **	oui	non	oui
Hausse de la prime de qua- lification au Nord	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Salaires plus élevés au Nord pour les deux types de travail	<i>non</i>	<i>non</i>	<i>non</i>	oui	<i>non</i>	non	oui
Hausse de la prime de qua- lification au Sud	<i>non</i>	oui/non	<i>non</i>	<i>non</i>	oui	non	oui
Hausse des intensités en qualification, tous secteurs, au Nord	<i>non</i>	<i>non</i>	<i>non</i>	non	oui	oui***	oui
Les deux types de bien ne sont pas produits au Nord et au Sud	<i>non</i>	oui	<i>non</i>	<i>non</i>	oui	non	oui
Segmentation internatio- nale des processus produc- tifs	<i>non</i>	<i>non</i>	<i>non</i>	non	non	oui	oui
Chômage au Nord	<i>non</i>	<i>non</i>	oui	<i>non</i>	non	non	oui

* Transfert possible mais pas obligatoirement accepté par les firmes du Sud.

** Sauf couplé avec hors cône(fortes différences de dotations factorielles

entre le Nord et le Sud) *** Si la dotation en qualification augmente au Nord.

Source : d'après [Hellier \(2012\)](#)

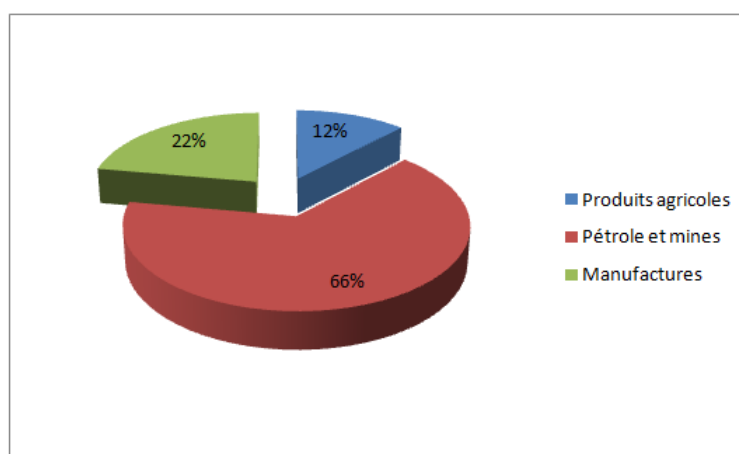
facteurs dont les origines sont à la fois internes et externes. Il s'agit entre autres de facteurs climatiques et géographiques comme le surpeuplement des zones côtières au détriment de l'intérieur, la faible fertilité des sols, la rareté des pluies ; des facteurs politiques et institutionnels (instabilité politique, rebellions, mauvaise gouvernance, corruption, etc.) ; des facteurs démographiques et socioculturels (transition démographique retardée, taux de dépendance élevé, faible espérance de vie, faiblesse des formations professionnalisantes, sous utilisation des compétences disponibles, faible innovation) ; des facteurs économiques et infrastructurels (faible taux d'épargne et d'investissement, placement des capitaux à l'extérieur du continent, prépondérance du secteur informel, obstacles à la mobilité, absence d'interconnexions, de télécommunication, faible niveau d'électrification et de services publics) et bien évidemment des facteurs historiques (clichés de la colonisation, fragmentation ethnolinguistique de l'Afrique, traite esclavagiste avec déportation, extraversion de l'économie conduisant à une spécialisation appauvrissante).

En se focalisant sur les facteurs économiques, on peut raisonnablement mener l'analyse à deux niveaux. Alors que les autres PED riches en ressources naturelles (Chine, Inde, Brésil, Corée du sud, Mexique, Malaisie, Vietnam, l'Indonésie) ont réussi le pari de la diversification de leurs économies – en 1960, 80% des exportations de ces pays étaient des produits de base tandis qu'en 2010, 80% des biens d'exportation sont des produits industriels [Gelb \(2010\)](#), les économies africaines n'ont pas encore réussi à amorcer cette dynamique. En 2010, la part des produits industriels dans le total des exportations africaines est de 20% selon ([Gelb, 2010](#)), entre 10 et 11% selon [Hugon \(2013b\)](#) ; [Jeanneney et Hua \(2013\)](#) ou encore selon la [Commission économique pour l'Afrique \(2013\)](#). La stagnation, voire le recul, de la part des pays africains dans les échanges mondiaux s'explique en partie par le fait que leurs produits d'exportation restant invariablement les mêmes, n'apportent presque pas de valeur ajoutée (cf. Figure 2.4). Il est démontré que l'Afrique est cet ensemble économique potentiellement géant qui commerce très peu avec lui-même, le commerce intra-africain ne représentant que moins de 1/5 de son total. La part du commerce interafricain dans le total des échanges commerciaux sur le continent a même baissé de moitié ces dernières décennies, passant de 22, 4% en 1997 à 11,3% en 2011. Pendant qu'elle était de 11% en Afrique entre 2007 et 2011, cette part atteignait 50% en Asie et 70% en Europe ([CNUCED, 2016](#)). [Jalée \(1975\)](#) constatait déjà ce paradoxe en soulignant que ce comportement dans les échanges commerciaux allait à l'encontre de cette règle de l'habitude et du bon sens selon laquelle tout pays a naturellement tendance à commercer d'abord et surtout avec ses voisins. Mais ce comportement contradictoire n'est pas si surprenant car on pourrait se demander ce que pourraient bien commercer deux pays ou groupes de pays voisins tous commis à l'exportation des matières premières sans aucune transformation préalable. A cela, il faut ajouter l'entrave monétaire.⁴¹ Dans cette configuration, et puisque le rôle de éco-

41. A titre d'exemple, bien que la CEMAC et l'UEMOA ont en commun la monnaie CFA, ces

nomies africaines se résout jusqu'alors au soutien des économies capitalistes développées, les échanges intra ensembles économiques ne sont pas possibles pour la simple raison qu'aucune différenciation des produits ne peut être établie favorisant ce type d'échange. De ces constats, on peut s'autoriser à avancer que l'Afrique jusqu'alors n'a pas encore réussi à transformer les structures économiques mises en place pendant l'époque coloniale où la logique était de tourner les économies africaines au service des économies des ex-colonisateurs. Ce modèle économique appelé extraversion se traduisait par les éléments suivants : le capital marchand se valorisait aux dépens du capital productif, le système colonial est de ponction et de mise en réserve davantage que de mise en valeur et d'accumulation se traduisant par des impôts de capitation, la monétisation de la dot, et l'obligation de faire des cultures d'exportation. Ce constat historique est encore d'actualité lorsqu'on regarde la composition des produits d'exportation de l'Afrique. Des études récentes révèlent que deux tiers des exportations africaines sont dominées par des matières premières agricoles et de ressources naturelles (Hugon, 2009, p.14-15) comme l'illustre la Figure 2.5.

Figure 2.5 – Structure des exportations africaines en 2014(%)



Source : Auteur, à partir des données de l'OMC(2015) ⁴²

Hugon (2009) conclut à cet effet que la logique coloniale n'a pas permis aux économies africaines d'atteindre le seuil dans l'accumulation des facteurs de production et du capital public permettant de dépasser les trappes de pauvreté. Car, en plus d'être mal localisées (Hugon, 2009, p.39) pour les quelques unes récemment naissantes, l'absence ou l'arrêt d'industries correspondrait, compte tenu de leurs fonctions redistributives, à l'arrêt de l'économie et menacerait l'ensemble de l'édifice social et politique. Comme

deux ensembles ne peuvent pas commercer entre eux car leurs monnaies ne sont pas mutuellement convertibles (Agbohhou, 2016, éd. 2016)

42. Accessible sur https://www.wto.org/french/res_f/statis_f/its2015_f/its15_toc_f.htm

nous allons le voir dans le modèle néo-factoriel, le développement économique est un processus cumulatif de longue durée nécessitant à la fois une accumulation du capital humain et de la technologie et une transformation des potentialités naturelles en produits de grande valeur ajoutée. Il n'est pas d'une approche pessimiste que d'en déduire que les structurations actuelles des économies africaines ne permettent pas un déclenchement d'une dynamique interne.

Les facteurs endogènes sont moins négligeables à l'explication de la situation économique actuelle de l'Afrique. En effet, les trajectoires diverses observées en Afrique résultent des formes d'organisation sociale, économique et culturelle des sociétés traditionnelles africaines. [Hugon \(2013b\)](#) relève que pour comprendre les comportements (irrationnels) des agents économiques africains, il convient d'inverser les hypothèses du raisonnement microéconomique standard car l'archétype de la rationalité occidentale est spécifique aux seules sociétés marchandes. Il note qu'en situation d'incertitude et d'incomplétude des marchés, les comportements ne sont pas ceux de maximisation ou d'optimisation et de recherche des frontières d'efficience mais d'adaptabilité, de réversibilité et de mise en réserve des facteurs de production. Mieux, la compréhension des comportements des agents hyper socialisés passe par la prise en compte préalable de ces structures sociales et de leurs systèmes de valeurs. Les tontines par exemple – vues dans les sociétés marchandes comme une forme de thésaurisation de la monnaie et donc des distorsions sur le marché bancaire – peuvent être interprétées comme un système de prestations totales : « on y échange de l'argent et du travail, mais aussi des repas, des rites notamment des deuils, des obligations d'amitié et de conseils. Les relations qui lient les adhérents sont si fortes que le contrat dépasse largement l'ordre juridique » ([Henry et al., 1990](#)). Les unités de décision, individuelles et collectives, ont des contraintes de consommation et de dépenses liées aux obligations (accueil des dépendants, transferts, ... en un mot, il s'agit de l'altruisme africain). Le comportement des agents économiques africains est dominé par la logique d'économie affective où l'entraide mutuelle est fondée sur des liens de parenté ou d'origine ethnique ou géographique. Ainsi, les transferts intergénérationnels et intragroupes sont à l'Afrique ce que les assurances chômage et maladie sont aux sociétés hyper marchandes.

Du point de vue de l'offre, les organisations internes (sociétés de cueillette et de ponction) n'offriraient pas des perspectives de transformations économiques modernes (industrialisation) puisque « sauf rares exceptions notables (l'Éthiopie), l'Afrique subsaharienne ne connaissait pas, jusqu'au XIX^{ème} siècle, la roue, l'écriture ou la culture attelée. » ([Hugon, 2013b](#), p.12-13). L'auteur bien qu'en émettant de façon réfléchie, une exception – l'Éthiopie car reconnue comme le berceau de l'humanité – cette caractérisation très réductrice de la réalité africaine reste fortement discutable voire contestable en ce sens qu'en reconnaissant avec les historiens que l'Afrique est le berceau de l'humanité, et que les cultures ou les civilisations se sont diffusées au reste du monde à partir de cette partie du monde, nous sommes en droit de nous demander comment

l'Afrique noire si proche de ce centre de diffusion n'a pu bénéficier de cette civilisation, la plongeant dans des ténèbres comme la décrit l'auteur. En d'autres termes, la thèse de la destruction des civilisations et des organisations sociales africaines liée à des chocs de civilisation semble la plus plausible.

Le secteur financier et bancaire explique également en partie la situation de l'Afrique du XXI^{ème} siècle. Le secteur financier, maillon clé de structuration de toute économie moderne est encore fragmenté avec un système de financement de court terme (pour l'essentiel, destiné à l'importation et à la consommation des biens et services extérieurs) ; ce qui explique le foisonnement des banques de crédits à la consommation, des banques commerciales, des structures de spéculation au détriment des banques d'investissements et des fonds souverains. Conséquence, le secteur agricole qui occupe plus de 80% de la population active en Afrique n'a bénéficié que 4% des investissements depuis les indépendances. Il en résulte que les problèmes liés à l'agriculture se situant à la fois en amont et en aval ne trouvent toujours pas de solutions durables. Ainsi en amont on enregistre encore des difficultés liées à la modernisation du secteur (approvisionnement en engrais, outils performants, techniques modernes et vertueuses, semences améliorées à hauts rendements et à faibles risques – sans risques OGM). En aval, il s'agit des difficultés liées au stockage, à la transformation puis à la commercialisation.

Le secteur industriel alors embryonnaire a été durement fragilisé par les libéralisations imprudentes des années 1980– les pays dits les moins avancés (PMA) ont davantage libéralisé leurs économies que les autres PED. En 1999, 37% des 43 PMA avaient des droits inférieurs à 20%, avec des obstacles non tarifaires nuls ou insignifiants, contre 23% pour les 78 autres PED ([Hugon, 2013b](#), p.46).

Au regard des caractéristiques structurelles des économies africaines, on peut avancer que la relative forte croissance économique de l'Afrique (5,3% entre 2000 et 2010) enregistrée ces dix dernières années n'est pas soutenable dans la mesure où cette croissance est essentiellement dopée par des volumes de matières premières exportées, ces dernières étant tributaires des stocks de ressources naturelles disponibles, des cours mondiaux de matières premières et des fluctuations des taux de change. [Geiregat et Yang \(2013\)](#) soutiennent que le relèvement des taux de croissance des PED est imputable à l'envolée des cours des matières premières, à la découverte de nouveaux gisements d'exploitation plutôt qu'à une réforme rigoureuse de la structure productive de leurs économies. Or une croissance soutenable dans le long terme dépend des capacités de production, elles-mêmes fonctions des structures de production et de l'évolution de la productivité des facteurs de production. Cette thèse est particulièrement vraie dans la mesure où la croissance économique de nombre de pays d'Afrique subsaharienne (Angola, Nigeria, Tchad,...) a fortement baissé ces trois dernières années à cause de la baisse du prix des matières premières, en particulier celui du pétrole, elle-même consécutive au ralentissement économique de la Chine, principale partenaire économique de l'Afrique subsaharienne.

A la lumière de toutes ces entraves, [Hugon \(2013b\)](#) préconise un ensemble de solutions alternatives fondées sur l'économie mixte dont le processus s'opèrerait de façon graduelle. Il suggère que l'Afrique pourrait s'inspirer du succès asiatique. En effet, le modèle asiatique a reposé largement sur un secteur exportateur subventionné, une industrie destinée dans un premier temps au marché intérieur protégé⁴³, une grande flexibilité du système productif, et une libéralisation interne permettant la diffusion des effets d'entraînement et la constitution d'un vrai marché intérieur sous l'impulsion d'un État fort et visionnaire. La chine par exemple a d'abord stabilisé son économie, ensuite, elle a procédé à une libéralisation du secteur réel national et enfin, à une libéralisation commerciale puis celle des capitaux.

2.3.2 La malédiction des ressources naturelles

La notion de malédiction des ressources naturelles a donné lieu à une littérature abondante. [Van der Ploeg \(2011\)](#), dans un survol, indique que les premiers auteurs⁴⁴ qui ont discuté du phénomène sont entre autres [Gelb \(1988\)](#), [Karl \(1997\)](#), et [Auty \(2001\)](#). Ces auteurs partent du constat qu'il y a un lien fort entre disponibilité de ressources naturelles (fossiles pour la plupart, et minières) et un développement économique non durable ni équitable, une récurrence d'instabilités et des conflits permanents. Le paradoxe économique tient au fait que la découverte de ressources naturelles devrait procurer des devises, stimuler l'investissement intérieur, attirer les investissements étrangers et fournir des matières premières pour la production et partant, booster l'industrie du pays, moteur d'un développement économique. Malheureusement nombre de pays riches en RN présentent des profils opposés à ceux attendus. En effet, plusieurs traits caractéristiques sont communs à la plupart des pays riches en ressources naturelles.

Le syndrome hollandais

Dans les pays richement dotés en ressources extractives, on observe des augmentations soudaines des dépenses de l'État, sans retour sur investissement expliqué par une faiblesse des capacités d'absorption du pays en période de crue ou de boom lié à une envolée des cours de la ressource ou à une nouvelle découverte ou encore à une mise en exploitation d'un gisement. Par ailleurs les augmentations soudaines des recettes publiques entraînent des dépenses de prestige considérées comme des investissements improductifs.

Certains investissements, même orientés vers des secteurs productifs sont le plus souvent inefficaces. Il n'y a pas un objectif d'optimisation des ressources. En effet, « les gouvernements ont lancé, en période de recettes abondantes et à la faveur de l'expérimentation des modèles interventionnistes keynésiens, des projets d'investissement

43. Ce modèle de développement fait écho avec les prédictions du modèle de spécialisation néo-factorielle.

44. Pour une revue complète de ces travaux, se référer à [Van der Ploeg \(2011\)](#).

(conversion des sociétés commerciales en capital industriel) engendrant des charges récurrentes et ont procédé à des recrutements qui ont créé des effets d'inertie dans les dépenses gouvernementales. » (Hugon, 2009, p.31). Alors que l'investissement dans la production manufacturière enclenche un processus dynamique d'apprentissage pratique de nature à améliorer la productivité et les revenus (Gelb, 2010), le surplus (rente) provenant du secteur primaire et de l'aide extérieure⁴⁵ dans les pays riches en ressources naturelles se convertit pour l'essentiel en importations de biens et services ayant peu d'effets d'entraînement sur les activités productives (Hugon, 2013b, p.23). Hugon précise que plus grave encore, la rente est accaparée par les agents membres ou proches de l'État, qui la redistribuent à travers des réseaux à base clientéliste, ou est purement et simplement remplacée de manière privée à l'extérieur. C'est justement de cette fuite de capitaux dont parlent Arezki *et al.* (2013). Ils estiment que l'argent des ressources naturelles détourné et placé sur des comptes privés à l'étranger par certains dirigeants des pays en développement est d'un montant considérable de l'ordre de 5,900 milliards de dollars US entre 2001 et 2010.

Ces pays se caractérisent également par un sous-investissement de long terme. Van der Ploeg relève que sur 65 pays riches en RN, 4 seulement ont une politique d'investissement de long terme dont le montant peut excéder 25% de leur PIB. Les pays exportateurs de ressources naturelles font face à des mouvements cycliques très aléatoires des prix de leurs ressources. Ils alternent des périodes de boom très courtes – dont les caractéristiques sont les suivantes : appréciation du taux de change réel, explosion des prix des biens non échangeables, et des taux de croissance élevé du PIB sans effets d'entraînement ; on parle de production volatile sans réel impact sur le tissu productif – avec des périodes de marasme prolongé avec des effets de surenchère consécutifs à l'explosion précédente. Conséquence, les pouvoirs d'achats se détériorent de même que les comptes courants de l'État, l'empêchant d'assurer ses fonctions régaliennes. Le Mexique, le Venezuela ou encore le Nigéria constituent autant d'exemples illustratifs. Alors que le revenu de pétrole par habitant est passé de 33 dollars US en 1965 à 325 en 2000, la proportion de la population nigériane vivant avec moins d'un dollar par jour pour la même période est passée de 26% à 70% (Van der Ploeg, 2011). Le taux d'accroissement du capital physique pour le même pays a suivi une tendance contraire que celle du taux de pauvreté. Il a en effet chuté à 1,2% dans la décennie 2000 contre 6,7% l'an au début des indépendances. Gelb (2010) souligne que le Venezuela qui enregistrait un taux de croissance moyen de 6,4% a vu sa production par tête diviser par deux au cours des deux dernières décennies qui ont suivi le choc pétrolier de 1973.

45. Notons que certains auteurs estiment que l'aide extérieure revêt un caractère de servitude. En effet, « l'aide publique n'en est rien une générosité, une option qu'on pourrait prendre ou non, mais une rigoureuse obligation afin que le système d'exploitation puisse se perpétuer sans trop de heurts. » (Jalée, 1975, p.117). « Pour 2 dollars d'aide, il en ressort 1 sous forme de service de la dette. Elle [l'APD] permet aux pays de tenir juste la tête hors de l'eau, mais elle déresponsabilise les autorités, et apparaît liée à la dette, comme une mise sous tutelle » (Hugon, 2013b, p.47-48).

Le Nigeria, lui a connu des dépenses publiques exorbitantes largement supérieures au rythme d'augmentation des recettes avant d'opérer des restrictions budgétaires après 1984 expliquée par des contraintes d'endettements colossaux. L'abondance en RN tend à apprécier les taux de change du pays qui les exporte, rendant ainsi les autres secteurs d'activités non compétitifs. L'essor des ressources naturelles tend donc à étouffer la croissance et la compétitivité des autres secteurs de l'économie nationale. L'hypothèse du syndrome hollandais dans les pays riches en ressources naturelles a fait l'objet d'une validation empirique. C'est en ce sens que [Van der Ploeg \(2011\)](#) montre sur un panel de 65 pays richement dotés en RN, qu'il existe une relation positive entre instabilité macroéconomique et abondance en ces ressources.

Des instabilités et fragilité des régimes politiques et la récurrence des conflits

Une des manifestations de la malédiction des RN est le développement de foyers de conflits dans les régions à RN abondantes. Les mobiles officiels de ces tensions sont entre autres les revendications à caractère social : plus d'équité et de justice dans le partage des retombées de l'exploitation des ressources. Il est courant de constater que les populations locales manifestent le sentiment d'être lésées estimant qu'elles ne bénéficient pas suffisamment de la rente liée à l'exploitation des RN. Lorsqu'il y a une répartition inéquitable de la rente, des poches de rebellions se créent autour de la zone sous le prétexte de la défense des intérêts des groupes ethniques ou des populations riveraines qui sont selon les rebelles, opprimés.

La relation entre conflits et abondance en RN a également été testée empiriquement. Les études montrent qu'un pays pauvre en RN a une probabilité de 0,5% de connaître des conflits qu'ils soient internes ou en provenance de l'extérieur contre 23% pour un pays dont le PIB est constitué d'au moins un quart de la rente de RN ([Van der Ploeg, 2011](#)). L'auteur précise que la durée des conflits est plus longue dans les régions à ressources pillées telles que les pierres précieuses et la drogue bien que ces types de ressources ne soient pas forcément à l'origine de l'éclatement de ces conflits. Plusieurs études parfaitement concordantes mettent également en évidence une relation positive entre abondances en RN et régimes autocratiques en Afrique ([Jensen et Wantchekon, 2004](#); [Karl, 1997](#)). D'autres études (menées notamment au Kazakhstan) ont montré que les rentes servent à financer les forces de l'ordre acquises à la cause des dictateurs. L'armée permet ainsi aux dirigeants de se maintenir longtemps au pouvoir en réprimant toute manifestation et en traquant tous ceux qui s'érigent contre le pouvoir en place. Les libertés individuelles et idéologiques sont restreintes dans ces pays.

La faiblesse des institutions, mauvaise gouvernance et corruption se côtoient

La corruption touche presque tous les échelons de l'appareil d'État. La corruption

est un phénomène très récurrent dans les pays à RN mal gérées limitant ainsi toute perspective de développement. Ces caractéristiques de la malédiction des RN ont également fait l'objet de tests empiriques. En effet, les études ont validé l'hypothèse de la mauvaise qualité des institutions comme facteur explicatif de la malédiction des RN. [Van der Ploeg \(2011\)](#) montre que les pays qui disposent d'institutions fortes, sur la base de l'indice de qualité des institutions, ne connaissent pas le phénomène de la malédiction des RN. C'est le cas des pays comme l'Australie, les États Unis, le Canada, la Norvège, la Nouvelle Zélande ou le Botswana. A l'inverse, les pays qui affichent des faibles performances en matière de bonne gouvernance ou qui souffrent de l'absence d'institutions accroissent leur probabilité de manifester le syndrome hollandais. Exception faite du Botswana, la quasi-totalité des pays africains riches en RN s'identifient à ce profil. Un autre résultat très intéressant mis en évidence dans les études empiriques est qu'à l'intérieur des pays dits démocratiques, les revenus issus de l'exploitation des RN bénéficient mieux aux populations dans les démocraties parlementaires que dans les régimes présidentiels. Dans la dernière forme de démocratie, les ressources ne profitent qu'à une minorité constituée des proches du clan présidentiel et quelques élites politiques qui se recrutent sur des bases clientélistes ([Andersen et Aslaksen, 2008](#)). Des études montrent également que c'est l'abondance en RN qui stimule la corruption des bureaucrates et des politiciens ([Ades et Di Tella, 1999](#)). L'abondance et la découverte de nouvelles ressources ou sources d'exploitation nourrissent et entretiennent la corruption dans ces États.

Un chômage structurel dominant

La malédiction des RN se manifeste également en termes de chômage. [Van der Ploeg \(2011\)](#) développe un modèle à cet effet dans lequel il introduit le facteur travail en distinguant deux composantes : une composante affectée au secteur de la production des biens échangeables et une autre commise à la production des biens domestiques non échangeables. Il montre que le boom dans les ressources naturelles a tendance à apprécier le taux de change. L'appréciation du taux de change est défavorable à la compétitivité du secteur des biens échangeables. Les travailleurs affectés aux secteurs de production des biens échangeables se retrouvent dès lors au chômage. Ces derniers tentent une reconversion dans le secteur de la production des biens non échangeables. La contagion se développe et le chômage se généralise à toute l'économie nationale.

Des trappes à pauvreté multi-générationnelles ⁴⁶

46. Étant donné les conditions initiales de développement, au sein d'une même société vont évoluer deux trajectoires sociales opposées : les riches d'un côté vont se transmettre la richesse de génération en génération et les pauvres de l'autre côté vont « léguer leurs misères » à leur descendance. Dans le contexte de la malédiction des ressources naturelles, les pays victimes de la myopie des RN en contractant des prêts colossaux compromettent leur propre développement et hypothèquent celui des générations à venir. Et finalement, on aboutit au fait que les pauvres naissent pauvres et demeurent pauvres tandis que les riches tendent à converger dans le bassin de la prospérité. L'abondance en RN

La malédiction des ressources naturelles se manifeste également à l'échelle intergénérationnelle. Van der Ploeg (2011) soutient que l'abondance en ressources naturelles incite les gouvernements à contracter des prêts excessifs sur les marchés mondiaux prenant pour garantie leur capital naturel. Or, la durée de remboursement de ces dettes couvre plusieurs décennies. Elles constituent de ce fait une charge (mauvais héritage) léguée aux générations futures alors qu'elles ont, le plus souvent, été contractées à des fins improductives telles que les dépenses de prestige. La longue période de remboursement de ces dettes fait de celles-ci des « dettes différées ». L'Observatoire International de la Dette (OID)⁴⁷ relève que « le service de la dette représente un montant supérieur au budget de l'éducation dans plus de la moitié des pays débiteurs et un montant supérieur à celui alloué à la santé dans 75% dans ces pays ». Ceci peut compromettre les chances de réussite des générations futures qui sont obligées de rembourser, de façon prioritaire, les dettes générationnelles parfois très énormes dont elles ne sont pas responsables. La dette réduit donc les marges de manœuvre et hypothèque les possibilités de développement des générations futures des pays riches en ressources naturelles.

Les économistes qui se sont intéressés au phénomène de malédiction des ressources naturelles arrivent à la conclusion qu'il existe donc une forte tendance récurrente entre richesse en ressources naturelles et sous-développement économique.

2.3.3 La problématique du droit de propriété des ressources naturelles en Afrique

La question de la souveraineté des États sur leurs richesses avait été posée dès le lendemain des indépendances. En effet, les nouveaux États (nouvellement indépendants) ont réclamé à l'Organisation des Nations Unies (ONU) que leur « souveraineté politique » – encore fut-elle une illusion – soit accompagnée d'une souveraineté économique ; autrement dit, leur droit à disposer librement de leurs richesses et de leurs ressources naturelles sans ingérence extérieure. Ainsi, le principe de la « souveraineté permanente des peuples sur leurs richesses et ressources naturelles » fut adopté et considéré comme « un corollaire du droit des peuples à disposer d'eux-mêmes ». Politiquement, la disposition vise à soutenir l'indépendance politique et économique des « nouveaux États » et ceux en voie de développement considérées comme deux fondements indissociables du droit des peuples à s'autodéterminer. Et c'est la résolution 1514 (XV) de l'Assemblée générale des Nations unies qui précise que « les peuples peuvent, pour leurs propres fins, disposer librement de leurs richesses et ressources naturelles, sans préjudice des obligations qui découleraient de la coopération économique internationale, fondée sur le principe de l'avantage mutuel, et du droit international. » (Fischer, 1962, p.517, HCNUDH, 2002, p.92). Ce principe implique donc que chaque État détienne le

ne permet pas dans ce cas de résorber et corriger les iniquités sociales.

47. Source : www.oid-ido.org/rubrique.php3?id_rubrique=12

droit d'utiliser, d'exploiter et de disposer des richesses et des ressources naturelles présentes dans son territoire, ainsi que celui de décider en dernière instance et en toute indépendance de l'affectation de ces ressources naturelles et des activités économiques qui s'y exercent (Salmon, 2001).⁴⁸ Cependant, certains observateurs relèvent des ambiguïtés dans la déclinaison même du contenu de ce principe. En effet, bien que l'État soit le détenteur du droit souverain sur les ressources naturelles, les textes des résolutions qui ont suivi l'adoption du principe et qui ont développé son contenu (résolution 1514), emploient parfois le terme « souveraineté de l'État » et parfois le terme de « peuples » ou « nations » pour évoquer le titulaire de la souveraineté sur les ressources naturelles. Ces termes, très voisins de sens mais souvent éloignés dans la pratique, relancent en permanence les débats sur la question des titulaires de la souveraineté permanente sur les ressources naturelles. S'agit-il en définitive de l'État ou des peuples lorsque ces deux entités, au lieu d'en constituer une, sont très distinctes et entretenant de ce fait des relations conflictuelles ? A qui des deux le droit confère-t-il la primauté ? Il est clair que dans un État de droit, les prérogatives sont dévolues à l'État qui l'exerce en toute souveraineté mais que dire lorsque cette souveraineté est elle-même remise en cause à l'intérieur d'un pays poussant les peuples à s'émanciper et donc à s'autodéterminer ? La conséquence de cette imprécision résulte très fréquemment des conflits permanents entre les intérêts individualistes des gouvernants des États – traitant en toute complicité avec les firmes multinationales ou d'autres États souverains dont les besoins en RN sont criards – et de leurs populations. Or, le droit de souveraineté permanente sur les ressources naturelles stipule que ce droit doit s'exercer dans l'intérêt du bien-être de la population de l'État intéressé (Résolution 1803 du 14 décembre 1962, paragraphe 1). La résolution de l'ONU, bien qu'étant perçue comme un compromis entre les intérêts des pays à immenses besoins en RN et ceux qui les disposent abondamment, souffre d'application dans le monde réel. En effet, comme c'est malheureusement le cas aujourd'hui encore, la domination des seconds par les premiers pour ne pas dire, comme l'utilise Jalée (1975), le pillage des uns par les autres, est bien réel. D'ailleurs, l'exploitation des richesses d'un pays par d'autres n'était même pas non envisageable dès l'adoption de ce principe lorsqu'un membre suédois à l'ONU déclarait que « la souveraineté sur les ressources naturelles est une notion politique qui n'est pas incompatible avec le fait que la propriété des ressources ou le droit de les exploiter appartient à des étrangers ».⁴⁹ Par ailleurs, des accords multilatéraux ont également institué ce pillage en Afrique. En effet, les accords de pillage des ressources naturelles africaines, déguisés en accords de défense entre la France, le Niger et l'actuel Bénin disposaient qu'« Afin de garantir leurs intérêts mutuels en matière de Défense, les parties contractantes décident de coopérer dans le domaine des matériaux de Défense dans les conditions définies ci-après :

48. J. SALMON(dir.). Dictionnaire de droit international public, Bruylant, Bruxelles, 2001, p. 1046

49. Déclaration du membre suédois, M. Petren, A/AC.97/SR. 22, citée par (Fischer, 1962, p.520)

Article 1 : Les matières premières et produits classés stratégiques comprennent :

Première catégorie : les hydrocarbures liquides ou gazeux ;

Deuxième catégorie : l'uranium, le thorium, le lithium, le béryllium, leurs minerais et composés.

Cette liste pourra être modifiée d'un commun accord, compte tenu des circonstances.

Article 2 : La République Française informe régulièrement la République de Côte d'Ivoire, la République du Dahomey et la République du Niger de la politique qu'elle est appelée à suivre en ce qui concerne les matières premières et produits stratégiques, compte tenu des besoins généraux de la Défense, de l'évolution des ressources et la situation du marché mondial.

Article 3 : (Alinéa1) : La République de Côte d'Ivoire, de la République du Dahomey et de la République du Niger, en vue de s'assurer la standardisation de ses armements, s'adresseront en priorité à la République Française pour l'entretien et le renouvellement de leurs matériels et équipement de ses forces armées.

(Alinéa2) La République de Côte d'Ivoire, la République du Dahomey et la République du Niger informent la République Française de la politique qu'elles sont appelées à suivre en ce qui concerne les matières premières et produits stratégiques et des mesures qu'elles se proposent de prendre pour l'exécution de cette politique.

Article 4 : La République de Côte d'Ivoire, la République du Dahomey et la République du Niger facilitent au profit des forces armées françaises le stockage des matières premières et produits stratégiques. Lorsque les intérêts de la Défense l'exigent, elles limitent ou interdisent leur exportation à destination d'autres pays.

Article 5 : La République Française est tenue informée des programmes et projets concernant l'exportation hors du territoire de la République de Côte d'Ivoire, de la République du Dahomey et de la République du Niger des matières premières et des produits stratégiques de deuxième catégorie énumérés à l'article premier. En ce qui concerne ces mêmes matières et produits, la République de Côte d'Ivoire, la République du Dahomey et la République du Niger, pour les besoins de la Défense, réservent par priorité leur vente à la République Française après satisfaction des besoins de leur consommation intérieure, et s'approvisionnent par priorité auprès d'elle. » ([Koulibaly 2008](#), p.128-129 ; [Salifou, 2012](#)).

L'objectif ici n'est pas de commenter ces accords qui ne souffrent d'aucune ambiguïté mais de relever le caractère institutionnalisé de ce pillage. Précisons que ces accords restent d'actualité en dépit des modifications qui leur sont apportées au cours du temps et du retrait du Dahomey (actuel Bénin) de ces accords.

Dans ces conflits d'intérêts à la fois internes et externes, les spécialistes du droit international, censés éclairer l'opinion publique en vue de l'application de ce principe ne semblent pas se mettre d'accord. Par exemple faisant référence à la résolution 1803 des Nations Unies, Fischer (1962) avance qu'« il ne s'agit pas en l'occurrence d'un texte à caractère juridique, mais d'une sorte de proclamation de principe. » Pourtant, la France s'était servie de ce « caractère juridique » de ce dispositif pour voter contre le principe, estimant de son côté que les discussions sur les textes à caractère juridique devraient être réservées aux juristes. Fischer poursuit en précisant qu'« en règle générale, les résolutions de l'Assemblée ne lient pas les États », mais qu'« elles peuvent, en revanche, exercer une influence sur le droit et la jurisprudence. » (Fischer, 1962, p.517-518). Si on en croît à ce spécialiste des questions juridiques à caractère international, cette réserve constituerait un alibi qui justifierait sinon qui entérinerait le comportement de certains États « forts » ou des firmes multinationales à outrepasser ce principe. Au regard de ce grand décalage entre les principes normatifs internationaux et les pratiques au quotidien, Hugon (2009) préfère parler de souveraineté limitée, sous tutelle, sous protectorat ou encore sous perfusion des États dominants.

A titre d'exemple le 8 janvier 1963, au lendemain de l'adoption de la résolution des Nations Unies sur les ressources naturelles, le gouvernement américain intimidait le gouvernement Ceylan, en l'avertissant que l'aide américaine à l'égard de ce pays prendrait fin le 1er février 1963, si des mesures n'étaient pas prises en vue d'indemniser les sociétés pétrolières américaines expropriées en 1962 en accord avec l'application du principe de souveraineté permanente sur les ressources naturelles (Fischer, 1962, p.521-523). De façon analogue, les mêmes formes d'intimidations ont été appliquées au Niger en 2010 lorsque le gouvernement tentait de réviser les accords ci-dessus rappelés de sorte à pouvoir ouvrir le marché de son uranium à des acteurs nouveaux comme la Chine. Un an plus tard en Côte d'Ivoire, les pseudos accords de Défense se sont retournés contre le peuple ivoirien avec l'intervention des forces spéciales françaises, la force licorne.

Par ailleurs la résolution des Nations Unies sur les ressources naturelles se heurtait à la doctrine occidentale qui insiste sur le droit des nations industriellement avancées d'accéder aux ressources naturelles partout dans le monde et de les exploiter sous prétexte de l'intérêt général de l'humanité, dès lors qu'elles (ces nations industrialisées) estiment que ces ressources ne sont pas utilisées ou exploitées de façon optimale par les États qui les détiennent ⁵⁰.

Du point de vue économique, l'application du principe de souveraineté sur les ressources naturelles mettrait à mal la survie des économies avancées dans la mesure où leur essor s'est produit en opposition au développement économique des pays détenteurs

50. Dans Leith, *Exploitation and world progress*, Foreign Affairs, octobre 1927 ; Politis, *Le problème de limitations de la souveraineté et la théorie de l'abus des droits*, R.C.A.D.I., vol.6, 1925, pp. 34-35 ; Ph. M. Brown, A.J.I.L.n 1945, pp. 85-86 ; Nitze, *Department of State Bulletin*, 16 février 1947, pp. 300-302 ; Wilson, A.J.I.L., 1954, pp. 355-79 cités par Fischer (1962, p.523).

des ressources naturelles. En d'autres termes, l'essor des premiers s'est effectué en développant le sous-développement des derniers (Frank, 1969).⁵¹ Ainsi, avec environ 50% de la population mondiale en 1970 dont 10% en Afrique, la production manufacturière des PED ne représentait à cette époque que 7,1% du total mondial (ce pourcentage a connu une baisse puisque les exportations industrielles toutes confondues ne représentent que 10% des exportations africaines en 2010 selon Hugon (2013b)) contre 35,6% dans les domaines agricole, élevage, pêche et forêt ; 27,5% dans les industries extractives des minerais bruts. De cette composition de la production et des exportations africaines, Jalée (1975) faisait déjà remarquer que l'Afrique ne joue qu'un rôle de figurant dans le domaine de l'industrie de transformation qui reste sans conteste l'activité enrichissante et sans laquelle il n'existe pas de véritable développement. Nous estimons, avec raison gardée, que les transformations structurelles des économies africaines sont une condition essentielle au décollage économique de l'Afrique. Cette conviction est d'autant plus nourrie lorsqu'on regarde les faits stylisés des pays économiquement développés. En effet, les évolutions de long terme suggèrent qu'avec moins de 20% de la population mondiale, les pays développés réalisaient déjà en 1970 61,4% de la production manufacturière mondiale. Alors que les nations dites développées se sont très vite orientées vers des secteurs dynamiques (manufactures puis services) favorisant l'accumulation du capital productible (Hugon, 2013b), les pays riches en ressources naturelles, sauf rares exceptions, se sont résolus à demeurer historiquement et continuellement dans des secteurs statiques par l'exportation des produits à très faible valeur ajoutée et sans diversification (Van der Ploeg, 2011). Or, le rapport de la CNUCED met en évidence que : « Les gouvernements africains qui réduisent les barrières commerciales entre les pays du continent doivent aussi prendre des mesures énergiques pour stimuler le développement de leur secteur privé, faute de quoi ce sont les entreprises étrangères qui profiteront de cette simplification du système commercial, et non les entreprises africaines. »⁵² L'essor industriel des premiers s'est fait en partie au pris de l'exploitation, nous l'avons déjà souligné, des peuples aliénés puis de leurs ressources. La survie du système industriel des pays développés explique voire légitime le pillage des RN des PED ; les ordres de grandeur en termes de dépendance des premiers sur les seconds déjà dans les décennies 70 étaient les suivants : 35% pour le fer, 40% pour le cuivre, 55% pour le pétrole, 64% pour la bauxite, 70% pour le cobalt, 82% pour l'étain et 85% pour le chrome, le manganèse et l'antimoine (Jalée, 1975, p.55). Les récentes études⁵³ mettent en exergue que l'Afrique pourrait servir de locomotive aux économies développées d'autant que les prospections révèlent d'importantes potentielles en RN non

51. Le développement du sous-développement, Maspero, 1969, chap.13, cité par Jalée (1975, p.172).

52. Dans *Economic Development in Africa*, Report 2013 cité par Geiregat et Yang (2013).

53. Voir le *Rapport CEP* (2016) pour l'or au Burkina Faso ; ROTAB (2014) pour les ressources minières au Niger et les estimations du Bureau des études géologiques des États-Unis pour toute l'Afrique à l'adresse <http://www.afdb.org/fr/annual-meetings-2013/programme/africa%E2%80%99s-natural-resources-what-is-the-agenda/>

encore exploitées.

Le rééquilibrage des rapports de forces, avec l'arrivée progressive des pays émergents sur le continent, offre à l'Afrique de possibilités de profiter pleinement de ses ressources longtemps pillées. Pour tirer profit de la nouvelle configuration géostratégique, les gouvernements africains devraient résoudre au préalable la question des prédateurs non étatiques et des rebellions qui se forment autour de ces ressources tant convoitées aussi bien par des groupes identifiables comme les puissances étrangères, les multinationales que par des groupes mafieux. Comme écrit [Hugon \(2009, p.72&76\)](#) « On a vu [...] se développer en République démocratique du Congo de nouvelles configurations conglomerates correspondant à des pratiques déloyales face aux règles anciennes mises en place par les grands oligopoles. Ces nouveaux conglomerats résultent de joint-ventures entre des sociétés liées aux armées ougandaises ou zimbabwéennes, ainsi que des intérêts israéliens [...]. L'économie de pillage est assurée par un consortium d'hommes d'affaires, de mercenaires, de vendeurs d'armes de compagnies de sécurité face à la défaillance des États. ». La guerre permet donc de légitimer des actions qui seraient, en temps de paix, considérées comme des crimes. En d'autres termes, pendant que les armées nationales ou loyalistes et rebelles financées puis soutenues de l'extérieur (cas de la Libye, de la Syrie, RD Congo...) se livrent à des combats atroces décimant leurs propres populations, les firmes multinationales et les États extérieurs coopérants exploitent les ressources qui font l'objet de conflits. Comme [Hugon \(2009\)](#), Jalée soutenait que selon les années, les firmes multinationales, par le truchement de leurs États respectifs qui les soutiennent, pillent les PED de leurs RN de deux fois et demie à trois fois plus qu'elles ne leur apportent ([Jalée, 1975, p.115-118](#)). La concordance des analyses de [Hugon \(2009\)](#) et [Jalée \(1975\)](#) montre bien que les rapports économiques entre nations développées et PED au début des indépendances n'ont véritablement pas changé de trajectoires. Selon [Kaplinsky \(2009\)](#), les rapports économiques de l'Afrique vis-à-vis du reste du monde ont été au contraire plus exacerbés avec la rivalité entre géants du moment (Europe-Chine-États unis), puis l'Inde et le Brésil.

Lorsqu'on lit Hugon, on s'aperçoit que cette mainmise est encore d'actualité en particulier en Afrique sub-saharienne. En effet, écrit-il, de l'aide à l'ingérence économique et politique, l'Afrique est [plus que jamais] convoitée du fait des intérêts pétroliers et miniers ([Hugon, 2013b, p.100](#)). L'ingérence est à la fois économique (conditionnalité liant les prêts aux choix de politiques économiques et aux critères de performances) et politique (les 3M – Marchands, Militaires et Missionnaires – de l'époque coloniale y est toujours présent, à la seule différence que les Médecins sans frontières et les Multinationales remplacent respectivement les Missionnaires et les Marchands). Les interventions militaires en Afrique au nom d'une volonté manifeste de la communauté internationale à maintenir un monde apaisé ne seraient qu'un prétexte à peine voilé, le mobile le plus plausible étant le contrôle stratégique et la mainmise sur les ressources naturelles de l'Afrique. Cette présomption est d'autant difficilement réfutable car comme par hasard,

nous sommes curieux d'observer que ce sont presque toujours les zones riches en RN qui sont les lieux de théâtre des conflits que les grandes puissances, parfois sous l'égide de la communauté internationale, s'accommodent en bons humanistes de les sécuriser. Mais plus curieusement dans ces conflits, les firmes multinationales s'en sortent miraculeusement moins affectées par les tensions conflictuelles. Un rapport d'une commission spéciale du président des États unis mettait en exergue les intérêts voilés des interventions occidentales en Afrique en relevant que « les 3/4 de matériaux inclus dans le programme de stockage venaient des pays sous-développés » et que le président concluait que « c'est vers ces pays que nous devons chercher la majeure partie d'un accroissement quelconque que possible de ces approvisionnements. La perte de l'un de ces matériaux, par l'agression serait équivalente à une grave défaite militaire » (cité par [Jalée 1975](#), p.167).

A l'encontre des thèses malthusiennes les plus communément véhiculées et les plus répandues – qui ne viseraient qu'à masquer ce que nous venons de dépeindre – selon lesquelles la démographie serait un frein au développement africain, il n'en est rien. L'Afrique demeure un continent sous-peuplé en termes relatifs même dans les projections les plus pessimistes (voir [Jalée, 1975](#), p.182-183). En 2014 par exemple, la densité de la population en Afrique est de 37,6 habitants au km² contre 72,9 en Europe et 97,4 en Asie. En postulant que la richesse de la Terre est proportionnelle à la population qui l'occupe (alors que l'Afrique regorge de plus d'un tiers de la richesse naturelle mondiale), alors dans un monde juste et équitable, l'Afrique dispose donc encore suffisamment de marge de manœuvre en termes de peuplement pour absorber ses richesses, si et seulement si le pillage de ses RN par les autres prend fin.

Les auteurs modérés évoquent la notion de l'échange inégal pour caractériser les relations économiques entre l'Afrique et les nations développées et dans la dernière décennie avec les pays émergents. Pour eux, l'échange inégal justifierait ce déséquilibre entre pays riches en RN et ceux développés. Il en est ainsi car, selon la loi de la valeur de Marx, la valeur d'une marchandise exprime la quantité de travail « socialement » nécessaire pour la reproduire. De cette définition, il ressort que la valeur de la force de travail des pays développés couvre la satisfaction des besoins qui doivent refléter le niveau de vie atteint dans ces pays, en partie grâce à deux petits siècles de revendications sociales, tandis que cette valeur dans les pays pauvres se résume à la satisfaction des besoins élémentaires physiologiques du travailleur. Il résulte donc, quoiqu'exprimée en termes relatifs, un écart trop important que les économistes qualifient de détérioration des termes de l'échange, encore faut-il que ce soit des échanges ! Dans la logique de cet échange inégal, il importe de relever que les pays développés, du fait de l'exacerbation de cet échange inégal, entretiennent une contradiction d'intérêts entre les différents secteurs qui composent leurs économies. En effet, si les acheteurs des matières premières tirent des surprofits⁵⁴ dans l'échange inégal, les entreprises manufacturières doivent

54. 200g de nescafé est revendu au producteur ivoirien à 16 euros contre 0,95 euros pour un kilo-

faire face à des contingentements de leurs exportations vers les pays producteurs des matières premières dans la mesure où la faible valorisation des produits primaires induit une baisse du pouvoir d'achat des producteurs et donc par voie de conséquence, une baisse des importations des biens manufacturés. Pour résoudre ce conflit d'intérêts entre les entreprises étrangères, on a assisté à la mise en place des politiques dites des industries de substitution aux importations c'est-à-dire qu'au lieu d'exporter le produit manufacturé, l'entreprise se résout à exporter les moyens de production et y produire sur place. En outre, la généralisation des prêts à la consommation compense les pertes de pouvoirs d'achat tout en maintenant les consommateurs africains dans la servitude⁵⁵. Tout compte fait, la rentabilité économique de la chaîne de valeurs de ces biens manufacturés dépend fortement des cours des matières premières utilisées comme intrants dans la fabrication des biens à valeur ajoutée et dont les prix sont parfois soumis à plusieurs facteurs plus ou moins exogènes.

2.3.4 Les explications par la volatilité des prix dans le secteur des ressources naturelles

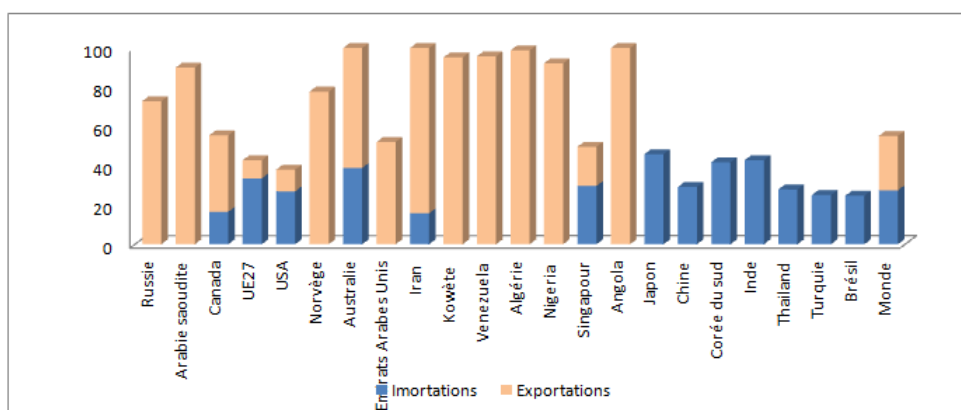
Les RN ont la particularité d'être non ubiquistes c'est-à-dire qu'elles ne sont pas disponibles partout. Par ailleurs, les pays riches en ces ressources sont en général les moins diversifiés en exportations, le secteur industriel étant quasi-inexistant (cf. modèle néo-factoriel et Figure 2.5). Ce groupe de pays, à l'image des pays de l'OPEP, deviennent des exportateurs nets de RN (Figure 2.6); ce qui est du reste conforme à la théorie de la spécialisation appauvrissante, sauf rares exceptions.

D'un autre côté, on a les pays industrialisés dont le besoin en RN est très élevé mais qui sont souvent pauvres en ces ressources (Figure 2.6) du fait de l'épuisement de leurs stocks ou de leur désavantage naturel. Il se forme dès lors un marché de RN où vont se former les offres et les demandes mondiales en RN. Il en ressort une formation des prix des matières premières. Les caractéristiques particulières aux ressources naturelles (leur non disponibilité partout) et aux économies modernes (recours quasi-inévitable des RN comme moteur des activités de production de biens économiques) expliquent la volatilité des prix de ces ressources. Statistiquement, on estime que le coefficient de variation du cours des matières premières en l'occurrence ceux du pétrole est de 0, 7 (Gelb, 2010).

gramme de café graine du même producteur. En termes relatifs, il faut au producteur ivoirien 16,94 kilogrammes de café graine pour pouvoir acquérir une boîte de nescafé de 200 grammes !

55. On prête à ces consommateurs des crédits pour consommer des biens importés alors que leur productivité n'évolue pas voire régresse (voir Figure 2.4) faisant que ces derniers doivent davantage emprunter pour rembourser des prêts antérieurs.

Figure 2.6 – Part (en %) des RN dans les exportations et importations des marchandises en 2008



Source : Construction de l'auteur à partir du rapport OMC, 2010

Des études empiriques conduites par [Ruta et Venables \(2012\)](#) indiquent que la part des ressources naturelles dans le commerce international (CI) a considérablement cru à partir des années 1990. Les matières premières minérales ont fait l'objet d'une consommation non modérée et incontrôlée en un temps record à travers le monde. La consommation d'or noir a progressé de 306% en Corée du Sud en 20 ans, de 192% en Chine, de 240% en Inde et de 88% au Brésil au cours de la même période ([Varet, 2007](#)). Et lorsque l'on se projette sur un horizon temporel plus long en arrière, on constate que la consommation du siècle dernier dépasse les sommes cumulées de tous les autres siècles ([Chamaret, 2007](#)). Mais dans le même temps, le prix de ces ressources n'a cessé d'augmenter depuis plus d'un siècle et de manière très forte excepté quelques replis par moments. A titre d'exemple, le prix des hydrocarbures a augmenté de 234% entre 2003 et 2008 ([Hamilton, 2009](#)) avant de connaître un replis ces trois dernières années, ceux des ressources minières de 178% entre 2003 et 2008 ([Ruta et Venables, 2012](#)).

Une bonne partie de la littérature retient le cadre théorique de [Hotelling \(1931\)](#) pour expliquer ces hausses. Les conditions de Hotelling supposent que les producteurs des ressources naturelles épuisables font un arbitrage entre exploiter la ressource aujourd'hui et son report dans le futur. Pour Hotelling, le prix est le seul signal dans cet arbitrage. Ainsi, comme la demande est sans cesse croissante, les producteurs peuvent accroître à volonté les prix de leurs RN afin de maximiser leur utilité. Ce pouvoir de marché que détiennent les producteurs des RN expliquent donc la hausse des prix et des quantités demandées dans le même temps. Cependant, certains auteurs estiment que le caractère limité des RN à l'échelle du temps humain impose une régulation des prix des RN. En outre, [Taylor et Copeland \(2009\)](#) soutiennent que le caractère épuisable de certaines RN est, à priori, incompatible avec la vision du développement durable. Cela peut exiger des choix politiques impliquant une rigueur dans la définition

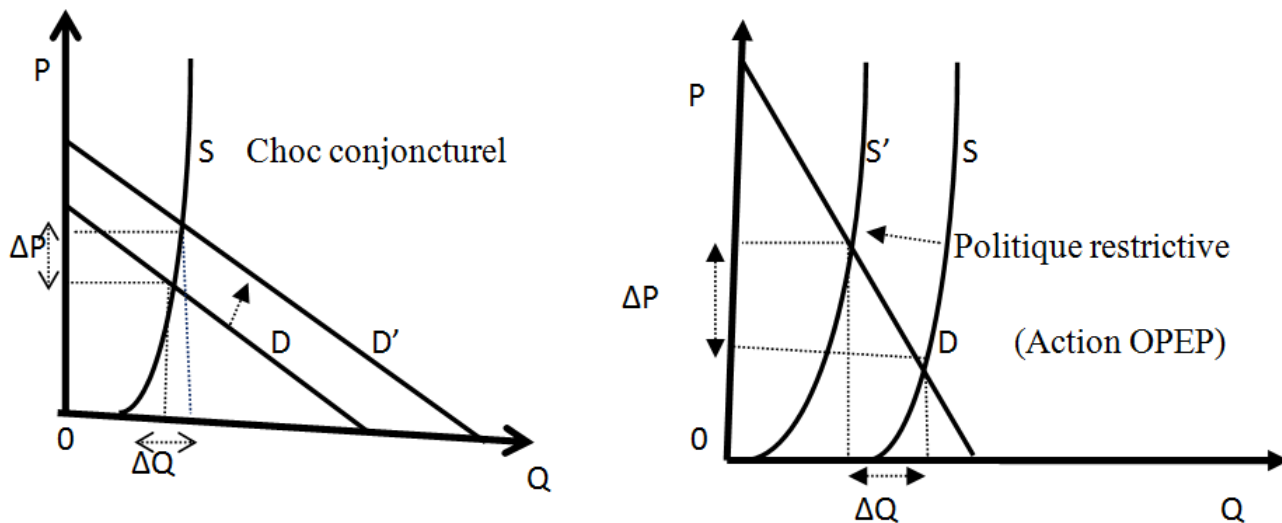
des droits de propriété. Ils notent qu'une hausse des prix à l'international est un signal pour les États producteurs de ces ressources qui devraient instaurer des taxes ou des droits d'accès aux RN plus élevés dans l'objectif de dissuader les exploitants et limiter la ruée sur les ressources. Cependant, [Davis \(2010\)](#) indique que le modèle de Hotelling ne peut pas fournir une explication satisfaisante à la flambée des prix des matières premières dans la mesure où il ne prend pas suffisamment en compte les spécificités liées au marché des ressources finies telles que la concurrence imparfaite liée à l'oligopole détenu par quelques pays exportateurs de ces ressources. Conclure sur ces évidences empiriques – qui mettent en évidence une hausse continue à la fois des quantités de RN demandées et de leurs prix – semble remettre en cause les fondamentaux de la théorie microéconomique à savoir que la demande d'un bien décroît avec son prix. Qu'en est-il réellement ?

L'explication par la rigidité de l'offre et de la demande des RN

Les fondements microéconomiques peuvent servir d'explications à la volatilité des prix des RN. Quelque soit l'horizon temporel envisagé, les élasticités prix de la demande des RN sont faibles. Elles varient, selon le type de RN, entre 0,05 et 0,3 à court terme et entre 0,2 et 0,9 pour le long terme ([Hamilton, 2008, 2009](#)). Les tests ont également confirmé cette rigidité du côté de l'offre ([Smith \(2009\)](#); [Van der Ploeg \(2011\)](#)) montrent par exemple que les élasticités d'offre de court terme et de long terme sont respectivement de l'ordre de 0,02 et de 0,1).

Théoriquement, cette faible élasticité s'explique par le fait que la plupart de ces ressources sont indispensables au fonctionnement de toute économie. En effet, les élasticités étant inférieures à 1, tout accroissement du prix de la ressource se traduit par une baisse moins que proportionnelle de la quantité offerte ou demandée. L'offre étant rigide à court terme (investissements lourds, temps de prospection et de mise en exploitation relativement long), voire à long terme – à cause du caractère épuisable des ressources extractives – un choc extérieur occasionnant une demande supplémentaire en ressources naturelles entrainera une hausse des prix de celles-ci. Pour certains, cette caractéristique de la ressource offre un oligopole naturel orchestré par les pays détenteurs de ces ressources qui peuvent de façon délibérée provoquer la flambée des prix via une politique restrictive à l'exportation. C'est du reste l'une des motivations majeures pour la formation d'un cartel au sein des pays de l'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole (OPEP). En conclusion tout choc qui s'opère, que ce soit des agissements des producteurs ou du fait des importateurs, se traduit par une hausse beaucoup plus importante des prix afin de rétablir l'équilibre comme illustre la Figure 2.7.

Figure 2.7 – Courbes d'offre et de demande des Ressources Naturelles



Source : Auteur

L'élasticité-prix est donnée par l'expression suivante : $e_p = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \times \frac{P}{Q}$. Comme les variations ΔQ des quantités de ressources naturelles sont inférieures aux variations ΔP des prix de ces dernières ($\Delta Q < \Delta P$) (Figure 2.7), il vient que les élasticité-prix de la demande et de l'offre sont toutes inférieures à l'unité ($e_p < 1$). Les quantités demandées ou offertes sont très peu sensibles aux variations (spectaculaires) des prix et les ressources naturelles sont dites « biens essentiels ».

L'explication par les interventions publiques

Une autre explication à la volatilité des prix des RN porte sur l'utilisation de plus en plus marquée des instruments de régulation de l'activité économique. Suivant les priorités des pays, les États peuvent adopter, selon leur convenance, des politiques qui peuvent avoir des effets plus ou moins directs sur les effets attendus des échanges internationaux. Nous présentons dans cette section, quelques uns de ces instruments.

La taxe à l'exportation : un pays peut décider de protéger son secteur industriel. Dans ce cas il peut faire usage d'une taxe à l'exportation. Lorsque le secteur privé national est exportateur net, cette taxe peut s'avérer efficace pour l'État et pour le secteur privé national dans l'hypothèse où les recettes tirées de l'exportation des ressources sont supérieures aux achats d'autres biens extérieurs. En taxant les exportations, l'État incite le secteur à commercer avec les autres secteurs intérieurs utilisant la ressource. La taxe à l'exportation est perçue au niveau national comme l'équivalent d'une subvention aux importations. Ainsi, la taxe réduit le prix de ces produits comparativement à son prix extérieur. Ce qui facilite la plus grande accessibilité aux usagers

de ces ressources. La taxe permet donc de relancer toute l'économie grâce aux effets d'entraînement. Dans un premier temps, la taxe protège la ressource nationale contre la ruée extérieure. L'industrie nationale étant peu développée, le marché intérieur à lui seul ne peut pas constituer une menace d'extinction de la ressource. Cependant, dans le long terme, la situation avantageuse (taxe dissuasive à l'exportation) pour les industries locales peut attirer d'autres entreprises dans le pays afin de bénéficier des effets d'aubaine. A partir de ce moment, la politique peut avoir des effets indésirables à l'échelle nationale, provoqués par des distorsions que la taxe à l'exportation crée. Aussi, la politique peut encourager à la fois une surconsommation de la ressource au niveau local et une inefficacité des industries nationales qui peuvent fournir peu d'efforts pour rentabiliser le secteur alors que l'ouverture à la concurrence permettrait de ne retenir que les plus efficaces. Lorsque les États font recours à la taxe à l'exportation, l'offre des RN sur le marché international réduit entraînant une hausse des prix de ces ressources. Empiriquement, [Giordani *et al.* \(2012\)](#) montrent qu'une politique restrictive à l'exportation des RN par une baisse de 1% des exportations mondiales se traduit par une hausse des prix mondiaux de 1,1%. L'OMC rappelle que cette pratique contraire aux clauses sur le commerce international, est dans ces dernières années plus marquée probablement expliquée par l'émergence de la Chine dans les échanges internationaux ([WTO, 2011](#)). Pour l'organisation, la soutenabilité des ressources non renouvelables devient dès lors problématique dans la mesure où les politiques de restriction à l'exportation encouragent la délocalisation des industries à proximité de ces ressources avec une demande devenant de plus en plus accrue des secteurs qui les utilisent.

Du point de vue du bien-être global, la volatilité des prix des matières premières engendrent des phénomènes inflationnistes dont la conséquence sur les ménages est la baisse de leurs pouvoirs d'achat ; les marchés des RN et des matières premières entretenant le plus souvent des liens étroits avec le marché de biens de consommation finale dont les produits alimentaires. [Ruta et Venables \(2012\)](#) montrent que les effets de la volatilité des prix des RN diffèrent selon que le pays est exportateur ou importateur. En effet, si dans les pays importateurs cette inflation est souvent perçue comme une inflation importée – donc conjoncturelle – dans les pays exportateurs, elle est d'ordre structurel et dont les effets peuvent perdurer.

En tout état de cause, le choix d'un instrument de politique économique visant à réguler l'économie nationale avec le reste du monde est intimement lié aux priorités du pays. Le choix se fonde également – s'il est rationnel – sur un calcul de gain espéré dans l'échange mondial. Ainsi, les politiques s'opèrent en comparant les gains potentiels qui résulteraient de l'ouverture de l'économie nationale au monde extérieur et les pertes éventuelles encourues ([Carrère *et al.*, 2012](#)). Ce qui suppose qu'une politique intelligente opérerait une politique mixte : une ouverture à l'échange international des secteurs compétitifs et une politique protectionniste des secteurs encore fragiles, stratégiques ou en difficultés.

Les risques et incertitudes dans le secteur : une des raisons évoquées pour justifier la volatilité des prix des RN est le degré élevé de risque et de l'incertitude liés aux investissements dans le secteur (Thiombiano, 2004, p.250-265). Si le risque est un facteur aléatoire lié à une situation dont on a une certaine connaissance de la probabilité de réalisation de l'événement, l'incertitude elle, est un événement dont la probabilité de réalisation est inconnue. Et c'est pourtant la caractéristique singulière du secteur des RN en particulier celles épuisables pour des raisons multiples. Le secteur des RN nécessite des investissements très lourds. Les investissements dans la phase de prospection sont très coûteux et rien ne garantit à priori que ces investissements colossaux aboutissent à des découvertes évidentes de gisements. Ces risques peuvent augmenter avec les catastrophes naturelles qui sont imprévisibles. Aussi, les zones d'extractions minières en l'occurrence sont également le théâtre des instabilités politiques (embargo, coups d'État, etc.), du commerce illicite avec le développement d'un terrorisme international où les militants se recrutent parmi les groupes armés ou auprès des rebellions locaux. Dans ces conditions, lorsqu'un investisseur demande un prêt auprès des établissements financiers à des fins d'investissements, ces éléments sont pris en compte dans le calcul des taux d'intérêts. Plus l'incertitude et le risque sont élevés, plus le risque de non solvabilité est également élevé et donc les taux d'intérêt proposés le sont également. En outre, dans bien de cas, les fonds d'investissements de long terme sont levés sur des marchés financiers. Il existe donc une relation étroite entre le marché des matières premières et celui financier. Or, le marché de matières premières est reconnu être le marché de spéculation par excellence. Il se passe donc que les spéculations à la hausse sur ce marché ont des répercussions directes sur le cours des actions des entreprises extractives cotées en bourse. Par ailleurs, les incertitudes technologiques peuvent également impacter les prix de la RN aussi bien à court terme que sur le long terme. En effet, c'est un secteur qui nécessite de la R&D en permanence. Et une découverte technologique rendant l'exploitation de la ressource plus efficace ou son utilisation plus efficiente (par l'optimisation de l'utilisation de la ressource dans la production des biens finaux) peut profondément bouleverser le prix de la ressource dont il est question. A ce titre, on peut citer le cas du recours très large à l'utilisation des fibres optiques en lieu et place du cuivre alors que des incertitudes planaient sur l'avenir de cette technologie. Cette technique de substitution a eu un effet à la baisse considérable de la demande du cuivre (Thiombiano, 2004, p.252) et partant de son prix. Enfin, la prise de conscience des risques irréversibles sur l'environnement que l'exploitation de certaines ressources peut engendrer et influencer elle aussi, à un moment donné, le prix de la ressource considérée. C'est le cas typique de l'uranium au Niger ou des centrales nucléaires de Fukushima au Japon (suite à la catastrophe de 2011). Les incertitudes quant à la maîtrise des centrales nucléaires notamment dans la phase de démantèlement en France a fait baisser considérablement le cours de l'uranium nigérien au profit des énergies renouvelables estimées plus propres, bien que l'uranium nigérien soit exploité par un

quasi-monopôle.

L'explication par les fluctuations des taux de change : Pour rappel, les échanges internationaux sont rendus possibles ou du moins sont facilités par la mise en place des régimes de change (fixe ou flexible) entre les pays partenaires. Selon [Turner *et al.* \(2011\)](#), le régime de change intercontinental (euro/dollar ou euro/yen ou encore CFA/yuan), une des composantes du change flexible, fluctue énormément suivant le cours du pétrole. Ces auteurs indiquent que le volume de pétrole échangé au titre des consommations a augmenté de 8,45 fois en 2009 par rapport à celui de 1994. Cette hausse de consommation a été favorisée par une variation du change intercontinental qui lui est favorable. Dans cette analyse, l'effet induit est la hausse de la consommation des hydrocarbures mais il n'est pas exclu d'envisager que la hausse du prix du pétrole soit également influencée par cette fluctuation du change. Ce pressentiment est d'autant soutenable que des études ont montré que le taux de change réel est très sensible aux exportations des ressources ([Van der Ploeg, 2011](#)) et par ricochet à leurs prix. [Korhonen et Juurikkala \(2009\)](#) ont trouvé que l'élasticité entre le taux de change réel et le cours du pétrole est comprise entre 0,4 et 0,5. Ce qui laisse présager la relation inverse c'est-à-dire qu'une modification du taux de change aura, selon ces prédictions, une répercussion sur les prix des ressources naturelles en général et celles destinées à l'exportation en particulier. [Hugon \(2013b\)](#) note pour sa part qu'à l'exception du cartel OPEP, la plupart des pays exportateurs de RN et de matières premières, pris individuellement, sont des price-takers c'est-à-dire qu'ils subissent les prix de leurs produits, déterminés sur des marchés internationaux. Dans de telles conditions, des politiques de change (dépréciations compétitives du taux de change entre les pays émergents et les pays occidentaux par exemple) ont des effets indésirables sur les prix de ces matières et RN en ce qu'elles provoquent des surprix ou des phénomènes inflationnistes plus précisément de l'inflation importée expliqués par la rigidité de la demande de ces produits.

2.4 Quelles réponses à la volatilité des prix et à la malédiction des RN ?

2.4.1 La règle de l'investissement durable et le lissage de recettes budgétaires

Comme il est démontré que les fluctuations des cours des ressources naturelles sont difficilement prévisibles ([Gelb, 2010](#); [Hamilton, 2009](#); [Ruta et Venables, 2012](#); [Van der Ploeg, 2011](#)), une politique de stabilisation budgétaire pendant les phases d'expansion

sion⁵⁶ et de ralentissement des cours des ressources naturelles exportables demeure la politique la plus prudente (Collier, 2014). C'est du reste la condition posée par les économistes néoclassiques. En effet, « pour que les ressources naturelles leur permettent d'accélérer la croissance et de résorber la pauvreté, les pays qui en sont richement dotés doivent trouver un juste équilibre entre dépenses et investissement. » (Geiregat et Yang, 2013). La politique de stabilisation budgétaire s'opère au travers des lissages de la demande globale en période d'expansion en constituant une épargne conséquente à même de faire face à la récession future. Concrètement, il s'agit de faire en sorte que la politique budgétaire n'épouse pas les rythmes de variation des cours des ressources naturelles exportables qui sont, rappelons le, très volatiles. Il s'agit donc d'utiliser les recettes perçues en période d'expansion pour dynamiser l'épargne intérieure par le lissage des dépenses publiques indépendamment de la volatilité des recettes. Cette politique endogène par la dynamisation de l'épargne intérieure semble bien adaptée aux économies en développement contrairement à la méthode dite de « revenu permanent » défendue par (Collier, 2014) - qui consiste à épargner ou à investir dans des avoirs financiers extérieurs et à consommer à chaque période, un pourcentage constant de ressources, égal au rendement implicite du patrimoine total en RN - elle, adaptée aux économies avancées et qui, maladroitement le plus souvent est souvent proposée aux PED riches en ressources naturelles en réponse à la manifestation de la malédiction des RN. La politique de lissage et d'épargne intérieure est donc un arbitrage douloureux à opérer eu égard aux besoins pressants nécessitant des augmentations substantielles de dépenses publiques immédiates pour satisfaire les besoins des populations. Cette politique est difficile à mettre en œuvre et à défendre devant des populations impatientes de voir leurs conditions socioéconomiques s'améliorer. En d'autres termes, la réussite d'une telle politique requiert que les pouvoirs publics et les populations aient une même vision, celle de long terme, leur permettant de consentir ensemble de tels sacrifices.

Même si une telle politique est mise en place, à très long terme, les pays exportateurs de ressources épuisables ne seront à l'abri des effets de fluctuations économiques qu'en diversifiant leurs sources d'exportation en opérant des investissements de la rente de situation dans des secteurs productifs et stables. Dans ce sens, Berg *et al.* (2013) proposent un outil d'investissement durable des recettes issues de l'exploitation des ressources naturelles. C'est un outil de stabilisation du cadre macroéconomique des pays pauvres et riches en ressources naturelles. L'outil vise à quantifier et à planifier les rythmes d'augmentation de l'investissement sans heurts. Ce faisant, Berg et ses co-auteurs se servent des effets vertueux de l'investissement public sur la croissance à travers le multiplicateur keynésien pour soutenir leur proposition. Ensuite, les auteurs tiennent compte de la volatilité des recettes des ressources naturelles. Ils éta-

56. En période d'expansion, les pouvoirs publics doivent constituer un fonds de stabilisation en prévision des moments difficiles (récession, chocs extérieurs négatifs, épuisement du gisement ou extinction de la ressource). Le volume de ce fonds sera d'autant plus important que la ressource qui le génère a une durée d'épuisement plus brève ou que ses cours sont plus volatiles et persistants.

blissent alors deux scénarios ; un pessimiste (période de récession dans l'exploitation de la ressource) et l'autre optimiste correspondant à la phase expansionniste du secteur. Enfin, les auteurs intègrent dans leurs scénarios plusieurs facteurs, avec des poids différents, susceptibles de compromettre les effets vertueux escomptés de l'investissement sur la croissance. Pour cela, ils supposent entre autres que si les dépenses d'investissement augmentent trop rapidement, le processus sera moins efficace étant données les contraintes liées aux capacités d'absorption de l'économie, elles-mêmes expliquées par les pénuries d'approvisionnement (à ce premier stade, le pays n'a pas encore assis une industrie industrialisante en amont et en aval du secteur de la ressource naturelle), la capacité de gestion limitée et la faiblesse des institutions. A l'inverse, un accroissement graduel de l'investissement a l'avantage d'éviter le syndrome hollandais en donnant aux décideurs publics le temps d'améliorer la capacité d'absorption de leurs structures économiques (mise en place des pôles de croissance, renforcement des secteurs de soutien à la production notamment les infrastructures de transport qui sont encore de moins de 10% et de 1% respectivement pour le réseau routier et les lignes téléphoniques dans les PED), et accroître la qualité institutionnelle et de la gouvernance dans son ensemble. A partir de ces hypothèses, [Berg et al. \(2013\)](#) analysent les trajectoires probables de l'économie du pays dans une perspective de long terme. De façon pratique, l'outil permet d'évaluer le volume d'investissement public nécessaire compatible avec la ou les trajectoires les plus souhaitables. Les recettes des ressources naturelles étant réparties entre épargne intérieure à des fins d'investissement et consommation inter temporelle, l'outil d'investissement durable permet d'affecter de manière efficace et durable la manne céleste. C'est sous ces conditions qu'on pourrait convertir les « symptômes » de la malédiction en des « lubrifiants » de bénédiction. L'outil a été implémenté en Angola en 2013 sous l'égide du Fonds Monétaire International (FMI). Les projections indiquent que lorsque les cours sont peu volatiles (scénario optimiste), le PIB hors pétrole de l'Angola peut dépasser, à court terme et à moyen terme, le PIB enregistré par le pays avant la période d'implémentation de l'outil. En revanche, si un choc pétrolier semblable à la crise de 2008-2009 venait à impacter l'économie angolaise, la croissance de l'investissement et de celle du PIB hors pétrole seraient durement compromises. Cet outil, contrairement aux politiques antérieures notamment les PAS, pose des analyses plus objectives en exprimant explicitement les vertus de l'outil sans toutefois oublier de mentionner les limites de celui-ci. Par exemple, les analystes soulignent que les mécanismes stabilisateurs de l'économie doivent être suffisamment pensés pour éviter les effets néfastes d'une spécialisation « prématurée » en la ressource abondante ([Gelb, 2010](#)). [Haussman et Roberto \(2003\)](#) ont aussi démontré qu'une politique de taux de change très volatiles, incitent les investisseurs frileux à se déporter dans des secteurs de biens non exportables (l'immobilier par exemple) faisant en sorte que les prix de ces biens domestiques deviennent également très volatiles voire plus, conduisant à un recule de la croissance globale de l'économie. En fait, la volatilité (à la fois des prix

des biens domestiques et des ressources exportables) augmente parce que les variations des prix relatifs n'affectent que la demande relative des biens exportés et domestiques (cf. Figure 2.7 supra). Or, on a établi un lien étroit entre taux de change réel et prix extérieurs (voir Korhonen et Juurikkala, 2009). Lorsque que la spécialisation est faite de façon graduelle avec un cadre macroéconomique stable, la réaction de l'offre face à ces rentes de situation – rente liée à l'explosion des cours des ressources et à l'augmentation simultanée et spontanée des prix des biens non échangeables – est quasi-nulle. Harding et Venables (2010), dans leurs estimations, évaluent à 30% le taux d'épargne minimal et une baisse de 35 à 70% de la production des biens non échangeables (ce qui revient à augmenter dans les mêmes proportions le volume des biens exportables) pour convertir la malédiction des ressources naturelles en une bénédiction favorisant un développement harmonisé.

2.4.2 Les initiatives pour la transparence

La corruption et la mauvaise administration des recettes minières sont parmi d'autres des symptômes de la malédiction des ressources naturelles. Les organisations de la société civile notamment les organismes internationaux s'engagent de plus en plus dans le combat contre ces phénomènes. Au nombre de ces organisations non gouvernementales (ONG), on a entre autres le Global Witness et l'Extractive Industries Transparency Initiative, EITI, (l'Initiative pour la Transparence dans l'Industrie Extractive, ITIE). Le Global Witness tout comme l'ITIE sont des ONG britanniques. Le Global witness fut la première initiative qui a sensibilisé l'opinion publique à avoir un œil plus regardant dans l'exploitation des ressources naturelles mais également et surtout l'utilisation des revenus y afférents par les pouvoirs publics. Elle est l'initiatrice de la campagne « Publiez ce que vous payez » (PCQVP) lancée en 2002. Cette campagne vise à inciter aussi bien les entreprises minières que les sociétés d'État à rendre compte de la façon dont les ressources naturelles sont exploitées, sur quelles clauses et de ce qui est fait des retombées de l'exploitation des ressources. Les publications conjointes des acteurs engagés dans ces initiatives pour la transparence et la redevabilité devraient permettre de consolider les comptes de part et d'autre des parties prenantes. Les comptes consolidés font ensuite l'objet de vérifications par au moins un organisme multi-partite indépendant et accrédité par le Witness ou par le FMI. L'ONG entend ainsi exercer une pression sur les acteurs influents intervenant dans les contrats d'exploitation des ressources naturelles qui, à leur tour exigeront plus de transparence et des comptes rendus à la population et à l'opinion publique par les autorités des pays concernés.

Le caractère international de ces initiatives a suscité un peu plus d'attention de la part des pays producteurs des ressources extractives. En effet sur 54 pays concernés dans le monde, 21 gouvernements ont effectivement rejoint l'initiative entre 2003 et 2006, soit un peu plus de 38% en trois ans. Cependant, seuls deux d'entre eux ont réel-

lement publié des rapports audités (Carbonnier, 2013). Il s'agit du Nigeria et de l'Azerbaïdjan. Carbonnier ajoute que même dans ces rares exceptions, la transparence voulue par l'ONG n'est pas acquise. Alors que l'ONG recommande des publications faisant ressortir clairement des chiffres pour chaque paiement et chaque encaissement, classés par entreprise et par type de revenus, comme l'a fait le Nigeria, les comptes publiés sont pour la plupart opaques. Aussi, les clauses de confidentialité ne permettent pas non plus de disposer des contrats d'investissement conclus entre les sociétés étrangères et les gouvernements hôtes. L'ONG Human Rights Watch sur investigation estime qu'entre 1997 et 2002, plus de 4 milliards de dollars issus des revenus pétroliers de l'État ont « disparu » des coffres angolais, soit un montant presque égal au total des dépenses du gouvernement consacrées aux services sociaux durant la même période (Human Rights Watch, 2004)⁵⁷. A l'échelle du continent africain, le montant des sommes détournées et placées de manière illicite hors du continent atteint les 50 milliards de dollars en 2014 et un montant cumulé de 854 milliards de dollars entre 1970 et 2008 selon le rapport de la CNUCED (2016, p.133). Le manque de traçabilité des rentes rend ainsi donc la vérification quasi impossible. Pire dans certains pays, certains représentants et les organismes indépendants de vérification font l'objet de menaces d'intimidation de la part de certains lobbies du secteur. La révélation de tels constats tend à soutenir que l'approche collaborative incluant au premier plan les leaders influents du secteur de l'industrie extractive reste encore un idéal loin de la réalité, tant les conflits d'intérêts sont très ouverts et parfois très violents. Au regard des comportements non coopératifs de certains acteurs du secteur minier, nous sommes sceptiques quant à la capacité du caractère volontariste de ces initiatives nobles à assainir le secteur. Ainsi des dispositions législatives et juridiques contraignantes au niveau de chaque pays signataire sont donc des compléments indispensables au renforcement de ces initiatives internationales. Le nouveau Code minier du Burkina Faso (2015) qui institue le contrôle parlementaire sur les contrats miniers est à ce titre un début symbolique salubre. On peut souhaiter mieux en ce que la loi permette une possibilité de dénonciation et de recours direct par les citoyens eux-mêmes pour des cas de corruption et de détournements de deniers publics avérés auprès des instances habilitées à traiter ces questions de transparence.

2.4.3 La notion du développement pro-pauvres⁵⁸

57. Human Rights Watch (2004) In « Some Transparency, No Accountability : The Use of Oil Revenue in Angola and Its Impact on Human Rights », <http://www.hrw.org/reports/2004/01/12/some-transparency-no-accountability>

58. La notion du « développement pro-pauvres », conceptualisée récemment par développement inclusif dérive de celle de « croissance pro-pauvres » qui met l'accent sur les possibilités que peuvent avoir les hommes et les femmes les plus pauvres de participer et contribuer à la croissance économique et d'en bénéficier. Il peut être mesuré par l'accroissement des revenus et actifs des ménages les plus pauvres (OECD, 2009), l'amélioration de leurs conditions de vie au quotidien par le renforcement et l'amélioration des infrastructures de base (construction de centres d'éducation et d'alphabétisation, infrastructures sanitaires, accès à l'eau potable et à l'assainissement, désenclavements et mobilité...)

Dans les pays pauvres, la croissance économique et le développement sont fortement liés à la fois à l'abondance des ressources naturelles communes et à leur utilisation dans la mesure où les moyens de subsistance des populations en dépendent fortement. En effet, de nombreuses populations rurales démunies en tirent des aliments, du fourrage, des combustibles, des matériaux de construction, des plantes médicinales et des revenus. L'inventaire des richesses des pays en 2006 par la Banque Mondiale, fait ressortir que la part du capital naturel dans la richesse totale des pays pauvres est beaucoup plus importante qu'elle ne l'est dans les pays développés (cf. [Hamilton *et al.*, 2006](#)). Cette mise en évidence renforce l'idée que la survie des populations des pays pauvres en particulier celles rurales dépend fortement de ce capital naturel. Dans ces conditions, la gestion et la participation active des populations vivant dans les zones où les ressources naturelles sont exploitées devient un enjeu important. Le recours de plus en plus courant de nouvelles formes de revendication⁵⁹ de la part des populations riveraines témoigne que l'enjeu démocratique et surtout l'enjeu lié à la transparence dans l'exploitation des RN touche à la fois les intérêts des pouvoirs publics (grognés sociaux et sanctions électorales) et des sociétés opérantes (capital investi). Du point de vue de la soutenabilité de la ressource, l'appropriation des RN par les populations locales a l'avantage d'éveiller la conscience écologique chez ces dernières. En effet, tout comme le capitaliste veille à la rentabilité de ses capitaux investis, les populations ont tendance à opérer une gestion efficiente des ressources naturelles qui constituent à la fois des actifs et des facteurs de production pour elles lorsqu'elles sont impliquées dans les comités locaux de gestion de ces ressources. Cependant, une gestion efficace des RN ne serait rendue possible que si l'État définit clairement les droits de propriétés ou de concessions ([OECD, 2009](#)) encore faut-il que l'État lui-même en soit le véritable propriétaire (voir [Fischer, 1962](#); [Hugon, 2009](#); [Jalée, 1975](#); [Koulibaly, 2008](#)).

2.4.4 Le développement économique par la croissance dés-équilibrée

Si l'implication des populations riveraines dans la gestion des ressources naturelles et de l'utilisation des revenus issus de ces ressources permettent d'améliorer les conditions de vie de ces dernières, la question reste posée à l'échelle nationale. Comment les populations des régions défavorisées (dépourvues de ressources exploitables) bénéficieront-elles des retombées économiques des zones où les ressources naturelles sont exploitées ? La concentration des activités liées aux ressources naturelles ne développera-t-elle pas des inégalités régionales qui accentueraient la pauvreté et occasionneraient la balkanisation du pays suite à des tensions ou conflits ouverts ? A ces inquiétudes, [Hirschman](#)

grâce aux revenus ou rentes tirés de ces ressources et surtout leur implication dans la vie économique (autonomisation), politique (représentativité) et sociale (inclusion).

59. Il s'agit des manifestations sociales avec destruction des biens privés notamment les installations des entreprises minières.

(1965) proposait des éléments de réponse à travers son modèle de croissance déséquilibrée. Pour l'auteur, les disparités géographiques ou régionales doivent être corrigées par des mécanismes de transferts ou des redistributions par l'État central. Son approche fonde sur l'idée que la croissance utile⁶⁰ et le développement doivent être tirés par des bassins présentant des potentialités économiques et de développement capable d'enclencher des effets d'entraînement sur les autres secteurs et régions de l'économie nationale. Les régions riches en ressources naturelles constituent au sens d'Hirschman un pôle de croissance. Chaque zone potentielle devra se spécialiser dans la production utilisant les potentialités du terroir y compris l'emploi de la main d'œuvre locale sur toute la chaîne de valeurs de production. Le développement global du pays s'opère grâce à la diffusion des effets externes. Lorsque les politiques sont bien pensées et bien intégrées, les effets de diffusion s'opèrent au travers des canaux traditionnels identifiés dans les politiques économiques : un cadre institutionnel bien établi encourage l'afflux d'investissements directs étrangers (IDE) (OECD, 2009) qui, à leur tour contribuent à augmenter le capital productif du pays ; l'emploi y est stimulé grâce à l'embauche des nationaux (pas forcément dans le secteur extractif qui nécessite le plus souvent un personnel doté d'une certaine expertise). Les recettes publiques perçues grâce aux taxes et redevances versées par les industries extractives dans un premier temps servent à accroître les investissements dans les secteurs sociaux comme l'éducation, la santé, l'accès à l'eau potable et à l'importation de la technologie (cf. modèle néo-factoriel section 2.5 du chapitre). Les réserves en devises améliorent les comptes extérieurs du pays. Les innovations sont également essentielles dans ce processus de développement. Et comme les IDE s'accompagnent le plus souvent d'un transfert de technologie, ces transferts technologiques peuvent s'avérer bénéfiques aux autres secteurs de l'économie du pays receveur grâce aux effets de diffusion. En outre, l'adoption de ces technologies est rendue possible grâce au processus de « learning by doing » (Hellier, 2012). Des études indiquent que des investissements de quelques pourcentages des rentes dans les secteurs comme la santé et l'éducation induisent des revenus de long terme importants (Carbonnier, 2013). A titre d'exemple, la Bolivie a vu ses revenus dérivés du pétrole et du gaz passer de 448 millions de dollars US en 2004 à 1,531 milliard⁶¹ de dollars US en 2006, soit 3,4 fois plus du fait de la redistribution des bénéfices convenue dans les contrats après 2005. Mais excepté ces rares cas de réussite, les opportunités et les effets d'entraînement économique qu'offre l'exploitation des ressources naturelles, en particu-

60. La croissance utile se distingue de la croissance classique. La croissance utile est fondée et justifiée par la satisfaction de besoins. Elle réalise les besoins exprimés au moyen d'un système productif reposant sur l'économie réelle. La croissance classique dominante du XXI^{ème} siècle, qu'elle soit désirable (accumulation sans but louable ou non sensée) ou non désirable est essentiellement motivée par des logiques de destruction créatrice. Les moteurs de ce type de croissance démesurée sont l'économie de guerres, de la drogue, des stupéfiants, l'industrie de l'armement, ou encore les processus de production non vertueux, la croissance résultant de l'augmentation de la production liée à la construction des prisons ou de l'industrie des médicaments antidépresseurs, etc.

61. CEDLA, sur la base des chiffres officiels de l'« Unidad de Política Fiscal » du gouvernement bolivien. <http://www.cedla.org/>

lier l'industrie extractive, en tant que stimulants d'autres activités économiques ne sont pas aussi largement répandus qu'ils pourraient l'être. Pour que ces ressources puissent jouer leur rôle de moteurs de développement durable, des conditions s'imposent à leur gestion et les États, à travers leurs institutions, doivent garantir ce cadre. En effet, l'OCDE relevait que « les médiocres résultats de nombre d'économies richement dotées en ressources naturelles tiennent peut être moins à l'abondance de ces ressources qu'aux lacunes institutionnelles de leur gestion, et aux lacunes des structures de propriété et de contrôle, à commencer par les monopoles détenus ou contrôlés par l'État. » (OECD, 2009, p.34).

Hugon (2013b) pour sa part insiste sur le fait que la sauvegarde de l'environnement est une condition de survie des populations vulnérables au regard de leurs dépendances vis-à-vis de la nature – dépendance économique : la nature offre une gamme d'activités génératrices de revenus telles que les produits forestiers non ligneux ; dépendance alimentaire : en milieu rural, la forêt remplace le jardin potager du citadin ; dépendance en matière de santé : rôle prépondérant de la pharmacopée et de la médecine traditionnelle et dépendance culturelle : les forêts abritent les lieux touristiques et les sites sacrés des peuples riverains – et que par conséquent sa non prise en compte dans les dispositifs de gestion intégrée peut produire des résultats indésirables.

2.5 Essai théorique sur la solution au paradoxe africain : le modèle de spécialisation néo-factorielle à deux phases ⁶²

2.5.1 Faits stylisés et règle de spécialisation

L'abondance en Ressources Naturelles (RN) et en produits agricoles semble justifier les exportations exclusives de l'Afrique en matières premières. De fait, les produits agricoles représentent 25% du PIB africain. L'Afrique détient en moyenne 52% des réserves mondiales en RN selon une étude de la Banque Africaine de Développement (BAD) ⁶³, réparties comme suit : environ 12 % des réserves pétrolières mondiales ; 40 % des réserves mondiales d'or ; 85 à 95 % des réserves de métaux du groupe du chrome et du platine ; 85 % des réserves de phosphate ; plus de 50 % des réserves de cobalt ; et un tiers des réserves de bauxite. Selon le modèle HOS de dotation factorielle ou des avantages relatifs de Ricardo, chaque pays gagne à l'échange international en se spécialisant dans la production et l'exportation des biens qui utilisent le plus de fac-

62. La notion de « spécialisation néo-factorielle » renvoie à l'introduction du capital naturel comme nouveau facteur de production, d'où le préfixe « néo » dans le modèle traditionnel de spécialisation de production de biens échangeables.

63. <http://www.afdb.org/fr/annual-meetings-2013/programme/africa%E2%80%99s-natural-resources-what-is-the-agenda/>

teur dont le pays est relativement bien doté. L'indice de spécialisation⁶⁴ permet de vérifier la conformité des faits d'échange international de l'Afrique aux prédictions des modèles de spécialisation. En notant M les matières premières agricoles et RN et m les produits finis, et en notant X les exportations du continent et IM ses importations, on peut calculer l'indice de spécialisation IS de l'Afrique. Selon les prédictions du modèle HOS, le rapport des exportations des biens M et $m(\frac{X_M}{X_m})$ est supérieur au rapport $\frac{IM_M}{IM_m}(\frac{X_M}{X_m} > \frac{IM_M}{IM_m})$ du fait de son abondance en M . Il vient que $\frac{IM_M}{IM_m} / \frac{X_M}{X_m} \leq 1$. Autrement dit, l'Afrique exporte plus de matières premières qu'elle n'en importe. En appliquant les données sur l'évolution du commerce international de 1980 à 2012 de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), on constate que l'indice de spécialisation de l'Afrique vaut $IS = 0,699$. Ce résultat est en accord avec les prédictions des modèles de spécialisation. Cependant, les modèles de spécialisation justifieraient-ils réellement les choix d'exportations exclusives de matières premières agricoles et de ressources naturelles de l'Afrique ? Plus évident que cela ne puisse paraître, il est difficile de valider les choix d'exportation des matières premières sur la base des fondements des modèles traditionnels des avantages relatifs (Ricardo) et de dotation factorielle (HOS) pour au moins deux raisons. D'abord, parce que ces modèles fondent leur analyse sur des biens manufacturés échangeables et non sur des matières premières. Il y a gains relatifs lorsqu'il s'agit d'échange de produits finis ou semi-finis générateurs de la valeur ajoutée. Ensuite, on peut relever une contradiction entre les faits stylisés de l'Afrique et les prédictions des modèles de spécialisation. En effet, ces modèles de spécialisation dans l'échange international prévoient que tous les pays participant à l'échange international de marchandises y gagnent. Il n'y a donc pas de perdant. Or, l'Afrique y perd plus qu'elle n'en gagne. Pour s'en convaincre, il suffit de calculer un indice de gains commerciaux⁶⁵ (IGC) défini de la manière suivante : $IGC = \sum_{j=1}^p (\frac{X_{net}^{AF}}{IM_{net}^{AF}})$ avec X_{net}^{AF} les exportations nettes et IM_{net}^{AF} les importations nettes en produits $j; j = 1, \dots, p$ produits échangeables exprimées en valeurs (dollars US). Si l'échange international est favorable à l'Afrique alors, $\frac{X_{net}^{AF}}{IM_{net}^{AF}} > 1$. En d'autres termes, un indice $IGC > 1$ signifie que les exportations des matières premières sans transformation permettent à l'Afrique d'importer de ses partenaires commerciaux les biens manufacturés et les biens d'équipement qu'elle ne produit pas. Son échange avec le reste du monde lui est dans ce cas enrichissant. En utilisant les données de l'OMC, on se rend compte que l'indice

64. L'indice de spécialisation en matières premières est défini par les rapports relatifs en importations (exportations) des matières premières (RN et produits agricoles) M et des produits finis m . $IS = \frac{M_M/M_m}{X_M/X_m}$. L'Indice de spécialisation s'inspire de la logique de calcul du coefficient de spécialisation de Leontief et s'interprète de la même manière c'est-à-dire qu'un pays exportant plus des biens intensifs en facteur dont il est le plus pourvu a un $IS < 0$. Autrement dit, si un pays a un $IS < 0$, alors il se spécialise et exporte les biens intensifs en facteur dont il est le bien pourvu.

65. Nous privilégions l'Indice des Gains Commerciaux (IGC) à celui des termes de l'échange (ITE) du fait que les termes de l'échanges sont déterminés par des variables exogènes, notamment les prix internationaux des biens échangeables alors que l'IGT rend compte de la structure des économies étudiées.

$IGC = 0,709$. Ce résultat indique qu'au moins 30% des gains escomptés par l'Afrique à l'échange international des biens échangeables sont évincés par ses partenaires commerciaux. Les exportations brutes de matières premières de l'Afrique sont, au regard de ce résultat, un choix de spécialisation appauvrissante dans la mesure où elle est obligée d'exporter plus pour satisfaire sa demande en biens manufacturés et en équipement. L'explication de la relation centre-périphérie appelée théorie de la dépendance de [Prebisch \(1984\)](#), celle relative à l'échange inégal ([Arghiri et Charles, 1978](#)) ou encore celle de l'extraversion des économies africaines de [Bayart \(1999\)](#); [Hugon \(2009, 2013b\)](#) deviennent alors pertinentes pour comprendre les faits stylisés sur les échanges internationaux de l'Afrique avec le reste du monde. En effet pour [Prebisch \(1984\)](#), les relations économiques mondiales peuvent être schématisées comme un système à deux ensembles. On a d'une part le centre du système où se concentrent les moyens de transformation et de création des produits à valeurs ajoutées et d'autre part la périphérie du système, chargée de pourvoir le centre en matières indispensables à la production des biens manufacturés. Dans l'échange mondial, l'Afrique incarnerait ce rôle de pourvoyeuse de matières premières. Pour [Bayart \(1999\)](#) et [Hugon \(2013b\)](#), la spécialisation actuelle de l'Afrique dans les échanges mondiaux de marchandises résulte du pacte colonial⁶⁶ qu'elle continue de perpétuer en raison d'un manque de transformations profondes de ses structures économiques après les indépendances. En supposant que l'Afrique se rend compte de sa spécialisation appauvrissante, le modèle de spécialisation néo-factorielle donne les conditions d'une spécialisation enrichissante pour l'Afrique et analyse les effets de cette éventuelle nouvelle spécialisation de l'Afrique sur les objectifs de développement durable.

2.5.2 Fondements du modèle

Le modèle repose sur les postulats qu'il existe entre les pays une différence de dotation en technologie et de ressources naturelles. Il postule en outre que la distinction entre travail qualifié et travail non qualifié dans la production des biens échangeables à l'échelle internationale est pertinente. Contrairement aux modèles traditionnels de spécialisation, l'avance ou la dotation technologique confère à un pays des gains préférentiels à l'échange international. A l'opposé, l'absence d'une technologie est défavorable au pays participant à l'échange international. Nous postulons enfin que l'industrialisation de l'Afrique est une condition nécessaire pour inverser sa situation de spécialisation

66. Le pacte colonial est un dispositif conçu à l'époque de la colonisation par les colons dans lequel les économies sous domination coloniale devaient se résoudre à produire suffisamment de produits exotiques, de matières premières et de ressources qu'elles devraient les exporter ensuite vers la métropole afin d'alimenter et de soutenir durablement les structures économiques de l'envahisseur. A la faveur des indépendances des pays africains, le pacte colonial s'est mû en pseudos accords de défense dans lesquels le contenu ne laisse aucune ambiguïté sur la volonté manifeste de pillage et de contrôle des ressources naturelles stratégiques des pays signataires par leur ex-colonisateur (voir [Koulibaly, 2008](#), p.128-129).

appauvrissante au sens de [Bhagwati \(1958\)](#) et actualisée dans [Obeng-Odoom \(2013\)](#).

Différences technologiques et spécialisation des pays

La prise en compte de la différence technologique entre pays dans les modèles de spécialisation n'est pas nouvelle. Elle est même à l'origine des théories de la spécialisation de Smith et Ricardo. [Vernon \(1966\)](#) mettait déjà en évidence ces différences technologiques dans la production des biens échangeables à travers son modèle de cycle de produit. En s'intéressant au cas particulier des firmes américaines, il montre que tout produit comporte quatre phases dont la dernière correspond à la sénescence du produit liée à l'innovation ou à l'obsolescence de la technologie qui est utilisée dans la conception dudit produit. Il montre dans ces conditions qu'à la dernière phase du cycle du produit, les firmes américaines gagnent à l'échange international en abandonnant la production de ce produit devenu ancien au profit de nouveaux produits.⁶⁷

Du point de vue spatial, [Mérenne-Schoumaker \(2011, p.177\)](#) souligne que « les grandes agglomérations urbaines des pays développés réunissent souvent les conditions favorables au lancement de nouveaux produits tandis que les espaces périphériques en particulier le "Tiers Monde" remplissent les conditions pour accueillir la fabrication de produits à maturité. ». C'est la conception « centre-périphérie » des échanges internationaux ([Prebisch, 1984](#)) dans lesquels les innovations et les nouvelles technologies partent des pays avancés (centre) puis se diffusent au reste du monde tandis la périphérie fournit des matières premières pour la mise en œuvre de ces découvertes.

[Feenstra et Rose \(2000\)](#) ont empiriquement validé le modèle de Vernon par des données américaines. Cependant, l'observation de certains faits économiques réduit la pertinence de l'analyse de Vernon. En effet, les avancées technologiques dans la R&D, en particulier le boom des TIC, font que le temps nécessaire pour qu'une découverte devienne obsolète est relativement court. De fait, les autres pays bénéficient presque au même moment que son inventeur, les retombées d'une nouvelle découverte. Le Japon constitue un exemple pendant la période de la révolution industrielle de 1850. Il a su profiter de sa proximité avec les États unis. Des études récentes ([Anyanwu, 2014](#); [Busse *et al.*, 2016](#); [Kaplinsky, 2009](#); [Sindzingre, 2016](#); [Wolf, 2016](#); [WTO, 2011](#)) montrent que le décollage économique de la Chine est, dans une large mesure, lié au transfère technologique dont elle a bénéficié.

Le progrès technique constitue le socle des modèles dynamiques mis en évidence par [Solow \(1956\)](#). En effet, en étudiant les sources de la croissance des États Unis sur une longue période (1909-1949), Solow s'aperçoit qu'une grande partie de la croissance économique n'est pas expliquée par la somme des contributions relatives des taux de

67. Pour une littérature spécifique au rôle de la technologie dans la différenciation des biens échangeables, voir [Aliouat \(1996\)](#); [Bessen \(2002\)](#); [Ciroth *et al.* \(2002\)](#); [Huet *et al.* \(2014\)](#); [Madsen *et al.* \(2010\)](#); [Perrain et Testas \(2014\)](#); [Rousseau \(1977\)](#); [Taylor et Copeland \(2009\)](#); [Madsen, Saxena, et Ang \(2010\)](#).

croissance des facteurs traditionnels à savoir le capital et le travail. Autrement dit, la croissance du capital par tête durant 40 ans aux États unis n'a expliqué qu'un septième de la croissance de la production totale. Solow en conclut que d'autres facteurs non visibles influencent la productivité globale des facteurs. Il regroupe ces facteurs sous le nom de progrès techniques entendus au sens large dans la mesure où des études ultérieures (voir [Mankiw et al., 1992](#)) ont mis en évidence des différences de résidu de Solow suivant le niveau de développement des pays. Les évidences empiriques indiquent que ce résidu ne représente que 14% de la Productivité Totale des Facteurs (PTF) dans un échantillon de 145 pays et régions, alors que la PTF atteint 34% pour les seuls pays développés ([Mankiw et al., 1992](#)). Ainsi, le niveau d'éducation et les facteurs institutionnels seraient à l'origine de ces différences notables. [Schumpeter et Fain \(1983\)](#) ont mis en évidence le rôle de l'innovation dans les fluctuations économiques à travers ce qu'ils ont appelé le processus de destruction créatrice ([Schumpeter et Fain, 1983](#), p.116-117)⁶⁸. Leur analyse se rapproche de celle de Vernon. Pour Schumpeter, les fluctuations économiques (expansions et récessions) sont le seul fait des innovations qui alimentent l'activité économique. Il soutient que les innovations viennent en grappes et les effets d'entraînement qu'elles induisent amplifient le niveau de l'activité économique. Cette phase correspond à la phase d'expansion du cycle économique. Puis, lorsque ces innovations deviennent obsolètes, l'ensemble des secteurs économiques entre dans une phase de récession jusqu'à ce que de nouvelles découvertes permettent la relance de l'activité économique. Ainsi, les cycles économiques d'un pays dépendent des innovations plus ou moins régulières entreprises dans le pays.

D'autres analyses plus récentes ont tenté de capter la différence technologique entre pays en montrant qu'il existe un gap technologique entre les pays du Nord et ceux du Sud ([Hellier, 2012](#)) ou entre les pays émergents d'Asie et ceux de l'Afrique ([Anyanwu, 2014](#); [Busse et al., 2016](#); [Kaplinsky, 2009](#); [Sindzingre, 2016](#); [Wolf, 2016](#); [WTO, 2011](#)). Dans le modèle de [Hellier \(2012\)](#) par exemple, le gap technologique entraîne des différences en termes de gains de productivité dans un premier temps puis, un rattrapage des pays du Sud par ceux du Nord grâce à un processus d'apprentissage et d'adaptation (learning-by-doing) car, la libéralisation des flux des capitaux (IDE) s'accompagne en général d'un transfert technologique. Dans ce dernier cas, la technologie est un facteur exogène à la production et s'analyse en termes de contribution à la productivité globale de facteurs.

Si les modèles qui considèrent la technologie permettent d'expliquer les différences de productivité, le modèle néo-factorielle reconsidère ce facteur en le rendant endogène comme l'ont fait [Gerlagh et van der Zwaan \(2003\)](#); [Gil Moltó et al. \(2005\)](#); [Madsen et al. \(2010\)](#); [Stadler \(1990\)](#); [Taylor et Copeland \(2009\)](#); [Xu \(2001\)](#) ou encore [Anzoategui et al. \(2016\)](#). Rendre le facteur technologie endogène permet d'expliquer comment la disponibilité ou non de ce facteur influence la règle de spécialisation. En particu-

68. [Madsen et al.](#) (voir 2010); [Mann et Shideler](#) (voir 2015) pour une littérature actualisée.

lier, il nous permet d'expliquer pourquoi la plupart des pays africains sont dans une spécialisation appauvrissante avec une dégradation continue de leurs gains à l'échange.

Dotation en ressources naturelles et spécialisation dans la production des biens manufacturés

Excepté quelques modèles, notamment celui de [Stiglitz \(1974\)](#) dans lequel les RN sont partiellement considérées comme facteur de production à travers le taux de croissance de RN ou les cadres théoriques de [Giraud et Olivier \(2015\)](#); [Russo \(2003\)](#), les modèles dominants n'internalisent pas le capital naturel dans leur fonction de production.⁶⁹ Pourtant [Bayart \(1999\)](#) dans son analyse critique de l'extraversion des économies africaines soutenait à juste titre que les pays africains pourraient tirer profit de l'abondance et de la diversification du continent en RN, si et seulement si elle les transformait. [Ayres et al. \(2003\)](#), sur une modélisation économétrique, montrent que les facteurs de croissance d'une économie sont divers et ne peuvent se résumer aux seuls facteurs identifiés dans les modèles traditionnels de croissance. Ils montrent en particulier que contrairement aux conceptions conventionnelles selon lesquelles la consommation de matières premières est une conséquence de la croissance économique, ces dernières, en l'occurrence l'énergie, sont la cause de la croissance des économies modernes. La disponibilité en RN permet de produire à coûts réduits et la qualité des entrants permet de réaliser des économies d'échelle. Dans une situation concurrentielle, la baisse de coûts de production et les économies d'échelle induisent une baisse des prix des biens qui en découlent. La demande globale augmente induisant des investissements nouveaux qui, à leur tour stimulent la production globale.

Du point de vue spatial, tout comme « les territoires apparaissent de plus en plus comme des ressources que les entreprises peuvent activer » ([Mérenne-Schoumaker, 2011](#), p.239-240), la plus ou moins grande disponibilité en RN, notamment les matières premières stratégiques (voir [Koulibaly, 2008](#), p.128), devient un avantage important à prendre en compte dans les modèles de production et d'échanges internationaux.

Comme déjà dit, les RN ne sont pas ubiquistes : certaines régions sont mieux pourvues en ces ressources que d'autres. Cette caractéristique constitue un premier point de différence en termes de dotation factorielle. Toute entreprise industrielle qui se rapproche des lieux d'approvisionnement en matières premières peut être plus compétitive que ses concurrentes potentielles dès lors que les coûts de transports sont négligeables (voir [Nicolas \(dir.\) et al., 2008](#)). Par ailleurs, les pays riches en RN et en matières premières agricoles ne sont pas nécessairement ceux qui les transforment en biens échangeables notamment en biens manufacturés. La proximité avec les matières

69. Dans ce modèle nous faisons une distinction entre ressources naturelles (renouvelables et non renouvelables) et la terre comme facteurs de production. Ce dernier facteur a servi de fondement d'analyse dans les modèles précurseurs de Thunen, dans la fonction de production classique malthusienne.

premières permet aux entreprises qui s’y installent d’élargir leurs débouchés : les pays détenteurs de ces ressources constituent également un marché potentiel fécond⁷⁰ non négligeable d’écoulement des biens échangeables. Les nouveaux rapports économiques Chine-Afrique illustrent cette nouvelle configuration de l’échange international.⁷¹ En effet, le volume des exportations des produits manufacturés en direction de certains pays du Sud en l’occurrence les pays de l’Afrique sub-saharienne a considérablement augmenté. Selon Jeanneney et Hua (2013), les exportations des produits manufacturés de la Chine vers l’Afrique représentent 95% des importations africaines en 2010 alors que les exportations chinoises vers le reste du monde ne représentent que 23% du volume total des exportations chinoises à la même date. En retour, la Chine importe 90% de produits primaires africains essentiellement des matières premières pour son industrie dont 59 % de pétrole et 26 % de minerais (Jeanneney et Hua, 2013; Park *et al.*, 2016). La Chine détourne de ce fait et progressivement l’Afrique de son ancien partenaire économique qu’est l’union européenne. Cependant, un paradoxe reste à relever. L’accroissement de ce marché du sud – vu sous l’angle de l’accroissement démographique – ne s’accompagne pas d’une amélioration du pouvoir d’achat d’une grande majorité de la population africaine qui y reste relativement bas.⁷² Cette forme de spécialisation appauvrissante à la Bhagwati (1958) a été récemment revisitée par Gimet *et al.* (2010); Hugon (2012); Moussone (2010). La transformation des matières premières avant leur commercialisation serait le principal enjeu pour les économies africaines dans toutes ces analyses.

Ensuite, les enjeux liés à l’épuisement progressif des matières premières obligent à repenser les modèles de développement économique. Cela passe par l’internalisation du capital naturel dans les fonctions de production au même titre que les facteurs traditionnels (capital physique et travail). En effet, des études indiquent que certaines entreprises se délocalisent pour échapper purement à la réglementation environnementale jugée très contraignante dans certains pays. Le rapport du Laboratoire d’Économie de Transport souligne que « Les mesures concernant la protection de l’environnement deviennent un obstacle pour les entreprises les plus polluantes. Mais les réglementations, les concernant varient selon les pays, les villes et les régions. Les entreprises les plus polluantes se déplacent des zones les plus réglementées vers les plus tolérantes. » (Nicolas (dir.) *et al.*, 2008, p.28).

Les contraintes environnementales et l’épuisement progressif des ressources natu-

70. La population africaine représente 15,7% de la population mondiale en 2014 et sera de 25% à l’horizon 2050 (données World Population Prospects : The 2012 Revision, accessible sur <http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm>). En outre on assiste depuis ces deux dernières décennies à l’émergence d’une classe moyenne africaine aux pouvoirs d’achat croissants (voir Jacquemot, 2013) et <http://www.leconomiste.eu/decryptage-economie/394-1-emergence-d-une-classe-moyenne-africaine.html>, consulté le 26/01/2017.

71. Voir Anyanwu (2014); Busse *et al.* (2016); Kaplinsky (2009); Park *et al.* (2016); Sindzingre (2016); Wolf (2016); WTO (2011).

72. Voir BAD (2011); Hugon (2013b); Institut Free Afrik (2016).

relles font que ce facteur va devenir de moins en moins accessible suivant la règle d'[Hotelling \(1931\)](#) qui stipule que plus la ressource (non renouvelable) s'épuise, plus son prix augmente. Considérer le capital naturel dans les modèles classiques de production des biens échangeables permet d'attribuer un prix explicite à ce facteur. Cela équivaldrait à mettre en évidence l'avantage factoriel qu'a l'Afrique, le cas qui nous occupe ici.

2.5.3 Hypothèses du modèle

Le modèle repose sur trois hypothèses : la souveraineté de l'Afrique dans la production et la commercialisation de ses RN, la différence de dotation en facteurs de production, une différence dans les biens (matières premières et biens manufacturés) à l'échange international et enfin l'existence d'un régulateur supranational.

H1 : le modèle suppose que l'Afrique est souveraine de l'utilisation rationnelle de ses ressources naturelles et matières premières agricoles M . Elle a la possibilité de décider des quantités à produire, de transformer ses biens M sur place en biens manufacturés m . A l'encontre des accords de défense qui instituent une servitude et un pillage systématique des RN de certains pays du continent, encore d'actualité (voir [Koulibaly, 2008](#), p.128-129), l'hypothèse de la souveraineté des Africains sur leurs RN est fondamentale à la validation des résultats du modèle.

H2 : le modèle repose sur un format de type $3 \times 2 \times 2$ ⁷³. Il y a trois facteurs de production (la technologie A rendue endogène, le travail qualifié H , le travail peu qualifié L , les ressources naturelles et matières premières agricoles M). Les facteurs A_M et L sont nécessaires à la production des matières premières M tandis que les facteurs A_m , H et M sont pour la production du bien manufacturé m . Le facteur M joue un double rôle dans le modèle : en phase 1, il est un bien, produit à partir des facteurs A_M et L . Il constitue l'output dans le premier segment du modèle. En Phase 2, l'output obtenu est réintroduit comme facteur de production dans la fonction de production du bien m (2ème segment du modèle). Seuls les facteurs A et M sont mobiles internationalement. Le stock du capital humain ($L + H$) est très peu mobile à l'échelle internationale en raison des distorsions et contraintes sur les migrations (voir [Brücker et al., 2014](#); [Cardi et Restout, 2015](#); [Dix-Carneiro, 2014](#); [Docquier et al., 2015](#)). En raison de sa fluidité ([Taylor et Copeland, 2009](#)), le facteur capital est supposé égal à 1. En effet, « [...] si le coût et la disponibilité du capital ont joué un rôle certain au début de l'industrialisation, ce rôle a fortement diminué à l'échelle régionale et locale en raison de la fluidité très grande de cet intrant. » ([Mérenne-Schoumaker, 2011](#), p.169).

73. Il y a deux ensembles économiques : l'Afrique subsaharienne et le reste du monde. Toutefois, le modèle se concentre sur un seul ensemble économique à savoir l'Afrique subsaharienne hors Afrique du Sud. Cette dernière est exclue de l'analyse parce qu'elle présente un secteur industriel relativement important comparativement au reste de l'Afrique subsaharienne. Pour des raisons de simplicité, nous retenons le terme Afrique tout au long de l'analyse. Nous n'analysons pas les effets du modèle sur le reste du monde

Il influence de ce fait, très peu les résultats du modèle. La production des biens M et m génère des niveaux différents de pollution proportionnellement aux quantités Q_M et Q_m de matières premières et de biens manufacturés produites. On suppose une technologie à rendements d'échelle constants. Les fonctions de production sont données par :

$$F_M(A_M, L) = A^{\alpha_M} L^{\beta_M} = (1 + e_M)Q_M \quad (2.1)$$

et

$$F_m(A_m, H, M) = A^{\alpha_m} L^{\beta_m} M_{\eta_m} = (1 + e_m)Q_m \quad (2.2)$$

avec $0 < \alpha \leq \beta \leq \eta < 1$, les rendements des facteurs de production ; $0 < e_M < e_m$, les facteurs de pollution dans la production des biens M et m . Ainsi nous supposons que la production des biens manufacturés est moins vertueuse du point de vue environnemental que l'exploitation des matières premières. Les fonctions de productions des deux types de bien sont de type Cobb-douglas ($0 < \alpha \leq \beta \leq \eta < 1$). De plus, elles sont homogènes de degré 1 c'est-à-dire que lorsqu'on multiplie les facteurs de production par un scalaire λ , le niveau de production se trouve multiplié dans les mêmes proportions. La technique de production de chaque type de bien, est telle que chaque facteur de production est essentielle à la production du bien qui le nécessite. Ainsi la production du bien M requiert l'utilisation simultanée des facteurs A_M et L tandis que la production du bien m exige des quantités non nulles des facteurs A_m , H et M . En d'autres termes, cette exigence signifie que :

$$\begin{cases} F_M(L, 0) &= 0, \quad \forall L; \\ F_M(0, A_M) &= 0, \quad \forall A_M; \\ F_m(A_m, H, 0) &= 0, \quad \forall A_m, H; \\ F_m(A_m, 0, M) &= 0, \quad \forall A_m, M; \\ F_m(0, H, M) &= 0, \quad \forall M, H. \end{cases}$$

On distingue deux ensembles économiques : l'Afrique produit et échange avec le Reste du Monde. Elle se spécialise dans l'exportation exclusive du bien M en phase 1, puis du bien m dans la phase 2 du modèle.

H3 : Il existe un régulateur public et supranational (union africaine) qui planifie l'exploitation des ressources naturelles et la répartit sur trois périodes. Il réglemente en outre le niveau de pollution tolérable en Afrique. Bien que des études indiquent que la régulation par les marchés de carbone est économiquement plus efficace qu'une norme d'émission, l'inexistence de ce type de marché en Afrique (Thiombiano, 2004, p.301) nous conduit à retenir la norme. La contrainte environnementale est donnée par $\sum_{i=1}^n e_i Q_i \leq \bar{E}$. Dans l'hypothèse d'une pollution proportionnelle à l'activité économique, la contrainte environnementale indique que l'ensemble des pollutions émises par les activités économiques ne doit pas excéder la norme tolérable fixée par le régu-

lateur.

On suppose qu'en période $T1$, l'Afrique ne dispose ni de la technologie, ni suffisamment de travail qualifié H indispensables à la production des biens manufacturés m . Elle se spécialise alors dans la production et l'exportation de ses ressources naturelles et matières premières agricoles M . Le régulateur conclut des contrats d'exploitation des RN de la période 1. Le régulateur reçoit une part a par unité de RN extraite sous forme de rente ($0 < a < 1$). En outre, les contrats sont indexés aux évolutions des cours mondiaux r de matières premières. La rente unitaire négociée est donc $a.r$. En notant RN_1 la part de RN extraite en $T1$, la rente totale touchée par le régulateur vaut $arRN_1$. Le montant total de cette rente est affecté à la technologie $A(R\&D)$ et à la formation du travail H nécessaire en période $T2(C(A_M, A_m) + C(H) = arRN_1)$ où $C(A_M, A_m)$ et $C(H)$ représentent les coûts la technologie et de la formation des compétences humaines, (ingénieurs en particulier).

En période 2, l'Afrique dispose de tous les facteurs indispensables à la production des deux biens M et m . Elle produit les deux biens mais n'exporte que les biens manufacturés parce que l'output M est employé comme facteur de production du bien m . En effet, la production en amont de matières premières M est nécessaire à la production du bien m . En période $T2$, la rémunération des matières premières M est indexée aux cours mondiaux r de celles-ci de sorte que les pays qui en produisent soient indifférents entre les exporter et les transformer en produits finis m . Cependant, la rente des RN constituée en $T1$ étant réinvestie dans la technologie A et la formation du travail qualifié H , le continent exporte exclusivement des biens m en raison de leur forte valeur ajoutée.

Les réserves en RN de la période $T3$ décidées par le régulateur sont supposées être utilisées dans les mêmes conditions que celles décrites en période $T2$. Leur exploitation, transformation et l'exportation des biens manufacturés en $T3$ sont laissées aux générations futures qui décident à leur tour des niveaux de production durables qu'elles souhaitent atteindre.

A partir de ces hypothèses, le programme d'optimisation de la production des deux types de biens échangeables sur l'ensemble des trois périodes $T1$, $T2$ et $T3$ peut être formalisé comme suit :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Max} \sum_i [F_M(A_M, L) = A^{\alpha_M} L^{\beta_M} = (1 + e_M)Q_M], \ i = 1, 2, \dots, N \text{ si } T1 \\ \text{s.c.} \\ rQ_M = c(A_M) + \omega_L L + \tau e_M Q_M \\ e_M Q_M \leq \bar{E} \\ \text{Max} \sum_i [F_m(A_m, H, M) = F_m(A_m, H, M) = A^{\alpha_m} H^{\beta_m} M^{\eta_m} = (1 + e_m)Q_m], \ i = 1, 2, \dots, N \text{ si } T2 \text{ ou } T3 \\ + \text{Max} \sum_i [F_m(A_m, H, M) = F_m(A_m, H, M) = A^{\alpha_m} H^{\beta_m} M^{\eta_m} = (1 + e_m)Q_m], \ i = 1, 2, \dots, N \\ \text{s.c.} \\ P_m Q_m = c(A_m) + \omega_H H + rM + \tau e_m Q_m; \\ rQ_M = c(A_M) + \omega_L L + \tau e_M Q_M; \\ e_M Q_M + e_m Q_m \leq \bar{E} \end{array} \right. \quad (2.3)$$

Avec $c(Q_M, E_M)$ (respectivement $c(Q_m, E_m)$) les coûts totaux respectifs de production du bien M et m . ω_L et ω_H sont les taux de salaire respectifs des travailleurs peu qualifiés et qualifiés ; τ , le coût unitaire de dépollution ou encore le prix tutélaire de la tonne de carbone ; p_m , le prix du bien manufacturé.

2.5.4 Détermination des solutions optimales des facteurs de production

Les équilibres optimaux sont déterminés de manière séquentielle par substitution. Cela présente néanmoins le risque d'existence d'équilibres instables ou incompatibles (voir Tableau 2.4).

A partir de l'équation (2.3), le Lagrangien du programme de la production des biens M et m s'écrit :

$$L_M(A_M, L, \lambda) = F_M(A_M, L) + \lambda(rQ_M - c(A_M) - \omega_L L - \tau e_M Q_M)$$

Les conditions de premier ordre qui correspondent à l'annulation des dérivées premières nous permettent d'écrire :

$$\frac{\partial L_M(A_M, L, \lambda)}{\partial A_M} = 0 \Leftrightarrow F'_M(A_M) - \lambda c'(A_M) = 0 \Rightarrow F'_M(A_M) = \lambda c'(A_M) \quad (2.4)$$

$$\frac{\partial L_M(A_M, L, \lambda)}{\partial L} = 0 \Leftrightarrow F'_L(L) - \lambda \omega_L = 0 \Rightarrow F'_L(L) = \lambda \omega_L \quad (2.5)$$

$$\frac{\partial L_M(A_M, L, \lambda)}{\partial \lambda} = 0 \Leftrightarrow rQ_M = c(A_M) + \omega_L L + \tau e_M Q_M \quad (2.6)$$

En faisant (2.4)/(2.5) on obtient :

$$F'_M(A_M)/F'_L(L) = \frac{c'(A_M)}{\omega_L} \quad (2.7)$$

L'équation (2.7) indique qu'à l'optimum, les facteurs de production A et L sont rémunérés à la hauteur de leurs productivités marginales respectives.

A partir de l'équation (2.7), on détermine le niveau optimal de chaque facteur de production. On a $F'_M(A_M) = \alpha_M A^{\alpha_M-1} L^{\beta_M}$ et $F'_M(L) = \beta_M A^{\alpha_M} L^{\beta_M-1}$. Il vient que

$$F'_M(A_M)/F'_M(L) = \alpha_M L / \beta_M A = \frac{c'(A_M)}{\omega_L} \Rightarrow L^* = \frac{\beta_M c'(A_M)}{\alpha_M \omega_L} A \quad (2.8)$$

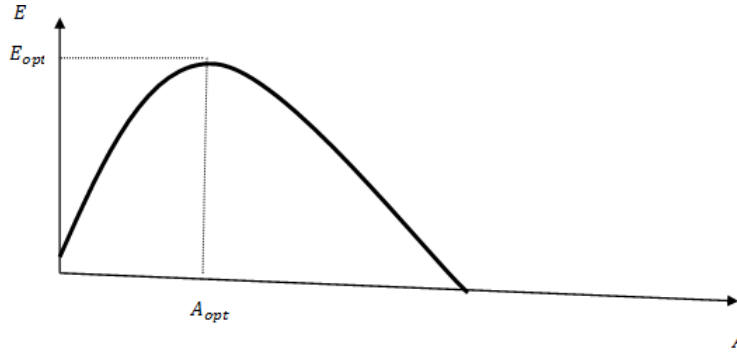
L'équation (2.8) indique que le nombre de travailleurs peu qualifiés à embaucher dépend de la technologie utilisée, des rendements respectifs des deux facteurs de production et bien évidemment du taux de salaire du travail peu qualifié. La production Q_M^* optimale est donnée par :

$$F_M(A_M, L) = A^{\alpha_M} \left(\frac{\beta_M c'(A_M)}{\alpha_M \omega_L} A \right)^{\beta_M} = A^{\alpha_M + \beta_M} \left(\frac{\beta_M c'(A_M)}{\alpha_M \omega_L} \right)^{\beta_M}$$

Comme les rendements d'échelle sont supposés constants, alors $\alpha_M + \beta_M = 1$; d'où

$$F_M(A_M, L) = Q_M^* = A \left(\frac{\beta_M c'(A_M)}{\alpha_M \omega_L} A \right)^{\beta_M} \quad (2.9)$$

Figure 2.8 – Relation entre emploi et Technologie dans les modèles à croissance endogène



Source : Auteur

L'équation (2.9) indique enfin que dans une perspective d'optimisation de l'exploitation des matières premières, le facteur technologie apparaît très crucial.

Toutefois, dans une optique de développement durable, il est souhaitable d'avoir un compromis entre technologie et emploi de la main d'œuvre (voir Figure 2.8) car, suivant la fonction maximisatrice donnée par l'équation (2.9), la production optimale est une fonction croissante de la technologie endogène. Or une hyper sophistication de l'économie par une abondance technologique (robotisation) évince une partie des emplois potentiels qu'engendrerait un essor économique. Par exemple, en France, des

études montrent que 74% des français estiment que les robots « volent » leurs emplois. Le volume d'emploi évincé par la robotisation est estimé à 30% de l'emploi total à l'horizon 2030.

Le défi futur de ce modèle en termes de recherche serait de trouver une spécification fonctionnelle et une méthode de résolution qui permettent de déterminer conjointement l'équilibre optimal de A , L , E (niveau de pollution optimal compatible), H , en particulier le compromis optimal (A_{opt}, E_{opt}) illustré intuitivement dans la Figure 2.8.

De manière analogue, on détermine les quantités optimales des facteurs A_m et H utilisés dans la production des biens manufacturés en $T2$. La quantité optimale du facteur M se déduit de l'équation (2.9). Ainsi, M^* vaut $Q_M^* = A_M(\frac{\beta_M c'(A_M)}{\alpha_M \omega_L} A)^{\beta_M}$.

Détermination des facteurs A_m et H

A partir de l'équation (3), le Lagrangien s'écrit :

$$L_m(A_m, H, M, \lambda) = F_m(A_m, H, M) + \lambda(p_m Q_m - c(A_m) - \omega_H H - rM - \tau e_m Q_m)$$

Les conditions de premier ordre qui correspondent à l'annulation des dérivées premières nous permettent d'écrire :

$$\frac{\partial L_m(A_m, H, M, \lambda)}{\partial A_m} = 0 \Leftrightarrow F'_m(A_m) - \lambda c'(A_m) = 0 \Rightarrow F'_m(A_m) = \lambda c'(A_m) \quad (2.10)$$

$$\frac{\partial L_m(A_m, H, M, \lambda)}{\partial H} = 0 \Leftrightarrow F'_H(H) - \lambda \omega_H = 0 \Rightarrow F'_H(H) = \lambda \omega_H \quad (2.11)$$

$$\frac{\partial L_m(A_m, H, M, \lambda)}{\partial \lambda} = 0 \Leftrightarrow F'_m(M) - \lambda r = 0 \Rightarrow F'_m(M) = \lambda r \quad (2.12)$$

$$\frac{\partial L_m(A_m, H, M, \lambda)}{\partial \lambda} = 0 \Leftrightarrow p_m Q_m = c(A_m) + \omega_H H + rM + \tau e_m Q_m \quad (2.13)$$

En faisant $\frac{(2.10)}{(2.11)}$ on obtient :

$$F'_m(A_m)/F'_H(H) = \frac{c'(A_m)}{\omega_H} \quad (2.14)$$

L'équation (2.14) indique qu'à l'optimum, les facteurs de production A_m et H sont rémunérés à la hauteur de leurs productivités marginales respectives.

A partir de l'équation (2.14), on détermine les fonctions des quantités optimales de chaque facteur de production. On a $F'_m(A_m) = \alpha_m A_m^{\alpha_m-1} H^{\beta_m} M^{\eta_m}$ et $F'_H(H) = \beta_m A_m^{\alpha_m} H^{\beta_m-1} M^{\eta_m}$.

Il vient que :

$$F'_m(A_m)/F'_H(H) = \alpha_m H / \beta_m A_m = \frac{c'(A_m)}{\omega_H} \Rightarrow H^* = \frac{\beta_m c'(A_m)}{\alpha_m \omega_H} A_m \quad (2.15)$$

L'équation (2.15) indique que le nombre de travailleurs qualifiés à embaucher dépend également de la technologie utilisée, des rendements respectifs des deux facteurs de

production et du taux de salaire des travailleurs qualifiés.

La production optimale Q^*_m correspondante est donnée par :

$$F_m(A_m, H, M) = A_m^{\alpha_m} \left(\frac{\beta_m c'^{A_m}}{\alpha_m \omega_H} \right)^{\beta_m} M^{\eta_m} = A_m^{\alpha_m + \beta_m} \left(\frac{\beta_m c'^{A_m}}{\alpha_m \omega_H} \right)^{\beta_m} M^{\eta_m}$$

En remplaçant le facteur M par sa valeur optimale déterminée préalablement en équation (2.9), on obtient la production optimale des biens manufacturés donnée par :

$$\begin{aligned} F_m(A_m, H, M) = Q^*_m &= A^{\alpha_m + \beta_m} \left(\frac{\beta_m c'^{A_m}}{\alpha_m \omega_H} \right)^{\beta_m} \left[A \left(\frac{\beta_M c'^{(A_M)}}{\alpha_M \omega_L} \right)^{\beta_M} \right]^{\eta_m} \\ Q^*_m &= A^{\alpha_m + \beta_m + \eta_m} \left(\frac{\beta_m c'^{A_m}}{\alpha_m \omega_H} \right)^{\beta_m} \left[\left(\frac{\beta_M c'^{(A_M)}}{\alpha_M \omega_L} \right)^{\beta_M} \right]^{\eta_m} \end{aligned} \quad (2.16)$$

L'équation (2.16) met en évidence les effets positifs cumulatifs $(\alpha_m + \beta_m + \eta_m)$ d'une technologie endogène. Dans le cas d'une technologie exogène par transfert, il est probable que les effets cumulatifs soient moins importants que ceux induits par l'approche endogène de la technologie, du fait du transfert partiel, de l'obsolescence de la technologie transférée et du processus d'adaptation lent. L'équation (2.16) indique également que les rendements des facteurs de production sont amplifiés lorsqu'on élargie la chaîne de valeurs en Afrique. Ce sont ces effets cumulatifs de l'efficacité dans la production des biens manufacturés qui sont à l'origine de la création de la valeur ajoutée et expliqueraient les différences de niveaux de développement économique entre pays industrialisés et pays exportateurs exclusifs de matières premières sauf rares exceptions faites à quelques pays pétroliers.

2.5.5 Analyse des équilibres du modèle sous le prisme des objectifs du DD

Le modèle distingue deux phases de spécialisation de l'Afrique à l'échange international. La première phase correspond à la période 1 du modèle au cours de laquelle, l'Afrique, du fait de son désavantage technologique et de l'insuffisance de travail qualifié, se spécialise dans la production et l'exportation des matières premières M . A partir du programme d'optimisation (équation (2.3)), il est possible de déterminer les quantités d'équilibre $L^*_{*1}, A^*_{*M_1}$ des facteurs L et A , d'en déduire la quantité de matières premières Q^*_{*M} et le niveau de pollution E^*_{*M} associés (équation (2.9)) et d'analyser ces équilibres en termes d'objectifs de développement durable. On sait de par les faits stylisés qu'à un niveau Q^*_{*M} optimal de matières premières exportées, les recettes commerciales⁷⁴ ne couvrent pas les besoins du continent en importations. Pour rap-

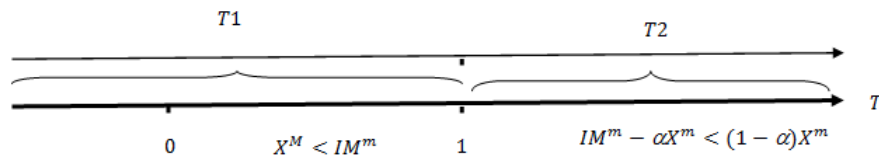
74. Selon la définition de l'OMC, les exportations sont évaluées sur la base de la valeur transactionnelle, y compris le coût du transport et de l'assurance pour l'acheminement des marchandises jusqu'à la frontière du pays ou territoire exportateur (valeur « franco à bord »). Les importations sont évaluées

pel, la participation de l'Afrique à l'échange mondial profite plus à ses partenaires commerciaux qu'elle ne lui profite ($\frac{X_{net}^{AF}}{IM_{net}^{AF}} < 1$). Cette première phase d'ouverture est donc caractérisée par un appauvrissement du continent au regard de la détérioration constante de ses gains commerciaux espérés. Il se passe comme s'il existait un mécanisme d'évasion de la richesse du continent vers l'extérieur. La baisse du niveau de stock de RN liée à leur ponction ne s'accompagne donc pas d'une accumulation d'autres types de richesses comme le conditionne la règle d'Hartwick (1977). Les niveaux d'emploi et de pollution en $T1$ sont faibles du fait de la faible diversification des économies africaines ; $L*_1 < L + H$ et $E*_M < \bar{E}$.

La deuxième phase de spécialisation correspond aux périodes 2 et 3 du modèle. L'investissement en technologie et dans la formation du capital humain opéré par le régulateur et rendu possible par la rente $arRN_1$ constituée en période 1, permet à l'Afrique de produire et exporter des biens manufacturés. Cette nouvelle configuration modifie les équilibres commerciaux de l'Afrique comme l'indique la Figure 2.9.

Le modèle prédit qu'à quantités $Q*_M$ égales de matières premières produites en périodes 1 et 2, l'Afrique gagne un avantage préférentiel à l'échange international en exportant des biens manufacturés. Cette situation avantageuse se traduit par une amélioration de l'indice des gains commerciaux (voir Figure 2.10). En d'autres termes, des exportations de biens manufacturés plus enrichissantes pour l'Afrique que ses exportations de matières premières signifient que $\frac{X^m}{IM^m} > \frac{X^M}{IM^m}$, pour un niveau constant donné d'importations IM^m . Nous démontrons que cette inégalité est vérifiée pour l'Afrique dans la deuxième phase du modèle.

Figure 2.10 – Evolution de l'indice des Gains Commerciaux de l'Afrique



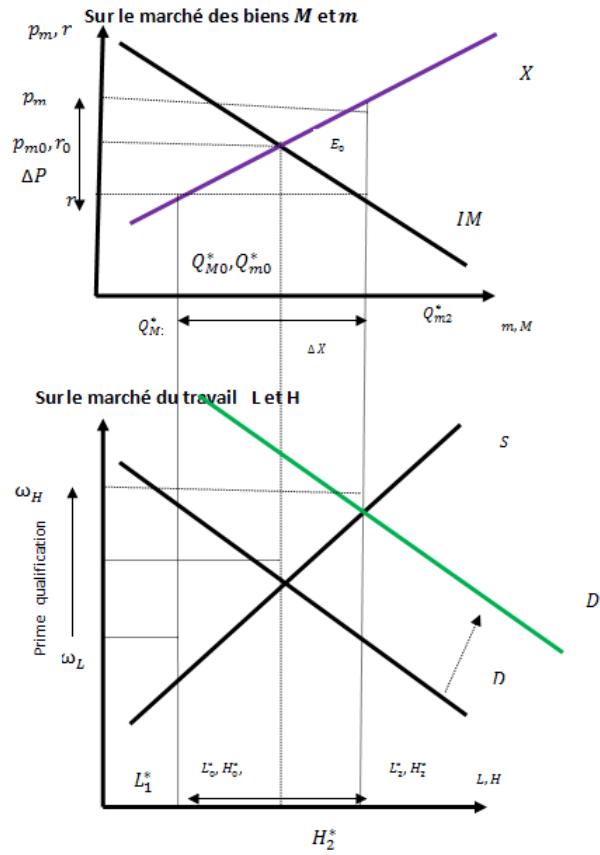
Source : Auteur

On sait qu'en période 1, l'IGC de l'Afrique est $IGC = \frac{X^M}{IM^m} < 1$ à cause de son désavantage technologique et en travail qualifié mis en évidence par les faits stylisés.

En période 2, l'investissement en technologie endogène (R&D) et la formation de la main d'œuvre qualifiée ont rendu possible la production de bien manufacturés m . Une fraction de cette production remplace une partie des importations en biens manufacturés IM^m de la période 1. Soit X^m la quantité de biens manufacturés exportables

sur la base de la valeur transactionnelle majorée du coût du transport et de l'assurance jusqu'à la frontière du pays ou territoire importateur (valeur « coût, assurance, fret »), Rapport OMC, 2013, p.198.

Figure 2.9 – Equilibre commercial et de l'emploi en Afrique avant et après spécialisation néo-factorielle sur le marché des biens et sur le marché du travail L et H



Source : Auteur

produites par l'Afrique. Les importations en période 2 sont réduites d'un montant αX^m ($0 < \alpha < 1$). L'Afrique exporte alors le reste de sa production en bien manufacturés d'un montant $(1 - \alpha)X^m$. L'indice IGC de l'Afrique en T2 s'écrit donc : $IGC = \frac{(1-\alpha)X^m}{IM^m - \alpha X^m}$. Il s'agit de démontrer que $\frac{(1-\alpha)X^m}{IM^m - \alpha X^m} > \frac{X^M}{IM^m}$.

Supposons que

$$\frac{(1 - \alpha)X^m}{IM^m - \alpha X^m} > \frac{X^M}{IM^m} \quad (2.17)$$

Comme $(1 - \alpha) > 0$ et $IM^m - \alpha X^m \geq 0$ alors

$$\begin{aligned}
 \frac{(1 - \alpha)X^m}{IM^m - \alpha X^m} &> \frac{X^M}{IM^m} \Leftrightarrow \frac{(1 - \alpha)X^m}{(IM^m - \alpha X^m)X^M} > \frac{X^M}{X^M IM^m} \quad (2.18) \\
 &\Leftrightarrow \frac{(1 - \alpha)X^m}{(IM^m - \alpha X^m)X^M} > \frac{1}{IM^m} \\
 &\Leftrightarrow \frac{(1 - \alpha)X^m}{(1 - \alpha)(IM^m - \alpha X^m)X^M} > \frac{1}{(1 - \alpha)IM^m} \\
 &\Leftrightarrow \frac{X^m}{(IM^m - \alpha X^m)X^M} > \frac{1}{(1 - \alpha)IM^m} \\
 &\Leftrightarrow \frac{X^m(IM^m - \alpha X^m)}{(IM^m - \alpha X^m)X^M} > \frac{(IM^m - \alpha X^m)}{(1 - \alpha)IM^m} \\
 &\Leftrightarrow \frac{X^m}{X^M} > \frac{(IM^m - \alpha X^m)}{(1 - \alpha)IM^m} \\
 &\Leftrightarrow \frac{X^m}{X^M} > \frac{(1 - \frac{\alpha X^m}{IM^m})IM^m}{(1 - \alpha)IM^m} \\
 &\Leftrightarrow \frac{X^m}{X^M} > \frac{(1 - \frac{\alpha X^m}{IM^m})}{(1 - \alpha)}
 \end{aligned}$$

On sait que $\frac{\alpha X^m}{IM^m} \leq 1$, car αX^m est une fraction des importations totales de l'Afrique en période 2. Il vient que $0 < \frac{\alpha X^m}{IM^m} \leq 1$. Par ailleurs, $0 < \alpha < 1$, $\Rightarrow 0 \leq 1 - \alpha \leq 1$. Il vient que $\frac{(1 - \frac{\alpha X^m}{IM^m})}{(1 - \alpha)} > 1$.

$$\text{Donc } \frac{X^m}{X^M} > \frac{(1 - \frac{\alpha X^m}{IM^m})}{(1 - \alpha)} > 1$$

$$\begin{aligned}
 &\Rightarrow \frac{X^m}{X^M} > 1 \\
 &\Rightarrow X^m > X^M
 \end{aligned} \quad (2.19)$$

L'équation (2.19) indique que l'exportation des biens manufacturés est plus enrichissante pour l'Afrique qu'il ne l'est avec ses exportations de matières premières.

Comme on sait qu'en T1 $IGC = \frac{X^M}{IM^m} < 1$ et que celui de la période T2 vaut $\frac{(1 - \alpha)X^m}{IM^m - \alpha X^m} > 1$, cela implique que $\frac{(1 - \alpha)X^m}{IM^m - \alpha X^m} > 1 > \frac{X^M}{IM^m}$, on en déduit que la situation de l'Afrique en période 2 est bien meilleure que sa spécialisation de la période 1.

Sur la Figure 2.9 ce surplus commercial est représenté par l'écart $p_m - r$, avec p_m le prix international du bien manufacturé, r le prix de la matière première. En termes de volume, l'excédent commercial vaut $\Delta X = Q_m - Q_M$.

Cependant, cet avantage est-il maintenu lors qu'on intègre les coûts de production du bien manufacturé m notamment les coûts de la technologie et de la formation des ingénieurs? Pour répondre, nous calculons le profit global de la chaîne de production du bien m en période 2. Sur la chaîne de valeurs, l'Afrique réalise deux profits π_M et π_m liés à la production du bien M vendu sur place comme facteur de production et à l'exportation du bien m . Le profit global vaut $\pi_G = \pi_M + \pi_m$. En notant $RT_M = rQ_M$,

$RT_m = p_m Q_m$, $C(Q_M, E_M) = c(A_M) + \omega_L L + \tau e_M Q_M$, et $C(Q_m, E_m) = c(A_m) + \omega_H H + r Q_m + \tau e_m Q_m$, les recettes totales et coûts totaux respectifs des biens M et m , il vient que

$$\begin{aligned}\pi_G &= (RT_M + RT_m) - [C(Q_M, E_M) + C(Q_m, E_m)] \\ \Rightarrow \pi_G &= [r Q_M + p_m Q_m] - [c(A_M) + \omega_L L + \tau e_M Q_M + c(A_m) + \omega_H H + r Q_m + \tau e_m Q_m] \\ \Rightarrow \pi_G &= Q_m [p_m - \tau e_m] - [c(A_M) + c(A_m) + \omega_L L + \tau e_M Q_M + \omega_H H]\end{aligned}\tag{2.20}$$

On sait que les coûts $c(A_M) + c(A_m)$ de la technologie sont financés par la rente $arRN_1$ constituée en T1. En T2, $c(A_M) + c(A_m)$ devient un coût fixe amortissable sur toutes les périodes T1 et T2. On peut raisonnablement admettre que le coût fixe annuel est approximativement nul. Le profit global en T2 vaut alors

$$\begin{aligned}\pi_G &= Q_m [p_m - \tau e_m] - [\omega_L L + \tau e_M Q_M + \omega_H H] \\ \Leftrightarrow \frac{\pi_G}{Q_m} &= [p_m - \tau e_m] - \frac{[\omega_L L + \tau e_M Q_M + \omega_H H]}{Q_m}\end{aligned}\tag{2.21}$$

$$\frac{\pi_G}{Q_m} \geq 0 \Rightarrow [p_m - \tau e_m] \geq \frac{[\omega_L L + \tau e_M Q_M + \omega_H H]}{Q_m}\tag{2.22}$$

Le profit unitaire maximisé vaut :

$$\frac{\pi^*_G}{Q^*_m} = [p_m - \tau e_m] - \frac{[\omega_L L^*_2 + \tau e_M Q^*_M + \omega_H H^*_2]}{Q^*_m}\tag{2.23}$$

Les conditions d'un profit unitaire positif sont résumées dans le Tableau 2.2.

Un des résultats intéressants du modèle est que l'Afrique est compétitive même en intégrant des coûts environnementaux (voir Tableau 2.4). Contrairement aux modèles traditionnels de maximisation de profit, la prise en compte des considérations environnementales et écologiques peut conférer à l'Afrique des segments de marché intéressant pour ses biens manufacturés (marché des produits verts par exemple). A ce titre, le différentiel $p_m - \tau e_m$ est appelé « prix unitaire vert » du bien c'est-à-dire le prix du bien manufacturé après déduction du coût de dépollution que sa production induit. $p_m - \tau e_m$ est nécessairement positif si non, il n'est pas rationnel de produire le bien m . Comme le prix p_m est fixé sur le marché mondial, l'équation (2.21) indique l'arbitrage que doit faire le régulateur africain de sorte à inciter les entreprises individuelles à produire le bien m en Afrique tout en préservant l'environnement.

L'équation (2.21) montre que le profit global est positif lorsque le prix unitaire vert couvre le coût moyen de production du bien m c'est-à-dire la rémunération des travailleurs L et H étant donnée la prise en compte du coût de dépollution de l'environnement occasionné par l'exploitation des matières premières et les polluants rejetés.

En intégrant les quantités optimales déterminées à partir des équations (2.9), (2.15)

et (2.16), il est possible de calculer le profit unitaire maximisé et de raisonner à la marge (équation (2.23)).

Comment les résultats du modèle affectent-ils la dimension sociale du DD ? La variable représentant cette dimension dans le modèle est l'emploi. Comme l'illustre la Figure 2.9, la spécialisation de l'Afrique en période 2 n'est pas seulement qu'enrichissante ; elle a des effets positifs sur la dimension sociale.

En partant du point d'équilibre E_0 (cf. Figure 2.9) à partir duquel les exportations couvrent les importations ($X = IM$), nous analysons le niveau global de l'emploi en Afrique en période T1 et T2. A partir du point d'équilibre E_0 , on peut déterminer les quantités d'équilibre L^*_0 et H^*_0 correspondantes sur le marché du travail.

En supposant que l'offre de travail est toujours satisfaite, et qu'en T1, les importations excèdent les exportations, on détermine le niveau d'emploi correspondant sur le marché de travail. On constate que $L^*_1 < L^*_0 + H^*_0$. En T1, l'Afrique ne produisant pas de bien manufacturé m , la part du travail qualifié dans la population active est insignifiante ($H^*_1 = 0$).

En T2, l'Afrique produit et exporte des biens manufacturés m et gagne à l'échange mondial. Elle réalise alors un excédent commercial d'un montant unitaire égal à $p_m - r$ et en volume équivalant à $\Delta X = Q_m - Q_M$. Cela induit une demande supplémentaire en main d'œuvre en particulier en travail qualifié H . L'offre de travail étant toujours satisfaite, le niveau d'emploi passe de L^*_1 à $L^*_1 + H^*_1$ avec $L^*_1 < L^*_0 + H^*_0 < L^*_2 + H^*_2 \leq L + H$; $L + H$ étant le niveau total de la population active en Afrique. Le gap $H^*_2 = L^*_2 + H^*_2 - L^*_1$ est appelé chômage structurel. Ce niveau de sous-emploi est endogène à la spécialisation que l'Afrique subissait en T1. La Figure 2.9 met en évidence la différence de salaires entre travailleurs qualifiés et peu qualifiés relevé également par Hellier (2012). Cette prime de qualification est bien supérieure en Afrique que celle escomptée à l'équilibre international c'est-à-dire au point E_0 .

Tableau 2.2 – Résultats du modèle de spécialisation néo-factorielle et leurs incidences sur les objectifs du DD

Piliers	Objectifs	Indicateurs de mesure	Effets du modèle	
			Période T1	Période T2
Economie	Performance	Terme de l'échange	$\frac{X^M}{IM^m} < 1 \Rightarrow (-)$	$\frac{(1-\alpha)X^m}{IM^m - \alpha X^m} > 1 \Rightarrow (+)$
		Profit	si $r > \frac{\omega_L L}{Q_M} + \frac{c(A_M)}{Q_M A_M} \Rightarrow (+)$	si $p_m - \tau e_m > \frac{[\omega_L L + \tau e_M Q_M + \omega_H H]}{Q_m} \Rightarrow (+)$
			si $r < \frac{\omega_L L}{Q_M} + \frac{c(A_M)}{Q_M A_M} \Rightarrow (-)$	si $p_m - \tau e_m < \frac{[\omega_L L + \tau e_M Q_M + \omega_H H]}{Q_m} \Rightarrow (-)$
Social	Dynamisme	Emploi	$L^*_1 < L^*_0 + H^*_0 \Rightarrow (+)$	$L^*_1 < L^*_0 + H^*_0 < L^*_2 + H^*_2 \leq L + H \Rightarrow (++)$
Environnement	Equilibre	Pollution	$e_M Q_M \leq E \Rightarrow (-)$	$e_M Q_M + e_m + Q_m \leq E \Rightarrow (--)$
		Dépollution	$\tau e_M Q_M \Rightarrow (+)$	$\tau e_m Q_m + \tau e_M + Q_M \Rightarrow (+)$
		Déplétion RN	$S_0 - RN_1 < S_0(1 + \alpha) \Rightarrow (-)$	$S_0 - (Q_M + RN_1) < S_0(1 + \alpha) \Rightarrow (--)$

Source : Auteur

(+), (-) indiquent un effet positif et un effet négatif du résultat du modèle sur l'objectif de DD ; (++) (--) indiquent des effets positifs et respectivement des effets négatifs plus importants ; S_0 est le stock de ressources naturelles. α désigne le taux de renouvellement de la matière première.

En période T3, on va assister à une coexistence de deux modèles économiques de production. Les pays qui ont constitué des réserves en RN, produisent des biens manufacturés selon les modes de production de la période T2. Toutefois, ils emploient en période T3 des technologies de production plus efficaces du fait de l'épuisement

progressif du stock de certaines ressources. Les pays ayant épuisé leurs stocks de facteurs M en période 2 ou ceux qui sont naturellement dépourvus, adoptent l'économie circulaire comme modèle économique. Ils devraient de ce fait investir davantage dans les modes de production durables en l'occurrence dans les renouvelables (éoliennes, hydrauliques...). En tout état de cause, à plus long terme, la rareté en facteur M va conduire à un équilibre plus stable des facteurs de production qu'il ne l'est en période 2 (voir Tableau 2.2).

2.5.6 Application numérique

Dans cette section 2.5.6, nous simulons le modèle en utilisant des données sur les potentialités naturelles prouvées en Afrique. Parce qu'endogène, nous approximations les coûts de la technologie aux dépenses en Recherche & Développement. En effet, à partir des données de l'OCDE couvrant la période de 2002 à 2012, le coût total annuel de la technologie vaut $c(A) = 920955,0653$ millions d'euros en parité de pouvoir d'achat (PPA 2005) et le coût moyen d'une découverte est estimé à 3% du coût total. A coûts fixes nuls le coût moyen est égal au coût marginal $c'(A)$.

Nous définissons les seuils tolérables d'émissions de particules nocives en équivalent tonnes de CO2. A partir des normes sanitaires de $20\mu g/m^3$ par an de particules nocives tolérables recommandées par l'OMS⁷⁵, nous calculons la part supportable de matières particules $\bar{E}$ à 1299984 tonnes/an en équivalent CO2 en Afrique. Le prix τ de la tonne de CO2 pour atteindre les valeurs cibles⁷⁶ du GIEC est estimé à 32euros/tonne de carbone. Les cours des matières premières et les prix moyens des produits manufacturés sont approximations par l'indice harmonisé des prix et fournis par l'Insee, l'institut national de la statistique et des études économiques. Les taux de salaires des travailleurs qualifiés s'inspirent des expériences des pays avancés. En revanche le taux de salaire des travailleurs peu qualifié est approximé au revenu minimum décent. Connaissant le coût annuel de la technologie (les dépenses annuelles en R&D) d'une part, et la dépense moyenne en R&D par an, d'autre part, nous déterminons le volume potentiel en technologie par an. Les coefficients de pollution sont calculés à partir des contributions relatives des secteurs d'activités à la pollution globale. Les statistiques⁷⁷ montrent que le secteur de la production des matières premières et le traitement des déchets inhérents contribuent à hauteur de 49,5% contre 50,5 au secteur manufacturier et tertiaire. Enfin les paramètres du modèle sont calibrés suivant les expériences réalisées dans le monde. Les résultats résumés dans les Tableau 2.3 et Tableau 2.4 sont une illustration d'une entreprise représentative dans la production de matières premières et une

75. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>, consulté le 27/01/2017.

76. Le 5^{ème} Rapport du GIEC est accessible à l'adresse suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-5e-Rapport-du-GIEC-.html>, consulté le 27/01/2017.

77. Source : https://www.notre-planete.info/terre/chiffres_cle.php, consulté le 27/01/2017.

Tableau 2.3 – Paramètres et solutions optimales du modèle

Variables et paramètres du modèle	Valeurs	Unités de mesure
α_M	0,67	
α_m	0,34	
β_M	0,33	
β_m	0,33	
η_m	0,33	
$c^{(A_M)}$	511641	€/an
$c^{(A_m)}$	511641	€/an
e_M	0,496	
p_m	102	
r	3043	
e_m	0,504	
ω_L	1424	€
ω_H	3173	€
τ	32	€/tonne
A_M	16	unités
A_m	17	unités
L^*	238	personnes
H^*	224	personnes
Q^*_{*M}	6,068	tonnes
Q^*_{*m}	139,63	Milliers d'unités
$\bar{E}$	1299984	tonnes/an

représentative du secteur manufacturé.

Les Tableau 2.3 et Tableau 2.4 présentent des résultats plutôt optimistes dans leur ensemble. En effet, l'industrialisation de l'Afrique en phase 2 du modèle permet d'escompter en moyenne 462 salariés (dont 224 dans le secteur manufacturier) par entreprise et par an sur le continent. Les gains commerciaux de l'Afrique s'améliorent avec un gain net de + 18,87% des richesses tirées des échanges commerciaux contre une perte nette de 30% en période 1. L'adoption de la technologie coûtera à l'Afrique 9209,550653 milliards d'euros sur une période de dix ans. Cela nécessite une déplétion de ses ressources naturelles de 3026332,15 tonnes en période 1 vendues au cours mondiaux de matières premières. En outre, sans technologie de dépollution, l'industrialisation du continent engendre des pollutions supérieures aux normes tolérables recommandées par l'OMS ; soit 3962695,39t éq.CO2/an contre un seuil tolérable de 1299984t/an en Afrique.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons discuté de la relation entre ressources naturelles (épuisables et renouvelables) et développement des économies modernes. Des questions telles que : comment les ressources naturelles contribuent-elles à la prospérité économique et

Tableau 2.4 – Effets des résultats du modèle sur les objectifs de DD en période T2 : Prédictions et vérification

Equations	Prédictions (effets entre ())	valeurs	Conclusions
$\frac{(1-\alpha)^m}{1M^m - \alpha X^m} > 1$	(+)	1,1887	Hypothèse confirmée
si $p_m - \tau e_m > \frac{[\omega_L L + \tau e_M Q_M + \omega_H H]}{Q_m}$	(+)	85,872 > 34,218	Hypothèse confirmée
si $p_m - \tau e_m < \frac{[\omega_L L + \tau e_M Q_M + \omega_H H]}{Q_m}$	(-)	85,872 > 34,218	Hypothèses rejetée
$L*1 < L*0 + H*0 < L*2 + H*2 \leq L + H \Rightarrow (++)$	(++)	+462 salaires/an/entreprises	Hypothèse confirmée
$e_M Q_M + e_m Q_m \leq \bar{E} \Rightarrow (-)$	(-)	3962695,39t éq.CO2/an	Hypothèse rejteé
$e_M Q_M + e_m Q_m > \bar{E} \Rightarrow (--)$	(--)	3962695,39t éq.CO2/an	Hypothèse confirmée
$S_0 - (Q_M + RN_1) < S_0(1 - \lambda)$	(--)	3026338,22t la première année de T2 puis 6,068 t/an.	S_0 non disponible

au développement ? Par quels mécanismes s'opèrent-elles ? Comment expliquer les réussites dans certains pays et les échecs dans d'autres et comment y remédier dans ces derniers cas ont constituées des centres d'intérêts de ce chapitre. Nous avons pu mettre en évidence que l'industrialisation en particulier l'industrie manufacturière constitue le mécanisme qui relie les ressources naturelles au développement économique. Les ressources naturelles constituent dans un premier temps un facteur clé d'attrait des investisseurs (Mérenne-Schoumaker, 2011) bien que d'autres auteurs identifient d'autres mobiles qui justifieraient le rapprochement de l'entreprise manufacturière des ressources naturelles : politiques d'industries de substitution d'importations pour Jalée (1975) et Hugon (2013b) et pour échapper aux contraintes environnementales dans les pays les plus réglementés (Nicolas (dir.) et al., 2008). En s'appuyant sur les modèles traditionnels de l'échange international, nous avons montré que de par des choix stratégiques de localisation de leurs entreprises, certains pays réalisent des gains préférentiels dans les échanges internationaux alors que d'autres y perdent. L'absence de stratégie, dans la participation au commerce international, qui se traduit par une extraversion des économies africaines dans leur ensemble expliquerait le paradoxe africain. La participation à l'échange international de marchandises constitue un paradoxe dans le paradigme du commerce international parce qu'il s'agit d'une spécialisation appauvrissante. En effet, contrairement aux gains de spécialisation attendus dans le commerce international, les faits indiquent que les économies africaines ne tirent pas profit de leurs avantages naturels. Des auteurs ont avancé plusieurs raisons qui expliquent ce paradoxe apparent. Parmi les causes récurrentes, on peut relever des facteurs historiques (Hugon, 2013b), des causes liées à la gouvernance (mauvaises qualités des institutions) (Carbonnier, 2013; Hugon, 2009; Van der Ploeg, 2011) et des pillages des richesses du continent organisés voire institués en complicité avec des élites nationales et des réseaux mondiaux organisés (Hugon, 2009; Jalée, 1975; Koulibaly, 2008) impliquant parfois la communauté internationale et/ou d'États souverains. Les économistes mettent en avant des facteurs structurels. Les capacités d'absorption et de transformation des richesses na-

turelles au profit du développement sont très limités en Afrique ([Berg et al., 2013](#); [Geiregat et Yang, 2013](#); [Hugon, 2013b](#)). La malédiction des ressources naturelles s'y manifeste par des détournements des rentes par les gouvernants et des élites politiques qui se recrutent sur des bases clientélistes. Les institutions sont poreuses. La gouvernance économique et sociale se fait dans une certaine opacité du fait de l'absence d'objectifs ciblés.

Nous avons également relevé que la volatilité des prix mondiaux des ressources naturelles pourraient réduire les gains espérés mis en avant dans le modèle HOS élargi aux ressources naturelles. L'ampleur de la volatilité pourrait même aggraver les conditions de vie des ménages ([Ruta et Venables, 2012](#)) et rendre instables voire inopérantes des politiques de développement des pays touchés. La détérioration de la qualité de vie des ménages s'opère à travers la baisse de leurs pouvoirs d'achat face aux prix des ressources naturelles qui fluctuent et les politiques publiques elles, sont rendues inopérantes du fait que le cadre macroéconomique de ces pays est déstabilisé par des facteurs externes échappant partiellement ou complètement aux contrôles des pouvoirs publics. En effet, avons-nous cherché à identifier les facteurs les plus explicatifs. La rigidité aussi bien du côté de la demande que celui de l'offre expliquent en grande partie l'augmentation quasi-continue des cours mondiaux des ressources naturelles, excepté ces cinq dernières années dont la cause est le ralentissement généralisé de l'activité économique mondiale, en particulier celles des pays émergents comme la Chine. Du fait de leur caractère incontournable dans les modes de vie au XXI^{ème} siècle, l'élasticité prix de la demande des ressources naturelles est quasiment inférieure à un ([Hamilton, 2009](#); [Van der Ploeg, 2011](#)). Les modes de vie insoutenables des pays avancés, la croissance démographique des pays pauvres et le mimétisme des pays émergents qui cherchent à rattraper voire à reproduire les mêmes comportements en matière de consommation exercent une pression accrue sur la demande en matières premières. La demande étant inélastique (élasticité prix de la demande est comprise entre 0,05 et 0,3 à court terme et entre 0,2 et 0,9 pour le long terme) la réponse à un choc se traduit par une augmentation des prix. Du point de vue de l'offre, l'incertitude dans les prospections et découvertes ([Thiombiano, 2004](#)), les stocks limités pour certains types de ressources et les actions de certains producteurs (cartel de l'OPEP, les pays non alliés des États Unis et de l'Europe) rendent l'offre rigide à court terme voire inélastique à long terme. L'élasticité prix de l'offre serait pour certains types de ressources naturelles, notamment les hydrocarbures, de l'ordre de 0,02 pour le court terme et de 0,1 pour le long terme ([Smith, 2009](#)). A l'instar des actions de l'OPEP, un pays qui met en place des politiques commerciales restrictives peuvent également renchérir les prix des ressources naturelles au niveau mondial. Il s'agit entre autres des taxes dissuasives à l'exportation ([Giordani et al., 2012](#); [WTO, 2011](#)), des politiques de change ([Hugon, 2013b](#); [Korhonen et Juurikkala, 2009](#); [Van der Ploeg, 2011](#)).

Dans le prolongement des réflexions sur le paradoxe africain, nous avons développé

un modèle de spécialisation néo-factoriel, dans lequel nous internalisons le capital naturel comme facteur de production, ensuite nous rendons la technologie endogène, puis nous intégrons une contrainte environnementale dans la production des biens échangeables. Dans le modèle, nous faisons une distinction entre travail qualifié et travail peu qualifié. Ces considérations permettent d'expliquer pourquoi les économies africaines se sont, dans leur quasi-totalité, spécialisées dans l'exportation continue de produits primaires alors que leurs balances commerciales se sont détériorées de manière chronique. En rendant ces facteurs pertinents à l'explication du paradoxe africain, nous envisageons les conditions de changements structurels des économies africaines en deux étapes : spécialisation appauvrissante en première phase du modèle avec la condition de réunir une masse critique des facteurs considérés dans le modèle afin d'amorcer en phase 2 du modèle, une transformation structurelle qui induit des gains commerciaux préférentiels. L'application du modèle donne des résultats optimistes. Toutefois, les résultats obtenus pourraient être sous-optimaux et les équilibres instables à cause d'une part, du raisonnement séquentiel dans la détermination des équilibres du modèle et de la contrainte environnementale supplémentaire introduite d'autre part. Les résultats préliminaires du modèle méritent donc d'être validés par des tests empiriques plus robustes.

Chapitre 3

Approches et Méthodes de construction d'indices composites

Introduction

La nécessité de cerner des phénomènes de plus en plus complexes a favorisé l'élaboration d'outils synthétiques à côté d'autres outils comme les tableaux de bord. En effet si ces derniers types d'outils sont pertinents pour analyser des phénomènes pris isolément, ils deviennent inopérants lorsqu'il s'agit de comprendre et d'expliquer les interactions que différentes composantes d'un même phénomène ou d'un même concept entretiennent entre elles. Le recours aux Indicateurs Composites (IC) s'explique également par leur capacité à synthétiser l'information et à en faciliter la communication et l'appropriation par un large public ([Dialga et Le, 2017](#)). Ils sont à cet effet des outils privilégiés pour l'action publique. Dans ce chapitre, nous présentons une synthèse des méthodes les plus couramment utilisées. Nous nous appuyons largement sur trois documents guides pour présenter et décrire les différentes étapes et approches dans la construction d'un IC (section 3.1). Il s'agit du papier de [Nardo *et al.* \(2005\)](#), du guide d'élaboration des indices composite de l'OCDE et du Joint Research Centre de la commission européenne ([OECD et JRC, 2008](#)) et de celui du conseil de l'Europe ([Conseil de l'Europe, 2005](#)) pour prendre en compte les aspects participatifs des acteurs dans le processus d'élaboration des outils synthétiques. Une analyse critique est faite en relevant les limites des approches présentées. La critique s'appuie sur des travaux récents dans le champ des ICs. Une illustration de l'approche théorique est faite en présentant quelques IC (section 3.2). Puisqu'il s'agit pour nous de construire un indice de développement durable dans le contexte des pays miniers d'Afrique subsaharienne, nous faisons une analyse détaillée de l'IDH, indice phare à l'échelle internationale. Dans la section 3.3, nous faisons une synthèse des travaux qui ont porté sur l'IDH depuis sa création, puis nous calculons les scores de l'IDH selon plusieurs méthodes de construction pour quelques pays sélectionnés tout en intégrant progressivement les

modifications apportées à cet indice depuis le lendemain de sa création en 1990 jusqu'en 2015. Nous analysons comment les changements de méthodes et les modifications majeures apportées à l'indice modifient à la fois les scores et le classement des pays sélectionnés. La section 3.4 présente l'approche hybride *top down-bottom up* utilisée dans le cadre de la construction de notre indice ISPM. Nous justifions le choix de cette approche en montrant en quoi elle est originale et adaptée à notre cas d'étude qui, faut-il le rappeler est complexe du fait des enjeux multidimensionnels et de la diversité des acteurs. L'objectif visé dans ce choix d'approche hybride est de parvenir à construire un outil qui résulte d'un compromis d'un plus grand nombre d'acteurs, condition de son appropriation et du suivi de l'outil dans le temps.

3.1 Étapes de construction théorique d'un IC : portée, limites et alternatives

On entend par indice composite, une combinaison mathématique de plusieurs sous-indicateurs représentant plusieurs dimensions d'un même concept ([Saisana et Tarantola, 2002](#)). Plus généralement, les sous-indicateurs qui servent à construire l'indice synthétique n'ont pas d'unités de mesure significativement commune. D'ors et déjà, il convient de souligner qu'il existe plusieurs méthodes permettant d'obtenir un indice composite. Suivant la nature des sous-indicateurs qui le composent, un IC peut résulter de l'un et/ou de trois types d'indicateurs : les indicateurs quantitatifs-objectifs. Ils sont définis comme des valeurs directement mesurables. Exemple : le revenu par habitant, le taux de chômage, la quantité de CO2 émise, les indicateurs qualitatifs-objectifs. Ils ne sont pas directement mesurables mais font appel à des réponses objectivement vérifiables comme la présence ou l'absence d'une norme de qualité ; et les indicateurs qualitatifs-subjectifs. Ceux-ci relèvent de l'opinion, de l'appréciation telle que la satisfaction, la confiance ([Conseil de l'Europe, 2005](#)). L'ensemble des étapes nécessaires pour aboutir à un score composite est représenté par la Figure 3.1.

3.1.1 Définition de l'IC et des variables (Étape 1&2)

La clarification des concepts et le choix des variables pour les mesurer sont importants dans la compréhension de l'indice et de son score. Un indice mal défini dès le départ peut laisser la marge à certaines ambiguïtés et provoquer des interprétations équivoques ou erronées. [Bérenger et Chouchane \(2008\)](#) soulignent par exemples que les indices dérivés de l'Indice de Développement Humain (IDH) du PNUD traduisent parfois mal les concepts qu'ils prétendent mesurer. Pour ces auteurs, ni l'Indice Sexospécifique du Développement Humain (ISDH), ni l'Indice de Participation Féminine (IPF) ne correspondent à de véritables mesures d'inégalités puisqu'ils dérivent tous de

l'IDH auquel on ajoute une pondération d'écarts d'inégalités. Or l'IDH lui, a été conçu pour mesurer les avancées des pays en termes de développement humain et non des inégalités. Les cadres conceptuels de l'IDH et des indices dérivés sont dès lors différents et une extension des scores de l'IDH par ajustement reflète moins les inégalités observées dans un pays. C'est pourquoi cette étape de définition est très cruciale. Ainsi, la définition d'un IC doit être en cohérence avec l'objectif et le phénomène que celui-ci est censé capter. Pour ce faire, les dimensions du phénomène doivent être définies par des variables les plus pertinentes ; elles-mêmes choisies suivant des critères qui peuvent être objectifs ou subjectifs⁷⁸. Ces critères, pour être de qualité, doivent obéir à quatre exigences. Ils doivent être représentatifs par rapport à la question à laquelle ils se rapportent, riches en informations et univoques, permettre une interprétation normative claire et acceptée et enfin, ils doivent être non excessivement onéreux ([Conseil de l'Europe, 2005](#)). Par exemple, un indice de développement durable devrait inclure tout au moins les trois dimensions traditionnelles de ce concept à savoir l'économie, le social et l'environnement, elles-mêmes déclinées en variables tangibles et interprétables. En outre, la déclinaison en sous-indicateurs dépend du degré de finesse de l'information que l'on souhaite fournir à travers l'IC tout en gardant à l'esprit que « trop d'information tue l'information ». En effet, la dimension sociale dans le cas d'un indice de Développement Durable (DD) peut être déclinée en plusieurs sous-indicateurs dont le taux de chômage. Cependant, lorsque que l'on souhaite par exemple prendre en compte des groupes spécifiques dans l'indice – pour des politiques ciblées, ce taux de chômage peut être décomposé ou affiné en taux de chômage des jeunes, des seniors, des ex-prisonniers, en chômage de longue durée, etc.

Toutefois, comme souligné plus haut, la recherche d'un certain niveau de finesse dans l'information peut conduire à définir des concepts théoriquement incompatibles dans un même IC dont l'interprétation de celui-ci peut souffrir de sens. En effet, le souci de représenter de façon exhaustive la richesse d'un pays – dans la dimension économique du DD par exemple – peut conduire à définir dans un même indice des variables « stocks » – pour capter le niveau absolu du patrimoine – et de variables « flux » comme la croissance de l'activité économique du pays. Inversement, la complexité de certains phénomènes contraint parfois les constructeurs d'IC à simplifier les variables et à ne retenir celles qu'ils jugent pertinentes et représentatives. C'est le cas de nombre d'IC traitant des phénomènes multidimensionnels et complexes. Les multiples ajustements permanents opérés sur l'IDH illustrent bien cette difficulté à cerner les phénomènes complexes comme le développement humain. Une mauvaise définition de l'IC au départ aura de toute évidence des répercussions sur les autres étapes de la construction de l'IC notamment dans les étapes de l'analyse de la colinéarité, de « normalisation » et d' « interprétation » de l'IC. Cette étape est d'autant plus importante qu'elle permet, en

78. Dans le cas des choix basés sur des critères subjectifs, la logique et la cohérence des critères doivent être vérifiées.

définissant sans équivoque l'IC, d'asseoir un cadre théorique cohérent avec les objectifs fixés au départ. A titre d'exemple, un indice de durabilité environnementale mal défini au départ peut conduire à des ambiguïtés dans la suite de son élaboration notamment dans la phase pondération des sous-indicateurs s'il y a lieu. En effet, selon que le cadre théorique qui fonde l'IC repose sur une approche écologique ou économie néo-classique (soutenabilité forte versus durabilité faible), les poids relatifs associés aux indicateurs initiaux vont fortement varier. Ainsi, alors qu'un poids important pourrait être accordé à l'indicateur « taux de maintien des jeunes plants mis sur terre » si l'objectif visé est la lutte contre l'appauvrissement des sols et l'avancée du désert ou encore de la résilience des milieux naturels face au changement climatiques (donc vision faible du développement durable), l'approche écologique accorderait une plus grande importance à l'indicateur « proportion d'espèces végétales sauvages dans le couvert végétal » par exemple, puisque cette vision met l'accent sur la soutenabilité forte qui exige le maintien des espèces d'essence naturelle, autrement dit, la conservation de la nature dans son état primitif.

En somme, sans négliger pour autant les autres étapes, l'étape de définition de l'IC conditionne le succès de celui-ci car un cadre théorique mal construit conduit nécessairement à des résultats biaisés et difficilement interprétables et par voie de conséquence, à des recommandations de politiques inadéquates.

3.1.2 Collecte des données, sources et traitement des données manquantes (Étape 3)

La définition de l'IC par l'identification de ses sous-indicateurs et variables composantes doivent permettre de déterminer les types de données nécessaires à la construction de l'indice final. Conventionnellement, on distingue deux types de données : les données dites primaires et les données secondaires. Suivant l'échelle d'application et la nature des variables de l'IC, les données peuvent provenir de quatre sources différentes.

Les sources administratives : les données issues de ces sources sont en général des compilations de diverses données quantitatives transmises périodiquement aux institutions de statistiques. Ces sources ont l'avantage de fournir des données fiables et parfois exhaustives car elles ne se limitent pas à un échantillon donné. Cependant, ces compilations sont pour la plupart des agrégats macroéconomiques. Elles ne permettent donc pas de répondre à certains besoins spécifiques. Elles ne peuvent pas non plus servir lorsque l'échelle d'application de l'outil à construire est beaucoup plus basse comme la région, la commune ou encore à l'échelle d'un village ou d'un quartier. En outre, dans nombre de pays, la transmission et l'accessibilité à ce type de données restent encore limitées pour plusieurs raisons : problèmes légaux, techniques, confidentialité, etc.

Les données des institutions de statistiques : Par le biais d'enquêtes périodiques, ces institutions (l'INSEE pour la France, l'INSD pour le Burkina Faso, l'IWEPS pour

la région Wallonne en Belgique par exemple) disposent parfois de certaines données spécifiques. Ce type de données a l'avantage de refléter la réalité vécue. Cependant, le coût que cette méthode génère fait que les données d'enquêtes n'existent que de manière intermittente, suivant une périodicité de collecte définie par l'institution (chaque cinq ans, dix ans etc.). En effet, ces données peuvent s'avérer non adaptées ou insuffisantes lorsqu'il s'agit de la construction d'un indice temporel c'est-à-dire un indice construit pour suivre l'évolution d'un phénomène au cours du temps, et donc nécessitant des séries relativement longues. Aussi, parce que réalisées en général au niveau national, les données d'enquêtes sont difficilement disponibles lorsque l'on étudie des phénomènes régionaux ou locaux.

Les organismes de sondage : Ils fournissent des données qualitatives et subjectives à partir d'enquêtes d'opinion. Bien qu'elles permettent d'obtenir des jugements de valeur sur le phénomène sur lequel les individus sont interrogés, les données d'enquête d'opinion ont une étendue beaucoup plus limitée que celles fournies par les deux premières sources et varient fortement dans le temps (les opinions changent fortement suivant l'actualité et les contextes).

Dans la pratique, les données souhaitées ne sont toujours pas disponibles en totalité. Pour contourner cette difficulté, les chercheurs utilisent plusieurs astuces ou outils statistiques. Les données manquantes peuvent être définies de trois manières suivant leurs liens avec les variables d'intérêt d'une part et des autres variables observées d'autre part. En effet, les variables manquantes peuvent être de type « *Missing Completely At Random* » c'est-à-dire que les données manquantes ne dépendent ni des variables d'intérêt (Y), ni des autres variables observées (X_i); ($X_i \perp (X_j; Y) \forall i \neq j$). Dans ce cas, il est possible d'éliminer simplement la variable dont les données manquent (*case deletion*) sans que la réduction du nombre de variable n'impacte la qualité de l'indice. C'est le cas par exemple de la suppression de certains pays du classement PNUD lorsque que les données manquent. Toutefois, cette suppression pourrait réduire la qualité de l'information révélée par l'IC dans les cas où la variable représente une dimension forte. Il n'est pas non plus possible d'effectuer une étude comparative entre l'échantillon de départ et celui réduit. Dans ce cas, une substitution de la variable pour laquelle les données ne sont pas disponibles par une variable équivalente (investissement/épargne, dépenses/revenus, ... sous certaines hypothèses) peut être envisagée.

Les données manquantes peuvent dépendre directement des variables d'intérêts (*Non Missing At Random*). Formellement le *Non Missing At Random* peut se caractériser par : $X = f(Y)$ avec $X_i \perp X_j \forall i \neq j$. Il peut également s'agir des données qui dépendent d'autres variables mais ne dépendent pas des variables d'intérêt (*Non Missing At Random*). $X_i = f(X_j) \forall i \neq j$ et $X_i \perp Y$. Dans ces deux cas de figure, l'élimination de la variable entraîne une perte partielle d'informations. L'IC obtenu ne diffuserait qu'une fraction de l'information réelle produite par le phénomène traité. En vue d'obtenir une information plus complète sur le phénomène, il pourrait être envisagé

d'estimer les valeurs manquantes à l'aide des outils statistiques (utilisation des indicateurs tendanciels comme les moyennes, les médianes ou les modes) ou économétriques (régressions linéaires).

Ces approximations permettent certes de surmonter une difficulté mais soulèvent un autre problème : celui de la fiabilité de l'IC à cause des incertitudes que ces méthodes d'imputation ou d'extrapolation peuvent produire. En effet, les valeurs obtenues aléatoirement par l'imputation supposent que celles-ci sont équivalentes aux données observées. Or, une valeur unique imputée ne peut pas représenter toute l'incertitude. Considérer ces données équivalentes sous-estime donc cette incertitude ; ce qui a tendance à réduire la variance de l'échantillon et l'intervalle de confiance de l'indice (Donzé, 2001). Dans le même ordre d'idées, Saisana et Saltelli (2010) montrent que la plus ou moins grande considération de l'incertitude dans les données collectées peut faire varier très significativement la valeur de l'indice final. La qualité de l'indice dépend dans une large mesure de la qualité des données utilisées et celles-ci en cas d'imputation, dépendent à leur tour de la robustesse des outils mobilisés.

3.1.3 Analyse multi-variée (Étape 4)

Cette étape est aussi importante que les autres dans la construction d'un IC. Elle permet d'analyser la structure générale des données et de déceler les éventuels liens de corrélation entre les sous-indicateurs définis. Dans la pratique, des variables peuvent être, et le sont presque toujours, corrélées entre elles. Ceci n'est pas grave à *priori* dans la mesure où des corrélations plus ou moins fortes des variables entre elles expliquent bien les interactions que celles-ci entretiennent entre elles. Ces corrélations indiquant que les dimensions du phénomène sont complémentaires, ce qui autorise la condensation de l'information contenue dans les variables initiales en un chiffre. Lorsque les variables entretiennent des liens entre elles, considérer les dimensions isolément ne permettrait que d'obtenir des informations partiellement révélées du phénomène traité. La plus ou moins grande corrélation des variables va donc motiver le recours ou le renoncement à un IC pour révéler l'information totale du phénomène. Cependant, les corrélations deviennent problématiques lorsqu'elles indiquent des relations négatives entre deux ou plusieurs variables supposées distinctes d'un même concept. Le problème de corrélation se pose également lorsque, à l'intérieur d'une même dimension du phénomène étudié, les corrélations entre les variables sont fortes, mêmes positives qu'elles soient. Dans ce dernier cas, l'élimination ou la substitution des variables fortement corrélées doit être envisagée pour éviter toutes redondances. Toutefois dans le cas de la substitution, la méthode présente elle aussi des limites en ce qu'il n'existe pas parfois de variable substitut parfait qui serait totalement indépendante de toutes les autres variables de l'étude. C'est le cas par exemple de la plupart des IC du PNUD où les variables sont fortement corrélées entre elles mais surtout fortement corrélées au revenu par habi-

tant (cf. [Bérenger et Chouchane, 2008](#)). Dans ces cas de figure, les limites inhérentes aux PIB se retrouvent être répercutées sur l'IC dérivé de ces variables. L'avantage de l'analyse multi-variée est qu'elle permet déjà à cette étape de l'élaboration de l'IC de relever des incohérences éventuelles dans la formulation de l'indice et d'en apporter des corrections au besoin – Pondérer inversement les sous-indices corrélés par exemple permet de limiter les effets des corrélations inverses (voir [Dialga et Vallée, 2017](#)). En effet, si l'analyse révèle une corrélation négative entre deux sous-indicateurs de deux composantes distinctes par exemple, lesdits indicateurs ne pourront pas logiquement tous composer l'indice synthétique en ce sens que leurs effets se neutraliseront et constitueront de ce fait un biais dans certaines fonctions d'agrégation notamment la moyenne arithmétique. Dans de telles situations, il faudrait opérer des pondérations différentes (par la méthode ACP par exemple) si l'on juge que lesdits indicateurs représentent des critères importants et distincts.

Dans la littérature, il existe plusieurs outils permettant d'effectuer l'analyse multi-variée parmi lesquels on a l'Analyse en Composantes Principales (ACP), l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et l'analyse de partitionnement entre autres.

L'ACP est une méthode statistique développée en 1934 par Hotelling et Thurstone ([Dumolard, 2011](#)) en vue de présenter de manière résumée (en faisant ressortir les informations principales) des données quantitatives continues. L'ACP suppose que le tableau à résumer est « sans trou » c'est-à-dire sans valeur manquante, ce qui peut être vu comme un inconvénient dans nombre d'applications. C'est pourquoi l'étape de traitement des données manquantes doit précéder l'analyse multi-variée. L'ACP s'effectue en trois étapes (transformation du tableau de données et calcul des covariances, calcul des axes factoriels et de leurs variances et calcul d'aide à l'interprétation des résultats) dont la première est utile à l'analyse multi-variée. En effet, la première étape d'une ACP consiste à transformer un tableau initial D contenant des informations brutes (données primaires recueillies) en un tableau secondaire D' de dimensions réduites où les variables sont centrées sur leurs moyennes respectives (la valeur de chaque variable est remplacée par son écart à la moyenne de l'échantillon $D'_{ij} = D_{ij} - m_j$ où j est la variable) ou en un tableau D'' dans lequel les variables sont standardisées. Dans ce dernier cas, il n'y a ni différence de moyenne ni différence de variance ($D''_{ij} = (D_{ij} - m_j)/\sigma_j$

$D''_{ij} = D'/\sigma_j$). Cette transformation offre de façon inhérente, des données déjà normalisées résolvant du même coup les différences d'unités de mesure des variables. Cependant, il faudra tenir compte de cette standardisation « prématurée » dans l'étape de normalisation des sous- indicateurs pour éviter une double normalisation des variables.

La matrice d'informations fournie par le tableau D' ou D'' est ensuite transformée en un tableau C où les variables sont mises en relation deux à deux. Lorsque les variables sont centrées (tableau D'), le tableau C représente un tableau de covariance. S'il s'agit d'une transformation standardisée (tableau D''), le tableau C correspond à

une matrice de corrélation des variables de l'étude (coefficients de Bravais-Pearson). En particulier, lorsque les variables de départ sont de type qualitatif ordinal, le tableau D" fournit des coefficients de corrélation de rangs de Spearman. La standardisation (tableau D") a l'avantage de présenter des statistiques qui ne dépendent pas des unités de mesures initiales dans la mesure où la standardisation (centrage et réduction) exprime l'écart entre chaque valeur et la moyenne de l'échantillon, divisé par l'écart type de l'échantillon. A la limite, c'est l'écart type qui devient l'unité de mesure commune à toutes les variables.

La deuxième étape consiste à un calcul de pourcentage de variance de chaque variable et des axes factoriels pour des représentations visuelles. Les axes factoriels représentent les informations principales extraites et indiquent le degré d'explication ou du pouvoir explicatif des informations retenues sur le phénomène traité exprimé par le % des variances. Ainsi le premier axe factoriel (déterminé à partir des écarts des variances dans la matrice de corrélation C) va contenir l'information principale, les autres restituent les informations non prises en compte dans le premier facteur (première composante) et ce, suivant un ordre décroissant de variance.

Enfin, l'étape 3 correspond à des représentations (le plus souvent graphique) d'outils d'aide à l'interprétation des résultats. Ainsi, des axes factoriels ou encore des cercles de corrélation peuvent être construits pour visualiser la qualité de l'information fournie après les étapes 1 et 2 et d'en décider de la pertinence et du pouvoir des variables retenues à expliquer le phénomène étudié.

L'une des limites de l'ACP est qu'à chacune de ses étapes, on perd une fraction plus ou moins importante de l'information fournie par les variables initiales (limites liées aux simplifications et à la hiérarchisation des priorités). En outre, la standardisation ne tient pas compte des différences de poids relatifs que peuvent avoir les unités observées (Dumolard, 2011). A titre d'exemple, dans une ACP de la variable démographique, la standardisation va supposer un poids égal en termes de population entre la France et le Luxembourg ! Pour surmonter cette limite, il convient de raffiner l'analyse en calculant un coefficient de variation ($r_j = \sigma_j/m_j$). Ainsi, un r_j élevé indique une dissemblance entre les unités statistiques du point de vue de du caractère j considéré.

L'AFC elle, est développée par Benzécri (1973) pour traiter principalement (mais pas seulement) des statistiques qualitatives. Les étapes d'une AFC, à quelques différences près, sont identiques à celles d'une ACP d'autant que les deux analyses présentent des points communs. En effet, tout comme l'ACP, l'AFC est une analyse factorielle visant à (i) résumer l'information contenue dans de grands tableaux numériques, (ii) partir d'une représentation sous forme de nuage de points multidimensionnel, induire des résumés descriptifs hiérarchisés et enfin, (iii) leur donner une signification grâce à des aides à l'interprétation (Dumolard, 2011).

Cependant, l'AFC porte sur des tableaux dont les lignes et colonnes sont symétriques, croisant deux caractères jouant un rôle équivalent c'est-à-dire qu'on peut donc

les permuter. Les tableaux peuvent contenir des valeurs nulles sans que l'analyse ne soit impossible, ce qui n'est pas le cas dans une analyse ACP. Enfin, la dernière particularité est que pour le croisement de caractères, les sommes en lignes et en colonnes ont un sens.

En AFC, le passage d'une matrice D d'informations initiales à une matrice secondaire D' est donnée par les fréquences conditionnelles (en ligne i) ($D_{if} = f_{ij}/i = D_{ij}/D_{i.}$) et la moyenne pondérée (de la colonne j) : $m_j = \sum_{i=1}^n f_{i.} f_{ij}/i$

Où $f_{ij}/i = n_{ij}/n_{i.}$. Fréquence en proportion du total de la ligne i (fréquence conditionnelle) ;

D_{ij} la valeur obtenue par croisement de la ligne i et de la colonne j ;

$D_{i.}$ effectif de la somme des valeurs de la ligne i ;

$f_{i.} = n_{i.}/n$, poids d'une ligne est la fréquence de la somme des valeurs de la ligne i sur l'effectif total. La somme de toutes les $f_{i.}$ doit être égale à 1.

Le passage de la matrice D' à D'' (centrée et réduite) s'effectue en calculant la variance de la distribution de la manière suivante : $\sigma_j^2 = \sum_{i=1}^n f_{i.} (f_{ij}/i - G_j)^2$

Où $G = m_1, m_2, \dots, m_p$, dans une matrice d'information D à n -lignes et p -colonnes, est le centre de gravité du nuage de n points-ligne.

Enfin, la matrice C de covariances est calculée par le produit matriciel $C = F_{ij}/i \times F_{ij}/j$. Les majuscules désignent des matrices F_{ij}/i celle des fréquences en ligne et F_{ij}/j celle des fréquences en colonne. Comme les tableaux en AFC sont symétriques, dans le produit factoriel, il se passe comme si on multipliait une matrice par sa transposée. On obtient finalement une matrice symétrique dont on peut retenir soit la diagonale supérieure soit celle inférieure pour analyser les corrélations entre les différentes variables de l'étude.

Dans la pratique l'ACP et l'AFC sont rendues opérationnelles grâce au développement de logiciels comme le SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) et Spad, SYSTAT, R, Statan, etc.

3.1.4 Normalisation des indicateurs individuels (Étape 5)

Cette étape vise à unifier les unités de mesure lorsque les données de l'ensemble des variables peuvent être ramenées à une mesure commune ou équivalente ou de présenter un IC neutre c'est-à-dire sans unités de mesure. Ce dernier cas est le plus souhaitable en ce qu'il fournit des IC dont le classement sous-jacent est stable. Selon qu'il s'agisse d'un indicateur d'alerte (existence d'un seuil critique pour un phénomène donné) ou selon que l'indicateur est à vocation comparative (indices internationaux), différentes méthodes existent et permettent d'obtenir des échelles de référence.

Ainsi on a la méthode du « *ranking* » dans laquelle l'IC est construit à partir d'une somme des rangs obtenus par l'entité au niveau des différentes dimensions du phénomène. En d'autres termes, lorsqu'il s'agit d'un IC permettant de visualiser les

performances de différentes villes ou régions d'un pays en termes de développement durable par exemple, l'IC s'obtiendra par l'addition (ou par la moyenne) des rangs occupés par l'entité i dans toutes les dimensions J du développement durable. En outre, lorsque l'objectif est de suivre l'indicateur dans le temps, les indices peuvent être augmentés d'un indice temporelle t . Formellement, la normalisation de l'IC par la méthode du ranking s'écrit : $IC_j^t = \sum Rank(SI_j^t)$ où IC_j^t est l'indice composite de l'entité i (i = ville, région, pays, etc.) à date t . $Rank(SI_j^t)$ est le rang occupé par l'entité i dans la dimension j (j = social, économie, environnement dans le cas d'un IC de DD) à la date t .

La standardisation par la méthode centrée réduite ou la normalisation à des z-scores.

Cette méthode a l'avantage de réduire les biais de l'IC imputables aux valeurs extrêmes ou dus à des valeurs aberrantes. Cependant la méthode devient inopérante lorsque les distributions ne suivent pas une loi normale. La normalisation par les z-scores d'un sous-indicateur SI représentant la dimension j d'un phénomène donné dans une entité i à une date t est donnée par : $SI_{ij}^t = (I - \bar{I})/\sigma_j^t$ où $\bar{I}$ est le sous-indicateur moyen du groupe, σ_j^t l'écart type.

La méthode par la distance à une référence ou le Denominator-Based Weight (DBW) : centré sur 0 et compris entre -1 et 1, la méthode DBW offre plus de facilité à interpréter les résultats. En effet, les entités pour lesquelles le score est négatif seront considérées comme étant dans une mauvaise situation tandis que celles qui se feront distinguer par des scores positifs seront les exemples à suivre. Par ailleurs, c'est une méthode particulièrement adaptée aux indicateurs de comparaison temporelle. Comparant une situation à un moment donné par rapport à la valeur de l'indicateur à une date de référence, ce type de normalisation permet des analyses de contexte et d'impact d'un processus. La méthode sera particulièrement intéressante à explorer pour la construction d'indicateurs de suivi d'impacts des politiques en matière de lutte contre les changements climatiques par exemple ou en matière de politiques environnementales lorsque des normes de référence existent. Formellement, la normalisation par le DBW s'écrit ainsi qu'il suit : $SI_{ij}^t = \frac{I_{ij}^t - I_{ref}^{t_0}}{I_{ref}^{t_0}}$ où $I_{ref}^{t_0}$ est l'indicateur ou la norme de référence à l'année initiale t_0 . SI_{ij}^t mesure le progrès réalisé par l'entité i dans le domaine j à la date t par rapport à la référence $I_{ref}^{t_0}$.

Une des limites de cette méthode de normalisation est qu'elle ne permet pas de prendre en comptes les « outliers » tels que les groupes spécifiques (les droits des enfants, femmes ou de prisonniers, handicapés) qui pourraient être pourtant des réalités spécifiques du phénomène étudié.

La normalisation par la méthode Min-Max :

Dans la pratique, elle est de loin l'une des méthodes les plus utilisées notamment dans la normalisation des indicateurs à vocation internationale comme l'IDH. Cette méthode permet de centrer l'indice entre les valeurs extrêmes des entités participant à l'étude. Algébriquement la méthode min-max s'écrit : $SI_{ij}^t = \frac{T^t - \min(i')(I^t)}{\max(I)(I^t) - \min(i')(I^t)}$ où $\min(i')(I^t)$ est le plus faible score réalisé par une des entités. L'entité i' peut être différente de i c'est-à-dire que le plus faible score peut être détenu par une autre entité que celle (i) pour laquelle l'on normalise le sous-indicateur j . $\max(I)(I^t)$ est la plus grande performance réalisée par l'une des entités participant à l'étude. I peut être évidemment différent de i et est forcément différent de l'entité i' sauf dans le cas où toutes les entités sont à la fois meilleures et mauvaises.

Par définition, le sous-indicateur ainsi normalisé se situe dans un intervalle compris entre 0 et 1 et les classements de toutes les entités sont faits en référence à des positions relatives de l'indicateur dans cette fourchette. Contrairement à la méthode centrée réduite, la méthode min-max est très sensible aux valeurs extrêmes.

La normalisation par rapport à un benchmark c'est-à-dire par rapport à une référence

Cette méthode associe des scores aux performances réalisées dans un domaine en référence à un seuil choisi de façon plus ou moins arbitraire. Ce seuil peut être défini à partir de deux références différentes. La première consiste à définir le seuil à partir de la moyenne de l'ensemble des performances des entités dans le domaine concerné, puis à attribuer des notes à chaque entité suivant son positionnement par rapport à la moyenne de l'ensemble. Ainsi la normalisation autour de la moyenne de l'ensemble s'écrit :

$$IT_{ij}^t = \begin{cases} 1 & \text{si } p > (1 + \bar{I}) \\ 0 & \text{si } (1 - \bar{I}) \leq p \leq (1 + \bar{I}) \\ -1 & \text{si } p < (1 - \bar{I}) \end{cases}$$

avec $\bar{I}$ la moyenne de l'ensemble ; p le ratio de performance de l'entité i dans le domaine j par rapport à la moyenne de l'ensemble. $p = SI_{ij}^t / \bar{I}^{t_0}$

De manière analogue, le seuil et les scores associés peuvent être définis à partir d'une échelle catégorielle d'amplitude X . Pour une échelle $X = 100$ par exemple, les indicateurs sont normalisés comme suit :

$$I_{ij}^t = \begin{cases} 100 & \text{si } p^{95} < p \leq 1 \\ 80 & \text{si } p^{85} < p \leq p^{95} \\ 60 & \text{si } p^{65} < p \leq p^{85} \\ 40 & \text{si } p^{25} < p \leq p^{65} \\ 20 & \text{si } p^{15} < p \leq p^{25} \\ 0 & \text{si } 0 < p < p^{15} \end{cases}$$

où les p^x sont des centiles.

Cette méthode a le mérite de tenir compte des différences de classes entre les individus concernés par l'étude mais présente en revanche l'inconvénient de ne pas être sensible aux très faibles variations, les scores attribués étant des nombres entiers. Il peut y avoir des situations où la méthode pénalise des individus se situant dans les bornes supérieures des centiles et surestime les performances des individus qui se situent juste à la frontière inférieure des intervalles définis. Concrètement, la répartition par classes de catégorie fait qu'une variation « accidentelle » (suite à un choc quelconque) peut faire basculer un individu d'une classe où il présentait un faible score à une autre où l'individu voit son score s'explorer du fait de l'amplitude entre les différentes catégories représentées. Exemple : dans l'échelle catégorielle définie ci-dessus, le passage d'un individu d'une catégorie à une autre, entraîne une variation de son score de 20 points. C'est le cas par exemple des individus se situant dans la partie supérieure du premier centile qui peuvent, pour des chocs conjoncturels, passer au deuxième centile et voir leur score augmenter en flèche. A l'opposée, les moins bien classés d'un centile supérieur – ils se situent donc dans la borne inférieure de l'intervalle correspondant à ce centile – peuvent facilement, pour des raisons conjoncturelles, basculer dans le centile inférieur, avec pour conséquence une forte variation de leur score. Ainsi, pour reprendre l'exemple précédant, l'individu ou l'entité voit son score passer de 20 à 0 lorsqu'il passe du 25^{ème} au 15^{ème} centile par exemple. Ces exemples illustrent bien les limites inhérentes aux définitions des seuils (Tableau 3.1) dans les études de phénomènes et donc de la sensibilité des résultats par rapport à ces seuils. Cette remarque est particulièrement importante lorsqu'il s'agit de la construction d'indicateurs de seuil ou d'alerte comme dans le cas des indices de pauvreté monétaire où l'expert est amené à définir un seuil de pauvreté afin de distinguer la proportion de la population à considérer comme pauvre – celle disposant d'un revenu inférieur à ce seuil dans le cas d'un indice de pauvreté monétaire – et donc vers laquelle cible les politiques de lutte contre la pauvreté devrait être orientées. D'où la nécessité de nuancer les résultats par une analyse de sensibilité des scores obtenus par rapport aux seuils retenus qui eux-mêmes restent sujets à incertitudes. Une autre façon de prendre en compte la sensibilité des scores normalisés par rapport aux seuils définis est l'intégration de la dimension temps dans la normalisation de l'indicateur par le calcul des taux de variation. $SI_{ij}^t = \frac{I^t - I^{t-1}}{I^{t-1}} \times 100$. Mais plus exactement, la définition d'une fonction continue est la spécification qui permet de prendre en comptes des variations infinies-tésimales.

3.1.5 Pondération des sous-indicateurs et Agrégation de l'IC (Étape 6, 7 & 8)

Les étapes de pondération et d'agrégation sont intimement liées et difficilement dissociables dans la pratique d'autant que la méthode de pondération choisie impose de

Tableau 3.1 – Changements des scores de l'indice KOF 2010 de la France suivant les méthodes de Normalisation

Globalization level		Economic	Social	Political	$IC = \frac{1}{3} \sum Scores(a, b, c)$	
	Formule	a	b	c	index	Equivalent
log	$\log(X)$	71,729	85,781	97,983	83,863	0,839
Min-Max	$X - X_{min}/X_{max} - X_{min}$	0,895	1,00	0,969	0,955	0,955
All-or-None	1 ou 0	0	1	0	0,333	0,333
Z-scores	$X - moy/\sigma$	1,125	1,146	1,100	1	1,000
benchmark	X/moy	1,196	1,219	1,026	1	1,000
Autour du moyen	1 ; 0 ; -1	0	0	0	0	0,000

Source : Auteur à partir de Dreher, Gaston, et Martens, 2008.

façon implicite le plus souvent la méthode d'agrégation à retenir. Cependant, certaines méthodes permettent de distinguer explicitement ces deux étapes.

L'agrégation par la moyenne des sous-indicateurs ou Indicators Average :

Il peut s'agir d'une moyenne arithmétique, géométrique, harmonique⁷⁹, etc. En effet, la moyenne arithmétique est la méthode de pondération-agrégation la plus utilisée dans la pratique probablement expliquée par sa simplicité à être comprise par un plus large public et par sa transparence. Cependant, la pondération égalitaire bien qu'en apparence transparente, accorde la même importance aux différentes dimensions du phénomène traité, et de ce fait peut être à l'origine de certaines discriminations. En effet, Bardhan et Klasen (1999) montrent qu'attribuer le même coefficient de pondération dans le cadre de l'Indice sexo-spécifique du Développement Humain défini plus haut, revenait à accorder implicitement plus de poids à la composante revenu que les deux autres variables à savoir l'éducation et la santé. Par ailleurs, c'est une méthode très sensible aux valeurs extrêmes et peut fournir des résultats très biaisés lorsque que les données comportent des valeurs aberrantes (outliers). En outre, cette méthode repose sur une hypothèse implicite qu'il existe une forte compensation (substituabilité parfaite) entre les différentes dimensions du phénomène d'une part et que d'autre part, les différentes dimensions ou domaines sont d'importance égale (cf. 3.4 dans la discussion sur l'IDH). A l'inverse, la moyenne harmonique⁸⁰ peut conduire à des considérations exagérées lorsque les coefficients de pondération sont suffisamment grands tendant vers l'infini (Bérenger et Chouchane, 2008). Dans ce cas, on surestimerait la situation ou les dimensions pour lesquelles les valeurs sont relativement faibles. C'est le cas par exemple de l'Indice sexo-spécifique du Développement Humain (ISDH) du PNUD.

En utilisant cinq méthodes d'agrégation dans le cadre de la construction d'un IC à

79. Pour une application de l'agrégation par la moyenne harmonique, voir Gaye et al. (2010).

80. La moyenne harmonique est donnée par $H = \frac{n}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \dots + \frac{1}{\alpha_n}}$ avec, α_i des nombres réels positifs. On peut remarquer que la moyenne harmonique est l'inverse de la moyenne arithmétique. Dans le cadre des ICs, la moyenne harmonique est pondérée et est donnée par $Hp = \frac{\sum_{j=1}^n w_j}{\sum_{j=1}^n \frac{w_j}{SI_j}}$ avec w_j les poids relatifs des sous-indicateurs SI_j

partir de cinq sous-indicateurs de la santé, les chercheurs de la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, [DREES \(2011\)](#) notent que les classements inter-établissements de santé sont fortement influencés par les méthodes de pondération et d'agrégation utilisées. L'étude ayant révélé qu'il n'y a pas d'équivalence de méthode – puisque les résultats statistiques changent suivant la méthode utilisée – et que par ailleurs, il n'existe pas de critère objectif permettant de choisir telle ou telle méthode, alors l'option sage serait de ne pas retenir des scores composites. Cependant, opter pour des indicateurs individuels (sous-indicateurs sans agrégation ou tableaux de bord) fournirait des informations peu lisibles pour le grand public. Les chercheurs en concluent sur la nécessité de retenir des scores composites conditionnellement à une justification expresse de la méthode retenue. Ils sont d'autant convaincus que les indices composites sont un mal nécessaire que la demande sociale en faveur de ces outils synthétiques est sans cesse croissante.

La moyenne géométrique tient compte de la non compensation des sous-indicateurs et récompense les entités (pays, régions, communes, etc.) qui performant dans tous les domaines (Tableau 3.2). Lorsque le modélisateur estime que les composantes de l'IC ne peuvent pas compenser les unes les autres, alors l'agrégation par la moyenne géométrique est la mieux adaptée ([OECD et JRC, 2008](#)).

Tableau 3.2 – Variation de scores suivant la méthode d'agrégation

	A	B
Economie	21	6
Environnement	1	6
Social	1	6
Gouvernance	1	6
IC (Agrégation Linéaire)	6	6
IC (Agrégation Géométrique)	2,14	6

Source : Auteur

Pour rappel, la moyenne géométrique est donnée par $\bar{x} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}$.

Pour notre exemple, la moyenne de A est : $\bar{x} = \sqrt[4]{21 \times 1 \times 1 \times 1} = 2,14$.

A titre illustratif, supposons un IC de DD à quatre dimensions (économie, social, environnement et gouvernance). Deux pays A et B peuvent obtenir le même score composite (Tableau 3.2) avec la méthode linéaire d'agrégation (moyenne arithmétique) alors que ces résultats changent drastiquement pour la méthode géométrique. Ainsi, en supposant les valeurs 21 ; 1 ; 1 ; 1 (respectivement pour les dimensions mentionnées) pour le pays A et 6 ; 6 ; 6 ; 6 pour le pays B, les deux pays obtiennent le même score composite ($IC_A = IC_B = 6$) par la méthode linéaire. Lorsque la méthode d'agrégation choisie est la moyenne géométrique, les scores changent et deviennent 2,14 et 6 pour les deux pays respectifs. Ces résultats obtenus par la méthode géométrique mettent en exergue la non compensation ou du moins la compensation très faible entre

les diverses dimensions du phénomène lorsque les valeurs de certains sous-indicateurs sont trop faibles. C'est le cas du pays A qui maximise la quasi-totalité de ses efforts dans la dimension économique au détriment des trois autres. En termes de variation marginale, la méthode géométrique négligera les efforts supplémentaires du pays B comparativement à la récompense accordée au pays A. En effet, un petit effort de la part du pays A dans les dimensions négligées est suffisant pour porter la valeur de son IC au même niveau que celui de B voire plus alors que le même effort chez B se traduira en termes de résultat par une faible incidence (l'effet sur son IC est faible lorsque la variation dans les sous-indicateurs est faible). Il convient cependant de noter que la méthode géométrique suppose que tous les sous-indicateurs (ou variables) sont strictement positifs alors que cette hypothèse n'est pas rigoureusement tenue dans la méthode linéaire. Ainsi sommes-nous tentés d'affirmer que la méthode de normalisation choisie conditionne également en partie l'algorithme à retenir. En effet, une méthode de normalisation qui produit des valeurs à la fois positives et négatives ou exclusivement négatives, n'ira pas de pair avec la méthode géométrique. La sensibilité des scores selon les méthodes de pondération-agrégation est présentée dans le Tableau 3.3 en utilisant l'indice d'avancée technologique pour vingt pays. Les scores et les rangs des pays changent considérablement. La combinaison de certaines méthodes de pondération et d'agrégation ne permet pas de solution algébrique pour certains pays ou fournissent des résultats insensés (cf. Tableau 3.3). Ces illustrations montrent bien que le choix de la méthode de normalisation, de pondération et l'algorithme d'agrégation dépendent en partie du type de données du problème.

La méthode All-or-None

Elle consiste à attribuer une note nulle si une variable d'une composante présente des performances en deçà du seuil minimal établi ou lorsqu'un résultat est faussé (ex : dans le domaine du traitement médical) ou encore lorsqu'une norme, parmi autres, n'est pas respectée. En revanche, une note maximale est attribuée à l'entité si toutes les variables de la dimension sont appréciées positivement par l'évaluateur ou respectées. L'agrégation de l'IC final se fait par le calcul de la proportion des domaines ou dimensions ayant respecté tous les critères ou les performances requis sur le total des dimensions concernées par l'étude. Ainsi décrite, la méthode All-or-None récompense l'excellence mais fait quid des moyens, des généralistes ou des polyvalents. L'excellence peut provenir de deux sources : soit l'on est meilleur dans tous les domaines, soit l'on excelle dans un domaine particulier. Or, il peut y avoir des situations où l'individu ou l'entité (territoire, commune, région ou pays) peut être moyen dans tous les domaines et obtenir un score final intéressant. Cette caractéristique devient très pertinente à prendre en compte dans le choix de la méthode d'agrégation de l'IC lorsque les différents domaines ou composantes ou encore dimensions du phénomène sont complémentaires. La compensation peut s'avérer être le meilleur résultat dans la logique où l'on ne peut être

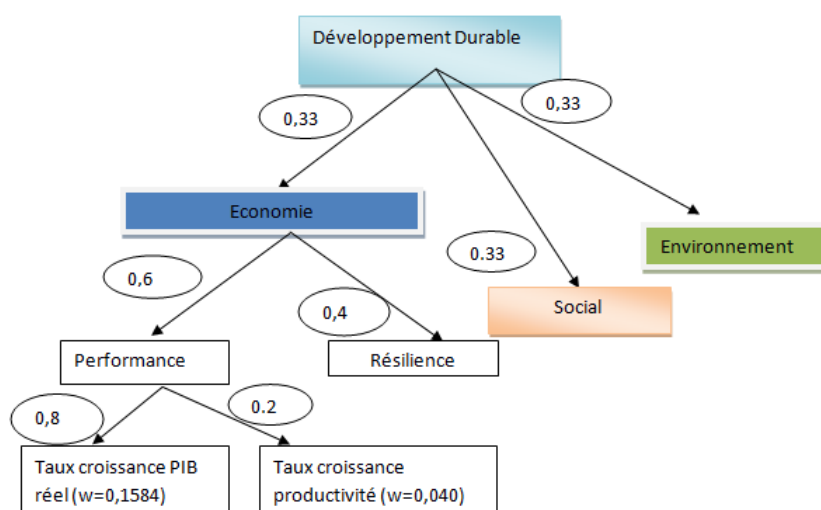
meilleur à tous les niveaux.

La pondération par l'allocation budgétaire ou Budget Allocation Process

Cette méthode consiste à demander à chaque expert ou acteur de répartir un budget fictif de X montant entre différents domaines d'un phénomène. La moyenne des points ainsi attribués permet de calculer les poids des indicateurs, et le score composite est le résultat de leur somme pondérée ou la moyenne géométrique pondérée.

La pondération peut, au-delà des importances relatives exprimées par les acteurs, servir à prendre en compte les interactions entre les différents sous-indicateurs d'une même dimension appelée branche du phénomène. Dans cette optique, plus qu'une moyenne pondérée, le poids de chaque variable ou du sous-indicateur est calculé selon la méthode en cascade (Boulanger, 2004). Le poids final du sous-indicateur est le produit de sa propre valeur attribuée par l'expert multipliée par les poids relatifs sur toute la chaîne du phénomène à laquelle il est rattaché. Ainsi par exemple le poids final (0,1584) du sous-indicateur « taux de croissance du PIB réel » dans la composante « performance économique » de la dimension économique dans le cadre d'un IC de DD est égal à sa valeur attribuée par l'expert (0,8) qui, multiplie le poids relatif de la dimension « performance » (0,6), multiplié par l'importance relative du pilier « économique » (0,33) du DD (cf. Figure 3.2). On procède ainsi pour dégager les poids finaux des différents sous-indicateurs, lesquels poids seront affectés dans l'agrégation de l'indice synthétique.

Figure 3.2 – La pondération en cascade des sous-indicateurs



Source : Auteur, à partir de Boulanger (2004).

Evidemment, bien que l'allocation optimale de ce budget confère à l'IC une légitimité professionnelle, parce qu'émanant des jugements d'experts du domaine, il reste

tout de même que les choix dépendent fortement de la perception du phénomène par l' « expert », et donc de son importance relative, faisant en sorte que la méthode devient en elle-même une méthode fondée sur la subjectivité implicite. C'est pourquoi il est parfois indiqué de vérifier la logique du jugement de valeur de l'acteur (expert ou tout autre partie prenante) en calculant un indice de cohérence⁸¹ de jugement de valeur (Saaty, 1987, 1990). Lorsque la valeur de cet indice est supérieure au seuil tolérable de 10%, alors il existe une incohérence dans le jugement de valeur, et donc dans la répartition budgétaire de l'acteur qu'il faille déceler puis apporter des corrections en vue d'assurer une certaine harmonie et logique dans les scores finaux. La méthode peut être d'autant plus questionnable dans la mesure où l'avis de l'expert peut être différent de celui du public cible ou de la réalité vécue sur le terrain. En cas de conflit dans l'appréciation d'un domaine ou d'un phénomène donné, la confrontation des allocations du même budget par les différents acteurs est nécessaire et devrait permettre de dégager un compromis sur les scores à attribuer à chaque sous-indicateur.

En outre, lorsque le phénomène traité comporte plusieurs dimensions ou domaines entre lesquels l'expert est amené à allouer le budget X , la méthode fournit des pondérations parfois insensées (la prise en compte d'un plus grand nombre de variables dans la construction d'un IC ne conduit pas nécessairement à un indicateur de qualité et représentatif du phénomène traité), le nombre raisonnable de sous-indicateurs devant être compris entre une dizaine et une douzaine (Nardo *et al.*, 2005).

La pondération par l'Analyse en Composantes Principales (ACP)

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a une double importance dans l'élaboration d'un indice composite. Elle permet dans l'étape dite de l'analyse multi-variée d'analyser la structure générale des données en fournissant des matrices de corrélations. Par la suite, l'ACP peut servir à générer des poids à partir des données brutes du phénomène traité. La méthode est particulièrement intéressante dans la mesure où « en faisant parler les données du problème elles-mêmes », on obtient des poids qui sont endogènes aux données du phénomène, épargnant du même coup l'indice synthétique final d'une partie des critiques liées à la subjectivité dans la pondération de ses sous-indicateurs. Concrètement parlant, trois étapes sont nécessaires pour obtenir des poids des sous-indicateurs à partir de l'ACP.

L'étape 1 consiste à vérifier qu'il existe des corrélations entre les variables ; sinon l'ACP ne peut être appliquée pour fournir des poids aux sous-indicateurs. Si à cette étape, les corrélations entre variables de dimensions distinctes sont faibles, cela indique déjà qu'il n'est pas pertinent de concilier ces dimensions en les regroupant dans

81. $I = x \frac{w_j}{w_{j'}}$ avec x le rapport entre des montants du budget alloués aux sous-indicateur SI_j et $SI_{j'}$; w_j et $w_{j'}$ étant les poids relatifs des sous indicateurs SI_j et $SI_{j'}$ obtenus à partir de l'allocation du Budget X .

un même indicateur même composite puisque visiblement, ces dimensions n'ont rien de commun. A l'inverse, il est souhaitable d'avoir une corrélation intra-dimensionnelle moyenne, c'est-à-dire variables moyennement corrélées pour réduire l'effet de multicollinéarité à l'intérieur d'une même composante. En effet, lorsque la matrice de corrélation affiche des valeurs élevées pour des variables d'une même dimension ou d'une même composante du phénomène, des substitutions de variables ou des éliminations d'une des variables fortement corrélées s'imposent.

A l'étape 2, on sélectionne les variables qui expliquent le plus, la variance de l'échantillon. On les appelle « Facteurs Principaux ou Composantes Principales ». L'ACP procède à une combinaison linéaire de toutes les variables entretenant des relations entre elles. Elle en dégage donc les principales composantes qui peuvent se résumer à un, deux, trois facteurs ou plus suivant les différentes combinaisons linéaires. Pour arriver à déterminer les principaux facteurs, trois conditions doivent être simultanément remplies :

- Premièrement, il faut que la valeur propre associée au facteur à retenir soit ≥ 1 ;
- Deuxièmement, la contribution individuelle de la composante à la variance totale doit être au moins 10% ;
- Et enfin la troisième condition requiert que le cumul par ordre décroissant des variances individuelles des facteurs pertinents à retenir soit 60%.

L'étape 3 permet de fournir les poids à partir d'une matrice de rotation qui permet d'obtenir des coefficients liés aux interactions entre les variables que l'[OECD et JRC \(2008\)](#) appellent facteurs de charge. A partir des composantes retenues (principaux facteurs) au regard de l'étape 2, on calcule les poids en faisant le carré des variances liées à l'interaction entre les différentes variables (facteurs de charge) divisé par la variance respective de chaque facteur retenu à l'étape 2. Formellement, le poids de chaque variable dans les principaux facteurs identifiés à l'étape 2 est donné par la formule suivante : $w_{ij} = \frac{\text{facteurs de charge}^2}{\sigma_{j\text{totale des variables initiales}}^2}$. Le calcul de ces poids intermédiaires permet de déterminer le nombre de facteurs principaux à retenir au regard de l'objectif de l'étape 2. Le poids final est obtenu en faisant le rapport entre la variance relative des variables initiales dans chaque facteur principal et le total des variances de tous les facteurs principaux. Le poids final est donné par : $w_{ij\text{final}} = \frac{\sum_{j=1}^J \sigma_j^2 \text{ dans le facteur } k}{\sigma_{\text{totale des Facteurs } K}^2}$. Par souci de commodité et de facilité d'interprétation, les poids finaux peuvent être normés sur une échelle de 0 à 1.

Notons cependant que la méthode ACP présente quelques désavantages. On est amené à recalculer les poids lorsque les données initiales du problème changent. Ces changements peuvent être dus à la constatation de valeurs aberrantes dans les données initiales ou à une mise à jour (nouvelles observations, élargissement de l'échantillon de l'étude, etc.) de la base de données de l'étude. La méthode peut également amener le chercheur à écarter certaines variables, pertinentes du point de vue théorique et qui ne présentent pas de corrélations avec les autres variables de l'étude. Elle est également

tributaire de l'étape de traitement des données manquantes et des données aberrantes. Enfin, la méthode ne peut pas être utilisée lorsque la taille de l'échantillon est relativement petite, notamment dans le cas où le nombre de variables est supérieur au nombre d'observations.

L'agrégation par la maximisation des scores

Elle est directement issue de la méthode dite du « Benefit Of the Doubt » (BOD) utilisée habituellement pour évaluer les performances économiques des entreprises. Elle a été étendue au champ des indicateurs composites par [Cherchye et Kuosmanen \(2004\)](#). La méthode BOD elle-même est une application de l'approche DEA, Data Envelopment Analysis, qui consiste à construire, à partir des meilleures performances, une frontière d'efficacité ou courbe des possibilités puis à déterminer les performances relatives des autres individus participant à l'étude par rapport à ce cadre de référence (benchmark) établi comme illustré par la Figure 3.3. Ainsi, la méthode BOD permet d'attribuer un poids relatif à un individu au regard des scores obtenus par ceux parmi le groupe qui performant le mieux. En associant le score 1 aux meilleures performances, les performances des individus les moins performants se situent entre la valeur nulle et la performance maximale fixée à 1. $w_i = \frac{\text{performance de } i}{\text{Benchmark ou frontière des possibilités}} \leq 1$. Tel que défini, le poids relatif de chaque individu dépend de sa propre performance réalisée comparativement à la situation « idéale » qui est le benchmark c'est-à-dire le niveau de performance souhaitable.

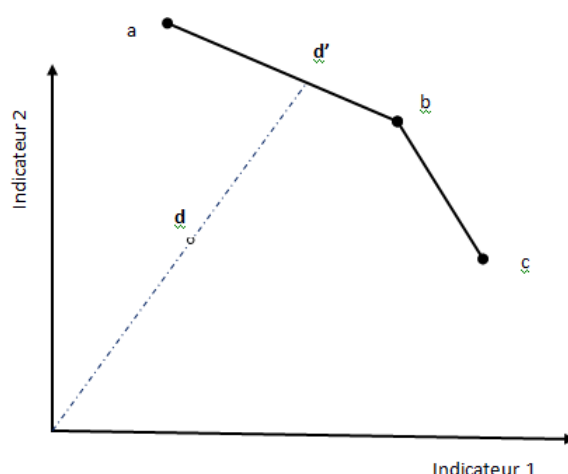
Par définition, l'agrégation par cette méthode maximise les scores obtenus par le BOD tout en respectant la contrainte de probabilité c'est-à-dire la contrainte de non négativité des scores ou celle de poids des sous-indicateurs (i) et le fait que la somme des sous-indicateurs pondérés de leurs poids respectifs doit être inférieure ou égale à l'unité ($\sum_{j=1}^J W_j \leq 1$).⁸² Pour une série de sous-indicateurs représentant diverses dimensions d'un phénomène traité, la méthode accorde le bénéfice du doute à l'individu dont on souhaite évaluer sa performance globale en ne retenant parmi les scores engrangés que ceux des dimensions où l'individu performe le mieux. L'idée qui sous-entend cette méthode est que chaque individu ou entité a des priorités et cherche donc à maximiser ses actions dans la ou les dimensions qu'il juge primordiales. Formellement, l'IC est donné par le programme de maximisation suivant : $IC_i = \max_{W_{ij}, j=1, \dots, J} \{ \sum_{j=1}^J W_{ij} * SI_{ij} \}$; i l'individu ($i = 1, \dots, I$); j le sous-indicateur (SI) représentant le domaine ou la dimension j ($j = 1, \dots, J$) et W_{ij} le poids relatif associé au sous-indicateur j dans l'IC de l'individu i .

s.c

$$\begin{cases} 0 < \sum_{j=1}^J W_{ij} * SI_{ij} \leq 1 \\ W_{ij} > 0 \end{cases} \quad \begin{matrix} (3.1a) \\ (3.1b) \end{matrix}$$

82. Pour une application de cette méthode, (voir [Dialga et Vallée, 2017](#)).

Figure 3.3 – Frontière de performance par la méthode DEA



Source : Auteur, à partir de [Mahlberg et Obersteiner \(2001\)](#).

Comme les autres méthodes, l'agrégation par la maximisation de la meilleure performance peut présenter des limites lorsque les dimensions du phénomène traité ne sont pas substituables. Autrement dit, lorsque l'étude porte sur une thématique présentant des dimensions d'importance égale ou lorsqu'il s'agit des domaines complémentaires, la méthode de maximisation qui ne retient que des scores des domaines dans lesquels l'individu consacre plus ses efforts, ne permet pas de traiter le phénomène dans sa globalité d'autant que les autres dimensions jugées non prioritaires par l'individu sont négligées dans l'IC final. Dans des cas similaires, la mesure du phénomène traité par le biais d'un score composite sera partielle. La deuxième limite est inhérente à la méthode de pondération. En effet, en contraignant les scores dans une fourchette de $[0,1]$, la méthode ne permet pas d'observer des pires performances et les individus qui excellent au-delà de la frontière de l'efficacité prédéfinie. Des individus pourraient présenter des scores en deçà de la limite inférieure imposée. Or, de tels scores (négatifs), non souhaitables dans l'agrégation de l'indice, pourraient être des signaux pertinents à exploiter dans l'analyse des scores composites construits.

De même, en bornant le poids des sous-indicateurs à 1, la méthode exclut la possibilité d'existence d'autres meilleures situations. Ce qui peut conduire les entités se situant sur cette frontière à ne plus améliorer leur position de leader puisqu'elles sont considérées comme la référence vers laquelle les autres jugées moins performantes devraient tendre. Pour surmonter cette limite, [Nardo *et al.* \(2005\)](#) proposent que les frontières d'efficacité soient établies de manière exogène (on choisira les meilleures performances en dehors des pays de l'échantillon d'étude). La proposition ne fait pas avancer le débat dans la mesure où l'introduction des limites externes aux données de l'étude soulève à nouveau les critiques traditionnelles reconnues dans le champ des indicateurs composites ; c'est-à-dire celles récusant le choix arbitraire des seuils dans la normalisation des

IC.

En outre, la méthode devient complexe voire inopérante, lorsqu'il s'agit de représenter cette frontière des possibilités à partir d'un grand nombre de sous-indicateurs. La même difficulté se pose lorsque parmi les entités participant à l'étude, il y a « plusieurs meilleures » en même temps pour une même dimension, c'est-à-dire le problème de l'existence de plusieurs équilibres optimaux (voir Figure 3.3).

Tout compte fait, la méthode BOD présente deux vertus essentielles : en accordant le bénéfice du doute à l'entité, la méthode lui offre une opportunité de performer dans au moins une des dimensions du phénomène en l'occurrence là où l'entité concentre plus ses efforts. La seconde vertu de la méthode est que les poids des sous-indicateurs sont déterminés de façon endogène par le modèle lui-même, épargnant l'IC final des critiques régulières liées à la subjectivité dans la pondération de ses composantes. Elle est également sensible aux priorités nationales en termes de politiques et est révélatrice des choix de développement opéré par l'entité. Pour finir, la méthode n'a pas pour vocation à comparer les entités entre elles mais fournit plutôt à chaque entité participant à l'étude un outil lui permettant de « s'auto-évaluer » et procéder à une éventuelle réorientation des politiques de développement au besoin.

La méthode Unobserved Component Model (UCM)

La méthode UCM est beaucoup utilisée dans la construction des ICs visant à rendre compte d'un phénomène de type qualitatif. A l'échelle mondiale, elle est utilisée pour évaluer la qualité de la gouvernance des pays en distinguant six domaines de la gouvernance⁸³ (Kaufmann *et al.*, 2009). L'idée est que la qualité est une grandeur à priori non mesurable mais qui s'exprime au travers des indicateurs initiaux obtenus par le biais d'enquêtes qualitatives (sondage, opinion, etc.). L'IC dont la valeur est inobservée résulte des interactions entre les différentes facettes d'un phénomène révélées au moyen de variables mesurables. Ainsi, le modèle repose sur deux hypothèses implicites : (i) les indicateurs initiaux peuvent être décomposés en deux termes ; une composante latente c'est-à-dire la valeur inobservée du phénomène et une composante aléatoire, (ii) l'IC est une combinaison linéaire des sous-indicateurs initiaux.

De façon formelle, chaque sous-indicateur est donné par : $SI_{ij} = \alpha_j + \beta_j(g_j + \epsilon_{ij})$

83. Les six domaines de gouvernance retenus par Kaufmann *et al.* (2009) sont : (i) Voix et responsabilisation incluant, la participation au processus électoral, la liberté d'expression, la liberté de presse et la liberté d'association, (ii) la stabilité politique et l'absence de violence, (iii) l'efficacité du gouvernement c'est-à-dire la capacité du gouvernement à proposer des services publics de qualité, son indépendance vis-à-vis des pressions politiques, la qualité de la formulation des politiques publiques et leur mise en œuvre et la crédibilité de l'engagement du gouvernement vis-à-vis des politiques formulées, (iv) la qualité de la régulation c'est-à-dire la capacité du gouvernement à mettre en places des règles et à les faire respecter de sorte à favoriser le développement du secteur privé, (v) l'état de droit (respect des règles de la société, la qualité de l'exécution des contrats engagés, qualité de la justice, respect des droits de propriété, probabilité de réalisation de crimes et violences), et (vi) le contrôle de la corruption (exercice du pouvoir en faveur des gains privés, en particulier sa capacité à faire face à toute forme de corruption).

avec ϵ_{ij} un bruit blanc (moyenne nulle et variance σ_j^2).

Le résidu ϵ_{ij} permet de capter deux sources d'incertitude. La première source d'incertitude est liée à la mesure de chaque sous-indicateur qui peut être imparfaite et la seconde peut résulter de la spécification fonctionnelle pour calculer l'indice composite (combinaison linéaire) qui peut ne pas correspondre à la distribution exacte du phénomène qui, en général, suit un processus complexe.

Dans la méthode UCM, le modèle se ramène à trouver la valeur inobservée g_j étant donnés les sous-indicateurs SI_j du phénomène. En supposant que l'IC est une variable aléatoire de variance 1 (i) et que par ailleurs, g_j et ϵ_{ij} suivent une distribution de Gauss⁸⁴ (ii), la solution du modèle est donnée par la moyenne de la distribution conditionnelle des indicateurs initiaux, eux-mêmes standardisés par les paramètres α_j et β_j du modèle.

En effet, $IC_i = E[g_j/SI_{i1}, \dots, SI_{iJ}] = \sum_{j=1}^J W_j * SI_{ij}$

Avec W_j les poids relatifs des sous-indicateurs donnés par $W_j = \frac{1/\sigma_j^2}{1 + \sum_{j=1}^J 1/\sigma_j^2} \forall j = 1, \dots, J$. On peut observer que le poids associé à au sous-indicateur j est une fonction décroissante de sa variance et inversement croissante des variances respectives des autres sous-indicateurs (variables). Autrement dit, plus la précision du sous-indicateur sur le phénomène étudié est faible (variance élevée), moins on accordera de poids à ce dernier.

La standardisation des sous-indicateurs est donnée par : $SI_{ij} = \frac{SI_{ij} - \alpha_j}{\beta_j} \forall j = 1, \dots, J; \forall i = 1, \dots, I$.

La variance de la distribution conditionnelle vaut : $V[g_j/SI_{i1}, \dots, SI_{iJ}] = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^J 1/\sigma_j^2}$

Cette variance permet entre autre d'apprécier la robustesse de l'IC, sa capacité à restituer l'information qualitative latente. Plus cette variance est faible, plus le modèle, et donc l'IC, restitue l'essentiel des informations contenues dans les indicateurs initiaux. Dans la pratique, la méthode UCM fournit des résultats relativement proches de ceux que l'on obtiendrait dans une analyse factorielle par correspondance (AFC). Les paramètres α_j , β_j et σ_j^2 sont estimés en utilisant la méthode du maximum de vraisemblance.

La principale critique adressée à la méthode UCM est que la résolution du modèle impose la standardisation des sous-indicateurs. Or, cette standardisation fait perdre une partie des informations contenues dans les variables initiales. La deuxième limite de cette méthode est que les étapes de résolution du modèle conduit à des normalisations redondantes des sous-indicateurs. Cette redondance fait que la méthode UCM fournit des résultats non comparables avec d'autres méthodes. Enfin, la méthode ne fonctionne que lorsque les variables initiales sont totalement indépendantes (voir hypothèses de départ). Or, l'hypothèse d'orthogonalité des variables est rarement vérifiée dans des cas pratiques.

84. Les hypothèses du modèle autorisent à considérer que g_j et ϵ_{ij} sont normalement distribuées.

Synthèse des méthodes présentées

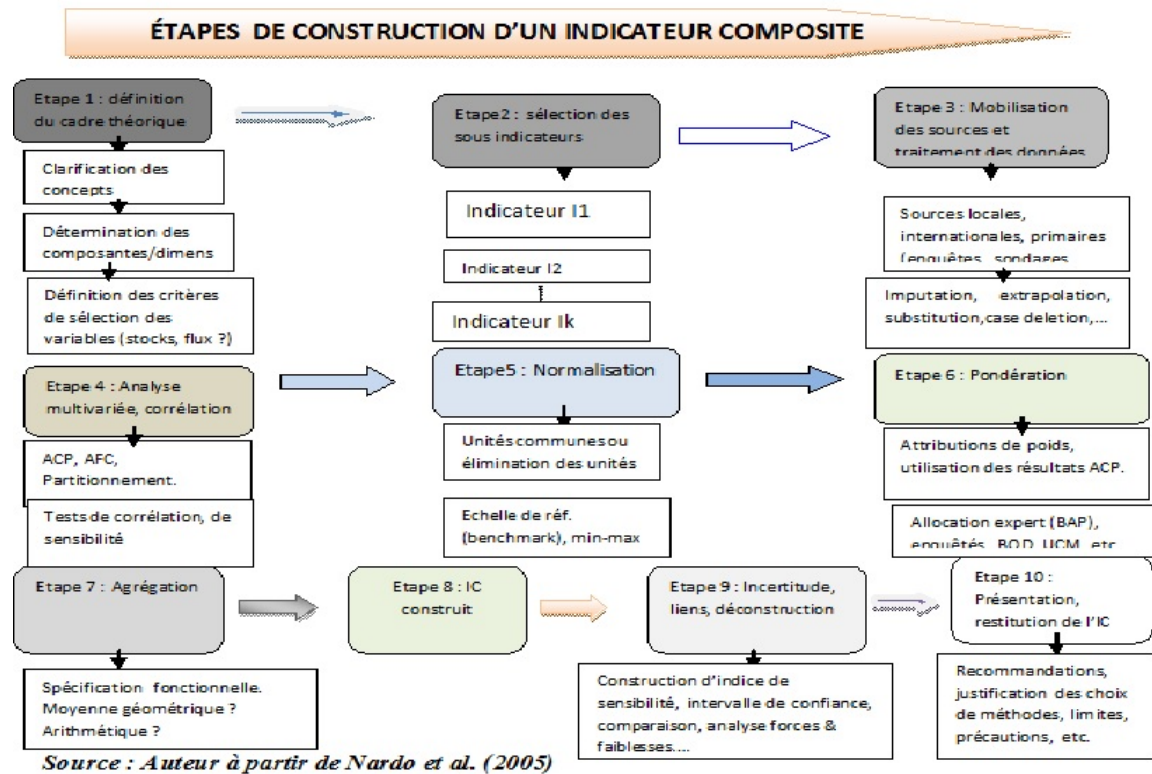
Globalement, les pondérations et l'agrégation par les méthodes « Budget Allocation Process », « Benefit Of the Doubt » et « Indicator Average », produisent tous des résultats finaux similaires (voir Tableau 3.3 et DREES (2011)).

En effet, la similarité de ces résultats a été empiriquement confirmée par l'équipe de recherche de la DREES en utilisant la méthode de classification fournie par le coefficient de kappa.⁸⁵ Toutefois, ils reconnaissent qu'il peut arriver que les trois méthodes ci-dessus présentées produisent des résultats sensiblement différents suivant les bases de données utilisées. Autrement dit, la qualité des données collectées (et les méthodes d'imputation des données manquantes) influencent en partie les scores composites indépendamment de la méthode de pondération et d'agrégation utilisée. L'analyse a cependant révélé que les méthodes BOD et All-or-None présentent un niveau de concordance très faible⁸⁶ (voir également Tableau 3.3). Les auteurs expliquent cette discordance par les logiques opposées qui sous-tendent ces deux méthodes. En effet, alors que la méthode du « tout-ou-rien » exalte l'excellence en accordant un score maximum aux entités qui performant dans tous les domaines en même temps, la méthode BOD elle, accorde le bénéfice du doute aux entités en maximisant les scores des domaines dans lesquels les entités concentrent plus leurs efforts. Il est donc évident que les résultats qui sont produits à partir de ces deux logiques différentes soient également discordants. Par ailleurs, les mêmes analyses empiriques indiquent que la méthode UCM est la seule à produire des résultats qui contrastent fortement avec les autres méthodes présentées dans leurs travaux. En revanche, elle a l'avantage d'être moins discriminante selon DREES (2011). Dans le cas de l'analyse de la prise en charge de l'infarctus de myocarde après la phase aiguë par les établissements sanitaires (ES), au moyen d'un IC, les résultats montrent que la méthode UCM estime que la prise en charge est la même dans 91% des établissements participant à l'étude. Dans le même temps, les méthodes BOD, All-or-None estiment que 59% et 27% des ES (respectivement) fournissent les mêmes efforts dans la prise en charge des patients atteints de cette maladie. Alors qu'en moyenne (par la méthode Indicator Average), 43% des ES consacrent les mêmes efforts à cette maladie, les professionnels de la santé eux, estiment que la moitié des ES font les mêmes efforts (par la méthode Budget Allocation Process).

85. Le coefficient de kappa (k) développé par Cohen (1960) est donné par $k = \frac{\%deconcordanceobservée - \%concordance\ aléatoire}{1 - \%concordance\ aléatoire}$. Il indique le degré de concordance des résultats, et donc des classements des entités, à partir de deux ou plusieurs méthodes différentes en les comparant deux à deux.

86. A partir du coefficient de kappa, Landis et Koch (1977a) ; Landis et Koch (1977b) distinguent six classes de concordance des résultats issus de deux méthodes ou techniques différentes. Cette classification va de « excellent » (quand $k > 0,81$) à « très mauvais » pour un k négatif.

Figure 3.1 – Étapes de construction d'un IC



Source : Auteur, à partir de Nardo et al. (2005)

Tableau 3.3 – Changements de score et rang des pays suivant les méthodes de pondération et d'agrégation pour l'IAT

	Arithmétique						Géométrique						Harmonique					
	BAP			BOD			BAP			BOD			BAP			BOD		
	Egal	score	rang	Egal	score	rang	Egal	score	rang	Egal	score	rang	Egal	score	rang	Egal	score	rang
Finlande	0,7	1	0,71	1	0,62	1	0,64	1	0,08	15	0,68	1	0,54	2	0,18	2	0,68	1
USA	0,64	3	0,64	3	0,55	3	0,58	3	0,26	2	0,65	3	0,51	3	0,18	3	0,65	3
Suède	0,67	2	0,65	2	0,57	2	0,61	2	0,27	1	0,66	2	0,55	1	0,19	1	0,66	2
Japon	0,5	5	0,51	5	0,43	5	0,34	4	0,2	3	0,47	4	0,15	11	0,13	11	0,47	4
Corée rép.	0,44	7	0,52	4	0,38	6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns†	ns	6
Pays Bas	0,46	6	0,44	8	0,36	7	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	7
RU	0,43	9	0,45	7	0,33	9	0,33	5	0,2	4	0,42	5	0,24	5	0,15	5	0,42	5
Canada	0,43	8	0,43	9	0,33	8	0,3	6	0,19	5	0,36	7	0,13	13	0,12	13	0,36	7
Australie	0,39	10	0,42	10	0,32	10	0,2	14	0,16	13	0,29	14	0,07	14	0,08	14	0,29	14
Singapour	0,35	11	0,41	11	0,28	11	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	11
Allemagne	0,34	12	0,39	12	0,23	13	0,29	7	0,19	6	0,38	6	0,26	4	0,16	4	0,38	6
Norvège	0,53	4	0,46	6	0,5	4	0,28	8	0,18	7	0,35	9	0,14	12	0,13	12	0,35	9
Irlande	0,34	13	0,36	13	0,23	14	0,26	10	0,18	9	0,36	8	0,19	8	0,14	8	0,36	8
Belgique	0,31	14	0,32	14	0,19	16	0,26	9	0,18	8	0,35	10	0,21	7	0,15	7	0,35	10
New Zélande	0,3	15	0,29	16	0,24	12	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	14
Autriche	0,29	16	0,31	15	0,19	15	0,24	12	0,17	11	0,32	12	0,16	9	0,13	9	0,32	12
France	0,27	17	0,29	17	0,17	17	0,24	11	0,17	10	0,32	11	0,22	6	0,15	6	0,32	11
Israel	0,26	18	0,28	18	0,16	18	0,21	13	0,16	12	0,29	13	0,16	10	0,13	10	0,29	13
Espagne	0,14	20	0,18	20	0,08	20	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	20
Italie	0,19	19	0,21	19	0,13	19	0,06	15	0,09	14	0,13	15	0,02	15	0,03	15	0,13	15

RM=Rang Moyen ; IAT=Indice d'Avancée technologique ou le Technology Achievement Index (TAI)

†Résultat non sens pour incompatibilité de valeur et de l'algorithme d'agrégation.

Source : Auteur, à partir des données de [Nardo et al. \(2005\)](#).

3.1.6 Prise en compte de l'incertitude et analyse de sensibilité (étape 9)

Quelle que soit la méthode utilisée, la construction d'un IC est sujette à des incertitudes dont les origines peuvent être diverses (traitement des données manquantes, spécification des formes fonctionnelles, choix des méthodes de normalisation, de pondération et d'agrégation, etc.). A chaque étape de la construction est associé un niveau d'incertitude. Il convient dès lors de prendre en compte ces incertitudes afin de les minimiser si l'on souhaite obtenir un IC plus robuste et à défaut, présenter les limites de l'IC. Plusieurs approches ont été développées en vue d'évaluer le degré d'incertitude lié à un IC à la fin de sa construction. L'analyse de l'incertitude permet de savoir comment l'incertitude liée aux variables d'entrée peut affecter l'IC final. L'analyse de sensibilité quant à elle, permet d'évaluer la part de chaque source d'incertitude dans la composition de la variance totale de l'IC.

L'Analyse de l'incertitude par la méthode de Monte Carlo

En considérant que toutes les étapes et les différentes méthodes de construction d'un IC génèrent des incertitudes qui se répercutent sur la variable résultat (ici le rang attribué à un pays par rapport à la valeur de son IC) l'analyse d'incertitude consiste à déterminer une fonction de distribution probabiliste permettant de relier les inputs (sous-indicateurs) à l'output (rang) au moyen d'une combinaison aléatoire des différentes méthodes et étapes.

Diverses méthodes existent pour estimer l'incertitude de la variable résultat. [Nardo et al. \(2005\)](#) exposent l'estimation de cette incertitude par la méthode de Monte Carlo de la manière suivante :

La première étape est relative à la méthode utilisée pour le traitement des données manquantes dans la construction de l'IC. Les auteurs notent $X_i (i = 1, \dots, k)$ la variable aléatoire correspondant aux différentes étapes et méthodes. La variable aléatoire X_1 caractérise le traitement des données manquantes, et prend deux valeurs distinctes : 1 lorsque la méthode utilisée consiste à remplacer la variable dont les données manquent par une autre variable fortement corrélée à la première. A titre d'exemple, sous l'hypothèse d'équilibre de la pensée classique, on pourra remplacer la variable « Investissement » par la variable « Épargne » et vice versa. X_1 prend le chiffre 2 lorsqu'on attribue un zéro à la variable dont les données manquent.

$$X_1 = \begin{cases} 1, & \text{si variable de remplacement} \\ 2, & \text{si attribution d'un zéro aux valeurs manquantes} \end{cases}$$

La deuxième variable aléatoire est relative à la méthode de normalisation des va-

riables de départ.

$$X_2 = \begin{cases} 1 & \text{si } I = [I - \min(I)]/\text{benchmark} \\ 2 & \text{si } I = (I - \bar{I})/\sigma \\ 3 & \text{si données brutes} \end{cases}$$

Les auteurs supposent en outre que les deux variables aléatoires discrètes X_1 et X_2 sont distribuées de façon uniforme sur $[0, 1]$. En supposant le nombre aléatoire ζ , $X_1 = 1$ si $\zeta \in [0; 0, 5]$ et $X_1 = 2$ si $\zeta \in [0, 5; 1]$.

De façon analogue, on définit X_3 comme étant la variable aléatoire représentant l'événement « nombre de sous-indicateurs isolés pour l'analyse » sachant que J sous-indicateurs composent l'IC. Ainsi :

$$X_3 = \begin{cases} 0 & \text{si } \zeta \in [0; \frac{1}{J+1}] \text{ tous les indicateurs sont utilisés dans l'analyse} \\ 1 & \text{si } \zeta \in [\frac{1}{J+1}; \frac{2}{J+1}] \\ \dots & \dots \\ j & \text{si } \zeta \in [\frac{J}{J+1}; 1] \end{cases}$$

$\frac{1}{J+1}$ est la probabilité qu'aucun sous-indicateur ne soit exclu de l'analyse tandis que $1 - \frac{1}{J+1}$ est la probabilité pour qu'au moins un sous-indicateur soit exclu.

Notons que l'exclusion d'un sous-indicateur fait référence à l'hypothèse que certains sous-indicateurs ne peuvent pas être considérés dans certaines méthodes. A titre d'exemple, lorsque la méthode d'agrégation utilisée est la moyenne géométrique, tous les sous-indicateurs dont la valeur est négative doivent être exclus de cette agrégation par définition d'une moyenne géométrique. En outre, en excluant le sous-indicateur j de l'analyse de simulation, on isole la contribution de ce dernier à la formation de l'IC et permet de ce fait d'apprécier, toutes choses égales par ailleurs, l'importance relative de la dimension j dans l'explication du phénomène appréhendé par l'IC.

La variable aléatoire X_4 est utilisée pour capter l'incertitude liée à la méthode d'agrégation. Trois méthodes d'agrégation sont retenues : la méthode linéaire (LIN) c'est-à-dire la moyenne arithmétique, la méthode géométrique (GEM) et la méthode d'analyse multicritère (AMC), qui du reste n'est pas présentée dans la revue plus haut. Nous développons cette méthode lors de l'analyse de robustesse de l'indice qui sera construit dans le chapitre 5 de la thèse.

En effet,

$$X_4 = \begin{cases} 1 & \text{si LIN}(IC = \sum W_j * SI_{ij}) \\ 2 & \text{si GEM}(IC = \prod_{j=1}^J (SI_{ij})^{W_j}) \\ 3 & \text{si AMC les scores de l'IC sont directement générés par la méthode} \end{cases}$$

La variable aléatoire X_5 est générée pour prendre en compte l'incertitude liée aux méthodes de pondération choisies. Trois méthodes de pondération ont été retenues par

les auteurs. Il s'agit de la méthode du « Benefit of the Doubt (BOD) », de l'allocation budgétaire (BAP) et la méthode d'analyse hiérarchique (AHP) non développée ici.

$$\text{Ainsi : } X_5 = \begin{cases} 1 & \text{si } BAP \\ 2 & \text{si } AHP \\ 3 & \text{si } BOD \end{cases}$$

La dernière variable aléatoire générée est X_6 . Elle permet de capter l'incertitude liée au jugement de l'expert notamment lorsqu'il y a de l'incohérence dans ses jugements de valeur se traduisant par des répartitions de points entre différents domaines de façon illogique. X_6 prend les valeurs $0, 1, \dots, N$ où N est le nombre d'experts participant à l'étude. Comme les experts sont choisis de façon aléatoire, chaque expert sélectionné est associé au poids que celui-ci attribue aux dimensions J .

Notons cependant que lorsque dans l'analyse, la variable $X_5 = 3$, la variable X_6 est d'office égale à zéro dans la mesure où la méthode de pondération tirée au hasard ($X_5 = 3$ correspond à la méthode de BOD) ne fait pas intervenir le point de vue de l'expert. Les poids dans ce cas sont déterminés de façon endogène c'est-à-dire déterminés par le modèle lui-même.

Etant données les six variables aléatoires ci-dessus générées, l'analyse de Monte Carlo consiste à définir une fonction probabiliste combinant les six variables aléatoires. Il est donc possible de générer N combinaisons à partir des X'_i ($i = 1, \dots, k$ avec $k = 6$ dans notre cas et $l = 1, 2, \dots, N$) variables aléatoires puis d'analyser l'impact de chaque combinaison sur la variable résultat c'est-à-dire sur la valeur de l'IC final ou sur le rang induit. Les échantillons X'_i peuvent être obtenus à partir de plusieurs méthodes de randomisation telles que l'échantillonnage aléatoire simple, la méthode d'échantillonnage quasi-aléatoire, l'échantillonnage par stratification, etc. (Saltelli *et al.*, 2000). La variable de résultat (IC ou rang du pays) est liée aux variables aléatoires par la fonction de densité probabiliste mentionnée plus haut. A partir d'un seuil arbitraire fixé, il est possible de déterminer les caractéristiques de cette fonction de densité à partir du nombre de simulations N obtenues. En appliquant cette méthode de Monte Carlo à l'indice de développement technologique, Nardo et ses co-auteurs trouvent que le classement des pays varie lorsque l'on prend en compte toutes les incertitudes liées aux différentes étapes de la construction de l'IC. Nous reviendrons sur cet indicateur dans la section 3.2 en analysant les récents travaux qui ont porté sur celui-ci notamment ceux de Cherchye *et al.* (2008).

L'analyse de sensibilité par construction d'intervalles de confiance

Il s'agit d'associer à la valeur de l'IC un intervalle de confiance dont la marge d'erreur est fixée au préalable. L'étape suivante consiste à faire varier les différentes méthodes puis d'apprécier la sensibilité de l'IC par rapport à ces changements. Pour un seuil de confiance donné, l'IC sera dit sensible aux méthodes, lorsque sa valeur calculée change d'intervalle suivant la méthode (normalisation, pondération, agrégation, etc.) utilisée.

Dans la pratique deux types d'intervalle de confiance peuvent être construits :

L'intervalle par la méthode des percentiles simples

Cette méthode fournit les bornes de l'intervalle à partir de la valeur estimée d'un paramètre (moyenne, médiane, etc.) d'une population mère à partir de laquelle un échantillonnage a été effectué par un tirage aléatoire avec remise. $IC = [\hat{\theta}_{[\frac{\alpha}{2}]}; \hat{\theta}_{[1-\frac{\alpha}{2}]}]$ avec $\hat{\theta}$ la valeur estimée du paramètre considéré; $1 - \frac{\alpha}{2}$ et $\frac{\alpha}{2}$ les percentiles de la distribution de l'échantillonnage et α la marge d'erreur. Dans le cas de la moyenne $\hat{\theta} = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}_b$ où B est le nombre d'échantillonnages obtenus par tirage aléatoire avec remise et $\hat{\theta}_b$ l'estimateur du paramètre θ .

La DREES (2011) fait remarquer que pour que cette méthode soit applicable, il est important que la distribution du paramètre que l'on souhaite construire ne suive pas une loi normale. Par ailleurs, un nombre élevé de ré-échantillonnages est requis pour obtenir une précision suffisante sur l'écart type de la distribution. Dans la pratique, il faut que B avoisine 1000. Cependant, l'intervalle de confiance se resserre au fur et à mesure que la taille de l'échantillon augmente. La restriction de l'intervalle donne une plus grande fiabilité à l'IC avec tout de même un risque que celui-ci n'appartienne pas à cet intervalle pour une certaine taille de l'échantillon d'une part et pour un certain degré de certitude donné (par exemple pour $\alpha = 1$) d'autre part.

L'intervalle par la méthode de l'écart-type

Elle diffère de la méthode décrite ci-dessus par la distribution de l'échantillon. En effet, la méthode est applicable lorsque la distribution de l'échantillon obtenu suit une loi normale. Sous cette hypothèse, l'intervalle de confiance associé à l'IC est donné par : $IC = [\hat{\theta} - u_{[1-\frac{\alpha}{2}]} * \hat{\sigma}_{\theta}; \hat{\theta} + u_{[1-\frac{\alpha}{2}]} * \hat{\sigma}_{\theta}]$ où $u_{[1-\frac{\alpha}{2}]}$ est la valeur de la distribution normale centrée réduite, $1 - \alpha$ le degré de confiance retenu.

L'écart-type $\hat{\sigma}_{\theta}$ de la distribution est donné par : $\sigma = \sqrt{\sum_{b=1}^B (\hat{\theta}_b - \hat{\theta})^2 / (B - 1)}$.

Contrairement à la méthode de percentiles simples, l'estimation de l'intervalle de confiance pour un IC par la méthode de l'erreur standard requiert un nombre de ré-échantillonnage relativement moins élevé. Il est très rare que plus de 200 répétitions soient nécessaires pour l'estimation de l'erreur standard ; 50 donnant déjà une précision assez suffisante sur le paramètre selon DREES (2011).

Lorsque l'IC est exprimé en pourcentage, il est possible, à partir d'un échantillon ayant servi à l'implémentation de l'IC, de lui associer un intervalle de confiance afin d'évaluer la sensibilité de l'IC suite à un changement de méthode. Dans le cas d'un IC exprimé en %, l'intervalle de confiance est donné par : $IC = P_0 \pm t_{\alpha} * \sqrt{\frac{P_0 * Q_0}{n}}$ Avec t_{α} la statistique de Student ; la valeur usuelle de au seuil habituel de 5% vaut 1,96.

P_0 est la valeur de l'indice composite exprimée en pourcentage et Q_0 sa valeur complémentaire c'est-à-dire ($Q_0 = 100\% - P_0$).

Dans cette méthode, l'amplitude de l'intervalle est directement déterminée par la

valeur de l'IC. En effet, pour un échantillon de taille n donnée, l'intervalle se resserre au fur et à mesure que la valeur de l'IC devient faible. Il est donc évident que si une méthode influence la valeur de l'IC, son intervalle de confiance se trouvera également affecté par voie de conséquence.

L'analyse de sensibilité par décomposition de variance

La méthode de la décomposition de la variance totale permet d'évaluer la solidité de l'output (IC), la variance étant une mesure de l'imprécision. L'analyse consiste à évaluer la contribution de chaque variable d'entrée (sous-indicateurs) à la variance totale de l'indice composite d'une part et d'en déceler la part expliquée par les interactions entre les différents inputs (colinéarité, endogénéité, etc.) d'autre part. Cette décomposition permet de construire des indices de sensibilité de l'IC qui sont des mesures quantitatives de la sensibilité.

En considérant l'IC comme variable d'intérêt, et les sous-indicateurs comme inputs, la première étape de la méthode consiste à spécifier une fonction liant l'output (ici l'indice composite) aux variables explicatives (les sous-composantes de l'IC). Lorsque la spécification fonctionnelle liant la variable de sortie Y aux variables d'entrée X – supposées toutes indépendantes – est linéaire ($Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i$) un premier indice de sensibilité peut être construit (Jacques, 2011). L'indice (*Standardized Regression Coefficient*) exprime la part de la variance de l'IC imputable à la variance de la variable X_i . $SRC_i = \beta_i^2 \frac{V(X_i)}{V(Y)}$. Où $V(X_i)$ est la variance de la variable X_i

Nardo *et al.* (2005) notent qu'étant données les incertitudes liées aux différents niveaux de construction de l'IC, la forme fonctionnelle du modèle ne peut être linéaire. Les auteurs soutiennent que le modèle approprié pour cette analyse de sensibilité est un modèle non linéaire dont la spécification reste à déterminer. Cependant, ce type de modèles bien que non connus à l'avance, vérifient les propriétés suivantes.

- Pour un nombre connu de n sous-indicateurs, les modèles permettent une estimation de la variance totale expliquée par les n facteurs ;
- Les modèles permettent une analyse de sensibilité dans laquelle les inputs comportant des incertitudes sont considérés en groupes plutôt que traités individuellement et ce, dans l'optique d'estimer la part de la variance liée aux interactions entre les variables (effets cumulatifs des incertitudes, biais d'endogénéité des variables etc.).
- Les variances sont quantifiables et permettent une décomposition en variance principale et en variance secondaire (variance liée aux interactions entre les différentes variables explicatives) ;
- Elles (variances) sont facilement interprétables et explicables ;
- Enfin, elles devraient permettre de discuter du niveau de robustesse de l'IC.

Etant donnés X inputs (sous-indicateurs), la contribution relative de la variable X_i à la variance totale de l'output Y (IC) est donnée par la variance de l'espérance

conditionnelle de Y . $V_i = V_i(Y)E(X_{-i}(X_i))$. Pour une valeur précise de $X_i = x_i$ il est possible de calculer la moyenne conditionnelle de Y . En particulier, lorsque X_i n'influence pas la variance principale de Y , $V_i = 0$. A l'opposée, $V_i = V(Y)$ dans le cas où la variance de l'output est totalement expliquée par ce seul facteur X_i , tous les autres facteurs n'ayant aucun effet sur la variance totale.

La décomposition de la variance totale en variance principale et variance résiduelle est donnée par : $V(Y) = V_{X_i}(E_{X_{-i}}(Y \setminus X_i) + E_{X_i}(V_{x_i}(Y \setminus X_i)))$. Ainsi, lorsqu'un facteur X est important dans la composition de la variance de Y , sa valeur résiduelle $E_{X_i}(V_{x_i}(Y \setminus X_i))$ est faible. Inversement, lorsque la variance conditionnelle est faible, les niveaux d'interaction entre inputs et les effets cumulatifs de ces incertitudes sont élevés ; ce qui réduit la variance conditionnelle.

En rapportant la variance conditionnelle à la variance totale, on obtient un premier indicateur de sensibilité de l'IC par rapport à la variable X_i .

$S_i = \frac{V_{X_i}(E_{X_{-i}}(Y \setminus X_i))}{V(Y)} = \frac{V_i}{V(Y)}$. S_i donne la contribution relative de la i -ième variable (seule) à la formation de la variance totale. Ainsi, plus le domaine ou la dimension traduit par la variable X_i est important, plus S_i sera grand. En particulier, lorsque la variable explique la quasi-totalité des variations de l'output, l'indicateur de sensibilité tend vers l'unité ($S_i \rightsquigarrow 1$). Dans ce cas précis, les incertitudes et les interactions sont négligeables (valeur résiduelle de la variance conditionnelle vaut zéro).

De façon analogue, il est possible de calculer des contributions relatives à la variance totale conditionnement à plusieurs variables explicatives interagissant entre elles.

Pour deux facteurs X_i et X_j donnés, la variance conditionnelle par rapport aux deux facteurs s'écrit : $V_{X_i X_j}(E_{X_{-ij}}(Y \setminus X_i, X_j))$. La variance résiduelle (résultant de l'interaction entre X_i et X_j) est donnée par : $V_{ij} = V_{X_i X_j}(E_{-ij}(Y \setminus X_i, X_j))$. Elle permet de déceler si dans le modèle les différentes variables explicatives entretiennent des relations entre elles. En absence de toute interaction entre X_i et X_j dans le modèle de construction de l'IC, V_{ij} vaut zéro. Autrement dit, toutes les variables explicatives – dans notre cas, tous les sous-indicateurs – sont indépendantes les unes des autres.

Pour k variables explicatives toutes indépendantes les unes des autres, la décomposition de la variance totale est donnée par la formule suivante : $V(Y) = \sum_i V_i + \sum_i \sum_{j>i} V_{ij} + \sum_i \sum_{j>i} \sum_{l>j} V_{ijl} + \dots + V_{12\dots K}$

Dans l'hypothèse d'indépendance totale entre les inputs, le modèle de décomposition de la variance totale est une somme des contributions marginales de chaque facteur. $\sum_{i=1}^k V_i = V(Y)$ et $\sum_{i=1}^k S_i = 1$.

A partir de la décomposition en variances résiduelles, il est possible de calculer des indices de sensibilité relatifs aux interactions entre les X_i variables explicatives. Cependant, [Nardo et al. \(2005\)](#) montrent que le nombre n de ces indices est aussi élevé que le nombre k de variables est élevé ; $n = 2^k - 1$. Dans la pratique on calcule plutôt un indice condensé des interactions entre variables. Il donne l'effet marginal du facteur i dans l'explication de la variance totale de Y étant donnés les effets dus aux interactions

des autres variables c'est-à-dire les variances résiduelles des $k - 1$ facteurs.

Pour un IC comportant trois facteurs, l'indice marginal de sensibilité est :

$S_{T1} = \frac{V(Y) - V_{X_2 X_3}(E_{X_1}(Y \setminus X_2, X_3))}{V(Y)} = S_1 + S_{12} + S_{13} + S_{123}$. S_{T1} est le rapport de la somme des variances où intervient le sous-indicateur 1 de façon individuelle (S_1) ou en interaction avec les autres indicateurs (S_{12}, S_{13}, S_{123}), et de la variance totale de l'indice composite.

L'indice résiduel du facteur 2 s'écrit : $S_{T2} = S_2 + S_{12} + S_{23} + S_{123}$ et celui du troisième facteur vaut $S_{T3} = S_3 + S_{13} + S_{23} + S_{123}$

[Homma et Saltelli \(1996\)](#) montrent que $V_{X_2 X_3}(E_{X_1}(Y \setminus X_2, X_3))$ peut être généralisée comme suit : $V_{X_{-i}}(E_{X_i}(Y \setminus X_{-i}))$. Elle donne la contribution des $k - i$ variables à l'explication de la variance totale.

Donc $S_{Ti} = \frac{V(Y) - V_{X_{-i}}(E_{X_i}(Y \setminus X_{-i}))}{V(Y)} = \frac{E_{X_{-i}}(V_{X_i}(Y \setminus X_{-i}))}{V(Y)}$ et $\sum_{i=1}^k S_{Ti} \geq 1$.

Finalement, les deux indicateurs de sensibilité (S_i et S_{Ti}) permettent d'apprécier le degré d'adéquation globale du modèle ayant servi à la construction de l'IC et donc de la robustesse de celui-ci. En particulier, lorsqu'il existe une différence significative entre les indices S_i et S_{Ti} , ce résultat témoigne des effets d'endogénéité⁸⁷ et de multicollinéarité entre les facteurs X_i qu'il faille apporter des corrections (par déconstruction ou par changement de pondération ou encore par substitution de certaines variables par des variables non colinéaires).

3.1.7 Analyse de liens, retours éventuels et présentation de l'indice (Étape 10)

Afin de vérifier la capacité de l'indice composite à cerner le phénomène traité, il est parfois utile de le confronter à d'autres indicateurs proches en vue de déceler des éventuels liens de corrélation. A l'issue de cette analyse s'il existe une corrélation forte entre l'IC et d'autres indicateurs appréhendant le même phénomène mais de manière différente peut-être, on peut estimer que l'indice ainsi construit est de bonne qualité. En effet, en cherchant à améliorer l'indice de libéralisation financière, [Chinn et Ito \(2008\)](#) construisent l'indice KAOPEN et le comparent à un indice de libéralisation des capitaux (le Quinn Index). Ils trouvent que la corrélation entre les deux indices vaut 0,84. Les auteurs concluent donc que l'indice amélioré est statistiquement robuste et fiable. Le même exercice a été fait dans le cadre des indices boursiers européens et américains par [Avouyi-Dovi et Neto \(2004\)](#). La corrélation entre le CAC et Dow Jones est de 0,30 et celle entre le DAX et Dow Jones est de 0,34. Ces résultats suggèrent que les réalités financières ne sont pas les mêmes dans les deux espaces économiques et par conséquent, on ferait une analyse erronée en comparant les deux entités à l'aune de l'un ou l'autre indice. De même, une analyse de lien entre le développement technologique

87. Dans un modèle statistique, l'endogénéité d'un paramètre ou d'une variable est la corrélation entre ce paramètre ou cette variable et le résidu. L'endogénéité peut résulter d'une erreur de mesure, d'un processus autorégressif avec erreurs auto-corrélées ou de l'omission d'une variable pertinente, alors que la multi-collinéarité renvoie à l'existence de corrélations entre les variables du modèle.

et le niveau de développement économique (mesuré par le PIB par habitant) peut être, réalisé. Cette comparaison a été faite par l'[OECD et JRC \(2008\)](#) dans leur guide méthodologique. Les auteurs partent de l'hypothèse que le niveau de développement économique d'un pays conditionne son accès à la technologie. De cette manière il doit y avoir une relation positive entre les deux variables. En régressant le PIB par tête sur la variable Technology Achievement Index (TAI), les auteurs obtiennent une droite de pente positive dont le nuage de points est formé par les différents pays⁸⁸ étudiés. Ils en concluent que l'indicateur reflète bien les hypothèses théoriques.

Dans le cadre de la construction d'un indicateur, lorsque les appariements des indicateurs sont adéquats, ce type de tests permet de valider ou de déconstruire l'indice construit. A titre d'exemple, un indice de civisme fiscal avec des scores faibles peut donner lieu à des interprétations équivoques : un faible score peut résulter de la réticence à payer des taxes. Plusieurs explications sont possibles : pauvreté des contribuables, manque de confiance aux institutions publiques en place ou encore taux d'imposition trop élevé. Cette ambiguïté dans l'interprétation du résultat peut être partiellement levée en croisant l'indice de civisme fiscal avec d'autres indicateurs tels que l'indicateur revenu, l'indicateur de pression fiscale et ou l'indicateur de rapport citoyens-institutions (confiance aux institutions du pays), etc.

Tableau 3.4 – Récapitulatif des étapes de construction d'un IC : Méthodes, forces, limites et applications

Étapes	Méthodes	Avantages	Limites	Références	Appllications
Cadre théorique	Pertinence, cohérence, représentatif	compréhension sans ambiguïté, aide au choix de variables pertinentes	Données disponibles ? concepts incompatibles (variables stock&flux)	Béranger et Chouchane (2008)	ISDH & IPF
Sources de données	Administration	Fiable, exhaustif	Accès limité, inadaptées aux besoins spécifiques.	Services centraux, décon	chômage, Energie
	Inst. Statistiques	spéc. proches de la réalité	Onéreux, intermittentes	INSEE, INSD, IWEPS	IPH, GINI
	Sondage	Démocratique	Limitée dans le temps, et dans l'espace	Eurostat	produits « verts »
Données manquantes	Case deletion	Suppression n'affecte pas échantillon restant	Pas de comparaison pertinente avec échantillon de départ	Rapport PNUD (1990-2012)	IDH
	imputation	Données complètes	Augmente l'incertitude	Donzé (2001) ; Saisana et Saltelli (2010)	
Analyse	ACP	Quantitatives	Pas de données manquantes	Dumolard (2011)	Données Eco & géo
Multivar	AFC	qualitatives	Ligne&colonnes sensées		

Continue sur la page suivante

88. Deux pays font exception à l'hypothèse. Il s'agit de la Corée du Nord qui a une option politique de développer la technologie pour concurrencer les pays avancés en dépit de son faible niveau de développement économique. Le deuxième *outlier* est la Norvège dont le développement technologique est tiré par le revenu du pétrole.

Tableau 3.4 : Récapitulatif des étapes de construction d'un IC : Méthodes, forces, limites et applications (suite)

Étapes	Méthodes	Avantages	Limites	Références	Applications
Normalisation	Z-score	Pas de valeurs aberrantes	Elimine outliers qui sont données du problème		
	DBW	Interprétation facile, IC temporel	Elimine outliers qui sont données du problème		
	Min-max	Calcul simple	Sensible valeurs extrêmes	Cherchye et al. (2008)	IDH, TAI
	Benchmark	Point d'accroche	Freine l'excellence		
	Echelle catégorielle	Tient compte de différence de classes	Pénalise les individus aux frontières, insensibles aux faibles variations	Atkinson (1970)	IPH, IPM, Impôts en France
Étapes	Méthodes	Avantages	Limites	Références	Applications
Pondération-Agrégation	Indic. Average	Simple, compréhensible par le public	Poids importants aux valeurs grandes, suppose compensation forte	DREES (2011) ,	Indice Santé, ISDH
				Bérenger & Chouchane	
	All-or-None	Stimule l'Excellence et le respect des normes	Quid des moyens, polyvalents	DREES (2011) ,	Indice Santé
	BAP	Légitimité professionnelle	Subjectif, inadapté aux variables nombreuses	Cherchye et al. (2008)	TAI
	BOD	Objectif, tient compte des priorités	Difficile de définir les frontières de possibilité, Hypothèse de substitution parfaite, Inopérante quand var. nombreuses	DREES (2011) ,	Indice santé, TAI
				Cherchye et al. (2008)	
Agrégation	Harmonique	Tient compte des spécificités	Accorde de poids aux valeurs faibles	Gaye et al. (2010)	IIG
	Géométrique	Tient compte non compensation	Non définie pour des valeurs négatives	PNUD (2010)	IDH 2010
liens, incertitude	Tests colinéarité	Evaluer la qualité de l'IC	Déconstruction si faible corrélation ? abandon IC ?	Chinn et Ito (2008)	Indice KAOPEN

Source : Auteur

Si l'outil synthétique donne une vue d'ensemble du phénomène traité, l'analyse des sous-indicateurs par déconstruction de l'IC est une étape essentielle permettant de proposer des politiques ciblées. L'analyse en coupe transversale permettra de déceler les dimensions dans lesquelles le pays performe le plus et les domaines dans lesquels des efforts doivent encore être encouragés. Cette analyse par décomposition pourrait être

une réponse à ceux qui s'opposent aux ICs, estimant que les IC sont une « boîte noire » dont l'accès est réservé aux seuls initiés. A cette fin, des outils tels que les diagrammes peuvent être représentés en vue de visualiser les composantes et l'indice synthétique. Pour conserver la structure réelle du graphique, il est nécessaire de disposer d'une même échelle de comparaison entre l'IC et ses composantes. Pour ce faire, le diagramme des sous-indicateurs est construit à partir des valeurs normalisées de ceux-ci pondérées de leurs poids individuels respectifs qui ont servi à l'agrégation de l'IC (OECD et JRC, 2008). Pour des indicateurs à vocation comparative, le diagramme pourrait intégrer les meilleures, moyennes et faibles performances. Cela permettra de situer l'entité par rapport à ses pairs. Les outils les plus expressifs lors d'une restitution d'un IC sont en général, les graphiques et les tableaux synthétiques. Ils sont parfois plus parlants que les mots, révélant à vue d'œil certaines singularités de l'indice.

Pour des fins de prédictions, il peut s'avérer nécessaire d'adjoindre à la présentation de l'IC des résultats d'une régression linéaire de l'IC sur ses composantes. Le modèle de régression linéaire le plus simple peut se présenter comme ainsi : $IC_i = \alpha + \beta_1 SI_1 + \dots + \beta_J SI_J + \epsilon$ où les paramètres β_J sont les poids associés aux sous-indicateurs SI_j dans le cas d'une construction de l'IC par agrégation linéaire. Cette régression pourrait mettre en évidence les effets multiplicateurs des actions ciblées dans une dimension sur la variable résultat qui est l'indice composite. En effet en procédant ainsi, on peut indiquer au décideur de combien il améliorerait le score de l'IC pour une unité supplémentaire d'efforts dans le domaine correspondant. Encore une fois, il faut vérifier que les sous-indicateurs ne sont pas corrélés ; sinon les estimateurs (poids respectifs) seront biaisés (explosion de la variance). Si ces précautions ne sont pas prises, le décideur peut, *ex post*, ne pas observer les effets escomptés. Ce qui pourrait, malheureusement en partie, remettre en cause le pouvoir d'aide à la décision de l'indice. En outre, cet exercice est intéressant dans la mesure où il permet de vérifier la concordance des poids déterminés dans l'étape de pondération. Des coefficients β_J significativement différents des poids w_i suggèrent une recomposition de la matrice de pondération obtenue dans l'étape 2.1.5.

3.2 Etat de l'art dans le domaine des ICs appliqués à divers champs disciplinaires

En dépit des critiques courantes à l'égard des indices composites, on a assisté à un développement foisonnant de ces outils synthétiques. Ces initiatives ont touché presque tous les domaines et disciplines existants –économie avec l'indicateur de bien-être économique, les indices composites de compétitivité et d'ouverture économique ; science de la santé avec le *Healthy Life Index*, etc.. Et comme le souligne l'équipe de la DREES dans son rapport, on va vraisemblablement observer une croissance de ces

initiatives, la demande sociale étant plutôt en faveur des scores composites. Dans cette section, nous faisons une synthèse de certains des indicateurs construits en mobilisant les apports récents dans la littérature scientifique. Dans l'optique d'intéresser un champ d'application plus large de ces IC, nous présentons deux indicateurs sectoriels (l'Indice de politique d'alcool, l'IPA et l'indice de développement technologique, le TAI), un indice macroéconomique (l'indice de libéralisation économique, l'indice KOF), un indice macro-financier (l'indice KAOPEN) et enfin deux indices de Développement Durable. Et puisse que nous discutons d'un développement à visage humain ([Brasseul et Lavrard-Meyer, 2016](#)), nous faisons une analyse plus approfondie de l'IDH dans la section 3.3.

3.2.1 L'Indice de Politique d'Alcool (IPA)

Méthodologie et principaux résultats

L'IPA a été construit par [Brand et al. \(2007\)](#) à partir de cinq domaines d'application des politiques visant à limiter la consommation d'alcool dans trente pays de l'OCDE. L'IC vise dans un premier temps à évaluer la rigueur tenue dans l'application des politiques en matière de régulation de la consommation d'alcool dans ces pays et dans un deuxième temps, les auteurs évaluent l'effet d'une amélioration des scores de l'indice sur la consommation de l'alcool. L'application de l'indice à partir des données de l'OCDE pour ces trente pays indique que le Luxembourg est le pays où les politiques en matière de régulation de la consommation d'alcool sont les moins rigoureuses (IPA=14,5/100) tandis que la Norvège donne le bon exemple (IPA=67,3/100). Les tests statistiques indiquent une corrélation négative entre l'indice et la consommation d'alcool et statistiquement significative ($r=-0,57$; $p=0,001$) conduisant les auteurs à affirmer qu'une augmentation du score de l'indice de 10 points se traduira par une baisse de la consommation d'alcool par tête d'un litre. Cependant, il convient de souligner que cette interprétation pourrait être erronée en ce sens qu'une simple corrélation n'établit pas une relation de cause à effet entre variables testées. Les auteurs ont également procédé à une analyse de sensibilité de l'indice en changeant de méthodes de pondération. Le Tableau 3.5 indique que les résultats restent relativement stables dans leur ensemble.

Méthode de construction de l'IPA

Les auteurs s'appuient sur cinq domaines de régulation de politiques d'alcool identifiés par l'OMS (disponibilité physique de l'alcool, le contexte de consommation, les prix de l'alcool, la publicité sur l'alcool, l'utilisation d'engins à moteur après avoir bu). Les auteurs mettent ensuite l'accent sur 16⁸⁹ variables permettant d'apprécier la rigueur des politiques dans chacun des trente pays pour les cinq domaines identifiés.

89. Le lecteur intéressé pourra voir la liste complète des domaines, des poids relatifs, des politiques et les variables [Brand et al. \(2007\)](#).

Le choix des pays de l'OCDE est justifié d'une part par la disponibilité des données en matière de contrôle de consommation d'alcool (voir Dranken, 2005; WHO, 2004) et de l'autre, par le fait que ces pays couvrent cinq continents pouvant être un échantillon représentatif pour des comparaisons à l'échelle internationale. Cependant, une analyse détaillée des pays impose quelques remarques quant à la représentativité de l'échantillon d'une part et de la pertinence voire de l'incohérence théorique du choix de certains pays d'autre part. En effet, bien que les auteurs mettent en exergue que le choix des villes dans les pays cosmopolites comme les USA a été fait de façon aléatoire pour éviter certains biais, la représentativité des consommateurs d'alcool peut être la source du biais. Aux USA par exemple, les trois états (New York, Michigan et Californie) tirés au sort ne représentent que 22% de la population totale des Etats unis. Par ailleurs, appliquer l'indice IPA à la Turquie est très peu pertinent dans la mesure où la Turquie est un pays à majorité musulmane dans lequel l'alcool est prohibé dans les cultures et habitudes alimentaires des populations. Toutefois, les études réalisées par l'OMS indiquent que c'est dans les pays à dominance musulmane que la consommation d'alcool est de plus en plus élevée.⁹⁰

L'IPA est un indice composite normalisé sur une échelle de 0 à 100 dont les poids des sous- indicateurs sont directement déterminés à partir du degré d'application des politiques instaurées dans chacun des cinq domaines. Ainsi le degré d'application d'une norme est indiqué par une étoile dont le nombre 1, 2 et 3 d'étoiles correspondent respectivement à un poids de 2,6; 5,3 et 7,9 pour un total de 100 points sur les 16 critères (2,6 points x 2 critères à une seule étoile + 5,3 points x 6 critères à deux étoiles + 7,9 points x 8 critères à trois étoiles). A partir de ces poids, l'IC est obtenu pour chaque pays en faisant la somme des points obtenus dans chaque domaine puis la somme des points de tous les domaines sachant que pour un critère donné, les points attribués varient de 0 à 7,9 suivant la rigueur de la norme. A titre illustratif, pour le critère « âge légal d'achat d'alcool », 0,2; 3,9; 5,9; et 7,9 points sont respectivement attribués aux âges 16, 17, 18, 19 et 20 ans et plus. En termes de pourcentage, ces points correspondent respectivement à 0%, 25%, 50%, 75% et 100% du total de points possibles. Concrètement, plus le pays tolère la consommation d'alcool par les jeunes adolescents, plus il sera sanctionné par l'attribution d'un score faible voire nul.

Analyse de sensibilité et test de robustesse de l'IPA

Pour cet exercice, les auteurs émettent des hypothèses leur permettant d'effectuer des changements raisonnables sur les méthodes de construction de l'IC. En effet, trois étapes (traitement des données manquantes, pondération et agrégation) subissent des modifications.

90. Source : <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2011/03/21/04016-20110321ARTFIG00731-1-alcool-de-plus-en-plus-prise-dans-les-pays-du-golfe.php>, consulté le 17/02/2017, http://www.who.int/substance_abuse/publications/global_alcohol_report/msb_gsr_2014_3.pdf?ua=1, consulté le 17/02/2017.

Dans l'étape de traitement des données manquantes, l'imputation par la méthode du « plus proche voisin » remplace la valeur moyenne du groupe utilisée dans le scénario de base (IPA original). Cette méthode permet d'imputer la valeur manquante pour une politique donnée en comparant le pays à ses pairs c'est-à-dire en observant les valeurs obtenues par les pays qui présentent de fortes similitudes en termes de politiques d'alcool que le pays pour lequel les données manquent. Cette comparaison puis l'imputation se fait à partir des données observées pour les pays pairs par calcul de la « distance mathématique » séparant ledit pays à ses pairs. Le plus proche voisin est le pays qui se situe à la « plus petite distance » par rapport au pays en question. Dans le cas où le pays présente plusieurs proches voisins à la fois pour une politique donnée, la valeur à imputer est le mode c'est-à-dire la valeur présentant la plus grande fréquence en termes d'observations.

Dans l'étape de pondération, les auteurs supposent deux autres possibilités de pondération en plus de celle décrite plus haut dans le modèle de référence. En effet, la première possibilité est ce que les auteurs appellent une « pondération lourde » (*heavy weighting*). Les poids 1, 3 et 5 remplacent les poids respectifs attribués aux critères portant les étoiles 1, 2 et 3 dans le scénario de base. La deuxième hypothèse consiste à admettre une pondération égale pour chacun des 16 critères. Dans ce cas, chaque critère a un poids de $100/16=6,25$. La dernière possibilité est la pondération spécifique pour chaque pays où la méthode DEA a été utilisée. Dans cette dernière hypothèse, le poids de chaque sous-indicateur est déterminé par la méthode de BOD, une transposition de la méthode DEA au champ des IC, en supposant que chaque pays maximise sur un certain nombre de politiques en matière de régulation de la consommation d'alcool et non sur toutes les politiques à la fois.

La méthode d'agrégation alternative proposée s'est construite autour de l'hypothèse de non compensation des diverses politiques. Autrement dit, on n'améliore pas le score du pays en matière de lutte contre la prise de boissons alcoolisées en offrant par exemple un espace de publicité sur le produit au prix d'une surtaxe sur la vente d'alcool (agir sur le critère « prix de l'alcool »). Pour cela, les auteurs développent un algorithme, permettant une agrégation de l'IC tenant compte de cette non-compensation. Cette méthode permet de déterminer les pays qui performent sur l'ensemble des politiques avec une hypothèse implicite qu'il n'y a pas de différence dans la rigueur de l'application de chaque norme dans chaque pays. En termes plus clairs, la méthode suppose que les politiques en matière de contrôle de consommation des boissons alcoolisées sont standardisées dans l'ensemble de l'espace OCDE.

Le score résultant de cet algorithme est donné par : $S_i = \sum_{j=1}^{16} (n_{ij} + \frac{k_{ij}}{2}) \times W_j$
 Où n_{ij} est le nombre de pays ayant une politique relativement stricte sur le critère j comparativement au pays i . w_j est le poids attribué à chaque critère j .
 k_{ij} est le nombre de pays ayant les mêmes rigueurs que le pays i dans le critère j . il vient que : $0 \leq n_{ij} \leq 29$; $0 \leq k_{ij} \leq 29$; $1 \leq i \leq 30$; $1 \leq j \leq 16$. L'approche divise

l'échantillon de pays en deux sous groupes en distinguant, pour chaque critère j donné, les n_{ij} pays qui sont meilleurs par rapport au pays i au regard du critère j , et les pays qui se comportent exactement comme le pays i au regard du même critère. Ainsi le pays i peut être la référence. Dans ce cas n_{ij} vaut zéro. Il peut être également atypique dans le critère j . Dans ce dernier cas c'est k_{ij} qui vaut zéro.

L'analyse de sensibilité est faite en calculant les scores résultant des 16 combinaisons (4 méthodes de pondération x 2 méthodes d'imputation des données manquantes x 2 méthodes d'agrégation). Pour des fins de comparaisons, les auteurs calibrent les scores issus de ces combinaisons afin d'obtenir une même échelle. Ensuite, le score et le rang de chaque pays sont obtenus en déterminant le score et le rang médians à partir des scores générés par les 16 combinaisons. Enfin, les auteurs utilisent les tests de corrélation de Spearson et Spearman en calculant les coefficients de corrélation entre les valeurs médianes et celles du scénario de base. Ils complètent leurs tests en remplaçant les valeurs médianes par les valeurs extrêmes obtenues dans l'analyse aléatoire pour vérifier la variabilité de leurs résultats. La synthèse des résultats est consignée dans le Tableau 3.5.

Le Tableau 3.5 indique que les résultats restent relativement stables. Un petit nombre de pays (7/ 30 pays) ont vu leur position varier de plus de cinq points. 29 des 30 pays présentent des scores et rangs issus de l'analyse combinatoire très proche du cadre de référence – la différence de position ne dépassant guère deux points. Les auteurs ajoutent que même dans les cas extrêmes, les résultats ne changent pas fondamentalement ($r=0,87$ pour les rangs médian/base et $0,92$ pour les scores médian/base et statistiquement significatif – $p = 0,001$ pour chaque cas). Les auteurs concluent que ces résultats montrent bien que l'IPA est un « condensé fiable sans biais » de toutes les méthodes testées dans les scénarios.

3.2.2 L'Indice d'Avancée Technologique (IAT)

L'indice IAT a été construit en 2001 à l'initiative des Nations Unies pour mesurer l'avancement technologique des pays. L'indice est construit autour de quatre domaines technologiques à savoir la création de technologies, la diffusion de celles-ci, la diffusion des technologies anciennes et les compétences humaines susceptibles de favoriser le développement technologique.

La création technologique est captée par le nombre de brevets délivrés pour un million d'habitants et les frais perçus au titre des licences émises (en dollars US pour 1000 habitants). L'indice de diffusion de nouvelles technologies lui, est calculé à partir du nombre de connexions internet et la part des exportations des produits en haute et moyenne technologie dans le total des exportations. La diffusion des anciennes technologies est captée par trois variables : le nombre de téléphones fixes pour 100 000 habitants, le nombre de téléphones cellulaires pour 100 000 habitants et la consom-

Tableau 3.5 – Résumé de l'analyse de sensibilité de l'IPA

Pays	Rang			Scores		
	Baseline	Médian	Echelle de variation	Baseline	Médian	Echelle
Norvège	1	1	1-2	67,3	71,1	63-77
Pologne	2	2	1-4	67	70,6	67-76
Islande	3	3	2-6	64,5	63,4	56-74
Suède	4	4	2-5	63,8	64,3	60-73
Australie	5	5	3-7	62,8	62,9	56-65
Hongrie	6	8,5	6-12	57,5	51,4	46-62
Slovaquie	7	7,5	6-12	57	54,9	46-63
Finlande	8	7	4-10	54,2	57,3	50-65
Japon	9	10,5	6-17	52,4	50,1	38-55
Canada	10	10	7-14	50,1	50,1	46-52
Nouvelle Zélande	11	10	6-12	49,9	50,1	47-59
Turquie	12	12	6-16	48,7	48,8	41-57
Mexique	13	13	11-17	45,1	43,8	39-49
Corée	14	13	8-17	43,3	47	39-53
Etats Unis	15	16,5	13-27	43,1	40,2	19-47
Belgique	16	16	14-20	41,7	39,8	36-43
Espagne	17	18	14-21	40,9	38,4	32-47
Irlande	18	17,5	15-19	40,8	38,7	36-45
Grèce	19	18,5	15-23	36,2	37,6	32-42
Royaume Uni	20	21,5	20-23	35,5	33,9	28-36
République Tchèque	21	23	19-26	35,4	31,8	25-36
Pays-Bas	22	21	17-24	34,4	35	29-40
Italie	23	22	16-24	34,2	33,6	30-39
Danemark	24	22	18-24	33,2	32,1	28-37
Portugal	25	25,5	23-27	27,2	25,1	21-28
France	26	26	24-27	26,9	24,3	20-28
Autriche	27	27,5	27-28	23	19,4	15-23
Allemagne	28	29	28-29	22,4	17,3	11-22
Suisse	29	27	24-29	22,4	21,7	14-30
Luxembourg	30	30	30-30	14,5	12,1	06-16

Source : Brand DA et al. (2007) p.756

mation par tête d'électricité. La dernière catégorie d'avancée technologique au plan humain est mesurée par la durée moyenne de scolarisation et le nombre d'étudiants dans les sciences, mathématiques et dans l'ingénierie.

La diversité d'unités de mesure des variables ci-dessus citées a guidé les auteurs de l'IAT à normaliser les sous-indicateurs dimensionnels par la méthode min-max ratio. Les variables telles que le nombre de téléphones et la consommation d'électricité ont, au préalable, subi une transformation logarithmique. L'IAT est obtenu dans sa version originale par une pondération égale des sous-indicateurs normalisés puis par une moyenne simple des huit sous-indicateurs pondérés.

A partir de cet IC, [Cherchye et al. \(2008\)](#) ont évalué la robustesse de l'indice en effectuant une analyse de sensibilité et d'incertitude. Pour y parvenir, les auteurs mobilisent la méthode DEA en combinaison avec la méthode de pondération fondée sur le « *Budget Allocation Process* » à partir de 21 experts interrogés. Les résultats de ces pondérations sont résumés dans le Tableau 3.6. Les auteurs utilisent en outre une combinaison de 23 variables aléatoires pour évaluer l'incertitude liée à l'IC. Les 21 premières variables aléatoires représentent la possibilité d'exclure et d'inclure un expert dans l'allocation des poids afin d'évaluer son influence sur la répartition des poids. La 22^{ème} variable aléatoire porte sur les contraintes de bornage de l'IC (min-max, les 5^{ème} et 95^{ème} percentiles ou les 10 et 90^{ème} percentiles) que les auteurs déterminent à partir d'un diagramme circulaire dans lequel chaque indicateur est représenté proportionnellement à sa contribution à l'IC total. Enfin, la dernière variable fait l'hypothèse d'utilisation de données brutes sur le téléphone et l'électricité (on suppose que la normalisation « précoce » des variables dans la méthode DEA est redondante, la méthode elle-même contraignant les indicateurs à varier entre 0 et 1). L'option alternative est la normalisation de ces variables comme ce fut le cas dans la version originale de l'indice. Cherchye et ses co-auteurs parviennent à la conclusion que l'indice est très sensible à la méthode de pondération et les rangs des pays sont très instables suivant les méthodes d'agrégation. Ils relèvent cependant que l'utilisation de la méthode DEA apparaît comme une réponse efficace aux critiques portées sur les pondérations subjectives et du même coup accordent plus de légitimité à l'indice.

Cependant, il convient de souligner que l'endogénéisation de la méthode de pondération ne suffit pas pour garantir une acceptation unanime de l'ITA. Les critiques portent sur le choix des variables mêmes de l'étude. En effet, parmi les huit variables composant l'IC, il n'y a que les variables « royalties » et « licences d'exploitation » qui sont endogènes à l'effort de développement du pays. L'internet et le téléphone ne sont que des produits d'une avancée technologique que l'on ne saurait attribuer à un pays qui exploite ces outils. Être utilisateur de ces outils ne signifie pas nécessairement que le pays fait des avancées en termes technologique à partir du moment où ces progrès peuvent provenir d'un autre pays et se diffusent aux autres qui en sont les bénéficiaires. En outre, l'évolution rapide dans le domaine des technologies et celui des TIC

en particulier fait du téléphone fixe un outil de diffusion technologique presque obsolète.

De même, même si l'électricité apparaît être la matière première indispensable à tout décollage technologique, cette variable devient moins pertinente pour la plupart des pays avancés qui ont connu une révolution dans ce domaine depuis le début du 19ème siècle. Cette moindre importance a d'ailleurs été exprimée par les experts à travers une allocation très faible (0,06 en moyenne) du budget à cette variable (Tableau 3.6).

Par ailleurs, avec le développement de l'outsourcing international, on ferait une erreur d'approximer l'avancée technologique d'un pays à travers ses exportations en produits haute et moyenne technologie. En effet, avec la segmentation du processus de production des produits manufacturés, la Chine par exemple exporte plus de produits à haute et moyenne technologie que l'ensemble des pays de l'Union Européenne (Hellier, 2012). Ce paradoxe apparent s'explique par le fait que la Chine fait de l'assemblage (montage) de ces produits dont les phases nécessitant la technologie lourde ont été effectuées dans les pays avancés. La considération de la variable « exportation des biens haute et moyenne technologie » constituerait un biais en « gonflant » injustement l'IAT de la Chine au détriment de l'Allemagne par exemple.

Enfin, il nous paraît peu pertinent d'évaluer la contribution humaine à l'avancée technologique au moyen du nombre d'années moyennes passées à l'école et au nombre d'étudiants en sciences de l'ingénierie et en sciences exactes. L'introduction de ces variables relance les critiques sur l'évaluation du capital humain au travers des variables inputs plutôt que d'outputs. Ni les effectifs en sciences, encore moins la durée moyenne d'éducation ne sont suffisants pour témoigner que le système éducatif participe au progrès technologique du pays. Il nous semble plus logique et plus pertinent d'évaluer la participation du système éducatif à travers le nombre de publications scientifiques par année dans le pays d'une part et le nombre d'accords conclus entre les établissements supérieurs et les entreprises ou le nombre de brevets déposés d'autre part. Là encore, faudrait-il intégrer la qualité de ces accords (accords productifs) et de ces publications en évaluant l'ensemble des laboratoires de recherche toutes disciplines confondues par des organismes indépendants de certification.

Tableau 3.6 – Poids des huit sous indices de l'IAT à partir des pondérations de 21 experts

Indices	Patents	Royalties	Internet	Exports	Telephone	Electricity	Schooling	Enrolment
Mode	0,10	0,05	0,10	0,2	0,10	0,05	0,2	0,2
Moyenne	0,11	0,11	0,11	0,18	0,10	0,06	0,15	0,18
écart type	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,04	0,06	0,08
min	0,05	0	0,02	0,09	0,00	0,00	0,05	0,00
5è percentile	0,05	0,01	0,04	0,10	0,02	0,00	0,05	0,03
10è percentile	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	0,00	0,05	0,10
90è percentile	0,20	0,20	0,20	0,30	0,15	0,12	0,20	0,30
95è percentile	0,20	0,26	0,20	0,31	0,17	0,15	0,24	0,30
Max	0,20	0,30	0,20	0,33	0,20	0,15	0,25	0,30

Source : A partir de [Cherchye et al. \(2008, p.241\)](#)

L'observation du Tableau 3.6 indique que les huit variables sont diversement appréciées par les experts (en témoignent les pondérations différentes). Cependant, un consensus se dégage autour de l'importance relative de deux variables (électricité et téléphone) aux yeux des 21 experts. Ces deux variables sont, selon ces experts, d'une importance moindre.

Dans la perspective et en vue de conférer une légitimité professionnelle à l'indice, une analyse de sensibilité de l'IAT pourrait être faite en opérant les changements suivants : comme exprimés par les experts, on pourrait exclure les variables « électricité » et « téléphone » de l'analyse. Leur poids (0,15) serait réattribué au prorata des importances relatives exprimées par les experts sur les six variables restantes. Ensuite en combinant la méthode BOD et la méthode de l'allocation budgétaire, l'IC est calculé pour chaque pays à partir des pondérations par la combinaison des deux méthodes. Pour rappel, la méthode BOD accorde le bénéfice du doute au pays en lui affectant les plus grandes pondérations dans les domaines où le pays performe le mieux. Toutefois, la somme des indices ainsi pondérés ne saurait excéder l'unité. L'autre conséquence de cette méthode est la contrainte de non négativité des poids. En d'autres termes, quel que soit la performance du pays dans une des six domaines retenus, l'on ne pourrait lui attribuer un poids négatif.

Plus concrètement dans la méthode hybride BOD-BAP décrite, les poids fournis par les experts sont considérés comme des « pondérations idéales » pour chaque sous-indicateur associé et constituent de ce fait un benchmark. Les poids des différents pays sont déterminés sur la base de ce benchmark en recherchant d'abord les meilleures performances. Le ou les pays qui performent le mieux dans le sous-indicateur concerné obtient la pondération des experts pour ce domaine. Les pondérations des autres pays (les *followers*) sont obtenues suivant la méthode BOD en calculant leur performance relative (position relative) par rapport à celle des pays leaders se trouvant à la frontière des possibilités (benchmark). Mathématiquement, le poids relatif d'un pays i dans le

sous-indicateur j est déterminé de la manière suivante : $W_{ij} = \frac{W_{benchmark} * performance_{ij}}{performance_{leader}}$

Remarque : puisque la somme des poids est égale à 1 ($\sum W_j = 1$), lorsqu'un pays performe dans tous les domaines, alors son IC maximisé ne saurait dépasser 1 par définition du BOD.

3.2.3 L'indice financier KAOPEN

L'indice KAOPEN a été développé par Chinn et Ito (2008) comme une alternative aux mesures déjà existantes sur la libéralisation financière. Il s'agit d'un indice qui mesure le degré d'ouverture financière dans les transactions de compte de capital, basé sur les informations provenant des rapports annuels du FMI sur les régimes et les restrictions de change (Annual Report on Exchange Arrangements and Exchange Restrictions - AREAER). Pour les auteurs de ce nouvel indice, les motivations qui ont milité à sa construction sont entre autres sa capacité à évaluer l'intensité des mesures restrictives sur les comptes financiers. En effet, Chinn et Ito cherchent à mesurer l'intensité des contrôles sur le capital, en supposant que les restrictions sur les mouvements des capitaux ont des répercussions sur les autres transactions internationales en l'occurrence les exportations, les investissements directs et de portefeuilles à l'étranger. Bien que ne pouvant pas quantifier directement la sévérité des restrictions sur les transactions transfrontalières, soutiennent les auteurs – car l'indice est construit autour de variables binaires et non de variables continues capables de rendre compte de la sévérité des mesures, la mesure de l'étendue des contrôles sur le capital peut être un bon proxy pour la mesure de leur intensité. En supposant que la sévérité des mesures sur la libéralisation financière est corrélée à l'intensité de ces mesures, l'indice KAOPEN donne une idée sur les deux phénomènes relatifs aux finances internationales. A titre d'exemple, considérons un pays dont le compte de capital est ouvert. Le pays peut toutefois réduire le flux de capital en limitant les transactions sur le compte courant, ou en agissant sur le taux de change multiple et l'exigence du rapatriement des bénéfices des exportations ; ce qui découragera les flux financiers. Ce comportement peut déjà constituer un premier indice de libéralisation financière. On peut approfondir la réflexion sur la question en supposant cette fois-ci que le pays prend des mesures visant à protéger son compte capital du reste du monde. Mais au-delà, le pays peut encore rendre plus stricts ces contrôles en imposant d'autres restrictions sur le compte courant ou sur le rapatriement des bénéfices de commerce, pour que le secteur privé ne puisse pas contourner les restrictions sur le compte de capital.

A partir des hypothèses ci-dessus explicitées, le KAOPEN est construit à partir de quatre principales composantes utilisant des variables binaires fournies par le report du FMI. La première cherche à vérifier l'existence ou non d'un taux de change multiple avec l'idée sous-jacente qu'un système financier ouvert au reste du monde pratiquera des changes multiples en fonction de la diversité des partenaires financiers du pays.

Elle est captée par la variable binaire k_1 . La deuxième variable rend compte du degré d'ouverture du compte courant. L'ouverture du compte courant recense les flux de capitaux et d'actifs financiers qui alimentent ce compte. Ce degré d'ouverture est mesuré par la variable k_2 . La troisième variable k_3 , capte le degré de l'ouverture du compte de capital. La dernière composante, définie par la variable k_4 regarde la présence d'une obligation de rapatriement des bénéfices par les exportateurs. Les variables binaires prennent la valeur 1 lorsqu'il n'existe pas de restrictions sur le compte. Les auteurs optent pour une mesure moyenne du compte de capital. En effet, k_3 est la valeur moyenne des valeurs observées sur les quatre dernières années et de celle en cours ($SHAREk_3 = \frac{k_1+k_2+k_3+k_4+k_5}{5}$). L'indice composite final KAOPEN est obtenu par une moyenne des quatre variables k_{1t} , k_{2t} , $SHAREk_3$, k_{4t} , préalablement pondérées par les poids obtenus à partir de l'Analyse en Composantes Principales. Normalisé de zéro à 100, l'indice pour un pays donné prendra une valeur d'autant plus élevée que le pays est ouvert aux transactions de capital avec d'autres économies. En appliquant l'indice à des ensembles économiques et sur une longue période (1970-2005), les résultats montrent tout naturellement que les grands ensembles économiques comme l'OCDE ont un indice d'ouverture financière plus élevé que le reste des régions étudiées. Les résultats indiquent également que sur une période relativement récente (à partir des années 1990), les pays émergents notamment les BRIC et les pays en développement ont commencé à libéraliser leurs circuits financiers.

Enfin pour tester la validité externe de leur indice, Chinn et Ito procèdent à une analyse de corrélation de l'indice KAOPEN avec d'autres indices financiers déjà existants. Globalement, les auteurs estiment que l'indice rend bien compte de la thématique traitée, les coefficients de corrélation variant de 0,57 entre le KAOPEN et l'indice de Kaminsky et Schmukler (2003); Kaminsky *et al.* (2002)⁹¹ à 0,82 entre le KAOPEN et l'indice AREAER du FMI.

3.2.4 L'indice de globalisation KOF

L'indice de globalisation KOF mis régulièrement à jour à partir de 2008 par Dreher *et al.* (2008) a été initié en 2002 pour rendre compte de la mondialisation amorcée au début du siècle dernier. L'indice général mesure trois principales dimensions de la globalisation : la globalisation économique, la globalisation sociale et la globalisation politique.

La globalisation économique comprend deux composantes. La première composante regroupe l'ensemble des flux économiques (données sur le commerce, l'investissement direct à l'étranger et l'investissement de portefeuille) tandis que la deuxième composante

91. L'indice de Kaminsky *et al.* (2002) est construit à partir de trois critères de libéralisation financière. Le premier critère est relatif au système de régulation financière domestique. Le deuxième regarde l'équité dans les transactions sur les marchés financiers. Le troisième critère se rapporte à la libéralisation du compte de capital financier dans les marchés des pays développés et ceux émergents.

rend compte des restrictions sur les opérations commerciales et de capitaux (barrière à l'importation, taxes douanières, taxes sur le commerce international, contrôle sur le capital).

La globalisation politique est centrée sur la diffusion des politiques du gouvernement et les relations internationales que le pays entretient avec le reste du monde. Elle est saisie par des variables qualitatives telles que la présence des ambassades étrangères dans le pays, la participation du pays aux organisations internationales, la signature d'accords bi ou multilatéraux, etc.

La globalisation sociale est perçue comme la diffusion des idées, d'informations, d'images et des mobilités culturelles et de personnes. Elle se décline en trois sous-dimensions à savoir les contacts interpersonnels (l'interaction directe entre les personnes vivant dans des pays différents, via la télécommunication ou les déplacements..), les flux d'informations (l'accès aux médias étrangers tels que les journaux, la télévision et les médias en ligne et les réseaux sociaux) et la proximité culturelle (le commerce de livres, la présence des enseignes internationales comme Mac Donald ou Ikea, etc.).

Méthode de calcul de l'indice KOF

Chacune des variables reflétant les sous-dimensions citées ci-dessus est transformée en un indice sur une échelle de 1 à 100, où 100 est la valeur maximale pour une variable spécifique sur la période 1970-2010 et 1 est la valeur minimale. Les valeurs élevées représentent une globalisation accrue. Les données sont transformées selon les centiles de la distribution originale. Les poids pour calculer les sous-indices sont déterminés grâce à l'analyse des composantes principales pour l'ensemble des pays et années de l'échantillon. La même procédure est suivie pour calculer l'indice d'ensemble de globalisation KOF. Avant d'appliquer la procédure d'attribution de poids, toutes les variables sont interpolées. Les valeurs manquantes sont substituées par les dernières données disponibles. S'il manque de données sur toute la période de l'échantillon, les poids sont réajustés en redistribuant les poids de variables manquantes au reste des variables dont les valeurs sont disponibles. Lorsque dans l'échantillon il existe des observations qui ont la valeur nulle, celles-ci ne sont pas supprimées ou remplacées. Les poids qui leur sont associés sont naturellement nuls.

3.2.5 Quelques indicateurs composites de développement durable

L'Indice européen du développement durable (IDD_UE)

L'Indice de Développement Durable de l'Union Européenne (IDD_UE) est construit sur la base d'une approche normative. Pour rappel, le concept du DD est construit autour de trois dimensions de bien-être, lesquelles dimensions s'imbriquent les unes

sur les autres et réciproquement. En effet, l'activité économique impacte dans une certaine mesure la qualité de l'environnement de par la ponction qu'elle induit sur ses ressources naturelles, le rejet des polluants dans l'air et dans l'eau. La même activité peut être bénéfique à l'environnement en dégageant des fonds financiers qui permettent la résilience face aux changements climatiques ou en entretenant les écosystèmes. La contribution de l'environnement à l'activité économique est, elle triviale : mettre à la disposition de l'économie des matières de production, participer à l'efficacité économique en garantissant un environnement sain pour les travailleurs, etc. Les mêmes relations d'interdépendances peuvent être établies entre l'environnement et la dimension sociale d'une part et entre cette dernière et la sphère économique d'autre part. Ainsi, tout comme l'environnement apporte ses services inestimables à la société (bon cadre de vie, fournitures de ressources naturelles à des besoins alimentaires et soins de santé, aménités, etc.), les comportements humains et sociaux à travers les modes de consommation, l'éducation, l'altruisme pour la nature, la démographie sont autant de variables qui agissent sur l'environnement. Les interrelations entre la société et l'économie sont également évidentes. Si la société offre de la force de travail, des consommateurs, des cadres institutionnels favorables au développement économique, l'économie en retour donne un sens à la société à travers la création d'emplois qui occupent les populations (véritable facteur de socialisation), leur garantissent des revenus. Elle définit également l'équité ou les iniquités dans la société.

Méthodologie

Fort de ces constats d'interactions et d'interdépendances entre les différentes dimensions du DD, l'Union Européenne estime que pour progresser dans la direction du développement durable, il est nécessaire d'intégrer aux objectifs d'amélioration de l'efficacité économique et des richesses matérielles des objectifs d'ordre social et environnemental. Mieux, le concept de développement durable dans l'entendement des pays de l'Union Européenne met explicitement l'accent sur l'équité entre générations, qui implique que les générations futures devraient avoir les mêmes chances que les générations présentes. Le développement durable recèle également la notion d'équité entre les pays et au sein des pays. Les pays de l'OCDE, dont un bon nombre fait partie de l'UE, ont adopté trois types de cadre. La Suède, par exemple, a structuré ses indicateurs autour de la définition du développement durable contenue dans le rapport Brundtland, qui recouvre quatre notions intégrées : efficacité, contribution et égalité, adaptabilité, et valeurs et ressources pour les générations futures. Certains pays se servent de leurs stratégies nationales de développement durable (SNDD) pour structurer leurs indicateurs. Par exemple, l'Autriche utilise 48 indicateurs pour mesurer les progrès accomplis au regard de 20 objectifs clés de sa stratégie de développement durable. La Norvège utilise une approche basée sur le capital, qui met l'accent sur la mesure des stocks et des flux de différents types d'actifs nationaux : capital naturel, capital financier,

actifs produits, capital social, etc. Ainsi, en Norvège, le capital naturel est mesuré en termes d'écosystèmes et ressources renouvelables, tandis que le capital financier l'est en termes de revenu national net par habitant et d'épargne corrigée de la consommation de pétrole.

Pour faire converger les synergies en matière d'outils de mesures du DD dans l'Union, l'IDD_UE est construit à partir d'expériences réalisées au sein des pays membres résumées dans la stratégie de l'Union en matière de DD. Les principales variables retenues sont les suivantes : le taux de croissance du PIB par habitant, les émissions totales de gaz à effet de serre, la part des énergies renouvelables dans la consommation intérieure brute d'énergie, la consommation d'énergie au titre des transports rapportée au PIB, la productivité des ressources, l'indice d'abondance des populations d'oiseaux communs, les prises de poissons en dehors des limites biologiques de sécurité, l'espérance de vie en bonne santé, le taux de risque de pauvreté après transferts sociaux, le taux d'emploi des seniors (travailleurs âgés de 55-64 ans) et enfin la part de l'aide publique au développement. Le principe directeur qui a guidé la construction de l'IDD_UE est le suivant : on retient autant que possible les objectifs existants (normes) ; à défaut, le mieux-disant et le moins-disant historiquement observés sur la période⁹². Ce critère permet en même temps de définir par la méthode min-max ([b_min ; b_max]) l'échelle de comparaison des pays à l'aune de l'indice. À titre d'exemple, l'indicateur « taux d'emploi des personnes âgées entre 55 et 64 ans » (noté te) a été normalisé au regard de l'objectif européen volontariste de 50 % pour 2010 ($b_{\max}=0.5$ et $b_{\min}=0$). Pour chaque pays p et pour chaque année a , la valeur du sous-indicateur normalisé (te_n) est donnée par : $Ete_{p,a}^n = 100 \times \frac{te_{p,a} - min_{te}}{max_{te} - min_{te}}$

Pour la France qui affichait un taux d'emploi de 29,6 % en 1995 et 38,7 % en 2005, la valeur du sous-indicateur normalisé dans cette dimension valait respectivement 59,2 et 77,4. L'indice synthétique de développement durable est la moyenne simple des dix indicateurs de développement durable préalablement normalisés par cette méthode. L'indicateur relatif aux prises de poissons hors des stocks de sécurité biologique a été écarté en raison de l'absence de données disponibles comparables par pays.

Le meta-index of sustainable development

Un autre indicateur composite de développement durable intéressant à examiner du point de vue méthodologique est le « *meta-index of sustainable development* » (MISD), proposé par [Cherchye et Kuosmanen \(2004\)](#). Le MISD est construit à partir de 14 autres indices composites (cf. Tableau 3.7) réparties dans trois dimensions du développement durable à savoir l'économie, le sociopolitique et l'environnement. Le MISD est en termes clairs un condensé des expériences réalisées en termes d'indices composites sur le DD, d'où son nom de méta indice.

92. Voir Insee dans http://www.insee.fr/fr/ffc/docs_ffc/ref/ecofra08c.pdf

Méthodologie

La méthodologie utilisée est peu habituelle. En effet les auteurs définissent en premier lieu les méthodes de pondération et d'agrégation de l'indice avant de procéder à la sélection des variables. Ils retiennent la méthode BOD jugée comme étant la méthode capable de « faire parler les données elles-mêmes ». La sélection de cette méthode conduit les auteurs à formuler les hypothèses suivantes : En considérant le cas de m indicateurs individuels de développement durable pour n pays, et en notant y_{ij} la valeur du sous-indicateur j pour le pays i alors le BOD requiert que les indicateurs individuels satisfassent les deux propriétés suivantes : (1) $y_{ij} \in [0, 1] \forall i, j$; (2) $y_{ij} > y_{ik} \Rightarrow$ le pays i a une meilleure performance que le pays k pour l'indicateur j . Le MISD est ensuite défini comme la moyenne pondérée : $\mu_j = \sum_{i=1}^m y_{ij} \times w_{ij}$

Avec $w_{ij} = \arg \max_{w_{ij}} M$ les pondérations obtenues de la solution optimale au problème suivant : $M = \max_{w_{ij}} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m y_{ij} w_{ij} \right) v_j$ où v_j est le poids spécifique associé à l'indicateur initial j ; sous les contraintes habituelles suivantes :

$$\begin{cases} 0 \leq \sum_{j=1}^m y_{ij} w_{ij} \leq 1; & \forall i, & k = 1, \dots, n \\ w_{ij} \geq 0; & \forall j = 1, \dots, m; & i = 1, \dots, n \end{cases}$$

Les contraintes signifient qu'aucun pays de l'échantillon ne peut obtenir une valeur du méta indice négative ou supérieure à 1. Plus la valeur du méta indice d'un pays est élevée, meilleure est sa performance en développement durable.

En termes de politique de DD, la méthodologie proposée permet aux décideurs de chaque pays de définir leur propre pondération, la méthode révélant l'ordre de priorité optimal pour chaque pays évalué. En effet, le résultat $\mu(.) = 1$ signifie qu'il existe au moins un système de pondération selon lequel le pays i produit la valeur la plus élevée du MISD qu'il puisse atteindre par rapport aux autres pays de l'échantillon. Il appartient au pays de consentir plus d'efforts dans les domaines maximisant ce score. Il convient cependant de souligner que cet arbitrage est possible sous l'hypothèse d'une soutenabilité faible acceptant la substitution des dimensions considérées. A contrario, la politique inverse devrait être adoptée c'est-à-dire mettre plus l'accent dans les dimensions auxquelles sont associées des pondérations faibles en vue de combler ces faibles performances. Dans ce cas, les efforts à consentir seront plus importants que dans le premier scénario.

Pour rester dans une position médiane qui exclut l'hypothèse de parfaite substituabilité, entre dimensions du DD, Cherchye et Kuosmanen imposent des restrictions supplémentaires sur les poids générés par la méthode BOD et ce, à trois niveaux. Ils supposent que les indicateurs individuels peuvent être classés dans p catégories mutuellement exclusives, $S_1, \dots, S_p$, c'est-à-dire que chaque indicateur initial appartient à une et une seule dimension du DD; chaque catégorie représentant une dimension du DD (par exemple le développement économique, l'équité sociale/politique, ou la durabilité environnementale).

Au niveau des indicateurs individuels, il faut que $\frac{1}{\alpha} \leq \frac{w_{hi}}{w_{ij}} \leq \alpha; \forall h, j = 1, \dots, m;$

$i = 1, \dots, n$

A l'échelle dimensionnelle du DD on doit avoir : $\frac{1}{\beta} \leq \frac{\sum_{i \in S_k} w_{ij}}{\sum_{i \in S_i} w_{ij}} \leq \beta ; \forall k, l = 1, \dots, p ; j = 1, \dots, m ; i = 1, \dots, n$

Et enfin au niveau pays, la contrainte suivante doit être vérifiée : $\frac{1}{\gamma} \leq \frac{w_{ij}}{w_{ik}} \leq \gamma ; \forall j = 1, \dots, m ; i, k = 1, \dots, n$.

Dans ces contraintes, les paramètres $\alpha, \beta, \gamma \geq 1$ définissent respectivement les limites supérieures de poids au niveau d'indicateurs individuels, d'indicateurs par dimension et les poids entre pays. Concrètement, les limites au niveau d'indicateurs individuels excluent les cas irréalistes où un poids relatif extrêmement élevé est accordé à un seul indicateur (ou à un nombre très limité d'indicateurs). Les limites au niveau des dimensions garantissent que les différents aspects de développement durable (par exemple économique, environnemental et sociopolitique) soient représentés de façon adéquate dans le méta-indice. Les limites au niveau de pays déterminent l'étendue de variabilité des poids entre les pays de sorte à exclure les valeurs aberrantes de certains pays servant de référence. Plus α, β , et γ sont petits, plus les limites sont rigoureuses.

Après avoir défini la méthode de pondération et d'agrégation et les contraintes sur les poids et l'IC final, les auteurs procèdent à une sélection d'indicateurs individuels (tous composites) devant composer le MISD. Trois critères ont guidé leurs choix : la disponibilité des données, une large couverture de pays par les sous-indicateurs retenus et l'uniformité de la méthodologie en vue d'obtenir des sous-indicateurs comparables entre les pays. Ce critère a prévalu au choix des données quantitatives supposées être mesurées de façon objective ; ce qui les a conduits à exclure certains indicateurs non moins pertinents comme l'indice de perception de la corruption, l'indice de gouvernance, qui sont des indices qualitatifs et donc jugés par les auteurs comme étant des indicateurs subjectifs.

Tableau 3.7 – Summary of selected ISDs

Index	Source	Year (publication /reference)	Country coverage	Primary focus
Human Development Index (HDI)	UNDP	2001/1999	162	Economic
Human Poverty Index-1 (HPI-1)	UNDP	2001/1999	162	Economic
Human Poverty Index-2 (HPI-2)	UNDP	2001/1999	162	Economic
Gender-related Development Index (GDI)	UNDP	2001/1999	162	Social-political
Gender Empowerment Measure (GEM)	UNDP	2001/1999	162	Social-political
Human Wellbeing Index (HWI)	Prescott-Allen	2001/n.a	180	Economic
Ecosystem Wellbeing Index (EWI)	Prescott-Allen	2001/n.a	180	Environmental
Environmental Sustainability Index-1 (ESI-1)	WEF	2002/+2000	142	Environmental
Environmental Sustainability Index-2 (ESI-2)	WEF	2002/+2000	142	Environmental
Environmental Sustainability Index-3 (ESI-3)	WEF	2002/+2000	142	Social-political
Environmental Sustainability Index-4 (ESI-4)	WEF	2002/+2000	142	Social-political
Environmental Sustainability Index-5 (ESI-5)	WEF	2002/+2000	142	Social-political
Health-Adjusted Life Expectancy (HALE)	WHO	2001/2000	191	Social-political
Ecological Footprint (EF)	Redefining Process	2000/1996,1998	142	Environmental

Source : [Cherchye et Kuosmanen \(2004\)](#), accessible sur

<http://www.econstor.eu/bitstream/10419/63606/1/391513214.pdf>, consulté le 20/02/2017.

Après avoir développé tous ces aspects méthodologiques, le MISD est calculé pour un ensemble de 154 pays répartis en quatre catégories (pays à revenu faible, intermédiaire, intermédiaire élevé et élevé) suivant leur niveau de développement économique.

Conformément aux conditions posées sur les pondérations au niveau théorique, [Cherchy et Kuosmanen \(2004\)](#) calibrent les seuils à : $\alpha = 10$, $\beta = 1, 2$ et $\gamma = 3$.

Pour les catégories d'indicateurs, en principe les trois dimensions de développement durable devraient être représentées de façon égale dans le méta-indice ($\beta = 1$). Cependant, à cause des problèmes liés aux données internationales à partir desquelles les indicateurs individuels sont calculés, cette limite est définie de manière plus flexible $\beta = 1, 2$. En effet, dans certaines dimensions notamment dans la dimension sociopolitique, les indicateurs sont abondants et surreprésentés (6 sur 14) tandis que dans d'autres (environnement et économie), les mesures sont rares (quatre indicateurs pour chacune des deux dimensions). Pour cela, on admet que certaines dimensions soient plus représentées (voir Tableau 3.7) en termes de sous-indicateurs que d'autres. D'où $\beta = 1, 2$ au lieu d'une répartition égalitaire.

Au niveau pays, l'idée est que le poids de l'un ne doit pas être trop différent de celui d'un autre, pour assurer la conformité des valeurs de développement durable. $\gamma = 3$, ce qui veut dire que pour tout indicateur individuel i donné, le ratio de pondération entre le pays ayant le poids maximal et celui avec le poids minimal ne doit pas excéder 3.

Pour les sous-indicateurs eux-mêmes, les auteurs retiennent une valeur de $\alpha = 10$. Ainsi, pour chaque pays, le poids maximal accordé à un indicateur est au plus 10 fois supérieur au poids minimal.

3.2.6 Portée limite des indices composites internationaux

La quasi-totalité des indices composites examinés jusqu'alors ont une vocation comparative et ce, à l'échelle internationale. Cet objectif clairement affiché des indices internationaux amène les initiateurs de ces indices à faire recours à des bases de données internationales le plus souvent établies sur des extrapolations. Par ailleurs, bien qu'il n'existe pas de règles standard en la matière, il y a une tendance à l'internationalisation des méthodes de construction des indices composites, les initiatives occidentales tendant à imposer leur vision du monde au reste de la planète qui devrait s'y conformer (voir [Chamaret \(2007\)](#); [Reed et al. \(2006\)](#) pour une critique de l'indice de soutenabilité de l'environnement et des indicateurs du secteur minier). A titre illustratif, l'IPH-1 (cf. Tableau 3.7) est une adaptation de la mesure de la pauvreté au niveau des pays dits sous-développés forgé par le PNUD. Et puisque les IC sont porteurs d'un système de pensée et dans bien de cas d'un jugement de valeurs, alors les méthodes et les utilisations des bases de données internationales peuvent conduire à des interprétations erronées de ces outils. La critique ne porte pas sur l'utilité des indices internationaux mais émet la nécessité de tenir compte des spécificités locales et donc la nécessité de délimiter l'échelle d'application de ces outils internationaux, laquelle échelle devrait être constituée d'ensembles économiquement et culturellement homogènes. En effet, si la construction des IC à l'échelle internationale a le mérite de permettre la comparai-

son entre pays et d'orienter les appuis internationaux en matière de développement, la même dimension internationale peut limiter la portée de certains IC soit, en raison de la fiabilité et de la non disponibilité de données pour certaines variables soit, à cause de l'inadaptation de l'indice aux spécificités locales (l'exemple de l'indice de développement technologique mal adapté aux PED contraignant le PNUD à ne plus l'utiliser). [Klasen \(2004\)](#) et [Cueva Beteta \(2006\)](#) montrent par exemple que, pour ce qui est de l'Indice de Participation des Femmes (IPF), dans 60 et 90% des pays à revenu intermédiaire et à revenu faible respectivement, le calcul de l'indice est impossible par manque de données. Déduction faite, il en vient que seulement 10% des pays des PED participent à ce classement à l'aune de cet indicateur. Quelle portée donc en termes de représentativité pour cet indice ? Or, les mêmes études révèlent que ces régions ont une forte probabilité de présenter des inégalités de genre les plus sévères. Plusieurs auteurs notent que ces limites sont intrinsèquement liées aux choix des variables qui, selon eux, sont toujours faits avec pour centre de référence les pays développés ([Béranger et Chouchane, 2008](#); [Cueva Beteta, 2006](#); [Klasen, 2004](#)). La difficulté de disposer des données fiables explique-t-elle cette marginalisation des PED ? Dans l'affirmative, il serait plus logique de travailler à surmonter cette contrainte plutôt que de la subir lorsque que l'on sait que bon nombre d'initiatives internationales en termes de développement d'IC ont été entreprises à la demande des PED aux Nations Unies dans le but de mieux diligenter les politiques dans ces pays. Par ailleurs, [Schüler \(2006\)](#) tire l'attention des analystes sur une tendance qui se généralise avec le développement des scores composites. Il fait observer que les IC internationaux, lorsqu'ils font l'objet d'étude, l'attention est plus portée sur les chiffres (classement des pays) que sur l'analyse approfondie de leur objet véritable. Il vient que cette captivité de l'opinion publique internationale par ces chiffres laisse peu de réflexion intense quant à l'amélioration des politiques publiques que ces outils synthétiques sont censés apporter.

Finalement, toutes ces importances et limites des indices internationaux font que ces outils doivent être utilisés avec beaucoup de précautions et les initiatives futures tournant vers l'échelle internationale devraient faire preuve de justifications pertinentes vérifiant en premier lieu l'homogénéité des entités étudiées à la fois du point de vue économique, socioculturel voire politique.

3.3 Apports méthodologiques à la construction de l'IDH et incidences sur les scores et classements des pays

Les limites reconnues au Produit Intérieur Brut (PIB) ont motivé la recherche d'autres indicateurs alternatifs de développement. L'Indice de Développement Humain (IDH) a été construit pour répondre à ce besoin. Le choix particulier d'un indice syn-

thétique est justifié par le souci de disposer d'un outil simple, facile à communiquer et compréhensible par un large public. La volonté du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) à comparer les performances des pays en termes de progrès humain en est une autre justification non moins importante. L'IDH mesure trois dimensions élémentaires mais essentielles de développement sans la satisfaction desquelles, les opportunités de réussite humaine sont compromises. Il s'agit de l'accès à l'éducation, d'une longue vie et en bonne santé et de disposer d'un revenu décent.

En un quart de siècle, l'IDH n'a cessé de gagner en notoriété. Dans le même temps, des critiques ont été émises sur l'indice, donnant lieu à une abondante littérature (voir [Klugman *et al.*, 2011](#)). Cette constance des critiques a conduit à de modifications de l'indice dont les plus importantes sont intervenues en 2010. En dépit des ajustements opérés en particulier dans la dimension « revenu » de l'indice, le classement des pays, à l'aune de cet indice, reste largement dicté par les performances économiques des pays évalués. Ce constat apparent laisse penser que la dimension « revenu » de l'IDH éclipse les efforts des pays dans les autres composantes (santé et éducation) de l'indice.

Cette section du chapitre discute de quelques questions cruciales relatives à l'indice. En effet, est-il opportun de mesurer le progrès humain au travers un indice synthétique ? Le choix des seuils de normalisation de l'indice revenu influence-t-il le classement des pays ? Les performances des pays sont-elles expliquées par la seule dimension monétaire ? Le choix d'une pondération égale des composantes de l'indice a-t-il une validité statistique ? Cette pondération égale est-elle justifiée et valable dans la forme d'agrégation actuelle (agrégation géométrique) ? Avant de discuter des points ci-dessus formulés, nous faisons une synthèse des discussions autour de l'indice au cours des vingt dernières années.

3.3.1 L'IDH, vingt ans de critiques constructives

L'indice du développement humain est l'un des indices les plus utilisés depuis son élaboration en 1990 par le PNUD. Cet usage massif est sans doute expliqué par la mesure synthétique et simplifiée du concept de développement humain : « *Human development is a process of enlarging people's choices. In principle, these choices can be infinite and change over time. But at all levels of development, the three essential ones are for people to lead a long and healthy life, to acquire knowledge and to have access to resources needed for a decent standard of living. If these essential choices are not available, many of other opportunities remain inaccessible.* » ([UNDP, 1990](#), p.10). De nombreux auteurs justifient ce succès, en termes d'appropriation par les médias et décideurs publics et en termes d'intéressement par le monde académique, par trois caractéristiques singulières de l'indice : sa définition simpliste du développement humain, sa méthode de construction très transparente et son adossement à une à une organisation d'envergure internationale (l'ONU). En effet, avant sa révision en 2010,

l'IDH était une simple moyenne arithmétique de trois sous-indices représentant trois dimensions essentielles du développement : la santé, l'éducation et le revenu décent. Formellement l' (ancien) IDH normalisé à l'unité s'écrivait : $IDH = \frac{1}{3} \times (Is + Ie + Ir)$ avec :

Is : l'indice de santé capté par l'espérance de vie à la naissance (Esp) $Is = \frac{Esp - Esp_{min}}{Esp_{max} - Esp_{min}}$;

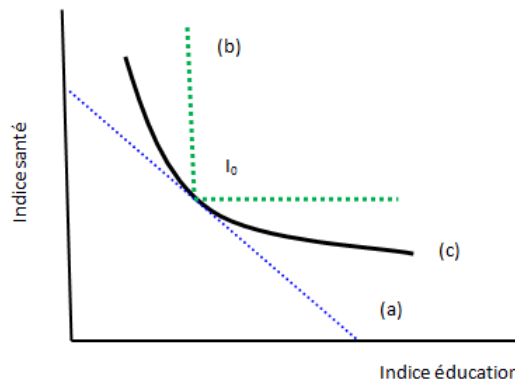
Ir : est l'indice de revenu représenté par le PIB par tête en parités de pouvoirs d'achat (PPA). $Ir = \frac{\ln(PIB/h) - \ln(PIB/h_{min})}{(\ln(PIB/h_{max}) - \ln(PIB/h_{min}))}$;

Ie : l'indice d'éducation ; (Ie) est lui-même décomposé en taux brut de scolarisation (TBS) pondéré pour 1/3 et en taux brut d'alphabétisation des adultes (TBA) pour 2/3. La justification de ces pondérations était que l'alphabétisation des adultes a un impact beaucoup plus important que celui de la scolarisation brute dans le développement des individus (des parents alphabétisés sont plus aptes à voyager avec leur famille, à éduquer leurs enfants, à les soigner au moyen de la médecine moderne quand ils sont malades, etc.). $Ie = \left[\frac{(\frac{1}{3}) * TBS - TBS_{min}}{TBS_{max} - TBS_{min}} + \frac{(\frac{2}{3}) * TBA - TBA_{min}}{TBA_{max} - TBA_{min}} \right]$;

Klugman *et al.* (2011) justifie l'option de normalisation des indices dimensionnels par le souci de disposer d'un IC défini sur un intervalle ce qui permet facilement les comparaisons entre pays. Le choix permet in fine d'évaluer et de classer les pays en matière de progrès humain dans son acception sommaire à travers la publication annuelle d'un rapport sur l'indice.

Des critiques (voir Anand et Sen, 1997; Chatterjee, 2005; Foster *et al.*, 2005; Gaertner et Xu, 2006; Kovacevic, 2010) ont conduit à la reformulation de l'IDH en 2010. A titre d'exemple, l'hypothèse de la substituabilité parfaite – qui avait motivé le choix de l'agrégation de l'indice par la moyenne arithmétique – entre les trois dimensions de l'IC a été fortement contestée. Jusqu'en 2010 – et même après les changements majeurs – la spécification fonctionnelle pour l'agrégation de l'indice continue d'alimenter les débats (voir Desai, 1991; Nathan *et al.*, 2012; Palazzi et Lauri, 2013). Pour ces auteurs, les propriétés sous-jacentes (contribution marginale constante pour chaque dimension, taux marginal de substitution constant entre les dimensions, etc.) de l'hypothèse de compensation parfaite ne sont pas vérifiées pour des dimensions du développement humain.

Figure 3.4 – Courbes d’iso-capacités selon les hypothèses de compensation



Source :Auteur

En effet, en se rapportant à la Figure 3.4 et en considérant les dimensions de l’IDH deux à deux, (nous illustrons ici en considérant l’indice santé et celui d’éducation, toutes choses égales par ailleurs) on peut remarquer les différences fondamentales qui existent entre l’agrégation linéaire (ancienne formule de l’IDH) et celle géométrique, nouvellement adoptée. La courbe (a) représente la situation où l’IC est obtenu par une simple moyenne arithmétique. Ainsi, elle indique que pour un niveau I_0 d’IDH donné, le même niveau peut être conservé lorsque l’indice « éducation » augmente moyennant une baisse de l’indice « santé » ; ce qui est contraire à l’idée de l’IDH qui requiert une amélioration constante dans toutes les trois dimensions. Cette situation est appelée la situation de substitution parfaite dans laquelle le taux (le prix à payer ou coût de renonciation) de substitution entre les deux variables reste constant tout au long de cette courbe.

Dans un autre cas extrême, on peut envisager une situation de complémentarité parfaite entre les dimensions (courbe (b)). Connue également sous le nom de la forme fonctionnelle de Leontief, ce cas indique qu’améliorer le niveau de l’IDH nécessite impérativement un effort conjoint en améliorant à la fois le niveau de l’éducation et celui de la santé (Robeyns, 2005).

Entre les deux cas extrêmes présentés, il y a la situation intermédiaire qui, est en réalité la synthèse des deux cas extrêmes. Elle correspond à la spécification fonctionnelle de l’IDH en 2010 (courbe (c)) qui semble être la situation adéquate (Klugman *et al.*, 2011). Pour ces auteurs, l’agrégation de l’indice par la moyenne géométrique se rapproche plus de la réalité. En effet, des individus ayant des déficiences mentales ou physiques par exemple peuvent compenser ce déficit s’ils disposent de revenus conséquents. Ainsi les handicapés visuels par exemple peuvent surmonter en partie leur handicap grâce à une éducation spécialisée (qui demande plus de moyens) comme le braille. De même, les personnes à mobilité réduite peuvent surmonter en partie ce

handicap en se déplaçant dans des véhicules électriques.

La prise en compte de ces remarques a conduit à une révision de la forme fonctionnelle d'agrégation de l'IC passant d'une forme linéaire à une moyenne géométrique. Le nouvel indicateur⁹³ se présente comme suit : $IDH = \sqrt[3]{(Is \times Ie \times Ir)}$.

Dans cette nouvelle formulation, le revenu national remplace le PIB, le taux brut de scolarisation et le taux d'alphabétisation font place au nombre moyen d'années d'éducation et au nombre d'années d'éducation attendues tandis que l'indicateur de santé reste inchangé.

Parmi les critiques adressées à l'IDH, on peut raisonnablement distinguer d'une part des critiques internes et d'autre part, celles externes dont les plus vives proviennent entre autres de [McGillivray \(1991\)](#). Pour McGillivray, l'IDH comme mesure de développement est une simplification grossière du développement humain et Srinivasan renchérit en ces termes : « l'IDH est une mesure conceptuellement faible du développement humain et empiriquement dénuée de sens⁹⁴ ».

Les critiques allant dans le sens de l'amélioration de l'indice ont surtout mis en lumière certaines insuffisances de l'indice. En effet, il est reproché à l'IDH d'être trop simpliste. L'occultation d'un nombre important de variables pertinentes limite sa capacité à traduire un développement humain véritable. Les inégalités ne sont pas prises en compte dans l'agrégation de l'IDH original⁹⁵. [Nourry \(2008\)](#) pour sa part, note que l'une des faiblesses de l'IDH est de n'avoir pas intégré la composante environnementale dans son élaboration. Or, l'être humain interagit avec le milieu dans lequel il évolue. Il est clair qu'une détérioration de du milieu environnemental affecterait directement l'épanouissement de ce dernier.

En outre, dans le choix des variables, il est reproché à l'IDH de ne pas pouvoir capter certaines dimensions telles que l'équité intra et intergénérationnelle, les libertés politiques et le respect des droits humains, le bonheur, etc. ([Sagar et Najam, 1998](#)). [Nussbaum Martha \(2000\)](#) regrette que « la liberté de mobilité », « le lien social » et « la protection contre différentes formes de discriminations » qui sont des fondamentaux de l'épanouissement humain, ne soient pas inclus dans l'IDH.

Toujours dans les critiques constructives, d'autres auteurs ont souligné l'existence d'une incohérence théorique se traduisant par des choix de variables mixtes mélangeant à la fois des variables de stock (taux d'alphabétisation) aux variables de flux (taux de scolarisation) et des variables d'input (le taux de scolarisation). Klugman et ses co-auteurs soulignent cependant que la frontière de distinction entre certaines variables « stock » et variables « flux » n'est pas évidente. L'espérance de vie peut être vue comme une variable « flux » ou une variable « stock » suivant les appréhensions.

93. Les autres changements sont résumés dans le Tableau [A.1](#)

94. Exprimée dans [Klugman et al. \(2011, p.259\)](#).

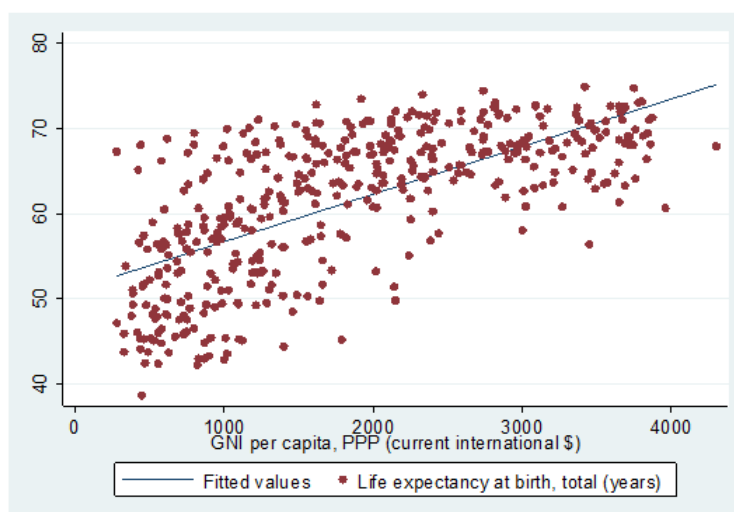
95. Cette remarque a été prise en compte dans la version 2010 de l'indicateur en ajustant l'IC aux inégalités dimensionnelles. Le lecteur intéressé pourra se référer à [Alkire et Foster \(2010\)](#) pour la méthode d'ajustement.

Aussi, le choix de remplacement de la variable « taux brut d’alphabétisation » (TBA) par la durée moyenne à l’école a été justifié dans [Klugman *et al.* \(2011\)](#). En effet, si dans un passé assez récent l’indicateur TBA était pertinent et même prépondérant (ce qui a expliqué son poids de 2/3 dans l’indice dimensionnel) dans la formation des capacités des individus, les performances spectaculaires des pays ces dernières années dans cet indicateur sans véritable impact sur le développement humain (le TBA est passé de 60 à 83% entre 1970 et 2010 au niveau mondial et vaut 95% dans la plupart des pays ([Klugman *et al.*, 2011](#), p.266)), impose une lecture relativisée de cet indicateur afin de prendre en compte la dimension qualité de cet indice au-delà de sa valeur brute.

3.3.2 Le cas particulier des seuils de normalisation

Pour rappel, les valeurs numériques des trois dimensions de l’IDH sont normalisées en utilisant la méthode min-max décrite dans la section 3.2. Le choix des seuils minimum et maximum opérés par le PNUD est sujet à discussion. En effet, jusqu’avant 2015 (voir Tableau A.1 en Annexe), les seuils de revenus maximum et minimum retenus étaient des « valeurs historiques » de revenus déterminés à partir des observations faites sur les revenus de l’ensemble des pays de 1980 à 2010. Bien que les initiateurs de l’IDH aient insisté sur le fait que le revenu n’est pas un *outcome* (variable résultat) dans la réalisation des « capacités » de l’individu mais un moyen qui devrait permettre à l’individu de parvenir à l’accomplissement de ses capacités, le recours à des « valeurs historiques » comme seuils de référence laissait penser le contraire. Si l’on se souscrit à cette idée originelle de Sen et Haq ul, on peut raisonnablement affirmer qu’il existe une contradiction notable entre la méthode de choix des valeurs seuils d’alors et l’objectif que vise le calcul de l’IDH : rendre compte annuellement de l’évolution de l’accomplissement individuel des citoyens de chaque pays.

Figure 3.5 – Relation entre Niveau de Revenu et Espérance de Vie avec ajustement linéaire



Source : Auteur, à partir des données WDI, 2012

En outre les études ont mis en évidence une contribution marginalement décroissante de l'aspect monétaire à l'accomplissement des deux autres dimensions de l'IDH. La Figure 3.5 illustre bien cette tendance à contribution marginalement décroissante de la dimension « revenu » au-delà d'un certain seuil. En effet, la Figure 3.5 montre qu'un niveau de revenu élevé n'est pas toujours associé à une longue espérance de vie. Par ailleurs des pays disposant de peu de revenu (1000\$ par exemple) peuvent vivre aussi longtemps (70 ans par exemple) que les pays riches (3000\$ par exemple). Or la méthode du choix des valeurs maximale et minimale pour la normalisation de l'indice revenu, dans ses versions antérieures, avait conduit à retenir les valeurs respectives de 108211 dollars US et 163 dollars US en parités des Pouvoirs d'Achat (PPA 2008). Suivant l'observation des valeurs historiques de revenu obtenu, la valeur maximale est observée au Qatar tandis que celle minimale est enregistrée au Zimbabwe. En conséquence de ces choix discutables, on obtient un intervalle de revenu d'amplitude (étendue) très large de 108048 soit 663 fois la borne inférieure de l'intervalle. Suivant les résultats d'analyse de robustesse mis en évidence dans [Cherchye et Kuosmanen \(2004\)](#) pour le Méta Indice de développement durable, cette amplitude très élevée de l'échelle de normalisation de l'indice revenu provoque des valeurs très instables de l'indice. Cet écart énorme influence de façon négative l'indice revenu des pays puisque l'indice dimensionnel de chaque pays est normalisé en référence à cet écart max-min. Illustrons cette lacune méthodologique par un cas tout simple. Admettons par exemple que le niveau de revenu d'un pays A soit de 9 Unités Monétaires (UM) en PPA et que le seuil maximum soit de 10. Admettons en outre qu'au lieu d'un seuil minimum nécessaire raisonnable de 7 uni-

tés monétaires, la normalisation de l'indice revenu se fait en référence à la plus petite valeur historique observée comme le faisait le PNUD, soit 5 unités monétaires. L'Indice revenu Ir du pays A dans les deux cas de figure vaut : $avecmin_{néc} = \frac{9-7}{10-7} = 0,666$ et $Ir_{avecmin_{néc}} = \frac{9-5}{10-5} = 0,800$. Ce résultat illustre bien que l'IC et par ricochet le classement de chacun des pays est influencé chaque fois par la valeur historique observée, qui du reste peut être des données aberrantes. Le pays A peut obtenir une « valeur illusoire » pour son IDH même en restant à 9 UM lorsque le minimum passe de 5 UM à 3 UM par exemple. De la même manière, lorsque la valeur minimale observée dans le groupe de pays passe de 163 dollars à 70 dollars US au Zimbabwe ou dans n'importe quel pays par exemple, les autres pays voyaient de façon illusoire leur position relative s'améliorer.

Pour Klugman *et al.* (2011, p.272), le choix d'une telle méthode de normalisation se justifiait par le souci de l'institution à évaluer le niveau de développement humain dans un large panel de pays en dépit des limites méthodologiques reconnues à cette approche : « *Yet while life is surely very difficult in these places, [...] these numbers implies that large numbers of people today are living below subsistence levels of income . The problem with adopting the normative interpretation for the purposes of the IDH – i.e. the minimum (\$1.25/day) below which people should not live, is that doing so would make it impossible to calculate the HDI for countries below that level, which would defeat the purpose of using the HDI to compare deprivations around the world.* » Cette reconnaissance explicite de la limite méthodologique montre bien le compromis voire la difficulté qu'il y a à adopter des méthodes objectives de normalisation des indices dimensionnels et la couverture d'un plus grand nombre de pays dans le classement PNUD. Une première alternative pour pallier l'hétérogénéité des pays à l'étude serait de constituer des ensembles économiques homogènes à l'image de ce qui est fait dans le calcul de l'Indice de Pauvreté Humaine (IPH) ; lequel regroupement donne un sens à l'analyse comparative intra-groupe. Le classement des pays par niveau de revenu de la Banque mondiale pourrait être une méthode pratique. De façon objective, on peut bien accrocher le seuil minimal à la valeur de seuil de pauvreté de chaque groupe de pays. Cette méthode au-delà de l'objectivité évite le recours perpétuel de changement de valeurs seuils qui, du reste sont parfois influencées par des chocs conjoncturels. A l'intérieur de chaque groupe de pays on peut bien résoudre l'équation des pays dont le revenu est inférieur à la valeur de seuil de pauvreté (et donc n'admettant pas de solution algébrique dans la nouvelle forme d'agrégation de l'IDH). En effet, pour des pays disposant de revenus inférieurs au seuil minimum raisonnable, on peut fixer la valeur de l'indice revenu à $\frac{1}{Revenu_{min_{nécessaire}} - Revenu_{pays}}$. L'expression indique l'effort que le pays a à fournir pour être au niveau minimum raisonnable de revenu.

Le problème de la valeur maximale de revenu est plus ou moins résolu par l'introduction d'une fonction logarithmique bien qu'une valeur maximale raisonnable de revenu mérite d'être retenue, comme l'a finalement fait le PNUD dans ses récentes

publications (voir Tableau A.1 en Annexe). Le choix d'un maximum raisonnable se justifie par le fait qu'il est important de tenir compte de l'effet taille des pays et d'exclure de l'analyse certaines valeurs aberrantes comme les revenus pétroliers (Qatar par exemple) et financiers qui affectent les indices des autres pays. Au-delà de ces questions méthodologiques, mesurer le développement humain au moyen d'un indice synthétique est-il pertinent ? L'IDH reflète-il réellement les trois composantes de base de l'accomplissement humain ou est-il dicté par les niveaux de développement économique des pays ?

3.3.3 L'IDH ou l'indice monétaire de développement humain ? Mise en évidence par l'approche ACP

Cette section apporte un éclairage à trois questions essentielles posées à l'IDH à savoir l'opportunité d'un indice synthétique pour mesurer le progrès humain, la prédominance ou non de la dimension monétaire et le choix d'une pondération égale des composantes.

Comme discuté dans la section 3.3.1, nombre d'auteurs estiment que la prétention d'une évaluation des performances des pays en termes de développement humain au moyen d'un indice synthétique est un exercice audacieux. On peut à ce titre rappeler les termes de McGillivray (1991) et Srinivasan (1994) pour qui, l'IDH comme mesure de développement est une simplification grossière du développement humain et conceptuellement dénué de sens⁹⁶. En effet, la construction d'un indicateur composite de développement humain est une démarche délicate en ce qu'elle pose des questions méthodologiques importantes (quelles formes fonctionnelles adoptées ? quels types de pondération privilégiés ?) et des problèmes conceptuels extrêmement profonds (ce qui fait développement chez les uns n'est pas forcément accepté chez les autres). Certains auteurs modérés proposent le recours aux approches multicritères qui permettent, selon eux, une vision fidèle et nuancée de la réalité (par hiérarchisation des priorités de développement) des progrès de développement humain des différents pays.

L'approche par l'analyse en composantes principales peut apporter un éclairage à ce débat ne serait-ce que sur la validité statistique de l'IDH. En effet, comme nous l'avons vu dans la section 3.1.5, l'ACP est une méthode statistique qui résume les données de base d'un problème donné en un nombre réduit de facteurs pertinents. Ainsi par exemple, pour dire que l'IDH est le reflet des trois éléments essentiels du développement humain, il faudrait, à travers l'ACP, prouver que les trois éléments (santé, éducation et revenu) se rapportent tous à un concept unique. En termes statistique, il s'agit de démontrer que les dimensions de l'IDH appartiennent à un même facteur avec une restitution d'au moins 60% des variations de l'indice. Le choix des facteurs pertinents dans l'ACP requiert la satisfaction simultanée de deux critères. Il faut que la valeur

96. Exprimée dans (Klugman *et al.*, 2011, p.259).

propre du facteur à retenir soit au moins supérieure à 1 et que la contribution dudit facteur à l’explication des variations du phénomène étudié soit au moins supérieure à 10%.

Tableau 3.8 – Détermination du nombre de facteurs pertinents à partir des composantes de l’IDH

Facteurs	Valeurs propres	Contribution variance (%)	Cumul (%)
Facteur 1	2,891	96,37	96,37
Facteur 2	0,061	2,03	98,4
Facteur 3	0,048	1,6	100
Source : calcul de l’auteur à partir des données PNUD, 2014			

Le Tableau 3.8 montre que les trois dimensions de l’IDH se rapportent tous à un même facteur en l’occurrence le facteur 1 puisqu’il est le seul à satisfaire les deux critères décrits ci-dessus. Du point de vue conceptuel, ce résultat indique que les trois dimensions se rapportent à un même concept. Il indique surtout que les trois dimensions peuvent être remplacées par un indice unique. Cet indice synthétique restitue 96,37% des informations contenues dans les dimensions individuelles du développement humain. A l’aune de ce résultat, la construction de l’IDH est statistiquement pertinente puisque seulement moins de 3% des variations des progrès de développement humain ne sont pas expliqués par l’indice synthétique comparativement aux progrès individuels de ses trois composantes. La conclusion partielle qui s’impose est que l’approche par l’ACP autorise la construction d’un indice synthétique capable de mesurer le développement humain. Mais pour autant que les trois dimensions initiales aient toutes la même importance dans un indice composite ? Comment les seuils de normalisation des trois indices dimensionnels modifient-ils ce résultat ?

Pour rappel, dans la version 2010 de l’IDH, la dimension « revenu » est captée par le revenu national brut par habitant (RNB/h PPA 2008). Pour mesurer le bien-être, le concept de revenu est sans doute plus approprié que la production (Bornand *et al.*, 2011; Stiglitz *et al.*, 2009). Comme son nom l’indique, rien ne garantit que les revenus issus de la Production réalisée à l’Intérieur d’un Pays (PIB) soient profitables aux populations de ce pays. Ceci est d’autant plus questionnable avec la libéralisation économique et financière qui permet à des investisseurs d’entreprendre dans un pays et de rapatrier les bénéfices dans leur pays d’origine. A l’inverse le RNB peut contribuer de façon directe au développement du pays et ce, à travers plusieurs canaux (transferts des migrants internationaux, transferts sociaux à l’intérieur du pays, etc.).

Tout en adhérant à la logique qui a valu son introduction en remplacement du PIB par tête (du fait de son effet d’entraînement sur le bien-être des individus, le RNB paraît plus pertinent à être introduit dans l’IDH que le PIB), le classement très corrélé des pays avec leur niveau de développement économique laisse penser que l’IDH est dicté par la seule dimension monétaire. Pourtant le Tableau 3.9 indique que

Tableau 3.9 – Facteurs de charge des composantes de l'IDH

Composantes	Variance expliquée (facteurs de charge)
revenu	0,578
santé	0,576
éducation	0,577

Source : Calculs de l'auteur à partir des données PNUD, 2014

toutes les trois composantes de l'indice expliquent les variations de celui-ci dans les mêmes proportions. En outre, la corrélation de chacune des composantes avec l'indice synthétique est très forte et de même importance (cf. Tableau 3.10).

Au regard de ces résultats, on peut conclure que toutes les trois dimensions du développement humain sont bien représentées dans l'indice synthétique. Le classement très corrélé avec le niveau de développement économique s'explique par le fait que le progrès dans les domaines de la santé et de l'éducation est largement dicté par le niveau de développement économique (cf. Tableau 3.10) du pays faisant en sorte que les pays à très haut niveau de revenu sont ceux qui performant également dans les autres domaines de développement. On retombe dans les conclusions habituelles qui indiquent que le développement dans ce 21^{ème} siècle passe nécessairement par le développement économique. Cependant, l'égale contribution à la variance totale de l'indice justifie-t-elle une pondération égale de ses composantes ?

L'ouverture à la critique sur le choix des pondérations avait déjà été clairement exprimée par [Anand et Sen \(1997\)](#) en ces termes : « chaque option de pondération devrait être ouverte au questionnement et au débat public ». Pour [Klugman et al. \(2011\)](#), le choix idéal dans la pondération des sous-dimensions de l'IDH devrait provenir des évidences empiriques dans lesquelles les individus expriment leurs préférences. Le choix de la pondération égale – comme il l'est toujours – avait été justifié par [Ul Haq \(1995\)](#) (co-précurseur de l'IDH avec Sen) suivant l'idée que les trois dimensions retenues sont des « dimensions incompressibles » du développement humain et par conséquent, sont d'importance égale. Cette considération implique qu'aucun de ces trois domaines de base ne devrait être négligé au profit d'une ou des deux autres. Pour notre part, la manière la plus légitime de tester cette hypothèse de [Ul Haq \(1995\)](#) est de « faire parler les données » elles-mêmes. En d'autres termes, le recours à l'analyse en composantes principales permet de décider de quels poids attribuer à chacune des trois dimensions de l'indice. La pondération par la méthode ACP s'effectue en trois étapes. A l'étape 1, on vérifie qu'il existe des corrélations entre les variables ; sinon l'ACP ne peut être appliquée pour fournir des poids aux sous-indicateurs. Le Tableau 3.10 valide cette première condition et nous autorise à passer à l'étape suivante d'autant que les trois sous indices de l'IDH sont fortement corrélés entre eux.

A l'étape 2, on sélectionne les variables latentes (facteurs pertinents) qui expliquent le plus, la variance de l'échantillon. L'ACP procède à une combinaison linéaire de toutes

Tableau 3.10 – Matrice de corrélation entre les sous-indices et l’IDH

	Indice revenu	Indice santé	Indice éducation	IDH
Indice revenu	1			
Indice santé	0,942	1		
Indice éducation	0,952	0,942	1	
IDH	0,985	0,966	0,984	1
Source : Calculs de l’auteur à partir des données PNUD, 2014				

les variables entretenant des relations entre elles. Elle en dégage donc les principales composantes qui peuvent se résumer à un, deux, trois facteurs ou plus suivant les différentes combinaisons linéaires. Pour arriver à déterminer les principaux facteurs, trois conditions sont impérativement requises :

- 1) la valeur propre associée à la variable latente à retenir doit être ≥ 1 ;
- 2) la contribution individuelle de la variable latente à la variance totale doit être au moins $\geq 10\%$;
- 3) le cumul par ordre décroissant des variances des facteurs pertinents doit être $\geq 60\%$.

En se rapportant au Tableau 3.8, on s’aperçoit que le facteur 1 satisfait simultanément les trois conditions tant la valeur propre qui lui est associée vaut 2,89 et il explique 96,3% de la variance totale.

L’étape 3 consiste à obtenir les poids à partir d’une matrice de rotation permettant d’obtenir des coefficients liés aux interactions entre les variables que l’OECD et JRC (2008) appelle facteurs de charge (cf. Tableau 3.9). A partir des facteurs retenus au regard de l’étape 2 (dans notre cas il n’y a qu’un seul facteur pertinent), on calcule les poids en faisant le carré des facteurs de charge divisé par la variance respective de chaque variable latente (composante) retenue à l’étape 2. Pour des besoins de simplicité et de comparaisons, nous normalisons la somme des poids à l’unité. Le poids normalisé de chaque composante est égal à son poids divisé par le poids total.

Tableau 3.11 – Pondérations des composantes de l’IDH par la méthode ACP

Composantes de l’IDH	Pondérations ACP	Pondérations Egales (PNUD)
Indice revenu	0,334	0,333
Indice santé	0,332	0,333
Indice éducation	0,333	0,333

Source : Calculs de l’auteur à partir des données PNUD, 2014

Le Tableau 3.11 montre qu’au centième près, les deux méthodes de pondération à savoir la pondération par l’approche ACP et la pondération égale retenue par le PNUD fournissent les mêmes résultats. Même au millièmè près, il n’y a pas de différence fondamentale ; l’écart de valeurs entre les deux types de méthodes ne dépassant pas 1 point. Ce résultat est très intéressant dans la mesure où il valide le choix de pondération égale opéré dans le cadre de la construction de l’IDH. Cependant, ces différences

à l'évidence négligeables ont des implications importantes dans le classement des pays du fait de la forme d'agrégation de l'indice. L'agrégation par la moyenne géométrique justifiée et retenue (cf. discussion de la section 3.2) dans le cadre de la construction de l'IDH est très sensible aux petites variations. En appliquant les poids fournis par la méthode ACP aux 20 premiers et aux 20 derniers pays du classement PNUD 2014, on aperçoit des changements dans le classement des pays induits par de petites variations dans le score de l'indice. Ainsi en se reportant au Tableau A.2, on peut constater que hormis la Norvège et l'Australie, les pays en tête de classement perdent chacun au moins une place tandis que Hong Kong fait un bon considérable en gagnant 12 places, la France, elle acquiert une place et devient 19^{ème} au classement. Le même constat est fait dans le groupe des pays en voie de développement. Ces résultats interrogent donc sur la sensibilité du classement des pays par rapport aux valeurs seuils (cf. discussion section 3.3.2). Cette instabilité de classement questionne du même coup la robustesse de l'indice. Afin de consolider les résultats trouvés dans cette section, nous reprenons l'exercice de construction de poids, en opérant cette fois, une transformation logarithmique de la moyenne géométrique en une somme.

3.3.4 La pondération égale est-elle justifiée après les changements majeurs de 2010 ?

Pour rappel, avant sa revision en 2010, l'IDH était une moyenne simple de ses trios composantes à savoir, la santé, l'éducation et le revenu décent. L'ancien $IDH = \frac{1}{3} \times (Is + Ie + Ir)$. Les constantes critiques sur la forme d'agrégation de l'IDH (Anand et Sen (1997) ; Anand et Sen (2000) ; Chatterjee (2005) ; Foster *et al.* (2005) ; Gaertner et Xu (2006) et Kovacevic (2010)) ont amené le PNUD à réviser le calcul de l'indice. A partir de 2010, le nouvel $IDH = \sqrt[3]{Is \times Ie \times Ir}$. Par ailleurs les récents travaux de Nathan *et al.* (2012) ; Palazzi et Lauri (2013) ont conduit à d'autres changements. Ces travaux s'inscrivant dans la continuité de ceux d'Oeppen et Vaupel (2002), Maddison (2010) et Kahneman et Deaton (2010), le PNUD a finalement revu les seuils de normalisation des indices dimensionnels de l'IDH. Ainsi les seuils minimaux des indices éducation, revenu et santé sont respectivement fixes à 0 ans, \$ 100 (PPP 2011) et 20 ans. Les valeurs maximales correspondantes sont de 18 ans (pour le nombre d'années de scolarisation attendues), 15 ans (pour la durée moyenne de scolarisation), 85 ans et 75 000 \$. En outre, suivant les suggestions de Stiglitz *et al.* (2009) selon lesquelles le revenu national par habitant est plus pertinent que le PIB dans le calcul de l'IDH, ce dernier a été remplacé par le RNB par habitant. Aussi le taux d'alphabétisation et le taux brut de scolarisation ont été par la même occasion remplacés par le nombre d'années de scolarisation et la durée moyenne de scolarisation. Il nous paraît pertinent de tester la validité statistique d'un système de pondération égale en intégrant tous ces changements.

Nous utilisons la méthode ACP pour générer les poids associés aux trios dimensions sous les conditions ci-dessus rappelées. Comme rappelé plus haut, l'ACP est une combinaison linéaire des variables initiales auxquelles sont associés des poids proportionnellement à la contribution de ladite variable à la variance totale de l'échantillon. Cela signifie donc que l'application d'une ACP à l'IDH sous sa forme d'agrégation actuelle (géométrique) nécessite au préalable une transformation logarithmique de la moyenne géométrique comme suit : $\ln IDH = \ln((Is \times Ie \times Ir)^{1/3}) = \frac{1}{3}\ln(Is) + \frac{1}{3}\ln(Ie) + \frac{1}{3}\ln(Ir)$.

Nous récupérons donc les valeurs logarithmiques des variables initiales normalisées puis nous appliquons l'analyse ACP sur ces données. Afin d'évaluer l'impact de chaque changement sur les scores de l'indice, nous introduisons progressivement les modifications apportées à l'IDH.

En effet, comme les changements dans les seuils de normalisation ont un impact sur le score final et le classement sous-jacent, (Dialga et Le, 2017; Høyland *et al.*, 2012), il est important d'évaluer l'impact de ce changement de seuils sur les poids associés aux indices dimensionnels.

Tableau 3.12 – Pondération ACP sous agrégation géométrique et seuils fixes

Dimensions	Moyenne géométrique	Moyenne géométrique+seuils
Revenu	0,339	0,339
Santé	0,323	0,323
Education	0,338	0,338
Source : Auteur, à partir des données de l'IDH 2014		

Le Tableau 3.12 montre que le passage de l'agrégation linéaire à l'agrégation géométrique ne change pas significativement les poids des indices dimensionnels de l'IDH. Toutefois, selon les données que nous avons utilisées, l'agrégation par la moyenne géométrique a tendance à favoriser les dimensions « revenu » et « éducation » au détriment de la dimension « santé ». Le tableau indique également que l'imposition de seuils fixes dans l'étape de normalisation de l'indice ne modifie pas les poids de l'indice. Ce résultat met sans doute en exergue les contributions marginales constantes des composantes de l'IDH au delà d'un certain seuil. Ce résultat est en accord avec ceux de Kahneman et Deaton (2010); Ravallion (2012) et reconnus par l'UNDP-HDR (2015).

La question qui nous occupe à présent est : est-il pertinent d'assigner le même système de poids (1/3; 1/3; 1/3) à l'ensemble des pays étudiés indépendamment de leurs hétérogénéités ? Pour tester l'effet de l'hétérogénéité des pays sur les poids des composantes de l'IDH, nous définissons des ensembles homogènes sur la base du classement des pays en catégories par le PNUD. Nous calculons, par l'approche ACP, les poids des composantes de l'IDH dans chaque ensemble homogène.

Le PNUD définit quatre niveaux de développement. Les pays qui ont une valeur de l'IDH comprise entre 0, 800 et 1, sont considérés comme “pays à développement humain

très élevé” (*very high human development*). Les pays dont les scores variant de 0,700 à 0,799 sont dits “pays à développement humain élevé” (*high human development countries*). Le troisième groupe de pays appelés “*medium human development countries*” sont ceux dont l’IDH est compris entre 0,555 et 0,699. Enfin, les “pays à faible niveau de développement humain” (*low human development countries*) sont ceux dont le score varie entre 0 et 0,549. Pour simplifier, nous considérons trois ensembles homogènes correspondant à trois niveaux de développement humain. Le premier ensemble regroupe les deux premières catégories de pays définis par le PNUD. La distinction entre ces deux catégories n’apporte pas d’informations supplémentaires à notre résultat. Les deux derniers ensembles correspondent aux deux dernières catégories du classement PNUD. En considérant le classement 2014, l’ensemble 1 contient 49 pays. Il varie de la Norvège (score IDH=0,944) à Samoa (0,702), le second regroupe 56 pays allant du Botswana (0,698) à Sao Tome et Principe (0,555) et le dernier ensemble regroupe l’essentiel des pays d’Afrique Sub-saharienne. Au total, 83 pays composent l’ensemble 3, allant du Kenya (0,548) au Niger (0,348).

Nous supposons que si les pays classés habituellement par le PNUD ont des trajectoires différentes en termes de développement humain, c’est probablement dû au fait qu’ils ont des performances différentes dans chacune des trois dimensions de l’indice. Et donc les pondérations devraient refléter ces différences de performances. L’hypothèse est d’autant plausible qu’en utilisant des distributions de probabilité, [Høyland et al. \(2012\)](#) concluent qu’il serait plus raisonnable de considérer des groupes de pays homogènes dans le calcul des scores de l’IDH.

Tableau 3.13 – Pondération par l’ACP par groupes de pays homogènes

Niveau de développement	IDH élevé	IDH moyen	IDH faible
Revenu	0,357	0,033	0,359
Santé	0,354	0,468	0,271
Education	0,289	0,499	0,37

Source : Auteur, à partir des données de l’IDH 2014

Le Tableau 3.13 donne de résultats intéressants à plusieurs égards. Il suggère qu’en raison de l’hétérogénéité des pays en matière de développement humain, les pondérations devraient être inégales entre groupes de pays d’une part et entre les dimensions de l’indice d’autre part. En effet, pour la catégorie de pays à développement humain élevé, les poids des indices dimensionnels peuvent être approximativement égaux excepté la dimension « revenu » pour qui la différence de poids est significative (2,4 points de pourcentage de différence comparés à la pondération égale). Les différences de poids sont encore plus importantes dans les ensembles 2 et 3. Comme nous pouvons l’observer à partir du Tableau 3.13, considérer un système de pondération égale dans le calcul de l’IDH revient à imposer implicitement la structure de développement humain des pays avancés dont le système de pondération est le suivant : (0,357 ; 0,354 ; 0,289). Autrement

dit, la pondération égale en vigueur dans les calculs du PNUD, qui reflète la structure des données des pays développés, fait l'hypothèse implicite que tous les pays classés par le PNUD avaient le même niveau de développement humain que celui des pays industrialisés. Or, en distinguant des ensembles homogènes, on remarque par exemple que la dimension revenu n'a pas la même importance selon les ensembles de pays ; elle est même négligeable pour les pays à développement moyen (0,033). Dans les pays à faible développement humain, la dimension éducation a beaucoup plus d'importance que les deux autres composantes de l'indice.

Les résultats du Tableau 3.13 nous suggèrent donc que lorsqu'on prend en compte l'hétérogénéité des pays dans leurs niveaux de développement humain, les poids devraient être différents et propres à chaque groupe de pays homogènes. Naturellement, une telle reconsidération des systèmes de pondération va influencer les scores et les classements sous-jacents des pays. En effet, l'application indique que de faibles variations sont induites dans les scores des pays mais ces faibles variations entraînent des bouleversements importants dans le classement des pays (voir Tableau A.3 en Annexe). La proportion des pays qui améliorent leur position dans ce nouveau système de pondération est importante : 63/188 pays, soit 34%. 21% des pays conservent leur position comme dans le classement PNUD 2014. Cependant, 45% des pays perdent leurs positions initiales. Les changements affectent très négativement les pays émergents regroupés dans la catégorie "*medium human development*". Néanmoins les nouveaux scores reflètent le niveau de développement réel dans ces pays dans la mesure où les nouveaux poids sont déterminés de manière endogène, reflet de la structure des données de ces pays. Nos résultats par l'ACP rejoignent ceux de Ravallion (2012) qui publiait également des résultats troublants au lendemain des révisions majeures apportées à l'IDH à l'occasion de son 20ème anniversaire. Des tests de différence que nous avons effectués confirment les différences significatives de scores et de classements issus de la pondération égale et celle fournie par l'ACP dans le cas de pays hétérogènes.

3.4 Synthèse des enseignements tirés de l'examen de l'IDH

Il ressort de l'analyse de l'IDH que des apports ont été faits vingt ans durant dans le but d'approcher l'IDH de la réalité. Cette section a apporté des éclairages sur les évidences faites sur l'indice à travers une analyse en composantes principales. L'ACP montre que l'option de mesurer le concept multidimensionnel qu'est le progrès humain au moyen d'un ICC est tout à fait pertinente. Les trois composantes peuvent être résumées en un seul facteur pertinent. Par ailleurs, l'analyse montre que contrairement aux constats apparents, l'IDH n'est pas uniquement dicté par sa seule dimension monétaire et que le choix d'une pondération égale des composantes de l'indice a bien une validité

statistique à quelques différences près. Les variations infimes dans les poids peuvent toutefois avoir de changements considérables dans le classement des pays. Par ailleurs, le critère de détermination des seuils de normalisation de l'indice de la dimension revenu est sujet à discussions. L'instabilité des résultats face aux valeurs seuils posent bien la question de robustesse de l'indice. De plus, en tenant compte de l'hétérogénéité en matière de développement humain des pays classés par le PNUD, l'indice gagne en légitimité lorsque que les poids de ses composantes sont déterminés de manière endogène après avoir regroupé les pays en ensembles homogènes.

3.4.1 Les approches *Top down* et *Bottom up* dans la construction des indices composites

Les approches *top-down* et *bottom-up* sont traditionnellement opposées, la première dite de démarche « experte » part du sommet, c'est-à-dire soit à partir des initiatives internationales, soit à travers des normes établies à l'échelle nationale ou encore à partir de la littérature académique, pour élaborer l'outil d'évaluation qui devra s'appliquer à une échelle inférieure (au niveau local par exemple) tandis que la seconde approche est un mouvement ascendant allant de l'échelon inférieur au niveau des décideurs publics (Reed *et al.*, 2006). Dans notre recherche nous tentons une troisième approche qui est un compromis des deux approches originelles. Il est prouvé que face à des thématiques faisant appel à des concepts multidimensionnels (développement durable) et à une diversité d'acteurs intervenants (pouvoirs publics locaux et nationaux, populations riveraines, investisseurs nationaux et internationaux) aux intérêts le plus souvent opposés et face à la multiplicité d'enjeux à la fois sur le plan social (équité et gouvernance), économique (rentabilité et performance) et environnemental (nuisances), il est de plus en plus indiqué d'adopter une démarche hybride (Chamaret, 2007; O'Connor et Spangenberg, 2008). Au lieu d'opposer ces deux approches, la complexité de notre thème de recherche (développement durable fondé sur l'exploitation des ressources épuisables) et la diversité des acteurs intervenant dans le secteur minier (populations locales, OSC, autorités locales et nationales, investisseurs, etc.) nous amène à adopter une approche hybride dans l'élaboration de l'indicateur composite si l'on souhaite aborder une grande partie des questions en rapport avec la problématique. Avant de décrire en quoi consiste l'approche hybride *top-down bottom-up*, nous présentons les deux approches traditionnelles prises individuellement.

L'approche *top-down*

L'approche *top down* est la démarche la plus empruntée dans l'élaboration de nombre d'indices à vocation internationale. Elle est majoritairement utilisée dans les sciences économiques ou les sciences de l'environnement certainement expliquée par le fait que contrairement aux objets d'étude des sciences sociales (sociologie, psychologie),

les objets d'étude de ces disciplines (économie, environnement) sont muets et l'expert dans de tels cas d'étude a la responsabilité de penser, de concevoir et de décider de ce qui convient le mieux. Les indices sont dès lors élaborés à partir des initiatives internationales érigées en normes ou à travers des travaux d'experts fondés sur des formulations théoriques qui s'appliquent à l'ensemble des entités à l'étude. C'est donc une démarche inductive. Elle permet de ce fait une homogénéisation des pratiques. Cette approche à l'avantage de simplifier la réalité que l'on souhaite mesurer et donc d'aller très vite. Mieux, se basant sur une démarche méthodique et rigoureuse, l'approche *top down* confère aux indices composites une légitimité scientifique tout comme l'approche *bottom up* leur confère une légitimité locale. L'une des raisons qui motivent également le recours à l'approche *top down* est la possibilité de transférabilité des résultats obtenus par dissémination et la disponibilité des données dans des bases de données à caractère international pour le suivi des indices dans le temps. En effet, la connaissance du sujet traité par les experts grâce à l'accumulation d'expériences leur permet d'avoir du recul sur le sujet et de le traiter de façon objective (Reed *et al.*, 2006) alors que des expériences ponctuelles et locales risqueraient de produire des outils fortement contextualisés. Les indices obtenus par cette approche sont parfois plus solides comparativement à des expériences locales. En outre l'échelle de certains enjeux dépassant le cadre local, national voire supra national, alors les initiatives internationales permettant de disposer de bases communes deviennent dès lors une option pragmatique. Il en est ainsi pour des questions telles que les problèmes liés aux changements climatiques eux-mêmes occasionnés par les émissions de gaz à effet de serre, la problématique de la gestion du patrimoine mondial ou encore la question relative à la biodiversité. La démarche *top down* peut également être appliquée même à l'échelle locale dès lors que celle-ci vise à révéler les bonnes pratiques et donc susciter des effets d'entraînement. En effet, disposant d'outils ayant des échelles de comparaisons communes, les entreprises peuvent par exemple rivaliser entre elles lorsqu'un classement ou une évaluation fait distinguer des plus performantes des autres dans tel ou tel aspect de l'activité de celles-ci. Le même exemple peut être considéré cette fois-ci pour un ensemble de pays économiquement, culturellement, socialement et politiquement homogènes. En revanche, l'approche dite de « penser en haut puis appliquer au bas » devient peu pertinente dans de contextes particuliers. Elle est encore moins opérationnelle pour produire des résultats escomptés dans des études complexes (articulation entre sciences économiques, sciences de l'environnement et sciences sociales et politiques) mettant en jeu le bien-être des individus. Lorsque l'on adopte uniquement une telle démarche pour élaborer un indice dit de développement durable, le risque est significatif tant il réside à deux niveaux. Le premier danger est lié au risque de ne pas cerner tout ce qui fait développement durable pour une population donnée lorsqu'on se met à penser à sa place, tant les appréciations sont diversifiées. Dans de telles situations, il est toujours préférable de donner la possibilité aux populations de s'exprimer elles-mêmes au tant que possible. Le deuxième risque en

adoptant la démarche des experts est lié à l'opérationnalisation de l'indice. Dès lors que l'outil manque de légitimité locale, très peu d'acteurs vont s'approprier l'outil. Comme le relèvent [Fraser et al. \(2006\)](#), il n'est point utile de démontrer que les experts, du fait de leurs expériences et connaissances sur le sujet traité, sont à même d'orienter les débats, concilier les points de vue et surtout avoir la capacité d'analyser et de synthétiser les informations tirées des échanges participatifs. Lorsque les initiatives venues d'en haut s'imposent aux acteurs locaux, ces derniers peuvent avoir le sentiment de dominance et accordent donc peu d'intérêts à ces initiatives. Une des limites de l'approche *top down* réside dans le fait qu'il existe un déséquilibre dans le traitement des enjeux liés au développement durable et aux mines lorsqu'on se limite aux initiatives internationales comme le *Global Reporting Initiative* érigé en norme. En effet en faisant la synthèse des initiatives entreprises en termes d'indicateurs pour le secteur minier en lien avec le développement durable, [Chamaret \(2007\)](#) remarque que sur un total de plus de 1000 indicateurs toutes initiatives confondues, près de la moitié (41%) se destinent à la dimension environnementale tandis que les deux autres piliers se partagent à peu près un nombre équivalent d'indicateurs (23% pour la dimension sociale et 21% pour la sphère économique). Aussi ces travaux d'experts sont pour la plupart commandités par les industriels eux-mêmes pour des usages internes et vis-à-vis des partenaires clés. Il vient que tous les enjeux et toutes les échelles ne sont pas pris en compte dans ces initiatives dus au fait qu'elles découlent essentiellement d'une vision autocentrée de l'usage que l'on veut donner à l'outil, éclipsant de ce fait une certaine vision large des impacts sur le développement durable.

L'approche bottom-up

Pour [Chamaret \(2007\)](#); [O'Connor et Spangenberg \(2008\)](#); [Reed et al. \(2006\)](#), l'approche *bottom up* répond à un besoin crucial d'informations répondant à la demande sociale et aux spécificités des contextes. Elle est ancrée sur une démarche visant la révélation des points de vue parfois divergents et des enjeux spécifiques à chaque contexte. Contrairement à l'approche dominante, l'approche *bottom up* ne s'impose pas aux acteurs. Au contraire, elle permet d'initier un outil qui sera le fruit d'une construction collective et donc légitimé par un large public concerné dans le processus. En mettant à contribution les acteurs concernés dans les enjeux traités, la démarche permet de prendre en compte les connaissances réelles des acteurs concernés, préoccupations parfois ignorées par les experts.

Cependant, la démarche peut s'avérer inopérante au vu des différents niveaux d'enjeux à prendre en compte et à la diversité des acteurs aux intérêts le plus souvent divergents. La question qui se pose dès lors est de savoir, au regard des quatre types de diversité (enjeux, acteurs, échelles, et contextes), comment organiser les acteurs dans les discussions et comment tirer le plus grand profit de leurs contributions diverses.

Différentes méthodes existent pour rendre ces débats participatifs très efficaces sans négliger le fait que le choix de chaque méthode comporte en son sein des faiblesses qu'il convient de les relever de façon objective.

Selon la nature de la question traitée et selon la nature de l'information recherchée, le chercheur peut avoir recours à des enquêtes qualitatives ou quantitatives. Les approches peuvent être de type formel ou informel. Parmi les approches informelles, on a la Méthode Active de Recherche et de planification Participative (MARP), l'entretien ou animation de groupe et l'entretien semi-structuré. Ces approches sont dites informelles dans la mesure où elles ne requièrent l'élaboration préalable d'aucun questionnaire et les enquêtes sont directement conduites par le chercheur lui-même et non pas par des enquêteurs. Ces approches ont l'avantage, de par la présence et la proximité du chercheur avec les groupes participants, de tirer certaines informations non révélées à travers l'observation directe. La MARP est essentiellement participative. C'est un processus itératif au cours duquel les populations créent et manipulent elles-mêmes leurs propres informations autour du thème de recherche du chercheur. Dans de telles méthodes, les participants sont choisis selon la finalité et non au hasard. C'est ainsi qu'on peut avoir recours à des personnes influentes (informateurs clés) ou à des leaders communautaires pour la révélation d'un certain nombre d'informations. Ces approches ont le plus grand atout de donner la liberté aux participants de s'exprimer sans barrières. Ce qui leur confère un certain pouvoir, une grande responsabilité dans le processus. Cette marque de considération permet une réelle implication des acteurs et garantit la durabilité des actions qui seront entreprises. Ces méthodes présentent cependant quelques limites. Les informations peuvent être fortement influencées par les seuls points de vue de quelques groupes ou individus influents. La présence des leaders communautaires (chef coutumier, chef religieux) ou individus influents (chef de ménage, en général le mari) peuvent empêcher les autres participants de s'exprimer librement et de donner leur opinion en rapport avec le thème traité. Et puisque dans ces approches, la démarche n'est pas structurée (pas d'objectifs ciblés au départ), il y a un risque de divagation ne permettant pas d'optimiser le temps et les informations récoltées.

Parmi les méthodes formelles de collecte de données, on a les enquêtes formelles conduites au moyen d'un questionnaire standard par des enquêteurs. Suivant le thème traité, ces enquêtes peuvent être à passage unique (collecte ponctuelle d'informations sur un sujet précis) ou à visites multiples ou répétées lorsqu'il s'agit d'un suivi d'un processus dans le temps. Les questions formulées dans le questionnaire peuvent être simples (questions fermées faisant appel à des réponses de type oui ou non) ou complexes. Elles sont dites complexes lorsque celles-ci prévoient des questions ouvertes qui font appel à des réponses qualitatives (opinion sur le sujet).

Le principal avantage de cette méthode est la possibilité de générer des données quantitatives (il est possible de transformer des réponses qualitatives en informations

chiffrées), de les généraliser par inférences statistiques. Il est également possible, par cette méthode, d'obtenir un échantillon représentatif au moyen d'un tirage aléatoire. Ce qui confère à la démarche un caractère scientifique.

L'approche hybride *top-down bottom-up*

Les approches *top down* et *bottom up* présentent certes des limites lorsqu'on les considère isolément mais combiner les deux approches, loin d'être contradictoire constitue une approche originale permettant de surmonter les limites individuelles relevées dans les sections précédentes. Le Tableau 3.14 montre bien que les deux approches dans le cadre d'élaboration d'IC procèdent de la même manière à la seule différence que leur angle d'attaque justifie la pertinence de faire recours à une combinaison des deux. En effet, alors que dans l'étape de la définition de l'IC, l'approche *top down* fait appel à des cadres théoriques cohérents ou à des normes préalablement établies, l'approche *bottom up* fait appel à la consultation des communautés locales qui définissent les variables les plus pertinentes sur la base de leurs expériences et de leur vécu quotidien. De même, dans l'étape de collecte de données par exemple, la démarche est laissée aux initiatives communautaires qui renseignent les données à la fois qualitatives et quantitatives pour leurs propres usages et à destinations des autres acteurs concernés. Cette tâche est effectuée par l'expert dans l'approche *top down* qui ne peut se servir que des données déjà constituées, à partir des bases de données internationales et pour l'essentiel constituées de données quantitatives.

Appliquée à notre cas d'étude, la démarche hybride se déroule en trois étapes. La première, essentiellement experte est tout le travail développé dans la première partie de cette thèse. En effet, les chapitres 2 et 3 vont permettre de baliser le champ de recherche. La revue de littérature dans le chapitre 2 permet de justifier et de poser théoriquement les conditions d'une soutenabilité fondée sur des ressources extractives. Ces cadres théoriques conjugués à une meilleure connaissance des initiatives en termes d'indicateurs composites de développement durables (sections 3.1 et 3.2 du chapitre 3), permettent dans l'étape de définition des variables et sous-indicateurs (chapitre 4) de disposer d'un premier jeu d'indicateurs candidats. Cette première base d'indicateurs candidats facilite l'élaboration de la grille d'entretien semi-structuré et de structurer les débats sur le terrain dans la deuxième étape de cette démarche hybride. En effet, il s'agit de définir, à la lumière des connaissances théoriques disponibles pour le moment et sur la base des expériences cumulées sous forme de synthèses, ce qui convient d'être les facteurs ou les conditions d'un développement durable. La revue méthodologique opérée dans le chapitre 3 nous évite bien évidemment de naviguer à vue. Elle définit le cap, identifie les tâches qui nécessite l'appel à l'expertise (étape 1 de la démarche), indique à quel moment faire appel à la concertation participative et enfin ce qu'il convient de faire des informations totalement collectées.

Tableau 3.14 – Deux paradigmes méthodologiques pour l'élaboration et l'application d'indicateurs de soutenabilité à des échelles locales

Methodological paradigm	Step 1 : establish context	Step 2 : establish sustainability goals and strategies	Step 3 : identify, evaluate and select indicators	Step 4 : collect data to monitor progress
<i>Top down</i>	Typically land use or environmental system boundaries define the context in which indicators are developed, such as a watershed or agricultural system	Natural scientists identify key ecological conditions that they feel must be maintained to ensure system integrity	Based on expert knowledge, researchers identify indicators that are widely accepted in the scientific community and select the most appropriate indicators using a mist of pre-set evaluation criteria	Indicators are used by experts to collect quantitative data which they analyse to monitor environmental change
<i>Bottom up</i>	Context is established through local community consultation that identifies strengths, weaknesses, opportunities and treats for specific systems	Multi-stakeholder process identify sometimes competing visions, end-state goals and scenarios for sustainability	Communities identify potential indicators, evaluate them against their own (potentially weighted criteria and select indicators they can use	Indicators are used by communities to collect quantitative or qualitative data that they can analyse to monitor progress towards their sustainability goals.

Source : [Reed et al. \(2006\)](#)

L'étape 2 de la démarche consiste à soumettre les indicateurs candidats, préalablement élaborés à partir de la littérature académique et des expériences internationales érigées en normes (donc essentiellement du *top down*), pour appréciations par les catégories d'acteurs concernées (populations à travers la société civiles organisée et les ménages pris individuellement, les collectivités locales, les sociétés minières – patronat, cadres et employés, les décideurs publics centraux et locaux et les leaders communautaires), lors des enquêtes de terrain. Dans notre cas d'étude, les appréciations présentent deux avantages hautement précieux : elles devraient nous fournir des pondérations pour les indices retenus mais également des appréciations de type qualitatif devraient servir pour « lubrifier » l'indice final dans les aspects les plus difficilement mesurables. En soumettant ces indicateurs candidats à débat aux différents acteurs, la démarche offre la possibilité aux parties concernées de réagir aux conceptions de développement perçues par l'expertise en marquant leur accord (pondérations statistiquement significatives) ou en marquant leurs désaccords par des pondérations nulles ou faibles. Pour être plus complète, la démarche donne la possibilité aux multi-acteurs en prévoyant dans l'élaboration de la grille d'entretien quelques questions ouvertes sur leur vision du développement durable en lien avec l'exploitation des ressources minières. Dans cette

partie du questionnaire, les acteurs ont la possibilité de faire des propositions d'indicateurs complémentaires, voire des contre-propositions avec leurs importances relatives associées permettant de dégager les poids à leur y accorder.

L'étape 3 de la démarche délibère sur les débats engagés en faisant une synthèse des propositions en vue de dégager des indicateurs pertinents issus des propositions complémentaires. Enfin, une matrice d'indicateurs retenus finalement est élaborée pour constituer l'ISPM agrégé. La sélection des indicateurs finaux se base sur le principe de la diversité représentative (Chamaret, 2007). C'est un principe qui vise une juste prise en compte des dimensions et des préoccupations des acteurs concernés sans trop encombrer l'indice composite de variables redondantes. Là encore, l'expertise sera sollicitée pour les analyses de colinéarité, de pertinence et de représentativité. La démarche a ainsi l'avantage de vérifier sur le terrain la disponibilité de données devant alimenter ces indicateurs définis de façon participative et consensuelle ou par compromis. Elle permet ainsi dans l'hypothèse de non disponibilité de donner de réfléchir à comment les renseigner autrement sans passer par les méthodes d'imputation décrites dans le chapitre 3 et qui présentent le risque d'augmenter les incertitudes liées à l'indice et donc à sa crédibilité.

Conclusion

Ce chapitre a présenté de façon structurée les différentes étapes de construction d'un indicateur composite. Cinq des dix étapes sont très cruciales. L'étape de définition et de délimitation du ou des concepts traités permet de disposer d'un ressort solide sur lequel sera bâti l'indice et constitue une boussole devant orienter les autres étapes. La collecte et le traitement des données manquantes constituent la deuxième étape importante en ce sens qu'elle détermine la qualité et la fiabilité de l'indice. L'étape de normalisation permet de disposer d'unités de mesure commune, mieux d'indices neutres et de disposer des échelles de mesures et de comparaisons communes. Cette étape donne la possibilité de parler d'un même langage en unifiant les unités des différentes variables. Ce qui permet de donner sens et de pertinence à la construction d'un indice synthétique. L'étape de pondération et agrégation est très cruciale et délicate de façon réaliste parce que faisant intervenir parfois des jugements de valeurs. Cependant certaines méthodes notamment l'analyse en composantes principales (ACP), la méthode du *Benefit Of the Doubt* (BOD) et l'*Unobserved Component Model* (UCM) permettent de générer de façon endogène les poids à associer aux sous-indicateurs en « faisant parler les données elles-mêmes ». La dernière étape importante est celle de l'analyse des résultats d'implémentation de l'indice construit et la capacité de celui-ci à proposer aux décideurs et aux commanditaires des actions pragmatiques. Il est clair qu'un indice entaché d'erreurs et d'incertitudes sera peu serviable.

La section 3.2 du chapitre a fait un tour d'horizon des initiatives en termes d'indices

composites. Il est ressorti qu'aussi bien que les champs d'application des indices composites soient divers et variés, les méthodes utilisées dans ces différentes initiatives sont également variées avec une utilisation ascendante des méthodes d'auto-génératrices de poids. La section 3.3.1 est revenue plus largement sur les apports théoriques et méthodologiques apportés à l'IDH depuis sa création en 1990 par les Nations Unies. Le recours à la méthode ACP pour générer les poids des différentes dimensions de l'indice indique d'une part que les grands changements apportés à l'indice n'affectent que très marginalement la composition des poids de ses composantes et que d'autre part la reconsidération des calculs des scores des pays en les regroupant par ensembles homogènes est tout à fait pertinente et légitime si on ne veut pas implicitement imposer la structure de niveau de développement des pays industrialisés à l'ensemble des pays du monde.

La dernière partie du chapitre a consisté à présenter la démarche hybride que nous souhaitons mettre en œuvre dans l'élaboration de l'indice de soutenabilité des pays miniers (ISPM). Nous y avons au préalable présenté les forces et les faiblesses de chacune des approches *top down* et *bottom up*. Il est ressorti que les approches *top down* sont aux sciences économiques, environnementales ce qu'est l'approche *bottom up* pour les sciences sociales, notamment la psychologie, la sociologie ou encore les sciences de l'éducation. Cette dernière approche semble méconnue des économistes ou en tout cas très peu utilisée dans les recherches en sciences économiques. Ces derniers ont le plus souvent recours à l'approche *top down* par souci de simplification, de généralisation, de gain en temps et par un besoin de comparaison. Pourtant, il est bien possible, moyennant quelques coûts supplémentaires en termes d'efforts fournis, de temps et de moyens financiers, de concilier les deux approches. La combinaison devient parfois très efficace et comme une réponse aux limites individuelles lorsque l'on traite des thématiques faisant intervenir divers enjeux, d'acteurs, de contextes et parfois d'échelles différentes. Or c'est justement dans cette configuration que se situe la présente thèse qui doit réussir le pari de poser les conditions consensuelles ou de compromis d'un développement durable fondé sur l'exploitation et la transformation de ressources naturelles minières dans le contexte des pays d'Afrique subsaharienne.

Partie II

DE L'ÉLABORATION DE L'INDICE DE SOUTENABILITÉ DES PAYS MINIER AUX POLITIQUES DE DÉVELOPPEMENT SOUTENABLE

Chapitre 4

Élaboration de l'Indice de Soutenabilité des Pays Miniers

Introduction

Le chapitre 4 aborde dans sa section 4.1 la définition des variables et les sous-indicateurs « candidats⁹⁷ » retenus à partir de la littérature mobilisée. Le choix des variables et indicateurs retenus y est justifié en montrant en quoi ils répondent aux critères de soutenabilité des pays miniers aussi bien sur le plan théorique que pratique. Les échelles d'étude et les méthodes de collecte des données sont discutées en section 4.2. Pour les données primaires particulièrement, nous présentons la fiche d'enquête élaborée en vue d'orienter et de faciliter les échanges avec les acteurs impliqués dans l'étude. Dans la délimitation de l'échelle de notre étude, il s'agit de préciser, tout en justifiant, les limites géographiques de l'étude et les enclaves minières concernées.

Suivant le travail effectué sur le terrain, un recadrage des sous-indicateurs retenus au départ est effectué afin de disposer d'une matrice d'indicateurs finaux (section 4.3). Des justifications sont apportées pour détailler les ajustements opérés. Nous faisons ressortir les apports nouveaux et les raisons qui ont conduit à l'élimination éventuelle de certains indicateurs candidats. Nous discutons des choix de pondération, d'agrégation de l'indice composite en section 4.4. La section 4.5 du chapitre analyse la robustesse et la validité scientifique de l'indice et de ses méthodes de construction par des options alternatives. Nous concluons ce chapitre par une présentation des premières statistiques de l'étude. Il s'agit notamment de la synthèse de données de l'enquête, de rappeler les dimensions du développement durable retenues dans le cadre de l'élaboration de cet indice, le choix des méthodes d'agrégation et de pondération, les analyses de robustesse et de validité de l'Indice de Soutenabilité des Pays Miniers (ISPM).

97. Indicateurs de départ construits à partir de la littérature mobilisée et de notre niveau de connaissance des enjeux liés à la problématique de l'étude. Ils sont susceptibles de modification, voire d'élimination. Cette première matrice peut donc être réduite ou étoffée après les enquêtes menées sur le terrain.

4.1 Élaboration de l'ISPM : Cadre théorique et Définition des « indicateurs candidats » (Phase 1)

Conformément à notre approche hybride *top-down bottom-up* présentée dans le chapitre 3, l'Indice de Soutenabilité des Pays Miniers est construit en trois grandes étapes. D'abord, les indicateurs initiaux sont définis à partir des expériences déjà réalisées dans des pays historiquement reconnus comme pays miniers (Canada, Australie, Afrique du Sud,...). Ensuite, l'évaluation de la pertinence des indicateurs retenus est discutée dans la section 4.3 de ce chapitre. Les outils utilisés dans le recadrage des indicateurs initialement retenus sont principalement l'analyse multi-variée et l'analyse en composantes principales. Les deux outils permettent d'apprécier, du point de vue statistique, la pertinence et la cohérence des variables définies. Enfin, la phase 3 de cette élaboration discute des étapes restantes dans l'élaboration d'un IC détaillées dans le chapitre 3. Il s'agit dans cette partie de discuter des choix de normalisation des variables initiales, de la pondération des indicateurs individuels retenus au final, de la méthode d'agrégation de l'indice composite et des analyses de robustesse de l'indice construit.

4.1.1 Cadre théorique d'élaboration de l'ISPM

Fondement de départ

L'Indice de Soutenabilité des Pays Miniers est un indice composite construit à partir de sous-indicateurs. Les sous-indicateurs traduisent des dimensions du développement durable que nous définirons. L'indice composite vise à mesurer la soutenabilité⁹⁸ d'un pays dont la principale source de richesse monétaire provient du secteur des mines. La ressource minière doit être la principale ressource du pays pour que ce dernier soit considéré comme pays minier. La construction de l'indice repose à la fois sur l'approche faible du développement durable (Hartwick, 1977, 1990; Hotelling, 1931) et l'approche du développement endogène (Barro, 1988; Lucas, 1988; Romer, 1986). L'ISPM n'a pas vocation à établir des comparaisons internationales des pays étudiés, ni d'effectuer un classement de ces pays. L'ISPM a pour finalité l'aide à la définition des politiques nationales et sectorielles de développement durable, au pilotage des politiques élaborées, et à l'évaluation périodique des performances en termes de développement soutenable des pays concernés.

L'hypothèse principale de la soutenabilité faible est l'existence d'une parfaite substituabilité entre le capital naturel et les autres types de capitaux notamment le capital

98. Dans la présente thèse les termes « durabilité » et « soutenabilité » d'une part, et les qualificatifs « durable » et « soutenable » d'autre part renvoient à un même concept. Nous employons indifféremment ces termes et ces qualificatifs. La soutenabilité dans le contexte de la présente thèse se réfère à la capacité d'un pays à entretenir un développement harmonisé, c'est à dire un développement qui garantit un équilibre entre les dimensions de ce développement que nous définissons. Cette condition de soutenabilité implique à la fois un équilibre de court terme et de long terme entre les dimensions du développement durable.

humain, le capital social et le capital physique ou matériel. Cette hypothèse est complétée par l'hypothèse d'arbitrage entre la préférence pour le présent et le futur (Hartwick, 1990; Hotelling, 1931) afin d'intégrer la dimension inter temporelle de la soutenabilité. L'idée qui sous-tend ces hypothèses originelles est que l'exploitation des ressources naturelles, en particulier celles qui sont épuisables, peut conduire à un développement durable à condition que les rentes retirées de l'extraction de ces ressources soient totalement réinvesties dans d'autres formes de capitaux de manière équitable. Dialga (2015) a mis en évidence quelques limites de l'hypothèse d'Hartwick (1977). Entre autres, Dialga (2015) montre que la règle d'Hartwick (1977) n'est valable que pour les pays exploitant leurs ressources naturelles pour leur propre compte. Les pays opérant par concessions avec des opérateurs privés ou étrangers en contrepartie de taxes forfaitaires reçues ne peuvent satisfaire la condition d'Hartwick (1977) puisque ces pays ne retirent qu'une infime partie de la rente. L'évasion de la rente liée à l'extraction de la ressource est telle que la condition d'« investir la totalité de la rente issue de l'extraction de la ressource épuisable » ne peut être satisfaite. Ensuite, même dans l'hypothèse où le pays capte la totalité de la rente de situation, cette rente crée le syndrome hollandais dès lors qu'il n'existe pas dans le pays des secteurs structurants qui permettent le réinvestissement de la rente totale. C'est pourquoi la théorie du développement endogène est mobilisée pour pallier les limites de l'approche néoclassique qui sert de fondement à la règle d'Hartwick. L'approche du développement endogène est intéressante dans le cadre de cette étude en ce qu'elle conditionne l'hypothèse de soutenabilité d'Hartwick (1977) à l'élargissement des chaînes de valeurs ajoutées autour de l'industrie extractive⁹⁹ par la transformation préalable de la ressource naturelle sur place, puis l'exportation des produits à valeur ajoutée issus de cette transformation¹⁰⁰ vers le marché international. Au regard de l'incapacité du marché à satisfaire la condition d'optimalité d'Hartwick, quelques élargissements suivant les contextes et les spécificités des exploitations s'imposent.

La condition d'Hartwick (1977) élargie : la condition du développement endogène

Au-delà d'une conception simpliste de maintien d'un même niveau de bien-être à travers une consommation inter temporelle constante (Hartwick, 1977), qui se maintiendrait par le jeu de compensation des capitaux naturel, physique et social dans une écono-

99. L'industrie extractive est considérée à elle seule comme stérile car ce secteur est très intensif en capital et par conséquent ne crée que très peu d'emplois. De plus, elle ne crée que très peu d'effets d'entraînement (effets structurants) sur les autres secteurs de l'économie du pays.

100. cf. modèle néo-factoriel dans le chapitre 2 de la thèse.

mie, nous adjoignons la théorie du développement endogène¹⁰¹ et autocentré¹⁰². L'approche du développement endogène définit les forces latentes c'est-à-dire les ressources durables non exploitées ou peu valorisées. Il s'agit entre autres de la main d'œuvre (capital humain), des terres agricoles et des ressources naturelles renouvelables (capital naturel), de la cohésion sociale, des valeurs culturelles (capital social et institutionnel). L'ensemble de ces facteurs sont des leviers de développement qu'il est impératif d'actionner et d'entretenir pour que cette soutenabilité se traduise dans les faits. Le cadre théorique identifie également les conditions connexes pour que le processus de développement endogène et autocentré puisse produire des effets multiplicatifs et cumulatifs. C'est à ce titre que les conditions d'équité à la fois intra et intergénérationnelles, les qualités institutionnelles, la gouvernance, les formes d'extraversion à la fois économique (exportation brute de matière premières et ressources naturelles, fuite des capitaux), monétaire (absence de souveraineté monétaire et servitude monétaire) et du capital humain (fuite des cerveaux) et la durabilité de la ressource en exploitation sont déterminantes dans la définition des composantes de l'indice ISPM. La prise en compte de l'ensemble de ces conditions supplémentaires donne une originalité à ce travail car bien que la règle d'Hartwick pose le cadre général d'un possible développement fondé sur l'exploitation de ressources épuisables, elle n'en dit pas assez sur les conditions de sa réalisation puisque le développement durable ne saurait se réduire en un maintien d'une consommation par tête constante (Hartwick, 1990). Une des conséquences de cette imprécision s'est traduite par la mise en œuvre de modèles de développement basés sur l'accumulation¹⁰³ du capital physique dans les années 1980 qui se sont inspirés d'une certaine manière de la règle d'Hartwick (1977, 1990) et surtout du modèle de croissance de Solow (1956). Et on peut soutenir Assogba (2000) quand il souligne avec insistance que ces modèles de développement ont conduit à un développement du sous-développement qui s'est traduit par une aggravation des inégalités, les capacités d'absorption du capital physique s'étant montrées faibles dans les pays testés (pays ayant implémenté les PAS). Ce sont ces contre-performances que les partisans de l'échange international qualifient de spécialisation appauvrissante. Il en est ainsi parce que la conversion des richesses naturelles (essentiellement grâce aux rentes perçues) en capital physique s'est effectuée sans l'identification au préalable des secteurs

101. Cette thèse de développement endogène s'inspire des travaux pionniers de Romer (1986) sur la croissance endogène en particulier la « croissance endogène avec capital physique comme facteur décisif », ceux de Lucas (1988) portant sur la croissance endogène avec le « capital humain comme facteur décisif » et ceux de Barro (1988) sur le rôle des dépenses gouvernementales dans le modèle de croissance endogène.

102. Se dit d'une politique de développement essentiellement basée sur l'accroissement du marché intérieur pour assurer des débouchés à l'industrialisation dans une autonomie relative vis à vis du commerce extérieur. Cette politique suppose donc la protection puis le soutien des nouvelles industries fragiles face à la concurrence internationale. Cette option de développement doit se traduire concrètement par, entre autres, une politique de substitution des productions locales aux importations dès les premières phases de l'industrialisation du pays.

103. Voir le modèle de croissance de Solow et les limites de ces programmes largement discutées dans l'introduction générale de cette thèse.

de l'économie capables de s'auto-entretenir eux-mêmes d'abord puis de déclencher un effet boule de neige. Aux industries industrialisantes¹⁰⁴ on a préféré des industries stériles c'est-à-dire des industries qui n'induisent pas d'effets d'entraînement. Les effets pervers ont été amplifiés par la prédominance quasi-totale des capitaux étrangers. Cette épargne importée (capitaux étrangers) se concentre pour l'essentiel dans des secteurs peu structurants comme les entreprises d'import (secteur de consommation de produits importés), les télécommunications, les services (développement spectaculaire des banques commerciales dont l'essentiel des produits proposés sont des prêts à la consommation : 27% des IDE entrants en 2012 au Mali) et les industries extractives (96,6% de variation entre 2011 et 2012).¹⁰⁵ Comme le démontrent *Amin et al.* (1980), contrairement aux idées véhiculées, les investissements directs étrangers (IDE) entraînent l'extraversion de l'économie d'accueil à travers au moins deux canaux. Le premier canal d'extraversion se situe au niveau des choix des secteurs d'investissement de ces IDE. Comme illustrés ci-dessus, les IDE à destination des pays riches en ressources naturelles se concentrent dans le secteur minier parce que ce secteur garantit des retours sur investissement certains et surtout parce que la ressource exploitée ne coûte absolument rien¹⁰⁶ à l'investisseur étranger, mis à part le risque encouru lié aux instabilités politiques, aux dépenses de recherche % développement. Or, il est possible de montrer que cette part d'investissement constitue une industrialisation stérile. Elle est stérile en ce sens que l'industrie présente se limite à des activités d'extraction des ressources, les industries de sous-traitance, les raffineries ou les industries de transformation de ces ressources (créatrices d'emplois et de la valeur ajoutée pour l'économie) se trouvant dans des pays autres que le pays d'accueil de ces IDE. A titre illustratif, l'essentiel de l'uranium du Niger est exporté puis enrichi en France pour nourrir en permanence les centrales nucléaires françaises. Une partie de l'or du Burkina Faso (7 tonnes en 2014) est transformée en Suisse avec des canaux de vente officieux.¹⁰⁷

104. Il s'agit d'industries dont la mise en place entraîne la création d'autres industries. Dans la conception originelle de Destanne deBernis (1928-2010), il s'agit plus précisément d'industries lourdes. Voir les différentes branches industrielles considérées comme industrialisantes à l'adresse suivante : http://conte.u-bordeaux4.fr/Enseig/Lic-ecod/docs_pdf/stratindus.htm. Cependant, en lien avec le développement durable nous restreignons ce concept d'industries industrialisantes aux industries légères comme l'agroalimentaire, le textile et l'industrie cuir et peau, etc.

105. Source : Ambassades de France au Mali, Niger et Burkina Faso, Service Économie, Direction Général du Trésor, juin 2014. Document consulté le 15/09/2016 accessible sur : http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/IMG/pdf/MALI_-_Les_investissements_directs_etrangers_cle86f4dd.pdf

106. Le tarif d'exploration de substances minières est de 3,8 *euros/km²/an* au Burkina Faso et de 0,15*euros/km²/an* au Niger (codes miniers des deux pays). En outre, jusqu'à la révision du code minier en 2015, les sociétés minières opérant au Burkina Faso bénéficiaient d'avantages fiscaux tels que les exonérations sur les impôts sur les sociétés et sur les importations des produits, matériels et équipements destinés à l'extraction minière. Les entreprises minières installées au Niger bénéficient elles aussi d'exonérations de frais de douane sur l'importation des produits et équipements nécessaires à l'extraction des minerais.

107. Source : cf. l'article de Jeune Afrique du 11 septembre 2015 accessible sur : <http://www.jeuneafrique.com/263593/economie/burkina-togo-ong-suisse-denonce-circuits-caches-de-lor/>

La deuxième voie d'appauvrissement du pays passe par le rapatriement des dividendes par le canal de la mobilité des capitaux. En effet, dans l'hypothèse la moins probable où l'on considère que les IDE investis dans le secteur des mines créent de la valeur ajoutée pour l'économie du pays, sa contribution est sans réel impact sur le développement.¹⁰⁸

En effet, rappelons que dans le cas d'un IDE qui générerait de la plus-value, cette richesse, dans les modèles classiques, est répartie entre les travailleurs (sous formes de salaires) et les actionnaires (sous forme de dividendes). Or, ce sont les dividendes qui sont épargnés pour être réinvestis dans la branche d'activité. Sous cette hypothèse, on peut s'attendre à ce que l'expansion de l'activité minière induise la création d'emplois supplémentaires. Si la décision de réinvestissement porte sur d'autres secteurs structurants de l'économie nationale, on peut également escompter la création de nouveaux emplois et de revenus substantiels. Dans le cas de la libre circulation des capitaux, les effets multiplicatifs qu'induirait les IDE entrants sont simplement court-circuités par l'évasion des dividendes. Du côté des salaires, le même phénomène évasif s'opère cette fois-ci par le biais d'une demande des produits importés ([Amin, 1978](#)) parce que les populations à faibles pouvoir d'achat ont une grande propension à consommer des produits importés qui coûtent relativement moins chers par rapport aux produits issus de l'industrie locale. Ce développement théorique a été récemment étayé par des faits stylisés. En effet, [La Documentation française \(2015\)](#) relève qu'alors que les IDE ont atteint un niveau record de 80 milliards de dollars américains en 2015, les progrès de développement sur le continent africain sont très peu visibles. L'insécurité alimentaire, un taux de chômage élevé, l'instabilité (2/3 des pays de l'Afrique ont connu ou connaissent encore des conflits armés), l'aggravation des inégalités (bien qu'on observe une baisse d'un point de pourcentage par an du taux de pauvreté monétaire) et l'absence de transformations structurelles des économies constituent un malaise généralisé sur le continent. Les IDE ont donc un impact sur la croissance économique qui ne se transmet pas aux vecteurs de développement puisque cet afflux d'IDE explique en partie le maintien d'un taux de croissance annuel moyen de 5% en Afrique entre 2000 et 2010.

4.1.2 Définition des indicateurs candidats

Il s'agit dans cette phase exploratoire d'identifier les variables pertinentes susceptibles de composer l'ISPM. Les sous-indicateurs sont jugés pertinents lorsqu'ils incarnent correctement les conditions de réalisation d'un développement soutenable basé

108. A ce titre la distinction entre croissance économique et développement est fondamentale. En période de pleine croissance économique mondiale, les pays à ressources naturelles abondantes connaissent des taux de croissance économique importants. Cependant cette richesse « volatile » créée se transmet très peu ou presque pas aux variables de développement à cause des distorsions telles que l'évasion des dividendes des sociétés minières et les montants minorés aux paiements d'impôts et taxes.

sur l'exploitation de ressources épuisables. La démarche adoptée est celle qui consiste à définir les variables pertinentes au regard du cadre théorique posé, puis à rechercher les données par la suite pour renseigner les variables définies. La démarche répond à une recommandation faite par l'[OECD et JRC \(2008\)](#) selon laquelle idéalement, la disponibilité ou la contrainte de données ne doit pas dicter le choix des variables dans la construction d'un indice composite.

Pour cette phase exploratoire, une liste non exhaustive de sous-indicateurs est définie. Nous avons identifié cinq dimensions de développement durable liées à la problématique à savoir une dimension économique, une dimension sociale, une dimension environnementale, une dimension transversale et une dimension politique et institutionnelle. Dans chaque dimension, à l'exception de la dimension environnementale, le nombre de sous-indicateurs est compris entre trois et cinq. Il importe de préciser que nous privilégions autant que possible les variables « stocks » (accumulation dans le temps) qui sont pertinentes pour mesurer les performances des pays en termes de développement soutenable plutôt que des variables « flux » qui sont, en général, très volatiles dans les pays rentiers. Les sous-indicateurs sont définis comme des ratios de performance, le numérateur étant la performance atteinte par le pays pour cette variable et le dénominateur, l'objectif souhaité ou la référence idéale vers laquelle le pays évalué doit tendre. Certains sous-indicateurs sont des variables qualitatives définies sur des échelles de notation différentes : de 1 à 6 ou de 0 à 100 où une valeur élevée est préférée à une faible valeur de notation. Les valeurs catégorielles sont transformées en ratios de performance en faisant le rapport entre la note ou la performance du pays et la valeur maximale de l'échelle de notation. Nous uniformisons au préalable les échelles de notation des variables qualitatives en redéfinissant chaque échelle de zéro à la valeur maximale. Cette uniformisation des bornes inférieures des échelles de notation est nécessaire pour éviter les difficultés d'interprétation des écarts d'une échelle à l'autre. Certains indicateurs sont appréciés en valeur décroissante c'est-à-dire que plus la valeur de l'indicateur est faible, mieux c'est. C'est le cas par exemple de l'indicateur de stabilité politique et qualité des institutions défini sur une échelle de 1 à 5 avec la note 1 correspondant à la situation « très stable et institutions de très bonne qualité » et la note 5, situation « très instable et institutions de très mauvaise qualité ». Ce type d'indicateurs subissent une double transformation : nous transformons la note catégorielle en ratio puis nous faisons (1-ratio obtenu) afin d'obtenir la performance du pays.

Dans la transformation des données qualitatives en ratios de performance, nous admettons l'hypothèse que, pour une même échelle de notation (de 1 à 6 par exemple), les variations sont équivalentes d'un indicateur qualitatif à l'autre. Par exemple, nous supposons qu'une variation d'un point dans l'indicateur « équité intra-générationnelle » est équivalente à une variation d'un point dans l'indicateur « stabilité politique et qualité institutionnelle » par exemple.

Cette définition a l'avantage de permettre le suivi de l'évolution à la fois des indica-

teurs individuels et de l'indice composite qui en est issu. Elle nous dispense également de l'étape de normalisation des variables initiales, étape sujette à controverses.

Les indicateurs de la dimension économique du développement durable

L'Indicateur de Profitabilité de la Ressource exploitée (IPR)

Cet indicateur capte l'ensemble des retombées liées à l'exploitation des mines (hors emploi qui fera l'objet d'un autre sous-indicateur) à la fois sur les populations locales et sur le plan national. Il importe d'ores et déjà de clarifier que du point de vue conceptuel, nous abordons cette notion de profitabilité sous l'angle de l'action publique. Il entend mesurer dans quelles proportions l'Etat détenteur de la ressource et les communautés locales tirent profit de l'exploitation de la ressource minière sur leur territoire. A ce titre, l'IPR se différencie de l'indice de profitabilité¹⁰⁹ traditionnelle puisque les investisseurs étant distincts de l'Etat détenteur de la ressource, il nous semble peu pertinent de mesurer cette profitabilité sous l'angle d'un retour sur investissement ou d'une rentabilité pour l'entreprise minière. Toutefois, la rentabilité financière de l'activité minière est implicitement prise en compte dans l'IPR dans la mesure où celui-ci est le rapport entre le montant total des flux monétaires versés à l'Etat, y compris les réalisations en nature au profit des populations riveraines et la somme des profits (bénéfices) individuels nets des entreprises minières. L'IPR évalue donc les investissements réalisés aussi bien par les pouvoirs publics avec les recettes minières perçues que ceux réalisés par les compagnies minières opérant sur des territoires au profit des populations résidentes. Ces investissements induits couvrent à la fois la construction d'infrastructures sociales de base telles que les écoles, les centres de santé, les centres culturels pour jeunes, les barrages, l'électrification, les forages, les infrastructures routières, etc. et les appuis financiers pour l'amélioration de la gouvernance locale. S'il est envisageable d'évaluer les réalisations faites par les compagnies minières elles-mêmes pour les populations riveraines au niveau local sur la base des rapports périodiques d'impact environnemental et social des sociétés minières, il est cependant difficile voire impossible d'évaluer au niveau national les contributions spécifiques du secteur minier à ces réalisations. Cette difficulté s'explique par les principes de l'unicité de la caisse de l'Etat et de non affectation des ressources en finances publiques. En effet, les recettes perçues par les pouvoirs publics sont centralisées et n'ont pas de destinations spécifiques préalablement établies. En tout état de cause, l'indice s'attache plus particulièrement à mesurer le rapport d'équité entre le détenteur de la ressource (l'Etat) et les exploitants de celle-ci (les sociétés minières) plutôt qu'à l'affectation des revenus perçus.

109. Indice de profitabilité traditionnelle =
$$\frac{\sum_{t=1}^T \frac{Flux_t}{(1+r)^t}}{\sum_{j=1}^J \frac{I_j}{(1+r)^j}}$$
, avec I_j =montant de l'investissement à la période j , $Flux_t$ = flux net de trésorerie (recettes-dépenses) ou profit en termes économiques, à la période t ; r =taux d'actualisation.

Intuitivement la valeur de l'IPR sera d'autant plus faible que les chaînes de valeur de l'activité minière se trouvent hors des pays détenteurs de la ressource. C'est sous cette hypothèse que nous postulons que l'industrie minière est une industrie stérile en ce qu'elle induit très peu d'effets d'entraînement ou effets externes positifs sur les autres secteurs de l'économie où elle est implantée. Le suivi de l'IPR dans le temps permettra de confirmer ou d'infirmer notre thèse selon laquelle pour être soutenables, les pays à ressources naturelles épuisables doivent réussir le pari d'un développement endogène autocentré soit par la transformation de la ressource minière en produits finis ou semi finis à la limite, soit en réinvestissant les rentes minières dans des secteurs économiques du pays à hauts effets d'entraînement comme les secteurs de l'agriculture, de l'élevage, l'industrie agro-alimentaire, etc.

Bien que l'indice soit pertinent et ambitieux du point de vue théorique, dans la pratique, son calcul peut devenir un véritable casse-tête étant donné que le calcul du profit nécessite à la fois des données comptables et financières des entreprises minières en particulier les données relatives au chiffre d'affaires de ces dernières. Si l'Initiative pour la transparence dans les industries extractives (ITIE) rend obligatoire la publication des recettes versées à l'Etat et aux collectivités locales, il est cependant difficile de disposer du chiffre d'affaires d'une entreprise encore moins celui d'une société minière. Dans l'hypothèse de non disponibilité ou de non accessibilité des informations souhaitées, nous mobilisons des techniques d'estimation pour calculer l'indice : en disposant du montant total des investissements dans le secteur des mines pour un pays donné, et en disposant par ailleurs des quantités extraites pour les types de minerais et leurs cours à l'international, il est possible de calculer le bénéfice net en amortissant l'investissement. L'amortissement annuel est obtenu en répartissant l'investissement initial sur la période d'exploitation du site minier. Le bénéfice net annuel se calcule par la différence entre les ventes du minerai et le total des charges y compris les amortissements et les remboursements des prêts initiaux et leurs taux d'intérêts. D'une manière algébrique, l'indicateur IPR s'écrit de la façon suivante :

$$IPR = \sum_{j=1}^J \frac{\text{Recettes totales perçues par l'Etat et les collectivités} + \text{montant des infrastructures réalisées}}{\text{Bénéfices nets de l'exploitation minière}}$$

; $j = 1, \dots, J$ le nombre d'entreprises minières dans le pays.

Une valeur de l'IPR proche de un signifie que le pays capte le maximum de la rente minière, donc profite bien de l'exploitation de la ressource minière sur son territoire. En particulier, une valeur de l'IPR égale à un signifie que le pays capte l'intégralité de la richesse créée par l'exploitation de la ressource naturelle. Cette situation est observée lorsqu'une politique de développement endogène favorise la substitution de l'Etat et d'entreprises nationales aux entreprises étrangères dans l'exploitation puis

dans la transformation de la ressource minière.

On peut par la suite définir, à des fins de référence, une valeur minimale pour l'IPR à partir duquel on considérera que l'exploitation de la ressource se fait de façon équitable entre les sociétés minières et le pays détenteur de la ressource, sous l'hypothèse implicite qu'il n'y a pas de fuite de capitaux de la part des élites économiques et politiques du pays. Au-delà de ce seuil de référence, on dira que l'exploitation de la ressource profite au pays. Une fois encore l'approche participative est déterminante dans la définition de ce seuil de façon à lui conférer une légitimité ne serait-ce qu'entre les acteurs concernés. Pour l'instant, ce travail exploratoire cherche à poser les bases d'un véritable questionnement sur l'équité autour de l'exploitation actuelle des ressources minières dans les deux pays.

L'Indicateur du développement du monde rural (IDR)

L'une des caractéristiques particulières et communes aux pays miniers en particulier ceux d'Afrique subsaharienne est la prédominance du monde rural aussi bien en termes de démographie qu'en termes de secteurs dominants (agriculture et élevage) dans l'économie nationale ([Weitz, 1964](#)). En termes de statistiques, [Ashley et Maxwell \(2001\)](#) estimaient à 63% la proportion de la population de l'Afrique subsaharienne résidant en milieu rural. En outre, le monde rural (agriculture et élevage) occupe 70% de la population active en Afrique subsaharienne selon les mêmes auteurs. Malheureusement, [Ashley et Maxwell \(2001\)](#) indiquent que 75% de la population rurale vivent avec moins d'un dollar par jour. Ces statistiques ne se sont pas significativement améliorées au cours des dix dernières années puisque la Banque mondiale estime en 2013 à environ 70% le pourcentage des populations rurales en Afrique sub-saharienne vivant encore dans des conditions précaires.

Tableau 4.1 – Effets structurants d'une modernisation des secteurs ruraux sur le développement global

Au niveau de l'exploitant agricole

- Augmentations substantielles des revenus agricoles y compris ceux de petits exploitants.
- Accroissement de la demande en main d'œuvre agricole grâce aux possibilités d'expansion des surfaces cultivables.
- L'accroissement de la main d'œuvre agricole occupe les actifs ruraux, les maintient sur des territoires ruraux tout en leur offrant des revenus. Cela crée un dynamisme sur le territoire

Effets sur l'économie locale

- Plus d'emplois dans le secteur agricole et dans les secteurs situés en amont (compostes, biomasse,..., dans l'optique d'une agriculture verte soutenue dans la présente thèse) et en aval (chaîne alimentaire).
- Création d'emplois et augmentation de revenus dans les secteurs non agricoles induits par les surplus de revenus agricoles.
- Les surplus et revenus agricoles induisent une meilleure nutrition, une meilleure santé et permettent une marge d'investissement dans l'éducation.
- Cela a pour conséquence directe l'amélioration du bien-être des populations rurales et de façon indirecte l'amélioration de la productivité des travailleurs.
- La bonne santé économique locale autorise des prélèvements fiscaux plus conséquents afin de financer les services sociaux organisés par les pouvoirs publics, particulièrement locaux.
- Les liens dans la chaîne de production génèrent la confiance et l'information car les consommateurs ruraux connaissent les conditions de production des produits qu'ils achètent, leur provenance et manifestent une appartenance territoriale. Ils renforcent le capital social et facilitent les investissements non agricoles.
- L'amélioration de la productivité autorise des baisses de prix locaux des produits alimentaires facilitant ainsi l'accès à tous aux biens primaires de consommation.
- Ces conditions favorisent l'autosuffisance alimentaire à l'échelle du territoire.

Effets sur l'économie nationale

- Réduction des prix des denrées alimentaires, augmentation des prix des matières premières à l'exportation par le biais de l'élargissement des débouchés (on fait l'hypothèse qu'à l'échange international, les prix locaux des matières premières s'ajustent aux prix internationaux qui sont supérieurs aux prix locaux pour le même bien)[†], accroissement des revenus des pauvres en milieu urbain et réduction des coûts de production des secteurs non agricoles.
- Les taxes et épargnes constituées permettent des investissements d'envergure nationale dans des secteurs non agricoles. Les investissements nouveaux créent des emplois et des revenus non agricoles.
- Les gains de compétitivité permettent l'importation de biens d'équipement, technologies et des intrants essentiels à la production non agricole.
- Les surplus de production et l'amélioration de la productivité libère une partie de la main d'œuvre agricole, reconvertible dans d'autres secteurs économiques.

[†] L'idée est qu'à l'échelle locale, les prix des matières premières sont relativement bas du double fait de leur abondance sur le territoire et du marché limité pour ces biens.

Source : A partir de [Irz et al. \(2001\)](#)

Paradoxalement la contribution de ces secteurs clés à l'économie nationale, qui occupent les actifs, reste encore marginale en dépit des évidences théoriques (cf. Ta-

bleau 4.1). La faible résilience du secteur agricole face aux aléas climatiques, la faible modernisation des structures productives (l'usage des outils rudimentaires dans la production agricole et des techniques non durables telles que les cultures sur brûlis) et un manque d'organisation et d'accompagnement (encadrement technique) des exploitants seraient les principales causes des contreperformances constatées. A cela, s'ajoute le désengagement progressif des Etats vis-à-vis de ce secteur économique déjà fragilisé depuis la libéralisation des structures productives des pays en développement dans les années 1980. Ce désengagement s'est traduit par des budgets dégressifs alloués aux secteurs ruraux. Or, dès les années 1980 et cet argument reste encore valable aujourd'hui, [Amin et al. \(1980\)](#) insistaient déjà sur le fait qu'aucun développement véritable ne peut s'amorcer en Afrique sans l'activation de ce qu'ils nomment les forces latentes du développement c'est-à-dire son potentiel agricole et pastoral et les populations rurales oisives et/ou sous-employés. C'est également l'avis des historiens [Ki-Zerbo et Holenstein \(2003\)](#) pour qui « on ne développe pas un peuple, le peuple se développe ». Une part non négligeable de la littérature fait encore la part belle de cette approche dite de croissance endogène dont les premiers travaux datent des années 80 (voir [Romer, 1986](#)). Les propositions axées sur l'approche endogène du développement recoupent les résultats de l'investigation théorique d'[Irz et al. \(2001\)](#) résumés dans le Tableau 4.1. Les récentes investigations empiriques ont surtout mis en évidence l'existence d'un lien fort entre progrès technique (agricole) et développement économique ([Madsen et al., 2010](#)) d'une part, et entre capital humain et développement ([Acs et al., 2009](#); [Braunerhjelm et al., 2010](#)) d'autre part. La [CNUCED \(2015\)](#) estime à 1,3-1,5 l'ampleur de l'effet multiplicateur sur l'économie nationale qui résulte d'un accroissement du secteur agricole rural dans les pays en développement d'Afrique subsaharienne.

Tout comme [Irz et al. \(2001\)](#), [Lipietz \(2001\)](#) a également insisté sur la nécessité d'articuler le développement endogène avec la planification des activités suivant les secteurs stratégiques de l'économie du pays. En effet, les territoires ruraux peuvent constituer un levier de ce développement endogène. La modernisation des structures de production est le début d'une industrialisation rurale. Cette modernisation couplée à un encadrement des acteurs ruraux améliorent les productivités agricoles et pastorales. Le secteur moderne peut dès lors créer des emplois nouveaux qui absorbent en premier lieu les jeunes actifs des campagnes. Les augmentations substantielles des revenus agricoles grâce au passage d'une agriculture de subsistance (exploitations familiales) à une agriculture verte¹¹⁰ de rendements conséquents réduisent les écarts de revenus urbains et ruraux. Les candidats à l'exode pour des motivations économiques peuvent se trouver dès lors indifférents entre emplois ruraux et travail citadin. Les nouvelles possibilités créées par la simple modernisation des activités rurales permettent en même temps de

110. Technique de production agricole respectueuse de l'environnement et du milieu naturel : usage de la fumure organique, cultures alternées, jachère, optimisation des espaces cultivables par des techniques culturales comme le Zaï (demi-lunes) et les cordons pierreux, optimisation de l'usage de la ressource en eau par la technique d'irrigation de goutte en goutte.

décongestionner les grands centres urbains et de réduire ainsi la délinquance juvénile et certains maux récurrents dans certaines villes surpeuplées (alcoolisme, tabagisme,...). Cela dit, il est indispensable que le développement économique soit accompagné d'un développement de services et d'infrastructures non agricoles (mise en place des services, centres culturels et loisirs,...) pour maintenir l'équilibre entre monde rural modernisé et villes urbaines. En outre, il est important que la politique de modernisation du monde rural tienne compte non seulement des habitudes culturelles et alimentaires des territoires concernés mais également des capacités d'absorption des surplus issus des améliorations des productivités agricoles et pastorales. En d'autres termes, les choix de modernisation des territoires ruraux ne doivent pas se faire au seul prisme du calcul économique pur mais bien au contraire en pensant aux interrelations potentielles et aux effets indésirables qu'aurait induit le seul calcul de rentabilité économique. De ce point de vue, les réformes agraires et foncières actuelles qui accordent la prééminence des investisseurs d'agrobusiness sur les petits exploitants agricoles devraient être revues de manière à conférer à ces derniers des droits de propriété sur leurs terres pouvant valoir droit d'hypothèque.

Au regard de tout ce qui précède, un sous-indicateur rendant compte du développement rural nous paraît indispensable. Ainsi, on regardera la part du budget allouée au développement du monde rural (fonds de développement rural). Le soutien au secteur rural à notre sens devant aller des secteurs de l'agriculture à l'élevage suivant les pays en passant par des secteurs connexes et de soutien à la production rurale tels que les désenclavements des zones rurales, les interconnexions (électrification, réseaux téléphoniques, etc.), les structures de transformations et de stockage des productions agricoles et sylvo-pastorales. Bien que tout semble prioritaire dans les pays en développement, des secteurs structurants comme ceux que nous avons identifiés méritent plus de soutien. Dès lors, si les recettes minières sont gérées de manière transparente et efficace, elles devraient offrir plus de marge de manœuvre aux pouvoirs publics. Dans cette optique, l'IDR constitue un outil d'appréciation de l'adéquation entre la définition des pôles de croissance dans les deux pays étudiés et la redistribution stratégique de la rente minière, les pôles de croissance étant définis comme des secteurs durables¹¹¹ et structurants. L'indicateur est pondéré du poids de la population rurale sur la popula-

111. Nous entendons par secteurs durables tout secteur économique dont l'expansion permet la satisfaction des besoins essentiels des populations, corrige ou résorbe les inégalités spatiales (entre le rural et l'urbain) et socioprofessionnelles (entre agriculteurs et fonctionnaires par exemple). Le secteur est dit durable lorsque son efficacité économique (qui doit tenir compte de la viabilité de l'environnement et de l'équité entre les différents groupes de populations) ne compromet pas notre obligation de legs de la ressource aux générations futures : ex : le secteur rural (agriculture, élevage et pêche) peut être considéré comme durable dès lors que les techniques de production assurent la conservation du support de production (les terres arables) ou le renouvellement de la ressource (les espèces animales et aquatiques). De même, les secteurs de l'éducation et de la santé, la gouvernance économique, politique sont des secteurs durables en ce que l'amélioration de l'efficacité de ces secteurs améliore les conditions de vie des populations actuelles, libère les populations vulnérables des trappes de pauvreté, augmente le capital humain et social des générations qui viendront.

tion totale du pays afin d'assurer l'équilibre dans la définition des politiques nationales de développement. En d'autres termes, on dira que la politique nationale de développement est équilibrée lorsque la part du budget de l'Etat (fonds de développement rural) et les crédits de l'économie destinés au monde rural sont proportionnels à la population qui y vit comparativement à la population totale du pays. Plus l'IDR est élevé, mieux sera l'adéquation entre politiques de pôles de croissance et réinvestissement des recettes minières.

Parallèlement, l'insuffisance des investissements publics en direction des secteurs ruraux peut, dans une économie de marché, être compensée par des initiatives individuelles ou des groupements de coopératives. L'accès au crédit est dans cette optique une variable clé à regarder. Nombre d'études sur le développement rural dont celle de [Banerjee et Duflo \(2014\)](#) en particulier sur celui de l'agriculture identifient clairement l'inaccessibilité au crédit comme un des principaux freins à l'essor du développement rural. Les raisons les plus souvent avancées sont entre autres le niveau élevé de risque associé aux activités rurales (pluviométries aléatoires, risque d'invasion d'insectes, etc.) et le manque de garantie (absence de titres fonciers par exemple). Pourtant certains risques ne peuvent être réduits que par l'accès au crédit. A titre d'exemple, l'accès à des prêts permettrait aux agriculteurs d'adopter des techniques d'irrigation modernes, de lutter efficacement contre les attaques acridiennes. Les relations bidirectionnelles : non accessibilité au crédit et faible rentabilité agricole deviennent dès lors un cercle vicieux ne permettant pas d'activer les forces productives latentes des milieux ruraux, à savoir les terres arables et les actifs ruraux oisifs.

Du point de vue social, la faible couverture du monde rural en crédit se traduit par des échanges marchands très limités. Il en résulte que les liens sociaux qu'induirait ces rencontres marchandes sont limités et les bonnes pratiques (ou innovations) ne sont pas diffusées entre les communautés rurales ([Duflo et al., 2008](#)).

Afin de prendre en compte cette variable importante dans le développement rural, nous introduisons une variable d'accès au crédit du monde rural dans l'indice du développement rural. Partant de l'hypothèse que l'absence ou l'insuffisance de l'acteur public peut être complétée ou compensée par des initiatives privées, l'IDR est une moyenne du taux d'accès au crédit du monde rural et du fonds de développement rural (pourcentage du budget de l'Etat alloué aux activités des milieux ruraux) pondéré du poids démographique du milieu rural.

$$IDR = \frac{1}{2} \left[\frac{\frac{\text{Fonds du développement rural}}{\text{Population rurale}}}{\frac{\text{Budget de l'Etat}}{\text{Population totale}}} + \frac{\frac{\text{crédit accordé au monde rural}}{\text{Population rurale}}}{\frac{\text{crédit intérieur}}{\text{Population totale}}} \right]$$

Une valeur de l'IDR égale à un signifie que le monde rural est autant doté en ressources financières que les autres secteurs ¹¹² de l'économie. En revanche, une valeur

112. Il s'agit notamment des secteurs tertiaire et secondaire par exemple que l'on retrouve en milieu

inférieure à un indique une sous dotation en ressources financières du monde rural par rapport à la moyenne nationale.

L'Indicateur de soutenabilité de la dette publique (ISDP)

Dans les économies structurées, l'Etat dispose de trois principaux instruments pour financer ses dépenses. Il peut procéder par taxation des activités économiques se réalisant sur son territoire, par création monétaire (s'il dispose d'une banque centrale nationale) ou par émission de titres financiers. L'ensemble des titres émis constituent la dette publique. Cette dette soulève des enjeux en termes de développement durable dans la mesure où les emprunts permettent à l'Etat de financer des besoins immédiats et des investissements de long terme mais il doit également prévoir le remboursement du principal (emprunts) et le service de la dette (taux d'intérêt des emprunts) aux échéances convenues avec les créanciers. La durée de remboursement de ces dettes étatiques couvre le plus souvent plusieurs décennies. Elles constituent de ce fait une charge (mauvais héritage) léguée aux générations futures. La longue période de remboursement de ces dettes fait de celles-ci des « dettes différées ». Comme l'illustre l'Observatoire International de la Dette (OID) ¹¹³ : « *le service de la dette représente un montant supérieur au budget de l'éducation dans plus de la moitié des pays débiteurs et un montant supérieur à celui alloué à la santé dans 75 % dans ces pays* ». Ces proportions importantes de la dette publique peuvent compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins qui se voient à priori obligées de rembourser ces dettes parfois énormes dont elles ne sont pas responsables.

En théorie, la dette publique est dite soutenable lorsque le taux de croissance du PIB du pays est au moins égal au taux d'intérêt de la dette. Ce critère de soutenabilité de la dette tient très peu dans les économies de rente où le taux de croissance peut être exagérément flatteur lié à l'envolée des cours des ressources naturelles, lesquels cours sont très fluctuants au cours du temps. C'est pourquoi [Berg et al. \(2013\)](#) proposent un outil de lissage des dépenses publiques en situation de rentes fluctuantes. Pour tenir compte de ce biais, nous définissons un Indicateur de soutenabilité de la dette publique basé sur des variables stocks comme suit : $ISDP = 1 - \frac{Dette\ publique/Habitant}{RNB/Habitant}$. L'ISDP donne une idée de la marge de manœuvre qui reste à l'Etat après remboursement de sa dette et ce, en tenant compte de la taille de la population du pays emprunteur. En effet l'indice indique, pour chaque unité de richesse nationale créée, la part qui va à la satisfaction des besoins des populations après avoir épongé le paiement de la dette publique. Lorsque les prêts contractés dépassent largement les richesses du pays, le pays est dit insoutenable et l'ISDP est normalisé dans ce cas à zéro pour des raisons de commodité.

urbain.

113. Source : www.oid-ido.org/rubrique.php3?id_rubrique=12

Les indicateurs de la dimension sociale et temporelle du développement durable

L'indicateur d'équité intra générationnelle (IEI)

Pour [Ballet *et al.* \(2012\)](#), la dimension sociale du développement durable a longtemps été marginalisée. Pour d'autres, le contenu et la portée de la dimension sociale dans le concept de développement soutenable restent encore flous ([Clément *et al.*, 2012](#)) en dépit du regain d'intérêt pour ce pilier dans les travaux récents. Pourtant, le texte fondateur (rapport [Brundtland *et al.*, 1987](#)) du concept du développement durable définit de manière sans équivoque le développement durable comme un développement qui assure l'harmonie entre les humains d'une part et entre l'Homme et la nature d'autre part. Partant de cette définition originelle, nous sommes tentés d'affirmer que la dimension sociale¹¹⁴ est le pivot même autour duquel gravitent les autres piliers du développement durable. La considération de la dimension sociale prend tout son sens lorsqu'on est amené à répondre à la question : l'économie et l'environnement pour qui ou au service de qui ? Ce type de questionnement nous amène à considérer la dimension sociale comme étant un pilier à part entière du développement durable et de ce fait, une attention lui est accordée dans l'élaboration de l'ISPM. Certains auteurs comme [Dubois \(2009\)](#), pour insister sur la place centrale du pilier social dans le développement durable, conceptualisent le terme de Développement Socialement Durable (DSD) pour non seulement expliciter cette dimension mais aussi pour signifier que la prise en compte de la dimension sociale du développement correspond à l'idée que la protection de la nature et la recherche d'une croissance économique soutenue doivent concourir à un même but : celui de l'amélioration du bien-être des populations. [Dubois et Mahieu \(2002\)](#) rappellent toutefois que le caractère flou du concept de durabilité sociale tient aux réalités assez complexes qu'il englobe et à la difficulté de mesures de ces réalités complexes. La caractérisation des interrelations humaines au moyen d'un chiffre devient dès lors un défi scientifique de taille, un objectif très ambitieux.

Contrairement à ce qui a été observé dans certains pays miniers comme le Botswana, les pays à ressources naturelles abondantes s'illustrent souvent comme les plus inégalitaires ([Chen *et al.*, 2010](#)). Les rentes sont en général accaparées par une minorité (l'élite politique et économique) qui a la mainmise sur la ressource et l'exploite en complicité avec des groupes mafieux comme le décrit [Hugon \(2009\)](#). Ce système particulièrement excluant ne permet pas aux individus de déployer leurs capacités entendues dans le sens de [Sen \(1985\)](#) et contextualisées par [Dubois et Mahieu \(2002\)](#). Les rentes liées à l'exploitation des ressources naturelles sont orientées vers des dépenses improductives et de prestiges plutôt que des actions tendant à renforcer ou à rendre opérationnelles les capacités à la fois sociales et économiques des populations ([Busse et Gröning, 2013](#)). Le

114. Le terme social étant entendu comme l'ensemble des interrelations qui existent entre les humains dans une société.

phénomène vicieux de trappes à pauvreté apparaît (Dialga, 2015). Au sein d'une même société évoluent deux classes sociales nées des inégalités économiques : une minorité constituée de riches d'un côté s'offre le luxe de la vie et garantit les conditions de succès à leurs enfants tandis qu'une partie importante de la population se voit exclue des moyens d'accomplissement personnel et collectif (caractéristique d'un Etat failli¹¹⁵), quelquefois même des moyens de subsistance.

L'indice de Gini mesure la différence entre la distribution de revenus observée dans un pays et la distribution idéale c'est-à-dire la distribution égalitaire de revenus entre les individus. Construit sur une échelle de 0 à 1, une valeur élevée de l'indice indique une société inégalitaire tandis qu'une faible valeur de l'indice signifie que la distribution de revenus observée se rapproche de la situation souhaitée. Talberth *et al.* (2007) avaient préconisé, dans les amendements relatifs au calcul de l'Épargne nette ajustée (ENA), d'introduire l'indice de Gini et de le pondérer par l'inverse du poids à lui associer de manière à permettre une appréciation du niveau d'inégalité lié aux revenus dans les pays étudiés.

L'indice de Gini n'est cependant pas suffisant pour rendre compte des inégalités sociales, dans la mesure où il mesure uniquement les inégalités en termes de revenus. Or, « *Le développement soutenable présuppose un souci d'équité sociale entre les générations, souci qui doit s'étendre, en toute logique, à l'intérieur d'une même génération.* » (Sébastien et Brodhag, 2004). La prise en compte de la dimension temporelle (générations successives) et statique (à l'intérieur de chaque génération) d'équité sociale nécessite la mobilisation d'autres indicateurs plus diversifiés. En effet, un indice multidimensionnel des inégalités tenant compte des inégalités de genre, de l'inclusion sociale, de la représentativité politique ou encore de l'accessibilité à l'emploi, de l'accès aux biens et services de développement (eau et assainissement, éducation, santé, logement, terres, institutions bancaires, etc.) serait plus expressif avec le risque que nous regroupons dans l'indice final des variables redondantes (certains des exemples cités ont été considérés sous d'autres angles). Par exemple, si nous reprenons l'IDH ajusté aux inégalités du PNUD, nous courons le risque de reproduire les dimensions économique et d'éducation qui sont déjà des indicateurs phares du capital humain dans l'ISPM. Toutefois, l'analyse de cohérence et de pertinence des indicateurs dans les étapes suivantes permet d'écarter d'éventuels indicateurs redondants. Sous réserve de cette analyse approfondie, nous retenons l'indice d'inclusion et d'équité sociale de la Banque mondiale comme indicateur d'appréciation du niveau d'équité intra générationnelle dans les pays étudiés. C'est un indicateur qualitatif construit sur une échelle de 1 (faible équité sociale) à 6 (forte équité sociale) qui mesure les aspects sociaux ci-dessus énumérés. L'indicateur IEI est obtenu par transformation de l'indice d'inclusion

115. Un État failli représente un État dans lequel rien ne fonctionne correctement. C'est un État qui ne parvient pas à remplir ses missions régaliennes telles que le respect de l'état de droit, l'absence d'un contrôle minimal de l'espace public, l'incapacité à garantir une sécurité à sa population.

et d'équité sociale de la manière suivante : $IEI = \frac{\text{Note du pays}}{\text{Valeur maximale de l'échelle de notation}}$.

L'Indicateur d'Équité intergénérationnelle (IEG)

Le Développement Durable dans son sens consensuel recommande une équité à la fois intra-générationnelle et intergénérationnelle. Ce critère commande que les fruits de la richesse nationale, en particulier ceux de la croissance, soient redistribués de façon équitable au sein d'une même génération de population mais également à l'échelle de plusieurs générations. Suite à l'approche théorique développée par [Hartwick \(1990\)](#), ce critère a été pris en compte en introduisant, dans la fonction d'utilité de l'agent économique représentatif, un taux d'actualisation faible appelé taux de préférence pour le futur qu'avait préconisé [Hotelling \(1931\)](#). Cependant, le choix d'une valeur de taux d'actualisation soulève des questions très importantes : comment choisir cette valeur ? Sur la base de quels critères ? En situation d'incertitude, les décisions inter-temporelles changent-elles ?

Pour rappel et d'une manière générale, l'introduction d'un taux d'actualisation dans les calculs économiques part de l'hypothèse qu'il existe une préférence temporelle dans les décisions des agents économiques. L'approche utilitariste à l'origine du concept de taux d'actualisation suppose que les agents économiques ont, en général, une préférence pour le présent et de ce fait un bien consommé dans le présent procure plus de satisfaction à l'individu que si sa consommation est reportée à demain. Ainsi, le taux d'actualisation permettrait de disposer des équivalences temporelles. Lorsque les individus sont impatients, ils choisissent la consommation immédiate plutôt que celle de futur. Ce choix se traduit par un taux d'actualisation élevé. En revanche, lorsque les agents économiques sont plus soucieux de leurs situations futures (retraite par exemple) ou plus altruistes vis-à-vis des générations à venir, ils choisissent des taux d'actualisation proches de zéro. [Ferrari et Mery \(2008\)](#) rappellent néanmoins que le caractère « altruiste » ou « égoïste » de la génération présente dépend des anticipations que celle-ci fait sur le futur. Ainsi, les individus peuvent postuler qu'avec l'amélioration continue des progrès techniques, les générations futures seront plus riches ou qu'ils s'adapteront bien à l'héritage environnemental légué par leurs prédécesseurs grâce aux mêmes progrès techniques. Les limites écologiques peuvent dès lors être repoussées (résilience). Dans ces conditions, les agents économiques actuels adoptent des taux d'actualisation élevés dans leurs calculs inter temporels. Or, les dérèglements climatiques actuels ou les études empiriques des tendances de long terme ([Maddison, 2001](#)) montrent que les trajectoires économiques sont soumis à de fortes incertitudes et invitent à relativiser l'optimisme décrit ci-dessus. Puisque les incertitudes liées à l'évolution de l'activité économique et au milieu naturel sont quasi-inévitables, [Gollier \(2005\)](#) propose de retenir une valeur du taux de l'ordre de 5% pour des horizons inférieurs à 30 ans, avec une hypothèse de croissance du PIB par tête et par an de 2%, et un faible impact de l'incertitude relative à cette croissance sur la valeur du taux (de l'ordre de 0,5%).

L'incertitude augmentant avec l'horizon temporel (horizons lointains), l'auteur préconise des valeurs de taux décroissants avec le temps de 2,5% à 3% par an à l'horizon d'un siècle, et de 1% à 2,5% pour des horizons plus éloignés (au-delà de 500 ans). Dans les récents rapports du GIEC, ce taux d'actualisation serait même proche zéro voire négatif d'autant que les effets du réchauffement climatique en l'occurrence ceux relatifs à l'augmentation de la température et du niveau de la mer sont quasi-certains¹¹⁶. Il reste tout de même que les incertitudes n'étant pas maîtrisables à court terme et à *fortiori* à plus long terme, le recours à un taux d'actualisation est un choix subjectif comportant un risque d'erreur non négligeable.

Face à ces incertitudes liées aux choix de la valeur du taux d'actualisation, nous privilégions l'approche fondée sur la précaution et l'altruisme inter générationnels. De façon pratique dans notre travail, nous mesurons cet altruisme à travers les investissements de long terme. Nous entendons par investissements de long terme les projets de développement mis en place dont les effets positifs induits vont au-delà de 25 ans (échelle de renouvellement d'une population correspondant au passage d'une génération à une autre). C'est un indicateur qui permet d'évaluer les politiques de développement de long terme des pouvoirs publics. Tels que définis, les investissements de long terme peuvent être de diverses natures. En effet, la constitution d'un fonds souverain à partir des rentes minières peut être considérée comme un investissement de long terme dès lors que ce fonds vise l'amélioration du bien-être des générations à venir. De même, lorsque le pays détenteur de la ressource opère une planification de l'exploitation de celle-ci en constituant des réserves destinées aux futures générations, cela peut également être considéré et évalué comme un investissement de long terme.

Enfin dans cette acception, on est bien tenté de considérer les investissements au titre du capital humain (éducation et santé) comme des investissements durables dans la mesure où les bénéfices ne sont toujours pas perceptibles à court terme et même dans le moyen terme. En revanche, ces investissements ont des impacts sur les conditions de vie des générations à venir. Comme déjà indiqué, les conditions de vie d'une société future juste et équitable dépendent des anticipations faites dans le présent. En effet, lorsque l'on souhaite une société sans inégalités pour les générations à venir, il est impératif de donner toutes les chances de réussite à la population actuelle en leur garantissant l'égal accès à l'éducation et aux services de santé (Dialga, 2015). Lorsque ces conditions initiales ne sont pas observées, alors on assistera à un phénomène de trappes à pauvreté s'apparentant à un phénomène héréditaire : un enfant né de parents pauvres dans les conditions décrites ci-dessus a une très forte probabilité de rester pauvre. Les inégalités s'accroîtront parce que ceux n'ayant pas bénéficié de ces conditions initiales voient leur niveau de vie se dégrader. Ainsi, les inégalités deviennent structurelles, d'où la nécessité de penser « long terme » en intégrant les conditions initiales.

116. Rapports consultables à l'adresse suivante : http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf, consultés le 27/12/2016.

En s'appuyant sur les comptes nationaux des pays de l'étude, nous recensons les investissements dont la durée de vie et leurs effets induits sont au moins supérieurs à l'échelle de renouvellement de la population humaine ou les investissements dont les bénéfices attendus ne peuvent pas totalement être observés ni dans le court terme, ni dans le moyen terme. Algébriquement, le sous-indice s'écrit : $IEG = \frac{\sum Invest_{LT}}{\sum \frac{Invest_{LT}}{(Invest_{Total} - Invest_{LT})}} = \frac{\sum Invest_{LT}}{\sum Invest_{CT}}$ Où $Invest_{LT}$ désigne l'ensemble des investissements dont les effets positifs induits sont ≥ 25 ans et $Invest_{CT}$ les investissements de court terme. Défini de cette manière, l'indice IEG permet de visualiser l'équilibre ou le déséquilibre entre la satisfaction des besoins actuels et des besoins du futur.

L'Indicateur de Bien-être Physique des Enfants (IBE)

Les données pour l'année 2014 de la banque mondiale sur le travail précoce des enfants sont alarmantes en Afrique sub-saharienne. Elles indiquent qu'en moyenne plus de la moitié des enfants âgés de 7 à 14 ans dans les pays en développement sont précocement employés. Cet indicateur pourrait se détériorer plus encore dans les pays miniers. En effet, l'apparition des sites miniers d'exploitation artisanale incite nombre d'enfants à abandonner des établissements d'éducation au profit de ces sites. Les femmes travaillant dans les exploitations artisanales à ciel ouvert exposent dangereusement leurs enfants qu'elles gardent près des enclaves d'exploitation. Les sites artisanaux sont également le lieu de marchés spontanés où les marchands ambulants constitués en majorité de jeunes adolescentes sont exposés aux risques de santé et d'abus sexuels avec les corollaires dramatiques que sont les transmissions des maladies opportunistes comme les Infections Sexuellement Transmissibles (IST). La délinquance juvénile s'opère par les abus de drogues et autres stupéfiants compromettant la santé de ces adolescents.

En admettant que la jeunesse d'aujourd'hui – et elle est de loin la frange la plus importante en Afrique au sud du Sahara en termes de proportion – constitue le socle de la société de demain, alors une analyse de développement soutenable qui occulterait cet aspect de vulnérabilité des enfants ne ferait que traiter partiellement le sujet. Bien que le concept de développement durable soit un concept universel, la définition d'indicateurs permettant de le mesurer peut différer selon les réalités contextuelles. En effet, si dans les pays dits développés, la question de la protection de l'enfant est appréhendée au travers des indicateurs comme l'indice d'exclusion sociale ou l'indice d'enfants en risque de dangers liés à la maltraitance, la vulnérabilité des enfants en Afrique subsaharienne inclut des questions essentielles telles que la malnutrition, le taux élevé de la morbidité infantile, le travail précoce, etc. La prise en compte de la question du bien-être des enfants dans la construction d'un indice de développement est une approche novatrice dans la mesure où elle élargie le concept de soutenabilité en incluant des questions relatives aux droits humains et à l'éthique. Toutefois, le concept de bien-être est aussi complexe que celui du développement durable. En effet, le bien-

être des enfants est un concept large que la littérature spécialisée tente de le circonscrire autour de six dimensions essentielles. Il s'agit notamment du bien-être matériel, de la santé et sécurité, du bien-être éducationnel, des relations avec la famille et les pairs, des comportements et risques et du bien-être subjectif exprimé par l'individu. A l'intérieur de chacune des six dimensions, plusieurs variables/indicateurs sont définis pour tenter de rendre tangible le concept.

Afin de minimiser le risque de redondance dans la définition des indicateurs de l'ISPM en lien avec l'exploitation minière, en particulier artisanale, nous nous limitons à mesurer le bien-être physique des enfants. A partir des données de la banque mondiale sur le travail précoce des enfants, nous définissons l'IBE à partir de la formule suivante : 1-proportion des enfants âgés de 7 à 14 ans exerçant une activité économique et physique. Nous prenons également en compte le cadre de vie de l'enfant notamment la dimension hygiène et assainissement dans le milieu familial et dans le lieu de travail des enfants. La dimension hygiène et assainissement est mesurée par le taux d'accès à une source d'eau potable et le taux d'utilisation d'installations sanitaires améliorées. L'indicateur IBE est une moyenne simple de ces trois sous-indicateurs.

L'Indicateur du Capital humain (ICH)

Suivant notre cadre théorique, l'indice ISPM est construit sur une conception de développement endogène. Dans les approches théoriques du développement endogène, le capital humain notamment l'éducation et la santé sont des facteurs déterminants du modèle ([Aghion et al., 1998](#); [Romer, 1986](#); [Suri et al., 2011](#)). En effet, [Arrow et al. \(2012\)](#) en introduisant la santé humaine dans le calcul de l'épargne nette ajustée aux États-Unis, trouvent par exemple que les gains ou les pertes concernant ce facteur représentent 10 fois les gains ou les pertes des autres composantes de l'indicateur. Les auteurs concluent étonnamment que la soutenabilité des États-unis reposerait sur ce seul facteur ! Auparavant, [Suri et al. \(2011\)](#) dans une investigation économétrique visant à tester le modèle théorique de développement endogène de [Aghion et al. \(1998\)](#) concluaient que la santé et l'éducation déterminent les trajectoires d'une croissance soutenable au-delà de leur contribution directe au développement humain. La pertinence de ces facteurs impose leur introduction dans un indice de développement durable. Si ces facteurs ne sont pas pris en compte, la durabilité recherchée peut être compromise pour la bonne raison qu'on assistera au même phénomène de trappes à pauvreté décrit plus haut. Ce cercle vicieux, à éviter, est particulièrement source d'inégalités à la fois intra et intergénérationnelles.

L'indicateur du capital humain est un dérivé de l'IDH du PNUD. Il reprend les dimensions santé et éducation de l'IDH. Puisque la dimension économique fait partie intégrante de l'indice composite ISPM, il nous paraît redondant de reconsidérer la dimension revenu de l'IDH. En outre, les auteurs de l'IDH ([Anand et Sen, 1997](#); [Ul Haq, 1995](#)) ont indiqué que la dimension revenu est un moyen d'accomplir les deux

autres dimensions à savoir l'éducation et une longue vie en bonne santé. La dimension « revenu » n'est pas en soi-même une fin recherchée. Pour cette raison nous retenons les deux indices « outputs » plus pertinents que l'indice revenu. Comme il est régulièrement ressorti que l'activité minière est à l'origine de certaines maladies notamment les maladies respiratoires et pulmonaires (Azapagic, 2004; Garvin *et al.*, 2009; Hilson, 2010; Kitula, 2006), et que les travailleurs dans les sites miniers sont par ailleurs constamment exposés à des risques importants de santé et d'accident de travail, nous corrigeons l'indice « santé » des pays miniers de l'étude en ajustant l'espérance de vie par les périodes d'incapacité de travail liée à une maladie. Ainsi, on obtient l'espérance de vie en bonne santé ou espérance de vie sans incapacité comme celle calculée pour l'ensemble des pays de l'OCDE (Jagger *et al.*, 2008). Nous retenons l'indice d'éducation calculé dans la version ancienne de l'IDH. Il est composé de 2/3 du taux d'alphabétisation des adultes et de 1/3 du taux de scolarisation qui, lui-même est la moyenne nationale des taux de scolarisation de trois niveaux d'étude : le cycle primaire, le cycle secondaire et le supérieur (Barro et Lee, 1996).

Pour rappel, l'espérance de vie est un indice calculé sur une population fictive à partir des données sur la mortalité du groupe d'âge et de l'année considérés. En effet, une espérance de vie de 76 ans pour une tranche d'âge donnée à une date donnée signifie que, toutes choses égales par ailleurs, les individus de la tranche d'âge considérée vivront en moyenne 76 ans à compter de l'année considérée et ce, si et seulement si les conditions de mortalité observées à cette date pour ce groupe d'individus se maintiennent tout au long des 76 ans. A la différence de l'espérance de vie qui est une mesure brute de la durée de vie, l'espérance de vie en bonne santé est une mesure qualitative des années vécues. Elle tient compte, sur le nombre d'années de vie espéré, des périodes d'incapacité dues à des maladies calculées en nombre d'années. Plus généralement, l'indice d'espérance de vie sans incapacité est plus faible que la mesure brute du nombre d'années de vie espéré.

En maintenant la spécification fonctionnelle de l'IDH largement discutée et justifiée dans la section 4.3 du chapitre 3 de la thèse, l'ICH se présente comme suit : $ICH = Ie^{W_{Ie}} \times Is^{W_{Is}}$ où $Ie = \frac{2}{3}TBA + \frac{1}{3}TBS$ est l'indice d'éducation calculée à partir du Taux Brut de Scolarisation au primaire, secondaire et supérieur et du Taux Brut d'Alphabétisation des adultes ;

Is est l'indice d'espérance de vie en bonne santé et sans incapacité ;

W_{Ie} et W_{Is} sont les poids respectifs associés à ces sous-indices. Les poids sont déterminés à partir de la méthode BAP décrite dans la section 4.4.2.

Les indicateurs de la dimension environnementale du développement durable

L'indicateur de Soutenabilité¹¹⁷ de la ressource (ISR)

Cet indicateur comporte une dimension transversale bien que la dimension environnementale prédomine. La question de la compatibilité entre développement et conservation des ressources naturelles est une problématique majeure dans les pays en développement (Rodary *et al.*, 2003) dans la mesure où l'exclusion des populations pauvres des systèmes financiers et bancaires classiques amène cette catégorie d'agents économiques à avoir pour seul recours l'exploitation des ressources naturelles (OECD, 2009). Ce recours incessant exerce une pression soutenue sur ces ressources et les projections de long terme sont parfois oubliées au profit des besoins pressants de l'immédiat.

Au plan macroéconomique, l'extinction d'une ressource dont dépendent les populations peut affecter de façon négative plusieurs variables telles l'emploi et la biodiversité (à cause des dommages irréversibles). La durabilité de la ressource en exploitation impacte aussi bien la dimension sociale et économique que la dimension environnementale (dimension transversale de l'indicateur). Au niveau social, une fin précipitée de la ressource engendre un dommage social qui est celui de la mise au chômage des mineurs. Giraud et Olivier (2015, p.112) parlent d'une dépréciation du capital humain liée au désœuvrement. La reconversion des travailleurs miniers entraînera des coûts économiques importants. A plus long terme, une planification intelligente de l'exploitation de la ressource offre plus de chance aux générations futures de définir leur propre développement.

Sur le plan environnemental, une planification de la ressource allège la pression sur celle-ci en même temps que les conséquences négatives sur les écosystèmes diminuent. Cette exploitation prudente permet également de prévenir des risques de dépassement d'éventuels seuils irréversibles. En outre, il y a une urgence pour les pays miniers d'Afrique au sud du Sahara à canaliser et encadrer les exploitations artisanales. Bien que le sous secteur artisanal occupe plus d'un million d'individus, les outils rudimentaires et les pratiques archaïques qui y sont employés ne permettent pas une optimisation de la production de ce sous secteur. Selon une étude de la Banque mondiale¹¹⁸, les orpailleurs artisanaux ne récupèrent que 30 à 40% du minerai. Leurs perpétuels déplacements au gré des découvertes de nouvelles pépites à travers le pays détériorent de manière considérable les écosystèmes des surfaces qu'ils occupent au fur et à mesure accentuant de fait la vulnérabilité des écosystèmes face aux aléas climatiques. Afin de capter ces impacts non négligeables, nous introduisons un indicateur d'Efficacité

117. Du fait du caractère épuisable de la ressource minière, la durabilité doit être comprise comme une exploitation planifiée de la ressource sur une période aussi longue que possible à l'échelle du temps humain.

118. Document Banque mondiale (2007) consultable sur <http://documents.banquemonddiale.org/curated/fr/388401468236983935/pdf/431340SR0FRENC1lete0Report1fr1rev00.pdf>, consulté le 21/09/2016.

du Secteur Artisanal (ESA) qui traduit le rendement du secteur. Une amélioration de ce rendement grâce à un encadrement des orpailleurs et une modernisation de leurs outils d'exploitation augmente la durabilité globale de la ressource exploitée. Cette amélioration peut également se faire par effet de substitution d'exploitants artisanaux faiblement structurés par des structures formelles. En modernisant le sous secteur artisanal, on accroît le nombre d'exploitants industriels ou semi-mécanisés.

Au plan économique, les capacités d'absorption des pays riches en ressources naturelles étant le plus souvent structurellement faibles, l'exploitation de la ressource en un temps record génère des recettes importantes pour l'Etat qui, sans lissage budgétaire, occasionnent des dépenses improductives, donc moins efficaces (Berg *et al.*, 2013; Geiregat et Yang, 2013). Dans ces conditions, il est préférable de définir un taux d'exploitation raisonnable de la ressource sur une période aussi longue que possible. Ceci requiert une connaissance plus ou moins exacte du stock et des réserves naturelles prouvées dans le pays. Combinant rentabilité économique, efficacité de l'usage de la rente et l'équité intergénérationnelle, la forme fonctionnelle de l'exploitation durable de la ressource peut être théoriquement définie.

De façon pratique, nous calculons un indicateur de pression sur la ressource comme étant le rapport entre les extractions cumulées de la ressource et le stock prouvé.

Au final, L'ISR est le complémentaire de l'indice de pression sur la ressource et s'écrit :

$$ISR^{119} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\text{Cumul des quantités extraites}}{\text{Stock prouvé}} + ESA \right)$$

Pour des fins de comparaison, on peut être amené à comparer le taux de pression sur la ressource au taux théorique d'exploitation de la ressource qui maximise toute la période d'extraction. Dans une vision prospective, l'expression de l'ISR peut être réécrite de la façon suivante : $ISR = \frac{1}{2} \left(\frac{\text{Stock restant}}{\text{Stock prouvé}} + ESA \right)$

L'expression $\frac{\text{Stock restant}}{\text{Stock prouvé}}$ donne une idée de la marge de manœuvre des pouvoirs publics dans le futur tandis que l'expression $\frac{\text{Cumul des quantités extraites}}{\text{Stock prouvé}}$ donne une lecture de la pression exercée sur la ressource en exploitation eu égard au stock de ressources mis en évidence dans le pays.

L'Indicateur de Compensation Environnementale (ICE)

Les normes environnementales et certains codes miniers contraignent les promoteurs miniers à prendre en compte les impacts potentiels de leurs projets miniers sur l'environnement.

119. Nous privilégions « stock prouvé » que celle de « stock initial » dans le but d'intégrer les nouvelles découvertes faites en cours de période. Les nouvelles découvertes ou des mises en évidence de gisements nouveaux viennent en augmentation du stock initial et peuvent modifier l'indicateur de pression sur la ressource ou l'indicateur de durabilité de la ressource exploitée.

L'ESA mesure l'efficacité du secteur artisanal. Elle représente le taux de rendement des minerais extraits de manière artisanale. Plus ce taux est élevé, moins on gaspille de la ressource extraite et mieux on prolonge la durée de l'exploitation de la ressource, toutes choses étant égales par ailleurs. Cela suppose qu'une amélioration du rendement du secteur artisanal ne doit pas s'accompagner d'une augmentation incontrôlée des quantités de ressources extraites.

ronnement. Les sociétés minières tentent dans la mesure de leur possible de minimiser les impacts négatifs de leurs activités sur l'environnement à travers une étude d'impact environnemental et social de leur projet minier. En théorie, nombre de sociétés minières disposent d'un plan de gestion environnementale et sociale dans lequel sont consignés les impacts potentiels et les moyens et préconisations à mettre en œuvre afin de minimiser les effets négatifs de l'activité.

Etant donné que l'exploitation des mines dans les deux pays en étude apparaît comme un mal nécessaire (eu égard de la forte dépendance des économies des deux pays vis-à-vis des ressources extractives mais également des enjeux sociétaux que l'extraction des mines soulève), nous proposons un indice de compensation environnementale. La compensation environnementale évalue les mesures d'atténuation des impacts négatifs de l'exploitation minière sur l'environnement en calculant le rapport entre les « investissements verts » et les dommages environnementaux déterminés grâce aux méthodes d'approximation qui seront présentées dans la section 4.2.2. Les investissements verts incluent aussi bien les investissements dans les technologies de dépollution, le traitement des eaux usées ou polluées que les fonds verts pour l'environnement c'est-à-dire les fonds destinés à la réhabilitation des sites miniers et à la reconstitution du couvert végétal pendant l'activité minière et après la fermeture des sites miniers. Les compensations financières liées aux expropriations font également partie de la compensation environnementale. L'évaluation des dommages environnementaux couvre la pollution de l'air, celle de l'eau par le cyanure et/ou le mercure, la dégradation des sols, des forêts et la déplétion de la ressource minière elle-même.

L'ICE est un outil opérationnel permettant d'évaluer l'adéquation entre les moyens financiers investis et les discours volontaristes des sociétés minières comme celui de IAMGOLD : « *In order to achieve zero environmental harm, we have rigorous management systems in place for environmental aspects including Water, Energy, GHG Emissions, Waste Management and Tailings Management. We comply with both national standards such as the Mining Association of Canada's Towards Sustainable Mining framework and international standards such as ISO 14001. Beyond industry norms, we recognize our responsibility to invest in research and development to find new ways of designing our mines and management systems with environmental stewardship as a central priority. That is why we've invested in partnerships with universities and research institutes to create environmental solutions*¹²⁰. »

De façon formelle, l'indice s'écrit : $ICE = \frac{\text{Total Investissements verts}}{\text{Dommages environnementaux}}$

Le sens de lecture de l'indicateur ICE est le suivant : En termes d'efficacité, il est souhaitable que les investissements verts couvrent les dommages environnementaux occasionnés par l'action anthropique, y compris les dégradations environnementales résultant des activités économiques.

120. Source : Déclaration de IAMGOLD Corporation consultable sur : <http://hss.iamgold.com/English/environment/approach/default.aspx>

L'Indicateur d'Eco-Production ¹²¹ (IEP)

Afin de limiter les biais d'estimation liés aux méthodes d'évaluation économiques des services et biens et des impacts environnementaux ou de surévaluation de la part des sociétés minières dans leurs rapports d'impacts, nous complétons l'indice de compensation environnementale par un autre indice beaucoup plus écologique : l'indice d'éco-production des sociétés minières. L'IEP mesure le rapport entre des matières recyclées et réutilisées (solides et liquides essentiellement) dans la chaîne d'extraction du minerai et la quantité totale de déchets produits. La mesure couvre autant que possible l'ensemble des matières utilisées dans le processus d'extraction de la ressource minière telles que la consommation d'eau, l'utilisation des terres, les hydrocarbures et autres produits divers. Cet indice est particulièrement intéressant à regarder du point de vue environnemental en ce qu'il permet d'évaluer l'effort de réduction de la pression exercée sur les RN mais également la limitation des nuisances environnementales. A titre d'exemple, des eaux usées reconditionnées et réutilisées permettent à la fois de réduire l'« empreinte eau » de l'entreprise minière et de limiter d'éventuelles contaminations des nappes d'eau et des écosystèmes marins. Le recyclage des eaux usées permet également de limiter les tensions résultant du conflit d'usages alternatifs de la ressource en eau entre les sociétés minières et d'autres acteurs économiques comme les agriculteurs, les pêcheurs et les éleveurs.

Les activités minières sont l'un des plus gros producteurs de déchets solides avec 290 millions de tonnes par an de déchets produits par l'activité minière et industrielle en Inde ([Azapagic, 2004](#); [Pappu *et al.*, 2007](#)) et plus de 216 583 ¹²² tonnes de déchets solides par an produits par le seul secteur d'orpaillage artisanal au Burkina Faso selon l'étude du consortium [Sba-Ecosys-Cedres \(2011\)](#). Le recyclage des déchets solides permet d'assurer un cadre vie plus sain, des conditions de travail plus agréables. Le traitement des déchets solides et solubles réduit les risques d'insécurité au travail. Cela a pour corollaire l'amélioration du rendement productif des travailleurs. La réutilisation des terres déjà exploitées limite la dégradation du paysage faunique, l'extinction de certaines espèces végétales et animales rares grâce à la préservation de leur biotope. Par effet de migration, les terres ou espaces réhabilités peuvent accueillir des espèces menacées par l'extension des activités minières. Cette même réhabilitation des terres exploitées peut donner lieu à des usages alternatifs de ce capital naturel sous forme de terres arables ou de zones aménagées pour le pâturage. L'étude conduite par [Sba-Ecosys-Cedres \(2011\)](#) indique par exemple que 60% des exploitations minières sont des surfaces cultivables ou pastorales au Burkina Faso et évaluent à 571 000 hectares le coût d'opportunité de leur non-réhabilitation.

La compensation environnementale et l'éco-production étant étroitement liées, les

121. Le terme éco-production renvoie à la fois à l'efficacité dans la production et à la conception des procédés de production plus verte.

122. Les chiffres proviennent des estimations ponctuelles de Pappu, Saxena, et Asolekar (2007) pour l'Inde et de Sba-Ecosys-Cedres (2011) pour le Burkina Faso respectivement.

indices ICE et IEP évoluent dans le même sens. En d'autres termes, des politiques de limitations des impacts négatifs sur l'environnement se traduisant par la création ou la mise de côté d'un fonds conséquent pour l'environnement (fonds de réhabilitation ou de compensation) de la part des sociétés minières favorisent des systèmes de production minière plus verts et plus efficaces. Toutefois, l'indice de compensation environnementale est une mesure à l'échelle nationale (statistiques macroéconomiques), tandis que l'indice d'éco-production de l'activité minière est une mesure beaucoup plus locale et sectorielle. Cette articulation entre les impacts globaux et localisés des activités minières nous semble une approche complète de caractérisation des enjeux environnementaux liés à l'exploitation des ressources naturelles.

Les indicateurs transversaux du développement durable

L'Indicateur d'Employabilité du Secteur (IES)

L'IES est au carrefour de la dimension sociale, de la dimension économique et de la dimension environnementale du développement durable. Appréhendé sous l'angle économique, l'emploi procure aux individus des salaires qui, s'ils sont décentes, leur permettent de vivre dans de bonnes conditions. Au plan sectoriel, la performance économique des sociétés minières dépend en partie de l'efficacité et de la productivité du travail employé. Autrement dit, la rentabilité économique d'une entreprise est en partie expliquée par la capacité de la force de travail à créer de la plus-value.

Du point de vue social, l'emploi confère un statut social respectable à l'individu car, il vaut toujours mieux apprendre à l'individu à pêcher que de lui donner chaque fois du poisson. L'emploi occupé est de ce point de vue libérateur car, ni les aides extérieures (voir [Brollo *et al.*, 2010](#), pour une mise en évidence empirique), ni les divers programmes de lutte contre la pauvreté conçus ailleurs ne sauraient déclencher le développement tant attendu de l'Afrique subsaharienne, si ce n'est que sous une forme aliénée. Mieux, l'occupation est en elle-même source de satisfaction morale pour l'individu qui exerce cet emploi dans la mesure où celui-ci lui permet d'être moins dépendant de la société. Du point de vue de l'épanouissement personnel, l'occupation qu'elle soit rémunérée ou pas est en soi une source de satisfaction en ce qu'elle évite l'individu de tomber dans les trois grands maux décrits par Voltaire dans *Candide* que sont l'ennui, le vice et le besoin.

Au plan environnemental, l'absence d'occupation (chômage) conduit les populations, en particulier les populations rurales, à s'adonner à des activités qui détruisent l'environnement et les écosystèmes. Comme l'a indiqué l'[OECD \(2009\)](#), la vulnérabilité des populations rurales, expliquée en partie par le faible taux d'emploi de longue durée en milieu rural, a pour conséquence d'exercer une pression accrue sur les ressources naturelles. Le braconnage, les feux de brousse (pour rechercher du gibier comme complément alimentaire non monétaire), la coupe abusive du bois (comme source d'éner-

gie), les techniques de la culture sur brûlis (comme substitut aux engrais) sont autant d'activités peu vertueuses qui dégradent l'environnement. En lien avec l'activité minière, la faible employabilité dans les industries minières conventionnelles a favorisé une expansion de l'activité artisanale dans ce secteur de manière parallèle. Or, les activités artisanales, du fait de l'usage de produits chimiques, de techniques et méthodes archaïques conjugués à la faible qualification des exploitants artisanaux, entraînent une inefficacité dans l'extraction des minerais de l'ordre de 70% et des conséquences dommageables à l'environnement ¹²³.

Au-delà de son importance à la fois sociale, économique et environnementale et sans tomber dans le nationalisme dur, l'IES vise à insister sur la nécessité de transformer les produits miniers sur place pour y créer davantage d'emplois mais également de réinvestir les rentes perçues dans les secteurs employeurs. On sait bien que les formes d'exploitations actuelles des enclaves minières dans les PED notamment au Burkina Faso et au Niger ne permettent pas un emploi massif de la main d'œuvre locale, les techniques d'extraction étant fortement intensives en capital avec quelques travailleurs qualifiés dont les compétences sont à rechercher dans les pays avancés. Dans cette configuration, il appartient aux pouvoirs publics négociateurs des contrats d'exploitation des mines, d'inclure ce volet socio-économique que constitue l'emploi. La création des emplois massifs pour les populations locales peut se faire à travers deux options complémentaires : les contrats miniers peuvent exiger qu'une grande partie de la chaîne de transformation se passe dans le pays ou alors l'Etat assure l'exploitation de quelques gisements miniers dont les investissements proviendraient des recettes perçues sur les sociétés privées opérant dans d'autres sites du pays. La deuxième option serait de laisser le monopole exclusif de l'exploitation des ressources aux privés et d'orienter les recettes perçues ¹²⁴ dans des secteurs sûrs et durables comme l'agriculture et l'élevage. Dans toutes les options possibles, l'IES permet d'apprécier la part du secteur dans l'emploi national et donc de diligenter des politiques adéquates d'emplois. Les jeunes actifs durablement oisifs sont des candidats potentiels à la rébellion instrumentalisée par des groupes mafieux, à la criminalité, et à l'incivisme. Dans de tels contextes résultant de l'inoccupation des actifs nationaux, les investisseurs privés ne sont pas non plus épargnés dans la mesure où les nouvelles formes de revendications de la jeunesse désœuvrée sont entre autres les actes de vandalisme se manifestant par les saccages et incendies des installations des sociétés minières. Au Burkina Faso par exemple, cinq installations minières ont été incendiées et deux permis d'exploitations ont fait l'objet de conflits entre populations riveraines et compagnies minières en 2015, les premières accusant les secondes de piller leurs ressources en complicité avec les autorités publiques. Tous

123. Voir le Document Banque mondiale (2007) sur l'inefficacité du secteur minier artisanal, consultable sur <http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/388401468236983935/pdf/431340SR0FREN11ete0Report1fr1rev00.pdf>, consulté le 21/09/2016.

124. Auquel cas, il faut que l'indice de profitabilité du pays qui représente la part de l'État dans la valeur ajoutée du secteur, soit significativement élevé.

les protagonistes, y compris les pouvoirs publics, sortent, dans une certaine manière, perdants dès lors que le pays est obligé d'indemniser les sociétés minières qui ont vu leurs installations détruites.

Tirant enseignement de ce qui précède, l'Indice d'employabilité du secteur est un ratio obtenu par le rapport des salariés nationaux dans le secteur des mines et le total des emplois créés à l'échelle nationale pondéré de la contribution relative du secteur à la richesse nationale. Autrement dit, l'IES compare les emplois du secteur minier aux emplois créés dans les autres secteurs de l'économie nationale. Un équilibre en termes d'employabilité des secteurs économiques de l'économie nationale est réalisé lorsque chaque secteur économique emploie les actifs du pays proportionnellement à la contribution relative dudit secteur à la valeur ajoutée totale de l'économie du pays. Le secteur minier contribue à environ 12%¹²⁵ du PIB du Burkina Faso en 2012 et 9% du PIB du Niger entre 2007 et 2011. Le nombre de salariés nationaux dans ce secteur devrait, à tout le moins, se situer dans les mêmes proportions. Si non, on ne peut fonder l'hypothèse d'un développement équitable qui serait porté en premier par un tel secteur d'activité.

$$IES = \frac{\frac{\text{Total salariés nationaux du secteur minier}}{\text{Valeur ajoutée du secteur}}}{\frac{\text{Emploi total national}}{\text{PIB}}}$$

L'IES permet de vérifier si le secteur minier est créateur d'emploi ou non en termes relatifs. Autrement dit, l'indicateur nous renseigne si pour une unité monétaire de richesse créée par le secteur, ce dernier crée plus ou moins d'emplois par rapport à l'économie nationale. En particulier, lorsque la valeur de l'indicateur atteint un, on dira que le secteur crée autant d'emplois que le reste de l'économie. A l'inverse, une valeur de l'indicateur inférieure à un signifie que le secteur emploie moins de capital travail comparativement à la moyenne nationale et ce, au regard de la contribution relative du secteur à la création de la richesse nationale.

Pour des besoins d'analyses spécifiques, il peut paraître pertinent de calculer un sous-indicateur de précarité de l'emploi en distinguant les emplois pérennes des emplois occasionnels ou intermittents. Ce sous-indicateur peut également prendre en compte la précarité de l'emploi en termes de salaires en comparant les salaires médians au salaire minimum inter professionnel garanti établi par les pouvoirs publics. Il est opportun de relever une limite de cet indicateur. Un indice d'emploi du secteur minier dans le contexte des pays étudiés est largement sous-estimé dans la mesure où le secteur artisanal du secteur minier y est prépondérant. Cependant, l'absence d'organisations formelles du sous-secteur spécifique rend difficile l'évaluation de son impact au développement du pays. Il l'est plus encore lorsqu'il s'agit d'une approche quantitative comme

125. Source : http://www.afriqueactualite.com/economie/economie/948-burkina-faso-les-mines-piliers-du-developpement#.V9_5Za3_nIU, consulté le 19/09/2016.

c'est le cas dans la présente recherche.

L'Indicateur d'Accès à la Technologique (IAT)

La technologie est au cœur des économies modernes. Dans son sens large on entend par technologie, tout facteur innovant susceptible de faciliter ou d'améliorer les activités socio-économiques d'un pays. Suivant les niveaux de développement des économies, on peut distinguer des technologies de base telles que l'internet, l'électricité, le téléphone et des technologies avancées qu'on retrouve dans les domaines de l'aviation, de la médecine ou encore dans l'électronique. Des études telles que celles de [Aghion *et al.* \(1998\)](#); [Mérenne-Schoumaker \(2003, 2011\)](#); [Musson \(2010\)](#) montrent que les télécommunications et l'électricité constituent les principaux facteurs d'attractivité d'un territoire. La technologie est un facteur crucial pour l'atteinte des objectifs d'un DD. A titre illustratif, la couverture en électricité facilite les activités économiques de même que la couverture d'un pays en réseau téléphonique réduit le temps des échanges commerciaux (dimension économique) mais également permet aux populations de nouer et de renforcer les liens sociaux (dimension sociale). Mieux, le développement technologique induit par la R&D peut répondre aux enjeux environnementaux¹²⁶ et repousser les contraintes liées aux ressources naturelles limitées et à leur raréfaction. La R&D rend possible une révolution verte¹²⁷ et l'éco-conception¹²⁸. Les avancées technologiques permettent également de développer des sources alternatives d'énergie (hydraulique, éoliennes, géothermique, solaire, ...) comme substituts aux matières fossiles épuisables et polluantes. Les technologies de dépollution permettent également de corriger et d'atténuer les effets néfastes d'une économie en pleine croissance que sont entre autres le gaspillage de ressources, la surconsommation et les pollutions diverses.

Constatant que le développement technologique peut apporter des réponses aux enjeux liés au modèle économique dominant du siècle, les Nations Unies ont lancé en 2001 la construction d'un indice d'avancée technologique (IAT) qui a pour but de mesurer le progrès des pays dans les technologies dites de base. L'indice est construit autour de quatre domaines technologiques à savoir la création de technologie, la diffusion de celles-ci, la diffusion des technologies anciennes et les compétences humaines nécessaires à la création de ces technologies.

La création technologique est captée par le nombre de brevets délivrés pour un million d'habitants et les frais perçus au titre des licences émises (en dollars US pour 1000 habitants). L'indicateur de diffusion de nouvelles technologies lui, est calculé à

126. Pression sur les ressources naturelles, pollutions diverses, risques de catastrophes naturelles liées au dérèglement climatique, résilience.

127. Se dit d'un changement plus ou moins radical dans les modes de production et de consommation. Une révolution verte doit pouvoir entraîner une amélioration du bien-être des espèces vivantes, assurer l'équité sociale (absence d'exclusion) tout en réduisant les risques environnementaux et la pénurie des ressources.

128. Activités économiques efficaces et respectueuses de l'environnement c'est-à-dire moins polluantes, moins énergivores, etc.

partir du nombre de connexions internet et la part des exportations des produits en haute et moyenne technologie dans le total des exportations. La diffusion des anciennes technologies est captée par trois variables : le nombre de téléphones fixes pour 100 000 habitants, le nombre de téléphones cellulaires pour 100 000 habitants et la consommation par tête d'électricité. La dernière catégorie d'avancée technologique au plan humain est mesurée par la durée moyenne de scolarisation et le nombre d'étudiants dans les sciences, les mathématiques et dans l'ingénierie.

Tableau 4.2 – Poids des huit sous indices de l'IAT à partir des pondérations de 21 experts

Indices	Patents	Royalties	Internet	Exports	Telephone	Electricity	Schooling	Enrolment
Mode	0,10	0,05	0,10	0,2	0,10	0,05	0,20	0,20
Moyenne	0,11	0,11	0,11	0,18	0,10	0,06	0,15	0,18
écart type	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,04	0,06	0,08
min	0,05	0,00	0,02	0,09	0,00	0,00	0,05	0,00
5è percentile	0,05	0,01	0,04	0,10	0,02	0,00	0,05	0,03
10è percentile	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	0,00	0,05	0,10
90è percentile	0,20	0,20	0,20	0,30	0,15	0,12	0,20	0,30
95è percentile	0,20	0,26	0,20	0,31	0,17	0,15	0,24	0,30
Max	0,20	0,30	0,20	0,33	0,20	0,15	0,25	0,30

Source : A partir de [Cherchye et al. \(2008, p.241\)](#)

S'inspirant de cet indice, nous reconstruisons un indice du développement technologique pour le Burkina Faso et le Niger en ne retenant que les variables accès à internet et à l'électricité. Nous introduisons une nouvelle variable qui est le montant des dépenses en R&D¹²⁹. La réduction du nombre de variables par rapport à celles de l'indice originel s'explique d'une part par la pertinence des variables retenues et d'autre part par la difficulté à disposer des données pour certaines variables au regard du niveau de développement économique des pays étudiés (voir [Cherchye et al., 2008](#); [Nardo et al., 2005](#)). En effet, en s'interrogeant sur la pertinence des variables de l'indice IAT, [Cherchye et al. \(2008\)](#) soumettent les huit variables à 21 experts pour appréciation. Il en ressort (voir Tableau 4.2) que certaines variables sont devenues obsolètes pour mesurer l'avancée technologique. Ainsi, les auteurs soutiennent que l'évolution rapide dans le domaine des technologies et celui des TIC en particulier fait du téléphone fixe un outil de diffusion technologique presque obsolète.

Par ailleurs, avec le développement de l'outsourcing international, c'est-à-dire la fragmentation des chaînes de valeurs, on ferait une erreur d'approximer l'avancée tech-

129. Dans le cas du Niger, la non disponibilité de données pour la variable dépenses en Recherche&Développement (R&D) nous a amenés à utiliser une variable résultat considérée comme un substitut de la variable manquante. Il s'agit du nombre de chercheurs en R&D (y compris les étudiants en années de doctorat) rapporté à 1 million d'habitants. Selon la définition de l'Unesco, la R&D englobe les activités touchant la conception ou la création de nouvelles connaissances, produits, procédés, méthodes ou systèmes, ainsi que la gestion de projets concernés. La R&D regroupe donc la recherche de base, la recherche appliquée et le développement expérimental.

nologique d'un pays à travers ses exportations en produits haute et moyenne technologie. En effet, avec la segmentation du processus de production des produits manufacturés, la Chine par exemple exporte plus de produits à haute et moyenne technologie que l'ensemble des pays de l'Union Européenne (Hellier, 2012). Ce paradoxe apparent s'explique par le fait que la Chine fait de l'assemblage (montage) de ces produits dont les phases nécessitant de la haute technologie ont été effectuées dans les pays avancés. La considération de la variable « exportation des biens haute et moyenne technologie » constituerait un biais en « gonflant » grossièrement l'IAT de la Chine au détriment de l'Allemagne par exemple.

Enfin, il nous semble peu pertinent d'évaluer la contribution humaine à l'avancée technologique par le nombre d'années passées à l'école et le nombre d'étudiants en sciences et en sciences exactes. L'introduction de ces variables relance les débats controversés¹³⁰ sur l'évaluation du capital humain au travers des variables inputs plutôt que d'outputs. Les effectifs en sciences ou encore la durée moyenne d'éducation ne suffisent pas pour capturer la contribution du système éducatif au progrès technologique d'un pays. A notre avis, le nombre de publications scientifiques par année dans le pays d'une part et le nombre d'accords conclus entre les établissements supérieurs et les entreprises (traduisant par exemple des financements de la R&D) d'autre part sont plus évocateurs.

Même si l'électricité peut paraître une variable moins pertinente pour les économies avancées du fait que ces dernières ont connu une révolution dans ce domaine depuis le début du 19^{ème} siècle (ce qui a valu sa faible pondération par les experts dans le Tableau 4.2), l'accès à l'électricité reste un facteur très important dans les PED en ce que l'électricité constitue le principal vecteur de décollage et de diffusion technologique. Il en est de même pour la variable accès à internet qui est plus pertinente que le nombre de téléphones ou le nombre de personnes disposant de cellulaires. Comme les trois variables retenues sont toutes fondamentales, le niveau de développement technologique est donné par le produit de ces dernières.

Formellement, l'IAT est défini par : $IAT = TCE^{W_{tce}} \times TCI^{W_{tci}} \times DR\&D^{W_{dr\&d}}$ où TCE désigne le taux de couverture en électricité (population desservie/population totale); TCI , le taux de couverture en internet (population desservie/population totale); $DR\&D$, les dépenses en R&D (en % du PIB) ou le nombre de chercheurs en R&D (% de la population totale); W_{tce} , W_{tci} et $W_{dr\&d}$, les poids respectifs à associer. Les poids sont déterminés à partir de la méthode qui sera retenue dans l'étape de pondération (voir section 4.4.2).

130. Pour une synthèse de ces controverses, voir (Dialga, 2015).

Les indicateurs de la dimension gouvernance, politique et institutionnelle du développement durable¹³¹

L'Indicateur de souveraineté Nationale (ISN)

La souveraineté d'un Etat est la clé de voûte de son développement en ce sens qu'elle conditionne les marges de manœuvres des gouvernants d'un pays. Comme largement discutée dans le chapitre 2 de la thèse, dans l'histoire des pays riches en ressources naturelles, hormis quelques pays de l'OPEP et les pays membres de l'OCDE, les pays riches en ressources naturelles d'Afrique sub-saharienne ont très peu de pouvoir de décision sur l'exploitation de leurs richesses (cf. Fischer, 1962; Hugon, 2009, 2013b), la souveraineté restant jusque-là une conception théorique vaine. Pour s'en convaincre, nous calculons un indicateur afin d'apprécier le niveau de souveraineté des pays miniers étudiés. L'outil économique et financier permettant de rendre compte de cette souveraineté peut être le nombre de sociétés nationales exploitant la ressource et la part de l'Etat dans le capital des sociétés privées. Cette souveraineté de l'Etat sur ses ressources naturelles peut également se traduire par le pouvoir d'action du gouvernement c'est-à-dire la capacité de l'Etat à conclure des contrats négociés d'exploitation de la ressource sans pressions extérieures, à négocier les rémunérations qui découlent de ces contrats, à renégocier les contrats suivant la conjoncture nationale et internationale, à mettre un terme à un contrat avec des exploitants privés ou d'un autre Etat lorsqu'il y a violations avérées de certaines clauses du contrat notamment le non respect des normes environnementales ou des engagements non tenus vis-à-vis des populations riveraines (développement local : constructions d'infrastructures, emplois locaux,...).

Les entreprises qui exploitent les ressources minières et les pays détenteurs de ces ressources ont des intérêts le plus souvent opposés ; les premières ayant pour objectif clé la rentabilité de leurs capitaux investis voire le surprofit, et les seconds devant œuvrer pour la satisfaction des besoins de développement de leurs populations. Dans ce conflit d'intérêts, un rapport de force s'établit au travers les prises de parts dans les actions de la société et la représentation des membres de chacune des parties antagonistes au conseil d'administration de la société. Dans ce rapport de force, il ressort que la partie dominante (majoritaire en nombre d'actions détenues) impose ses intérêts à l'autre partie, faisant passer la recherche du surprofit au détriment du développement des populations locales.

La souveraineté est également monétaire. Dans les pays miniers étudiés dans cette thèse, l'absence de souveraineté sur les ressources naturelles est aggravée par l'absence d'une monnaie souveraine. En effet, les déséquilibres qui s'établissent dans le premier jeu de rapport de forces, sont encore perturbés dans la mesure où le peu de part versé aux pays détenteurs de la ressource s'évade dans les comptes étrangers. L'évasion de

131. Par la suite, nous abrégons l'écriture de cette dimension en dimension GPI (Gouvernance, Politique et Institutionnelle).

devises s'opère par le jeu d'un système monétaire aliéné où la monnaie locale¹³² est absurdement arrimé à l'Euro par le biais du Franc français (Agbohou, 2016). Cette servitude monétaire en apparence¹³³ volontaire de la part des dirigeants africains est encore d'actualité. Outre l'ouvrage précurseur de Agbohou (2016) qui critique les fondements et les principes de fonctionnement des Banques Centrales de la zone franc, les mécanismes d'appauvrissement des pays africains de la zone franc et les solutions alternatives sont expliqués dans Nubukpo *et al.* (2016). Dans ce système d'aliénation monétaire, les recettes versées par les sociétés minières transitent par le Trésor public français où 50% des devises issues de ces recettes reviennent à l'ancienne métropole qui en retour prétend garantir la convertibilité du Franc CFA au niveau international (Agbohou, 2016; Nubukpo *et al.*, 2016). Concrètement sur une part de 8% de recettes en contrepartie de l'exploitation des ressources minières qui reviendrait au Niger par exemple, le pays ne percevra au final que 4% du revenu minier, les 96% de la richesse s'évadant entre les comptes des sociétés étrangères et le Trésor public français.

Discuter d'un développement de surcroît durable fondé sur les mines sans prendre en considération ces deux formes d'exploitation et d'aliénation serait une insuffisance majeure de la réflexion sur le niveau de développement de ces deux pays. L'ISN tient donc compte de deux principales formes de souveraineté à savoir la souveraineté sur la ressource naturelle mesurée par la participation de l'Etat (part d'actions et nombre de représentants dans le conseil d'administration) dans les sociétés minières privées et la souveraineté monétaire qui rend compte de l'asphyxie monétaire des pays étudiés en intégrant le taux de leurs propres avoirs financiers dont ils sont privés, limitant de fait leurs capacités à financer leur propre développement. Les deux formes de souveraineté étant toutes deux indispensables et difficilement substituables, l'ISN est une moyenne géométrique de l'Indicateur de souveraineté sur la ressource (ISR) et de l'Indicateur de Souveraineté monétaire (ISM), pondérés de leurs importances relatives exprimées lors de l'enquête terrain.

$$ISN = ISR^{W_{isr}} \times ISM^{W_{ism}}$$

L'Indicateur de Gouvernance de la Ressource (IGR)

Le mode de gouvernance de la ressource est crucial dans une politique de développement axée sur des ressources naturelles. Les conditions de rentabilité, de redistributions et donc d'équité vont dépendre du degré de transparence dans la gestion des ressources en exploitation. Il semble évident qu'une gestion opaque par quelques minorités aura

132. Le franc des Colonies Françaises d'Afrique – le Franc CFA, rebaptisé Franc de la Communauté Financière d'Afrique après les indépendances des pays africains dans les années 1960.

133. Cette servitude est en apparence volontaire dans la mesure où les dirigeants africains qui ont tenté de mener une réflexion de remise en cause des principes de fonctionnement de la zone franc ont été, pour la plupart assassinés. On peut citer quelques figures de cette lutte d'émancipation économique et monétaire comme le Président togolais Sylvanus Olympio assassiné en 1963, le Président malien Modibo Kéita en 1977, le Président burkinabè Thomas Sankara en 1987, le Président comorien Ahmed Abdallah en 1989 et récemment, le Guide Libyen Mouamar Khadafi en 2011.

des incidences négatives sur les autres facteurs de développement mis en évidence. Le *Natural Resource Governance Institute*¹³⁴ (NRGI) a développé un indicateur permettant d'apprécier cinq domaines de gouvernance en lien avec les ressources naturelles dans les pays exportateurs de 80 à 90% des ressources naturelles mondiales. Les principales ressources concernées sont le pétrole, le gaz et les mines. Les cinq niveaux de gouvernance pris en compte par l'indicateur IGR sont le cadre institutionnel et juridique du pays, les pratiques de divulgation des informations relatives à l'exploitation des ressources, la garantie et les mesures de contrôle de qualité des productions, les conditions générales de gouvernance et enfin les niveaux de transfert de la gestion des ressources aux collectivités locales. Les cinq dimensions sont appréciées par un groupe d'experts qui s'appuient sur 173 items élaborés par les chercheurs¹³⁵ du NRGI.

Dans la dimension institutionnelle, 15 indicateurs permettent d'apprécier le degré de facilitation des octrois de licence d'exploration et d'exploitation des ressources. L'institut part du principe qu'un cadre institutionnel solide et une réglementation transparente devraient faciliter la concurrence entre les investisseurs. A contrario, dans un régime autoritaire par exemple, les conditions d'optimalité ne sont pas vérifiées, les concessions se faisant sur des bases clientélistes et corruptives.

La divulgation de l'information relative aux clauses est jugée comme étant la meilleure pratique de la transparence. Cette dimension se voit d'ailleurs attribuée la plus grande pondération (40%) dans l'agrégation de l'IGR. Les pratiques de divulgation sont mesurées à travers 20 indicateurs individuels. L'indice synthétique est une moyenne pondérée des sous-indicateurs des cinq dimensions présentées. Les pays sont classés sur une échelle de 0 à 100, les plus gros scores correspondant à de meilleures pratiques de gouvernance dans les secteurs étudiés. Comme l'indicateur d'équité intra-générationnelle dans la dimension sociale et temporelle, l'IGR est transformé dans notre étude en ratio de performance comme suit :
$$IGR = \frac{\text{Note du pays}}{\text{Valeur maximale de l'échelle de notation}}$$

L'Indicateur de Stabilité Politique et Institutionnelle ou Indice d'Absence de Conflit (ISPI)

Dans nombre de cas, dans les pays riches en ressources naturelles, et plus précisément dans les localités où l'exploitation de ces ressources est menée, il se développe des foyers de tensions (Auty, 2001; Busse et Gröning, 2013; Hugon, 2009; Van der Ploeg, 2011). Les rentes de la ressource attirent des envieux, mais créent également des inégalités résultant de l'accès inégal à la ressource. Il se forme des rébellions, le plus souvent organisées autour de revendications sociales avant de prendre un caractère de commerce international mafieux de la ressource. D'un autre côté, on a dans ces pays

134. Source : accessible à partir de <http://www.resourcegovernance.org/rgi>, consulté le 21/09/2016.

135. L'équipe de recherche de l'institut est composée ainsi qu'il suit : 20 experts travaillant pour le compte de la société civile du pays évalué, 12 consultants indépendants exerçant leur métier dans le pays évalué et 14 experts externes.

des dirigeants qui se servent parfois de la rente de la ressource pour déstabiliser les institutions afin de se maintenir durablement au pouvoir. Ainsi, les « hommes forts », parce qu'ils ont la mainmise sur la rente de la ressource, se substituent aux « institutions fortes » (Andersen et Aslaksen, 2008; Jensen et Wantchekon, 2004). Or, il est démontré qu'aucun développement véritable ne peut être amorcé dans un climat instable (voir Hugon, 2009; Shirley, 2005). Du point de vue de la théorie économique, les institutions stimulent la croissance en garantissant l'égal accès à l'information, en instaurant un jeu de concurrence et en réduisant au mieux les risques de corruption. Lorsque ces conditions sont garanties par les institutions d'un pays, les entrepreneurs anticipent des coûts de transactions faibles et sont dès lors incités à y investir. Sous l'acception que les institutions sont « l'ensemble des règles qui régissent la vie en société » (Shirley, 2005), la qualité institutionnelle ne saurait être appréciée, dans le contexte africain, à l'aune de la forme réductrice d'institutions formelles. Une définition large du concept « institution », qui inclut à la fois les institutions formelles telles que les lois de la République, les normes et les institutions non formelles comme la culture, le droit coutumier, les formes d'organisations traditionnelles africaines comme « l'arbre à palabres » (Diangitukwa, 2014) s'avère pertinente.

Les développements théoriques sur le lien existentiel entre instabilité et développement ont fait l'objet de validations empiriques. Les tests empiriques de Rodrik *et al.* (2004) ont mis en évidence des liens statistiques forts entre les variables du développement économique comme le PIB par habitant et l'indice de qualité institutionnelle, étant entendu que la stabilité politique est une composante de la qualité institutionnelle. Il en est ainsi parce que des institutions fortes devraient garantir l'équité en permettant à toutes les couches sociales d'accéder aux services de développement tels l'éducation, la santé, le logement, l'accès à l'eau potable. Bates (2006) montre dans le contexte africain que contrairement aux pays où le pouvoir est géré par les militaires, les pays qui connaissent des situations politiques relativement stables parviennent à mettre en place des cadres macroéconomiques favorables à une croissance soutenable qui, elle-même est une des conditions du progrès social.

Dans le but de prendre en considération ce facteur déterminant dans l'élaboration de l'indice composite, nous introduisons un indice d'appréciation de la stabilité politique et de la qualité institutionnelle dans le pays. Nous retenons les indices CPIA (*Country Policy and Institutional Assessment*) de la Banque mondiale. Depuis 1980, le rapport CPIA de la Banque mondiale évalue les pays de l'Afrique subsaharienne en matière de stabilité politique et institutionnelle. Les notes attribuées aux pays servent de critères pour orienter les allocations de prêts sans intérêts aux pays évalués par l'intermédiaire de l'Association internationale de développement (AID). De manière résumée, les indices CPIA sont au nombre de 16 portant sur quatre domaines à savoir la gestion économique, les réformes structurelles, les politiques d'intégration sociale et d'équité et la gestion et institutions du secteur public. Notre intérêt porte sur les

indicateurs de ce dernier domaine, les autres domaines ayant déjà été pris en compte par les indicateurs identifiés dans la présente étude notamment dans les dimensions sociale, économique et gouvernance. Le rapport CPIA est particulièrement intéressant dans le cadre de l'élaboration de notre indice dans la mesure où le rapport indique avec insistance que la stabilité politique et institutionnelle reste une préoccupation majeure dans les pays africains riches en ressources naturelles comparativement à leurs homologues pauvres en ces ressources. Les indices CPIA sont construits à partir de variables qualitatives dont les scores sont compris entre 1 (très stable) et 5 (très instable). L'ISPI résulte d'une transformation de l'indice CPIA en ratio de performance comme suit :

$$ISPI = 1 - \frac{\text{Note du pays} - 1}{\text{Valeur maximale de l'échelle de notation}}$$

L'indicateur d'Absence de Corruption (IAC)

Bien que le phénomène de corruption revête diverses formes, on peut néanmoins lui donner une définition générique. En effet, la corruption peut être comprise comme l'utilisation des biens et services publics à des fins personnelles. Lorsque des individus usent de leurs personnalités d'État, de bureaucrate ou de leur situation sociale aisée pour influencer les choix des citoyens (corruption électorale par exemple), cela constitue une forme de corruption. De même, l'usage des pots de vin pour bénéficier des traitements privilégiés en termes d'accès aux marchés et services publics ou encore pour échapper à la fiscalité, constitue une autre forme de corruption. Les détournements de fonds destinés à des réalisations collectives ou publiques en constituent une autre.

Or, le lien entre corruption et abondance en ressources naturelles a été largement discuté dans la littérature économique ([Ades et Di Tella, 1999](#); [Asiedu, 2006](#); [Bhattacharyya et Hodler, 2010](#); [Busse et Gröning, 2013](#); [Van der Ploeg, 2011](#)). La corruption constitue un fléau économique voire social et environnemental qui sape tout effort de développement ([Agbiboa, 2012](#); [Bardhan, 1997, 2014](#); [Blackburn, 2012](#)).

Sur le plan économique, les pots de vin versés augmentent les coûts de transactions. Le clientélisme et le laxisme peuvent, par le jeu des pouvoirs publics notamment dans la passation des marchés publics ou accords de licence, instaurer un monopole incompetent. L'augmentation des coûts de transactions et la défaillance du marché entraînent une inefficacité économique. Les quelques entreprises qui respecteraient le civisme fiscal sont lésées parce qu'elles supportent des taxes lourdes contrairement à leurs concurrentes corrompues. Au niveau social, l'évincement des recettes publiques par des faits de corruption limite sévèrement les capacités de l'Etat à lever des fonds et assurer un service public minimum y compris le fonctionnement correct des institutions.

Sur le plan environnemental, la faiblesse des institutions ne permet pas une application rigoureuse des normes environnementales même dans les cas où des agents chargés de l'application des normes ne sont pas directement touchés par les faits de corruption. Or, il est prouvé empiriquement à partir de l'hypothèse de [Porter \(1991\)](#) qu'une application rigoureuse de la réglementation environnementale incite les entreprises non

seulement à s'y conformer mais surtout à innover (Lanoie *et al.*, 2011), ce qui, *in fine* se traduit par une efficacité économique. Un cercle vicieux s'instaure dès lors entre inefficacité économique, faiblesse institutionnelle et maintien voire augmentation de la corruption.

Au regard de son influence sur le développement en particulier dans les pays miniers, nous introduisons un indicateur du ressenti d'absence de corruption qui, dans son interprétation correspond à l'indice de perception de la corruption (IPC) de *Transparency International*.

Les scores de l'IPC sont obtenus à partir d'enquêtes et de sondages conduits annuellement auprès des hommes d'affaires, des chercheurs résidents, et des experts d'analystes de risques sur le degré de perception de la corruption ou sa pratique dans les administrations publiques et la classe politique. En 2012, l'ONG a revisité sa méthode de calcul de scores. Dans la nouvelle méthode, un score de 100 indique un très faible niveau de perception de la corruption signifiant que, plus le score est élevé, mieux c'est. Comme les autres variables qualitatives, l'IAC est redéfini en ratio de performance comme suit : $IAC = \frac{\text{Note du pays}}{\text{Valeur maximale de l'échelle de notation}}$

4.2 Échelle d'application de l'indice et méthodes de collecte de données

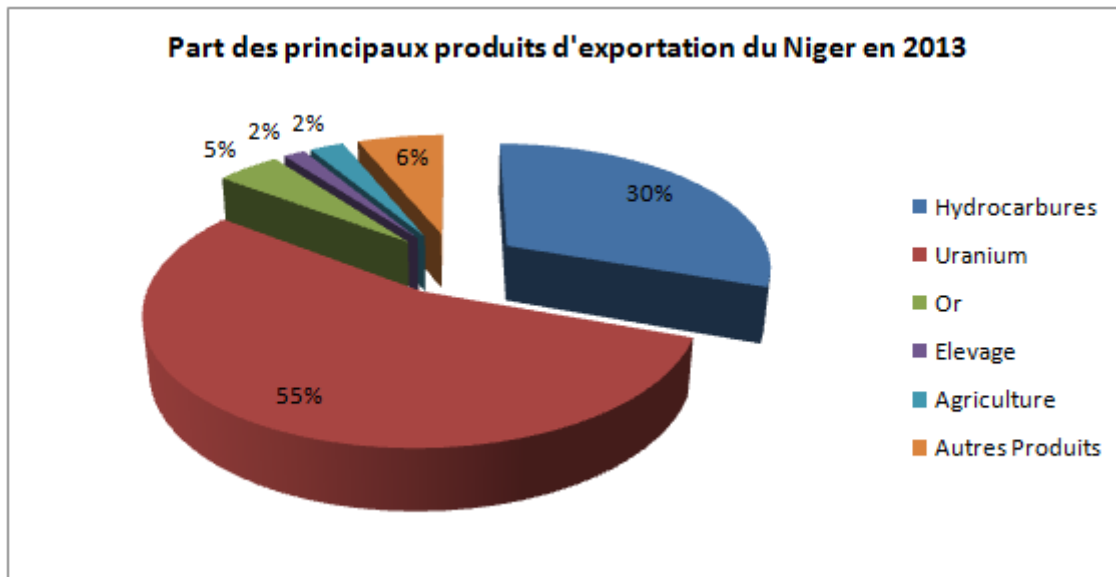
4.2.1 Échelle d'application

Une nuance dans la définition de pays minier s'impose. Selon le *Natural Resource Governance Institute*, sont considérés comme pays riches en ressources naturelles, les pays qui dépendent majoritairement de l'exploitation d'une ressource naturelle renouvelable ou non renouvelable eu égard à sa contribution soit au produit intérieur brut, soit aux recettes d'exportation, soit aux recettes fiscales. Quel que soit l'agrégat macroéconomique retenu, le pays est dit riche en ressources naturelles dès lors que les recettes provenant de l'exploitation de la ressource contribue à au moins 25% de cet agrégat (PIB, recettes fiscales ou recettes d'exportation du pays). Dans le cas de notre étude, le Burkina Faso et le Niger sont qualifiés de « pays miniers » au regard des apports des secteurs aurifère et uranifère dans les recettes d'exportation des deux pays respectifs. L'or et l'uranium constituent les premiers produits d'exportation en termes de valeur monétaire respectivement du Burkina Faso et du Niger (cf. Figure 4.1). En termes statistiques, le secteur minier représente 62,77%¹³⁶ des recettes d'exportations totales du Burkina Faso. Ce pourcentage est de 70% au Niger dominé par l'extraction d'uranium depuis 1963. En termes de contribution aux recettes budgétaires, les deux

136. Les données concernant le Burkina Faso et le Niger pour l'année 2013 proviennent respectivement de la Direction Générale des Mines et de la Géologie du Burkina Faso (DGMG-BF), de la Direction Générale des Impôts du Burkina Faso (DGI-BF) et d'Aréva Niger.

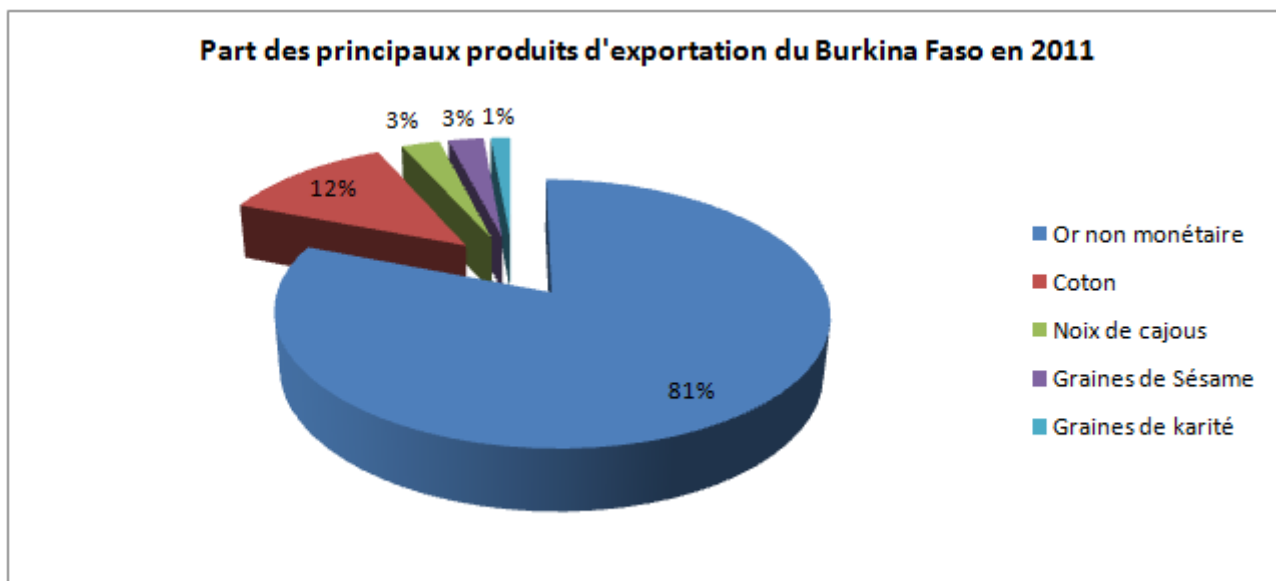
pays tirent l'essentiel des recettes publiques à partir de rentes minières : 80% du budget du Niger et 58% de celui du Burkina Faso.

Figure 4.1 – Structure des exportations du Niger



Source : Auteur, à partir des données de l'Institut National de la Statistique du Niger, 2014

Figure 4.2 – Structure des exportations du Burkina Faso



Source : Auteur, à partir des données de l'INSD et de la % DGCE ¹³⁷ du Burkina Faso, 2012

Cependant, il convient de noter qu'en termes d'abondance et d'expériences en matière minière, les deux pays de l'étude ne sont pas ceux, historiquement, reconnus comme pays miniers. En Afrique, les plus anciens en matière d'exploitation minière sont l'Afrique du Sud, le Ghana, la République Démocratique du Congo, et le Mali.

Le choix du Burkina Faso et du Niger se justifie à double titre. D'abord, ce travail de thèse s'inscrit dans la continuité de celui déjà entrepris dans le cadre de notre master de fin de cycle et dont l'étude portait déjà sur le Burkina Faso ¹³⁸. Ensuite, la perspective d'élargissement du champ de recherche nous a conduits à choisir pour deuxième pays le Niger à cause des éléments de comparaison (cf. Tableau A.4 en annexe) que l'on peut établir entre ces deux pays. En effet, sur le plan de ressemblance, ce sont tous deux pays de l'Afrique subsaharienne, partageant quelques climats et frontières communs. En termes de développement, ce sont deux pays qui occupent les dernières places dans le traditionnel classement du PNUD au cours des dix dernières années. Sur le plan politique, ce sont des pays qui connaissent fréquemment des soubresauts politiques liés soit à des contestations populaires, soit à des coups d'Etat militaires. La sécurité dans la zone est menacée par des groupes mafieux internationaux qui sèment la terreur dans cette partie au sud du Sahara. Sur le plan pratique, la proximité géographique et l'usage commun du français facilitent aussi bien nos déplacements sur le terrain que les échanges avec les acteurs bien que tous ne parlent pas couramment la langue française (seulement 29% de la population adulte est alphabétisée dans les deux pays : voir Tableau A.4 en annexe).

Sur le plan des dissemblances, l'or est au Burkina Faso ce que l'uranium est au Niger. Afin d'appréhender les impacts cumulatifs de l'exploitation minière à la fois sur le développement et sur l'environnement, le Niger pourrait avoir des expériences à partager avec le Burkina Faso dans la mesure où ce dernier est très jeune relativement au Niger qui enregistre plus de 50 ans d'expériences ¹³⁹ bien que les types de ressources exploitées soient différentes. Enfin, alors qu'au Niger les concessionnaires sont majoritairement des européens (la France et la Grande Bretagne), les exploitants miniers au Burkina Faso sont exclusivement des Canadiens en plus de quelques nationaux. Cette diversité constitue un atout important en termes d'analyse de politiques de développement communautaire de la part des sociétés concessionnaires mais également en termes de rapports entre les Etats souverains des deux pays propriétaires des ressources minières et les compagnies minières. Il s'agit d'analyser les rapports commerciaux entre les deux pays et leurs principaux partenaires sous l'angle de l'influence du passé colonial. En particulier, les Européens ont entretenu des rapports conflictuels avec l'Afrique à l'époque de la traite des Noirs (1422-1867) puis durant la période coloniale (1870-1960). Les Européens ont, au cours de ces deux époques douloureuses de l'histoire de l'Afrique,

137. INSD : Institut National de la Statistique et de la Démographie ; DGCE : Direction Générale du Commerce Extérieur

138. Une partie de ce travail exploratoire a fait l'objet d'une publication dans Dialga (2015).

139. La première mine au Niger date de 1963.

occupé les terres africaines, pillé les ressources à la fois naturelles et humaines et déstabilisé les organisations sociales, culturelles, politiques et économiques de l'Afrique jusqu'en 1960, date à laquelle des rapports nouveaux émergent avec le départ physique parfois forcé des européens du continent.

Les résultats de cette étude, en particulier les résultats pour le Niger, ont un enjeu important pour les pouvoirs publics français. L'enjeu est double : les résultats de l'étude mettront en évidence la cohérence ou l'incohérence de la politique française en matière de développement durable porté au niveau européen et celle du développement international. Les indicateurs sur l'aliénation monétaire et la rentabilité de la ressource exploitée situent l'ampleur de la part de responsabilité de la France dans l'appauvrissement continu des populations des deux pays, en particulier celle du Niger. Le deuxième enjeu est lié au risque¹⁴⁰ de rupture d'approvisionnement et de contrats miniers avec Areva, principal fournisseur d'uranium pour alimenter le mix énergétique français.

Contrairement aux Européens, les Canadiens n'ont pas eu de rapports conflictuels avec les pays africains dans le passé. L'essor de l'investissement canadien en Afrique, principalement dans le secteur des mines, est intervenu à la faveur de la libéralisation des économies africaines dans les années 1980 puis à la faveur des politiques d'attractivité des investissements étrangers impulsées au début des années 2000. Pour les investisseurs canadiens, l'enjeu est juste économique : perte d'investissement en cas de saccage des installations industrielles ou en cas de rupture de contrats sans indemnisations.

4.2.2 Collecte et traitement de données manquantes

Méthodologie générale

L'application de l'indice ISPM nécessite à la fois des données primaires et des données secondaires¹⁴¹. Le Tableau A.6 en annexe donne un résumé des différentes sources mobilisées et les années pour lesquelles les données sont collectées. Il convient de rappeler que dans l'élaboration de l'indice ISPM, nous privilégions dans la mesure du possible des variables résultats, plus précisément des variables stocks, qui sont plus pertinentes pour mesurer les performances des pays en matière de développement soutenable que

140. Deux facteurs participent à l'augmentation de ce risque : l'éveil d'une conscience collective qui se traduit par des revendications sociales légitimes, encadrées par une société civile organisée et la percée chinoise en Afrique. Les deux facteurs contraignent les pouvoirs publics nigériens à renégocier les contrats et à diversifier leurs partenaires contractuels. Dans ces nouveaux rapports, les projets miniers intégrant des politiques de développement local conséquentes et du partage équitable des bénéfices résultant de l'exploitation de la ressource minière retiennent une attention privilégiée de la part des pouvoirs publics locaux et centraux.

141. Données primaires : données issues d'enquête de terrain ; données secondaires : données compilées dans des institutions nationales ou internationales de la statistique ou encore les données provenant de la production des administrations publiques.

des variables flux, très volatiles dans les économies des Etats rentiers. Ce choix, au-delà de sa pertinence théorique revêt une utilité importante du point de vue pratique. Les variables stocks de développement varient très peu d'une année à l'autre. A titre d'exemple, il faut une période de 5 à 10 ans minimum pour une transformation structurelle d'une économie (industrialisation), ou pour transformer les habitudes sociales (transformation sociétale : institutions, gouvernance, habitudes culturelles, normes sociales) ou encore pour accroître de façon significative le stock de capital humain d'un pays (éducation et santé), etc. Cette hypothèse nous permet d'utiliser des données des années les plus récemment disponibles comme proxy de la valeur de l'année d'étude considérée lorsque les données n'existent pas pour cette dernière. En outre, dans l'étape de l'analyse multi-variée, nous procédons à une estimation des valeurs pour les variables dont les données ne sont pas disponibles sur une longue période. Il s'agit en l'occurrence de l'indice de profitabilité de la ressource (IPR), de l'indice de compensation environnementale (ICE), de l'indice d'équité inter générationnelle (IEG), et de l'indice de gouvernance de la ressource (IGR). En effet, les valeurs manquantes sont dans un premier temps estimées par extrapolation linéaire à partir du taux de croissance annuel moyen des valeurs des six dernières années (2010-2015) dont les données sont disponibles. Dans un deuxième temps, les données nouvellement estimées sont lissées en utilisant la méthode de moyennes mobiles glissantes sur des intervalles réguliers de cinq observations. Cette méthode vise à limiter l'effet d'éventuelles valeurs aberrantes parmi les données estimées. La collecte des données environnementales a nécessité en particulier la combinaison de plusieurs techniques d'estimation de données manquantes documentées dans la sous section 4.2.2 ci-après.

La collecte de données primaires à travers l'enquête de terrain concerne essentiellement les poids à attribuer à chaque dimension de l'indice composite dans la phase d'agrégation. En effet, l'enquête de terrain a permis de soumettre les indicateurs candidats aux différents acteurs de développement pour appréciation. Les citoyens interrogés apprécient chacun des indicateurs identifiés en lui attribuant une valeur d'appréciation (voir Fiche d'enquête en Annexes) correspondant à l'importance relative de l'enjeu en termes de développement durable que ledit indicateur représente.

L'échelle territoriale d'implémentation de l'indice étant le niveau « pays », il est nécessaire de veiller à la représentativité de l'échantillon d'étude. Les statistiques nationales permettent de visualiser la composition socioprofessionnelle des populations des deux pays de l'étude. Quatre caractéristiques démographiques essentielles retiennent notre attention. Au Burkina Faso par exemple, 53% de la population totale sont des femmes ; 46,2% sont jeunes c'est-à-dire ayant moins de 15 ans et 86% vivent en milieu rural et exercent dans deux principaux secteurs d'activité à savoir l'agriculture et l'élevage. La population totale est estimée à 17,8 millions d'habitants en 2014 selon l'Institut national de la statistique et de la démographie (INSD-Burkina).

Au Niger, la proportion de femmes sur une population totale de 17,12 millions

d'habitants en 2014 (INS-Niger) est de 50,6%. Les moins de 15 ans représentent 49,2% de la population totale et 79% de nigériens vivent en milieu rural et exercent comme activité principale les travaux champêtres.

Dans l'idéal, notre échantillon de 176 individus enquêtés devrait refléter les caractéristiques sociodémographiques de la population mère grâce à un calibrage adéquat en utilisant les statistiques ci-dessus indiquées. Malheureusement, les contraintes temporelles, financières et surtout sécuritaires ne nous ont pas permis de toucher une bonne partie des populations rurales en particulier celles vivant à proximité des zones d'exploitations minières.

Estimation des données environnementales

L'une des difficultés majeures auxquelles font face les évaluateurs des projets miniers et les spécialistes de l'environnement d'une manière générale, est l'impossibilité de tirer un bilan clair sur l'impact environnemental de l'activité humaine. Les impacts environnementaux liés aux actions anthropiques sont difficilement tangibles. Certains biens et services environnementaux n'ont pas de marché d'échange et donc n'ont pas de valeur marchande. Et même si ces marchés existent, l'évaluation monétaire des biens et services environnementaux soulève quelques questions d'éthique et pratique non négligeables. En effet, peut-on s'autoriser par exemple à associer un coût monétaire à la perte d'une vie humaine dont les causes sont liées à la pollution de l'air ou de l'eau ? De même, peut-on estimer la valeur sociale (lieux récréatifs, jardins publics), culturelle ou artistique (médecine des plantes, sculptures à ciel ouvert, paysage, monuments) ? Il est certain que les données obtenues à partir d'évaluations de l'environnement ne peuvent qu'être interprétées comme étant des valeurs monétaires associées aux conséquences économiques résultant d'une amélioration ou d'une dégradation de l'environnement. En d'autres termes, il s'agit simplement de cerner les valeurs d'usage et de non usage¹⁴² des biens et services environnementaux (BSE). Pour [Maradan *et al.* \(2011\)](#), c'est l'évaluation de la valeur intrinsèque de l'environnement lui-même qui relève de l'éthique et n'est donc pas du ressort de l'économiste. Les estimations monétaires témoignent plus modestement des préférences sociales accordées aux biens et services environnementaux. L'objectif des évaluations économiques des biens et services naturels ne va pas au-delà de la révélation de ces préférences sociales.

Par ailleurs, dans certains cas, la quantification des impacts environnementaux peut

142. La notion de valeur d'usage renvoie à la valeur que l'on accorde à un bien ou à un service écosystémique lié à son utilisation. On distingue la valeur d'usage direct : valeur de biens prélevés ou services rendus directement (air, eau, bois, parc, paysage, etc.), la valeur d'usage indirect (valeur d'un paysage touristique) et la valeur d'option qui correspond à un usage potentiel futur du bien ou du service environnemental (valeur de la conservation des graines de plantes qui ne sont plus utilisées).

La notion de valeur de non usage quant à elle renvoie à la valeur que l'on attache à un bien ou à un service du fait de sa simple existence (valeur du Sahara) ou au souhait de legs (valeur des espèces animales et végétales menacées d'extinction) d'un bien ou service environnemental sans toutefois l'utiliser dans l'immédiat ou dans le futur.

révéler des informations qui rendent extrêmement difficile la prise de décision par le décideur public. C'est typiquement le cas des entreprises commercialisant des pesticides ou des produits dangereux comme le mercure et le cyanure par exemple. Leur acceptabilité sociale étant décriée, la mise en évidence au moyen d'un chiffre de leurs impacts aussi bien sur l'environnement et les écosystèmes que sur la santé humaine et animale ne ferait qu'accentuer la pression citoyenne sur ces entreprises et sur les pouvoirs publics. La question que le décideur public est à même de se poser dans une telle situation est : faut-il interdire l'activité avec pour conséquences les pertes d'emplois et de revenus ou au contraire faut-il l'autoriser au détriment de la dégradation de l'environnement ? Certains chercheurs comme [Antheäume \(2005\)](#) suggèrent une solution consensuelle qui est de définir des indicateurs de tendance et de suivre l'évolution des impacts dans le temps plutôt que de chercher à quantifier l'impact environnemental d'une telle activité à une date donnée puisque cet impact est de toutes façons évident. Pour [Antheäume \(2005\)](#), il est plus raisonnable d'évaluer l'effort de réduction des impacts négatifs de l'activité dont la pollution sur l'environnement est inévitable que de quantifier ces impacts.

Néanmoins, pour des besoins d'ordre pratique, certains chercheurs mobilisent des outils d'estimation. L'un des outils souvent mobilisés dans la comptabilité environnementale est l'analyse du cycle de vie du produit¹⁴³. Cependant, comme l'a fait remarquer [Azapagic \(2004\)](#), eu égard aux nombreux usages des produits miniers et leurs destinations diverses, le plus souvent méconnues (à cause de l'outsourcing international), il est difficile d'effectuer cette analyse de cycle de vie du produit. [Azapagic \(2004\)](#) propose donc de réduire l'analyse à la chaîne de production au consommateur. Dans une approche méso-économique comme la nôtre, l'échelle proposée ne permet pas d'identifier les impacts au seul niveau du pays producteur. L'échelle d'analyse est inappropriée dans la mesure où seule l'extraction du minerai y est effectuée, les autres transformations s'effectuant hors de notre échelle d'étude. Pourtant, nombre d'études de cas ([Garvin et al., 2009](#); [Hilson, 2010](#); [Kitula, 2006](#); [Suri et al., 2011](#)) mettent en évidence les effets parfois non maîtrisables des exploitations minières sur les écosystèmes et l'environnement. On peut citer notamment la pollution de l'air, des nappes d'eau souterraine et de surface, la flore par le couvert de résidus liés à l'excavation et l'explosion des roches, la dégradation et la désertification des sols et la déstabilisation de la faune.

D'autres méthodes sont utilisées dans l'évaluation économique des BSE et des impacts environnementaux. Ce sont entre autres la méthode de contingence, la méthode des prix hédoniques, la méthode de coût de déplacement. Ces méthodes peuvent être regroupées en deux catégories. On a d'une part les méthodes dites directes et d'autre

143. L'analyse du cycle de vie d'un produit consiste à évaluer systématiquement tous les impacts liés à la création d'un produit allant du stade de l'extraction des matières premières nécessaires à la création du produit jusqu'au traitement du produit en fin de vie (mise en décharge, recyclage ...).

part les méthodes indirectes.

Les méthodes directes s'appuient sur des marchés existants ou réels des BSE. Parmi les méthodes dites directes, on peut citer la méthode des prix hédoniques. Dans la méthode de prix hédoniques, on suppose que les attributs environnementaux font partie des caractéristiques d'un bien marchand. La valeur du bien ou service environnemental est évaluée au moyen d'outils économétriques (modèles à effets fixes par exemple) qui permettent d'isoler l'effet d'un prix différentiel de ce bien marchand suite à une modification des caractéristiques environnementales de ce bien marchand. La méthode des prix hédoniques est très souvent utilisée dans le domaine de l'immobilier. Pour deux biens immobiliers présentant des caractéristiques physiques similaires (même architecture, nombre de pièces identique, etc.), la différence de prix entre ces deux biens immobiliers est attribuée à un BSE que posséderait l'un des deux biens.

Les méthodes indirectes reposent sur des marchés hypothétiques. En effet, nombre de BSE (aménités ¹⁴⁴ par exemple) n'ont pas de marché permettant leur valorisation monétaire. Pour ces types de BSE, les chercheurs observent le comportement des agents économiques vis-à-vis des biens et services identifiés et en déduisent un prix correspondant à la valeur qu'ils accordent à ces BSE. C'est le cas par exemple de la méthode d'évaluation contingente ou du coût de déplacement qu'on applique à un bien ou à un service environnemental comme les visites d'un lieu touristique ou le tourisme de vision.

Une des applications de la méthode de contingence revient à mesurer les Consentements A Payer (CAP) des agents économiques. Cette approche est fondée sur l'hypothèse que, s'il existait un marché de BSE, les individus alloueraient un budget pour acquérir ces biens et services. La méthode permet de révéler ces prix implicites en demandant aux individus d'exprimer le montant qu'ils sont prêts à payer pour continuer à bénéficier de tel ou tel bien et service offert par l'environnement. La révélation des préférences peut se faire au moyen d'un vote. Dans un tel cas, il est demandé aux individus de s'exprimer sur un projet qui impacterait leur cadre de vie. Cette démarche en première analyse semble évaluer l'acceptabilité ou le refus du projet envisagé. Cependant, elle peut révéler des préférences implicites des populations concernées lorsqu'on associe à ce vote des motivations financières de type « combien êtes-vous prêts à recevoir (Consentement A Recevoir, CAR) pour accepter la réalisation de ce projet ? ».

Qu'il s'agisse du CAP ou du CAR, la méthode d'évaluation contingente présente quelques limites (cf. Tableau 4.3). Dans le cas du CAP, l'individu anticipe sa participation ou contribution financière future et sous-estime le montant qu'il révèle. Dans le CAR, c'est le comportement inverse qui est généralement observé. En d'autres termes, l'individu interrogé anticipe le montant de ses dédommagements et surestime dans ce cas, le montant de son CAR. Par ailleurs, la méthode de contingence suppose que les

144. L'ensemble des aspects agréables offerts par l'environnement. On parle également d'externalités positives offertes par les BSE.

individus ont une connaissance parfaite des BSE c'est-à-dire leurs valeurs d'usage et de non usage auxquels on leur demande d'attribuer une valeur. Afin de minimiser ce biais lié à la rationalité économique des individus interrogés, il est parfois proposé une autre méthode dite de classement contingent dans lequel il est question de demander aux individus de classer plusieurs scénarii relatifs au bien ou service évalué selon leurs préférences plutôt que de révéler ce qu'ils seraient prêts à payer ou recevoir.

La méthode de coût de déplacement consiste à évaluer tous les frais liés à un déplacement ayant pour motif principal la visite d'un lieu touristique par exemple. La principale limite de la méthode de coût de déplacement est qu'elle ne parvient pas à isoler les effets des déplacements à motifs multiples. Elle a également tendance à minimiser les coûts de déplacement des populations riveraines ou avoisinantes du site. En effet, cette dernière catégorie de visiteurs se rendent-ils sur le site touristique parce qu'ils en sont près ou s'agit-il de tirer une satisfaction liée à la visite du site (air pur, paysage-aménité, endroit calme, etc.) ? Quelle est leur principale motivation en effectuant le déplacement ?

En dépit des limites relevées ça et là, l'évaluation complète d'un service ou bien environnemental peut nécessiter le recours à plusieurs méthodes à la fois.

De façon pratique l'évaluation environnementale se fait en trois étapes essentielles : le diagnostic environnemental qui recense de façon systématique les BSE concernés par l'étude. Il peut également s'agir d'évaluation des impacts environnementaux. Dans ce cas, il s'agit de répertorier les domaines concernés par les impacts et à identifier les impacts eux-mêmes. Ces impacts peuvent concerner les polluants atmosphériques, les eaux usées, l'érosion des sols, et les déchets solides et liquides. La deuxième étape consiste à une quantification physique des BSE concernés ou celle des impacts identifiés en les approximant par des flux mesurables. Exemple : quantité de particules fines dans l'atmosphère en tonnes équivalent CO₂ (t.éq.co₂), le volume d'eau usée, superficie des terres dégradées, etc. Enfin, la dernière étape consiste à estimer la valeur monétaire des biens et services environnementaux ou impacts identifiés au moyen de l'une ou de plusieurs méthodes décrites plus haut. Les valeurs ainsi estimées peuvent être considérées comme des proxys des BSE ou des dommages environnementaux ou encore de l'inefficience (dans le sens du gaspillage) de l'usage des ressources naturelles.

Dans une étude d'évaluation économique des impacts environnementaux liés aux activités minières au Burkina Faso, un groupe d'experts du [Sba-Ecosys-Cedres \(2011\)](#) a eu recours à ces méthodes de quantification pour pallier l'insuffisance de données permettant de conduire l'étude. L'estimation monétaire des impacts environnementaux et inefficiences par domaine environnemental, est décrite ci-dessous.

Le coût monétaire lié à la pollution de l'air et de l'eau

Partant du constat que les activités minières artisanales et industrielles polluent

l'eau et l'air par les divers produits toxiques (cyanure, mercure), et déchets solides qui y sont déposés, augmentant ainsi la turbidité de l'eau et modifiant son cours, les chercheurs font l'hypothèse qu'une partie des maladies entraînant l'inactivité est imputable à ces impacts nocifs. Ils utilisent alors les données nationales sur les *Disability Adjusted Life Years* (DALYs)-nombre d'années de vie active perdues en raison d'une maladie en lien avec la qualité de l'air et de l'eau fournies par l'OMS. Ils pondèrent ces données nationales par 20% du nombre d'habitants susceptibles d'être impactés par l'activité minière (population riveraine à 40km aux alentours des enclaves minières). La valeur monétaire est obtenue en multipliant le nombre de DALYs par le salaire moyen de la région. Ils retiennent finalement 50% de la valeur monétaire estimée afin d'éviter un double comptage résultant de la valorisation monétaire de la ressource en eau elle-même. Les valeurs estimées peuvent être majorées si l'on ajoute les dépenses médicales pour guérir les individus concernés. Ces dépenses sont considérées comme des mesures de réparation des désagréments causés et sont donc comptabilisées dans ce que l'équipe de recherche a appelé les coûts de remédiation. Le même protocole est reconduit pour l'ensemble des conséquences négatives qui résultent de la pollution de l'eau. Cette estimation va concerner l'ensemble des activités faisant recours à l'usage de l'eau. Ce sont entre autres le secteur de la pêche, le maraîchage et l'élevage. Pour simplifier, les chercheurs limitent l'évaluation par l'estimation du coût de remplacement de la ressource polluée et non par l'estimation des pertes économiques engendrées (diminution du stock de poisson, du cheptel, et du chiffre d'affaires du maraîchage). Les impacts liés aux nuisances sonores n'ont pas été quantifiés. Quant aux coûts de remédiation ou d'évitement, le groupe d'experts a estimé les coûts des investissements (bassins de décantation, épuration d'eau usée, techniques d'amalgamation sans mercure, infrastructures de stockage sécurisé) et les coûts de surveillance des installations. Ils incluent également les mesures de protection contre les inhalations des particules nocives à la santé des travailleurs et des riverains. Il s'agit entre autres des mesures volontaristes de constitution de fonds pour les mesures de protection de l'environnement au niveau local (sites d'exploitation) et l'effort d'investissement dans des techniques plus propres ne recourant pas à l'usage des produits toxiques.

Notons néanmoins que les valeurs issues de ces méthodes peuvent être sous évaluées comparativement à une méthode comme le Consentement à Payer (CAP) ou à recevoir (CAR) qui révélerait les montants que les populations touchées sont prêtes à payer pour réduire ou éliminer les risques de maladies ou de morts prématurées ([Larsen et al., 2002](#)). Lorsqu'on est très pauvre, on est peu susceptible de payer une grosse somme d'argent et on minimise son consentement à recevoir comparativement aux anticipations d'un individu riche.

Estimation monétaire des impacts de l'activité minière sur les sols, le paysage et la forêt

Le proxy utilisé est la perte de rendement agricole. On suppose qu'au moins 1/5 de la valeur moyenne d'un hectare cultivable est perdue à cause de l'exploitation minière (usage alternatif de la terre)¹⁴⁵. On sait par ailleurs que 60% des superficies totales des mines sont des terres arables. En disposant des informations relatives au rendement agricole en termes monétaire par hectare, on estime la perte liée à l'occupation minière des sols cultivables. La valorisation des sols au travers des rendements agricoles est donnée par la formule suivante :

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \times A_i \times \zeta_i \times P_i$$

Avec V , la valeur moyenne du sol valorisé pour un ensemble n variétés de cultures (spéculations) cultivables sur ce sol ;

R_i , le rendement minimal par hectare pour la spéculation i ; A_i , la superficie emblavée pour la spéculation i ;

ζ_i , le coefficient de dégradation c'est-à-dire le rapport entre le rendement maximum moyen déterminé sur la zone d'étude et le rendement minimum moyen sur la même zone pour la spéculation i . Ce coefficient s'interprète comme le nombre d'hectares de terre à faible rendement nécessaires pour obtenir la production d'un hectare à rendement élevé.

P_i , est le prix de la tonne de la spéculation i à l'hectare. La perte de culture vivrière ou d'autosubsistance est approximée par les dépenses alimentaires de remplacement.

L'estimation fait l'hypothèse que les moyens et techniques de production sont uniformes sur l'ensemble des zones cultivables considérées. Toutefois, on peut éliminer les effets liés aux différences technologiques, de savoir-faire cultural et des fluctuations climatiques (inégaie répartition spatio-temporelle des précipitations) en pondérant la valeur totale estimée par 0,5.

La perte des forêts est estimée sur la base que 10% des superficies des mines ont subi une déforestation. Ce dommage équivaut à son coût de remédiation, c'est-à-dire le montant nécessaire pour des actions de reboisement et d'entretien des plantes devant conduire à terme à la restauration des 10% des superficies dévastées. Les pertes liées à la modification du paysage ont été évaluées au moyen d'un consentement à payer des populations riveraines (40% des populations touchées ont été interrogées). L'impact sur la sécurité liée aux puits et galeries abandonnés après exploitation artisanale de l'or a été estimé au moyen d'accidents graves avec une hypothèse qu'un accident grave entraîne une capacité à travailler nulle (cf. supra pour les coûts relatifs aux DALYs).

145. Toutefois, pour tendre vers la réalité, il serait plus indiqué de distinguer les superficies occupées par les mines qu'on pourrait supposer que ces superficies ont, à cause de l'activité minière qui s'y déroule, perdu toutes leurs capacités productives (même après reconversion) et les superficies polluées par l'activité minière qui pourraient encore conserver un pourcentage de leurs capacités productives.

Les pertes entraînées par les pollutions persistantes, même après la fermeture de la mine, les maladies de longue durée, les récoltes polluées durablement ne sont pas prises en compte dans l'estimation statique des dommages environnementaux et sociaux liés à l'activité minière. Ces limites sont prises en compte dans l'estimation des impacts cumulatifs que nous présentons vers la fin de cette section.

Déchets-énergie et matières

Partiellement pris en compte dans le premier poste d'impacts, la valeur monétaire estimée de l'impact des déchets miniers est réduite de 10% pour donner une image économique plus complète de l'estimation (Maradan *et al.*, 2011). La valeur est estimée en déterminant au préalable les coûts de prise en charge des déchets dangereux (coûts d'enfouissement et d'incinération) et non dangereux (coût de recyclage). L'estimation nécessite également une connaissance du volume de déchets produits par l'activité minière. L'estimation dans le domaine de l'énergie et des matières concerne uniquement les inefficiences. En utilisant le critère de « *best in the class* », les experts ont pu établir une différence de l'ordre de 5% dans la consommation des intrants (par kg d'or extrait) pour des sites utilisant des moyens et des techniques similaires. Pour le secteur artisanal en particulier, ces inefficiences sont majorées de 90% d'inefficacité lié à l'extraction même du minerai. En d'autres termes, il s'agit de valoriser à leur prix marchand les 90% de l'or non valorisé (Jaques *et al.*, 2006) et donc perdu du fait de l'usage rudimentaire des techniques d'extraction des orpailleurs.

Lorsque les méthodes décrites ne sont pas envisageables à cause de l'indisponibilité totale de données ou lorsque la conduite de telles approches présage des incertitudes importantes, il est parfois indiqué de procéder à un transfert de données d'une étude réalisée ailleurs sur des sites présentant des caractéristiques presque similaires. Toutefois, ce transfert doit suivre un protocole particulier afin d'assurer une comparabilité des données selon le contexte dans lequel est menée l'étude. Par exemple, un CAP ou CAR réalisé ailleurs peut être transposable suivant le protocole suivant (Sba-Ecosys-Cedres, 2011) :

$$CAP = CAP_{source} \times \frac{PIB_{PPApercapita}}{PIB_{PPApercapita}} \times \frac{Taille\ ménage}{Taille\ ménage\_source}$$

L'évaluation des impacts cumulatifs

On entend par impact cumulatif, l'accumulation des dommages environnementaux qui résulte soit d'une multiplication des activités polluantes sur un territoire donné, soit de la multiplication de la substance polluante au cours du temps, soit, l'effet cumulatif est lié à la durée que la substance met pour se dissiper ou pour être absorbée par les écosystèmes naturels, ou la conjugaison de tous ces facteurs à la fois. Du point de vue

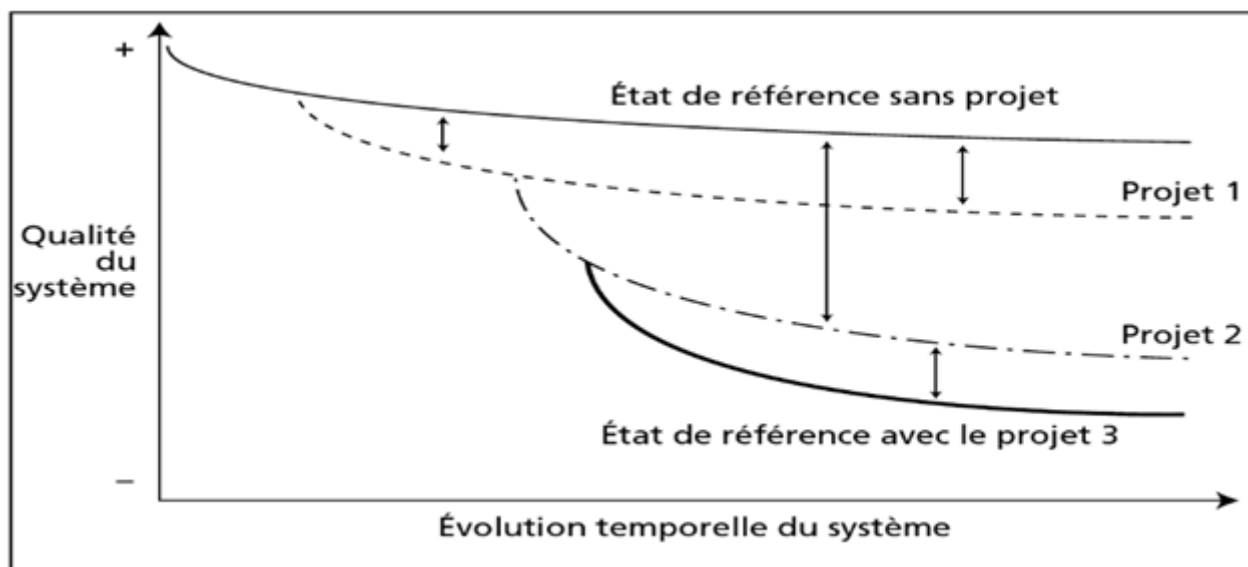
Tableau 4.3 – Méthodes d'évaluation économique des biens et services environnements

Méthode	Forces	Limites	applicabilité	Validité	Fiabilité-acceptabilité	Exemples d'application
Evaluations contingentes	-S'applique à une large gamme de biens et services environnements. -Permettent la prise en compte de valeurs de non-usage. -Facile à conduire et à comprendre	-Coûteux en temps et en moyens humains et financiers. -Très subjectifs; risque de sous ou surévaluation (influence du revenu sur le résultat)	****	**	**	Voir Aulong et al. (2006) pour une application de la méthode contingente
Prix hédonique	-Permet d'évaluer le coût d'un changement de qualité de l'environnement. -Basée sur des choix réels -Résultats plus robustes	-Ne prend pas en compte la valeur de non-usage -Données pas toujours disponibles -Relativement coûteuse à conduire -Risque de biais lié aux effets de l'inflation	*	***	***	Voir Le Boennec (2013) ; Maslianskaia-Pautrel (2011) pour une application de cette méthode au territoire de l'estuaire de la Loire et aux transports urbains respectivement.
Coûts de déplacement	-Permet l'estimation de la valeur récréative d'un site -Basés sur des choix et situations réelles	-Difficulté de prendre en compte des sites substitués -Nécessite des visiteurs éloignés du site afin de capter le coût réel des motivations -Comptabilise les visites à but multiple. -Influence du revenu sur le résultat.	**	***	***	Voir Deronzier et Terra (2004) pour cette méthode appliquée au Loir.
Coût d'évitement	-Méthode intuitive et facile à comprendre - Donne une capacité d'anticipation et priorité d'action	-Ne prend pas en compte les valeurs de non-usage -incertitude liée aux proxys choisis -Pose des problèmes d'éthique des valeurs monétaires estimées	****	***	**	Voir Rinaudo (2003) pour évaluation des coûts qui seraient évités par la restauration de la qualité de la nappe d'Alsace suite à une pollution par les mines de potasse. Voir Sba-Ecosys-Cedres (2011) pour l'évaluation économique de l'environnement au Burkina Faso et Maradan et al. (2011) pour le secteur particulier des mines d'or.
Source : Auteur						

de l'estimation monétaire de ces impacts environnementaux cumulatifs, il peut y avoir l'effet du coût de l'inaction comme autre facteur qui élève la valeur monétaire cumulative de l'impact estimé. La littérature sur l'évaluation environnementale ([Beaulieu, 2008](#); [Haes et al., 1999](#); [Smit et Spaling, 1995](#); [Sonntag et al., 1988](#)) revient de façon récurrente sur ce défi scientifique sans pour autant parvenir à proposer une manière explicite permettant de quantifier ces impacts cumulatifs.

Les travaux de [Leduc et Raymond \(2000\)](#) posent le cadre général de connaissance des impacts cumulatifs. Ils illustrent leur approche (cf. Figure 4.3) dans le cas d'une accumulation d'impacts environnementaux suite à une multiplication de projets sur un territoire donné. Une analyse dynamique de l'évaluation des impacts environnementaux a été proposée par [Field et al. \(2000\)](#) puis plus tard par [Levine et al. \(2007\)](#) et récemment par [Laratte \(2013\)](#). Leur approche est une extension de l'analyse de cycle de vie du produit décrit et discutée plus haut.

Figure 4.3 – Impacts cumulatifs des activités économiques sur l'environnement



Source : [Leduc et Raymond \(2000, p.166\)](#)

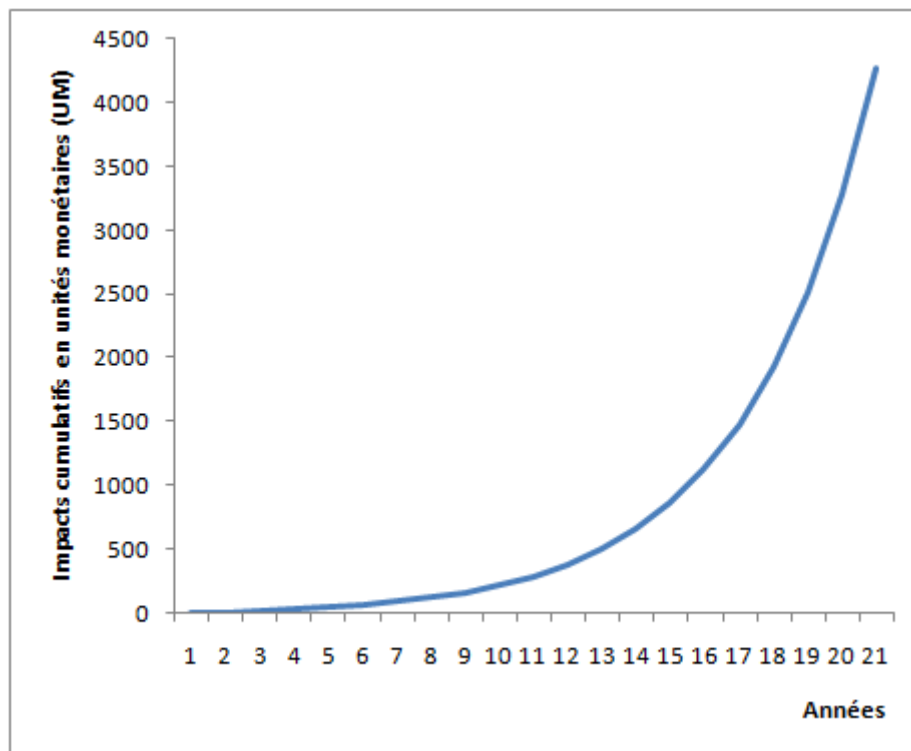
Les deux approches présentent toutefois des limites soit d'ordre théorique, soit d'ordre pratique. La Figure 4.3 met uniquement en évidence une détérioration du capital naturel suite à une multiplication du nombre d'activités anthropiques au cours du temps. Ainsi, lorsque le nombre de projets passe de 1 à 2 puis à 3, la qualité du système se dégrade davantage. C'est *l'effet quantité* des activités polluantes qui a été mis en évidence par [Leduc et Raymond \(2000\)](#). Le modèle de [Leduc et Raymond \(2000\)](#) omet un aspect important des impacts cumulatifs qui est celui des conséquences de ces impacts dans le temps ; c'est-à-dire la persistance des impacts et leur accumulation au cours du

temps¹⁴⁶ indépendamment même de la multiplication des activités qui sont à l'origine de ces impacts négatifs. De plus, les effets des projets polluants peuvent se multiplier plutôt que de s'additionner lorsque les interactions entre impacts forment des boucles d'actions et de rétroactions. La prise en compte de la dimension temporelle des impacts environnementaux est d'autant plus pertinente que les méthodes d'évaluation utilisent la monnaie comme unité de mesure. Non seulement les valeurs physiques des impacts environnementaux peuvent augmenter au fil du temps (aspect pris en compte par [Leduc et Raymond \(2000\)](#)) à cause de l'augmentation constante des activités humaines, mais également les coûts monétaires évoluent dans le temps. Ces deux aspects conjugués font que le coût de l'inaction peut être une fonction cumulative, voire exponentielle dans le temps comme illustrée par la Figure 4.4.

Quant aux approches dynamiques basées sur l'analyse du cycle de vie des produits, notamment celle de [Field *et al.* \(2000\)](#); [Laratte \(2013\)](#), les difficultés résident dans l'application de l'outil. L'analyse de cycle de vie du produit est difficilement conductible à l'échelle d'un pays. En outre, comme l'a fait remarquer [Azapagic \(2004\)](#), eu égard aux nombreux usages des produits à provenances et à destinations le plus souvent méconnues (à cause de l'outsourcing international), il est pratiquement difficile de conduire de manière exhaustive une analyse de cycle de vie de tous les produits dégradant l'environnement. L'indisponibilité de données pour l'ensemble des produits identifiés pour l'analyse constitue une autre limite du point de vue pratique.

146. On estime à 400 ans le temps nécessaire pour qu'un sachet plastique jeté dans la nature se dégrade et disparaisse complètement.

Figure 4.4 – Évolution des impacts environnementaux des activités économiques au cours du temps



Source : Auteur

Le défi scientifique qui se présente à nous est de trouver une forme fonctionnelle qui rend compte de cette réalité, c'est-à-dire qui permette d'estimer de façon quantitative le niveau des impacts cumulés à une période donnée. En effet quelle est la forme mathématique qui permet de rendre compte de cette réalité environnementale ?

On peut raisonnablement formuler trois hypothèses sur la forme fonctionnelle représentative la Figure 4.4. Premièrement, l'évolution croissante des impacts environnementaux est liée à l'expansion continue des activités économiques qui les génèrent. C'est l'effet quantité des impacts environnementaux. Cet effet est mis en évidence dans [Leduc et Raymond \(2000\)](#) et illustré par la Figure 4.3.

Deuxièmement, on a *l'effet temps* des impacts environnementaux. Cela veut dire que les impacts passés exercent un effet aggravant sur les impacts actuels de sorte que leur intégration augmente l'impact total de la période considérée. [Laratte \(2013\)](#) parle d'interactions chimiques des facteurs polluants qui s'amplifient avec le temps. Exemple : une déforestation dans le passé accélère l'érosion des sols dont les causes immédiates peuvent être attribuées à des inondations ou à l'effet éolien. Pourtant, la déforestation y joue un rôle dans cette dégradation des sols par le fait que l'absence du couvert végétal rend les sols plus vulnérables aux aléas climatiques. Donc, indépendamment de nouvelles activités qui généreraient des dommages environnementaux, les impacts

se cumulent au fil du temps. Pour des substances polluantes, les réactions chimiques s'amplifient au cours du temps (Levine *et al.*, 2007). Toutefois, ce facteur aggravant va dépendre en partie de la capacité de résorption du milieu naturel (séquestration du CO₂ par exemple par les forêts). En outre, les actions de remédiation ou de compensation permettent d'atténuer l'effet aggravant des impacts passés dans une proportion donnée. Cet effet va être capté par un coefficient d'aggravation d'impacts. Il est aussi appelé taux d'accumulation nette d'impacts.

Enfin, il y a l'effet lié au *coût de l'inaction*. Les impacts ou dommages étant évalués en termes monétaires, il y a lieu de tenir compte du fait que la monnaie change de valeur dans le temps. En d'autres termes, la prise en compte des impacts passés nécessite une capitalisation des valeurs passées, c'est-à-dire évaluer la valeur actuelle de ce qu'auraient coûté des dépenses de remédiation ou de dépollution dans le passé. Cette capitalisation (voir équation ci-dessous) des impacts permet de se rendre compte de ce que coûte actuellement l'effort d'élimination des impacts passés. La prise en compte de ces trois hypothèses permet de proposer une forme générique d'estimation monétaire des impacts cumulatifs comme suit :

$$I_t = \sum_{t=0}^n \frac{a_t \Delta I_t}{(1+r)^{-t}} = \sum_{t=0}^n a_t \Delta I_t (1+r)^t \quad (4.1)$$

Avec : I_t l'impact cumulatif à la date considérée ;

ΔI_t l'impact imputable aux seules activités de la période t ;

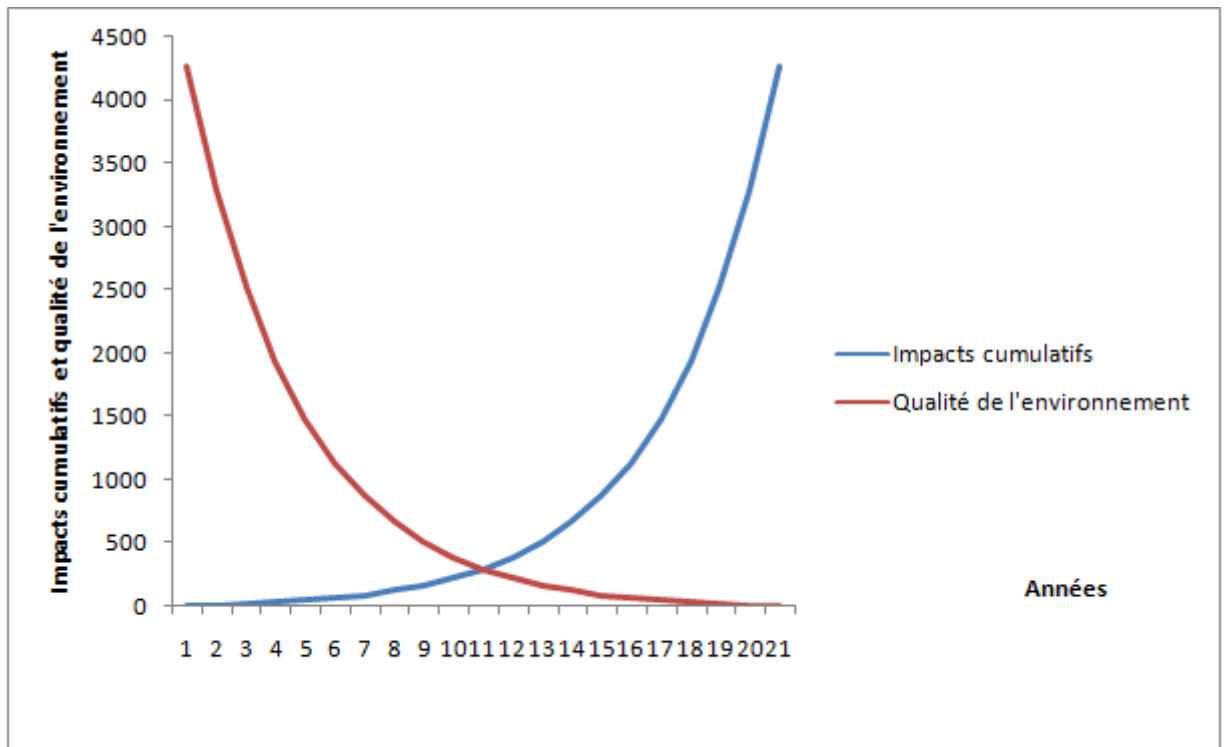
effort de réduction

$a_t = 1 - \frac{\text{de l'impact de l'année } t}{\text{Impact général en } t} = 1 - \frac{\text{réduction} \Delta I_t}{\Delta I_t}$, le taux d'accumulation nette d'impact a_t . Le coefficient d'aggravation des impacts résulte de la différence entre les impacts environnementaux et les mesures d'atténuation de la période concernée. Le coefficient a_t est un multiplicateur d'impact permettant de prendre en compte le caractère aggravant des impacts cumulatifs des années antérieures et leurs conséquences plus graves sur l'environnement, la biodiversité et les populations riveraines. Si aucune action n'est entreprise, l'effort de réduction de l'impact est nul et a_t vaut 1. Les impacts des activités de l'année précédente s'ajoutent intégralement à ceux de l'année en cours et ainsi de suite. A l'opposé, si chaque année les efforts de remédiation sont équivalents aux impacts générés, les a_t valent zéro impliquant donc un niveau d'impact nul pour l'année considérée. r est un taux de capitalisation¹⁴⁷. Il est indexé au niveau du taux d'actualisation dans les investissements publics. En effet, les impacts environnementaux étant évalués en termes monétaires (valeur courante de la monnaie utilisée), il est important de capitaliser les montants des impacts antérieurs. Comme les politiques environnementales relèvent de l'action des pouvoirs publics en premier lieu, il est important d'utiliser des taux d'actualisation des investissements publics.

147. Lorsqu'il s'agit des coûts futurs, r est appelé taux d'actualisation.

Nous considérons les efforts de réduction des dommages environnementaux comme faisant partie des investissements publics. Il est important de remarquer que pour des niveaux cumulatifs des impacts environnementaux, les coûts de l'inaction sont plus importants dans le futur c'est-à-dire à plus long terme puisque la capitalisation de ces coûts dans le futur vaut : $I_t = \sum_{t=0}^n a_t \Delta I_t (1+r)^t$. Or $\lim_{t \rightarrow \infty} (1+r)^t \rightarrow +\infty$ et donc $\lim_{t \rightarrow \infty} \sum_{t=1}^{+\infty} (a_{t-1} + 1) \Delta I_t (1+r)^t \rightarrow +\infty$. Si rien n'est fait, il serait donc beaucoup plus onéreux en termes monétaires voire impossible pour les générations futures de faire face aux impacts environnementaux causés par les actions et activités de leurs prédécesseurs.

Figure 4.5 – Évolution des impacts cumulatifs et qualité de l'environnement



Source : Auteur

Cependant, que se passe-t-il lorsqu'on arrête d'impacter négativement l'environnement et concomitamment, on maintient les mesures de réhabilitation ? Autrement dit, si on arrête les activités et actions à l'origine de la dégradation de l'environnement, ce qui suppose que, couplé à des efforts de réhabilitation ou d'atténuation des impacts déjà occasionnés, les mécanismes autorégulateurs des écosystèmes et de l'environnement (séquestrations des substances nocives par les forêts et sols par exemple) parviendraient-ils à restaurer l'état initial de l'environnement ? A très long terme, on peut s'attendre à ce que les impacts négatifs de l'activité humaine se dissipent ou se stabilise à un niveau constant puisque les impacts étant nuls, la valeur résiduelle des

impacts cumulatifs du passé tend vers une valeur constante à un horizon temporel très lointain. En effet, $\lim_{t \rightarrow \infty} \sum_{t=1}^{+\infty} a_t(1+r)^{-t} = k$, avec k une constante. Un tel retour potentiel à un équilibre stable n'est toutefois envisageable que si les impacts causés par les actions anthropiques n'ont pas encore franchi des seuils irréversibles de la capacité biologique des écosystèmes et de l'environnement à s'autoréguler (voir Figure 4.5). En effet, en superposant les Figure 4.3 et Figure 4.4 de [Leduc et Raymond \(2000\)](#), on obtient la Figure 4.5. La Figure 4.5 indique que l'accumulation des dommages environnementaux entraîne une annulation de la qualité de l'environnement à long terme. En d'autres termes, si rien n'est fait, les activités humaines rendront la vie humaine impossible dans son environnement habituel. La Figure 4.5 est un résultat qui se situe à l'opposé des prédictions de la courbe environnementale de [Kuznets \(1955\)](#) pour qui, le développement économique permet à long terme un assainissement du cadre de vie et de l'environnement global.

L'équation $I_t = \sum_{t=0}^n \frac{a_t \Delta I_t}{(1+r)^{-t}}$ comporte plusieurs inconnues à déterminer notamment la valeur de ΔI_t . A partir des études ponctuelles, c'est-à-dire des études de cas réalisées, on peut raisonnablement supposer qu'à moyens et techniques d'extraction inchangés, les impacts environnementaux liés à l'exploitation minière sont proportionnels à la production du minerai. Cela permet d'utiliser un coefficient d'impact α qui est différent du coefficient d'aggravation d'impacts a_t . Le coefficient d'impact α est défini comme suit : $\alpha = \frac{\text{Valeur monétaire des Impacts}}{\text{production du minerai}}$

On peut dès lors estimer le montant approximatif des impacts ΔI_t pour chaque année considérée. Ainsi, en notant P_t la production de l'activité polluante à la date t , il vient que : $\Delta I_t = \alpha P_t$

De même, on détermine un coefficient d'efforts d'atténuation des impacts défini comme suit : $\beta = \frac{\text{montant des mesures d'atténuation des impacts}}{\text{production du minerai}}$

Sauf indication contraire (ex : disponibilité de données réelles y relatives), on suppose que les mesures au titre des efforts de limitation des impacts sur l'environnement et la société sont également proportionnelles aux productions (mesurées en valeur monétaire) qui les engendrent. Finalement, on peut déterminer la valeur monétaire des impacts cumulatifs des activités humaines sur l'environnement à partir de l'équation $I_t = \sum_{t=0}^n \frac{a_t \Delta I_t}{(1+r)^{-t}}$.

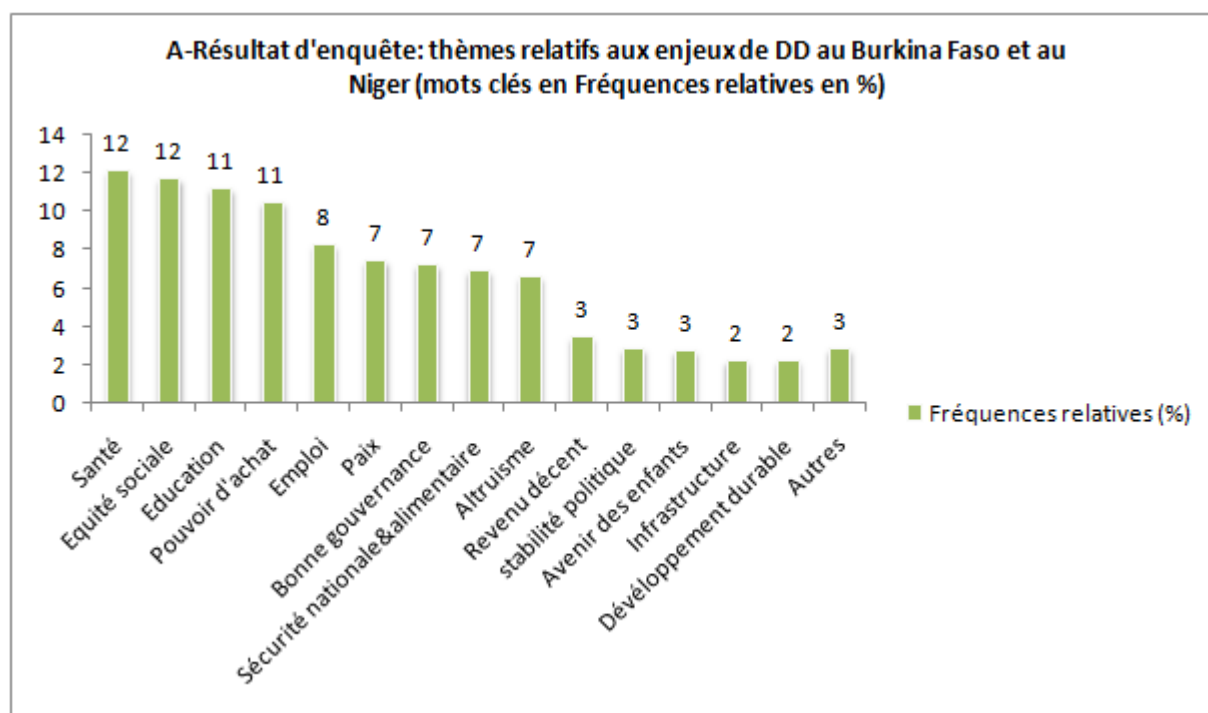
4.3 Recadrage et sélection des indicateurs finaux (Phase 2)

Le recadrage pour la sélection des indicateurs finaux se fait en trois étapes. D'abord, nous faisons une synthèse par mots clés des attentes et préoccupations exprimées par les citoyens burkinabè et nigériens lors de notre enquête de terrain. Cette analyse par thématique nous permet à la fois de déceler des nouveaux enjeux qui émergent à partir

de l'enquête et de valider ou d'exclure certains indicateurs candidats préalablement définis. Ensuite, nous effectuons une analyse de corrélation de l'ensemble des indicateurs retenus. L'analyse de corrélation permet d'évaluer la pertinence des relations qu'entretiennent les variables de départ. Une relation entre deux variables est dite statistiquement significative lorsque leur coefficient de corrélation est supérieur ou égal 0,3. Deux variables sont statistiquement redondantes lorsque leur coefficient de corrélation est supérieur ou égal 0,99. A partir de ces critères, nous éliminons les indicateurs présentant de faibles corrélations c'est-à-dire celles inférieures à 0,3 et nous remplaçons les variables très fortement corrélées par un indicateur équivalent. L'analyse multi-variée doit également permettre de garantir la cohérence interne de sous-indicateurs ; les corrélations entre les sous-indicateurs retenus doivent être suffisamment positives. C'est une condition pour garantir que les indicateurs retenus évoluent dans le même sens. Sinon, les effets des indicateurs se neutralisent (dans le cas d'indicateurs opposés) dans le score composite. Enfin, une analyse en composantes principales permettra de vérifier si les sous-indicateurs par dimension appartiennent statistiquement à chacune des dimensions théoriques auxquelles ils sont rattachés. En définissant les cinq dimensions de l'ISPM comme étant des facteurs pertinents dans l'ACP, tous les sous-indicateurs de chaque dimension devraient présenter des corrélations fortes entre eux et faiblement corrélés aux autres sous-indicateurs des autres dimensions. En d'autres termes, chaque groupe de sous-indicateurs doit appartenir exclusivement à un et un seul facteur pertinent. Si ces conditions ne sont pas respectées, nous procédons à une recomposition des sous-indicateurs par dimension de sorte à disposer de sous-indicateurs représentatifs de chaque dimension.

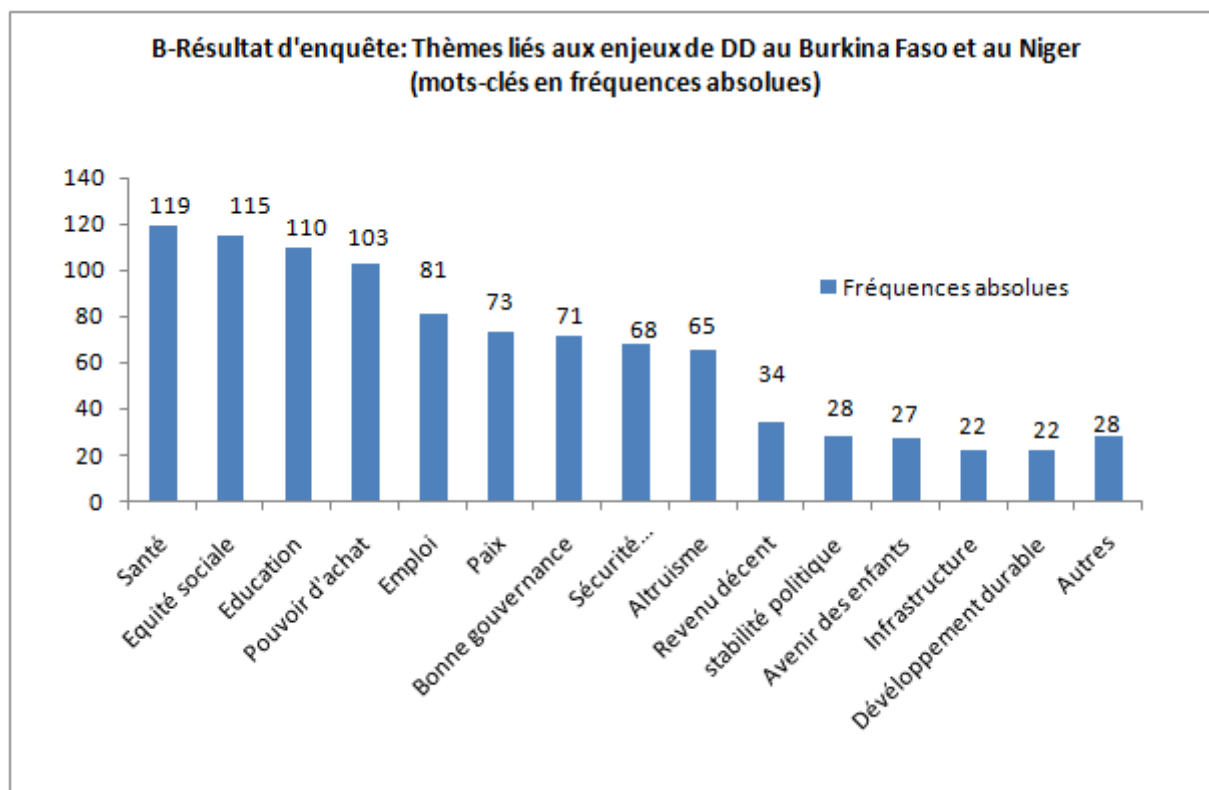
4.3.1 Synthèse des données de l'enquête de terrain

Figure 4.6 – A–Synthèse des résultats d'enquête : thèmes relatifs aux enjeux de DD au Burkina Faso et au Niger (mots-clés en fréquences relatives)



Source : Auteur

Figure 4.7 – B-Synthèse des résultats d'enquête : thèmes relatifs aux enjeux de DD au Burkina Faso et au Niger (mots-clés en fréquences absolues)



Source : Auteur

La Figure 4.6 synthétise les résultats de l'enquête de terrain réalisée auprès de 176 citoyens burkinabè et nigériens. Pour rappel, trois questions principales leur ont été posées.

1. Que vous semble-t-il important pour une vie heureuse dans votre pays ?
2. De quoi avez-vous besoin pour rendre votre vie quotidienne heureuse ?
3. Que souhaiteriez-vous pour vos enfants et petits fils dans l'avenir ?

La première question se rapporte aux questions d'intérêt général au Burkina Faso et au Niger tandis que la question 2 vise à recenser des besoins au plan individuel et personnel. La troisième se projette vers l'avenir en s'interrogeant sur les souhaits formulés à l'intention des générations futures.

Les résultats de la Figure 4.6 sont intéressants pour trois raisons. D'abord, ils indiquent que l'ensemble des répondants ont identifié des thèmes qui peuvent être mesurés par 78% des indicateurs candidats prédéfinis dans la section 4.1.2 du chapitre. En d'autres termes, toutes les personnes interrogées sont unanimes concernant des sujets de développement préalablement identifiés. De façon plus spécifique, les questions liées à la santé, à l'équité sociale (égalité de chance, partage des fruits de la croissance, protection,...), à l'éducation et au pouvoir d'achat (baisse des prix des produits de pre-

nières nécessité, hausse substantielle des salaires,...) ressortent de manière récurrente dans les réponses des enquêtés. L'analyse lexicale montre que le thème « santé » est mentionné 119 fois, celui de « l'équité sociale » et du « pouvoir d'achat », 115 et 103 fois respectivement. Ce résultat indique une certaine cohérence entre les développements théoriques en matière de développement soutenable présentés dans la section 4.1.1 et le vécu et les préoccupations des citoyens. Trois enjeux à savoir disposer d'un revenu décent, la stabilité politique et l'avenir des enfants ont la même importance relative selon nos enquêtes. Ces thèmes représentent chacun 3% des préoccupations soulevées bien qu'en termes absolus, des différences existent (voir Figure 4.6 et Figure 4.7).

Ensuite, l'analyse indique l'émergence de thèmes nouveaux. Il s'agit notamment de la paix qui représente 8% des thèmes recensés, la sécurité nationale (38% des répondants le mentionnent), le fait de disposer d'un revenu décent (19% des répondants le réclament) et l'altruisme. Pour ce dernier thème, 37% des personnes interrogées insistent sur sa pertinence. Pour les citoyens, le terme altruisme renvoie à plusieurs notions pertinentes qui donnent sens à la vie en société. Il s'agit notamment des liens familiaux, du partage, de la solidarité, de l'entraide, du secours, du bon voisinage, de l'amour du prochain, etc. La rubrique « autres » recouvre des notions très variées allant de l'éthique et la morale, la quiétude, la citoyenneté jusqu'à la notion de civisme. Un autre résultat intéressant à constater est que la richesse monétaire n'est que peu prioritaire dans les préoccupations des citoyens contactés puisqu'ils ne sont que 19% qui insistent sur la nécessité de disposer d'un revenu décent alors que 46% des enquêtés mentionnent la nécessité de disposer d'un emploi. Le fait d'être en activité qu'elle soit salariale ou pas serait alors une satisfaction morale déjà et un accomplissement de soi.

Enfin, un autre constat intéressant est le fait que certains enjeux théoriquement pertinents et qui alimentent les débats publics ne ressortent pas ou peu dans les réponses de l'enquête. En effet, les enjeux environnementaux ne représentent que 2% des préoccupations des citoyens interrogés. Les thèmes liés aux ressources minières et à leur exploitation ne ressortent nullement dans les réponses des personnes enquêtées. Deux interprétations sont possibles. La première est de supposer que la majorité des populations du Burkina Faso et du Niger ignorent l'existence de ces ressources minières sur leurs territoires. Ils ne seraient donc pas informés de comment les ressources naturelles de leur pays sont exploitées. La deuxième hypothèse serait que les populations ont l'information sur l'existence de gisements miniers dans leurs pays mais ils ne croient pas que l'exploitation de ces ressources puisse être une des solutions à leurs préoccupations. Leur manque d'intérêt pour ces questions indiquerait également qu'ils subissent (peut-être sans le savoir) de façon passive les éventuels impacts négatifs liés à l'exploitation de ces ressources.

Au regard de ces résultats, trois indicateurs complémentaires nous semblent pertinents à définir. Il s'agit d'un indicateur de pouvoir d'achat des populations, un indicateur de sécurité nationale et un indicateur d'altruisme.

En théorie, la stabilité politique, la bonne gouvernance et la sécurité nationale sont censées garantir la paix dans un pays. Si les questions relatives à la sécurité alimentaire sont prises en compte dans la définition de l'indicateur de développement du monde rural notamment dans son volet agricole et pastoral, l'indicateur représentatif de la sécurité nationale (sécurité des biens et des personnes) reste à définir. Nous retenons l'Indicateur Global de Sécurité Nationale (IGSN) qu'utilisent certaines institutions internationales et ONG comme l'*Economist Intelligence Unit*, *Amnesty International*, etc. L'IGSN regroupe plusieurs variables relatives à la sécurité nationale et la paix. On a entre autres, le niveau de criminalité perçue dans la société, l'équipement et les dépenses militaires, etc. L'ensemble des variables de l'IGSN est reporté dans le Tableau A.6 en annexe. L'IGSN est une moyenne simple des variables individuelles qui ont, au préalable, été transformées en ratio de performance.

Très pertinentes du point de vue théorique, les notions subjectives comme l'altruisme faisant appel à des variables qualitatives, sont difficilement quantifiables. Bien qu'il soit réducteur, nous définissons un Indicateur d'Altruisme et de Solidarité (IAS) comme suit : au niveau de l'Etat, nous mesurons le niveau de solidarité nationale par la part du budget de l'Etat qui alimente le fonds de secours d'urgence, fonds mis en place pour faire face à des événements imprévisibles comme les catastrophes naturelles liées au dérèglement climatique (sécheresse, inondations), les épidémies d'ampleur nationale, les crises alimentaires. Au niveau individuel, un indicateur d'altruisme peut être représenté par la part des transferts migratoires dans les dépenses annuelles des ménages. Finalement, l'Indice d'altruisme et de solidarité est défini comme suit :

$$IAS = \frac{1}{2} \left(\frac{\text{montant du fonds de secours d'urgence}}{\text{Budget total de l'Etat}} + \frac{\text{Transferts migratoires}}{\text{dépenses annuelles des menages}} \right)$$

L'indice de pouvoir d'achat (IPA) est défini comme étant le ratio suivant :

$$IPA = \frac{\text{Évolution revenu menage}}{\text{Évolution Indice des prix à la consommation}}$$

Selon la définition de l'Insee¹⁴⁸, le pouvoir d'achat est ce que l'on peut consommer ou épargner avec son revenu. A cet effet, l'évolution du pouvoir d'achat correspond à la différence entre l'évolution du revenu des ménages (salaires + revenus des indépendants + pensions de retraites + etc. - (cotisations sociales + impôts + taxes d'habitation + etc.)) et celui de l'indice des prix à la consommation. Lorsque dans un pays, l'inflation est stable et que le revenu par habitant augmente sensiblement, on observe une amélioration du pouvoir d'achat.

Pour des raisons de commodité, les valeurs des évolutions respectives des revenus des ménages et de l'indice des prix à la consommation (IPC) sont définies sur un intervalle

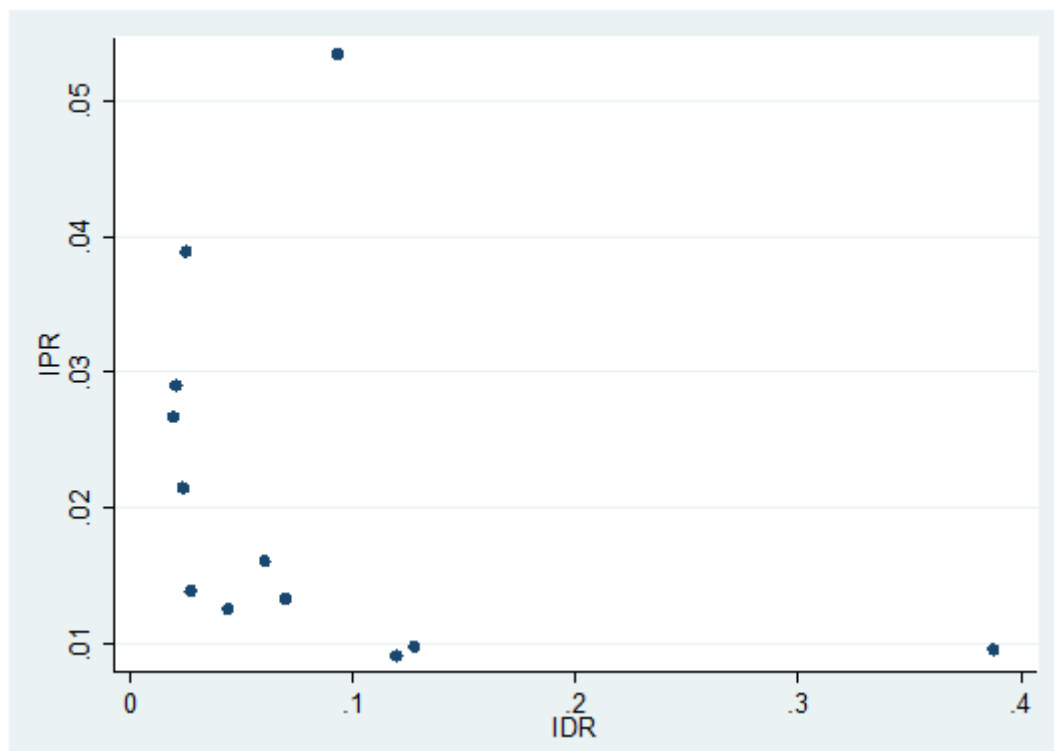
148. <http://www.insee.fr/fr/publications-et-services/default.asp?page=insee-bref/pouvoir-achat-ip/ieb-pouvoir-achat-ip-calcul-pa.htm>

$[0;1]$, 1 étant le niveau de pouvoir d'achat le plus élevé. Une valeur de l'IPA égale à 1 signifie que l'évolution des revenus des ménages est au moins égale à l'augmentation de l'IPC.

4.3.2 Analyse multi-variée des indicateurs candidats

Cette étape vise à s'assurer de la cohérence interne des sous-indicateurs définis à travers l'analyse des corrélations. L'analyse se base sur les données collectées.

Figure 4.8 – Relation entre profitabilité de la ressource minière exploitée et développement rural au Burkina Faso et au Niger de 2010 à 2015

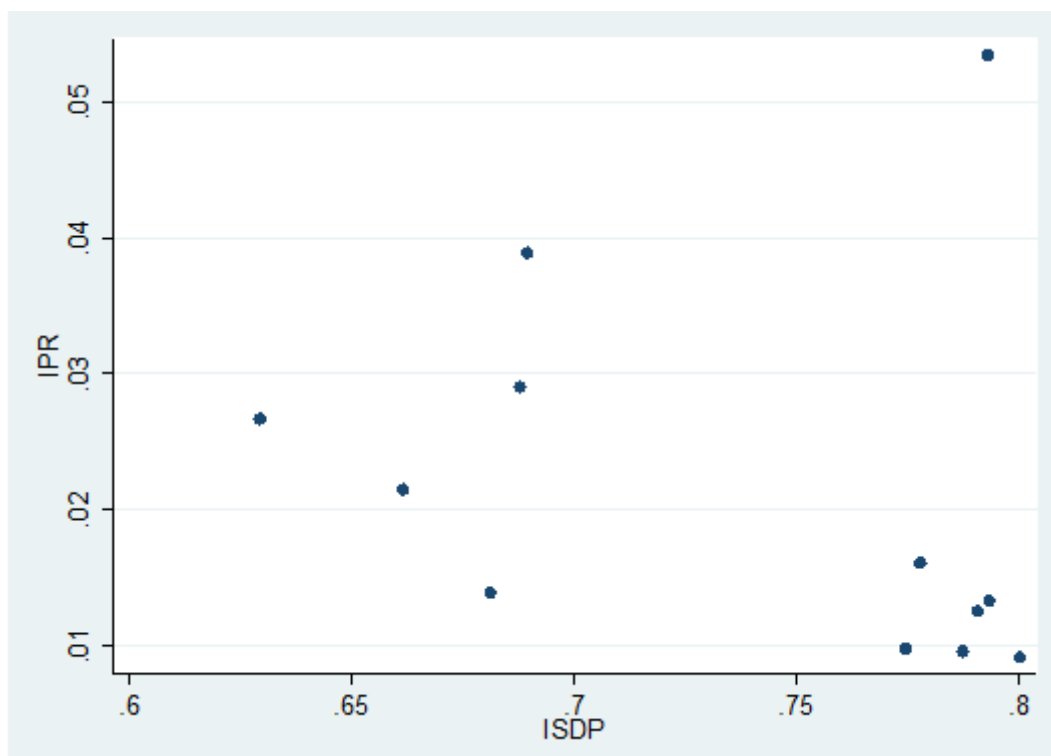


Source : construction de l'auteur à partir de la base de données constituée

Note : les points représentent les données des deux pays pour les indicateurs représentés sur la période de 2010-2015. C'est donc un panel constitué de deux pays et de six périodes.

La Figure 4.8 semble indiquer une relation non linéaire convexe entre le développement rural et l'activité minière, génératrice de profit. Ce premier constat semble confirmer l'antagonisme qui existe entre les activités minières et le secteur rural du fait du conflit d'usage alternatif lié à la ressource terre elle-même. Les deux points extrêmes représentent respectivement la valeur de l'IPR du Burkina Faso en 2010 et la valeur de l>IDR pour le même pays en 2015.

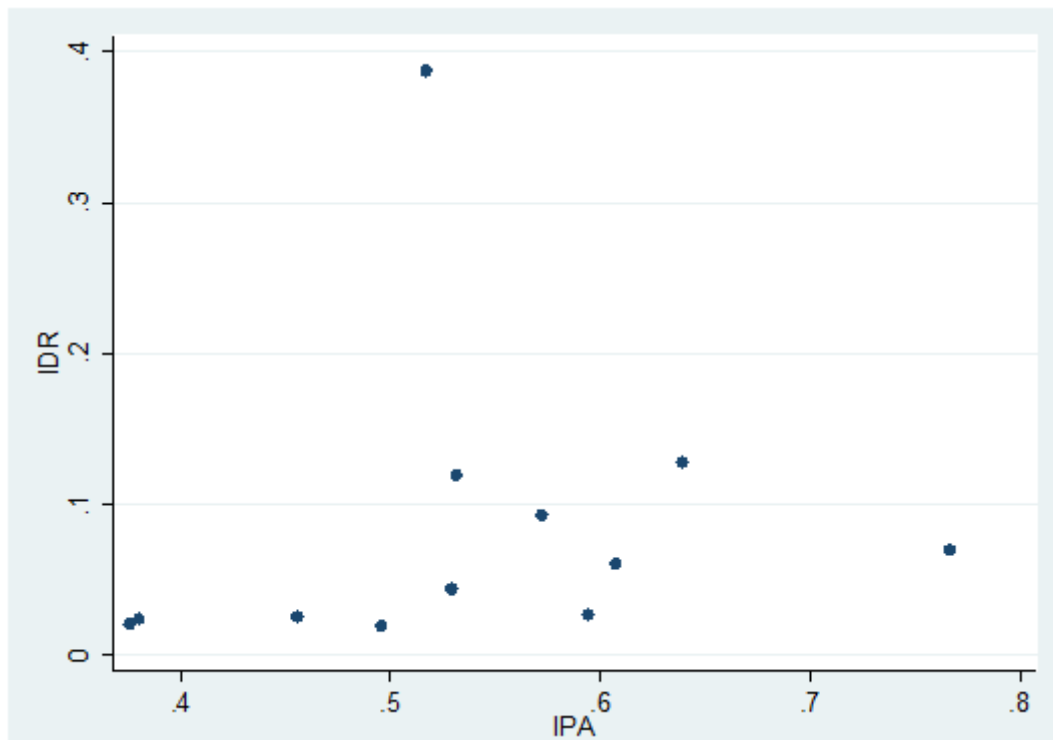
Figure 4.9 – Relation entre rente minière et soutenabilité de la dette publique



La Figure 4.9 fait apparaître deux blocs de nuage de points et un point isolé. Le premier bloc, plus proche de l'origine du graphique, représente les coordonnées des indicateurs ISDP et IPR du Niger et le second bloc, celles du Burkina Faso. Le point isolé provient des valeurs de 2010 (pour l'ISDP) et 2012 (pour l'IPR) du Niger.

A priori, il n'y a aucun lien entre soutenabilité de la dette publique et la profitabilité de la ressource minière exploitée (cf. Figure 4.9) bien qu'en théorie les recettes minières devraient permettre aux États concernés de faire face à leurs engagements d'emprunts ou inversement, les rentes minières escomptées incitent les États à emprunter davantage. Dans ce que certains économistes considèrent comme étant les manifestations de la malédiction de ressources naturelles (Auty, 2001; Busse et Gröning, 2013; Frankel, 2010; Papyrakis et Gerlagh, 2004; Van der Ploeg, 2011), c'est surtout la thèse de l'existence d'une relation positive entre rente minière et dette publique qui est soutenue. Cependant, comme Dialga (2015) l'a indiqué, les critères de solvabilité des dettes publiques souveraines se basent sur la croissance de l'économie réelle plutôt que sur des recettes très volatiles et incertaines comme celles des mines. Le nombre limité d'observations de notre échantillon pourrait également avoir une part d'explication de ce constat apparent.

Figure 4.10 – Lien entre Développement rural et pouvoir d'achat des ménages

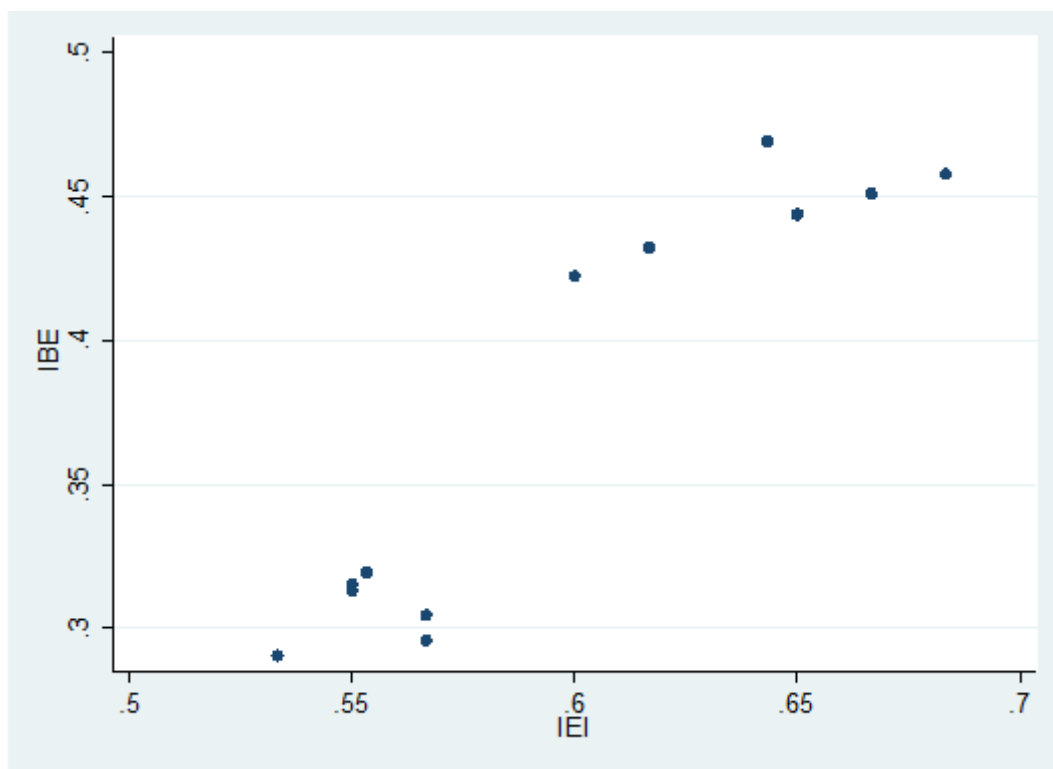


Source : construction de l'auteur à partir de la base de données constituée

A l'inverse, la Figure 4.10 indique que le niveau du pouvoir d'achat des populations du Niger et du Burkina Faso semble être dicté par le secteur rural. Ce résultat est en accord avec les caractéristiques socioéconomiques des pays étudiés dans la mesure où plus de 86% de la population tire son revenu des activités agricoles et pastorales.

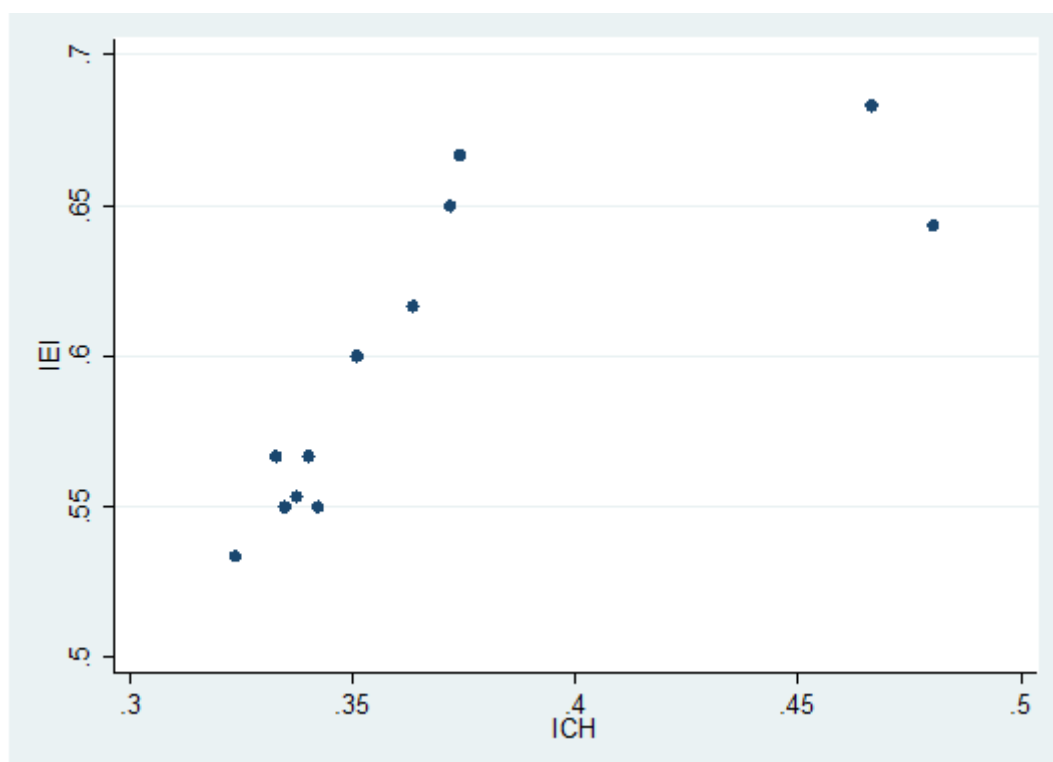
Là encore, il apparaît deux blocs de nuage de points correspondants aux deux pays, le premier bloc appartenant au Niger, et le second au Burkina Faso. Comme le montre la Figure 4.11, le bien-être des enfants et l'équité intra générationnelle sont positivement liés. Cela va de soi dans la mesure où le bien-être des enfants est une mesure spécifique de cette équité entre différentes couches d'une même société.

Figure 4.11 – Relation entre Bien-être des enfants et équité intra générationnelle



Source : construction de l'auteur à partir de la base de données constituée

Figure 4.12 – Relation entre équité intra générationnelle et accès à l'éducation et à la santé (capital humain)



Source : construction de l'auteur à partir de la base de données constituée

Mieux encore, la relation est très forte entre le capital humain c'est-à-dire l'investissement en éducation et en santé (Figure 4.12) et les égalités sociales ; la dernière favorisant la première.

D'une manière générale, les Figure 4.8, Figure 4.9, Figure 4.10, Figure 4.11, et Figure 4.12 indiquent que les relations entre les sous-indicateurs individuels ne sont pas linéaires. Les graphiques font également apparaître des valeurs extrêmes (points isolés sur les figures) dont leur explication n'est pas systématique à ce stade exploratoire des données collectées. Visiblement et dans chacun des cas, les graphiques affichent des tendances non linéaires entre les variables représentées. Lorsque les relations entre les variables sont non linéaires, l'outil d'analyse multi-variée le mieux indiqué est le test de coefficient de rang de Spearman. De plus, lorsque certaines variables sont de type qualitatif comme c'est le cas ici (indice d'absence de corruption, indice d'équité intra générationnelle, indice global de sécurité nationale, etc.), le test des coefficients de corrélation de Spearman fournit des résultats non biaisés.

Algébriquement, le coefficient de Spearman (r_s) est donnée par l'expression simplifiée suivante : $r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n [R(x_i) - R(y_i)]^2}{n(n^2 - 1)}$ avec $R(x_i)$ et $R(y_i)$ les rangs respectifs des variables x et y ; n étant le nombre d'observations.

Tableau 4.4 – Statistiques descriptives : données du Burkina Faso et du Niger

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Dimension économique					
IPR	12	0,021	0,014	0,009	0,053
IDR	12	0,085	0,102	0,019	0,388
ISDP	12	0,739	0,063	0,629	0,8
IPA	12	0,538	0,109	0,375	0,766
Dimension sociale					
IEG	12	0,415	0,162	0,259	0,583
IEI	12	0,598	0,052	0,533	0,683
ICH	12	0,368	0,051	0,323	0,48
IAS	12	0,028	0,007	0,019	0,043
IBE	12	0,376	0,074	0,29	0,469
Dimension environnementale					
ICE	12	0,085	0,063	0,019	0,146
ISR	12	0,601	0,08	0,416	0,673
IEP	12	0,537	0,203	0,266	0,723
Dimension transversale					
IES	12	0,0003	0,000	0,0002	0,0003
IAT	12	0,019	0,006	0,009	0,025
Dimension Gouvernance, Politique et Institutionnelle					
ISPI	12	0,386	0,107	0,2	0,5
ISN	12	0,319	0,099	0,224	0,416
IAC	12	0,363	0,02	0,32	0,38
IGR	12	0,445	0,082	0,3	0,54
IGSN	12	0,461	0,057	0,4	0,6

Source : Auteur

Le Tableau 4.4 indique 12 observations pour chacune des 19 variables avec de très faibles dispersions dans l'ensemble ; la preuve que les variables stocks de développement varient très faiblement d'une année à l'autre. Le nombre d'observations ($n = 12$) étant largement inférieur au nombre de variables total de l'ensemble, une analyse conjointe des 19 sous indicateurs en même temps n'est pas envisageable¹⁴⁹. Nous pouvons ce-

149. En revanche ce nombre insuffisant d'observations par rapport au nombre de variables est une situation particulièrement indiquée pour la conduite du test de sphéricité de Bartlett dans l'étape d'analyse en composante principale pour voir si l'ensemble de nos variables peuvent former un indice

pendant opter pour une analyse en bloc, c'est-à-dire une analyse de corrélation par dimension. Idéalement, il est souhaitable que les sous-indicateurs de chaque dimension soient positivement et fortement corrélés (Krishnan, 2014; OECD et JRC, 2008; Tarrantola et Vertesy, 2012). Il s'agit de s'assurer de la cohérence intra dimensionnelle des sous-indicateurs candidats; le critère étant de retenir les indicateurs qui entretiennent des corrélations positives et statistiquement significatives à l'intérieur d'une même dimension. Toutefois, l'absence de corrélations extrêmes est un critère supplémentaire à la sélection des sous-indicateurs. En effet, lorsque les sous-indicateurs sont parfaitement corrélés ($r_s = 1$) ou totalement indépendants ($r_s = 0$), il est préférable d'exclure les sous-indicateurs qui sont à l'origine de ces coefficients. Dans le cas d'une corrélation parfaite, il s'agit d'exclure les sous-indicateurs redondants qui, du point de vue statistique sont des doublons et n'apportent pas une plus grande amélioration aux résultats de l'indicateur final bien que théoriquement ou conceptuellement ceux-ci peuvent renvoyer à des notions bien différentes. Dans le cas d'indépendance totale des sous-indicateurs, il n'y a pas de sens à regrouper des variables n'entretenant aucune relation entre elles dans un but de construire un indicateur synthétique conformément au cadre théorique d'élaboration d'indices composites qui commande qu'il faut au moins une interrelation entre les sous-indicateurs devant composer le score composite final.

unique pertinent.

Tableau 4.5 – Résultats de test de corrélation des sous-indicateurs (données du Burkina Faso)

Dimension économique					
	IPR	ISDP	IDR	IPA	
IPR	1,000				
ISDP	-0,44	1,000			
IDR	-0,643**	0,741***	1,000		
IPA	-0,405	0,510*	0,608**	1,000	
Dimension sociale					
	IEG	ICH	IAS	IBE	IEI
IEG	1,000				
ICH	-0,633**	1,000			
IAS	0,732***	-0,44	1,000		
IBE	-0,725***	0,944***	0,454	1,000	
IEI	-0,625**	0,870***	-0,505*	0,849***	1,000
Dimension environnementale					
	ICE	ISR	IEP		
ICE	1,000				
ISR	-0,574**	1,000			
IEP	0,776***	-0,530*	1,000		
Dimension transversale					
	IES	IAT	IGR		
IES	1,000				
IAT	-0,288	1,000			
Dimension Gouvernance, Politique et Institutionnelle					
	ISPI	ISN	IAC	IGSN	IGR
ISPI	1,000				
ISN	0,363	1,000			
IAC	0,107	-0,743***	1,000		
IGSN	-0,073	-0,307	0,248	1,000	
IGR	0,205	-0,428	0,732***	0,408	1,000

(*; **; ***) indiquent que les coefficients de corrélation sont significatifs aux seuils respectifs de 10%, 5% et 1%.

Le Tableau 4.5 donne des résultats intéressants en termes de cohérence interne par dimension. Le premier constat est que les sous-indicateurs de la dimension économique sont, d'une manière générale, moyennement corrélés. Les coefficients de Spearman sont

compris entre 0,4 et 0,7. En outre ces coefficients sont pour la plupart statistiquement significatifs. Cela valide la cohérence interne des indicateurs de cette dimension. En effet, la baisse de la dette publique (ce qui correspond à une amélioration de l'indice de soutenabilité de la dette étatique), ainsi que le développement rural vont de pair avec l'amélioration du pouvoir d'achat des ménages. Cependant, certains points de corrélation nécessitent quelques précisions. En effet, bien que statistiquement non significatif, la corrélation négative entre la profitabilité de la rente minière et la soutenabilité de la dette publique est, en première analyse, ambiguë du point de vue de son interprétation. En réalité, l'évolution, en apparence, en sens inverse entre les deux variables doit être interprétée comme un coefficient positif par définition de l'ISDP. Comme l'endettement de l'Etat croît avec l'abondance des ressources naturelles dans le sens de la malédiction de ressources naturelles de [Auty \(2001\)](#), il vient que la partie complémentaire de la dette publique qui est l'indicateur de soutenabilité de la dette publique ($ISDP = 1 - (Dette\ publique / PIB)$) évolue en sens inverse. Et puisque une baisse progressive de l'endettement public est souhaitable du point de vue soutenable, il s'en suit que l'augmentation de sa partie complémentaire, c'est-à-dire l'ISDP doit être positivement apprécié. Finalement, la profitabilité de la rente minière et la soutenabilité évoluent tous dans le sens souhaité. Dit autrement, les deux indicateurs sont positivement liés dans leur interprétation économique.

La corrélation négative, bien que non significative, entre le pouvoir d'achat des ménages et l'exploitation minière tient au renchérissement du coût de la vie occasionné par des rentes de situation liées à l'exploitation des mines dont seule une classe privilégiée en est le véritable bénéficiaire. En effet, sans vouloir établir une relation de cause à effet, le boom minier a par exemple occasionné un renchérissement des prix de l'immobilier (prix de logement, et de parcelles à usage d'habitation) dans les zones à activités minières et même dans les centres urbains à cause des comportements opportunistes de ceux qui bénéficient de ces rentes de situation.

Par contre, la corrélation négative et significative entre exploitation des ressources minières et développement rural rappelle les antagonismes qu'entretiennent ces deux secteurs liés à la fois au conflit d'usage alternatif des terres arables et à l'exode de la population agricole vers les zones minières en exploitation.

L'observation des coefficients de corrélation des indicateurs de la dimension sociale fait ressortir les constats suivants : il y a un antagonisme fort entre équité intra générationnelle et intergénérationnelle. En d'autres termes, la conciliation entre satisfaction des besoins actuels (éducation, santé, bien-être des enfants) et ceux des générations à venir (investissement dans les générations futures : conservation d'une portion de ressources naturelles, préservation de l'environnement) semble être un arbitrage douloureux, du moins pour les deux pays étudiés. La mise en commun de variables statistiquement non conciliables peut paraître inappropriée du point de vue méthodologique mais revêt un grand intérêt du point de vue de l'usage de l'outil construit (indice syn-

thétique) comme instrument de pilotage des actions publiques ; le défi des décideurs publics étant dès lors de parvenir à fédérer ces objectifs inconciliables dans le contexte des pays en développement.

Dans la dimension environnementale, les indicateurs individuels définis sont pertinents au regard des coefficients de corrélation et de leur significativité statistique. Comme discutés dans la dimension économique, les coefficients négatifs entre l'indice de soutenabilité de la ressource et les autres indicateurs individuels de la dimension environnementale ont un sens positif par définition. Pour rappel, la soutenabilité de la ressource est définie comme le stock de ressources non encore extrait par rapport à un stock total de ressources naturelles mis en évidence à l'état actuel des connaissances humaines et de technologie disponible. Il est donc défini comme suit $ISR = 1 - (\text{Ressource extraite} / \text{stock disponible})$. De façon rigoureuse, l'ISR est un indicateur qui met en évidence les marges de manœuvre qui restent au pays au fur et à mesure que l'on extrait la ressource, plus qu'un indicateur de soutenabilité au sens strict. Et comme l'effort de compensation environnementale (ICE) augmente avec l'exploitation de la ressource, le stock de ressources restant qui est le complémentaire de celles extraites évolue en sens inverse ; ce qui expliquerait le signe négatif du coefficient entre l'ISR et ICE. Mais du point de vue de l'analyse de la durabilité, puisque plus le stock restant est important, mieux c'est, c'est-à-dire que la diminution de la pression sur la ressource est souhaitable. En d'autres termes, le coefficient négatif a un sens positif en termes d'analyse de la soutenabilité.

Le même type de raisonnement tient pour le coefficient entre l'indice d'éco-production et la soutenabilité de la ressource. Cette analyse est d'ailleurs beaucoup plus renforcée par la corrélation positive et significative entre l'éco-production et la compensation environnementale, qui, toutes deux sont négativement (du point de vue statistique) reliées à l'indice de soutenabilité de la ressource.

Dans la dimension transversale du développement durable, seule la corrélation entre l'accès à la technologie et l'employabilité du secteur extractif est statistiquement pertinente.

Les indicateurs de la dimension Gouvernance, Politique et Institutionnelle présentent une faible adéquation. En dehors du coefficient de corrélation entre l'indicateur de gouvernance de la ressource et celui d'absence de corruption, les coefficients de corrélation des autres indicateurs de la dimension sont statistiquement non significatifs et difficiles à interpréter. Il est apparu que la corrélation entre la souveraineté nationale (souveraineté sur la ressource et souveraineté monétaire) et l'absence de corruption est statistiquement significative. Cependant, ces deux indicateurs évoluent en sens opposé. Ce résultat est très paradoxal puisqu'il indiquerait qu'un faible niveau de perception de la corruption (une augmentation du score de l'IAC) est associé à une forte dépendance ou de servitude extérieure ! De même, stabilité politique, souveraineté nationale et sécurité nationale évolueraient en sens inverse. Ces coefficients sont également falla-

cieux et sont statistiquement non significatifs. En revanche, le lien positif et significatif entre la gouvernance de la ressource et l'absence de corruption est un résultat tout à fait attendu en ce qu'une gestion saine de l'exploitation de la ressource naturelle évite les risques de corruption ou que l'absence de corruption améliore la gouvernance de la ressource exploitée.

De même, la stabilité politique et institutionnelle va de pair avec l'intégrité nationale (absence de corruption) de même que la sécurité du pays. Autrement dit, l'absence de corruption, la sécurité nationale favorisent des institutions et des régimes politiques plus stables. La littérature académique (Hilson, 2010; Hugon, 2009; Reed *et al.*, 2006) identifient plutôt les relations inverses à ce sujet c'est-à-dire, qu'il est établi une relation de cause à effet entre gouvernance de la ressource et conflits armés d'une part, et entre ces deux variables et la corruption d'autre part.

Faut-il dès lors attribuer ces incohérences statistiques à la médiocrité des données collectées? En tout état de cause, les résultats statistiques, c'est à dire, les résultats de cette étude ponctuelle, et leurs conclusions doivent être interprétés avec précaution.

L'analyse en composantes principales fournira des informations complémentaires à ces statistiques préliminaires. Ces informations sont nécessaires à la validation ou au retrait de certains indicateurs individuels dans la phase d'agrégation de l'indice composite.

4.3.3 Validation des dimensions théoriques du DD : Analyse en Composantes Principales

Il s'agit dans cette étape de vérifier si la structure des données est conforme aux cinq dimensions théoriques du développement durable définies plus haut. L'outil statistique le plus généralement mobilisé est l'Analyse en Composantes Principales (ACP) lorsqu'il s'agit des données métriques. L'ACP est moins indiquée dans la présente étude pour deux raisons principales : la définition de l'ISPM a nécessité le recours à la fois à des variables qualitatives et des variables quantitatives. Le nombre d'observations est relativement faible eu égard au nombre d'indicateurs par dimension. Tous les tests statistiques préalables à une ACP (KMO, MSA, Inter-Item Corrélation, Test de sphéricité de Bartlett et le Cronbach Alpha) rejettent l'application d'une ACP sur nos données. En effet, l'indice KMO proposé par Kaiser (1974) est une mesure permettant d'apprécier l'adéquation globale des données à l'application d'une ACP tandis que la *Measure of Sample Adequacy* (MSA) donne une idée de l'adéquation de chaque variable prise individuellement dans l'échantillon. Pour les deux mesures, une valeur de 0,7 ou plus est requise pour qu'une ACP soit appropriée sachant que ces indices sont compris entre 0 et 1. Le Test de sphéricité de Bartlett lui, vérifie que la matrice de corrélation à partir de laquelle est construite une ACP est significativement différente de la matrice identité, puisque dans ce dernier cas, les variables initiales sont parfaitement indépendantes

si bien qu'une ACP devient inopérante dans ce cas. L'Inter-Item corrélation cherche à vérifier la cohérence interne des variables par dimension de l'indice synthétique. Enfin, l'Alpha de Cronbach indique s'il est pertinent de « compresser » les informations initiales sans trop en perdre. Un Alpha supérieur ou égal à 0,8 est souhaité.

Tout compte fait, il s'agit ici d'un exercice exploratoire dont les résultats doivent être interprétés avec réserve.

Sans tenir compte des statistiques d'appréciation de l'adéquation des données à l'application d'une ACP, le Tableau 4.6 montre que les indicateurs individuels des dimensions économique, environnementale et transversale peuvent être résumés en un indice unique par dimension. En effet, dans les trois dimensions citées, l'ACP a révélé l'existence d'un seul facteur pertinent. Autrement dit, les informations contenues dans les indicateurs initiaux sont restituées par la première composante dans chaque dimension. La première composante explique en effet 52% de la variance totale des indicateurs économiques, 77% des variations des indicateurs environnementaux et 75% dans la dimension transversale. En se référant aux critères de sélection des facteurs pertinents (valeur propre de la composante >1 , contribution individuelle de la composante à l'explication de la variance totale $\geq 10\%$ et cumul des variances expliquées par l'ensemble des facteurs à retenir $\geq 60\%$), la composante de la dimension économique ne satisfait pas l'ensemble des critères puisqu'elle ne restitue que 52%, donc moins que 60% requis, de l'information totale contenue dans les variables initiales. Lorsqu'on retire l'indicateur IPR, qui contribue négativement à l'explication de la variance totale, on améliore la restitution de l'information contenue dans les indicateurs individuels d'environ 20%. Autrement dit, lorsque l'on ne retient que les trois indicateurs ISDP, IDR et IPA, ces indicateurs expliquent 62% de la variation de la variance totale de la composante 1.

En revanche, la dimension sociale et la dimension Gouvernance, Politique et Institutionnelle admettent deux facteurs pertinents indiquant que tous les indicateurs individuels ne se rapportent pas à un seul facteur unique. En effet, la dimension sociale comporte deux facteurs distincts dont le premier regroupe les indicateurs individuels suivants : l'indice d'équité intergénérationnelle (IEG), l'indice d'équité intra générationnelle (IEI) et l'indice du bien-être des enfants. Le deuxième facteur est essentiellement représenté par l'indice d'altruisme et de solidarité (IAS). Leur mise en commun dans une perspective de construire un indice dimensionnel composite nécessite un exercice intermédiaire qui prendrait en compte le poids différencié de chaque indicateur à la variance totale du score composite. Avant de procéder à l'agrégation des indicateurs initiaux de ces deux dimensions, nous utilisons l'approche ACP en vue de produire des pondérations qui tiennent compte de la structure statistique des données.

A l'issue de l'analyse multi-variée, on peut faire la synthèse suivante : l'agrégation des indicateurs initiaux en indices dimensionnels nécessite un compromis entre le cadre conceptuel des indicateurs candidats et leurs propriétés statistiques. En d'autres

Tableau 4.6 – Vérification de la conformité des dimensions de l'ISPM par l'ACP

Analyse en Composantes Principales de la dimension économique : Valeurs propres et variances expliquées								
Obs.	12							
composantes	1							
Rho	0,523							
Composantes	Valeurs propres	variance expliquée	Variance cumulée	IPR	ISDP	IDR	IPA	
Comp 1	2,093	0,523	0,523	-0,427	0,590	0,468	0,501	(loadings)
Comp 2	0,867	0,217	0,741					
Comp 3	0,768	0,192	0,932					
Comp 4	0,267	0,067	1,000					
KMO	0,505							
MSA				0,627	0,512	0,465	0,475	
Cronbach α	0,605							
Analyse en Composantes Principales de la dimension sociale : Valeurs propres et variances expliquées								
Obs.	12							
composantes	2							
Rho	0,955							
Composantes	Valeurs propres	variance expliquée	Variance cumulée	IEG	ICH	IEI	IBE	IAS
Comp 1	3,729	0,746	0,746	-0,457	0,549	0,489	0,499	-0,023
Comp 2	1,047	0,209	0,955	0,221	0,428	-0,119	0,035	0,861
Comp 3	0,159	0,032	0,987					
Comp 4	0,058	0,012	0,998					
Comp 5	0,005	0,002	1,000					
KMO	0,669							
MSA				0,675	0,659	0,763	0,665	0,477
Cronbach α	-8,148							
Analyse en Composantes Principales de la dimension environnementale : Valeurs propres et variances expliquées								
Obs.	12							
composantes	1							
Rho	0,771							
Composantes	Valeurs propres	variance expliquée	Variance cumulée	ICE	ISR	IEP		
Comp 1	2,314	0,771	0,771	0,634	-0,469	0,614		
Comp 2	0,636	0,212	0,984					
Comp 3	0,493	0,016	1,000					
KMO	0,557							
MSA				0,532	0,684	0,539		
Cronbach α	0,697							
Analyse en Composantes Principales la dimension transversale : Valeurs propres et variances expliquées								
Obs.	12							
composantes	1							
Rho	0,752							
Composantes	Valeurs propres	variance expliquée	Variance cumulée			IES	IAT	
Comp 1	2,258	0,752	0,752			-0,521	0,597	
Comp 2	0,741	0,248	1,000					
KMO	0,614							
MSA						0,666	0,63	
Cronbach α	0,247							
Analyse en Composantes Principales de la dimension GPI : Valeurs propres et variances expliquées								
Obs.	12							
composantes	2							
Rho	0,764							
Composantes	Valeurs propres	variance expliquée	Variance cumulée	ISPI	ISN	IAC	IGR	IGSN
Comp 1	2,052	0,557	0,557	0,146	-0,655	0,648	0,445	0,360
Comp 2	1,004	0,222	0,779	0,94	0,116	0,079	0,402	-0,311
Comp3	0,829	0,165	0,945					
Comp4	0,114	0,04	0,985					
Comp5	0,071	0,014	1,000					
KMO	0,487							
MSA				0,181	0,492	0,492		0,46

termes, bien que certains indicateurs candidats soient conceptuellement pertinents, on améliore la qualité des indices dimensionnels, en l'état actuel de nos données, en éliminant certaines variables initiales qui expliquent dans de faibles proportions la variance totale de l'indice dimensionnel. C'est en l'occurrence le cas de l'indice de profitabilité de la ressource extraite dans la dimension économique. Ce choix reste tout de même un exercice délicat dans la mesure où les résultats de l'analyse multi-variée doivent être pris avec réserve. Comme le suggèrent [OECD et JRC \(2008\)](#), les résultats de l'analyse multi-variée sont une étape exploratoire de la structure globale des données. Ces résultats peuvent servir de critère à l'inclusion ou à l'exclusion d'une variable. Mais quelle pertinence accordée aux résultats de l'analyse multi-variée dans un contexte de données lacunaires (nombre d'observations très faible pour une analyse robuste) et incertaines (certaines valeurs sont estimées) ? En somme, les résultats fournis par l'ACP ne sont pas suffisamment pertinents pour nous permettre de valider avec certitude les indicateurs candidats et la structure générale des dimensions identifiées. On ne peut pas non plus en exclure certains ou réorganiser les dimensions par faute de preuve solide. Face à de tels résultats contrastés, on peut raisonnablement adopter une décision intermédiaire qui serait de maintenir en l'état les indicateurs initiaux et les cinq dimensions jugées pertinentes du point de vue théorique. En revanche, on analysera l'indicateur de profitabilité séparément du score composite. Finalement, la matrice d'indicateurs finaux et leurs dimensions respectives sont résumées dans le Tableau 4.7. Les détails sur les indicateurs retenus, les variables initiales et les sources mobilisées sont donnés dans le Tableau A.6 en annexe.

Tableau 4.7 – Récapitulatif des indicateurs finaux par dimension et indices dimensionnels associés

Dimension	Indicateurs individuels	Indice dimensionnel
Economique	Indicateur de soutenabilité de la dette publique	Indice économique
	Indicateur du développement rural	
	Indicateur du pouvoir d'achat	
Sociale	Indicateur d'équité intergénérationnelle	Indice social
	Indicateur du capital humain	
	Indicateur d'altruisme et de solidarité	
	Indicateur de bien-être des enfants	
	Indicateur d'équité intra générationnelle	
Environnementale	Indicateur de compensation environnementale	Indice environnemental
	Indicateur de soutenabilité des ressources extractives	
	Indicateur d'éco-production	
Transversale	Indicateur d'employabilité du secteur minier	Indice transversal
	Indicateur d'accès à la technologie	
Gouvernance, Politique et Institutionnelle	Indicateur de stabilité politique et institutionnelle	Indice GPI
	Indicateur de souveraineté nationale	
	Indicateur d'absence de corruption	
	Indicateur global de sécurité nationale	
	Indicateur de gouvernance des ressources naturelles	
Indicateur isolé	Indicateur de profitabilité des ressources minières extraites	Indice de profitabilité des ressources extractives

Source : Auteur

4.4 Normalisation, Pondération et Agrégation de l'indice ISPM

Après l'étape de validation empirique des indicateurs individuels, la prochaine étape décisive dans l'élaboration d'un IC est le choix de méthodes de pondérations et d'agrégation des indicateurs individuels. Mais avant cela, il importe de préciser à nouveau la méthode adoptée pour la normalisation des indicateurs.

4.4.1 Normalisation

Comme développée dans le chapitre 3 de la thèse, la normalisation vise à unifier les unités de mesure des indicateurs de base. Pour l'ISPM, cette étape obligatoire est surmontée. En effet, les indicateurs de base, résumés dans le Tableau 4.7, sont neutres en unités de mesure par définition. Autrement dit, tous les indicateurs retenus sont des ratios de performance définis par $SI = \frac{V_{ij}}{V_{maxj}}$ avec SI la valeur normalisée du sous-indicateur, V_{ij} la valeur initiale de la variable i pour l'entité j et V_{max} la valeur maximale atteinte par la variable j au moment de l'étude. Notons que cette valeur V_{maxj} peut être une valeur objective ou normative fixée indépendamment des données de l'étude. Dans ce cas V_{maxj} est l'objectif cible à atteindre. Une telle méthode de normalisation élimine les différentes unités de mesure. En outre, la méthode de normalisation par le *scale-ratio* a l'avantage de présenter une interprétation simple des indicateurs individuels. Les valeurs des indicateurs normalisés sont comprises dans l'intervalle $[0; 1]$. Ces valeurs positives autorisent une compatibilité avec certaines méthodes d'agrégation notamment la méthode géométrique. En termes d'interprétation, $100(1 - SI)\%$ indique le pourcentage de l'effort restant à fournir pour atteindre la situation jugée meilleure, c'est-à-dire la performance manquante pour être au point V_{maxj} . Bien que présentant des mérites, on peut néanmoins toujours discuter de la sensibilité des résultats vis-à-vis de la méthode de normalisation adoptée. Une redéfinition des indicateurs de base par la méthode min-max ou sur la base d'une valeur de référence modifie-t-elle les résultats ? Dans le cas des deux pays étudiés, les variations des scores des indicateurs individuels suite à un changement de méthode de normalisation sont faibles. Nous avons constaté une variation négative de 0, 6% sur les données du Burkina Faso et 1, 6% sur les données du Niger lorsqu'on passe de la méthode de normalisation *scale-ratio* à la méthode min-max. Ces questions peuvent être discutées de manière approfondie dans la section 4.5 consacrée à l'analyse de sensibilité et de robustesse de l'indice composite.

4.4.2 Pondération

La question de la pondération des indicateurs individuels est délicate car attribuer des poids à des indicateurs ou aux dimensions du DD s'apparente à un jugement

de valeur. Comment légitimer des poids associés aux indicateurs dans une démarche scientifique ? Dans la littérature spécifique aux indices composites, plusieurs approches existent ¹⁵⁰.

La plus simple mais la plus arbitraire consiste à associer des poids égaux à tous les indicateurs individuels ou aux principales dimensions de l'IC. Cette option, comme nous allons le voir dans les étapes d'agrégation et d'analyse de robustesse, bien que transparente, a des conséquences sur le choix de la méthode d'agrégation. Le choix d'une pondération égale suppose que les éléments considérés sont d'importance égale. Des pondérations égales traduisent dans une certaine mesure une constance du taux de substitution des indicateurs individuels.

D'autres méthodes plus élaborées sont la pondération par l'analyse en composantes principales (ACP). L'ACP permet de générer des poids qui reflètent la structure des données statistiques. Les poids rendent compte des variations des variables initiales qui participent à l'explication de la variance totale de l'indice synthétique. Parmi les méthodes statistiques, on a également la méthode dite de *Benefit Of the Doubt* (BOD). Elle génère des poids conjoints en fonction des priorités d'actions ou en fonction des orientations politiques du pays ; les meilleurs efforts sont les plus récompensés, c'est-à-dire les meilleures performances se voient attribuer des poids élevés.

Une autre manière d'associer des poids aux indicateurs individuels est la méthode dite de *Budget Allocation Process* (BAP). La méthode BAP consiste à recueillir des avis de différents acteurs (experts des domaines respectifs, société civile organisée (ONG), décideurs publics par l'intermédiaire de leurs structures techniques, les acteurs privés (chambre de commerce et d'industrie, chambre de mines...)) sur la question étudiée. C'est cette dernière approche que nous avons retenue dans la présente thèse. C'est une démarche délicate, contraignante, coûteuse mais payante. La principale motivation pour adopter cette méthode BAP est le souci de donner une certaine légitimité à la fois scientifique et professionnelle à l'outil qui va en résulter. La démarche vise également à garantir l'acceptabilité locale de l'outil d'aide à la décision parce que nous souscrivons à l'idée que « *le développement durable est un problème de choix social qui peut être l'objet de délibération et de débat raisonné mais pas d'une solution « rationnelle »* » (O'Connor, 2006) et donc l'outil visant à mesurer ou à évaluer les réalisations de ce concept doit également être soumis au débat raisonné. Cependant, nous sommes conscients des limites méthodologiques inhérentes à une telle approche. Comment faire converger des points de vue d'acteurs aux intérêts divergents ? Comment les faire dialoguer en vue d'aboutir à un compromis consensuel ? Comment assurer la cohérence des acteurs dans leur appréciation ? Comment objectiver les résultats issus d'une telle démarche participative ? Nous sommes bien loin d'avoir épuisé toutes ces questions, certaines d'entre elles vont être discutées dans les sections qui suivent. Bien

150. Se référer au chapitre 3 de la thèse pour une description détaillée des différentes méthodes de pondération.

que l'agrégation des points de vue individuels ne conduise pas forcément à une solution optimale et consensuelle, elle s'approche néanmoins de ce qu'on peut qualifier de second best, celle de l'intérêt général. A défaut de réussir à faire dialoguer les différentes parties prenantes, le recours à des valeurs communes ou à des textes normatifs (textes législatifs) devient une alternative acceptable. Par exemple, il est légitime que l'usage de certains produits toxiques nuisibles à l'environnement et aux espèces vivantes y compris la race humaine soit prohibé bien que certains acteurs économiques y font recours. Il en est de même pour certaines pratiques immorales : la prostitution, vecteur de certaines maladies, le travail précoce des enfants, sont rejetés, parfois interdits en droit moderne et coutumier bien qu'ils soient des pratiques courantes.

La question de la cohérence dans l'appréciation des thèmes soumis aux différents acteurs peut être vérifiée à travers le calcul d'un indice de cohérence d'appréciation.¹⁵¹ L'objectivation des résultats de la méthode BAP quant à elle peut être possible par une analyse de sensibilité de l'indice synthétique en adoptant d'autres méthodes de pondération. Elle permet d'évaluer les différences d'écarts entre l'approche retenue et les méthodes statistiques de pondération quoique la qualité de nos données ne permette pas une garantie en termes de résultats robustes. C'est l'objet de la section 4.5.

Tableau 4.8 – Synthèse de la pondération par la méthode BAP

	Education santé	Stabilité politique gouvernance	Répartition fruits de la croissance	Besoins actuels	besoins futurs (avenir des enfants)	Environnement Gestion durable des mines	Développement rural	condition de vie des enfants	Emploi
Obs.	164	164	164	164	164	164	164	164	164
Min	0,026	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,022	0,022
Moyenne	0,126	0,119	0,104	0,09	0,119	0,100	0,106	0,118	0,118
Médiane	0,126	0,119	0,104	0,09	0,119	0,100	0,106	0,118	0,118
Mode	0,200	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111
Max	0,237	0,209	0,209	0,250	0,222	0,210	0,179	0,231	0,205
Ecart type	0,227	0,035	0,036	0,038	0,040	0,027	0,040	0,033	0,030

Source : Auteur. Résultats de pondération obtenus par construction à partir des données de l'enquête terrain

Le Tableau 4.8 montre que les thèmes de développement durable soumis à l'appréciation des acteurs (citoyens, pouvoirs publics centraux et locaux, spécialistes des thèmes sus indiqués, sociétés minières et société civile organisée) peuvent être catégorisés en deux groupes. Ils estiment que « la santé et l'éducation », « la stabilité politique et la qualité des institutions », « l'avenir des enfants », « leurs conditions de vie » actuelle et « l'emploi » ont presque la même importance à leurs yeux. La moyenne des poids attribués est de 0,12 avec une appréciation légèrement plus élevée pour le thème « éducation et santé ». L'« équité » dans la répartition des fruits de la croissance, la « satisfaction des besoins actuels », l'« environnement et la gestion durable des mines » et le « développement rural » appartiennent au deuxième groupe d'enjeux. Les participants ont, en moyenne, attribué un poids de 0,10 ; soit deux points de pourcentage en moins que l'importance accordée aux thèmes de la première catégorie d'enjeux de

151. $I = x \frac{w_j}{w_{j'}}$ avec x le rapport entre des montants du budget alloués aux sous-indicateurs SI_j et $SI_{j'}$; w_j et $w_{j'}$ étant les poids relatifs des sous indicateurs SI_j et $SI_{j'}$ obtenus à partir de l'allocation du Budget X . Critère de décision : $I \leq 10 \Rightarrow$ jugement de l'acteur (celui qui répartit le budget) cohérent. Sinon, il y a autant de chance que le jugement soit aléatoire.

DD. Les statistiques de dispersion indiquent une appréciation homogène par l'ensemble des acteurs : l'écart type est de l'ordre de 3%, la médiane se confond parfaitement à la moyenne et la valeur modale confirme la catégorisation par les parties prenantes des thèmes soumis en groupes, c'est-à-dire que le mode sépare la distribution des réponses relatives aux thèmes en deux catégories distinctes. Les valeurs extrêmes (min et max) peuvent être interprétées comme des pondérations spécifiques. Elles résultent des appréciations différenciées des groupes d'experts en fonction de leurs connaissances profondes ou relatives des questions qui leur sont soumises (voir Tableau A.5 en annexe). A titre illustratif, les spécialistes de l'environnement ont eu tendance à surestimer l'importance de ce pilier tandis que les éducateurs sociaux ont beaucoup pesé pour le thème « Education et santé ». Les pondérations nulles peuvent témoigner de la non compréhension de la question posée ou de la méconnaissance même des enjeux soulevés par le thème soumis à leur appréciation. Par exemple, le thème « partage des fruits de la croissance » a été compris différemment par les enquêtés. En conséquence, il a été mal noté par un certain nombre d'enquêtés. A l'issue de l'analyse lexicale, il s'est avéré que certains ont mal noté ce thème parce que pour eux les fruits de la croissance ne devraient pas être distribués directement aux individus (le terme partage a été compris au sens propre du terme) mais plutôt affectés à la réalisation d'œuvres et d'infrastructures publics et collectifs. Pour d'autres, plutôt que de parler de répartition équitable des fruits de la croissance, il convient de poser le problème sous la forme de répartition des fruits de la croissance au prorata de l'effort de chaque citoyen à la création de cette richesse. Pour une troisième catégorie de répondants, l'équité dans la répartition des fruits de la croissance ne mérite pas d'être posée. Pour ces derniers, dans des économies de type libéral, il est tout à fait justifié que ceux qui fournissent plus d'effort soient plus riches que les autres, fussent-ils une minorité. Toutes ces différentes manières de concevoir la notion du partage et de l'équité sociale ont justifié des appréciations différentes de la part des personnes sollicitées, appréciations parfois extrêmes. Le même constat peut être fait, lorsque nous analysons les réponses des enquêtés thème par thème. Dès lors, il importe de considérer les poids résultant de la méthode BAP comme des coefficients d'importance parce qu'émanant des avis des différents acteurs concernés par les questions de développement soutenable dans les pays étudiés.

Afin d'objectiver les résultats de la méthode BAP, nous procédons à une analyse de cohérence des appréciations. Il s'agit de vérifier si les notations des participants suivent une logique cohérente ou non. Pour ce faire, nous avons besoin de construire deux indicateurs d'appréciation de la cohérence à savoir un indice de cohérence et un ratio de cohérence. Les étapes de leur élaboration sont décrites progressivement comme suit :

Étape 1 : Construction d'une matrice de comparaisons binaires à partir des résultats de la méthode BAP.

A partir de la moyenne des budgets ¹⁵² alloués à chaque thème par l'ensemble des 164 ¹⁵³ répondants, nous construisons une matrice de comparaison des thèmes pris deux à deux. Le Tableau 4.9 donne cette matrice avec des valeurs non normalisées.

Tableau 4.9 – Matrice de comparaisons binaires à partir des résultats de la méthode BAP

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Valeurs initiales BAP
Education & santé	1,000	1,143	1,333	1,6	1,000	1,333	1,333	1,000	1,000	8
Stabilité politique et gouvernance	0,875	1,000	1,167	1,400	0,875	1,167	1,167	0,875	0,875	7
répartition fruits de la croissance	0,750	0,857	1,000	1,200	0,75	1,000	1,000	0,75	0,75	6
besoins actuels	0,625	0,714	0,833	1,000	0,625	0,833	0,833	0,625	0,625	5
besoins futurs (avenir enfants)	1,000	1,143	1,333	1,600	1,000	1,333	1,333	1,000	1,000	8
Environnement & Gestion	0,75	0,857	1,000	1,200	0,750	1,000	1,000	0,75	0,75	6
durable des mines										
Développement rural	0,75	0,857	1,000	1,2	0,75	1,000	1,000	0,750	0,750	6
condition de	1,000	1,143	1,333	1,600	1,000	1,333	1,333	1,000	1,000	8
vie des enfants										
Emploi	1,000	1,143	1,333	1,600	1,000	1,333	1,333	1,000	1,000	8
Somme colonne	7,750	8,857	10,333	12,400	7,750	10,330	10,333	7,750	7,750	

Lecture des résultats du tableau : la ligne 2 par exemple donne les rapports des budgets alloués au thème correspondant sur le budget de l'éducation et la santé.

Source : Construction de l'auteur

Explication des valeurs du Tableau 4.9

Afin de ne pas trop étoffer le tableau, nous avons reporté les intitulés des thèmes en ligne et leurs numéros respectifs en colonne.

Remarque sur les numéros utilisés dans l'explication du tableau

La numérotation inclut les lignes et les colonnes portant les intitulés et leurs numéros respectifs. Ainsi, la colonne 1 du tableau est celle où sont reportés les intitulés des thèmes et la ligne 1 du tableau est celle où sont reportés les numéros correspondant aux thèmes.

La dernière colonne du tableau reprend les valeurs initiales (sans normalisation) du budget alloué à chaque thème par les 164 enquêtés. La colonne 2 donne le budget relatif de chaque thème comparativement au budget alloué au premier thème. Ainsi, on dira que la stabilité politique et la bonne gouvernance sont jugées 7/8 fois important que l'éducation et la santé. L'emploi est d'une importance égale que la santé et l'éducation, de même que la satisfaction des besoins actuels et les conditions de vie des enfants

152. Rappelons que dans la méthode Budget Allocation Process, le terme « budget » fait allusion à un montant fictif (10, 100 ou x) quelconque que l'on demande aux enquêtés de répartir entre les thèmes selon le jugement qu'ils font de ces thèmes. Il ne s'agit pas de budgets « réels » des pays étudiés.

153. Parmi les 176 enquêtés au départ, 164 ont accepté participer à cet exercice.

(8/8). Les valeurs des autres colonnes expriment l'importance relative des thèmes pris deux à deux. Ainsi, la valeur **1,400** dans la colonne 5, ligne 3 provient du rapport entre la note affectée au thème « Stabilité politique et gouvernance » et « besoins actuels », soit le ratio 7/5. De même, la valeur 1,143 est le rapport entre la note 8 attribuée au thème « condition de vie des enfants » et la note 7 attribuée au thème « Stabilité politique et gouvernance », soit le rapport 8/7.

Étape 2 : Normalisation de la matrice de comparaisons binaires

Afin de faciliter la lecture et les analyses, le Tableau 4.9 a été normalisé en divisant chaque valeur du tableau par le total de la colonne correspondante.

Étape 3 : Détermination des poids de chaque thème.

A partir de la matrice normalisée, on calcule la somme de chaque ligne de la matrice. Le poids relatif associé à chaque thème est obtenu en divisant la somme de chaque ligne calculée par le nombre de thèmes (dans notre cas il s'agit de 9 thèmes) soumis à l'appréciation.

Étape 4 : Calcul de l'indice de cohérence et du ratio de cohérence.

Il faut reconsidérer la matrice de comparaisons binaires non normalisée (Tableau 4.9). Ensuite, on multiplie les valeurs de chaque colonne par le poids du thème correspondant à la colonne. Exemple : tous les éléments de la colonne 2 du Tableau 4.9 sont à multiplier par le poids relatif du thème « éducation et santé », poids calculé à l'étape 3 ; ceux de l'avant dernière colonne par le poids du thème « emploi ». On calcule la somme de chaque ligne de la nouvelle matrice. On divise la somme de chaque ligne par le poids du thème correspondant à la ligne. On obtient une valeur de la cohérence de chaque ligne (cohérence individuelle). La cohérence moyenne est obtenue en divisant le total des valeurs individuelles par le nombre de thèmes soumis à l'appréciation, c'est-à-dire 9 dans notre cas. L'indice de cohérence est enfin obtenu en calculant le quotient suivant : $I = \frac{\text{Cohérence moyenne} - n}{n - 1}$ avec n , le nombre de thèmes ou indicateurs soumis au jugement. Le ratio de cohérence est le rapport entre l'indice de cohérence obtenu et une valeur de cohérence aléatoire fournie par la table de Saaty (1987).

Le Tableau 4.10 donne une synthèse des poids générés à partir de la méthode de comparaisons binaires. Globalement il n'y a pas de différences significatives entre les poids résultant de cette méthode et ceux de la méthode BAP d'autant que les valeurs initiales de la méthode de comparaisons binaires proviennent des résultats de l'allocation budgétaire. Néanmoins, cet exercice permet d'objectiver les pondérations résultant des appréciations subjectives dans la mesure où l'indice de cohérence et le ratio de cohérence sont nuls témoignant que les notes attribuées aux différents thèmes ne sont pas le fruit d'un hasard. En d'autres termes, la valeur de ces indicateurs nous informe qu'il y a une cohérence parfaite des budgets alloués à chaque thème par les enquêtés

Tableau 4.10 – Pondérations à partir de la méthode de comparaisons binaires

Thèmes	Poids		Ecart en %
	Pairwise	BAP	
Education& santé	0,129	0,126	0,3
Stabilité politique et gouvernance	0,113	0,119	-0,6
répartition fruits de la croissance	0,097	0,104	-0,8
besoins actuels	0,081	0,09	-1,0
besoins futurs (avenir enfants)	0,129	0,119	1,0
Environnement & Gestion durable des mines	0,097	0,100	-0,3
Développement rural	0,097	0,106	-0,9
condition de vie des enfants	0,129	0,118	1,1
Emploi	0,129	0,118	1,1
Ecart moyen	0,000		
Indice de cohérence	0,000		
Ratio de cohérence	0,000		

en moyenne. En moyenne, les questions d'éducation, de santé, d'emploi, d'avenir des enfants de même que leurs conditions de vie actuelle sont d'importance égale et sont de priorité d'ordre 1. Les autres questions du développement sont relativement moins importantes et de priorité secondaire.

En somme, le principal constat qui se dégage de l'analyse des pondérations par les enquêtés est que les thèmes qui leur sont soumis sont d'importances différentes. La méthode de pondération égale n'est donc pas adaptée pour l'agrégation de l'indice composite.

Tableau 4.11 – Pondération par dimension à partir du Tableau 4.8

Dimension	Indicateurs individuels	Poids	Indice dimensionnel	Poids
Economique	Indicateur de soutenabilité de la dette publique	0,061	Indice économique	0,172
	Indicateur du développement rural	0,054		
	Indicateur du pouvoir d'achat	0,057		
Sociale	Indicateur d'équité intergénérationnelle	0,054	Indice social	0,269
	Indicateur du capital humain	0,065		
	Indicateur d'altruisme et de solidarité	0,036		
	Indicateur de bien-être des enfants	0,061		
	Indicateur d'équité intra générationnelle	0,054		
Environnementale	Indicateur de compensation environnementale	0,051	Indice environnemental	0,154
	Indicateur de soutenabilité des ressources extractives	0,051		
	Indicateur d'éco-production	0,051		
Transversale	Indicateur d'employabilité du secteur minier	0,061	Indice transversal	0,159
	Indicateur d'accès à la technologie	0,047		
Gouvernance, Politique et Institutionnelle	Indicateur de gouvernance des ressources naturelles	0,051	Indice GPI	0,245
	Indicateur de stabilité politique et institutionnelle	0,061		
	Indicateur de souveraineté nationale	0,061		
	Indicateur d'absence de corruption	0,061		
	Indicateur global de sécurité national	0,061		
Indicateur isolé	Indicateur de profitabilité des ressources minières extraites		Indice de profitabilité des ressources extractives	

Source : Auteur

Les pondérations reportées dans le Tableau 4.8 ont été reconstruites afin de prendre en compte l'introduction de nouveaux indicateurs qui ont émergé de l'analyse lexicale des éléments de réponses de l'enquête. Evidemment les thèmes que traduisent ces nouveaux indicateurs ne faisaient pas partie de ceux soumis à la pondération. Les poids

des nouveaux indicateurs sont directement déduits des pourcentages relatifs des répondants qui ont indiqué la pertinence d'intégrer ces thèmes nouveaux dans l'analyse (voir Figure 4.6). Les poids sont ensuite calculés pour chaque dimension de l'ISPM en fonction du poids associé à chaque indicateur individuel et du nombre d'indicateurs individuels composant chaque dimension de l'ISPM. En d'autres termes, le poids de chaque dimension ou pilier de l'indice composite est la moyenne des poids des indicateurs individuels de chaque dimension de l'IC. La somme des poids de toutes les dimensions est normalisée à l'unité.

4.4.3 Agrégation

La notion d'agrégation dans le domaine des indices synthétiques est une opération qui vise à condenser les informations contenues dans les indicateurs individuels afin d'obtenir un chiffre unique. L'agrégation est une étape aussi délicate que les autres car il existe plusieurs méthodes, chacune d'elles conduisant à des scores plus ou moins différents. La question cruciale qui s'adresse dès lors au chercheur est la suivante : quelle méthode d'agrégation choisir en l'absence de tout cadre méthodologique standard (cf. [Dialga et Le, 2017](#)) ou plus précisément comment choisir la bonne méthode d'agrégation ?

Avant de décrire les différentes méthodes d'agrégation des IC qui existent, nous rappelons, par une illustration schématique, le cadre théorique (qui reflète notre vision du développement durable fondé sur l'exploitation des ressources naturelles épuisables, notamment les ressources minières) de l'ISPM. Ce cadre nous aidera à faire un choix optimal de la méthode d'agrégation de l'indice, ne serait ce que du point de vue théorique.

Comme l'illustre la Figure 4.13, une parfaite substituabilité peut être admise entre le capital naturel notamment les ressources naturelles épuisables et les autres types de capitaux, au regard de la nature de la ressource en étude (les mines). Cette substituabilité est cependant à sens unique puisque, une fois le stock du capital naturel épuisé, il n'est pas possible de le reconstituer. Le cadre théorique soutenant cette vision est celui d'[Hartwick \(1977\)](#) qui autorise la détérioration d'un certain stock de capital naturel à condition que les recettes issues de l'exploitation de ces ressources soient totalement réinvesties dans des capitaux plus durables et productibles.

En revanche, la substituabilité inter dimensionnelle est limitée, on n'admet donc que de très faibles taux de compensation entre les dimensions de l'ISPM. La substituabilité intra dimensionnelle est quant à elle beaucoup plus flexible. Cela veut dire qu'à l'intérieur de chaque dimension de l'indice, on peut admettre, sous certaines conditions, que certains indicateurs se détériorent moyennant une compensation par des performances additionnelles dans d'autres variables de la même dimension. C'est typiquement le cas des indicateurs individuels de la dimension environnementale dans laquelle il est

possible que la détérioration (par définition de l'indicateur lui-même) de l'indicateur de soutenabilité de la ressource soit compensée par l'amélioration des indicateurs de compensation environnementale et d'éco-production. De même, dans la dimension économique, il peut être admis que l'indicateur de la soutenabilité de la dette publique se détériore à conditions que les emprunts de l'Etat permettent de résorber certains problèmes tels que l'autonomisation des groupes vulnérables, la mécanisation et la résilience du secteur agricole, et donc améliorant l'indicateur du développement du monde rural (source d'autonomie) et d'une manière indirecte l'indicateur du pouvoir d'achat des ménages.

Nous rappelons¹⁵⁴ dans cette section les trois méthodes d'agrégation les plus couramment utilisées. Ensuite, nous donnons une explication argumentée sur la méthode d'agrégation adaptée au cadre théorique illustré plus haut. Enfin, les deux autres méthodes exposées nous seront utiles dans l'étape d'analyse de robustesse de l'indice.

La méthode d'agrégation linéaire

L'agrégation linéaire encore appelée agrégation par la moyenne arithmétique est définie comme suit : $IC_i = \sum_{j=1}^n W_j I_{ij}$, $i = 1, \dots, n$ variables; IC , le score composite; I , la valeur normalisée de la variable initiale et W le poids associé à l'indicateur individuel.

Mérites : c'est une méthode très simple à conduire et transparente. Les indices construits à partir de cette méthode ont l'avantage d'échapper aux critiques relatives à la complexité ou encore celles considérant les indices composites comme des « boîtes noires » dont l'expertise est strictement réservée à un groupe restreint, celui des initiés.

Limites : l'agrégation par la moyenne arithmétique présuppose une parfaite substituabilité entre les éléments pondérés. Autrement dit, elle fait l'hypothèse implicite d'indépendance parfaite des phénomènes ou dimensions décrites par les variables à agréger (Zhou *et al.*, 2006). L'agrégation linéaire n'est possible que si certaines conditions axiomatiques sont satisfaites. En effet, pour $X_2, X_3, \dots, X_n$ variables (sous-indicateurs) données, une agrégation additive en vue d'obtenir un score composite n'est envisageable que si et seulement si les x_i variables (sous-indicateurs) sont mutuellement et préférentiellement indépendantes (Keeney et Raiffa, 1976; Krantz *et al.*, 1971; Luce, 2005). Dans des termes plus clairs, la méthode d'agrégation linéaire est possible lorsque les variables sont substituables, c'est-à-dire qu'une perte en termes de performance dans un domaine peut être compensée par des gains dans d'autres domaines. Munda et Nardo (2009) soutiennent que l'hypothèse d'indépendance préférentielle est une condition très forte en ce qu'elle implique que le ratio de compromis (taux de substitution entre deux variables) de deux variables soit indépendant des valeurs des autres variables restantes.

154. Les différentes méthodes d'agrégation ont fait l'objet d'une présentation plus élargie dans le chapitre 3 de la thèse. Le lecteur intéressé peut également se référer à Dialga et Le (2017) pour une revue critique des différentes méthodes d'agrégation.

Or, des variables décrivant des faits d'un monde réel, entretiennent toujours des liens étroits entre elles, fussent-ils faibles.

Rapportée au champ des indicateurs composites, la méthode pose un problème d'interprétation des pondérations associées. Les poids associés dans la méthode d'agrégation linéaire doivent être interprétés comme des « coefficients de compromis » entre différentes dimensions mesurées (Munda et Nardo, 2003) ; ce qui est différent de coefficients d'importance que voudraient traduire lesdits poids.

Dans le cas précis de l'ISPM, la méthode d'agrégation linéaire est inappropriée tant nous avons des dimensions conflictuelles. Dans quelle mesure et jusqu'à quels niveaux de tolérance, des niveaux de pollution ou de déplétion de ressources naturelles peuvent être compensés par des gains en performances économiques ou sociales ? Pour Munda et Nardo (2009), l'hypothèse de substituabilité parfaite entre différentes dimensions est, du point de vue descriptif, non désirable : « *Complete compensability implies that an excellent performance on the economic dimension can justify any type of very bad performance on the other dimensions, which is exactly what the concept of sustainability tries to avoid* » (Munda, 2005).

La méthode géométrique

Elle admet une compensation imparfaite entre les variables agrégées (cf. Figure 3.4 Chapitre 3). En revanche, la méthode pénalise les faibles performances de sorte que de bons résultats dans certains domaines du phénomène mesuré seront éclipsés. La méthode requiert également des valeurs positives pour les variables, de même que les poids associés. Elle est donc incompatible avec certaines méthodes de normalisation des variables initiales (les méthodes de normalisation basées sur des intervalles de type : $[-x; +x]$).

Bien qu'ayant les mêmes propriétés mathématiques, la méthode géométrique définie par $IC_j = \prod_{i=1}^n I_{ij}^{W_j}$, $i = 1, \dots, m$ entités ; $j = 1, \dots, n$ variables diffère de la moyenne géométrique ($IC_i = \prod_{j=1}^n (W_j I_{ij})^{1/n}$, $i = 1, \dots, m$ entités, $j = 1, \dots, n$ variables) qui est plus largement utilisée que la méthode géométrique. Comme Zhou et al. (2006) l'ont fait remarqué, lorsque les poids des sous-indicateurs sont égaux, les deux méthodes conduisent aux mêmes scores composites. Les auteurs indiquent toutefois que l'agrégation par la méthode géométrique est préférable à la moyenne géométrique dans la construction des indices composites. Contrairement à la méthode linéaire, la méthode géométrique est moins sensible aux valeurs extrêmes parfois présentes dans les données initiales (cf. Figure 4.8 à Figure 4.12).

Lorsque l'objectif de l'outil synthétique est d'évaluer (dans le temps) les performances des pays à l'aune d'une référence (norme), un idéal, une cible (objectif) à atteindre, la méthode dite de « *Weighted Displaced Ideal* » développée par Díaz-Balteiro et Romero (2004) peut paraître intéressante à explorer. Elle mesure la performance

manquante pour atteindre celle jugée idéale. Le WDI est défini comme suit :

$$\bar{I}_i(p) = \left[\sum_j^n W_j^p (1 - I_{ij})^p \right]^{1/p}, \quad i = 1, \dots, m \text{ entités};$$

$1 \leq p \leq +\infty$, un paramètre de distance (différence entre performance idéale et performance réelle).

Plus cette valeur est faible, mieux c'est puisqu'elle indique que la valeur complémentaire, qui est la performance réelle de l'entité, est élevée. Le classement des scores composites se fait par ordre croissant, c'est-à-dire que le plus faible score calculé (équivalent à la distance manquante pour atteindre le point idéal) occupe le premier rang tandis que les distances éloignées occupent les dernières positions.

Il est intéressant d'observer que la méthode WDI est implicitement le produit de l'inverse de la méthode linéaire. De ce fait, elle corrige l'hypothèse de linéarité admise dans la méthode d'agrégation linéaire.

La méthode d'agrégation non compensatoire ou de complémentarité parfaite

Cette méthode résulte de l'approche multicritère. Dans cette méthode, toutes les variables sont essentielles à la performance globale dans la mesure où une perte en une dimension ne peut pas être compensée par des gains substantiels dans une autre. Ainsi par exemple, les performances économiques ne peuvent pas compenser les carences sociales et institutionnelles. En outre, il faut au moins deux entités à comparer pour que la méthode soit utilisable. C'est une méthode qui, du point de vue théorique, repose sur une hypothèse aussi forte que celle de la substituabilité parfaite. Elle est, de ce point de vue, difficilement vérifiable dans les faits, c'est-à-dire l'hypothèse selon laquelle, un pays ne peut améliorer son indice de développement durable que s'il performe dans chacune des dimensions de l'indice en même temps. En revanche, c'est une méthode avantageuse en ce qu'elle nous dispense de l'étape de normalisation des indicateurs individuels, réduisant du même coup les sources d'incertitude. Un autre avantage de cette méthode est qu'elle permet un usage conjoint de données à la fois qualitatives et quantitatives (OECD et JRC, 2008, p.115). La méthode est également adaptée pour des indicateurs utilisant des ratios ou des échelles d'intervalle comme méthode de normalisation.

Munda et Nardo (2009) décrivent la méthode d'agrégation non compensatoire en six étapes comme suit :

1. Soit $G = \{g_m\}$, $m = 1, 2, \dots, M$, M indicateurs individuels devant composer l'indice composite et $A = \{a_n\}$, $n = 1, 2, \dots, N$, N entités (pays, région, communes, entreprises, etc.) à évaluer à l'aune des scores¹⁵⁵. Ils supposent que l'évaluation de chaque entité à l'aune d'un indicateur individuel est basée sur une valeur

155. Les scores qui en résultent sont ceux de chaque classement et non des scores de chaque entité. Le meilleur classement est celui de l'alternative ou des alternatives qui ont le score le plus élevé.

ordinaire ou sur une échelle de mesure.

2. Ensuite, on suppose qu'une valeur élevée de l'indicateur individuel ou de la variable initiale est préférée à une faible valeur. Cela suppose que l'accroissement en ces variables est désirable. Ainsi, pour une entité donnée, il est possible d'écrire :

$$\begin{cases} A_j P A_k \Leftrightarrow g_m(a_j) > g_m(a_k) \\ \text{et} \\ A_j I A_k \Leftrightarrow g_m(a_j) = g_m(a_k) \end{cases}$$

où P et I indiquent une préférence et une indifférence. Les préférences révélées doivent respecter la propriété de transitivité, c'est-à-dire que si A est préféré à B et B préféré à C , alors A est préféré à C .

3. Ensuite, on suppose qu'il existe un ensemble de poids associés aux indicateurs individuels définis par : $W = \{w_m\}$, $m = 1, 2, \dots, M$ avec $\sum_{m=1}^M w_m = 1$. Les poids sont considérés comme des coefficients d'importance.

A partir de ces informations, il s'agit d'effectuer un classement du « bon » au « moins bon » de toutes les entités de l'étude suivant un pré-ordre déjà établi.

4. [Munda et Nardo \(2009\)](#) soulignent que la résolution mathématique de ce problème requiert la satisfaction d'un certain nombre de propriétés à savoir :
 - a. Les sources d'incertitude et les imprécisions relatives aux mesures des indicateurs individuels doivent être réduites au maximum.
 - b. Avoir la garantie théorique que les poids utilisés dans ce cadre sont interprétés comme des coefficients d'importance et non des coefficients de substitution entre les indicateurs. En conséquence, l'hypothèse d'une substituabilité complète entre indicateurs/dimensions doit être évitée. Dans ce cas les valeurs des variables ou les scores des indicateurs individuels doivent être considérés comme des valeurs ordinales.
 - c. La présence des cycles ou la violation de la propriété de transitivité doit être minimisée. Il s'agit des cas où aPb ; bPc , mais cPa . [Munda et Nardo \(2009\)](#) précisent que la probabilité d'apparition de ces cycles indésirables croît avec le nombre d'entités et d'indicateurs retenus. En conséquence, la méthode devient inopérante lorsque le nombre de variables et d'entités à évaluer est relativement élevé.

Pour deux entités j et k données, le score composite de l'entité j par rapport aux performances de l'entité k pour les mêmes M indicateurs individuels est donnée par :

$$e_{jk} = \sum_{m=1}^M \left[W_m(P_{jk}) + \frac{1}{2} W_m(I_{jk}) \right]$$

avec $W_q(P_{jk})$ et $W_q(I_{jk})$ les poids des indicateurs individuels présentant une relation de préférence et d'indifférence respectivement pour les entités j et k . En d'autres termes, le score du pays j est la somme des poids des différents

indicateurs sur lesquels ce pays fait mieux que le pays k , plus la moitié des poids pour les différents indicateurs sur lesquels les deux pays ont des performances égales (s'il y en a). Il convient de remarquer que $e_{jk} + e_{kj} = 1$, c'est-à-dire que dans une comparaison par paire le score de l'entité k peut être déduite de celui de j dans la mesure où le score de j représente ses performances dans les domaines ou dimensions où j fait mieux que k et inversement.

5. Le score final des différents classements possibles provient de la somme des scores issus de la comparaison par paire dont la matrice complète de surclassement est donnée par l'ensemble des M permutations possibles.
6. Le score final pour le meilleur classement est donné par : $\phi^* = \max \sum e_{jk}$ où e_{jk} sont les scores résultant des comparaisons par paire. En d'autres termes, $e_{jk} \in M(M - 1)$ matrice de comparaison par paire.

La méthode d'agrégation non compensatoire est séduisante dans sa démarche. En outre, elle répond à plusieurs interrogations soulevées par la question du développement durable. Lorsque l'on considère les poids associés aux sous-indicateurs comme des coefficients d'importance, la méthode d'agrégation non compensatoire confère un sens particulier à la pondération différenciée dans les indices composites. De ce point de vue, elle légitime le choix de notre méthode de pondération, c'est-à-dire la méthode BAP qui a consisté à construire des pondérations à partir des avis recueillis auprès des acteurs de développement. Elle s'impose même selon [Bouyssou \(1986\)](#); [Bouyssou et Vansnick \(1986\)](#) en ce sens que la méthode d'agrégation non-compensatoire permet de rendre compte et/ou de prendre en considération les choix sociaux exprimés par les parties prenantes.

Cependant, du point de vue opérationnel, bien que la méthode d'agrégation non-compensatoire prend en compte les choix (sociaux) exprimés par les parties prenantes à travers leurs appréciations des thèmes qui leurs ont été soumis lors de notre enquête terrain, la mise en œuvre de la méthode à l'échelle de chaque pays pris individuellement est quasi-impossible : la méthode d'agrégation non compensatoire requiert qu'il y ait au minimum deux pays à comparer. C'est donc plus une méthode à vocation comparative que de suivi-évaluation. En d'autres termes, c'est une méthode qui met plus en avant l'objectif de classement que l'évaluation des performances individuelles des entités étudiées : les valeurs des variables/indicateurs initiaux sont considérées comme des valeurs ordinales. Elles servent juste pour générer la matrice de surclassement puis du classement final des entités.

Lorsque nous entreprenons de construire l'indice ISPM à partir de cette méthode d'agrégation, chaque pays destinataire de l'outil aura du mal à le mettre à jour et à le suivre dans le temps dans la mesure où cette mise à jour de l'indice nécessitera des données conjointes des autres pays ayant constitué le panel de départ. En outre, il n'y a pas de score spécifique à chaque pays étudié mais des scores de classement. Un objectif de suivi de l'outil imposera deux conditions : 1) la méthode devra être tronquée en

se limitant au calcul des scores individuels (étape 4) avec le risque de ne pas disposer de scores optimaux, car il faut aller au bout du raisonnement pour obtenir toutes les permutations qui fournissent les scores des classements optimaux. 2) la mise à jour et le suivi de l'outil va nécessiter l'existence d'un organisme supra national à l'image de la BAD ou du PNUD qui accepte endosser cette mission.

Finalement, nous sommes tentés de conclure que la méthode d'agrégation non-compensatoire ou de complémentarité parfaite a une pertinence théorique très élevée mais d'une applicabilité très limitée, du moins dans le champ des indices composites.

Au regard de ce qui précède, nous retenons la méthode d'agrégation géométrique qui est une sorte de compromis (situation intermédiaire) entre d'une part la méthode d'agrégation linéaire qui suppose une parfaite substituabilité entre les dimensions de l'indice et d'autre part, la méthode d'agrégation non compensatoire qui, elle n'admet aucune possibilité de compensation entre les différentes dimensions. La méthode géométrique nous semble plus proche de la réalité¹⁵⁶ et est en accord avec le cadre théorique de l'ISPM (cf. Figure 4.13) car, si l'hypothèse d'une substitution parfaite entre dimensions n'est pas souhaitable dans un contexte de développement durable (Munda, 2005), celle d'une non compensation parfaite est du point de vue méthodologique non adaptée aux indices composites et opérationnellement inopérante. Aussi, OECD et JRC (2008) soutiennent que lorsque nous sommes en présence de données non comparables nous amenant à utiliser le ratio comme méthode d'uniformisation de nos données, alors la méthode d'agrégation géométrique est la méthode la plus appropriée tandis qu'une simple agrégation linéaire de ces données standardisées produirait des scores composites non significatifs. Du point de vue de l'applicabilité et de la transparence, la méthode d'agrégation géométrique est également un cas intermédiaire entre d'une part, une méthode très facile à conduire et donc transparente (agrégation linéaire) et d'autre part, une méthode d'une extrême complexité pour des non initiés (méthode d'agrégation non-compensatoire).

Finalement, la forme algébrique de l'indice ISPM est : $ISPM_i = \prod_{i=1}^5 (Id_i)^{w_i}$; avec Id_i l'indice dimensionnel i , w_i , le poids associé.

Tableau 4.12 – ISPM du Burkina Faso et du Niger

	ISPM 2010	IPR 2010	ISPM 2015	IPR 2015
Burkina Faso	0,348	0,053	0,357	0,0096
Niger	0,285	0,013	0,298	0,029

Le Tableau 4.12 présente les scores composites de l'indice de soutenabilité des pays miniers du Burkina Faso et du Niger pour les années 2010 et 2015. Il associe l'indice de profitabilité de l'exploitation des ressources minières pour chacun des pays étudiés

156. Klugman *et al.* (2011) soutiennent que c'est ce réalisme qui a valu l'adoption de la méthode d'agrégation géométrique dans le calcul de l'IDH à partir de 2010.

et correspondant aux années 2010 et 2015. Un aperçu général indique une dichotomie entre les bénéfices tirés de l'exploitation des ressources naturelles et le niveau de développement soutenable dans les deux pays étudiés. En effet en 2015, le Niger a un indice de profitabilité relativement plus élevé que celui du Burkina Faso. En revanche, le niveau de profitabilité est plus faible au Niger en 2010 que le score obtenu par le Burkina Faso. Mais globalement si on considère l'évolution de l'IPR sur la période 2010-2015, on s'aperçoit que, indépendamment de sa longue expérience dans l'extraction de l'uranium, l'indice de soutenabilité du Niger est faible par rapport à celui du Burkina Faso bien que le niveau de soutenabilité de ce dernier reste également faible par rapport à la valeur maximale qui vaut 1. Ces résultats contrastés soulèvent des questions relatives à l'opportunité même de fonder un espoir de développement soutenable basé sur des rentes des ressources épuisables. Nous reviendrons dans le chapitre 5 de la thèse, sur la problématique des choix politiques d'exploitation des ressources des sous-sols des deux pays. Nous discuterons également des causes susceptibles d'expliquer les faibles performances des deux pays en termes de développement soutenable. Le but final de cette analyse des contre-performances est d'aboutir à des préconisations.

Mais avant, il importe d'évaluer la pertinence de ce nouvel indice de soutenabilité.

4.5 Analyse de robustesse et validité de l'indice ISPM

Dans cette section, nous nous attelons aux trois exercices suivants : premièrement nous évaluons la sensibilité de l'indice construit par rapport à des changements de méthodes de pondération et d'agrégation. Pour ce faire, nous considérons trois méthodes de pondération possibles de l'indice à savoir la pondération égalitaire, la pondération par l'Analyse en composantes principales et la pondération du cadre de référence qui est le *Budget Allocation Process*. Ces méthodes de pondération sont associées à trois méthodes d'agrégation : l'agrégation linéaire, la moyenne géométrique (cadre de référence) et l'agrégation non-compensatoire. Nous analysons les variations des scores de l'indice pour les deux pays de l'étude. Deuxièmement, il s'agit d'évaluer la robustesse de l'indice composite. Autrement dit, il s'agit d'évaluer la capacité de l'indice synthétique à restituer les informations contenues dans les variables individuelles de départ. Pour cela, nous utilisons la mesure de Shannon-Spearman de l'information perdue proposée par Zhou *et al.* (2006) et Zhou et Ang (2008). Enfin, la dernière étape consiste à analyser les éventuels liens qui peuvent exister entre le nouvel indice construit et des indices reconnus et d'une notoriété importante. Nous effectuons un test de corrélation entre l'ISPM et l'IDH et entre l'ISPM et l'Indice de Développement Humain Soutenable de Togtokh (2011).

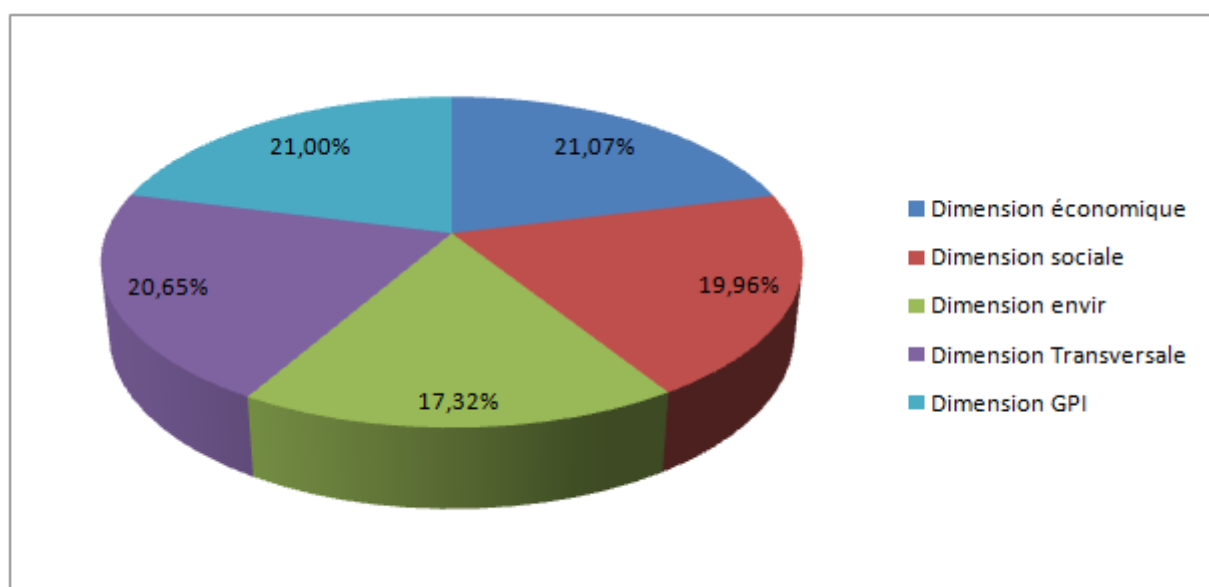
4.5.1 Analyse de sensibilité de l'indice

Dans cette section, nous conduisons deux analyses de sensibilité du score composite de l'ISPM. La première consiste en une décomposition de la variance totale de l'indice composite afin d'évaluer l'influence de chaque indicateur dimensionnel à la composition du score composite du pays. La deuxième vise à évaluer la sensibilité de l'indice composite suite à un changement de méthode de pondération et d'agrégation.

Analyse de sensibilité par décomposition de la variance

Comme décrite par [Cherchye *et al.* \(2006\)](#); [Homma et Saltelli \(1996\)](#); [Saisana et Saltelli \(2010\)](#) et reprise par [Aguna et Kovacevic \(2010\)](#); [Dialga et Le \(2017\)](#), l'analyse de sensibilité par décomposition de la variance permet d'évaluer la contribution de chaque variable d'entrée (indice dimensionnel) à la formation de l'output total (score composite). L'influence de chaque indicateur individuel est donnée par : $S_j = \frac{X_{X_j}(E_{X-j}(Y \setminus X_j))}{V(Y)} = \frac{V_j}{V(Y)}$. S_j donne la contribution relative de la j -ième variable (seule) à la composition de la variance totale. Ainsi, plus le domaine ou la dimension traduit par la variable X_j est important, plus S_j sera grand. En particulier, lorsque la variable explique la quasi-totalité des variations de l'output, l'indicateur de sensibilité tend vers l'unité.

Figure 4.14 – Décomposition de la variance de l'ISPM 2015 du Burkina Faso et du Niger



Source : Construction de l'auteur

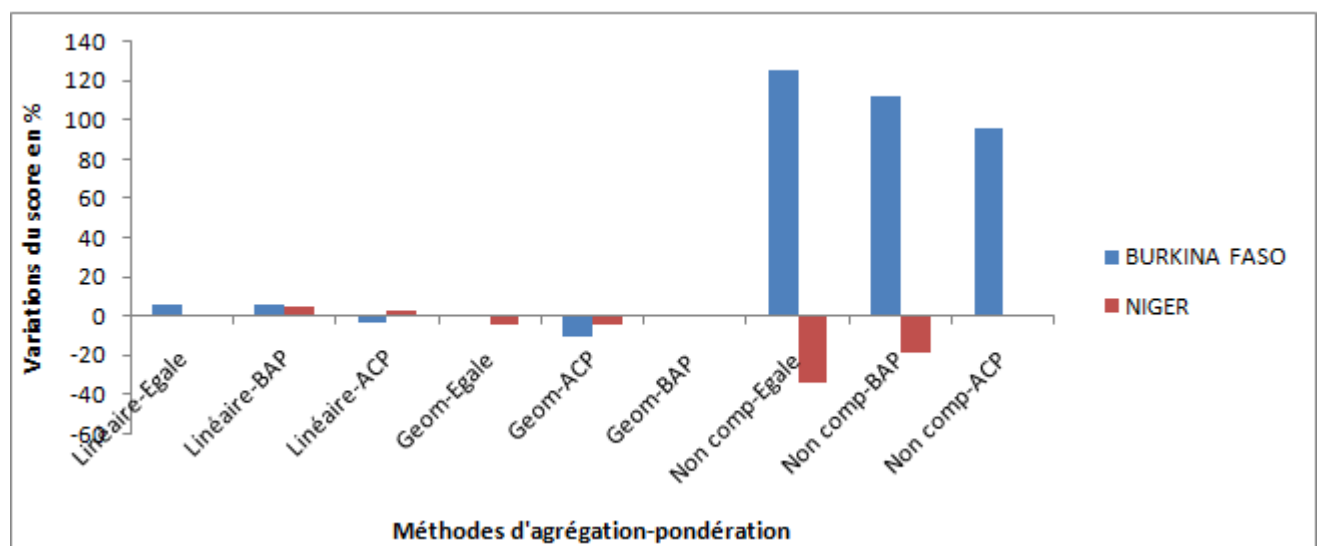
La décomposition de la variance des données de notre étude est résumée par la Figure 4.14. Il apparaît que la dimension économique, la dimension Gouvernance, Po-

litique et Institutionnelle et la dimension transversale expliquent plus la variabilité des scores composites (62,72%) de l'ISPM aussi bien au Burkina Faso qu'au Niger. Ensuite, suivent les dimensions sociale et environnementale avec des contributions respectives de 19,96% et 17,32%. Ces contributions différenciées mises en évidence par la décomposition de la variance totale de l'indice synthétique, consolident notre choix de pondérations différenciées des indices dimensionnels dans l'étape « pondération-agrégation » de l'indice composite. Toutefois, cette évidence statistique contraste avec les choix opérés par les acteurs de développement des deux pays étudiés qui accordent une importance de premier ordre à la dimension sociale et à la dimension Gouvernance, Politique et Institutionnelle ; les dimensions économique, transversale et environnementale ne viennent qu'en dernière position.

Analyse de sensibilité par changement de méthodes d'agrégation-pondération

Le cadre de référence est le score composite construit à partir de la méthode d'agrégation géométrique et de pondération BAP. Le Figure 4.15 montre les variations de scores de l'ISPM par rapport à sa valeur de référence.

Figure 4.15 – Variations en % du score de l'ISPM 2015 par rapport au cadre de référence (Géométrique-BAP)



Source : Construction de l'auteur

En dehors de la méthode d'agrégation non compensatoire, les scores de l'indice sont relativement stables quel que soit le système d'agrégation-pondération considéré. En effet, on observe une certaine stabilité du score composite si l'on admet une marge de fluctuation de plus ou moins 6% autour de la valeur de référence du score composite. Ces petites variations sont certainement dues aux quelques différences observées au

niveau des systèmes de pondération. Ainsi par exemple, il n'y a pas de différence notable en termes de score entre la méthode d'agrégation-pondération géométrique-égale et le cadre de référence. De même, nous pouvons affirmer qu'en dépit des cadres théoriques différents, l'agrégation linéaire et l'agrégation géométrique conduisent à des scores composites similaires pour les deux pays et ce, quel que soit le système de pondérations adopté. La Figure 4.15 indique donc que l'ISPM repose à la fois sur un cadre théorique solide, c'est-à-dire défendable (cf. supra) et fournit des résultats statistiques stables. Ce résultat est également intéressant parce que dans bien de cas (voir Brand *et al.*, 2007; Cherchye *et al.*, 2008; Chinn et Ito, 2008; Coste *et al.*, 2005; Desai, 1991; Dialga et Le, 2017; Nathan *et al.*, 2012; OECD et JRC, 2008; Perišić, 2015; Tarantola et Vertesy, 2012; Zhou *et al.*, 2006), les scores des indices composites sont sujets à de fortes variations selon la méthode utilisée. Cette variabilité des scores en fonction des méthodes de construction employées constitue une limite méthodologique majeure et un défi scientifique de taille.

Les variations fortes du score composite observées dans la méthode d'agrégation non compensatoire sont justifiées par la définition même de la méthode. En effet, comme la méthode d'agrégation par le bénéfice du doute, la méthode de complémentarité parfaite renferme une hypothèse forte, voire extrême, qui suppose que chaque entité à l'évaluation doit performer dans tous les domaines pour lesquels elle est évaluée afin d'améliorer son score final. De ce fait, la méthode augmente artificiellement et de manière exagérée le score composite du Burkina Faso au détriment du Niger pour la simple raison que dans 4 des 5 dimensions du DD, le Burkina performe mieux que son voisin, le Niger, fussent-elles de faibles performances. Cette analyse de sensibilité par changement de méthodes d'agréations et de pondérations est une sorte d'analyse confirmatoire du choix retenu pour la construction de l'ISPM dans la mesure où l'analyse montre que la méthode d'agrégation non compensatoire ne peut être retenue dans le cadre de la construction de l'indice composite. La méthode d'agrégation linéaire ne peut non plus être retenue; bien que dans notre cas, elle fournit des scores composites similaires à ceux de l'agrégation géométrique, à cause de l'hypothèse de substituabilité parfaite propre à la méthode et théoriquement incompatible avec la vision du développement soutenable. Au-delà des hypothèses théoriques sujettes à controverses que renferment la méthode d'agrégation linéaire et la méthode d'agrégation non-compensatoire, cette dernière ne peut particulièrement pas être retenue dans le cadre de l'élaboration de l'ISPM puisque les scores sont très volatiles selon les pays évalués (+125% de variation du score du Burkina et -34% par rapport au score de référence du Niger).

4.5.2 Analyse de la robustesse de l'indice : La mesure de la perte d'information ou la *Loss information Measure-LIM*.

La LIM ou le coefficient d'adéquation de la méthode d'agrégation est une mesure de l'information non restituée entre les informations contenues dans les variables initiales et celle restituée par le score composite I_k de l'entité k . C'est une mesure proposée par [Zhou et al. \(2006\)](#) pour évaluer la pertinence du choix d'une méthode d'agrégation de l'indice composite. Pour ces auteurs, deux méthodes d'agrégation sont dites équivalentes lorsqu'elles conduisent aux mêmes scores composites pour chaque entité évaluée. Dans le cas contraire, la méthode d'agrégation appropriée (du point de vue empirique) est celle qui a une faible LIM. Zhou et ses co-auteurs utilisent l'entropie de [Shannon \(2001\)](#) qui est une mesure de la quantité d'information transmise par une source d'information donnée basée sur la théorie de probabilité pour évaluer la LIM.

On peut évaluer la perte d'information liée au choix d'une méthode, ou inversement on peut déterminer la méthode qui restitue le mieux les informations contenues dans les variables initiales de la manière suivante :

Soit X , l'ensemble des variables initiales mesurant le phénomène et I son score composite (outcome). La perte d'information est mesurée par $X-I$ plus simplement.

Étape 1 : Normalisation des variables initiales X et scores finaux I .

$$p_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}}, \quad i = 1, \dots, m \text{ entité}; j = 1, \dots, n \text{ variables}$$

$$p_k = \frac{I_k}{\sum_{i=1}^m I_k}, \quad k = 1, \dots, m$$

Étape 2 : mesure de différence de performance

La mesure de la différence de performance de chaque entité peut être écrite comme suit :

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, \quad j = 1, \dots, n$$

$$e = \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_k \ln p_k$$

D'après [Zhou et al. \(2006\)](#), [Zeleny \(1982\)](#) démontre que $0 \leq e_j, e \leq 1$.¹⁵⁷ Lorsque e ou e_j est proche de 1, cela indique une certaine homogénéité des entités de l'étude.

157. Pour la démonstration voir [Zeleny \(1982\)](#).

Tableau 4.13 – La *Loss Information Measure* selon les méthodes d'Agrégation et de Pondération de L'ISPM

Agrégation \ Pondération	Egale		BAP		ACP	
	Burkina Faso	Niger	Burkina Faso	Niger	Burkina Faso	Niger
Linéaire	0,376	0,306	0,374	0,318	0,283	0,23
	(-0,18)	(-0,118)	(-0,151)	(-0,083)	(-0,171)	(-0,121)
Géométrique	0,352		0,355	0,304	0,262	0,218
	(-0,156)	(-0,106)	(-0,135)	(-0,077)	(-0,152)	(-0,098)
Non-compensatoire	0,8	0,2	0,754	0,245	0,978	0,022
	(-0,706)	(-1,283)	(-0,621)	(-0,989)	(-0,995)	(-4,453)

Nous reportons dans ce tableau les scores composites issus des différentes méthodes d'agrégation et de pondération et les valeurs correspondantes de la LIM entre parenthèses. Les valeurs en gras indiquent la combinaison optimale pour chaque pays.

Étape 3 : mesure de différences de classement qui découlent des scores composites construits

Pour cela, on fait recours au coefficient de rang de Spearman noté r_s . Il faut cependant au préalable définir une matrice de classement par ordre décroissant de la forme $r_O = (m, m-1, \dots, 1)$ puis calculer le coefficient de rang de Spearman à partir de ce classement et celui induit par le score composite (rang de performance).

Étape 4 : mesure de la perte d'information

La mesure de la perte d'information suivant chaque méthode utilisée est donnée par :

$$LIM = \left| \sum_{j=1}^n W_j (1 - e_j) r_{sj} - (1 - e) r_s \right|,$$

W_j le poids. Lorsque $(1 - e) r_s \neq 0$, alors la mesure peut être réécrite en termes relatifs. $LIM' = \left| 1 - \frac{(1-e)r_s}{\sum_{j=1}^n w_j (1-e_j) r_{sj}} \right|$. Les différentes méthodes de normalisation, de pondération ou d'agrégation sont classées et appréciées à l'aune de leur pouvoir de restitution des informations contenues dans les variables individuelles de départ.

Au regard du Tableau 4.13, le choix de la méthode d'agrégation géométrique et de pondération par le *Budget Allocation Process* est à la fois théoriquement et statistiquement pertinent. En effet, en comparant les valeurs de la *Loss Information Measure* calculées pour trois méthodes d'agrégation et trois méthodes de pondération différentes, il ressort que c'est la combinaison de la méthode géométrique et du BAP qui restitue le mieux les informations contenues dans les variables initiales individuelles. La Figure 4.16 donne une illustration visuelle de l'information perdue par méthode de pondération et d'agrégation.

Selon les valeurs de la LIM, la restitution des informations contenues dans les indicateurs individuels est beaucoup plus efficace pour les données du Niger (LIM=0,077) que pour celles du Burkina Faso (LIM=0,135). Mais malgré tout, la perte d'informations liées à l'agrégation des variables initiales est minimisée pour la méthode d'agrégation

tion géométrique et de pondération BAP que dans toute autre méthode d'agrégation-pondération pour chacun des pays étudiés. Ce constat confirme la pertinence du choix de la méthode d'agrégation et de pondération quoique toutes les sources d'incertitudes ne soient pas éliminées. Il s'agit principalement des incertitudes liées à la qualité lacunaire des données collectées. Cette limite non négligeable commande dès lors une analyse plus prudente des résultats exploratoires prévue dans le chapitre 5.

4.5.3 Analyse de liens éventuels avec d'autres indices de développement

Il s'agit dans cette section de conduire un test de corrélation entre l'ISPM et deux indices composites de développement : l'IDH du PNUD et l'Indice de Développement Humain Soutenable (IDHS) de [Togtokh \(2011\)](#).

Le choix de ces deux indices pour l'analyse de liens éventuels avec l'indice ISPM s'explique par deux raisons principales. L'IDH reste un indice phare de développement quoiqu'il soit très partiel. Par ailleurs, c'est un indice pour lequel le classement couvre nos deux pays de l'étude ; cela nous permet de disposer de données pour conduire le test. Nous retenons l'IDHS de [Togtokh \(2011\)](#) pour sa vision élargie du développement à l'image de l'Indice du Développement Durable (IDD) de [Dialga et Le \(2017\)](#) et donc proche de l'ISPM bien que ce dernier soit spécifique aux pays à ressources naturelles abondantes. En effet [Togtokh \(2011\)](#) reproche à l'IDH sa non prise en compte de facteurs environnementaux dans la conception du développement humain. Au-delà de cette critique, [Togtokh \(2011\)](#) propose un indice de développement humain « plus complet » à quatre dimensions en ajoutant à l'IDH traditionnel une dimension environnementale mesurée par les émissions de CO₂ par habitant. Tout comme l'IDH, c'est un indice qui couvre plusieurs pays dont le Burkina Faso et le Niger.

Pour des fins de comparaisons raisonnables, les valeurs de l'ISPM retenues pour le test de corrélation sont celles obtenues par simple moyenne géométrique.

Tableau 4.14 – Test de corrélation de l'ISPM, l'IDH et l'IDHS

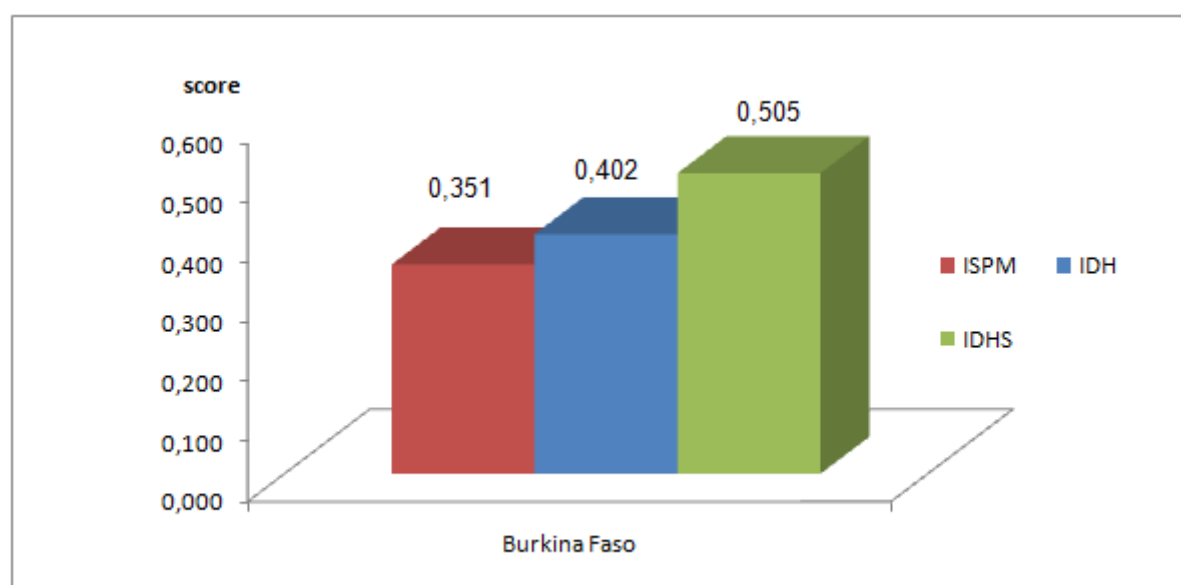
	ISPM	IDH	IDHS
ISPM	1,0000		
IDH	0,979***	1,0000	
IDHS	0,980***	1,0000***	1,0000

*** ; coefficients de corrélation statistiquement significatifs au seuil de 1%.

Le test de corrélation résumé dans le Tableau 4.14 indique que les trois indices de développement sont très fortement corrélés. En outre, les coefficients de corrélation sont statistiquement significatifs. Que suggère donc ce test ? La forte corrélation entre les indices ISPM, IDH et IDHS des deux pays étudiés doit-elle être interprétée comme des mesures redondantes du développement ou au contraire traduit-elle la capa-

cité des trois indices à appréhender les mêmes enjeux de développement dans ces pays sous des cadres conceptuels différents ? Par définition, la très forte corrélation entre les trois indices composites signifie qu'ils traduisent un même concept ; celui du développement. Toutefois, l'ISPM est un indice plus riche au regard de son élargissement conceptuel incluant à la fois une dimension Gouvernance, Politique et Institutionnelle et une transversale.

Figure 4.17 – Scores composites des Indices ISPM, IDH et IDHS du Burkina Faso (année 2015)

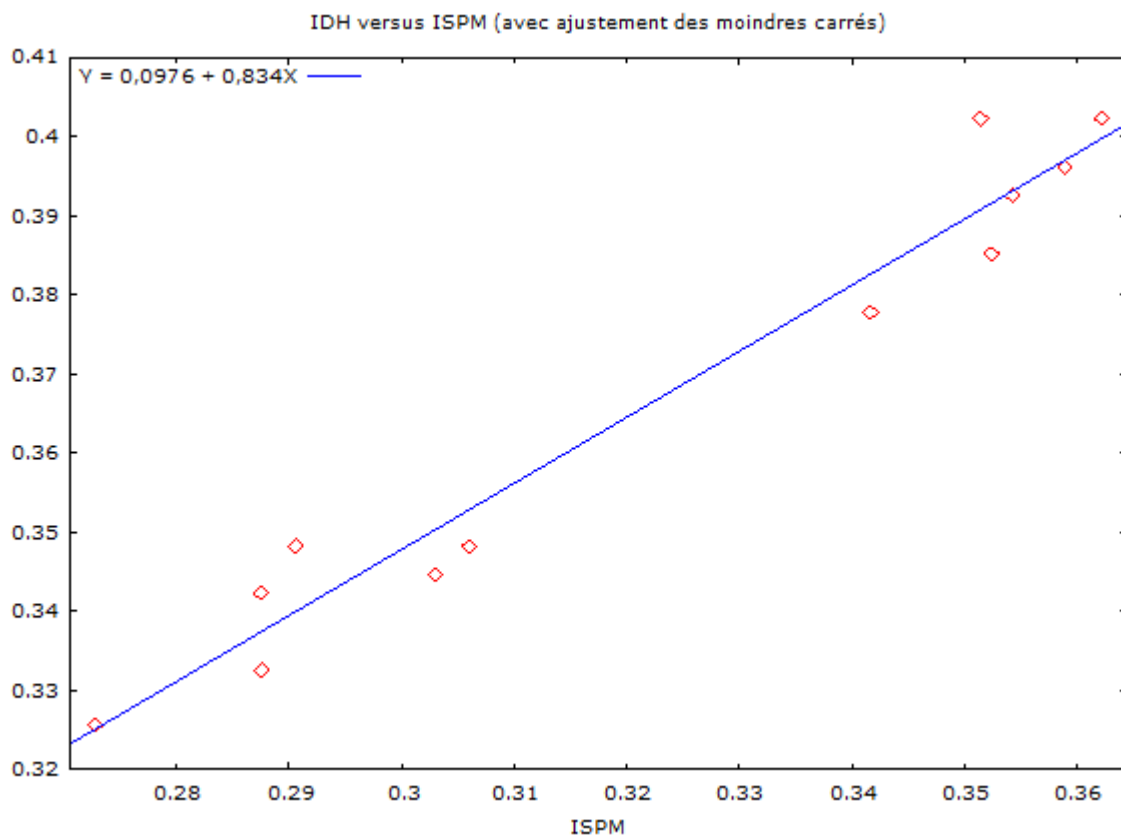


Source : Auteur

En outre, du point de vue de la mesure de la performance absolue, les trois indices fournissent des scores avec de légères différences (Figure 4.17). En effet, pour l'année 2015 par exemple, le Burkina Faso a enregistré des scores différents selon les indices considérés, l'un sous-estimant sa performance en terme de développement (ex : ISPM), l'autre lui étant plutôt favorable (ex : IDHS) et ce, en comparaison avec le score fourni par l'IDH 2015. La bonne performance donnée par l'IDHS est due aux faibles niveaux d'émissions du dioxyde de carbone qu'enregistre le pays, la quantité de CO₂ émise par habitant étant la principale variable introduite par [Togtokh \(2011\)](#) à l'IDH traditionnel du PNUD. La détérioration du niveau de performance du pays en termes de développement, lorsqu'on se réfère à l'ISPM est imputable aux nouvelles dimensions introduites dans le nouvel indice. Pour rappel, la décomposition de la variance totale de l'indice (Figure 4.2) montre que les dimensions Gouvernance, Politique et Institutionnelle et transversale contribuent à 42% à l'explication des variations du score de l'indice ISPM. Lorsque nous retirons ces deux dimensions, on améliore le score composite de 28%. Ce constat est également vérifié pour le Niger qui enregistre 7% de progression

lorsque nous retirons les deux dimensions supplémentaires. L'élargissement du concept du développement durable améliore l'approche théorique du concept mais détériore les performances statistiques (scores) des pays. En tout état de cause, l'analyse de lien montre que l'ISPM est une mesure pertinente du développement durable.

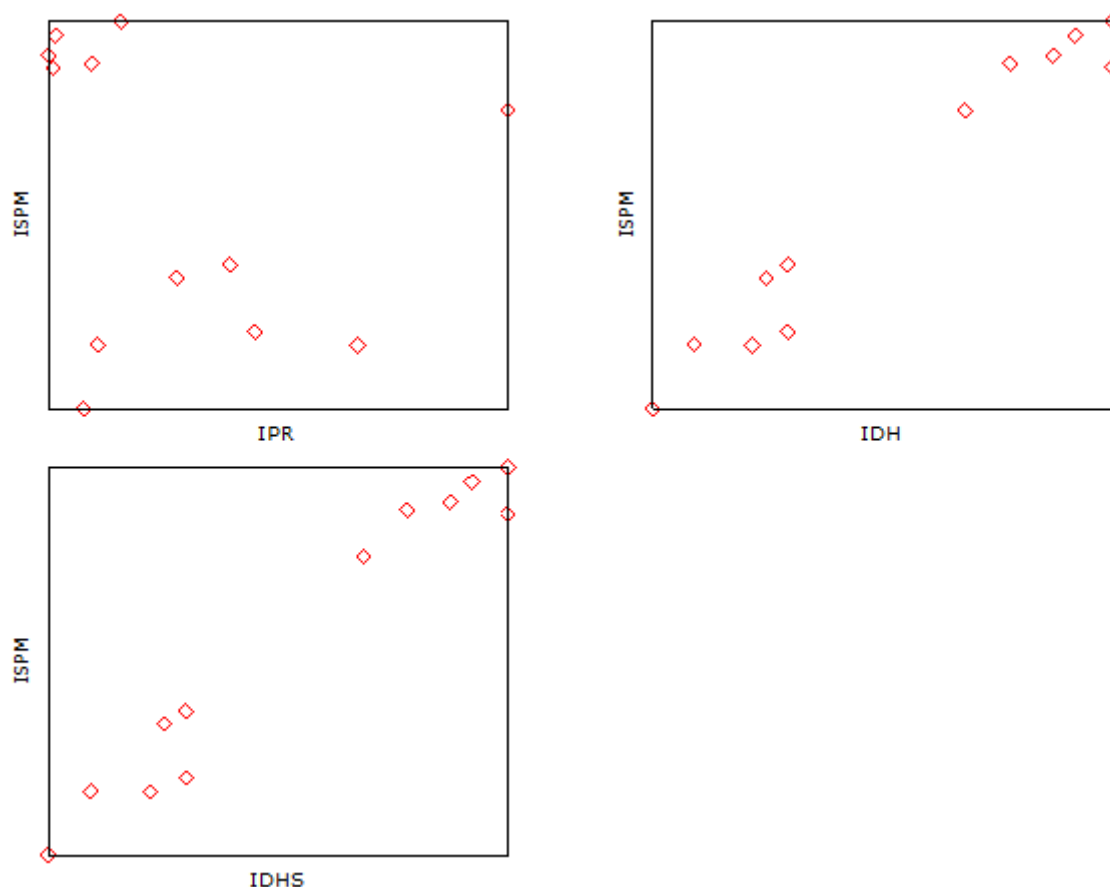
Figure 4.18 – Lien entre l'ISPM et l'IDH



Source : construction de l'auteur

La Figure 4.18 confirme les résultats du Tableau 4.14. Elle met en évidence le pouvoir explicatif du concept du développement soutenable par l'ISPM. En effet, le coefficient directeur de la droite d'ajustement du nuage de points entre l'indice de soutenabilité des pays miniers et l'indice du développement humain vaut 0,83. Ainsi, lorsque qu'un pays performe en matière de développement soutenable, il l'est également en matière de développement humain d'autant que ce dernier est une composante du développement durable.

Figure 4.19 – Lien entre ISPM et les indices IDH, IDHS et IPR



Source : construction de l'auteur

En revanche, la Figure 4.19 apporte une réponse à la question fondamentale de la présente thèse qui est de savoir si des rentes minières perçues par l'Etat contribuent au développement du pays. La Figure 4.19 indique une absence totale de lien (cf. 1er cadran de la Figure 4.19) entre l'indice de profitabilité de la ressource exploitée et l'indice de développement soutenable. Les recettes minières perçues détérioreraient même certaines dimensions de l'indice ISPM (voir Tableau 4.5). L'analyse de corrélation a révélé un lien négatif entre l'indicateur de Profitabilité de la Ressource exploitée et la plupart des indicateurs de l'indice composite. Les performances des deux pays en matière de développement soutenable ne peuvent être inscrites dans le compte de l'exploitation des ressources naturelles. Les sources du niveau de développement sont à rechercher dans d'autres secteurs probablement dans l'agriculture et dans le secteur de l'élevage.

Conclusion

Ce chapitre avait pour objectif l'élaboration d'un indice de soutenabilité des pays miniers (ISPM). La règle d'[Hartwick \(1977\)](#) a servi de fondement de départ à l'identification des dimensions de l'ISPM. Cette règle stipule que l'exploitation d'une ressource naturelle épuisable, peut être compatible avec une vision de développement durable au sens de [Brundtland et al. \(1987\)](#), à la condition que les rentes tirées de l'exploitation de cette ressource soient totalement réinvesties dans du capital reproductible. La condition d'[Hartwick \(1977\)](#) a été complétée par une approche endogène du développement qui identifie les secteurs structurants de l'économie et les conditions connexes à satisfaire pour que la soutenabilité faible se traduise dans les faits. Le recours à la théorie du développement endogène est motivé par le fait que, dans le contexte des pays étudiés, les Etats détenteurs de la ressource épuisable ne sont pas ceux qui l'exploitent et qui bénéficient de l'essentiel de la rente. Cette dichotomie entre exploitants et propriétaires de la ressource exploitée rend impossible la satisfaction de la règle d'[Hartwick \(1977\)](#). L'élargissement de ce cadre théorique a permis d'identifier cinq dimensions de développement soutenable. Ces dimensions sont ensuite déclinées en indicateurs qui permettent de les mesurer. A partir de notre connaissance des enjeux liés à la problématique, nous avons dressé un premier jet d'indicateurs « candidats », ceux-ci, ont par la suite été appréciés selon leur pertinence à traduire les attentes en matière de développement, par les acteurs des pays étudiés à travers une enquête terrain. A l'issue de ces consultations, nous avons procédé à un recadrage des indicateurs préalablement définis, pour en retenir les plus consensuels. Les indicateurs retenus ont fait l'objet de tests statistiques en vue d'en évaluer la cohérence, à la fois intra-dimensionnelle et inter-dimensionnelle. C'est à l'issue de cette étape d'analyse multi-variée que nous avons isolé l'indice de profitabilité de la ressource exploitée (IPR) qui s'est révélé incompatible avec le reste des indicateurs. Par ailleurs, les indicateurs individuels retenus ont fait l'objet d'une pondération suivie d'une agrégation en vue d'obtenir un score composite, celui de l'ISPM. Nous avons retenu la méthode de pondération dite de « *Budget Allocation Process-BAP* ». Ce choix a été motivé en ce que la méthode BAP confère une légitimité professionnelle et une acceptabilité locale de l'indice composite de la part des acteurs impliqués dans son processus d'élaboration. La pertinence et la validité scientifique de l'approche ont été confirmées par le test de cohérence de poids attribués aux différents thèmes de développement. Les pondérations résultant de la synthèse des pondérations de plusieurs générations « populations jeunes, seniors et personnes du troisième âge », permettent de considérer ces poids comme étant représentatifs d'une vision de développement valable, pour au moins une génération. Les poids construits devraient être valables pour la mise à jour périodique de l'indice et ce, pour au moins une période de 25 à 30 ans, c'est-à-dire à l'échelle d'une génération. Toutefois, des enquêtes à des fins de confirmation des choix sociaux exprimés dans le cadre de la présente étude peuvent

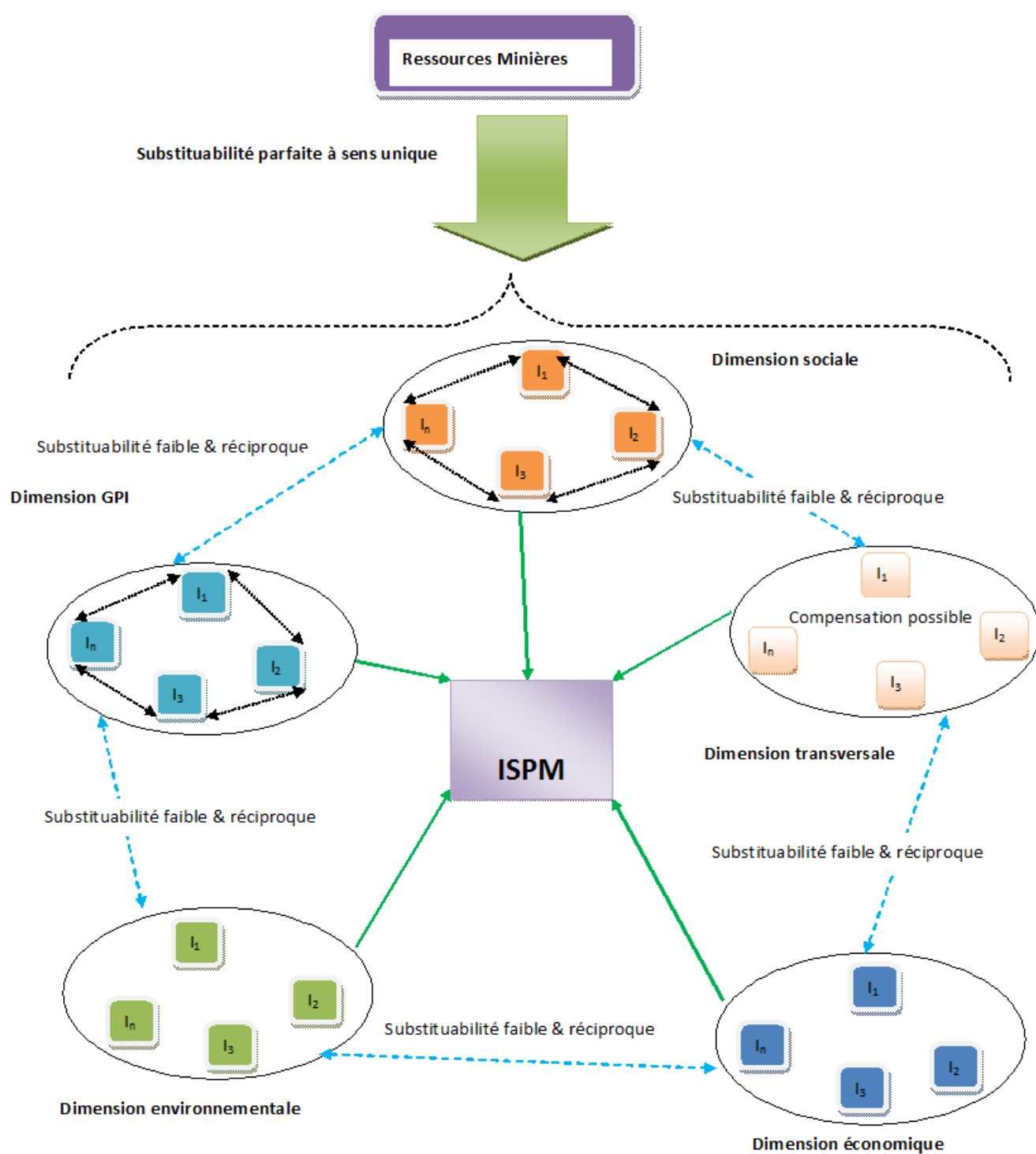
être renouvelées à des périodes bien définies dès lors que la conjoncture nationale et internationale sollicite la reconduction de cet exercice consultatif. Cela pourrait être une occasion de recueillir d'avis des populations rurales riveraines des exploitations minières que les différentes contraintes n'ont pas permis de réaliser dans le cadre de cette thèse. La méthode d'agrégation géométrique a été jugée pertinente, au regard de sa position intermédiaire, entre l'agrégation linéaire supposant une substituabilité parfaite entre les dimensions de l'indice et la méthode d'agrégation non compensatoire issue de l'approche multicritère. Cette dernière impose une complémentarité parfaite entre les différentes composantes de l'indice.

Les scores composites obtenus ont fait l'objet d'analyses de sensibilité et de robustesse. L'analyse de sensibilité par décomposition de la variance totale a confirmé la pertinence de l'élargissement des dimensions du développement durable avec l'introduction d'une dimension transversale et d'une dimension Gouvernance, Politique et Institutionnelle. Les deux dimensions expliquent 42% des variations des scores composites, mieux que les dimensions économique et environnementale prises individuellement. L'analyse de sensibilité par changement de méthodes d'agrégation et de pondération indique une certaine stabilité des scores des pays, à l'exception de la méthode d'agrégation par l'approche multicritère. Cette stabilité des scores composites est observée, quel que soit le système de pondération considérée. L'analyse de robustesse de l'indice composite a consisté à évaluer le pouvoir de restitution des informations contenues dans les variables initiales par l'indice composite en mobilisant la « *loss information measure-LIM* » développée par [Zhou et al. \(2006\)](#). Cette mesure de la LIM a révélé que la méthode d'agrégation et de pondération qui garantit la plus faible perte d'information est l'agrégation géométrique et la pondération BAP et ce, quel que soit le pays étudié. Enfin, nous avons conduit une analyse de lien de l'indice construit avec d'autres indices de développement bien connus. Cette analyse a montré une très forte corrélation entre l'ISPM et l'IDH (0,979) et entre l'ISPM et l'IDHS de [Togtokh \(2011\)](#) (0,980). Ces fortes corrélations suggèrent donc que les trois indices traduisent un même concept, celui du développement, à la seule différence qu'ils reposent sur des approches théoriques et conceptuelles différentes. En revanche, l'analyse indique une absence totale de relation entre les rentes perçues par les Etats et leur niveau de développement soutenable, nous conduisant à conclure partiellement, c'est-à-dire provisoirement que, les niveaux de profitabilité de la rente issue de ressource exploitée dans les pays étudiés sont trop faibles pour permettre d'amorcer un développement soutenable. A ce stade, il est également trop tôt pour conclure sur un éventuel gaspillage et/ou détournement de la rente perçue par l'Etat tant nous ne disposons pas de preuves irréfutables. Le chapitre 5 de la thèse est consacré justement à l'analyse de ces contreperformances constatées et à l'investigation de ces hypothèses intuitives. Néanmoins, notre conclusion partielle rejoint du reste celle de [Dialga \(2015\)](#) qui soulignait le risque élevé de non soutenabilité de l'économie burkinabè au regard de sa trajectoire actuelle de déve-

loppement. La règle d'[Hartwick \(1977\)](#) élargie au développement endogène n'est donc pas satisfaite dans les deux pays étudiés.

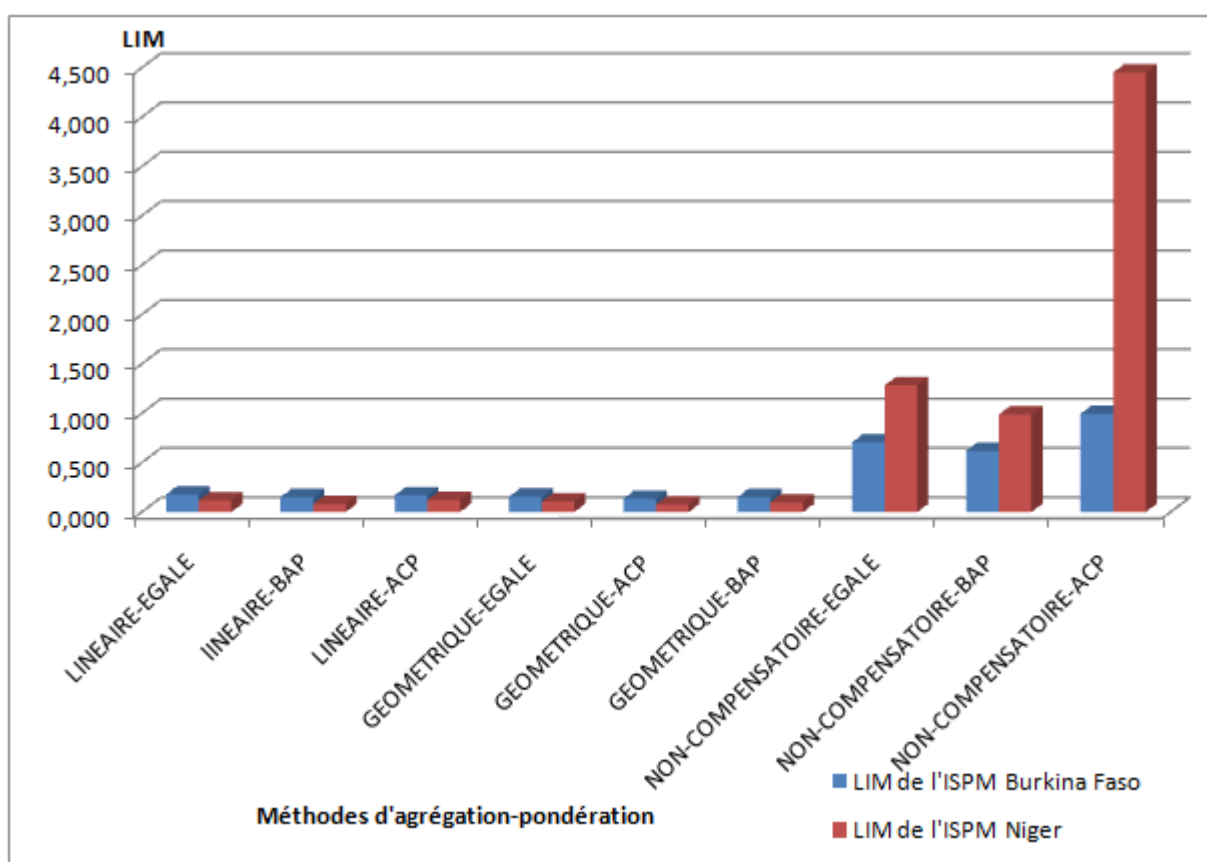
Le chapitre 5 analyse les performances de développement durable mises en évidence par l'indice ISPM. Le chapitre formule, par la suite, des politiques de développement soutenable au Burkina Faso et au Niger au regard du cadre théorique de l'ISPM et de ses scores composites pour les deux pays.

Figure 4.13 – Représentation graphique du cadre théorique de l'ISPM



Source : Auteur

Figure 4.16 – La LIM selon les méthodes d'agrégation-pondération de l'ISPM



Source : Auteur

Chapitre 5

Analyse des résultats de l'implémentation de l'ISPM et politiques de Développement Durable au Burkina Faso et au Niger

Introduction

Ce chapitre analyse les performances du Burkina Faso et du Niger en matière de développement soutenable. L'analyse s'appuie à la fois sur le score l'indice composite ISPM et sur les scores des indicateurs individuels de chaque pays respectif. D'abord, nous commençons par tirer des enseignements globaux. Ensuite, nous procédons à la déconstruction de l'indice composite en analysant de manière systématique les composantes et indicateurs élémentaires de l'ISPM. Cette désagrégation est complémentaire à la construction globale de l'indice en ce qu'elle permet de diagnostiquer les causes des contre-performances observées. C'est l'objet des sections 5.1 & 5.2 du chapitre. Enfin, la section 5.3 du chapitre formule des politiques de développement durable sous la forme de recommandations au regard des analyses et au regard des enseignements tirés tout au long de cette thèse.

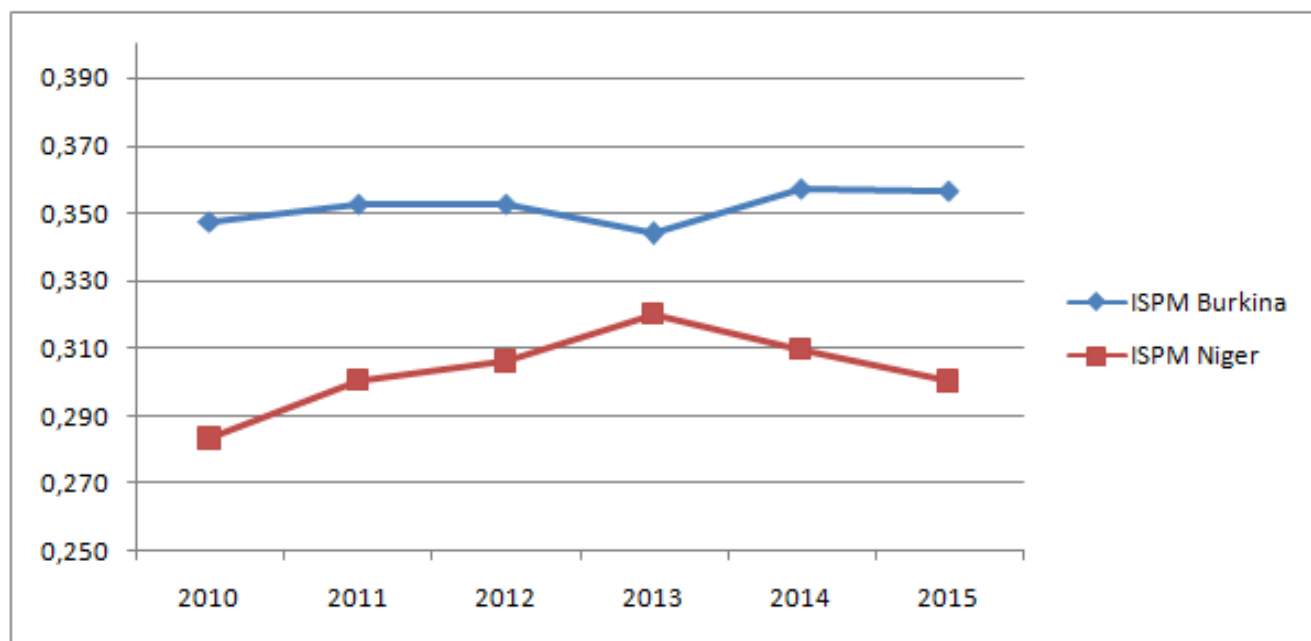
5.1 Analyse des performances des pays

5.1.1 Principaux constats et analyse globale

Pour mieux comprendre les résultats de l'ISPM pour l'année 2015, il convient de faire une analyse de la trajectoire du score composite sur les cinq années considérées

dans l'étude. Les scores de 2015 de l'ISPM pour les deux pays étudiés sont le résultat des réformes et de mise en œuvre des politiques de développement des années précédentes. Les scores des indicateurs individuels pour l'année 2015 ont été, le plus souvent, estimés à partir de l'observation faite sur les tendances des cinq dernières années précédant l'année 2015.

Figure 5.1 – Évolution du score de l'ISPM du Burkina Faso et du Niger sur la période 2010-2015



Source : Auteur

D'une manière générale, l'évolution du score composite du Burkina Faso sur la période 2010-2015 a été stable autour de la valeur de 0,35 avec un léger fléchissement de la valeur de l'indice en 2013. L'ISPM du Niger, lui au contraire a connu une évolution nette à la hausse entre 2010 et 2013 avant de décroître sur les deux années suivantes. Un autre constat est qu'aucun des deux pays n'a enregistré un score proche de 0,5 à plus forte raison, proche de la valeur maximale de l'échelle normée par construction à 1. Que nous inspire la Figure 5.1 en particulier les performances contrastées en 2013 et 2014 pour les deux pays ?

L'évolution du score de l'ISPM du Burkina Faso suggère une certaine constance dans les réformes et la mise en œuvre des politiques de développement durable. Toutefois, les performances sont timides après deux décennies de mise en œuvre sans interruption de politiques en faveur de développement inclusif et respectueux de l'environnement (MEDD, 2013). L'analyse des résultats de l'ISPM peut s'effectuer sur la base de trois documents essentiels sur le développement durable au Burkina Faso. Il s'agit du

rapport-bilan de la SCADD, qui était le référentiel national de développement économique et social au Burkina Faso sur la période 2011-2015, du rapport d'étude ex ante (évaluation de la faisabilité du plan de développement avant sa mise en œuvre) de l'institut Free Afrique et du rapport de la Commission Nationale de la Réconciliation et des Réformes (CNRR).

A la lecture de la synthèse du rapport de la SCADD, il est ressorti que les contreperformances constatées dans la mise en œuvre de la SCADD (54% de réalisation moyenne, 5,5% de taux de croissance du PIB réel sur une prévision de 10% sur la période, et un taux de pauvreté de 40,1 sur 35% escompté) sont imputables à deux facteurs principaux : des crises sociopolitiques répétitives de 2011, 2014 et 2015, la faiblesse des capacités nationales à exécuter convenablement la SCADD (insuffisance de la planification des actions en termes de programmations physique et financière, l'inefficacité dans la passation et l'exécution des marchés publics, le déblocage tardif des ressources financières, l'insuffisance de rigueur dans le suivi et l'évaluation des programmes exécutés etc.). Dans son rapport de diagnostic de l'état de la Nation, la [CRNR \(2015\)](#) relève avec amertume qu'au Burkina Faso, il n'existe pas une véritable politique de la part de l'État visant à impulser l'initiative privée. Le secteur privé est pourtant présenté comme la locomotive de l'économie ; ce qui avait prévalu sa substitution à l'État dans l'appareil productif au moment de la mise en place des programmes d'ajustements structurels. Mais compte tenu de la fragilité des entreprises naissantes de l'époque, conjuguée à la faiblesse voire l'absence de coordination de la part de l'État, des bilans plutôt décevants ont été enregistrés.

La faible performance de l'ISPM du Burkina Faso en 2013 est statistiquement expliquée par une détérioration des scores des indices de la dimension transversale et la dimension GPI. La valeur de l'indice transversal est passée de 0,136 en 2012 à 0,113 en 2013 (soit une baisse d'environ 17%) avant de remonter à 0,140 en 2014. Le score de l'indice GPI a également connu une baisse en 2013, passant de 0,423 en 2012 à 0,406 en 2013. Les performances de cet indice GPI se sont détériorées jusqu'en 2015 (0,365). Pour rappel, les deux indices dimensionnels, c'est-à-dire l'indice transversal et l'indice nommé « Gouvernance, Politique et Institutionnel », renferment les indicateurs individuels suivants : l'indicateur d'accès à la technologie, l'indicateur d'employabilité du secteur minier, l'indicateur de souveraineté nationale, l'indicateur de stabilité politique et institutionnelle, l'indicateur d'absence de corruption, l'indicateur de gouvernance de la ressource exploitée, l'indicateur de sécurité nationale.

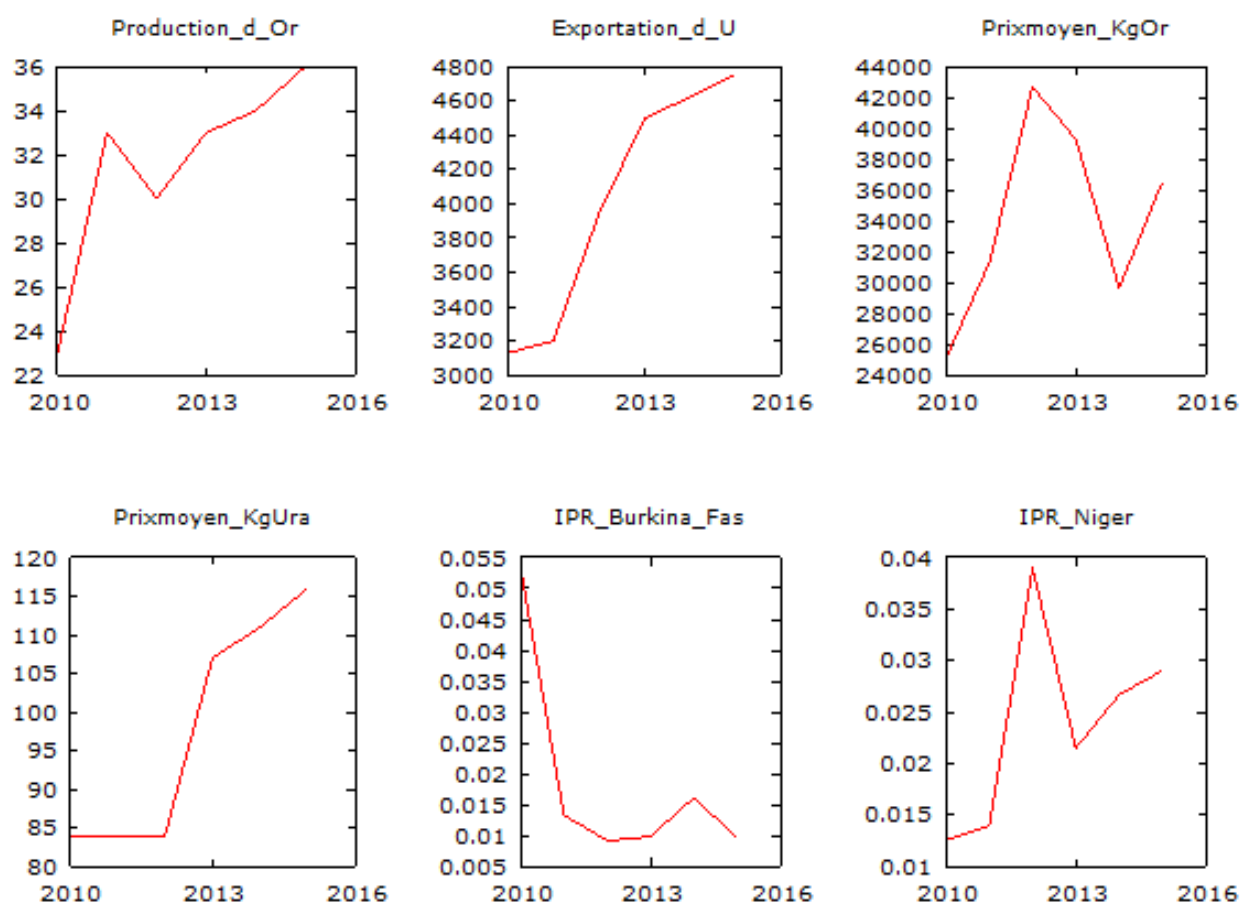
L'année 2013 a été le point de retournement pour l'ISPM du Niger, c'est-à-dire que c'est en 2013 que l'indice du pays a été le plus élevé. Ce score élevé est attribuable aux performances enregistrées dans la dimension sociale (0,174 contre 0,133 en 2012 et 0,136 en 2014) de l'indice composite. Cependant, il convient d'analyser les causes qui ont occasionné le retournement de la valeur de l'indice après 2013, marquée par un plus faible score en 2014 (l'indice est passé de 0,320 en 2013 à 0,310 en 2014, soit

une baisse substantielle de plus de 3%). La baisse du score de l'ISPM du Niger en 2014 est probablement la conséquence de deux faits conjoncturels, l'un international et l'autre national. Le cours mondial de l'uranium a connu une baisse sensible depuis l'accident nucléaire survenu dans la centrale nucléaire de Fukushima au Japon en 2011. Comme les redevances minières constituent la principale source de financement des secteurs sociaux du pays et plus globalement les secteurs de développement, cela impacte négativement les indicateurs du développement. Au niveau national, l'année 2014 marquait l'échéance de plus de 40 ans de contrats signés entre le principal exploitant d'uranium, à savoir la Compagnie générale des matières atomiques (COGEMA) et plus récemment Aréva et l'État du Niger. Le renouvellement de ce contrat minier avait des enjeux importants à la fois pour Aréva et pour l'État nigérien. En effet, depuis 1963, l'exploitant minier a bénéficié d'exonérations fiscales exceptionnelles et de tarifs de recherches et d'exploitation à bas prix (voir Tableau A.9) qu'Aréva ne souhaite pas perdre. Or, au moment du renouvellement des contrats miniers, l'État du Niger souhaitait corriger cette iniquité et abroger le régime fiscal exceptionnel accordé au leader mondial de l'uranium. L'État a par exemple demandé que le taux de redevances minières dont bénéficie Aréva depuis plus de quatre décennies soit revu à la hausse à 12% contre 5,5%. L'État entend aussi rééquilibrer les rapports de forces dans les négociations des futurs contrats miniers en faisant jouer la concurrence. L'État du Niger a en effet étendu l'offre de permis de recherche et d'exploitation à d'autres compagnies telles que les compagnies chinoises et canadiennes. La divergence des intérêts a fait que les négociations entre Aréva et le Niger a duré 18 mois. Pour faire fléchir le gouvernement sur ses positions, courant 2014, Aréva a mis en arrêt les deux sites miniers en exploitation que sont la Compagnie Minière d'Akouta (COMINAK) et la Société minière de l'Aïr (SOMAÏR). Pour les dirigeants d'Aréva, il s'agissait d'une maintenance technique annuelle alors que certains observateurs ont interprété l'arrêt momentané de l'exploitation minière comme un moyen de mettre la pression sur le gouvernement nigérien. Pour les observateurs, la stratégie d'Aréva a eu deux conséquences évidentes : une conséquence économique (baisse anticipée de recettes fiscales issues des redevances minières et donc baisse probable des recettes globales de l'État) et une conséquence sociale qui pourrait prendre une dimension politique. En effet, l'arrêt d'activité des deux sites miniers a entraîné une mise au chômage de quelques trois mille travailleurs nationaux. Cela aurait pu entraîner des manifestations sociales, avec des risques de récupération politique, voire une récupération par les rebelles touaregs (le Mouvement Nigérien pour la Justice) très actifs au Nord du pays.

5.1.2 Dichotomie entre développement soutenable et exploitation minière au Burkina Faso et au Niger

Les tests statistiques que nous avons effectués dans le chapitre 4 montrent une dichotomie, voire une opposition entre les piliers du développement et les recettes minières perçues. Quelles explications peut-on donner à ce résultat ?

Figure 5.2 – Évolution de l'IPR du Burkina Faso et du Niger, de la production d'or (Burkina Faso), de l'exportation d'uranium (Niger), et de leurs prix respectifs



Source : Auteur

Une première explication est que les recettes perçues sont trop faibles pour amorcer un développement dans ces pays. En effet, la valeur de l'indice de profitabilité est de 0,009 pour le Burkina Faso et de 0,029 pour le Niger en 2015. Autrement dit, les pays détenteurs de la ressource minière ne perçoivent qu'à peine 1% du bénéfice net des entreprises minières opérant dans ces pays. Alors que les quantités extraites et les cours des minerais ont évolué (cf. Figure 5.2) et devraient encore augmenter au cours du siècle selon certaines projections (voir [Giraud et Olivier, 2015](#)), la profitabilité des pays n'a pas suivi cette progression. Entre 2010 et 2015, l'IPR du Niger est passé de 0,0125

à 0,029 ; soit 1,6 point de pourcentage de progression en 5 ans. Celui du Burkina Faso a même régressé passant de 5% des bénéfices nets des sociétés minières en 2010 à 1% en 2015. Dans le fond, l'IPR du Burkina a été stable durant les 4 dernières années et n'a pas franchi la barre de 1% de profit. La valeur de 5% de profitabilité observée en 2010 pour le Burkina s'explique par des investissements sociaux réalisés par les entrepreneurs miniers en début d'exploitation et aux taxes forfaitaires versées à l'État avant le démarrage des exploitations. Les investissements sociaux sont réalisés au titre des compensations destinées aux populations riveraines déplacées. Ces réalisations ont été prises en compte dans le calcul de l'IPR de chaque pays. On n'observe pas un tel pic dans l'évolution de l'IPR du Niger pour la simple raison que l'exploitation de la principale ressource du pays à savoir l'uranium a débuté en 1963. L'année 2010 ne correspond donc pas au début d'exploitation de la ressource impliquant des investissements sociaux conséquents et des taxes forfaitaires versées à l'État.

La relation négative mise en évidence entre les rentes minières perçues et les performances des dimensions de l'ISPM confirmerait-elle la malédiction des ressources naturelles dans ces deux pays ? En attendant d'autres études qui le confirmeraient, ce résultat révèle bien une manifestation du syndrome hollandais en particulier en ce que les industries extractives des ressources naturelles dans ces pays évincent les secteurs structurants du développement, apprécient artificiellement leur taux de change avec pour conséquence que les quelques biens à l'exportation (le coton et les produits de l'élevage principalement) deviennent moins compétitifs. Cet état rentier crée des difficultés à l'intérieur du pays notamment dans le domaine de l'habitat, de l'accès au logement et à la propriété qui deviennent des secteurs de spéculation des quelques individus touchant ces rentes minières. Comme nous y reviendrons dans le chapitre 6 de la présente thèse, la réponse à la principale question de la thèse doit être nuancée : l'exploitation d'une ressource peut contribuer à un développement harmonisé à la première condition que la ressource soit transformée dans le pays. On peut à la fois élargir la chaîne de valeurs ajoutées et créer des secteurs structurants autour de l'industrie extractive de la ressource qui, faut-il le rappeler, est stérile, parce qu'étant très intensive en capital et de ce fait ne crée que très peu d'emplois pérennes. En deuxième condition, il faut que les effets induits par cette structuration de l'industrie extractive alimentent de manière dynamique les cinq dimensions du développement durable identifiées dans le cadre de la présente thèse.

Des codes miniers très attractifs pour les investisseurs étrangers et pénalisants pour le pays et ses populations : mise en évidence des faveurs reconnues et accordées aux investisseurs miniers dans les codes miniers

Principal canal de captation de la rente minière, les niveaux des taux d'impôts sur les bénéfices des sociétés minières sont faibles au Burkina Faso et au Niger (taux théo-

rique maximum de 17,5% au Burkina Faso et 12% au Niger selon les codes miniers 2003 et 2006 respectivement des deux pays) comparativement aux taux d'impositions d'autres pays miniers tels que le Mali (25%) et le Ghana (33%). Aussi les montants forfaitaires et les redevances superficielles sont dérisoires. Le Tableau A.9 en Annexes A.4, sur les tarifs d'exploration et d'exploitation des mines, donne une illustration parfaite aussi bien au Burkina Faso qu'au Niger.

Au Burkina Faso

Ambiguïté et absence d'acteurs publics institutionnels pour la gestion du Fonds de réhabilitation de l'environnement et des sites miniers en exploitation

Alors que le [Code minier du Burkina Faso \(2003\)](#) institue l'obligation pour les exploitants de la grande mine de constituer un fonds de réhabilitation des sites miniers, le code ne précise pas les modalités d'exécution de cette loi. Qui est chargé de la réhabilitation ? Les exploitants miniers ou l'État ? A quel moment ? La constitution de ce fonds ne présente pas de garanties sûres tant le texte ne fait pas obligation d'ouverture d'un compte bloqué au profit de l'État. Le texte se contente d'une formulation vague dont la teneur est la suivante : «*Tout titulaire d'un titre minier autre que le permis de recherche ou tout bénéficiaire d'une autorisation d'exploitation à l'exception de l'autorisation d'exploitation de carrières est tenu d'ouvrir et d'alimenter un compte fiduciaire à la Banque Centrale des États de l'Afrique de l'Ouest ou dans une banque commerciale du Burkina Faso, dans le but de servir à la constitution d'un fonds pour couvrir les coûts de la mise en œuvre du programme de préservation et de réhabilitation de l'environnement. Les sommes ainsi utilisées sont en franchise de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux. Les modalités d'opération et d'alimentation de ce fonds sont établies par la réglementation minière*» [Code minier du Burkina Faso \(2003, p.13, Article 78\)](#). Tel que formulée, la loi laisse des possibilités aux entreprises minières de disposer en permanence de ce fonds car il s'agit d'une simple provision non immobilisée. Pour le [Rapport CEP \(2016\)](#), les 9 milliards de francs CFA à ce jour constitués seront insuffisants pour faire face aux coûts de réhabilitation des sites miniers en exploitation. Le [Rapport CEP \(2016\)](#) souligne que non seulement les coûts sont sous-estimés mais l'évaluation n'a pas pris en compte la dépréciation de la monnaie qui nécessitait l'intégration d'un taux d'actualisation dans le calcul de ces coûts de réhabilitation. Compte tenu de l'imprécision de la disposition légale, les sociétés minières bénéficient doublement des provisions constituées pour alimenter le fonds de réhabilitation de l'environnement : d'abord elles peuvent disposer des montants constitués et ensuite ces montants viennent en déduction dans le calcul de l'impôt sur le bénéfice des sociétés minières.

Des avantages fiscaux trop importants en faveur des sociétés minières et au détriment de l'État

Se voulant très attractif et sous l'égide et l'influence des experts de la Banque mondiale et du FMI (Deneault *et al.*, 2008), le [Code minier du Burkina Faso \(2003\)](#) a accordé trop d'avantages fiscaux aux investisseurs potentiels à toutes les phases du développement minier. Par exemple, pendant la phase de recherche, les investisseurs potentiels sont exonérés d'impôts sur les bénéfices industriels et commerciaux, de la contribution des patentes, de la taxe patronale (exonération sur une période de 7 ans consécutifs), des droits d'enregistrement, etc. En outre, une exonération de la Taxe sur la Valeur Ajoutée (TVA), sur une période de deux ans, renouvelable une fois, à compter de la date d'octroi du permis d'exploitation pour les équipements importés (TVA et Droits de douane) et ceux fabriqués localement, pièces détachés, carburants et lubrifiants, équipements professionnels, géo-services (forages, analyses d'échantillons, etc.) et assimilés a été accordée aux entreprises minières.

Par ailleurs, en phase d'exploitation minière, les entreprises minières peuvent internaliser les coûts de leurs sous-traitants afin de bénéficier des réductions sur l'impôt sur les bénéfices. Le [Code minier du Burkina Faso \(2003\)](#) précise même dans son article 91 que «*Ces avantages s'étendent aux sous traitants de la société d'exploitation, sur présentation d'un contrat conclu dans le cadre de l'exploitation de la mine*».

Toutefois, le nouveau [Code minier du Burkina Faso \(2015\)](#) introduit de nouvelles mesures qui, si elles sont appliquées, permettent de limiter l'évasion¹⁵⁸ des recettes minières légalisées par le [Code minier du Burkina Faso \(2003\)](#). En effet, le [Code minier du Burkina Faso \(2015\)](#) dans sa section 4 institue quatre fonds miniers : un Fonds Minier de Développement Local, un Fonds de Réhabilitation et de Fermeture de la Mine, un Fonds de Réhabilitation et de Sécurisation des Sites Miniers Artisanaux et de Lutte contre l'Usage des Produits Chimiques Prohibés et un Fonds de Financement de la Recherche Géologique et Minière et de Soutien à la Formation sur les Sciences de la Terre.

Le fonds minier de développement local vise à financer les plans régionaux et plans communaux de développement. Ce fonds devrait être alimenté par 20% des redevances

158. Article 95 [Code minier du Burkina Faso \(2003\)](#) : «*Tout titulaire de titre minier ou tout bénéficiaire d'une autorisation est autorisé à transférer à l'étranger les fonds destinés au remboursement des dettes contractées à l'extérieur en capital et intérêts ; au paiement des fournisseurs étrangers pour les biens et services nécessaires à la conduite des opérations ; transférer à l'étranger les dividendes et produits des capitaux investis ainsi que le produit de la liquidation ou de la réalisation de leurs avoirs.*» «*Il est garanti, au personnel expatrié du titulaire d'un titre minier ou du bénéficiaire d'une autorisation d'exploitation résidant au Burkina Faso, la libre conversion et le libre transfert dans leur pays d'origine de toute ou partie des sommes qui lui sont payées ou dues, y compris les cotisations sociales et fonds de pension, sous réserve de s'être acquitté des impôts et cotisations diverses qui lui sont applicables conformément à la réglementation en vigueur.*»

Article 95 [Code minier du Niger \(1993\)](#) : «*Conformément au Code des Douanes, le personnel étranger employé par le titulaire, résidant au Niger, bénéficiera, également, de la franchise des droits et taxes grevant l'importation de leurs objets et effets personnels.*»

minières proportionnelles perçues par l'État et 1% du chiffre d'affaires mensuel des sociétés minières ou 1% de la valeur du produit extrait au cours du mois. Les redevances minières sont définies comme étant une partie des recettes minières perçues à partir d'un taux théorique de 5% ([Loi minière du Burkina Faso, 2010](#)) appliqué sur la valeur marchande de la production minière ou du chiffre d'affaires de l'entreprise minière.

Le fonds de réhabilitation et de fermeture de la mine est entièrement et individuellement financé par les exploitants miniers en fonction des montants prévus dans l'étude d'impact environnemental et social de chaque société minière. Contrairement au [Code minier du Burkina Faso \(2003\)](#), le [Code minier du Burkina Faso \(2015\)](#) légalise un droit de regard sur ce fonds. En effet, les ministères des Mines, de l'Environnement et des Finances produisent un rapport annuel conjoint et exhaustif sur le financement de ce fonds. Ledit rapport devrait être publié au Journal officiel et dans trois journaux de la presse locale.

Le fonds de réhabilitation et de sécurisation des sites miniers artisanaux et de lutte contre l'usage des produits chimiques prohibés est alimenté par le versement au profit de ce fonds de 25% de redevances forfaitaires payées à l'État par les bénéficiaires d'autorisations d'exploitation artisanale de substances de mine ou de carrière.

Le quatrième fonds, le fonds de financement de la recherche géologique et minière et de soutien à la formation sur les sciences de la terre est alimenté par 15% des redevances proportionnelles, des taxes superficielles, des droits fixes et des frais de demande d'agrément d'achat ou de vente d'or collecté.

S'inspirant de l'expérience du Ghana, le [Code minier du Burkina Faso \(2015\)](#) instaure dans son article 41 que toute demande de permis d'exploitation de grande ou petite mine soit accompagnée « *d'une étude de faisabilité élaborée par un cabinet agréé, comprenant un plan de formation et de transfert de compétences aux cadres et personnel locaux et un système de promotion de ces cadres et personnel. L'étude de faisabilité doit également définir un plan d'ancrage de l'activité minière à l'économie locale et nationale qui indique les liens économiques en amont et en aval avec les entreprises et agents économiques ainsi que les effets d'entraînements.* » Enfin, le nouveau code minier introduit également une mesure importante relative à la santé publique. En effet, tout investisseur candidat doit requérir au préalable « *une autorisation de l'Autorité nationale de radioprotection et de sûreté nucléaire dans le cas des substances minérale radioactives.* »

Au Niger

Un code peu ambitieux et limitant l'accession de l'État à la souveraineté sur ses ressources naturelles

Le [Code minier du Niger \(1993\)](#) limite l'accession de l'État à la souveraineté sur

l'exploitation des ressources de son sol et sous-sol en stipulant expressément dans son article 8 que «*le taux de participation de l'État dans le capital de la société d'exploitation incluant les actions d'apport gratuites ne peut dépasser trente trois pour cent (33 %).*» Dans le [Code minier du Niger \(2006\)](#), cette participation éventuelle est portée à 40% au maximum. Autrement dit, l'État ne peut augmenter sa participation dans le capital social d'une entreprise opérant sur son territoire qu'à hauteur de 30% du capital de ladite entreprise au maximum, les 40% ci-dessus indiqués incluant le droit de participation antérieur de 10% en contrepartie de la délivrance d'un permis d'exploitation reconnu à l'État.

Par ailleurs, les [Code minier du Niger \(1993\)](#) et [Code minier du Niger \(2006\)](#) peuvent apparaître très généreux dans la mesure où ils stipulent expressément que «*Le titulaire d'un permis d'exploitation a droit à l'extension de son titre à d'autres substances.*» En interprétation de cette disposition légale, un exploitant minier peut se livrer à des activités d'exploitation d'autres substances minières pour lesquelles son titre minier n'avait pas prévues. En outre, l'octroi des permis d'exploitation à petite échelle et des permis de recherches est géré par le ministre des mines sur proposition de son directeur des mines sans avoir nécessairement besoin de l'avis du conseil des ministres. On a eu comme résultat de ces pratiques, une prolifération de titres miniers dans le pays, échappant au contrôle de l'État.

Tout comme le code minier du Burkina Faso, les codes miniers successifs du Niger manquent de stratégie visant à inciter les opérateurs miniers à transformer les produits miniers extraits sur place. Les codes incitent au contraire à l'extraversion des entreprises minières à travers les dispositifs législatifs prévus dans l'article 92 [Code minier du Niger \(1993\)](#) : «*Les substances minières extraites dans les exploitations minières sont exonérées de tous droits et taxes perçus à la sortie lors de leur exportation par les titulaires de permis d'exploitation ou d'autorisation d'ouverture et d'exploitation de carrière ou par toutes personnes morales dûment autorisées.*» A tout le moins, les exonérations auraient pu porter sur des produits miniers transformés si ces pays visaient une transformation partielle ou totale de leurs ressources naturelles extraites.

Soulignons également que les codes miniers de ces deux pays exonèrent les matériaux et matériels nécessaires à l'extraction des ressources minières des droits de douanes. Curieusement, ces codes précisent que «*Cette disposition est valable uniquement dans la mesure où lesdits matériels, matériaux, fournitures, machines, équipements et pièces de rechange, ne sont pas disponibles en République du Niger, dans les conditions équivalentes en termes de qualité, quantité, délai de livraison et de paiement* », tout en sachant qu'au regard du niveau de développement économique de ces pays, le marché national ne peut fournir de tels équipements. Pire encore, ces dispositifs ne sont pas accompagnés d'une politique visant à produire et mettre sur le marché national ce type d'équipements, ne serait-ce que sur un horizon de long terme. En conséquence de ce manque de vision stratégique, les opérateurs miniers exerçant au Niger continuent de

bénéficier de ces dispositifs législatifs après plus de 50 années d'expériences en tant que pays minier sans que le marché intérieur ne puisse tirer profit de cette niche d'opportunités. Le Burkina Faso, n'a visiblement pas su tirer des leçons de l'expérience nigérienne malgré leur proximité géographique dans la mesure où le Salon international de l'énergie, des mines et des carrières (SEMICA) qui est une initiative du Burkina Faso fait chaque année la promotion des équipements miniers venus d'ailleurs.

Gros consommateurs de l'énergie fossile, donc polluantes, les industries minières sont exonérées¹⁵⁹ de taxes sur la consommation de produits pétroliers sur toute la durée de vie de l'activité alors que le consommateur individuel supporte les coûts non seulement en payant la taxe mais aussi par le biais d'augmentation constante du prix des produits pétroliers. Les citoyens subissent également les conséquences résultant de la pénurie de carburant et des autres produits pétroliers en partie expliquée par la surconsommation des industries énergivores.

La légalisation des intérêts individuels par le [Code minier du Niger \(2006\)](#) au détriment de l'intérêt général et collectif

Le [Code minier du Niger \(2006\)](#) instaure dans son article 95 des dispositions susceptibles de créer des tensions sociales. Ces dispositions peuvent être à l'origine des écarts importants de revenus entre les agents de la fonction publique, d'une part, et de l'autre, entre ces derniers et le reste de la population. En effet, alors que les agents du ministère des mines bénéficient d'un traitement salarial privilégié comparativement aux autres agents de l'État, le [Code minier du Niger \(2006\)](#) légalise le versement de ristournes en faveur des agents du ministère des mines composées comme suit : *«une ristourne de 10 % est accordée aux agents du Ministère chargé des mines sur les droits fixes et la redevance superficielle qu'ils liquident et recouvrent ; une ristourne de 1 % est accordée aux agents du Ministère Chargé des mines sur la redevance minière qu'ils liquident ; une ristourne de 50 % est concédée aux agents du Ministère chargé des mines sur les pénalités qu'ils liquident et recouvrent.»* Le code précise même la primauté de versement de ces ristournes instituées sur la contribution des recettes minières au budget de l'État et ceux des collectivités locales. En effet, *«Les recettes minières constituées par la redevance minière, la redevance superficielle, les droits fixes, le produit de la taxe d'exploitation artisanale et le produit de la vente des cartes d'artisans miniers, déduction faite des ristournes concédées aux agents du Ministère chargé des mines, sont réparties entre le budget de l'État (85%) et le budget des communes de la région concernée (15%)*

159. [Code minier du Niger \(2006\)](#), article 93 (nouveau) : *«Les titulaires de permis d'exploitation bénéficient, dans le cadre de leurs activités spécifiques d'exploitation, des avantages douaniers [notamment] l'exonération totale, pendant toute la durée de validité des titres, des droits et taxes de douane dus à l'occasion de l'importation des produits pétroliers destinés à la production d'énergie, à l'extraction, au transport et au traitement du minerai ainsi qu'au fonctionnement et à l'entretien des infrastructures sociales et sanitaires, à l'exception de la redevance statistique (RS) ; exonération de tous les droits et taxes de sortie habituellement dus à l'occasion de la réexportation pour les biens d'équipement ayant servi à l'exécution des travaux d'exploitation.»*

pour le financement du développement local.» Ainsi l'État nigérien, en instituant cette répartition des recettes minières, instaure de manière indirecte des inégalités territoriales dans la mesure où les communes des régions n'abritant pas d'activités minières ne peuvent prétendre aux retombées de la ressource minière extraite, pourtant relevant d'une richesse nationale.

Tableau 5.1 – Les agents du Ministère des mines perçoivent plus de recettes minières que l'État et les collectivités

	Droits fixes et redevances superficiaires	Redevances minières	Impayés & pénalités	Total	Part ristourne (%)
Assiette fiscales	5 000 000 000	30 000 000	74 000 000 000	79 030 000 000	47
Ristourne employés	500 000 000	300 000	37 000 000 000	37 500 300 000	100
recettes minières après ristourne	4 500 000 000	29 700 000	37 000 000 000	41 529 700 000	90
Part État	3 825 000 000	25 245 000	31 450 000 000	35 300 245 000	106
Part collectivités	675 000 000	4 455 000	5 550 000 000	6 229 455 000	602

Source : Auteur

Note : les % expriment le montant total de ristournes distribuées par rapport au montant de chaque poste du tableau. Ainsi, le montant des ristournes représente 47% du montant total à recouvrer ($47\% = \frac{37500300000}{79030000000} \times 100$).

A certains égards, on peut constater que les recettes minières destinées aux agents du ministère des mines sont plus importantes que celles qui reviennent à l'État et aux collectivités locales. Pour illustrer ce propos, analysons les éléments du Tableau 5.1. A partir d'études sur le secteur minier (voir [Rapport CEP, 2016](#); [ROTAB, 2014](#)), il est ressorti que le taux de recouvrement des taxes et redevances dans le secteur est faible, en partie lié au comportement incivique de certaines sociétés minières vis-à-vis de l'Administration fiscale. Cet incivisme fiscal est accentué par des calculs opportunistes entre corrompre les agents chargés du recouvrement et payer le montant total des taxes et impôts dus. A titre illustratif, le montant des pénalités utilisé dans le Tableau 5.1 est un montant réel provenant du [Rapport CEP \(2016\)](#) sur les pénalités, taxes et impôts à recouvrer au Burkina Faso. On constate que le poste « impayés & pénalité » à recouvrer est l'assiette fiscale la plus importante des trois catégories d'assiette fiscale retenues dans l'exemple illustratif. La structure du Tableau 5.1 ne doit pas être significativement différente au Niger. Or, le taux appliqué à cette assiette fiscale pour le compte des agents du ministère des mines est de 50%. En conséquence, le total des recettes minières destinées aux agents du ministère des mines est un peu plus que la

part prévue pour l'État : le montant de ristourne versé aux agents du ministère des mines du Niger sur la base des montants des assiettes fiscales et des taux d'application de 10%, 1% et 50% respectifs représente 106% des recettes minières escomptées à l'État. Le montant cumulé des ristournes représente 6 fois les recettes minières destinées aux collectivités locales.

Ce traitement privilégié en faveur des agents du ministère des mines du Niger est une injustice légalisée qui peut provoquer des contestations sociales et corporatistes légitimes dans la mesure où le recouvrement desdits montants nécessite un travail de synergie de plusieurs acteurs et institutions. Les activités minières illégales ou clandestines peuvent être dénoncées par de simples citoyens ou des organisations de la société civile (OSC) sans que ces derniers ne soient bonifiés en retour pour leurs actions civiques. En outre, pour que les agents du ministère des mines recouvrent les sommes impayées dans des conditions sécuritaires optimales, ces derniers ont besoin d'une coopération des agents des forces de défense et de sécurité, une justice efficace qui appliquent les sanctions financières et les peines encourues par les contrevenants. Les mêmes agents du ministère des mines ont besoin que leurs collègues du ministère des finances coopèrent pleinement de manière à leur fournir des informations fiscales fiables. Sous l'hypothèse que ces ristournes sont perçues comme une indemnité de risque, ou une prime d'efficacité ou d'efficience, ce fonds devrait être redistribué à l'ensemble des acteurs coopérant dans le recouvrement des ressources impayées à l'État.

Au regard du fonctionnement systémique de l'Administration publique, toute disposition qui tend à privilégier un corps de la fonction publique au détriment de l'intérêt général est source d'inefficacité de l'Administration publique et alimente des tensions sociales énormes.

Plus globalement, le manque d'ambition dans l'élaboration des codes miniers des pays africains, puis dans les négociations des contrats miniers résulte de deux facteurs concomitants. D'une part, le manque de connaissances précises sur les gisements et la teneur en minerais de ces gisements conduit à des négociations de contrats miniers déséquilibrées entre pays détenteurs de la ressource naturelle et les investisseurs miniers potentiels. « *La passation de contrats inégaux (...) sont conclus en secret et alimentés par des pots-de-vin pour éluder les dispositions légales existantes. Ces contrats sont souvent une source de préoccupation dans les industries extractives, où il existe en outre une asymétrie d'information entre les pays et les entreprises multinationales, celles-ci ayant souvent une meilleure connaissance, d'un point de vue quantitatif et qualitatif, des gisements miniers qui font l'objet des contrats* » (CNUCED, 2016, p.135). D'autre part, la corruption et les pressions extérieures biaisent les négociations des contrats miniers au profit des exploitants miniers. Outre le fait que c'est dans les industries extractives que les flux financiers illicites sont les plus importants, ces flux illicites empêchent toute idée de politique de transformations structurelles en « *dissuadant (...) les acteurs publics et privés corrompus de faciliter une transformation structurelle qui*

permettrait de rendre leur pays moins tributaire des industries extractives.»(CNUCED, 2016, p.136).

C'est pourquoi, il est fondamental de restaurer l'intégrité et la probité dans la gestion des deniers publics en renforçant les dispositifs législatifs et institutionnels. Il faut également améliorer significativement la connaissance géologique et minéralogique des sous-sols des pays par un investissement important dans la recherche et la prospection géophysique et chimique par des cadres nationaux de manière à résorber l'asymétrie d'information lors des négociations des contrats miniers. Aussi, les États doivent s'impliquer et prendre part aux négociations visant à dédommager les populations expropriées de leurs terres et celles affectées par les activités minières. La pratique actuelle consiste à laisser les populations affectées mener les négociations avec les géantes sociétés multinationales. Compte tenu du déséquilibre de rapports de force dans ces négociations (populations démunies, asymétrie d'information), les populations sortent perdantes. Les États devraient s'outiller au préalable en se dotant d'un référentiel de grille indemnitaire, élaborée à partir des travaux scientifiques pertinents, qui internalisent l'ensemble des coûts explicites et implicites liés à l'expropriation et aux dommages de toutes formes afin de parvenir à des montants et autres formes justes de dédommagement des populations affectées.

Dichotomie entre développement et rentes minières perçues : quelques évidences empiriques

Après l'analyse théorique des mécanismes principalement juridiques d'évasion des richesses des deux pays à travers l'analyse minutieuse des différents codes miniers, on en vient aux preuves réelles de ce pillage organisé. L'indice de profitabilité de la ressource extraite (IPR) révèle un écart important entre sa valeur qu'on pourrait appeler taux réel d'imposition et le taux théorique d'imposition des bénéfices des sociétés minières. La valeur de l'IPR est de 3% au Niger alors que le taux théorique d'imposition des bénéfices des sociétés minières est de 40,5%, celui de la redevance minière est de 5,5% selon le [Code minier du Niger \(1993\)](#). Ce dernier est porté à 12% dans le nouveau [Code minier du Niger \(2006\)](#), en vigueur dans le pays. Au Burkina Faso, la valeur de l'IPR atteint à peine 1% tandis que dans les [Code minier du Burkina Faso \(2003\)](#) et [Code minier du Burkina Faso \(2015\)](#), le taux théorique d'imposition est fixé à 35% et celui de la redevance minière à 5%.

Délocalisation de l'assiette fiscale imposable et prédominance des activités de sous-traitance à l'extérieur du pays

Comment expliquer ces énormes écarts ? Deux hypothèses sont possibles. La première hypothèse postule que les sociétés minières sous-estiment la quantité des minerais extraites lors de leurs déclarations aux services chargés de la collecte d'impôts et taxes des pays concernés, soit elles manipulent les cours mondiaux des minerais en les mi-

norant. Comme le taux d'imposition est appliqué au chiffre d'affaire des entreprises, la manipulation de ces deux variables, c'est-à-dire les quantités extraites et/ou le prix des minerais, réduit l'assiette fiscale et par voie de conséquence le montant des taxes et impôts à verser aux États concernés. Cette hypothèse a été récemment validée par le [Rapport CEP \(2016\)](#) pour le Burkina Faso. En effet, le [Rapport CEP \(2016\)](#) a relevé des entraves et un manque de transparence de la part des sociétés minières conduisant à un sous-recouvrement des recettes minières dues à l'État. Certaines entreprises délocalisent leur chiffre d'affaires dans d'autres pays et déclarent des résultats négatifs. Elles ne sont donc pas assujetties au paiement d'impôts sur les bénéfices. Le rapport constate avec curiosité qu'alors que certaines sociétés minières déclarent des résultats négatifs sur trois années successives, elles ne font pourtant pas l'objet d'un plan redressement ou de liquidation. En outre, l'or extrait au Burkina est raffiné en Suisse. Les services de collecte des recettes minières ne peuvent donc pas vérifier la quantité réelle et la valeur exacte du minerai. Ils se contentent des déclarations de foi des entreprises minières tenues dans les registres commerciaux. *« Dans le processus de production de l'or, les services de l'État n'accèdent pas aux opérations du coulage de l'or pour le contrôle. Toutefois, la douane et les impôts assistent à la pesée. Avant l'expédition, il est procédé à la vérification des documents à signer et toute la production est mise sous scellée. Après l'expédition à l'étranger (Suisse) pour le raffinage, les nouvelles déclarations sur la teneur effective en or sur la base desquelles des corrections sont opérées, ne sont pas vérifiées ou vérifiables par les services fiscaux. »* ([Rapport CEP, 2016](#), p.86).

Il peut s'agir également d'activités parallèles, c'est-à-dire que les entreprises minières opérantes peuvent développer des activités de sous-traitance qui augmentent leur bénéfice global sans que les bénéfices résultant des activités de sous-traitance ne soient assujettis à l'impôt. Cette hypothèse est vraisemblable pour Areva, pour qui le minerai d'uranium en soi-même n'apporte pas grande chose au regard du ralentissement général du cours mondial de ce minerai. En revanche, Areva réalise des bénéfices importants dans les activités de sous-traitance de la filière (services de conversion et d'enrichissement de l'uranium, fabrication d'assemblages de combustible destinés aux réacteurs nucléaires-activités en amont-développement de solutions de gestion de fin du cycle de vie des combustibles usés comprenant le recyclage, la logistique, l'assainissement et la valorisation des sites nucléaires ([Oxfam, 2013](#)). Sur le site d'Areva, les seules activités en aval, sans tenir compte des activités en amont ci-dessus mentionnées, représentent 18%¹⁶⁰ du chiffre d'affaires du groupe en 2014. En 2012 par exemple les activités en amont représentaient plus de 60%¹⁶¹ du chiffre d'affaires du groupe Areva.

La deuxième hypothèse consiste à supposer qu'une bonne partie des recettes fiscales

160. Voir le site d'Areva au lien suivant : <http://www.areva.com/FR/activites-1135/aval-recyclage-et-traitement-du-combustible-nucleaire-use-fabrication-de-mox.html>, consulté le 21/10/2016.

161. Source : voir le site d'Areva au lien suivant : <http://www.areva.com/FR/activites-708/les-activits-amont-en-bref.html>, consulté le 21/10/2016.

minières s'évade par des faits de corruption et de détournement de deniers publics. En effet, les déclarations consolidées de l'Initiative pour la Transparence dans l'Industrie Extractive (ITIE) font ressortir parfois des écarts importants entre ce que les sociétés minières déclarent avoir versé à l'État et ce que l'État de son côté déclare avoir reçu. A titre illustratif, l'ITIE-Burkina Faso a relevé un écart de 1 100 604 mille Francs CFA pour les activités de l'année 2011. Le rapport 2011 sur les activités minières de 2010 a révélé des écarts encore plus importants : plus de deux milliards de Francs CFA ¹⁶². Au Niger, l'ITIE a relevé des écarts de même ampleur. Pour l'exercice fiscal 2013 par exemple, le rapport 2015 de l'ITIE a mis en évidence un écart de 1 172 994 977 Francs CFA ¹⁶³. Même lorsque que les comptes consolidés ne font pas ressortir des écarts, il y a des raisons de douter des déclarations de recettes fiscales transmises à l'ITIE car, bien souvent, il s'opère des jeux de coopération entre les sociétés minières et certains agents de l'administration publique chargés de la collecte de ces impôts (CNUCED, 2016). La contrepartie de ces jeux coopératifs est le versement illicite sous forme de pot de vins ou de «dessous de table», montants qui devraient, en situation de bonne gouvernance, alimenter les caisses de l'État dont il a véritablement besoin pour faire face aux défis de développement. Le corrupteur y gagne dans ce jeu parce que la somme totale versée (montant minimal déclaré+ coût de corruption) est bien inférieure à ce qui devrait être normalement versée à l'État.

Mauvaise allocation des faibles recettes minières perçues

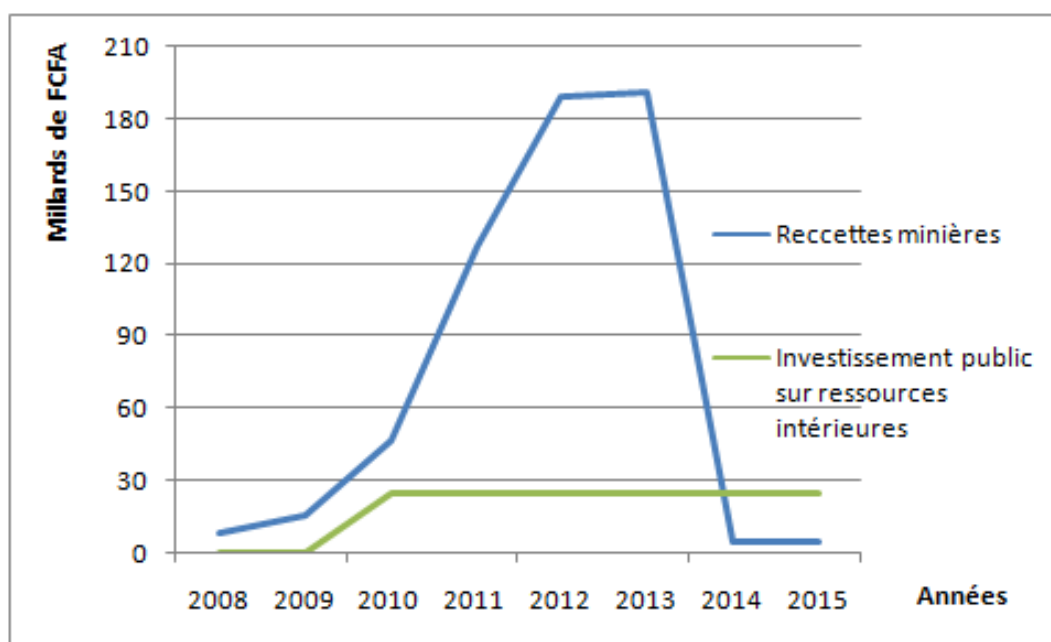
Les gouvernements des deux pays n'affectent pas de façon optimale le peu de rente soutirée aux entreprises minières. En effet, comme le montre les Figures 5.3 et 5.4, alors que les recettes fiscales minières ont connu une bonne progression relative au cours des cinq dernières années, les dépenses dans les secteurs structurants et de relais notamment les dépenses en capital n'ont pas suivi le même rythme.

On constate à partir des Figures 5.3 et 5.4 qu'il ya un décrochage net entre les rentes perçues et les investissements publics réalisés à partir des ressources propres de l'État aussi bien au Burkina Faso qu'au Niger. En effet, alors que les recettes minières versées à l'État dans les deux pays ont connu une tendance à la hausse d'une manière globale entre 2008 et 2015, les investissements publics réalisés sur fonds propres ont connu eux une évolution très faible. Le volume d'investissement est même resté constant au Burkina Faso depuis 2010 si on se réfère au graphique. Alors que les recettes minières ont atteint des pics de 210,3 milliards de FCFA au Niger et 191,4 milliards de Francs CFA au Burkina Faso, les dépenses d'investissements sur ressources propres de l'État ont à peine franchi les seuils de 107 milliards de Francs CFA au Niger et 24 milliards

162. Voir rapport ITIE, 2011 au lien suivant : http://www.itie-bf.gov.bf/IMG/pdf/Rapport_final_du_Valideur_sur_le_processus_ITIE_du_Burkina_Faso.pdf Consulté le 21/10/2016.

163. Voir le rapport consolidé au lien suivant : http://www.itieniger.ne/images/DOC_SITE_ITIE/Rapport_Definitif_2013_01-12-2015.pdf, consulté le 21/10/2016.

Figure 5.3 – Évolution des recettes minières et investissements publics sur fonds propres au Burkina Faso



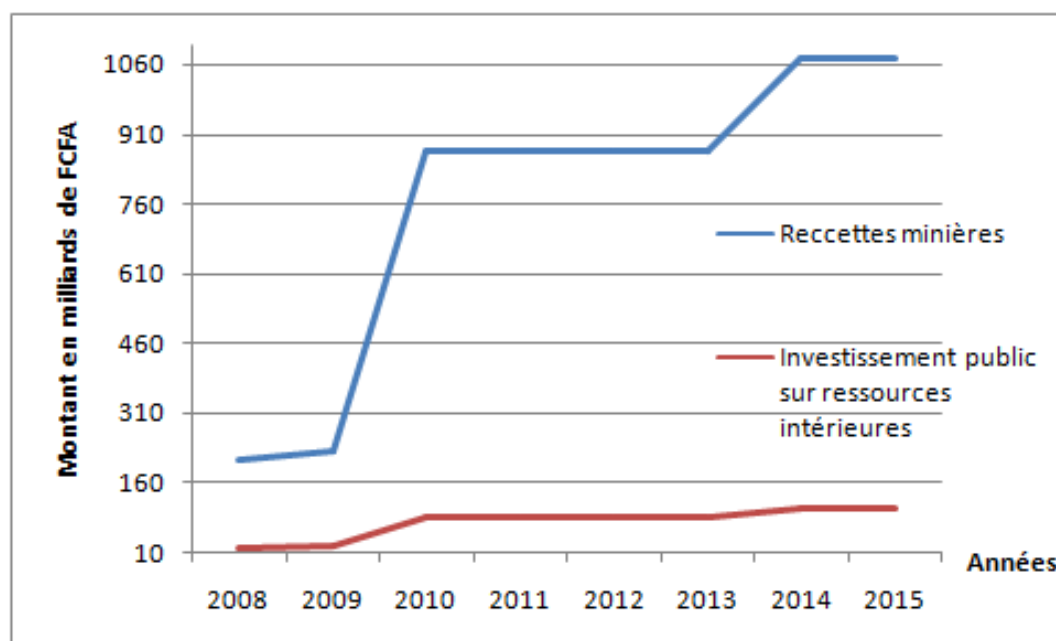
Source : Auteur, à partir de la DGMG-Burkina Faso, du Ministère des Finances et de Bedossa (2012)

de Francs CFA au Burkina Faso. Et une tendance à la hausse de ces investissements publics n'est pas objectivement envisageable dans un futur proche au regard de la chute brutale des recettes minières expliquée par le ralentissement global des cours des matières premières à l'échelle mondiale conjuguée aux différentes crises politiques, sociales et sécuritaires que connaissent les deux pays. En termes relatifs, les recettes minières du Niger sont moins affectées par les conjonctures nationale et internationale par rapport à celles du Burkina Faso en raison de la diversité de ses produits miniers (pétrole, uranium, charbon).

5.2 Analyse des performances par domaines de développement

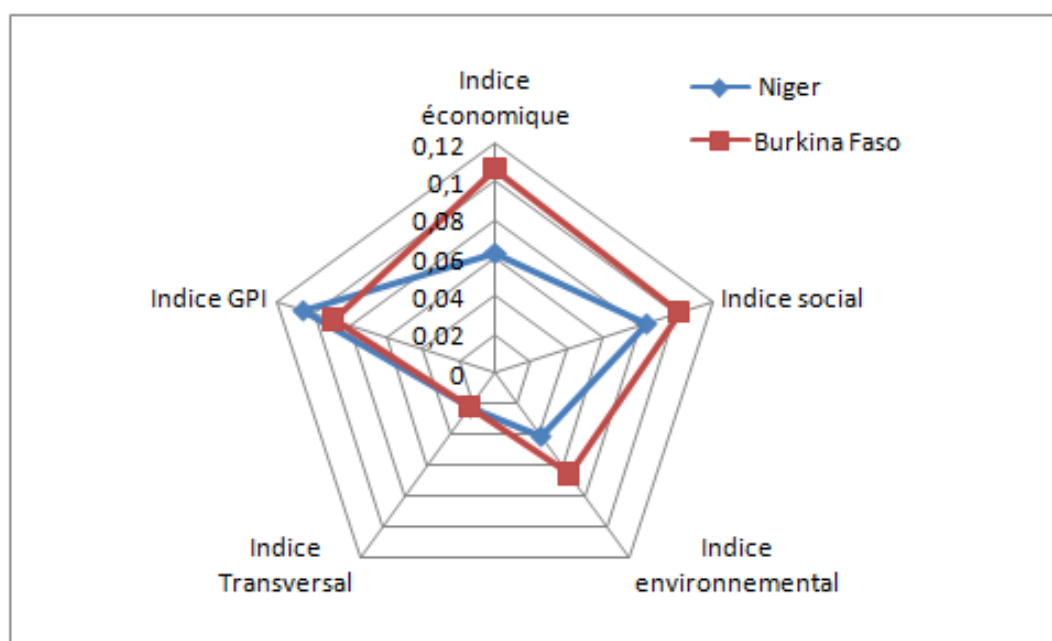
La Figure 5.5 nous permet de visualiser les performances de chaque dimension du Développement Durable. La Figure 5.5 a été construite en tenant compte des importances inégales des différentes composantes de l'indice composite exprimées dans les choix sociaux. La valeur de chaque dimension est pondérée de son poids respectif.

Figure 5.4 – Évolution des recettes minières et investissements publics sur ressources propres au Niger



Source : Auteur, à partir des données de l'ITIE Niger

Figure 5.5 – Scores dimensionnels de l'ISPM du Burkina Faso et du Niger pour l'année 2015



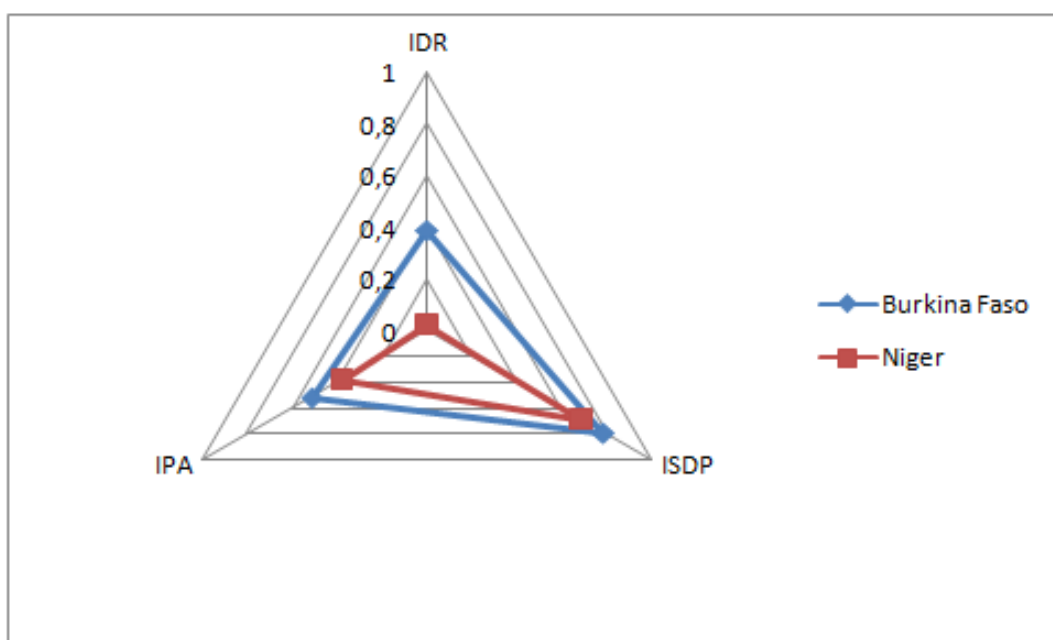
Source : Auteur

La Figure 5.5 indique que les deux pays accusent de grands retards en termes de performance dans la dimension transversale. Pour rappel, cette dimension regroupe les questions d'emploi et d'accès à la technologie de base (électricité, réseau téléphonique, et accès à internet). La question de l'emploi et celle d'accès à la technologie demeurent alors une problématique entière à laquelle ces pays devraient s'atteler à y répondre au regard de leurs effets transversaux sur les autres dimensions du développement. En termes de comparaison, le Niger performe mieux que le Burkina Faso dans la dimension Gouvernance, politique et institutionnelle. En revanche, le Burkina Faso enregistre des performances économiques plus élevées que celles du Niger. Par ailleurs, le Niger accuse un déficit environnemental non négligeable comparativement au Burkina Faso. Ce déficit s'explique-t-il par un effet cumulatif important des impacts environnementaux négatifs (le Niger est un ancien pays minier tandis que le Burkina est un jeune pays minier) ou est-il lié à une réglementation environnementale moins rigoureuse ? Il n'est pas fortuit de postuler que les deux facteurs se conjuguent dans le contexte nigérien. En effet, s'il est raisonnable de supposer que les impacts négatifs des cinq décennies d'exploitation d'uranium et récemment du pétrole et du charbon ont considérablement modifié la qualité de l'environnement au Niger, la faible attention accordée à l'environnement dans les codes miniers successifs du Niger ([Code minier du Niger, 1993, 2006](#)) laisse penser un certain laxisme de la part des pouvoirs publics de ce pays. En effet, alors qu'au Burkina Faso, la délivrance d'un permis d'exploitation est subordonnée à une étude préalable d'impact environnemental et social du futur projet minier, qui devrait recueillir l'avis favorable du ministère de l'environnement, après approbation de l'étude par les services techniques dudit ministère (voir [Code minier du Burkina Faso \(2003, article 77\)](#) et [Code minier du Burkina Faso \(2015, article 41\)](#)), il n'existe pas de précision claire sur la question environnementale dans le dispositif législatif du Niger. Il est simplement stipulé dans les codes miniers du Niger que l'octroi d'un permis d'exploitation nécessite au préalable une enquête publique. Cette enquête publique (sans que l'on ne sache qui est chargé de la mener) vise, à notre avis, à évaluer l'acceptabilité sociale du futur projet minier plutôt que pour évaluer les impacts environnementaux potentiels du futur projet minier puisque les conclusions de cette enquête publique ne semblent pas nécessiter l'approbation préalable du ministère de l'environnement et du développement durable. Le pays s'est pourtant doté d'un Bureau d'Evaluation Environnementale et des Etudes d'Impact (BEEEI). Le rôle de cette institution devrait être précisé dans le code minier pour lever l'ambiguïté. Les sections 5.2.14 à section 5.2.5 analysent les performances de chaque dimension du développement en ses composantes élémentaires.

5.2.1 La dimension économique

La Figure 5.6 montre que la performance de la dimension économique de l'ISPM des deux pays est surtout expliquée par un niveau raisonnable de la dette publique. Le pouvoir d'achat est relativement meilleur au Burkina Faso qu'au Niger avec une différence significative de l'ordre de 1 point. Cette performance globale appréciable présente cependant l'inconvénient de masquer les disparités de pouvoirs d'achat entre le rural et l'urbain d'une part et entre les grandes agglomérations et les villes moyennes d'autre part, à la fois au Niger et au Burkina Faso.

Figure 5.6 – Les performances de la dimension économique de l'ISPM

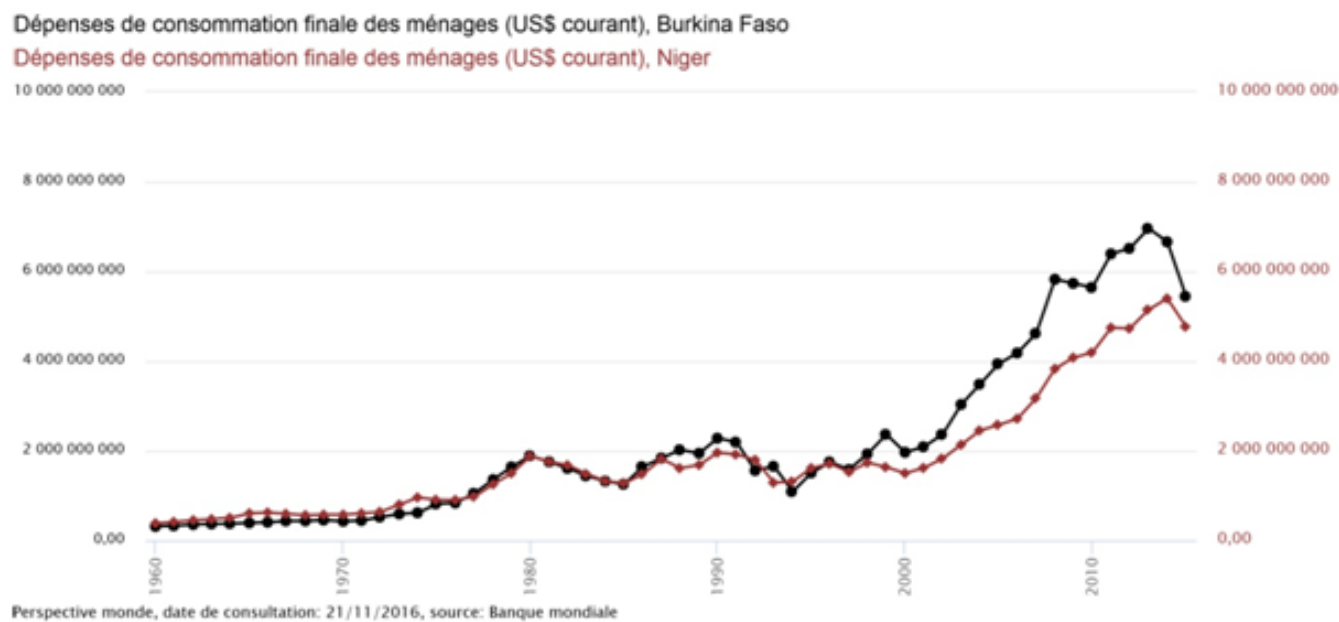


Source : Auteur

Les différences observées au niveau du coût de la vie dans les deux pays s'expliquent entre autres par les facteurs suivants : l'évolution des revenus des ménages d'une part et l'évolution des prix des produits de première nécessité d'autre part.

Depuis la période des indépendances (1960) jusqu'en 2000, les revenus des ménages des deux pays (approximés par les dépenses de consommation finale), ont connu une évolution similaire (parfois stable : période 1960-1980) (voir Figure 5.7). Cependant à partir des années 2000, on a observé un décrochage de la courbe de revenu des ménages burkinabè par rapport à l'évolution à la hausse de la courbe des ménages du Niger (Figure 5.7). La consommation des ménages des deux pays connaît un ralentissement ces dernières années, expliqué par la récession globale (mondiale) de l'activité économique.

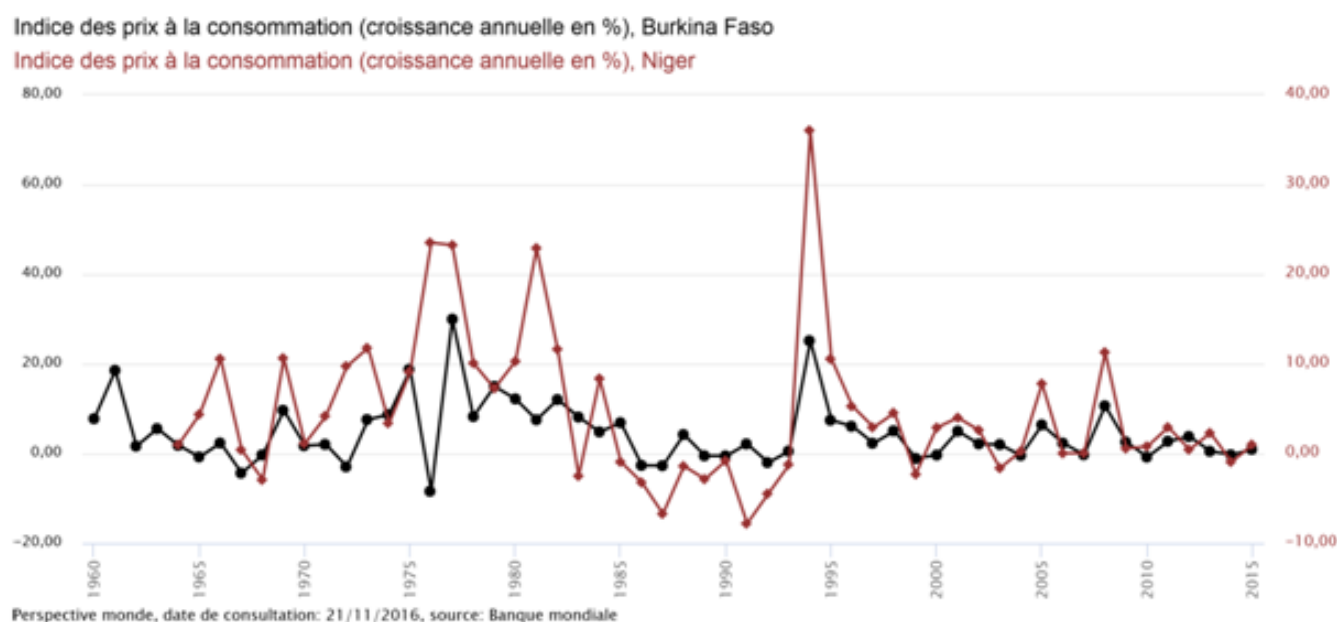
Figure 5.7 – Dépenses de consommation finale des ménages du Burkina Faso et du Niger



Source : Banque Mondiale, 2016

Au cours de la même période, l'indice des prix à la consommation a connu de fortes fluctuations à la hausse aussi bien au Niger qu'au Burkina Faso (voir Figure 5.8).

Figure 5.8 – Évolution de l'indice de prix à la consommation au Burkina Faso et au Niger



Source : Banque Mondiale, 2016

Sur la courte période 2010-2015, l'indice de prix à la consommation a été de 105,28 (base 100 en 2010) au Burkina Faso contre 103,8 au Niger. Au cours de cette même période, le revenu annuel moyen par habitant a été de 355 dollars US au Burkina Faso contre 268 dollars au Niger. Par ailleurs, les prix des biens de premières nécessités sont relativement plus élevés au Niger qu'au Burkina Faso. A titre illustratif, le prix mensuel moyen d'un logement est de 243 dollars US au Niger alors qu'un logement présentant les mêmes caractéristiques physiques (deux pièces + une salle de séjour + une cuisine + une salle de bain + une salle de toilette + une cour individuelle) vaut 121,38 dollars US¹⁶⁴ au Burkina Faso. En conséquence, le faible niveau de l'indice des prix à la consommation au Niger ne parvient pas à contrebalancer les autres facteurs positifs du pouvoir d'achat mis en évidence au Burkina Faso. Il s'en suit donc que le coût de la vie est relativement plus faible au Burkina Faso qu'au Niger.

La dette publique représente un peu moins de 20% du PIB du Burkina Faso et environ 30% du PIB du Niger. Ce résultat signifie que le niveau de soutenabilité de la dette publique dans ces deux pays est appréciable. Ce résultat est en accord avec les récentes analyses de la CNUCED (2016) qui font ressortir que globalement, les pays à faible revenu présentent encore des capacités à s'endetter importantes qui pourraient stimuler davantage la croissance économique sans mettre en péril la viabilité de la dette

164. Source : <https://allaroundzeworld.wordpress.com/2011/05/30/vivre-au-burkina-combien-ca-coute/>; <http://www.tasiri.com/location-niamey/offre>

publique. Ce niveau de soutenabilité de la dette publique des deux pays laisse encore des marges de manœuvre aux dirigeants pour lever des fonds intérieurs¹⁶⁵ afin de renforcer le financement de certains secteurs de développement comme le développement rural bien sûr qu'une surveillance de l'évolution de ce niveau de soutenabilité de la dette publique doit être maintenue (CNUCED, 2016; Dialga, 2015). Pour cela, la CNUCED (2016, p.153) suggère que le cadre de viabilité de la dette publique, qui sert de référentiel commun à tous les pays dans le cadre des emprunts étatiques, soit révisé de manière à intégrer un système de surveillance qui contrôle la façon dont la dette est utilisée, en veillant à ce que les pays empruntent pour financer des investissements productifs, plutôt que des achats de consommation, et contribuent à la réalisation d'objectifs de développement durable notamment l'objectif 9 dit objectif de résilience (innovation et infrastructures) ou de transformation structurelle des économies africaines.

Le niveau du financement du secteur rural, essentiellement le financement de l'agriculture et l'élevage, reste encore très insuffisant voire inexistant (au Niger par exemple) en dépit de nombreux effets structurants qu'induirait la modernisation de ce secteur. La problématique du secteur rural doit être traitée de manière systémique, d'amont en aval en prenant en compte toute la chaîne de valeurs de ce secteur. En amont, il est question de moderniser les deux sous-secteurs que sont l'agriculture et l'élevage. L'une des raisons invoquées est le manque de financement du secteur. L'aversion au financement de ce secteur est elle-même expliquée par un nombre important d'incertitudes qui planent sur le secteur. On peut citer entre autres le manque de garantie financière (solvabilité des petits exploitants agricoles et éleveurs), de sécurité foncière (droits de propriété que confèreraient les titres fonciers), les aléas climatiques (sécheresse, inondations, attaques acridiennes). Pour cette catégorie de causes invoquées, l'État est à même de garantir une certaine assurance. En effet, lorsque la loi sur le foncier est appliquée dans la rigueur, cela confère aux propriétaires terriens des actifs importants pouvant valoir titres d'hypothèque. La garantie de la solvabilité des entrepreneurs dans ce secteur peut être renforcée par un couplage des titres fonciers reconnus aux propriétaires avec une garantie morale portée par l'État à travers une banque agricole ou une agence de promotion du secteur rural. L'État, dans ce cas, se porte garant contre dépôt d'un

165. «Il existe un large éventail de modalités complémentaires de financement du développement qui, si elles sont effectivement mises à profit, peuvent aider l'Afrique à répondre à ses besoins de financement sans influencer nécessairement sur la viabilité de la dette. Il s'agit notamment des envois de fonds, des partenariats public-privé et de la réduction des flux financiers illicites.» CNUCED (2016, p.8). A cet effet, le Rapport CEP (2016) de la commission d'enquête parlementaire du Burkina Faso a relevé un trafic illicite de 74 milliards de francs CFA pour l'année 2016 lié à l'exportation frauduleuse de l'or. Ce montant représente près de 4% du budget de l'État et environ 5% des recettes publiques pour la même année. A l'échelle du continent, on estime à 50 milliards de dollars par an, le montant de flux financiers illicites en provenance de l'Afrique (CNUCED, 2016, p.133), soit deux fois plus que la moyenne de l'aide publique au développement reçue par l'Afrique entre 1970 et 2008. Concrètement, pour un dollar envoyé à l'Afrique sous forme d'Aide publique au développement, il en ressort 2,3 dollars en direction des pays donateurs sous forme de flux illicites. A cette fuite illicite de capitaux, il faut ajouter le canal du service de la dette mis en évidence par Hugon (2013b, p.47-48) qui indiquait que «Pour 2 dollars d'aide, il en ressort 1 sous forme de service de la dette.»

titre foncier. L'État devrait clairement identifier, définir puis distinguer les domaines de l'État dévolu à l'agriculture et ceux destinés au pâturage des éleveurs de sorte à minimiser de façon durable les dommages économiques, humains et sociaux résultant des conflits récurrents entre agriculteurs et éleveurs dans les deux pays étudiés.

En outre, les questions soulevées plus haut nécessitent une synergie d'action. Le partenariat public-privé peut être mis à profit. La modernisation, valant amélioration du rendement du secteur, nécessite des investissements importants. Certains de ces investissements relèvent des pouvoirs publics alors que d'autres nécessitent des financements individuels. En effet, le financement de l'irrigation à travers la construction de barrages ou de bassins de rétention relève de l'État alors que l'acquisition d'équipements agricoles et pastoraux (motopompes, aménagements pour bétail, chambres froides) peut être mobilisée par des promoteurs privés. Aussi, l'amélioration du rendement de la production du secteur passe par un maintien constant de la recherche scientifique sur les variétés de semences et d'espèces animales. Cette mission est également dévolue à l'État qui devrait accroître le financement de la Recherche & Développement à cet effet. Le financement de l'encadrement pour un usage optimal des résultats de la recherche doit être conjointement supporté par les deux acteurs à savoir l'État et les exploitants ruraux.

L'aval de cette problématique de dynamisation du secteur rural réside dans la résolution des problèmes de stockage, de transformation, d'acheminement (voies de communication telles que les voies de transport) et de commercialisation. La résolution des problèmes de stockage des produits agricoles, pastoraux requiert un minimum de coopération entre les exploitants agricoles. Ils pourraient à cet effet constituer des fonds communs pour la construction et la gestion des entrepôts. Le désenclavement du pays et des voies urbaines relève des fonctions régaliennes de l'État et des pouvoirs publics locaux. La transformation des produits agricoles et pastoraux nécessite l'élargissement de la chaîne de valeur de la production par la mise en place des unités de transformation, idéalement promues par des opérateurs privés de sous-traitance.

Enfin, l'État doit jouer un rôle important dans la politique de commercialisation des produits ainsi transformés. L'État, tout en respectant les règles communautaires notamment celles de l'Union Économique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) et de la Communauté Économique Des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), doit définir une politique claire de promotion des produits locaux. Il peut par exemple imposer le principe de la préférence nationale pour les commandes publiques (cantines scolaires publiques, restaurants universitaires publics, garnisons, centres de détention, colloques et autres manifestations organisées sous l'égide de l'État telles que les manifestations culturelles, les séminaires de formation, etc.). Cette politique de préférence nationale doit être promue à l'échelle nationale de manière à l'ancrer dans la culture des Burkinabè et Nigériens. Cette politique intérieure devrait permettre d'absorber une partie substantielle de la production nationale, ce qui aura pour effet induit l'accroissement

des activités en amont et de sous-traitance, elles-mêmes génératrices de nouveaux emplois et de revenus substantiels. En particulier, il s'agit de capter les quelques 60%¹⁶⁶ d'importations de produits manufacturés des ménages des pays concernés. En d'autres termes, lorsque la politique de préférence nationale est bien conduite et consentie par la population, on peut progressivement tendre vers une demande potentielle nationale qui absorberait les 60% des biens manufacturés de consommation des ménages. Cela représente un fort potentiel de demande intérieure qu'il convient d'ajouter à la demande publique.

La politique douanière doit se baser sur un droit à l'importation de produits extérieurs pour résorber un éventuel déficit intérieur. Cela veut dire que la nécessité d'importer des biens manufacturés doit être fondée sur un besoin de satisfaire une demande intérieure excédant l'offre nationale de production de ce même type de biens à qualité égale. Cela nécessite un effort de mobilisation des informations statistiques de la part du ministère du commerce permettant d'anticiper les besoins en termes de flux d'importation et ce, fondés sur l'offre nationale de biens de même nature. Lorsque ce besoin d'importer de biens extérieurs est avéré, le principe de préférence des produits sous-régionaux (espace UEMOA, CEDEAO) et africains doit être successivement appliqué afin d'impulser la dynamique d'intégration régionale et continentale. Evidemment, cette politique d'intégration régionale puis continentale ne sera opérationnelle que lorsqu'il sera mis fin aux barrières¹⁶⁷ monétaires instituées dans un but implicite de cloisonner les espaces économiques africains, notamment ceux de la zone franc. Aussi, une telle politique visant à accroître la consommation des produits intérieurs implique que les accords passés au sein de l'OMC soient renégociés ou que les pays suspendent leur participation à l'OMC qui les appauvrit davantage du fait de leur spécialisation dans l'exportation des produits à faible valeur ajoutée.

Au Burkina Faso, il est annoncé la création d'une banque agricole qui devrait permettre la mise en valeur du potentiel des superficies arables du pays. Seulement 9% des terres irrigables sont effectivement valorisées et l'agriculture irriguée ne représente que 0,6% des terres cultivées (CRNR, 2015, p.63). Cette mesure annoncée est très salubre. Elle peine cependant à être mise en œuvre depuis le résultat des élections présidentielles de 2015. L'incertitude sur la création de cet établissement monétaire augmente plus encore d'autant qu'elle n'est nullement réaffirmée dans le nouveau référentiel de développement au Burkina Faso qu'est le Plan national de développement économique et social (PNDES)¹⁶⁸.

166. PNDES (2016, p.17)

167. Du fait de la non convertibilité des monnaies de la zone UEMOA et la zone Cemap, Communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale (voir Agbohohou, 2016, éd. 2016), le commerce entre ces deux espaces économiques de la zone franc est resté pendant longtemps faible. En 2016, le commerce entre ces deux espaces ne représentait que 3% des flux commerciaux des deux zones économiques alors que le commerce intra-zone euro atteint pour la même période 60%.

168. La version finale du PNDES du Burkina Faso pour la période 2016-2020 est accessible à l'adresse suivante : <http://presimetre.bf/document/PNDES.pdf>

La revalorisation du sous-secteur du textile à travers le pagnage événementiel (uniformes des manifestations culturelles telles que la Semaine nationale de la culture (SNC), le salon international de l'artisanat de Ouagadougou (SIAO), le Festival panafricain du cinéma et de la télévision de Ouagadougou (FESPACO) ou la commémoration des journées internationales comme celle du 8 mars) conçu à partir du «Faso dan Fani» commence à donner un nouveau dynamisme à ce maillon du secteur agricole qui battait de l'aile depuis le début des privatisations des secteurs économiques du pays dans les années 1980. On peut intensifier la dynamique en étendant la commande publique pour les équipements vestimentaires aux cibles suivantes : uniformes scolaires et des écoles nationales de formations professionnelles, brigades vertes des mairies, sacs d'écoliers, équipements en tenue des forces de défenses et de sécurité, etc.

5.2.2 La dimension sociale

Cinq indicateurs composent la dimension sociale de l'ISPM. Il s'agit de l'indicateur d'équité intra générationnelle (IEI), de l'indicateur d'équité intergénérationnelle (IEG), de l'indicateur du capital humain (ICH), de l'indicateur d'altruisme et de solidarité (IAS) et de l'indicateur du bien-être des enfants (IBE). La Figure 5.8 met en exergue des similitudes mais également de différences notables entre les deux pays sur les questions d'équité sociale. En effet, les deux pays présentent des carences importantes concernant les valeurs humaines et sociales à savoir l'altruisme, l'entraide et la solidarité à l'échelle nationale. En revanche, de différences existent entre les deux pays pour les autres composantes de la dimension sociale à savoir l'équité intra générationnelle, l'équité intergénérationnelle, le bien-être des enfants et la formation du capital humain. Le Niger a une relative meilleure allocation des ressources publiques dans l'équité intergénérationnelle comparativement au Burkina Faso bien que le niveau du score reste bas par rapport à sa référence idéale (l'indice IEG=56% pour le Niger contre 26% au Burkina Faso en 2015). Autrement dit, l'investissement dans l'avenir est bien plus important au Niger qu'au Burkina Faso. Inversement, le Burkina Faso consacre plus de ressources à la satisfaction des besoins actuels que le Niger. Ce constat pourrait résulter de choix stratégiques différents entre les deux pays. Le choix du Burkina Faso à investir davantage dans la résolution des problèmes ponctuels résulterait aussi d'une pression accrue et constante de la société civile organisée et des pouvoirs syndicaux. Pour rappel, le gouvernement du Burkina Faso a été contraint d'allouer 64 milliards¹⁶⁹ de Francs CFA en 2013, soit un peu plus de 104 millions de dollars, à des politiques sociales ponctuelles, hors cadrage budgétaire, suite à des manifestations sociales, parfois violentes, déclenchées depuis 2008 (émeutes de la faim ou manifestations contre la vie chère) sans interruption.

Le niveau du capital humain (essentiellement la santé et l'éducation) est sensible-

169. Source : <http://news.aouaga.com/h/13459.html>

ment plus élevé au Burkina Faso qu'au Niger bien que la qualité de ce capital humain reste une problématique entière à traiter. La productivité annuelle du travail employé dans le secteur primaire (agriculture et élevage) est d'environ 438 dollars constants (base 2005) par actif en 2015 au Burkina Faso¹⁷⁰, soit 1,20 dollar constant par jour. Ce niveau de productivité est en deçà du seuil minimum requis pour atteindre l'Objectif 1 de développement durable (ODD1) des Nations Unies qui est celui de l'élimination de la pauvreté sous toutes ses formes et partout dans le monde. Même si nous restreignons cet ODD1 à l'élimination de la pauvreté monétaire uniquement, le niveau minimal de productivité du secteur rural doit à tout le moins satisfaire la condition mathématique suivante : $p = 1,25(1 + d.e) + c + t$ où :

p est la productivité¹⁷¹ minimale par jour pour éliminer la pauvreté en milieu rural, 1,25 est le seuil international de pauvreté par jour et par personne en dollars constants base 2005,

$d.e$ est le taux de dépendance économique c'est à dire le nombre de personnes en charge par le travailleur dont on calcule la productivité,

c est le taux de rémunération du facteur capital (location de terres, intrants agricoles, aliments pour bétail, prairie, et autres capitaux physiques),

t est le taux de prélèvements obligatoires (taxes) afin d'assurer le financement d'infrastructures sociales publiques (infrastructures routières, éducatives, sanitaires, d'assainissement, de soutien à la production agricole et non agricole (énergie-électricité)) et le financement de la gouvernance locale.

En appliquant la valeur cible volontariste d'environ 1,8 dollar constant base 2005 que le gouvernement du Burkina Faso s'est fixé à l'horizon 2020 (PNDES, 2016, p.vi) sur l'équation ci-dessus, d'après nos calculs, la valeur cible du PNDES est bien en deçà du minimum de productivité requis à moins de supposer tous les autres paramètres de la condition mathématique ci-dessus nuls, c'est-à-dire que le travailleur n'a personne en charge (hypothèse très forte dans le contexte des pays étudiés), qu'il n'y ait pas de taxation et sans coût du facteur capital (accès gratuit à la terre, aux intrants et autres facteurs de production) (hypothèse irréaliste à long terme) !

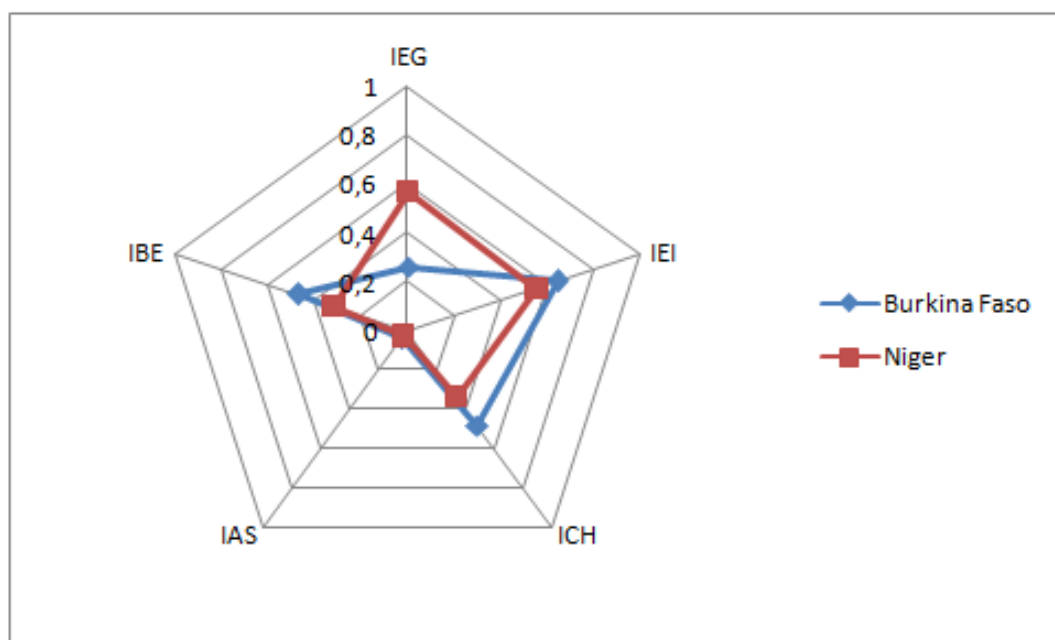
En termes de comparaison, le niveau du capital humain, relativement élevé, se traduit dans la Figure 5.9 par un niveau de bien-être des enfants au Burkina Faso relativement plus élevé que celui des enfants nigériens. Une population qui a un capital humain relativement élevé a une grande probabilité de garantir un niveau de bien-être relativement élevé aux enfants qui constituent une composante de cette population. Dans les pays miniers, ce lien entre niveau du capital humain et bien-être des enfants est d'autant avéré que les enfants non éduqués par des systèmes classiques s'adonnent à des activités physiques à caractères économiques dans les sites miniers

170. PNDES (2016, p.vi)

171. La productivité est définie comme le rapport entre la valeur créée (valeur ajoutée) et le nombre de travailleurs salariés. Elle peut être exprimée en terme horaire. La productivité horaire est la valeur créée en une heure de travail.

qui les exposent à divers risques. Ces activités et l'ensemble des impacts négatifs que les enfants-travailleurs subissent, dégradent considérablement leur bien-être à la fois psychique et physique.

Figure 5.9 – Les performances de la dimension sociale de l'ISPM



Source : Auteur

La valeur de l'indice d'altruisme et de solidarité est quasi-nulle dans les deux pays. Une hypothèse et trois explications sont possibles pour comprendre ce constat. L'hypothèse est de supposer que contrairement à ce qui a été fortement exprimé lors de l'enquête terrain (les notions de solidarité, d'entraide sont revenues de manière quasi-fréquente), il se développe de plus en plus une société individualiste dans les deux pays. En effet, dans son analyse diagnostique de la situation économique et sociale du Burkina Faso, le PNDES (p.7 2016) fait le constat qu'«*en dépit des politiques et des instruments de promotion de la cohésion et de la solidarité nationale déployés, les insuffisances suivantes, sont notables : (i) l'exclusion sociale des personnes âgées et celles vivant avec un handicap, (ii) l'expansion du phénomène des enfants et adolescents en situation de rue et (iii) l'essor des pires formes du travail des enfants.*» Ce diagnostic révèle une fracture sociale qui prend de l'ampleur, du moins au Burkina Faso, visualisée par la Figure 5.9.

Toutefois, pour le cas précis du faible score de l'IAS, cela peut résulter d'une sous-estimation du montant des fonds d'entraide et de solidarité dont les explications peuvent être résumées en trois points. Premièrement, le système de protection sociale (sécurité sociale, assurance maladie, etc.) et de prestations sociales (prestations fami-

liales telles que les prestations pour petite enfance, l'aide au logement, aide personnalisée pour les personnes vivant avec un handicap, indemnités chômage, etc.) est très peu développé au Burkina Faso et au Niger. Deuxièmement, il n'existe pas de statistiques accessibles permettant d'évaluer le montant des différents fonds sociaux qui existent dans les deux pays (fonds de secours d'urgence, fonds de solidarité nationale). Troisièmement le montant des envois de fonds des migrants internationaux à leur famille, qui fait partie du calcul de l'IAS, est sous-estimé du fait de nombreux canaux de transfert, le plus souvent informels dont font usage les expéditeurs de ces fonds. La [CNUCED \(2016\)](#) explique qu'une des raisons qui motivent les migrants internationaux à avoir recours à des filières informelles d'envoi de fonds est leur moindre coût comparativement à des circuits formels et leur plus grande disponibilité, en particulier dans les zones rurales.

Les faibles niveaux de l'investissement dans les générations futures trouvent une partie de leur explication dans les Figures 5.3 et 5.4 qui mettent clairement en évidence un décrochage entre les recettes minières perçues et les investissements publics à partir des recettes publiques. La quasi-constance de l'évolution du volume d'investissement public épouse les règles de l'investissement durable et de lissage des recettes publiques proposées par [Berg *et al.* \(2013\)](#); [Collier \(2014\)](#); [Geiregat et Yang \(2013\)](#) pour les pays qui dépendent fortement des revenus des ressources naturelles. Toutefois, la planification de l'investissement public (le niveau de ciblage, voir Figures 5.3 et 5.4) est moins ambitieuse au regard de l'évolution de la principale source de recettes publiques dans les deux pays que sont les recettes minières.

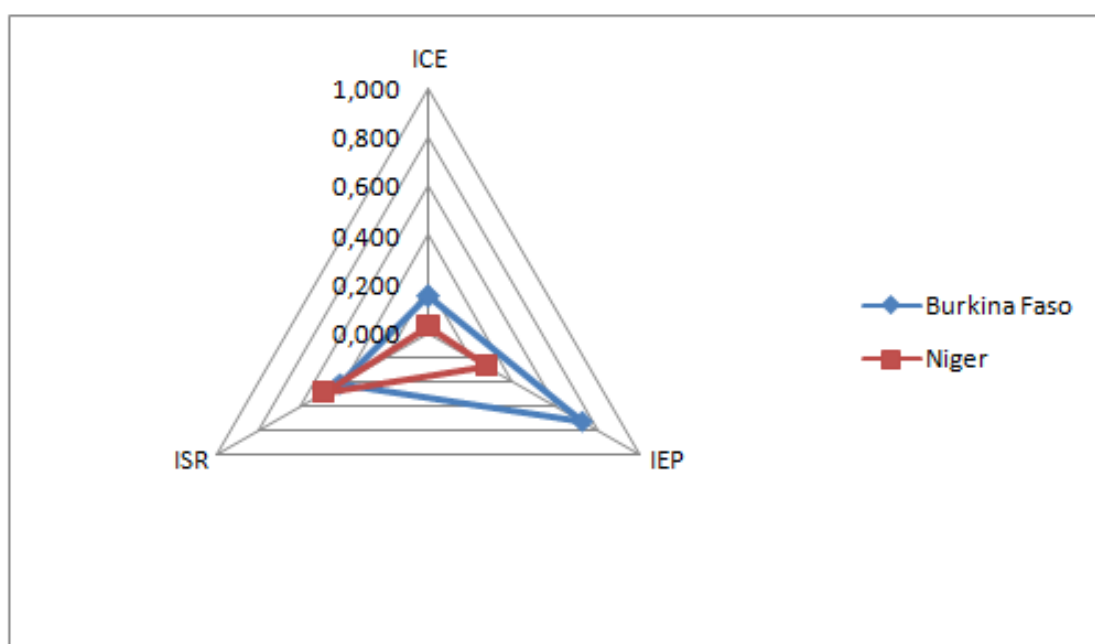
La valeur quantitative du niveau du capital humain masque quelques questions essentielles relatives à cette variable telles que la qualité de l'enseignement qui en est constance baisse, la question de l'adéquation entre l'offre éducative et les besoins du marché de l'emploi, la faible productivité de ce capital humain mise en évidence plus haut. Les indicateurs quantitatifs en matière de santé restent encore à des niveaux relativement bas (voir [PNDES, 2016](#), pour le Burkina Faso) par rapport aux valeurs cibles des normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). A ces déficits quantitatifs s'ajoutent des questions qualitatives en matière d'offre et d'accès à de services et soins de santé dans les deux pays.

5.2.3 La dimension environnementale

La question de la durabilité environnementale en lien avec l'exploitation minière est appréhendée au travers trois indicateurs à savoir (i) l'indice de compensation environnementale qui évalue les mesures et efforts de remédiation, de restauration de l'environnement et de l'écosystème perturbés par les activités extractives des minerais, (ii) l'indice de durabilité de la ressource extraite qui évalue la manière dont les techniques d'extraction de la ressource non renouvelable lui garantissent une longue

période d'activité aussi longtemps que possible et (iii) l'indice d'éco-production visant à mettre en exergue les procédés vertueux dans le cycle d'extraction de la ressource minière (traitement et usage à nouveau d'eaux usées, limitation de gaspillage de matières premières utilisées comme intrants, exploitation efficiente c'est-à-dire étendue limitée de la ressource terre, techniques de préservation des autres ressources naturelles non visées par l'activité minière).

Figure 5.10 – Les performances de la dimension environnementale de l'ISPM



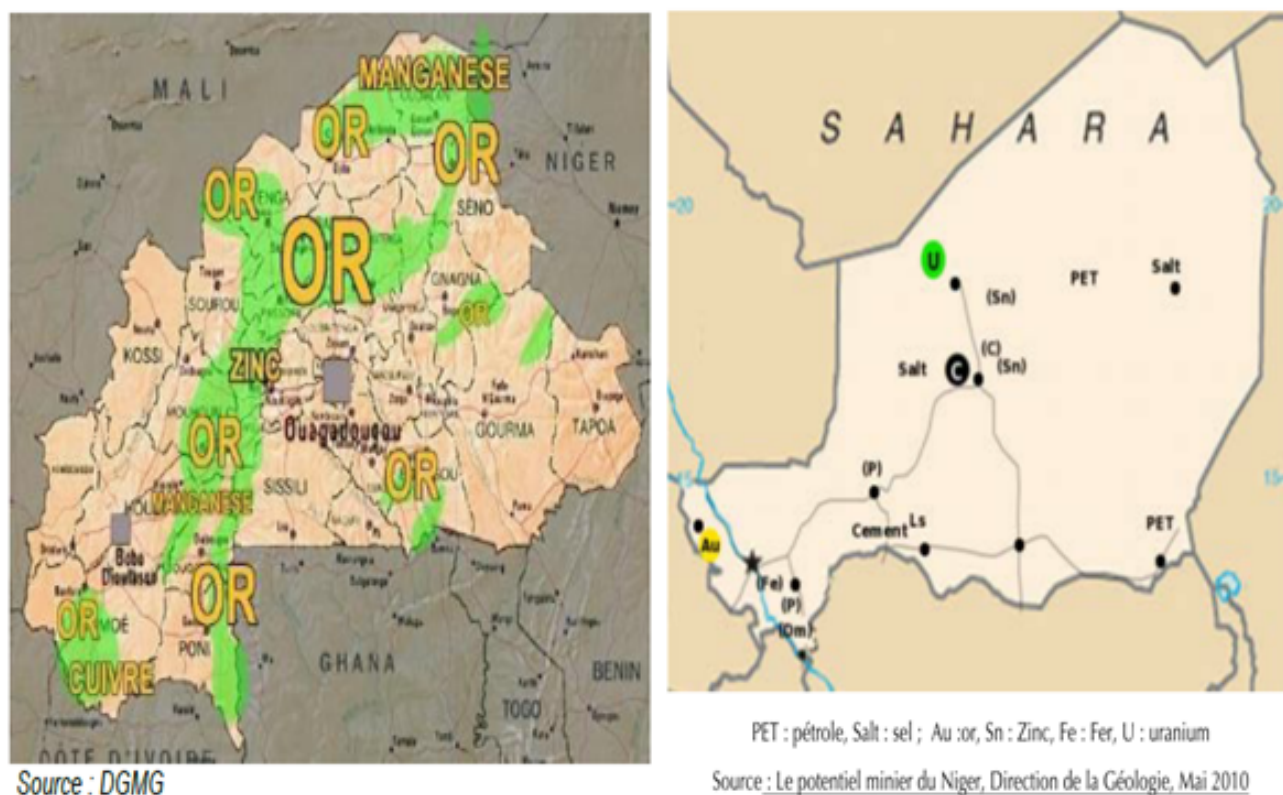
Source : Auteur

La Figure 5.10 révèle des modes d'extraction différents entre les entreprises opérant au Burkina Faso et celles situées au Niger. En effet, les sociétés minières opérant au Burkina Faso adoptent des modes de production plus durables (la valeur de l'indice d'éco-production est nettement supérieure à celle constatée au Niger) que leurs homologues au Niger qui présentent des caractéristiques moins vertueuses (cf. valeur de l'IEP). Tout compte fait, les deux pays ont des indices de compensation environnementale très faible. Ce résultat met en doute l'objectivité des études d'impact environnemental et social qui servent de cadre de référence aux différentes mesures et d'investissement d'atténuation des impacts provoqués par les activités minières. La récente étude du parlement burkinabè ([Rapport CEP, 2016](#)) conforte notre constat. En effet, le [Rapport CEP \(2016\)](#) fait part de son inquiétude quant à la capacité financière du fonds de réhabilitation des sites miniers institué à couvrir les dépenses futures pour la remise en «état» des enclaves minières en exploitation. Ainsi la commission de cette enquête estime que les 9 milliards de Francs CFA constitués par les sociétés minières

pour faire face aux activités de réhabilitation des sites miniers après la fermeture des sites sont largement insuffisants en comparaison avec les montants réels estimés à 11 milliards de francs CFA en 2016. A ce déficit prévisionnel, il faudra ajouter celui qui résulterait de l'actualisation de ces sommes dans le futur (cf. section 4.3 du chapitre 4), des incertitudes dans les estimations et la multiplication des projets futurs.

En l'état des connaissances actuelles sur les stocks de ressources minières, les deux États semblent être à mi-chemin dans l'exploitation de leur gisements respectifs bien que le Niger ait une petite avance sur l'épuisement des ressources naturelles de son sous-sol (cf. ISR). On peut donc affirmer qu'à rythme d'exploitation égal, et compte tenu des techniques de production utilisées et du niveau de stock actuel connu, le Niger peut planifier l'épuisement de la ressource uranium à l'horizon 2060. Cet horizon pourrait évidemment être repoussé compte tenu des mises en évidences progressives et des améliorations dans la connaissance géologique des sols et sous-sols de ce pays (cf. Figure 5.11 ci-dessous).

Figure 5.11 – Cartes minières du Burkina Faso et du Niger



Source : DGMG-Burkina Faso et DG-Niger, 2010

En actualisant les données, l'horizon temporel d'épuisement de la ressource minière au Burkina Faso semble éloigné. En effet, alors que le stock d'or prouvé au Burkina

Faso à la date de 2015 était de l'ordre de 67 5274 tonnes, le [Rapport CEP \(2016\)](#) indique que ce niveau est réévalué à 154, 2 millions de tonnes en 2016. Cette grande différence s'explique par des différences de méthodes d'estimation entre la Commission d'enquête et les services du ministère des mines. Le [Rapport CEP \(2016\)](#) indique en outre que la quantité totale de ressources minières exploitables vaut 787 millions de tonnes si l'on prend en compte les autres substances minérales telles que le zinc, le cuivre et le manganèse. Ces récents résultats confirment et renforcent le statut du Burkina Faso en tant que pays minier. Avec un rythme d'extraction linéaire (estimé à 23,34 tonnes/an entre 2009 et 2016)¹⁷² et en maintenant les autres paramètres inchangés (technologie, stock, technique de production), on peut projeter l'épuisement de la ressource «or» du Burkina Faso à un horizon quasi-infini (6510610 ans!). A partir de notre base de données constituée, on se situe à un horizon temporel de l'ordre de 8 millénaires d'extraction sur la base des stocks d'or prouvé (cf. [Rapport CEP, 2016](#), p.22). Les mises à jour des cartes minières des deux pays (voir [ROTAB, 2014](#), pour la mise à jour de la carte minière du Niger) qui confirment davantage la richesse de leurs sous-sols mettent les gouvernements de ces pays face à leurs responsabilités quant à leurs capacités à tirer profit de cette manne minière pour financer des projets de développement, car finalement ce n'est pas tant la question de l'épuisement de la ressource minière à l'échelle du temps humain qui est en jeu ici mais plutôt la capacité des gouvernements à tirer profit de cette manne naturelle et à contenir les effets indésirables qui en découlent dans des proportions raisonnables. Pour notre part, la transformation industrielle progressive de cette dotation naturelle, intégrée aux autres secteurs structurants de l'économie nationale, en suivant les trois phases¹⁷³ successives présentées dans le modèle de spécialisation néo-factorielle nous semble une des voies sûres qui permettent de conjurer l'hypothèse d'une éventuelle malédiction de ressources naturelles (cette hypothèse reste à tester pour le cas de nos deux pays d'étude) en une bénédiction véritable pour les deux pays. Par ailleurs, les récentes mises en évidence des gisements miniers importants dans les deux pays interpellent également les pouvoirs publics à anticiper la manière dont ils pourront contenir les impacts négatifs à la fois environnementaux et sociaux (conflits, rebellions, dépravations des mœurs, maladies nouvelles, etc.) de ces quelques 8 millénaires d'exploitations prochaines de ces

172. Calcul à partir des données de la chambre des mines du Burkina disponibles à l'adresse suivante : <http://www.chambremines.bf/?Evolution-de-la-production-miniere>

173. Pour rappel les trois phases de la transformation industrielle progressive dans le modèle de spécialisation néo-factorielle sont : (i) une planification de la ressource naturelle en la répartissant en trois parties : un stock passé en contrat gagnant-gagnant avec des promoteurs privés, un stock exploité et valorisé (transformé) par des entreprises nationales en deuxième période qui créent des effets structurants avec les autres secteurs économiques de l'économie nationale et un stock souverain pour les générations futures ; (ii) une renégociation des contrats miniers actuels (contrats gagnants-gagnants) avec les exploitants miniers, capable de constituer un fonds destiné au financement du capital humain qualifié (formation d'ingénieurs et management des ressources) et à l'importation et/ou au développement (R&D) de la technologie requise à l'extraction efficace et à la transformation industrielle et enfin (iii) la transformation industrielle de la ressource minière et des autres matières premières promue par des entreprises nationales.

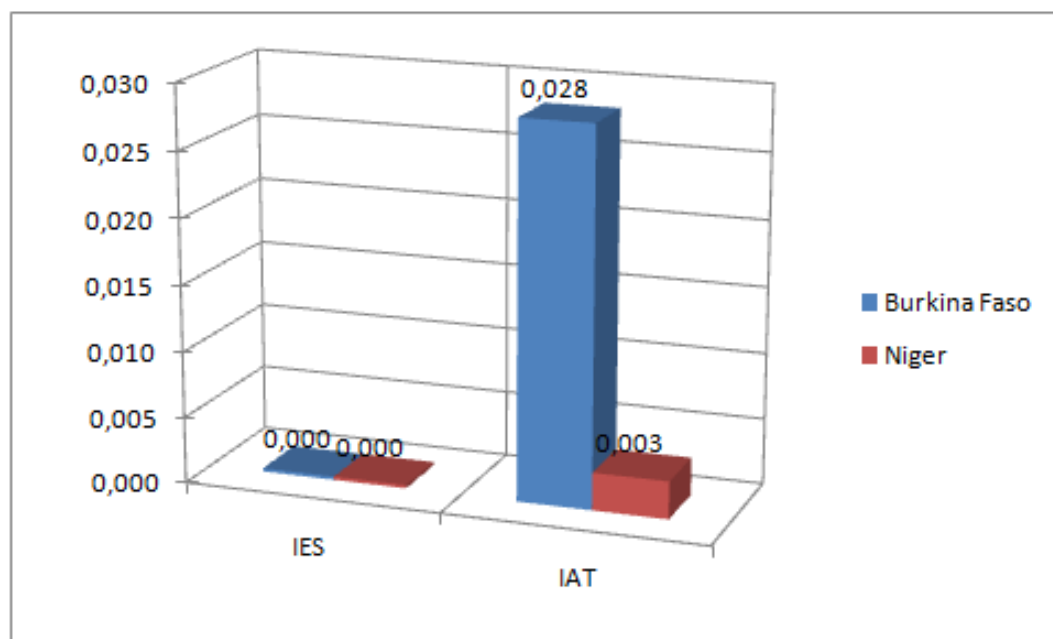
ressources.

5.2.4 La dimension transversale

La dimension transversale du développement dans le contexte des pays miniers regroupe les questions d'emploi et d'accès à la technologie. La Figure 5.12 montre la contribution relative de cette dimension à la formation du score composite des deux pays. L'indice d'employabilité du secteur est très faible. Les grandes mines sont des industries capital-intensif, c'est-à-dire que le secteur extractif mobilise plus d'investissement en capital physique que de la main d'œuvre humaine. Du fait de son manque d'ancrage à l'économie nationale, le secteur minier ne permet pas de générer autant d'emplois espérés. La configuration économique actuelle du secteur minier dans les deux pays étudiés fait que l'exploitation minière à grande échelle ne profite que très marginalement au pays détenteur de la ressource. La richesse créée n'est pas réinvestie dans d'autres secteurs économiques du pays pour impulser une dynamique structurante. En outre, très peu employeuses, les sociétés minières à grande échelle n'emploient que peu de travailleurs peu qualifiés. Aussi, la précarité des emplois qui y sont créés pose un autre problème en termes d'emplois décents pérennes dans la mesure où les emplois sont parfois à temps partiels. Sur 7000 employés des sociétés minières qui opèrent au Burkina Faso, 1920 sont des expatriés constitués essentiellement de cadres et de cadres supérieurs selon le [Rapport CEP \(2016\)](#). Rapporté à l'économie nationale et proportionnellement à la part de richesse créée par ce secteur à l'économie, l'emploi créé par le secteur minier est très insignifiant voire négligeable à la lecture de la Figure 5.12. Autrement dit, le nombre d'emplois créés par unité monétaire par le secteur minier rapporté à l'économie nationale est très négligeable. Les deux pays présentent un paradoxe important en ce sens que d'un côté on a un secteur qui crée relativement plus de richesse à l'économie et est très peu employeur (le secteur minier), et de l'autre côté, un autre secteur qui occupe 80% de la main d'œuvre (l'agriculture et l'élevage) pour une contribution relativement faible à la création de la richesse nationale (environ 30% du PIB). Le défi pour ces pays est de parvenir à équilibrer ces deux principaux secteurs tant dans leur contribution à la création d'emplois que la création de richesse. Une politique d'intégration de ces deux secteurs serait adéquate de manière à mutualiser leurs avantages spécifiques respectifs : transfert de la richesse créée par le secteur minier afin de moderniser et d'accroître la productivité des secteurs agricole et pastoral et transfert du surplus démographique des secteurs agricole et pastoral vers d'autres secteurs économiques (services, agroalimentaires, transformation, industrie et artisanat) y compris le secteur minier pour un équilibre socialement acceptable du fonctionnement de toute l'économie du pays. Mais avant, les pays devraient résoudre en amont le problème de l'évasion de la richesse créée par le secteur minier puisqu'à peine 1% et 3% de la richesse totale créée par l'extraction minière reviennent respectivement à l'État

du Burkina Faso et à celui du Niger.

Figure 5.12 – Les performances de la dimension transversale de l'ISPM



Source : Auteur

Au regard de ces effets évasifs, l'État du Burkina Faso par exemple gagnerait à mieux encadrer et optimiser la production du secteur artisanal, constitué essentiellement d'opérateurs nationaux, qui à terme, a un impact positif en termes de revenu sur 1 million de Burkinabè selon le [Rapport CEP \(2016\)](#). L'État peut moderniser et encadrer rigoureusement le secteur en s'appuyant sur des structures existantes comme la Direction de l'Organisation, de la Promotion et du Suivi du Secteur Informel (DOPSSI) et l'Agence Nationale du Secteur des Mines (ANSM).

Le deuxième aspect pris en considération par la composante transversale de l'ISPM est l'accès à la technologie qu'elle soit dite de base comme l'énergie, l'électricité, l'internet, la téléphonie ou qu'elle soit avancée comme celle employée dans les domaines de la santé (médecine et pharmacie), de l'aéronautique ou la recherche spatiale et nucléaire. Dans le calcul du score de l'ISPM, c'est la première catégorie de technologie qui est prise en considération pour la simple raison qu'elle constitue la base de tout développement technologique mais également du fait de son impact direct et de son usage incontournable dans la vie quotidienne de nombre de populations. En dépit de cette restriction se résumant à la technologie de base, le constat qui se dégage est que le non accès à la technologie reste encore un facteur handicapant dans les deux pays. En effet, à peine 3% de la population du Burkina Faso est desservie par un réseau d'électricité ou a accès à internet. Ce niveau de couverture est encore plus dramatique

au Niger où seulement 0,3% de la population a accès à cette technologie de base. Toutefois, ces contre-performances sont en partie résorbées par un taux de pénétration du téléphone mobile important. Entre 2002 et 2015, le taux de pénétration du téléphone mobile est passé de 10% à 50% en Afrique subsaharienne avec une incidence positive sur l'usage des services financiers non bancaires traditionnels (12% de la population en Afrique subsaharienne détiennent un compte bancaire mobile) via le *mobile banking*¹⁷⁴. Les deux pays devraient accompagner ces dynamiques en encourageant par exemple les porteurs de projets technologiques innovants pour ainsi tirer profit d'un effet de tunnel¹⁷⁵. En complément de ces initiatives portées par des jeunes ingénieurs africains, les États devraient également promouvoir l'usage du solaire comme source alternative sûre et propre aux réseaux électriques insuffisants compte tenu du potentiel solaire dans cette région au sud du Sahara. Ces États, tout en ouvrant le secteur de l'électricité au secteur privé, doivent nécessairement veiller à ce que les grands promoteurs traditionnels n'évincent pas les initiatives locales et populaires au risque d'exclure une bonne partie de la population de cette source de développement.

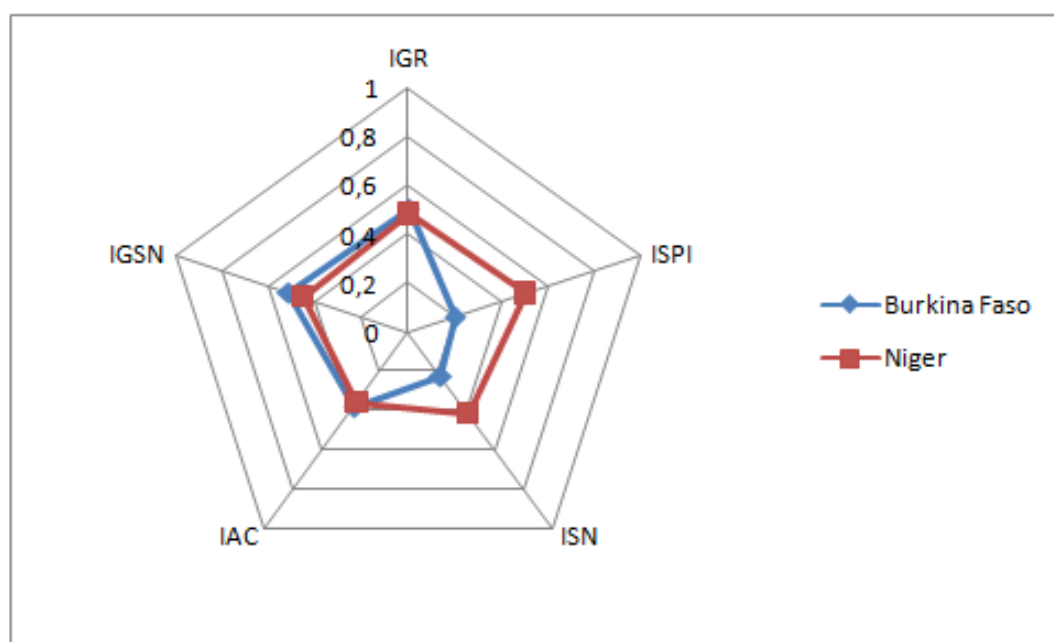
5.2.5 La dimension gouvernance, politique et institutionnelle

La dimension GPI prend en considération les questions qui ont trait à la gouvernance qu'elle soit administrative, économique, locale et politique, aux questions de stabilité politique, d'absence de conflits ou la capacité des États à contenir ou à faire face aux conflits éventuels, aux menaces sécuritaires (sécurité alimentaire et sécurité des personnes, des biens et des institutions du pays) et à la qualité des institutions du pays sachant que la stabilité institutionnelle est une composante essentielle de cette qualité.

174. Le *mobile banking* est un système de services financiers (achats, transferts, etc.) sans nécessairement avoir besoin de détenir un compte en banque, dont le support principal est le téléphone mobile. Ce service financier innovant est très accessible à tous en termes de coûts mais aussi en termes de couverture surtout dans les milieux ruraux. Les services offerts par ce système innovant sont entre autres l'achat d'articles, le paiement des factures d'eau, d'électricité, le transfert d'argent à des parents, tiers, fournisseurs, le chargement de crédits de communication aux profits de tierces personnes, etc.

175. Au regard des inventions tous azimutes en provenance de divers horizons de la planète, les pays en retard prononcé en matière technologique ne sont pas obligés d'emprunter le chemin traditionnel de lignes électriques et de la fibre optique pour rattraper les autres pays. L'expérience des pays émergents comme l'Inde et le Brésil conforte cette conviction. La mise en œuvre de solutions technologiques ne nécessitant ni de déploiement de lignes électriques, ni de coûts exorbitants permettrait à ces pays de rattraper leur retard technologique à moindres coûts. Des projets pilotes sont en expérimentation dans plusieurs localités rurales en Afrique notamment en Namibie (voir <http://www.usinenouvelle.com/article/deux-start-up-francaises-main-dans-la-main-pour-electrifier-l-afrique.N362339>). Les premiers résultats encourageants de ces essais devraient inspirer les pouvoirs publics burkinabè et nigérien pour peu que ces derniers y mettent de la volonté politique.

Figure 5.13 – Les performances de la dimension Gouvernance, Politique et Institutionnelle de l'ISPM



Source : Auteur

A l'exception des indicateurs «stabilité politique et institutionnelle» et de «souveraineté nationale», les deux pays présentent des performances presque similaires dans cette dimension. En effet, le Burkina Faso et le Niger ont le même niveau de gouvernance de la ressource. Selon la Figure 5.13, les deux pays présentent le même niveau d'intégrité (indice d'absence de corruption). Toutefois, les performances sont faibles par rapport à la valeur de référence idéale (le score maximal vaut 1). Pour ce qui est du niveau de sécurité dans les deux pays (Indice global de sécurité national), ils présentent à peu près le même risque de menace, avec un risque plus élevé au Niger qu'au Burkina Faso y compris le risque sécuritaire lié aux pénuries alimentaires. En effet, en dépit du programme dénommé «Initiative 3N» (les Nigériens Nourrissent les Nigériens) dont le rapport¹⁷⁶ semble plutôt optimiste, le Niger fait toujours face à des menaces de pénuries alimentaires dont une partie des causes est imputable aux aléas climatiques (sécheresse) qui hypothèquent l'agriculture et déciment le cheptel. Les réformes tardent à produire d'effets de grande ampleur car les causes de ces contreperformances sont d'ordre structurel. Or on ne peut évaluer l'efficacité des réformes structurelles (construction d'infrastructures résilientes comme les barrages, la mécanisation de l'agriculture par l'irrigation) qu'à long terme. En plus de cette menace d'origine naturelle accélérée et amplifiée par le changement climatique, le pays fait

176. Le Bilan 2011-2015 de l'initiative 3N est accessible à l'adresse suivante : <http://www.initiative3n.ne/>

face à une menace sécuritaire d'envergure internationale à ses frontières. Cette menace s'étend progressivement à l'ensemble des pays au sud du Sahara dont le Burkina a été victime en 2015 et ce, de manière quasi récurrente.

Le score «ISPI» du Burkina Faso s'est détérioré en 2015 du fait des nombreuses crises sociales et politiques que traverse ce pays depuis 2008 et dont les points culminants de ces soubresauts politiques et sociaux ont été atteints en 2014 (chute de l'ancien régime au pouvoir depuis 1987 par une insurrection populaire en réaction aux tentatives de déstabilisations institutionnelles et constitutionnelles) et 2015 (coup d'État militaire manqué au mois de septembre de la même année).

En matière de souveraineté nationale, les deux pays subissent des politiques monétaires dites de servitude volontaire (Nubukpo *et al.*, 2016) au détriment de politiques de développement économique et social. La gouvernance monétaire privilégie l'accumulation d'avoirs extérieurs au détriment du financement du développement (CRNR, 2015, p.46) et pour preuve, plus de 3772 milliards de francs CFA (soit plus de 5,75 milliards d'euros) des économies de la zone Franc sont déposés à la Banque de France sous forme de réserves de change (Banque de France, 2015). Pire, 70,4% de ces réserves sont dites de «réserves libres» c'est-à-dire qu'elles n'ont pas l'obligation formelle d'y être déposées¹⁷⁷. Pendant ce temps, les pouvoirs publics accusent la faiblesse de moyens financiers pour entreprendre de vrais projets de réformes et d'intégration économique, sociale et culturelle de l'espace sub-saharien.

En conséquence, le score des deux pays pour cet indicateur est mécaniquement figé puisque l'indicateur de souveraineté monétaire qui mesure la proportion de réserves de change hors de portée des deux pays pour financer leur propre développement est fixé à 100% en 1945, ensuite à 65% à partir de 1973 puis 50%, soit un score de 0,5 depuis 2005 par convention avec le Trésor public français (Ouédraogo, 2011, p.9). Toutefois, le Niger accroît sensiblement son score global dans cette sous-composante en acquérant des parts dans le capital social des entreprises minières opérant sur son territoire, une autre composante de la souveraineté nationale. Ainsi, le score de la composante «souveraineté sur l'exploitation de la ressource naturelle» vaut 0,33 pour le Niger contre 0,1 au Burkina Faso. En effet, en plus d'une part de 10% des actions des sociétés minières privées qui revient à l'État de droit en contrepartie des permis miniers délivrés (cf. Code minier du Burkina Faso, 2003, 2015; Code minier du Niger, 1993, 2006), l'État du Niger a acquis 23% de parts supplémentaires dans les actions des sociétés privées afin d'accroître non seulement sa part dans le dividende partagé mais aussi d'imprimer son influence sur les décisions en matière de développement minier et de politique sociale, décisions prises en conseil d'administration des sociétés minières au cours desquelles l'État est représenté au prorata de sa participation au capital social de l'entreprise minière. L'ensemble des 33% des actions détenues par l'État du Niger est

177. voir Agbohrou (2016); Gouteron *et al.* (2005); Ouédraogo (2011) pour des mises en évidences similaires sur une longue période.

géré par la SOPAMIN, la Société du Patrimoine Minier du Niger. Contrairement à cette initiative, l'État du Burkina Faso s'est contenté des 10% qui lui reviennent de droit et ce, gratuitement. D'où son score de 0,1. L'État du Burkina Faso tire une mauvaise expérience de la participation de l'État au capital social des sociétés minières avec l'expérience amère de la mine d'or de Poura où l'État burkinabè était actionnaire à 55%. La faillite de la Société de recherche et d'exploitation minières du Burkina (SOREMIB) intervenue en 1999, avec la conséquence la plus importante sur le plan écologique et environnementale est très souvent imputée à l'État. Toutefois, il convient de relativiser cette vision répandue. Le défaut de l'État a été de vouloir gérer cette entreprise minière en se dérogeant des règles élémentaires d'efficacité et de rentabilité économique que toute entreprise, qu'elle soit privée ou semi-publique, doit respecter. Avec le cas de la mine d'or de Poura, on a assisté à un laxisme dans la gestion des effectifs de la société : pour un besoin réel de 300 employés, on a assisté à un sureffectif de 500 employés de complaisance avec les conséquences financières qui en ont naturellement suivi ¹⁷⁸. La masse salariale a explosé. En somme, la faillite de cette expérience réside dans la gestion du modèle économique et social de la société à dominance étatique. La prise de participation par l'État dans des secteurs économiques importants ne doit nullement être remise en cause.

Au regard des freins que constitue la coopération monétaire et financière des pays de la zone franc, il est rationnel, voire légitime, de réfléchir aux mécanismes souples tendant à mettre fin aux accords qui prévalent dans cet espace économique de l'Afrique. Il serait ensuite judicieux, économiquement et socialement bénéfique d'envisager une monnaie régionale, à défaut d'une monnaie unique continentale, dont le régime de change serait flexible. Cette monnaie pourrait être libellée à un panier mixte de devises constitué des monnaies des cinq plus grands partenaires économiques et commerciaux de la nouvelle zone monétaire. Ce panier mixte pourrait être constitué des monnaies suivantes : le Naira du Nigeria, le Rand de l'Afrique du Sud, le Yuan, l'Euro, et le Dollar américain. Il faudrait enfin assigner au gouverneur de la Banque centrale de cette monnaie un nouveau rôle, celui d'actionner les instruments monétaires que sont le taux de change et le taux d'intérêt directeur au service du développement économique et social des populations des pays membres de la zone économique et monétaire. Cette mission devrait remplacer celle qui consiste actuellement à défendre de manière absurde un taux de change fixe en gaspillant les devises précieuses de la zone monétaire.

178. Le lecteur intéressé par cette expérience de la mine d'or de Poura au Burkina Faso peut se référer au deuxième numéro de l'émission zoom mine : le paysage minier au Burkina Faso à l'adresse suivante : <https://www.youtube.com/watch?v=Z2XVTUbBX1s>

5.3 Les politiques de développement durable au Burkina Faso et au Niger

Les politiques qui vont suivre ont vocation à formuler de grandes orientations en matière de développement intégré en complément aux recommandations formulées de manière ponctuelle à la suite des analyses des performances de chaque dimension du développement durable.

5.3.1 La nécessité de constitutionnaliser la question du développement durable et la réforme institutionnelle

Il faut constitutionnaliser la question du développement durable

Il y a un paradoxe inexpliqué entre la durée nécessaire pour mettre en œuvre des politiques véritables de développement et le calendrier politique. Alors qu'il faut un minimum de dix ans de politiques continues et soutenues pour espérer constater les effets escomptés, les régimes dits démocratiques ont des programmes politiques circonscrits dans la durée de leurs mandats électifs de cinq à sept ans, dix ans pour les élus ayant bénéficié de la confiance renouvelée de leur peuple. Le vide juridique sur la question du développement fait qu'en cas de changement de régime politique, il n'y a aucune garantie sûre de la continuité des politiques précédentes engagées. A la faveur de changement de régime, les programmes de développement, et même la vision du développement changent également au gré des idéologies et bords politiques qui les portent. Par exemple, le nouveau plan de développement au Burkina Faso est la déclinaison du programme présidentiel du candidat élu sans lien parfois avec les précédents plans de développement expérimentés (la SCADD par exemple) comme l'illustre ce passage. «[...]le premier niveau de référence pour l'élaboration du PNDES, [Plan national de développement économique et social] en tant que cadre de cohérence, sur la période 2016-2020, des mesures et actions sectorielles et locales, est le programme présidentiel.» PNDES (2016, p.2). Cette dichotomie entre échéances électorales et durées de mise en œuvre des politiques de développement soutenable ne permet pas la capitalisation des acquis a fortiori leur intensification.

A titre illustratif, de 1960 à 2016, le Burkina Faso a expérimenté douze plans nationaux de développement, soit en moyenne un changement de plan tous les cinq ans. Cette instabilité des programmes de développement traduit un manque de vision, un manque de cap ou plus modérément une situation d'apprentissages non capitalisés. Ces changements incessants de plans et programmes de développement traduisent aussi un manque de cadre constitutionnel devant fixer le cap, stabiliser la vision de développement et consolider les acquis engrangés.

Par ailleurs, même au cours d'un mandat des élus, on peut véritablement question-

ner le temps dédié à l'action publique en rapport avec des questions de développement pour lesquelles ils ont été élus. En effet, un mandat de cinq ans est souvent réparti entre trois à six mois pour la formation de l'équipe exécutive (conseil municipal pour les élus locaux, gouvernement), six mois pour apprendre et s'adapter aux nouvelles méthodes de travail. A cela s'ajoute le temps de la préparation pour une éventuelle réélection qui intervient, dans certains contextes, vers la dernière année du mandat, voire en milieu de celui-ci. En conséquence, l'acteur public n'a véritablement agi en faveur du développement que durant trois à quatre ans par mandat.

Une des solutions alternatives au déphasage entre les durées de réalisation des politiques de développement et le calcul politique serait de constitutionnaliser la question du Développement. Il s'agit d'inscrire dans la constitution du pays, la vision du développement, les grands principes et objectifs généraux de cette vision de développement de manière à donner un cap en termes de développement qui transcende les générations. Une façon consensuelle de légitimer cette vision de développement et les principes et objectifs généraux qui en découleront, serait de conduire des assises nationales sur le développement durable du pays. Les états généraux des différents ministères et institutions devraient préparer les assises nationales et nourrir les débats et réflexions au cours de ces assises. S'appuyant sur les travaux en amont des experts du développement, les participants qui devraient être composés de toutes les forces vives (État, secteur privé, leaders communautaires, ONG, citoyens...) du pays auraient pour mission de débattre sans complaisance aucune des questions essentielles de développement pour au moins une durée d'une génération (agenda sur 25 ans minimum). La qualité des débats et la réussite des assises nationales dépendent en partie des travaux préliminaires issus des états généraux. Ceci nécessite un diagnostic approfondi de tous les secteurs du pays. A cet effet, et pour le Burkina Faso, le rapport du conseil des sages et celui de la commission de la réconciliation et des réformes (CRNR, 2015) méritent une exploitation et une attention particulière. Tout ce travail minutieux nécessite un délai de préparation assez suffisant pour parer à tous les raccourcis lapidaires.

A l'issue de ces assises, les grands compromis qui se dégageront se déclineront en principes et objectifs généraux en matière de développement soutenable pour le pays. Les élus nationaux peuvent entériner ces principes et objectifs généraux pour autoriser son introduction dans la constitution. La constitutionnalisation des points consensuels, ou à défaut des points de compromis, peut se faire à travers un référendum. Ou alors parce qu'émanant du choix du peuple, le président de la république en exercice pourrait s'autoriser l'inscription de la vision consensuelle du développement dans la constitution par décret. Une fois que cette question de développement (durable) est consignée dans la constitution, elle s'impose de fait à tous les régimes politiques qui se succéderont au cours de cette période d'agenda, indépendamment de leur idéologie politique. Les candidats à la gestion publique devraient bâtir leurs programmes politiques en déclinant les principes et objectifs généraux consignés, en programmes politiques concrets,

montrer de quelles manières ils peuvent atteindre l'objectif qu'ils se fixent et avec quels moyens. Les candidats devraient dès lors être départagés sur la base de la pertinence de la déclinaison des objectifs institutionnalisés et le réalisme de leur réalisation.

Bien entendu, la constitutionnalisation de la question du développement (durable) ne rend pas figés les programmes de développement. Les politiques visant l'atteinte de ces objectifs généraux peuvent subir des ajustements adéquats afin de tenir compte des évolutions de la conjoncture internationale et les éléments de contexte socio-économique du pays.

La réforme institutionnelle

Au regard du caractère transversal des enjeux du Développement Durable, il nous paraît peu cohérent de greffer le Développement Durable à de ministères comme celui de l'environnement, de l'économie ou de l'écologie..., dénominations ministérielles qui changent selon les sensibilités du régime politique en place vis-à-vis de cette notion de développement durable. Les mutations et l'instabilité qu'a connues le ministère de développement durable au Burkina Faso sont très illustratives¹⁷⁹ : ce ministère est passé du ministère de l'Environnement et du cadre de vie au ministère de l'Environnement et du Développement Durable avant de se désagréger à la faveur du changement de régime politique en 2015. Depuis lors, la composante «développement» est rattachée au ministère de l'économie et des finances tandis que la dimension environnementale est restée rattachée au ministère de tutelle, à laquelle on a greffé puis assigné des missions nouvelles correspondant à des problématiques nouvelles comme le changement climatique. L'économie verte¹⁸⁰ qui n'est rien d'autre qu'une transformation du modèle économique classique en un modèle économique un peu plus vertueux et durable est rattachée au ministère de l'environnement alors qu'une logique d'intégration voudrait que cette dénomination remplace simplement celle du ministère de l'économie et des finances. Dit autrement, pour être cohérent avec l'ambition du gouvernement à prendre en considération la question du développement durable, il aurait fallu dénommer le ministère de l'économie et des finance en «ministère de l'économie et de finances vertes» à défaut d'ériger un ministère à part entière qui s'occuperait des problématiques de développement durable dans leur ensemble avec les interactions que ces problématiques entretiennent entre elles.

L'absence de statut ou de portefeuille ministériel spécifique au Développement Du-

179. Pour s'en convaincre, consulter le site internet dudit ministère. L'ambiguïté est constatable : alors que le ministère a changé de dénomination, la nouvelle dénomination étant, «Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du Changement Climatique», le site internet du ministère lui, conserve encore l'ancienne dénomination c'est-à-dire «Ministère de l'Environnement et du Développement Durable». Voir le site web à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gov.bf/>

180. La définition exacte donnée par le MEDD (2013, p. iv) du Burkina Faso dans son document de politique nationale de développement durable est la suivante : «*économie verte : économie qui entraîne une amélioration du bien être humain et de l'équité sociale tout en réduisant de manière significative les risques environnementaux et la pénurie des ressources*».

nable fait que les questions relatives y sont traitées de manière expéditive, isolée sans intégration des actions des différents secteurs à la fois économiques et ministériels et institutionnels (MEDD, 2013), le concept même disparaissant puis réapparaissant au gré des régimes politiques. Pourtant la dimension de ce concept commande qu'il puisse exister une institution à part entière dans l'idéal, qui s'occupe de la question du développement durable. A minima, l'institution en charge du Développement Durable doit être rattachée au premier ministère qui en assure la coordination et ayant un pouvoir fédérateur de tous les autres ministères que des portefeuilles individuels comme l'environnement ou l'écologie ou l'économie ne disposent pas forcément de cette légitimité. L'institution souhaitée devrait réfléchir sur les questions en matière de développement durable et coordonner les programmes inter ministériels et institutionnels en vue d'impulser une synergie d'action ; le but ultime de tous les efforts des actions de tous les ministères et institutions d'un pays devant concourir à l'atteinte d'un objectif ultime qui est celui d'un développement qui garantit les chances du présent et du futur.

Au-delà des aspects formels et de statut, une institution propre au Développement Durable évitera la marginalisation des questions de développement en particulier celles liées à sa durabilité dans des pays où tout est à faire ou à refaire. Ce manque de cap conduit parfois les pouvoirs publics à conduire des actions au gré des revendications sociales, qui sont du reste légitimes. C'est aussi un moyen de légitimer toute action de Développement Durable car bénéficiant d'un cadre juridique et institutionnel légal.

5.3.2 Le défi de la transformation industrielle des ressources naturelles et matières premières agricoles et pastorales dans une approche de secteurs économiques intégrés

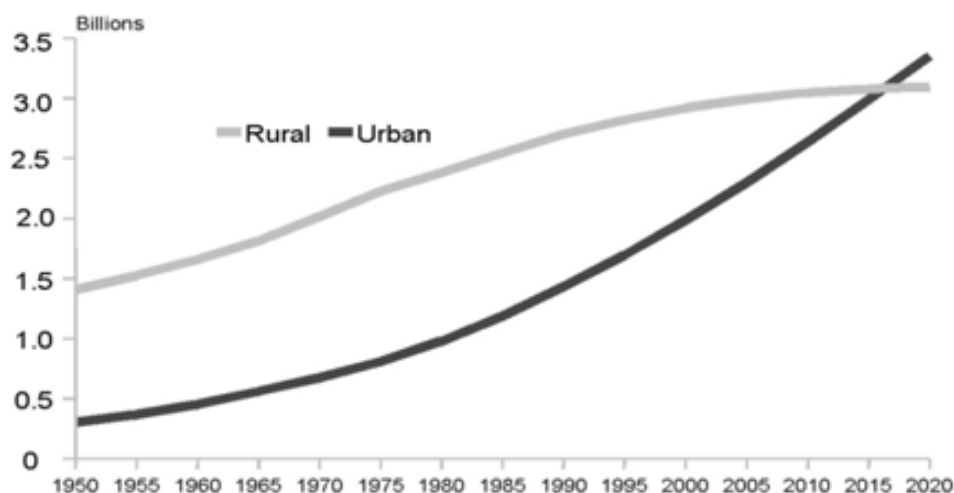
Le modèle de spécialisation néo-factorielle développé dans le chapitre 2 de la thèse a permis de mettre en évidence deux atouts potentiels et deux contraintes majeures à l'industrialisation des pays étudiés. Les facteurs favorables à une transformation industrielle des ressources minières extraites et à toutes les matières premières, en particulier celles agricoles, sont à la fois l'avantage en dotation factorielle¹⁸¹ dont disposent le Burkina Faso et le Niger et l'existence de débouchés régionaux féconds¹⁸² (espace UEMOA, espace CEDEAO) et internationaux animés essentiellement par les nouveaux partenaires émergents de l'Afrique tels que la Chine et l'Inde. Le facteur démographique, qui semble freiner les efforts de développement dans ces pays selon certaines analyses pessimistes (Ferry, 2007; PNDES, 2016), doit être converti en divi-

181. Dans le modèle de spécialisation néo-factorielle, la ressource naturelle est internalisée dans le modèle comme facteur de production au même titre que les facteurs traditionnels comme le capital et le facteur travail. La main d'œuvre y est relativement abondante aussi bien en ville qu'en milieu rural (voir Figure 5.14).

182. On constate depuis ces dix dernières années l'émergence d'une classe moyenne africaine avec des pouvoirs d'achats de plus en plus élevés.

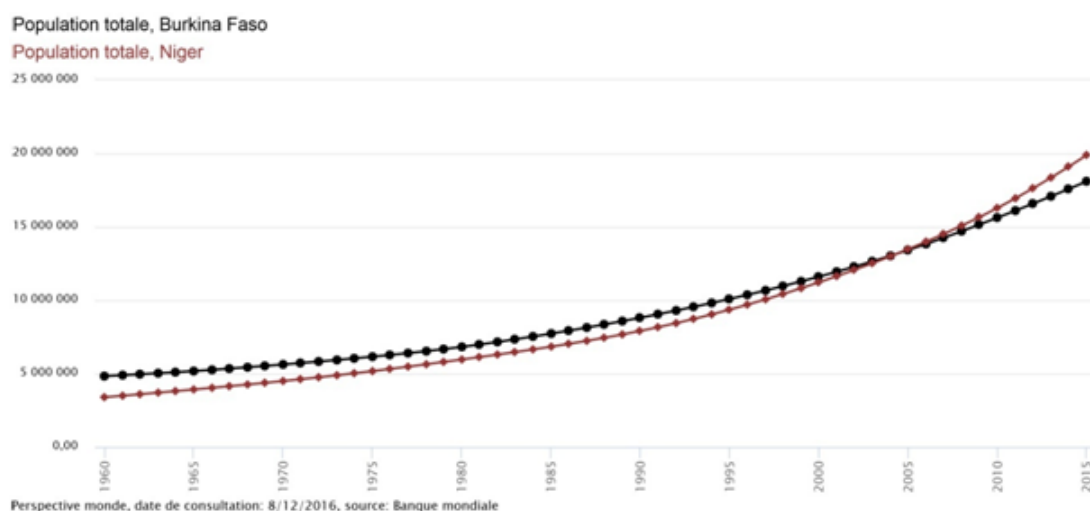
dende démographique, perçu sous l'angle de la force de travail puisque dans tous les cas, la dynamique progressive de la démographie ne semble pas prête à s'inverser dans un horizon temporel proche (voir Figure 5.14 extraite de [Ashley et Maxwell \(2001, p.400\)](#) et Figure 5.15).

Figure 5.14 – Dynamique démographique dans les pays en développement à l'horizon 2020



Source : A partir de [Ashley et Maxwell \(2001, p.400\)](#)

Figure 5.15 – Évolution de la population totale du Burkina Faso et du Niger de 1960-2015



Source : Banque Mondiale, 2016

Les facteurs manquants à cette industrialisation sont le facteur technologique et un capital humain qualifié. A cela, il faut ajouter l'insuffisance des infrastructures de soutien à la production telles que les infrastructures de transport, l'énergie-électricité et les TIC.

Plus généralement, il s'agit de l'absence d'une ambitieuse stratégie d'industrialisation, les industries fragiles manquent de politiques de soutien, une expansion fulgurante de la fraude généralisée et de la concurrence déloyale. La thèse recommande une planification durable des ressources naturelles sur trois périodes dont les deux premières périodes devraient permettre le passage d'une extraction brute des ressources naturelles à un élargissement des chaînes de valeurs ajoutées de la ressource par transformation industrielle intégrée aux autres secteurs de l'économie nationale. En effet, une première période au début de laquelle les contrats miniers sont renégociés. La réforme des contrats miniers devrait permettre de constituer une rente nationale conséquente, indispensable au financement de la transformation des ressources naturelles et des matières premières agricoles en deuxième période. L'élargissement des chaînes de valeurs ajoutées des ressources minières en deuxième période par un début d'industrialisation nécessite, selon l'étude, un financement de 18,8 milliards de dollars en Technologie et à la Formation des Ingénieurs. La simulation indique que la transformation des ressources minières crée une dynamique entre ce secteur et des secteurs structurants de l'économie nationale notamment le secteur rural (agriculture et élevage) et le secteur des services urbains.

En particulier, pour une intégration réussie du secteur minier avec les autres secteurs de l'économie nationale, le défi majeur reste l'investissement de la rente minière dans des secteurs économiques structurants comme l'agriculture, l'élevage de manière à permettre l'accroissement de la productivité de ces secteurs. Car, on sait que l'accroissement des rendements des deux secteurs passe nécessairement par une modernisation et une structuration des deux secteurs de manière à créer des effets d'entraînement escomptés. Toutefois, la politique doit éviter le risque de tomber dans une tendance à la promotion d'agriculture dite d'*agrobusiness*, décriée à cause de son mode de production non durable et source de conflits (le plus souvent, les exploitations agricoles de grandes superficies sont expropriées des propriétaires terriens autochtones au profit de promoteurs de l'agriculture de rente). La modernisation des secteurs de l'agriculture et de l'élevage en connexion avec les autres secteurs économiques du pays doit être pensée dans le sens d'une mécanisation des outils de travail qui libère les agriculteurs de grands fardeaux nécessitant des travaux physiques importants. Les techniques agricoles modernes devraient permettre aux exploitants agricoles et aux éleveurs d'être plus résilients face aux effets des changements climatiques. La politique agricole devrait plutôt tendre vers une promotion et une dynamisation des exploitations agricoles familiales, qui facilitent l'emploi massif des ménages en milieu rural plutôt que de développer des industries d'agrobusiness qui ne sont pas durables (usage extensif des terres, pression

excessive sur la ressource terre, usage massif des engrais chimiques, menace d'extinction de certaines semences ou risque de dépendance totale lié à la modification progressive des gènes de certaines semences agricoles, risque santé) et parfois sources de tensions sociales voire culturelles (expropriations des petits exploitants terriens, élevage très intensif peu respectueux de l'espèce animale, etc.).

Pour le cas spécifique du secteur rural, la transformation structurelle de l'économie rurale devrait suivre un schéma à trois phases. La première phase consisterait à mécaniser le secteur agricole de sorte à garantir la disponibilité des cultures vivrières en priorité. L'amélioration des rendements et productivité du secteur agricole devrait autoriser le transfert des surplus (surplus agricole et surplus de main d'œuvre) vers d'autres secteurs non agricoles telles que l'agroalimentaire, le commerce, le bâtiment, l'industrie légère (textile) ou encore l'artisanat. La deuxième phase consistera à investir massivement dans des infrastructures de soutien à la production afin de permettre le développement des activités non agricoles ci-dessus énumérées. Enfin, la dernière phase consisterait à développer des infrastructures de transport. Ces infrastructures routières devraient permettre d'établir des liaisons entre zones rurales et zones urbaines aux fins d'écoulement de produits agricoles transformés à minima mais aussi assurer les approvisionnements en intrants agricoles, pastoraux et autres matériaux et matériels destinées aux activités non agricoles rurales.

La dynamique positive qui devrait se créer dans la dimension économique suite à ces politiques structurantes, devrait permettre à terme d'alimenter en permanence les quatre autres dimensions de l'outil construit à savoir les dimensions sociale, environnementale, transversale, gouvernance, politique et institutionnelle ¹⁸³.

5.3.3 La mise à contribution de la diaspora

Les discours les plus fréquemment véhiculés tendent à mettre en avant le fait que l'Afrique ne dispose pas assez de capital humain pour répondre aux enjeux de développement du continent (PNDES, 2016). Pourtant, l'Afrique peut tirer profit de sa diaspora dont une part non négligeable a bénéficié de formation de niveau élevé doublée d'une expérience capitalisée (stages, premiers emplois à l'international). L'Afrique a longtemps bénéficié, en particulier depuis les années 1960, d'accords bilatéraux ou multilatéraux de transferts de savoirs et de compétences via la formation à l'étranger de ses cadres. Malheureusement, on enregistre une forte propension à rester des compétences africaines forgées à l'extérieur. Si pour certains, le coût d'opportunité entre le retour et l'installation dans le pays d'accueil est très élevé, d'autres se résignent à occuper des emplois précaires parfois en déphasage avec leur formation, faute de mieux dans leur pays d'origine. Plus encore, certains travailleurs qualifiés exerçant en Afrique

183. Pour une mise en évidence des effets structurants d'une transformation structurelle des économies africaines, voir le modèle de spécialisation néo-factorielle développé dans la section 2.5 du chapitre 2.

sont incités à la migration parce qu'escomptant soit de meilleures conditions de travail, soit espérant des rémunérations plus importantes dans les pays où les dispositifs réglementaires garantissent un salaire minimum ou salaire d'efficience (voir [Canals et al. \(2015\)](#) pour l'incitation par le salaire d'efficience).

La responsabilité est partagée, face à ce phénomène de fuite de cerveaux et d'ex-traversion des cadres africains. D'une part, les compétences formées manquent d'esprit entrepreneurial. L'une des raisons est qu'on a longtemps hérité d'une culture de formation fortement ancrée sur l'enseignement général. En conséquence on a plus formé des bureaucrates que de compétences de métiers dont l'Afrique a le plus réellement besoin. Alors que le secteur public n'emploie qu'à peine 2% des diplômés par an, le secteur privé qui devrait absorber le restant des diplômés est quasi-inexistant. D'autre part, il n'existe que de très peu de dispositifs d'incitation et d'aide au retour et à l'installation d'une partie de la diaspora nourrissant pourtant une volonté de retourner en Afrique. Le défi pour l'Afrique est de parvenir à mettre en place des mesures d'incitation au retour mais également des dispositifs contraignants de redevabilité à l'égard de ceux ayant bénéficié des financements publics de leur formation.

Pour les mesures d'incitation au retour, on pourrait entre autres mettre en place un dispositif d'accompagnement et d'aide au retour et à l'installation au profit de la diaspora porteuse de projets innovants. On peut coupler ce dispositif avec un fonds de développement de projets innovants qui serait en partie alimenté par les expatriés sous forme de mutualité grâce à un mécanisme de transfert de fonds (cotisations volontaires en prélude à leur retour définitif au pays) des personnes souhaitant y retourner. Par ailleurs, en vertu du principe de réciprocité dans les accords entre les États souverains, les pays d'accueil de la diaspora africaine devraient permettre aux travailleurs expatriés qui souhaitent un retour définitif dans leur pays d'origine après avoir exercé, pendant une certaine période, un travail salarié de bénéficier du droit reconnu aux travailleurs expatriés en Afrique dont la teneur est la suivante : *«Il est garanti, au personnel expatrié du titulaire d'un titre minier ou du bénéficiaire d'une autorisation d'exploitation résidant au Burkina Faso, [au Niger], la libre conversion et le libre transfert dans leur pays d'origine de toute ou partie des sommes qui lui sont payées ou dues, y compris les cotisations sociales et fonds de pension, sous réserve de s'être acquitté des impôts et cotisations diverses qui lui sont applicables conformément à la réglementation en vigueur.»* ([Code minier du Burkina Faso, 2003, 2015](#); [Code minier du Niger, 1993, 2006](#)). Une telle flexibilité permettrait de dégager de fonds additionnels qui alimenteraient davantage le fonds d'aide au retour et à l'installation de la diaspora des pays africains.

Lorsque ce dispositif de constitution de fonds de retour et d'installation fonctionne correctement, le fonds constitue une garantie financière sûre, assurant un retour certain et une installation progressive des expatriés. Le fonds peut dès lors servir à la fois de point de départ et de garantie pour l'auto entrepreneuriat pour ceux qui le désirent.

En outre, les pays d'origine de la diaspora africaine peuvent offrir la possibilité à

cette diaspora de participer au développement de leur pays à travers des mécanismes de financement innovants. Dans cet ordre d'idées, la diaspora africaine peut participer au financement du développement du continent en souscrivant par exemple aux obligations-diaspora qu'auraient émises certains États du continent. La Banque mondiale ([World Bank, 2015](#)) estime à 479 milliards de dollars le montant d'envoi de fonds des migrants internationaux au profit des pays en développement en 2017. Pour le continent africain, ce montant était de 68,3 milliards de dollars en 2014, largement supérieur à l'Aide publique au développement (APD) et au montant des investissements directs étrangers (IDE) ([CNUCED, 2016](#)). Les gouvernements desdits pays peuvent tirer profit de cette manne financière pour financer les projets de développement en faisant recours à ces mécanismes de financement comme les titres-diaspora. Toutefois, la réussite d'un tel mécanisme va nécessiter au préalable qu'une confiance soit établie entre les gouvernants des pays émetteurs de ces titres et leur diaspora. En outre, le mécanisme ne fonctionne que si la diaspora éprouve un certain patriotisme ou des liens affectifs (une sorte d'obligation morale, d'attachement affectif au pays émetteur de titres, ce que la [CNUCED \(2016\)](#) appelle «le rabais patriotique») vis-à-vis de son pays d'origine ou du pays émetteur des obligations-diaspora. Ce sentiment affectif pourrait inciter la diaspora à choisir ce type de placement plutôt que d'autres formes d'épargne/investissement plus sûres, voire plus rentables et moins risquées. La Banque mondiale ([World Bank, 2015](#)) précise que les pays qui ont expérimenté ce type de financement (l'Inde, le Sri Lanka, l'Israël) ont pu mobiliser un dixième de l'épargne annuelle de leur diaspora. Les expériences en Afrique anglophone sont également satisfaisantes. En 2007, le Ghana qui a émis des bons d'épargne d'une valeur de 50 millions de dollars à l'endroit des résidents et de la diaspora ghanéenne en vue de financer ses projets d'infrastructures a observé un engouement grandissant de la part des souscripteurs.

L'Éthiopie a également utilisé le mécanisme de financement des projets publics par obligations-diaspora. En effet, le pays a lancé en 2011, une émission obligataire destinée aux membres de sa diaspora afin de financer le projet de construction du plus grand barrage d'Afrique, le «Grand Barrage de la Renaissance» dont le coût est estimé à 4,8 milliards de dollars. En plus des mesures et mécanismes volontaristes décrits ci-dessus, il faudra instaurer des dispositifs contraignants. A l'endroit des diplômés ayant bénéficié de financements publics au cours de leur formation à l'extérieur et ayant fait l'option de s'établir à l'extérieur, obligation des prélèvements périodiques de leurs revenus en vue de continuer d'alimenter le fonds public à la formation (bourses et fonds de recherche) peut leur être faite, à défaut d'un retour pour mettre à profit les compétences acquises au service du développement du pays. Ceci dans un esprit d'équité (les financements publics sont constitués d'argent des contribuables) mais aussi de permettre aux générations successives de réaliser leurs «*capabilités*» au sens de [Sen \(1985\)](#). Ce dispositif peut également être étendu aux fonctionnaires ayant bénéficié d'une disponibilité en vue de se former à une compétence spécifique recherchée.

La mise en œuvre de tels dispositifs requiert un inventaire et un suivi systématique de la diaspora de chaque pays par la tenue d'un répertoire des compatriotes à l'étranger. Ce registre permettra de tracer les trajectoires, de contrôler les flux migratoires et de mieux contrôler l'assiette de recouvrements éventuels et de mieux planifier le plan d'aide au retour des volontaires.

Le dispositif contraignant doit prévoir un volet qui autorise l'État à faire un appel à remboursement des fonds publics perçus en cas de non respect des clauses établissant les règles d'attribution de bourses pour des formations à l'étranger et l'obligation de retour après la formation. Le dispositif coercitif ne sera efficace que s'il est accompagné d'accords explicites entre le pays d'origine et le pays d'accueil des étudiants à la formation. Il peut être stipuler qu'en cas de non respect des clauses encadrant le financement des formations à l'étranger (par ex : en cas de décision par le bénéficiaire d'un financement public de s'établir à l'étranger), l'État accueillant l'étudiant et futur travailleur dans ce pays doit amputer régulièrement une partie de son salaire perçu sous forme de retenue que le pays d'accueil reverse au pays d'origine de l'intéressé en vue de remboursement de sa dette (financement public perçu) vis-à-vis de son État d'origine.

5.3.4 Les trois secteurs pivots du développement

Au terme de notre analyse de la problématique du développement durable plus généralement et dans le contexte du Burkina Faso et celui du Niger en particulier, il se dégage trois secteurs pivots autour desquels se bâtit tout développement durable et cohérent. Dit autrement, les trois secteurs que nous présentons ci-dessous constituent le socle, les piliers fondamentaux de tout développement cohérent qu'il faut absolument bâtir au préalable.

L'énergie verte et les TIC

Comme mis en évidence dans la partie «analyse des performances et contreperformance», l'énergie (verte) et les Technologies de l'information et de la communication (TIC) sont un facteur catalyseur du développement. Pourtant, nos deux pays d'étude accusent de sérieuses faiblesses dans ce secteur stratégique, catalyseur et structurant. Le diagnostic de la commission [CRNR \(2015\)](#) a montré qu'au Burkina Faso par exemple, la demande d'électricité connaît un doublement tous les six ans alors que l'offre d'électricité peine à suivre le rythme. La durée de doublement de la demande en énergie est encore plus réduite au Niger en raison de l'accélération du taux de croissance de sa démographie qui y est plus forte comparativement au Burkina Faso (voir Figure 5.15). L'énergie est la clé de voûte de tout développement. Nous montrons par quelques exemples comment la dotation du pays en énergie induit des performances optimales et corrige les inefficiences. La disponibilité en énergie permet une utilisation de la tech-

nologie disponible (TIC par exemple) et rend les activités économiques et sociales plus efficaces. En particulier, l'énergie permet de moderniser voire innover les services et les administrations publics.

Quelques illustrations : L'énergie permet de rendre disponible l'électricité qui, à son tour autorise l'interconnexion entre les services et les administrations publics. Le E-conseil de ministres tant annoncé au Burkina Faso peine à prendre forme en partie lié aux délestages intempestives et récurrents dans lesquels le pays s'est habitué. Or cette innovation permettrait de gagner un temps précieux qui peut être alloué à d'autres actions gouvernementales. Par ailleurs, une fois que les services sont interconnectés, on peut s'autoriser la dématérialisation de certains actes tels que les actes de commerces¹⁸⁴, les actes de l'état civils... Au Niger, un usager du service public peut parcourir plus de 1000 km équivalant à trois jours de route en camion pour solliciter l'établissement d'un casier judiciaire.

On peut décrire autant ce caractère structurant de l'énergie pour chaque domaine du développement. En effet, sur le plan économique et social, l'électrification d'un pays permet le désenclavement par la mise sur pieds d'infrastructures routières, ferroviaires et aériennes. Les activités économiques peuvent être optimisées par la réduction des délais d'approvisionnement des intrants et des marchandises.

La mise en orbite d'un réseau de satellite africain va permettre de réduire considérablement la facture de télécommunication. Cela va sans doute favoriser l'émergence de nouvelles activités économiques comme des startups dont les jeunes africains sont des porteurs d'idées.

La vulgarisation des technologies de communications renforce les liens sociaux. Les transferts sociaux via des applications mobiles (le mobile banking par exemple) implémentés en Afrique ont considérablement bouleversé, entendu positivement, les vies de nombreuses familles en campagne. Le renforcement de ces liens sociaux et conditions de vie a deux effets potentiels concomitants sur les indicateurs d'altruisme et de solidarité et du pouvoir d'achat des ménages.

Toutes ces innovations qui prennent source et qui dépendent fortement de la disponibilité en énergie, permettront de toute évidence l'amélioration de l'efficacité de l'ensemble des secteurs économiques et sociaux du pays : gestion optimale et efficace des services publics, performances du secteur privé et attractivité d'investisseurs grâce aux facilités et au meilleur climat des affaires.

En outre, l'interconnexion des services et administrations publics permet un véritable toilettage de ce secteur public des deux pays, une salubrité publique. La mise en place des répertoires des agents et personnels de la fonction publique permet un croisement de fichiers. Cette opération permet le démantèlement des fonctionnaires fictifs et

184. Ce qui améliore le climat des affaires (réduction des délais de livraison d'actes commerciaux, réduction des coûts de transactions). L'amélioration du climat des affaires dans un pays a pour conséquence d'améliorer certains indicateurs «*doing business*» de la banque mondiale qui, à leur tour envoient des signaux positifs à des investisseurs potentiels.

autres doublons. Une telle opération permet non seulement d'assainir le secteur public mais également à l'État d'économiser une importante somme pouvant être réorientée à d'autres besoins très cruciaux quand on sait que les salaires représentent 40% du budget annuel dans ces pays.

Par ailleurs, la simple mise en place d'un fichier informatisé permet de disposer d'une traçabilité des prestations et les recettes y afférentes, de limiter les contacts directs de paiement en liquidité, vecteur de corruption. L'incidence sur l'indice ISPM nous paraît évidente puisque cette politique rendue possible grâce à la disponibilité de l'énergie impacte les indicateurs individuels de développement en particulier ceux de la gouvernance.

Dans le domaine de la douane par exemple, la [CNUCED \(2016\)](#) loue l'efficacité démontrée du Système douanier automatisé (SYDONIA). Ce système informatisé permet d'augmenter les recettes douanières en faisant en sorte que tous les biens soient déclarés, que les droits et taxes soient correctement établis et que les droits, les exonérations et les régimes préférentiels, entre autres, soient dûment appliqués et administrés. D'une manière plus générale, SYDONIA a été conçu dans le but de moderniser et d'accélérer le processus de dédouanement, grâce à l'informatisation et à la simplification des procédures, ce qui se traduit par une réduction des coûts administratifs pour les entreprises et par des économies pour les pays concernés, précise le rapport.

Aussi, il n'y a pas de doute à penser que la valeur économique de l'efficacité qui résulterait d'un investissement dans l'informatisation et la centralisation des données de l'ensemble des secteurs économiques du pays en particulier le secteur foncier (fichier cadastral et agraire) et celui des mines (carte minière tenue à jour et un fichier des titres miniers) est bien supérieure aux coûts engagés (voir [Rapport CEP \(2016\)](#) ; [Commission sur le foncier urbain \(2016\)](#) pour les seuls secteurs des mines et du foncier au Burkina Faso).

De telles politiques nous semblent réalistes et réalisables tant chacun des deux pays dispose de potentiels non exploités en matière d'énergie. L'énergie solaire est la source commune la moins inépuisable. A l'échelle du continent, les politiques peuvent être plus efficaces lorsque les pays mutualisent leurs avantages naturels respectifs¹⁸⁵ mais également les contraintes de chacun d'eux. A cet effet, les politiques d'électrification des pays de l'Afrique de l'Est peuvent inspirer les pouvoirs publics des deux pays étudiés. En effet, la centrale hydroélectrique de l'Éthiopie, la plus importante d'Afrique, desservira à terme les pays voisins comme l'Uganda et le Kenya. Dans le même temps et parallèlement, le Kenya s'est engagé dans un vaste projet éolien qui palliera la déserte de la région en énergie hydroélectrique en provenance de l'Éthiopie en période de décrue et de surchauffe (activité économique intense). Ce pays bénéficie d'un avantage

185. Le continent africain est diversement riche en sources et ressources énergétiques, avec le solaire, l'éolien, le pétrole et le gaz en Afrique du Nord, le charbon en Afrique australe, le solaire, la biomasse traditionnelle et l'hydroélectricité en Afrique sub-saharienne, l'éolien et le géothermique dans la Vallée du Rift, en Afrique de l'Est.

en dotation naturelle parce que ses côtes sont bien exposées aux vents. L'ensemble de ces pays se mettent d'accord pour la construction et la maintenance d'infrastructures de desserte (réseaux de distribution) par la constitution d'un fonds commun à cet effet. Par ailleurs, l'Afrique de l'Est dispose d'un potentiel géothermique de 15 000 mégawatts (MW) selon la commissaire de l'Union Africaine aux infrastructures et à l'énergie. Un programme régional géothermique pour l'Afrique de l'Est, qui a nécessité un financement de 140 millions de dollars est en cours. Ce programme devrait porter la part de l'énergie géothermique¹⁸⁶ dans cette région de l'Afrique à 1550 MW à l'horizon 2022¹⁸⁷.

En Afrique du Nord, le Maroc se lance dans un gigantesque projet photovoltaïque. Le potentiel d'énergie solaire est évalué à 90 000 mégawatts en Afrique du Nord par la commission de l'union africaine chargée des questions énergétiques.

L'Afrique de l'ouest peine à satisfaire la demande en énergie parce que les interconnexions entre la Côte d'Ivoire, le Burkina Faso et le Ghana sont insuffisantes. Pourtant, certaines études (Favennec *et al.*, 2009; Magrin, 2007) indiquent qu'une seule centrale nucléaire (quoique moins verte) installée au Niger (pour rappel l'uranium y est abondant) ou une politique de développement de Smart grid¹⁸⁸ couvrirait la demande nationale en énergie-électricité et d'exporter le surplus vers les autres pays de l'Afrique sub-saharienne. Au regard de toutes ces potentialités, la dotation des pays en énergie suffisante est bien possible. Cependant, la satisfaction de ce besoin nécessite une coopération voire une mutualisation des moyens entre les pays d'Afrique ne serait ce que sur ce domaine de l'énergie. Auparavant, la réussite d'une telle politique repose en partie sur un diagnostic approfondi de la demande globale et individuelle des pays en énergie et leur trajectoire dans le long terme.

L'éducation

L'éducation de masse au développement durable et à la redevabilité

Afin de bénéficier et d'utiliser de manière optimale l'énergie rendue disponible et ses effets induits par l'électrification du continent, l'éducation de la population devient la deuxième exigence. Une population éduquée optimise l'usage de la technologie disponible. Cette éducation, qui du reste doit être de masse, doit être élargie à l'éducation

186. L'énergie obtenue à partir de la fragmentation de la croûte terrestre afin de libérer la chaleur, puis convertie en énergie thermique.

187. Source : interview disponible à l'adresse suivante : <http://www.scidev.net/afrique-sub-saharienne/energie/article-de-fond/40-milliards-de-dollars-pour-electrifier-l-afrique.html>

188. Un *Smart grid* est un réseau électrique intelligent, c'est-à-dire des systèmes d'installation qui utilisent des technologies informatiques d'optimisation de la production, de la distribution et de la consommation, et du stockage de l'énergie, pour mieux coordonner l'ensemble des mailles du réseau électrique, du producteur au consommateur final afin d'améliorer l'efficacité énergétique de l'ensemble en minimisant les pertes en lignes, en optimisant les moyens de production par rapport à la consommation, en temps réel (voir Bal et Philibert, 2013).

au développement durable (consommations responsables, bons réflexes) mais également elle doit être informée sur les dangers du numérique et comment y prévenir.

En outre, l'éveil permet un contrôle de l'action publique. Les canaux disponibles sont entre autres les demandes de comptes rendus (le droit à la redevabilité) et les votes sanctions. Le droit de vote reconnu aux citoyens dans les sociétés modernes est un instrument parfois manipulé et utilisé contre la population par les politiciens : corruptions électorales, conflits postélectoraux, démagogie¹⁸⁹, etc. Une population éduquée constitue la sentinelle de la société qui veille sur d'éventuels manquements de la part des dirigeants, agents des administrations publiques. Le cas récent des tablettes offertes aux députés de l'assemblée nationale du Burkina Faso qui a été contrainte par la dénonciation citoyenne de restituer les 130 tablettes à l'offreur est très illustratif. En effet, en violation de la loi anti corruption, les élus de l'assemblée nationale ont accepté un don de 130 tablettes offert par un opérateur économique exerçant dans le domaine. Ce don a été analysé comme une forme de corruption par l'opinion publique nationale qui a contraint l'institution à restituer les tablettes au donateur¹⁹⁰.

Cette veille est facilitée dans l'hypothèse que les pouvoirs publics appliquent le principe de redevabilité incluant le rendu public des informations censées être publiables. Les contentieux résultant d'abus entre acteurs privés peuvent être limités ou à tout le moins être mieux traités lorsqu'ils surviennent. A titre d'exemple, lorsque que l'information est disponible, connue de tous et vérifiable par fichage, un propriétaire de logement ne peut, de manière unilatérale et continue, augmenter les loyers des occupants au-delà des limites fixées par la réglementation en vigueur. De même, les bailleurs sont couverts des risques d'insolvabilité des locataires par le dispositif de garantie dont les personnes à risque sont cautionnées par l'État qui en assure le contrôle périodique. L'ensemble de ces dispositifs rendus possibles par une connaissance de la part des pouvoirs publics des besoins en matière d'offre et de demande de logement, assurent un accès équitable à un logement décent, problématique récurrente mise en évidence lors de l'enquête terrain.

Les questions relatives à la souveraineté sur les ressources naturelles et la monnaie (nécessité de décrochage du franc CFA de l'euro) en Afrique ne peuvent trouver de réponses légitimes que par l'éducation des peuples et par une information juste à leur égard, qui en dernier recours détiennent le pouvoir de décision. Parce que reconnu sur le plan international d'une part et inscrite dans les constitutions respectives des pays d'autre part, nous nous soucrivons à l'idée d'Agboh (2016) qui soutient que la monnaie fait partie de la souveraineté absolue du peuple qui en a l'usage et peut,

189. Les populations peu éduquées et peu informées ne sont pas en capacité de mener des analyses critiques sur l'objectivité des programmes politiques des candidats aux élections.

190. Lire l'article du Monde dans sa parution du 7/12/2016 sur ce cas à l'adresse suivante : http://www.lemonde.fr/afrique/article/2016/12/07/les-deputes-burkinabes-contraints-de-renoncer-a-des-tablettes-offertes-par-la-chine_5045046_3212.html

dès lors, décider de l'orientation politique à lui donner lorsqu'une telle monnaie ne sert ou sert très peu les intérêts de la communauté que ladite monnaie prétend servir. Le problème soulevé par les principes de fonctionnement du franc CFA est avant tout relatif à la souveraineté des peuples qui l'utilisent. A ce problème d'ordre symbolique s'ajoute celui d'ordre économique à savoir la servitude volontaire que font subir les gouverneurs des deux banques centrales de la zone franc aux peuples africains.

L'histoire politique de la zone Franc montre que les leaders politiques qui ont essayé de résoudre cette question de la servitude monétaire ont été les uns après les autres évincés, voire sauvagement assassinés. On citera par exemple le togolais Sylvanus Olympio en 1963, le malien Modibo Keita en 1977, le Burkinabè Thomas Sankara en 1987, le comorien Ahmed Abdallah en 1989, le libyen Moamar Khadafi en 2011, etc. On peut éliminer les leaders africains qui sont influents sur la question du franc CFA. Cependant, lorsque que des citoyens se saisissent collectivement de cette question, rendue publique par l'éducation de masse, les dirigeants africains seront contraints d'opérer une inflexion dans leur choix de servitude monétaire.

La refonte du système éducatif : mieux connaître les crises scolaire et universitaire pour mieux planifier

Le Programme décennal de développement de l'éducation de base (PDDEEB), produit des OMD mis en place à partir des années 2000, plus précisément en 2002 et la politique d'harmonisation des examens au Baccalauréat dans la zone UEMOA, Union Monétaire et Économique Ouest Africaine, ont eu pour effet l'amélioration nette des taux de scolarisation¹⁹¹ et de succès au Bac particulièrement au Burkina Faso à partir de 2008. Depuis l'avènement de cette réforme, le nombre d'étudiants s'inscrivant dans les universités publiques du Burkina Faso croît à un rythme de 15% l'an, soit un doublement d'effectifs tous les cinq ans (CRNR, 2015; Institut Free Afrik, 2016). Or, la planification en infrastructures ne suit pas ce rythme. Les capacités actuelles d'accueil des amphithéâtres des universités des deux pays ne couvrent qu'à peine un tiers des besoins réels. Pourtant, les effectifs actuels d'étudiants ne sont pas non plus

191. Quoiqu'en termes de qualité, des nuances importantes sont à faire : le taux de déperdition scolaire est resté élevé en Afrique subsaharienne. Le taux de réussite entre le passage de l'enseignement primaire au premier cycle (à partir de la classe de 6ème) au Niger par exemple est passé de 63,5% en 1990 à 47,22% en 2000 selon une étude de l'Unesco et MEPAPLNEC (2014). Une étude récente de la Banque mondiale (2016) sur la «qualité de l'éducation en Afrique francophone : évaluer les acquis à l'école primaire» consolide les résultats des travaux précédents : l'étude relève que dans dix pays d'Afrique francophone à savoir le Bénin, le Burkina Faso, le Burundi, le Cameroun, la Côte d'Ivoire, le Niger, la République du Congo, le Sénégal, le Tchad et le Togo, 71% des enfants en deuxième année d'école primaire n'ont pas d'aptitudes suffisantes pour comprendre une information claire donnée oralement ou le sens d'une série de mots écrits. Pour plus de détails sur cette étude et des études similaires voir les liens suivants : <http://www.banquemondiale.org/fr/news/feature/2016/03/10/education-quality-measuring-learning-outcomes-in-francophone-africas-primary-schools> et <http://www.afdb.org/fr/news-and-events/article/quality-must-match-quantity-in-africas-education> consulté le 20/10/2016.

exagérément pléthoriques ou incontrôlables : en 2016, le nombre d'étudiants dans les universités publiques du Burkina Faso est de 75 000. Si on peut accorder le crédit d'un choc imprévisible ne permettant pas d'anticiper parfaitement ce doublement de la population estudiantine, les pouvoirs publics ont cependant eu assez de temps pour ajuster l'offre éducative. Malheureusement les politiques de réajustement n'ont pas suivi. Les conséquences ont été les crises à répétitions dans les universités publiques avec pour corollaire la baisse de la qualité des enseignements ces cinq dernières années.

Aussi les 3/4 des universités et des lycées au Burkina Faso et au Niger sont des établissements d'enseignement général. Alors que le nombre de diplômés augmente au fil des années, les emplois dans la fonction publique eux sont en progression quasi nulle, l'État n'emploi que 2% des effectifs totaux de diplômés. Le secteur privé quasi inexistant, par manque d'esprit entrepreneurial conjugué aux autres obstacles à l'initiative privée (faiblesse d'infrastructures de soutien comme l'énergie, les voies de communications terrestres, les TIC, les pépinières d'entreprises qui induiraient des économies d'agglomération, des blocages institutionnels et administratifs, etc.), ne permet pas d'absorber les quelques 98% de diplômés-chômeurs dans la nature. Il y a donc urgence d'inverser cette dynamique résultant de la structure même du système éducatif des pays concernés.

Inverser les cursus d'enseignement

Il faut inverser l'offre de formation des filières d'enseignements généraux au profit de celles professionnalisantes. Le constat actuel est que 63% des étudiants inscrits à l'université sont orientés dans les sciences sociales et humaines (PNDES, 2016) alors que les capacités d'absorption des diplômés qui sortent de ces filières sont très limitées. A contrario, les 7% d'effectifs d'étudiants de l'enseignement et formation technique et professionnelle sont largement en deçà de la demande nationale.

La mise à contribution de la diaspora (voir section 5.3.3) et les mécanismes de révélation des talents locaux tels que les forums des talents sont des pistes prometteuses à explorer. En effet, il peut être innovant de promouvoir et de pérenniser des initiatives comme l'organisation des forums régionaux de détection des talents cachés : exposition des savoir-faire, démonstrations, collections d'idées innovantes. Pour l'ancrage institutionnel de cette initiative, la DOPSI du Burkina Faso et sa structure sœur au Niger pourraient être mises à contribution. Après la détection des talents dans divers domaines des métiers, l'étape suivante doit être la formalisation des talents et initiatives, puis, le suivi personnalisé ou par groupes de projets homogènes ; la finalité étant d'aboutir à la mise en place de pôles ou centres d'innovation (startups) à l'image de la Silicon Valley. La formalisation des initiatives devrait nécessairement associer les acteurs universitaires et les centres de recherche et développement de manière à perfectionner, optimiser les initiatives et les talents détectés.

La justice sociale

L'objectif final des réformes proposées plus haut est que les effets escomptés des politiques adéquates parviennent à résorber les déséquilibres sociaux qui persistent dans ces deux pays. On a pu constater qu'à mesure que les gouvernements implémentent des programmes de développement, parfois par tâtonnement, il s'est développé une caractéristique incroyable. Dans ces pays les politiques implémentées ont eu pour effets l'enrichissement de certains individus tandis que l'État lui, s'appauvrit en continu : l'offre de biens et services publics y sont en constante dégradation. Comment faire donc pour que les politiques publiques produisent de moins en moins d'inégalités sociales ?

L'atteinte de la justice sociale passe nécessairement par la garantie de l'accès à la justice et le droit de se faire entendre comme droit fondamental. Lorsque l'appareil judiciaire est sain¹⁹² et indépendant de tout pouvoir à la fois des pouvoirs exécutif, législatif, religieux, coutumier, des lobbies, des groupes communautaires et ethniques, les systèmes économique et social fonctionnent correctement. La justice doit être perçue comme une institution à la fois dissuasive et répressive en cas de distorsion des normes sociétales¹⁹³ établies. Cela suppose que les citoyens ont une connaissance de leurs droits et devoirs, un accès égal garanti aux services de la justice et que par ailleurs, les agents de la justice soient dotés d'une intégrité irréprochable. Sous ces hypothèses, la justice peut servir et réguler la vie en société, résoudre d'éventuels problèmes de litiges, et de s'autosaisir en cas de manquement dans les services et administrations publics. La justice sociale signifierait également de faire en sorte que les gains de productivité qui résulteraient de la transformation progressive des structures de production se répercutent de façon prioritaire sur les revenus des ménages les plus démunis.

Economiquement justifiant, lorsque l'appareil judiciaire fonctionne de façon optimale (assainissement du climat des affaires par exemple, se traduisant par la simplification des procédures, réduction des coûts et réduction des délais de création d'entreprise ou de passation de marchés), il y a un effet d'incitation à investir. L'efficacité de la justice permet par exemple une application rigoureuse des normes environnementales consignées dans les codes miniers des pays étudiés entre autres et rappelées dans cette thèse.

Conclusion

Ce chapitre a consisté dans un premier temps à analyser les performances et les contreperformances en matière de développement durable au Burkina Faso et au Niger. L'analyse s'est appuyée à la fois sur les scores composites et les scores désagrégés de

192. Le terme sain renvoie aux valeurs d'intégrité, de probité des agents de la justice.

193. Sociétales parce que dans une optique de développement durable l'efficacité de la justice doit garantir les normes sociales, économiques mais aussi elle doit garantir le respect de la réglementation environnementale.

l'indice de soutenabilité des pays miniers. L'analyse indique des insuffisances notables dans certains domaines du développement au Burkina Faso et au Niger. Les principales causes qui expliquent les contreperformances observées dans les deux pays sont d'ordre structurel. Le modèle économique de l'expansion de l'activité minière ne permet pas aux deux pays de s'inscrire sur des trajectoires de développement soutenable.

Toutefois, l'analyse a mis en évidence, par endroit, des scores appréciables dans certaines composantes de l'indice composite notamment en ce qui concerne la soutenabilité de la dette publique dans la dimension économique, du délai minimal d'épuisement de la ressource en exploitation (soutenabilité du secteur minier) dans la dimension environnementale.

Dans un deuxième temps, nous avons formulé, sous forme de recommandations, des politiques de développement durable. Nous avons proposé une transformation radicale des structures productives de l'économie des deux pays, une remise en cause du modèle économique de l'expansion de l'activité minière par une transformation industrielle progressive des ressources naturelles exploitées. La révision du modèle économique du secteur minier implique que les codes miniers des deux pays soient révisés à nouveau et que les contrats miniers soient renégociés. La stratégie devant conduire à l'élaboration du nouveau modèle économique du secteur minier doit être pensée sous une approche systémique de manière à favoriser l'interconnexion des secteurs économiques du pays d'amont en aval. Nous avons par ailleurs proposé de constitutionnaliser la question du développement durable de sorte à lui conférer un cadre stable dont la vision et le cap tracé vont au-delà des échéances électoralistes. En outre, une refonte des institutions est nécessaire pour garantir une exécution intégrée (approche systémique) des politiques de développement durable formulées. Finalement, nous avons insisté sur l'impératif inconditionnel d'investir massivement dans les trois secteurs pivots de développement que sont l'énergie verte et les Technologies de l'Information et de la communication (TIC), l'éducation (comprenant à la fois l'éducation de masse au développement durable et à la redevabilité, l'éducation professionnelle tournée vers les métiers et l'enseignement général) et la justice sociale (indépendance et efficacité de l'appareil judiciaire, accès équitable aux services publics, égalité de chance et égalité de chances d'entreprendre).

Chapitre 6

Conclusion générale

6.1 Rappel de la problématique et principales conclusions

6.1.1 Rappel de la problématique

La thèse visait à déterminer les conditions de réalisation d'un développement durable et l'outil adéquat de sa mesure dans un contexte d'exploitation de ressources minières à deux agents économiques distincts : l'État détenteur de la ressource naturelle en exploitation et les exploitants miniers constitués d'entreprises minières privées. Pour cela, il s'agissait pour nous de répondre aux principales questions suivantes : A quelles conditions l'État tire-t-il parti de l'abondance de ressources minières de son sous-sol ? Dans quelle mesure les rentes tirées de l'extraction de la ressource épuisable améliorent-elles les conditions de vie des populations locales ? Comment minimiser les impacts négatifs cumulatifs de cette extraction à la fois sur l'environnement et sur les populations riveraines ? Comment s'assurer de la pérennité d'un développement harmonisé après l'épuisement de la ressource ? L'examen de ces questions a abouti aux conclusions principales synthétisées dans la section [6.1.3](#).

6.1.2 Principaux résultats de l'étude

Lorsqu'on discute de la problématique de la soutenabilité des pays miniers dont le modèle économique du secteur minier présente la caractéristique de modèle à deux agents économiques aux intérêts divergents, la transformation industrielle progressive de toutes les ressources naturelles, y compris les matières premières des autres secteurs économiques, est apparue comme la première condition nécessaire mais non suffisante de cette soutenabilité. En effet, le modèle de néo-factoriel que nous avons développé dans le chapitre [2](#) de la thèse a mis en évidence les résultats théoriques suivants : la transformation industrielle des ressources naturelles et matières premières agricoles améliore la valeur ajoutée de l'économie (hors services) de 68% alors que l'exportation

brute des produits primaires détériore les termes de l'échange des pays étudiés de 30%. Concomitamment à ces gains économiques, la transformation industrielle des produits primaires autorise des créations d'emplois supplémentaires de l'ordre de 462 par firme et par an. A l'échelle continentale, la transformation structurelle des économies africaines nécessite un investissement de 1015 milliards de dollars en technologie (R&D) et à la formation d'un capital humain hautement qualifié (ingénieurs). Ce niveau d'investissement est requis pour créer une masse critique de développement économique (effets d'entraînement et de diffusion). Parce que les ressources naturelles sont internalisées comme facteur de production dans le modèle sous la forme de capital naturel au même titre que les facteurs traditionnels à savoir le travail et le capital, l'industrialisation des pays entraînera dans la première phase du processus, une déplétion de ressources naturelles d'une valeur de plus de 3 millions de tonnes. La conséquence indésirable de cette transformation à la fois structurelle et industrielle est l'élévation du niveau général de pollution d'environ 4 millions de tonnes équivalent CO₂ par an sur le continent africain par rapport au seuil tolérable établi à 1 299 980 tonnes équivalent CO₂ par l'OMS ¹⁹⁴.

L'application de l'outil construit aux données du Burkina Faso et celles du Niger a mis en évidence deux résultats majeurs intéressants : d'une part, l'évaluation statistique a montré une dichotomie, voire un antagonisme dans certains cas entre la rentabilité de la ressource extraite et les indicateurs de développement harmonisé dans le pays, résultat imputable au modèle de développement économique du secteur minier dans les deux pays, et d'autre part les performances des pays en matière de développement durable sont aussi faibles dans les mêmes ordres de grandeur que les scores affichés par l'indice de développement humain pour ces pays. Aussi, l'enseignement révélé par l'étude est que ce n'est pas tant la question de l'épuisement de la ressource minière à l'échelle du temps humain qui est en jeu dans les deux pays mais plutôt la capacité des gouvernements à tirer profit de cette manne naturelle et à contenir les effets indésirables qui en découlent dans des proportions raisonnables puisque les sous-sols des deux pays regorgent encore d'énormes quantités de ressources minières dont la durée de leur exploitation peut couvrir quelques millénaires.

6.1.3 Conclusions intermédiaires

Du rôle des ressources naturelles dans le développement économique

Avant d'aborder les finalités de notre étude, rappelons les principales conclusions par chapitre de la thèse qui correspondent aux réponses aux questions formulées dans la problématique.

Dans chapitre 2 il a été question de la relation entre ressources naturelles (épuisables et renouvelables) et développement des économies modernes. Il s'agissait de

194. Ce seuil tolérable est calculé à partir de la recommandation de $20\mu g/m^3/an$ de l'OMS.

répondre aux questions suivantes : comment les ressources naturelles contribuent-elles à la prospérité économique et au développement ? Par quels mécanismes s'opèrent-elles ? Comment expliquer les réussites dans certains pays et les échecs dans d'autres et comment y remédier dans ces derniers cas ? Nous avons pu mettre en évidence que l'industrialisation, en particulier l'industrie manufacturière, constitue la clé de voûte reliant les ressources naturelles au développement économique. Les ressources naturelles constituent dans un premier temps un facteur clé d'attraction des investisseurs dès lors que certaines conditions additionnelles sont réunies telles que la sécurité des investissements, un meilleur climat des affaires et la présence d'infrastructures de soutien à la production. Le rôle catalyseur des ressources naturelles devient évident dès lors que ces dernières entrent comme argument dans les fonctions de production de l'entreprise manufacturière. La ressource naturelle devient en ce moment très stratégique parce que son coût est internalisé dans les décisions de production et détermine en partie le profit de l'entreprise. En effet, du point de vue de l'entreprise maximisatrice, la relative abondance en ressources naturelles lui confère des gains de profits préférentiels grâce aux gains de compétitivité qu'elle réalise à l'échange international (Hellier, 2012), ces gains de compétitivité sont expliqués par la réduction de coûts de production (rapprochement et abondance). En rapport avec le bien-être social, le développement social s'opère à travers plusieurs canaux. Les utilités des ménages s'améliorent grâce à des revenus rentiers qu'ils touchent lorsqu'ils sont impliqués dans la gestion de ces ressources (OCDE, 2009) ou grâce aux revenus substantiels liés à l'accroissement de la productivité globale des facteurs. Cet accroissement est rendu possible grâce à la transformation des structures de l'économie en général et celles du secteur productif en particulier. Le chômage, un des aspects sociaux du développement, se trouve du même coup ou en partie résolu. Nous avons toutefois relevé que des équilibres sous-optimaux pourraient être observés du fait des conditions intégrant à la fois l'équité inter générationnelle, la préservation ou le maintien d'un environnement sain et vivable et enfin l'assurance d'un renouvellement du stock de ressources naturelles exploitées (cas des ressources renouvelables) ou de la planification pour l'extraction aussi longtemps que possible pour les types de ressources épuisables. Cette remarque de la possibilité d'un résultat sous-optimal du modèle néo factoriel épouse l'idée que dans l'optique du développement durable, les résultats doivent être perçus comme des choix sociaux, parfois résultant de compromis, plutôt que des solutions rationnelles.

Nonobstant ces mises en évidence théoriques, plutôt optimistes, le diagnostic des pays riches en ressources naturelles notamment ceux de l'Afrique subsaharienne, à quelques exceptions près, tend à révéler des symptômes d'une malédiction des ressources naturelles. Le cercle théoriquement vertueux qui se mettrait en place autour de la ressource naturelle comme facteur de production semble se transformer en cercle vicieux pour la plupart des pays africains au sud du Sahara dont le Burkina Faso et le Niger en font partie. Des facteurs historiques (Hugon, 2013a) aux mauvaises qualités

des institutions et de gouvernance (Carbonnier, 2013; Hugon, 2009; Van der Ploeg, 2011) en passant par des pillages par des élites nationales et des réseaux mondiaux organisés (Hugon, 2009; Jalée, 1975) impliquant parfois la communauté internationale et/ou d'États souverains, les causes sont multiples et diverses. La traite des Noirs, le poids de la colonisation avec son corollaire l'extraversion des économies africaines ont profondément bouleversé les structures sociales et économiques du continent noir (Hugon, 2013a). Les partisans de l'échange international évoquent une spécialisation appauvrissante pour caractériser les relations commerciales entre l'Afrique et le reste du monde. Le pillage des richesses du continent africain par les nations développées, condition de la survie de leurs économies, en dépit du principe de la souveraineté sur les ressources naturelles voté à l'ONU (Fischer, 1962; Koulibaly, 2008) a également servi d'explication au mal-être économique et social africain (Jalée, 1975). Cependant, la revue de littérature montre que les facteurs ne sont pas qu'exogènes. Les modes de vie des peuples africains (société de cueillette et de ponction, société non marchande, poids des traditions qui n'autorisent pas de transformations structurelles profondes et donc pas d'accroissement de la productivité) ne laisse pas, pour certains auteurs, présager des mutations profondes favorables au développement même en l'absence de toute ingérence extérieure (Hugon, 2013a). Les pouvoirs d'absorption et de transformation des richesses naturelles au profit du développement sont très limités (Berg *et al.*, 2013; Geiregat et Yang, 2013; Hugon, 2013a). Les symptômes particulièrement liés à la malédiction des ressources naturelles s'y manifestent par des détournements des rentes par les gouvernants et des élites politiques qui se recrutent sur des bases clientélistes. Les institutions sont poreuses. La gouvernance économique et sociale se fait parfois sans une redevabilité et sans un cadrage budgétaire. Des dépenses improductives à des fins électoralistes dilapident les ressources des États en période de campagnes électorales.

L'assainissement des États rentiers nécessite, pour certains, un changement de paradigme. Le modèle de développement à la fois économique et social actuellement promu est celui de la croissance et du développement inclusif. L'OCDE (2009) à travers sa notion de croissance pro-pauvres, table sur la nécessité que la gestion des ressources naturelles des pays africains soit exercée de manière à inclure les populations les plus vulnérables et sans perdre de vue qu'il est impératif d'opérer une refonte des institutions en Afrique. Les néoclassiques comme Berg *et al.* (2013); Geiregat et Yang (2013); Gelb (2010) et Collier (2014) proposent la règle d'investissement durable et le lissage des dépenses budgétaires comme cadre de stabilisation macroéconomique.

De la question des outils de mesure pertinente du développement durable et leurs modes d'élaboration

Le chapitre 3 de la thèse a présenté de manière structurée les différentes étapes de construction d'un indice composite étant entendu qu'au regard de la problématique de

l'étude et de la complexité du concept de développement durable, un indice synthétique pour mesurer les performances des pays miniers en matière de développement durable présente plus de pertinence que de limites. D'une manière succincte, cinq étapes sont très cruciales dans l'élaboration d'un indice composite bien qu'il en existe dix au total : l'étape de définition et de clarification des concepts (cadre théorique), la collecte et le traitement des données manquantes, l'étape de normalisation des différentes unités et échelles de mesure, l'étape de pondération et enfin celle de l'agrégation.

L'élaboration de l'indice de soutenabilité des pays miniers s'est appuyée sur des constructions d'indices solides de même nature et traitant des problématiques similaires à quelques différences près. C'est pour cela que nous avons naturellement fait un tour d'horizon des initiatives en termes d'indices composites. Cette revue avait pour but de recenser les initiatives pertinentes mais surtout de mettre à jour les avancées en termes de méthodologie dans ce champ disciplinaire. Nous nous sommes beaucoup attardés sur les contributions scientifiques portant sur l'indice du développement humain pour, à la fois sa conception proche de la nôtre du développement et son caractère emblématique. Il est ressorti que du point de vue méthodologique, le recours à des méthodes statistiques comme l'analyse en composantes principales, la méthode dite de bénéfice du doute, confère une certaine légitimité (statistique) et donc moins sujets à critiques aux indices composites. Le développement d'outils comme la « loss information measure » permet d'évaluer la robustesse et la pertinence du choix des méthodes dans la construction des indices composites, et donc diminuent les incertitudes autour des scores composites.

La dernière partie du chapitre a consisté à présenter la démarche hybride que nous avons adoptée pour élaborer l'indice de soutenabilité des pays miniers. Très peu utilisée en sciences économiques l'approche *top down bottom up* nous a paru inédite et pertinente en ce qu'elle implique le recours à la fois aux connaissances académiques (donc scientifique), à l'expérience professionnelle (légitimité professionnelle reconnue à l'outcome) et à l'expertise citoyenne (légitimité locale). La démarche nécessite également des allers-retours permanents, ce qui renforce la connaissance des enjeux, le rapprochement entre acteurs concernés et le chercheur universitaire. Tous ces éléments concourent à créer une certaine confiance qui profite aux résultats de l'étude et renforce la légitimité des politiques de développement proposées.

De l'élaboration de l'indice de soutenabilité des pays miniers aux premiers enseignements tirés

Le chapitre 4 de thèse a été consacré à l'élaboration de l'indice de soutenabilité des pays miniers. La construction de l'ISPM a été le moyen par lequel nous avons pu identifier l'ensemble des conditions qui favorisent un développement soutenable dans le contexte des deux pays étudiés et ce, au-delà des seules exigences en matière de

performances économiques. La règle d' [Hartwick \(1977\)](#) a servi de fondement de départ à l'identification des dimensions de l'ISPM en ce qu'elle constitue la règle de l'allocation optimale des rentes minières bien que cette règle soit extrême¹⁹⁵. La démarche *top down bottom up* adoptée a permis d'élargir le concept de développement durable à cinq dimensions à savoir une dimension économique, une dimension environnementale, une dimension sociale, une dimension transversale et une dimension regroupant les questions de gouvernance, de la stabilité politique et institutionnelle, de la sécurité nationale et transfrontalière. La démarche *top down bottom up* a permis de retenir la méthode de « *Budget Allocation Process-BAP* » comme moyen d'expression des choix sociaux.

Les scores composites obtenus ont fait l'objet d'analyses de sensibilité et de robustesse. L'analyse de sensibilité par décomposition de la variance totale a confirmé la pertinence de l'élargissement des dimensions du développement durable avec l'introduction d'une dimension transversale et d'une dimension Gouvernance, Politique et Institutionnelle. Les deux dimensions expliquent 42% des variations des scores composites, mieux que les dimensions économique et environnementale prises individuellement. L'analyse de sensibilité par changement de méthodes d'agrégation et de pondération indique une certaine stabilité des scores des pays dans leur ensemble. Cette stabilité des scores composites est observée, quel que soit le système de pondérations considéré. L'analyse de robustesse de l'indice composite a consisté à évaluer le pouvoir de restitution des informations contenues dans les variables initiales par l'indice composite en mobilisant la « *loss information measure- LIM* » développée par [Zhou et al. \(2006\)](#). Cette mesure de la LIM a révélé que la méthode d'agrégation et de pondération qui garantit la plus faible perte d'information est l'agrégation géométrique et la pondération BAP et ce, quel que soit le pays étudié. Enfin, nous avons conduit une analyse de lien de l'indice construit avec d'autres indices de développement bien connus. Cette analyse a montré une très forte corrélation entre l'ISPM et l'IDH (0,979) et entre l'ISPM et l'IDHS de [Togtokh \(2011\)](#) (0,980). Ces fortes corrélations suggèrent donc que les trois indices traduisent un même concept, celui du développement à la seule différence qu'ils reposent sur des approches théoriques et conceptuelles différentes. En revanche, l'analyse indique une absence totale de relation entre les rentes perçues par les États et leur niveau de développement soutenable, nous conduisant à conclure partiellement que, les niveaux de profitabilité de la rente issue de la ressource exploitée dans les pays étudiés sont suffisamment faibles, qu'ils ne permettent pas d'amorcer un développement soutenable. Cette conclusion rejoint du reste celle de [Dialga \(2015\)](#) qui soulignait le risque élevé de non soutenabilité de l'économie burkinabè au regard de sa trajectoire actuelle de développement.

195. Il est quasi- impossible de réinvestir « toute la totalité » de la rente minière dans du capital productible. C'est pourquoi nous avons opéré des assouplissements en rendant flexible cette règle (investissement progressif et dans d'autres types de capitaux autres que productifs tels le capital social, le capital institutionnel et le capital humain).

De l'analyse des performances aux formulations de politiques de développement durable

Le chapitre 5 a consisté dans un premier temps à analyser les performances et les contre-performances en matière de développement durable au Burkina Faso et au Niger. L'analyse s'est appuyée à la fois sur les scores composites et les scores désagrégés de l'indice de soutenabilité des pays miniers. L'analyse indique des insuffisances notables dans certains domaines du développement au Burkina Faso et au Niger. Les principales causes qui expliquent les contre-performances observées dans les deux pays sont d'ordre structurel. Le modèle économique de l'expansion de l'activité minière ne permet pas aux deux pays de s'inscrire sur des trajectoires de développement soutenable.

Toutefois, l'analyse a mis en évidence, par endroit, des scores appréciables dans certaines composantes de l'indice composite notamment en ce qui concerne la soutenabilité de la dette publique dans la dimension économique, du délai minimal d'épuisement de la ressource en exploitation (soutenabilité du secteur minier) dans la dimension environnementale.

Dans un deuxième temps, nous avons formulé, sous forme de recommandations, des politiques de développement durable. Nous avons proposé une transformation radicale des structures productives de l'économie des deux pays, une remise en cause du modèle économique de l'expansion de l'activité minière par une transformation industrielle progressive des ressources naturelles exploitées. La révision du modèle économique du secteur minier implique que les codes miniers des deux pays soient révisés à nouveau et que les contrats miniers soient renégociés. La stratégie devant conduire à l'élaboration du nouveau modèle économique du secteur minier doit être pensée sous une approche systémique de manière à favoriser l'interconnexion des secteurs économiques du pays d'amont en aval. Nous avons par ailleurs proposé de constitutionnaliser la question du développement durable de sorte à obtenir un cadre stable dont la vision et le cap tracé vont au-delà des échéances électorales. En outre, une refonte des institutions est nécessaire pour garantir une exécution intégrée (approche systémique) des politiques de développement durable formulées. Finalement, nous avons insisté sur l'impératif conditionnel d'investir massivement dans les trois secteurs pivots de développement que sont l'énergie verte et les Technologies de l'Information et de la communication (TIC), l'éducation (comprenant à la fois l'éducation de masse au développement durable et à la redevabilité, l'éducation professionnelle tournée vers les métiers et l'enseignement général) et la justice sociale (indépendance et efficacité de l'appareil judiciaire, accès équitable aux services publics, égalité de chance).

6.2 Finalités de l'étude

6.2.1 L'ISPM, un outil de politiques publiques

Un travail de recherche en sciences sociales n'a de plus-value réelle que lorsqu'il contribue à résoudre des problèmes sociétaux. La diversité des parties prenantes et les enjeux que soulève la problématique du sujet rend le travail plus complexe. Cette multiplicité des acteurs et à différentes échelles justifie davantage le choix délibéré de la construction d'un indicateur composite. En effet, cet outil synthétique a la particularité et l'avantage de permettre aux différents acteurs de retrouver leurs aspirations grâce au processus de co-construction de l'outil mis en avant tout au long de la thèse.

Au plan national, l'ISPM peut servir, de référentiel, et c'est la finalité première de l'outil, pour un développement harmonisé. Une déclinaison de l'indice à l'échelle locale ou régionale pourrait être faite et ce, dans le but de susciter une réelle implication des acteurs locaux dans le suivi et l'évaluation de l'indice. La force d'un outil synthétique au-delà de sa simplicité et de sa facilité de communication et d'appropriation, réside dans ses composantes. En effet, la démarche collaborative qui a conduit à leurs identifications et à leurs pondérations, devrait susciter un intérêt en matière d'orientation de politiques sectorielles et de suivi de l'évolution de telle ou telle composante de l'indice en fonction des domaines d'intervention de chaque acteur de développement. A notre avis, l'élaboration de cet outil intervient au bon moment dans la mesure où les gouvernements des pays destinataires de l'outil sont en train de s'inscrire dans des approches nouvelles comme celle de la gestion axée sur les résultats (PNDES, 2016). Ce paradigme met en avant la question du suivi et de l'évaluation des actions publiques. Les pressions citoyennes devenant de plus en plus grandissantes et fortes grâce à l'éveil de la conscience populaire, le rôle des pouvoirs publics ne se limite plus dès lors à la collecte des impôts et à leurs utilisations. Il est de plus en plus exigé des autorités qu'elles rendent compte de l'utilisation de l'argent du contribuable. Dans ce « nouveau » contexte de la gestion de la chose publique, la gestion axée sur les résultats – ensemble d'outils destinés à améliorer durablement les performances de l'action publique et à renforcer l'obligation de rendre des comptes – devient une exigence normative. La construction de l'ISPM répond à cet impératif, qui « *requiert que l'accent soit mis sur les résultats dans tout le processus de développement* » (OCDE, 2009, p.2) et comble du même coup une insuffisance relevée par l'organisation pour qui, la plupart des PED dans leurs actions publiques ne se sont pas encore dotés d'une stratégie orientée vers l'obtention de résultats en matière de développement. Parallèlement, l'organisation souligne que des observations ponctuelles et des études de cas portées sur certains PED (Vietnam, Chili, Ouganda notamment), qui ont adopté cette approche, mettent en exergue des effets positifs dans les performances de ces derniers. Ainsi donc, l'approche participative mise en avant dans le cadre de cette recherche a

un double intérêt. Au niveau local, l'approche a permis aux populations de prendre en charge leur propre développement et l'orientation qu'elles entendent donner à ce développement (ce qui compte le plus pour ces populations). Le processus collaboratif et participatif qui reste encore peu répandu dans les actions publiques des PED est, selon l'OCDE, une insuffisance entachant parfois l'efficacité de certaines politiques publiques. En effet, l'organisation fait remarquer que « *Si certains pays appliquent des formules innovantes pour susciter l'engagement de leurs citoyens, recueillir leurs réactions sur les performances des pouvoirs publics et diffuser des informations sur les plans et les performances, de nombreux gouvernements sont encore réticents à coopérer de la sorte avec leurs citoyens* » (OCDE, 2009, p.5).

Finalement, éclairer, orienter, piloter, et évaluer dans le temps les actions des pouvoirs publics en matière de développement durable, telles sont les finalités essentielles de l'ISPM.

6.2.2 Comment les entreprises minières pourraient-elles se servir de l'indicateur ?

Les années 2000 – précisément lors du deuxième sommet de la terre à Johannesburg en 2002 où les grandes entreprises étant représentées – ont vu l'émergence d'une nouvelle demande adressée aux entreprises. Il s'agit d'évaluer les impacts des activités des entreprises sur leur environnement global, à commencer par les impacts sur le personnel de l'entreprise et de façon élargie à l'ensemble des partenaires de la structure (clients, fournisseurs, sous-traitants, etc.) et sur l'environnement naturel. A partir de ce moment, les contraintes auxquelles fait face une entreprise vont au-delà d'une simple rentabilité économique. Dans cette nouvelle configuration de rapport entreprise-société-environnement, la mise au point d'un outil synthétique de suivi et d'évaluation des politiques de développement dans une approche systémique et intégrée impliquent nécessairement l'entreprise minière qui est, dans le contexte de cette étude, un acteur central difficilement contournable. La réussite d'un développement harmonisé dépend fortement de la franchise et de l'implication des acteurs dans ce processus de jeu coopératif. Il se trouve que l'entreprise minière occupe une place centrale dans ces deux pays au regard de la dépendance financière des gouvernements vis-à-vis du secteur minier.

Bien que le concept de Responsabilité sociétale de l'entreprise (RSE) relève depuis lors d'une initiative volontaire, sa traduction en actes concrets conditionne aujourd'hui l'acceptabilité sociale de tout projet (besoin d'éthique) et sa survie même dans un environnement de plus en plus globalisé avec des consommateurs-citoyens de plus en plus exigeants. C'est pourquoi il est fréquent de constater que les entreprises deviennent des cibles d'attaques médiatiques de groupes de pressions tels les ONG. A l'échelle locale, les contestations récurrentes parfois violentes¹⁹⁶ témoignent le ras-le-bol d'une injus-

196. Lire l'article sur la destruction d'installations d'une société minière au Burkina Faso en

tice sociale et le sentiment d'un pillage dont les entreprises minières sont tenues pour responsables. Les contestations révèlent également l'écart important qui existe entre la réalité pratique du terrain et les discours vertueux des sociétés minières, discours fondés sur le respect des normes internationales, qui localement sont jugées illégitimes et non appropriées.

A l'instar de l'indice du risque social de [Yates et al. \(2016\)](#) développé pour des projets miniers au Canada, l'ISPM offre une fenêtre d'opportunité aux entreprises minières des deux pays à réduire ces risques potentiels non négligeables. Cette opportunité offerte passe par l'adhésion de la part des entreprises minières à certains axes de développement collectivement identifiés par les populations riveraines. A titre d'exemple, l'entreprise minière peut capitaliser ses investissements sociaux et environnementaux en incluant certains indicateurs de mesure d'impact tels les indicateurs environnementaux de l'ISPM, celui de la rentabilité et de l'employabilité du secteur dans sa stratégie de développement. Toutefois, la simple inscription de ces indicateurs d'impact dans la stratégie de l'entreprise minière ne suffira pas à garantir l'amélioration de son image de marque auprès des populations riveraines qui n'attendent que des mises en œuvre concrètes de ce qui compte pour elles.

Finalement, et si on croit aux résultats empiriques de [Lanoie et al. \(2011\)](#) sur l'hypothèse de [Porter \(1991\)](#), l'adhésion puis l'adoption de certaines composantes de l'ISPM par l'entreprise minière auront pour effets induits l'amélioration de ses performances environnementale, et économique, voire dans certains cas, sociales.

6.3 Originalité et valeur ajoutée de la thèse

6.3.1 Contribution à la recherche

Originalité dans l'approche de la problématique

D'abord, à notre connaissance, cette thèse est la première étude qui aborde la problématique du développement durable en lien avec l'exploitation de ressources non renouvelables sous l'angle d'un modèle économique à deux agents économiques distincts : les États détenteurs de la ressource non renouvelable en exploitation d'une part et les industries extractives d'autre part. Les études ayant porté sur le sujet ont soit abordé la question sous le seul angle de l'entreprise extractive qui exploite la ressource non renouvelable ([Boidin et Simen, 2016](#); [Chamaret, 2007](#); [Garvin et al., 2009](#); [Hilson, 2010](#); [Hilson et Murck, 2000](#); [Petrova et Marinova, 2015](#); [Slack, 2012](#)), soit du côté des pouvoirs publics qui contrôlèrent entièrement l'exploitation des ressources de leurs sous-sols ([Acemoglu et al., 2002](#); [Fraser et al., 2006](#); [Hillbom, 2012](#); [Lucas et Stark, 1985](#)).

2015 par des populations riveraines révoltées à l'adresse suivante : <http://lefaso.net/spip.php?article44755>

Ensuite, l'articulation entre l'échelle microéconomique et macroéconomique de la question nous a semblé pertinente et originale en ce que cette approche permet d'appréhender les spécificités individuelles tout en apportant une réponse globale à la problématique.

Enfin, la démarche hybride *top-down bottom-up* est aussi innovante que pertinente parce qu'elle permet de concilier deux exigences toutes importantes : la validité scientifique de l'outil construit et son acceptabilité sociale (légitimité) de la part des acteurs locaux de développement. La démarche a également une portée démocratique en ce qu'elle nous oblige à reconnaître l'expérience professionnelle, l'expérience résultant du vécu des citoyens au même titre que l'expertise académique faisant en sorte que l'élaboration des outils d'aide à la prise de décision, en particulier celle des indices composites ou synthétiques ne soit plus l'apanage privilégié d'un groupe restreint d'« experts » en la matière.

Apports conceptuel et théorique

Le premier apport réside dans l'approche conceptuelle de la notion du Développement durable. Il est apparu que pour cerner de manière rigoureuse cette notion à la fois floue et complexe qu'est le développement durable, une approche systémique du concept s'avère pertinente. Il s'agissait d'analyser de manière systématique tous les facteurs directs et indirects (connexes) qui pourraient influencer l'accomplissement d'un développement durable dans le contexte des pays miniers africains. C'est fort de cette pertinence que nous ne nous sommes pas limités à l'analyse unique des trois dimensions traditionnelles du concept. Au bout de cette analyse systématique de la problématique, il s'est avéré que le concept de développement durable couvrait des dimensions plus larges que les trois piliers traditionnellement considérés. Ainsi, l'approche systémique a conduit à l'élargissement du concept de développement durable à 5 dimensions¹⁹⁷ incluant une dimension transversale du fait de l'enchevêtrement des enjeux et d'une dimension connexe, c'est-à-dire une dimension regroupant des questions qui ne sont pas directement liées au concept lui-même mais dont les réponses sont absolument né-

197. Sachs (1994, p.54), dans ses réflexions sur la question du développement, avait lui aussi abouti à cinq dimensions que devrait renfermer la notion de développement durable. Toutefois, les cinq dimensions identifiées par Sachs (1994) sont bien distinctes de celles retenues dans la présente thèse. En effet, Sachs (1994) avait proposé dans son approche conceptuelle du développement durable, (i) une dimension qui combine la pertinence sociale et l'équité des solutions proposées parce que pour lui, la finalité du développement est toujours éthique et sociale ; (ii) une dimension écologique parce que la survie de l'espèce humaine est en jeu et que par conséquent, il n'est plus possible d'externaliser les effets environnementaux de nos actions sans s'en préoccuper aucunement ; (iii) une dimension dite d'efficacité économique perçue comme moyen permettant d'atteindre l'objectif d'équité sociale (première dimension du développement), (iv) une dimension culturelle de manière à ce que les solutions proposées soient culturellement acceptables, ce qui suppose que les projets et programmes de développement ne doivent pas être imposés à partir des modèles exogènes mais devraient s'appuyer sur des valeurs culturelles des populations bénéficiaires de ces projets et programmes et enfin, (v) une dimension territoriale pour la bonne raison que les mêmes activités humaines ont des impacts écologiques et sociaux différents selon leur localisation (Figuière, 2006).

cessaires à l'amélioration des performances des dimensions traditionnelles du concept. Ces questions connexes sont relatives à la gouvernance à la fois économique, politique administrative et locale, au système politique (démocratie parlementaire ou régime présidentiel) et à la qualité des institutions.

Le deuxième apport important est relatif à l'articulation de trois théories économiques de courants de pensée différents. Il est clair qu'au regard de la multiplicité d'acteurs et d'enjeux autour de la question de l'extraction des ressources minières (l'État, les entreprises minières et la société civile organisée) aux intérêts divergents et au modèle économique même du développement minier (État détenteurs de la ressource et exploitants miniers), l'approche néo-classique du développement durable dite de soutenabilité faible ne peut à elle seule garantir les conditions de soutenabilité dans le contexte des deux pays étudiés. Nous avons donc eu d'abord recours au modèle de dotations factorielles (HOS) pour traiter la question de transformation des ressources naturelles et matières premières comme condition nécessaire et non suffisante à remplir en amont pour ensuite mobiliser la règle d'[Hartwick \(1977\)](#) comme référence de la politique d'investissement des richesses qui résulteraient d'une transformation préalable des ressources naturelles et matières premières en amont. Finalement nous avons forgé le concept de développement endogène inspiré de la théorie de la croissance endogène de [Romer \(1986\)](#) pour faire en sorte que le développement prenne essence à partir des facteurs endogènes de chaque pays que nous avons mis en évidence à travers l'approche systémique du concept du développement durable. Autrement dit, les richesses créées grâce à une transformation progressive des ressources naturelles et matières premières du pays devraient soutenir de façon permanente les structures productives de l'économie du pays (dimension économique), améliorer la qualité de l'environnement et l'usage efficient des ressources naturelles grâce à des investissements importants dans la R&D (pilier environnemental), résorber les inégalités sociales de tout genre (l'équité sociale) et ce, grâce à une amélioration constante de la qualité des institutions, gage d'un système politique stable et de bonne gouvernance (dimension connexe ou GPI).

La troisième contribution majeure a été la reconsidération des modèles de spécialisation ([Chipman, 1969](#); [Hellier, 2012](#); [Stolper et Samuelson, 1941](#)) par la formalisation d'un modèle de spécialisation néo-factorielle avec introduction du capital naturel comme facteur de production au même titre que les facteurs traditionnels (travail & capital). Le facteur technologie est également rendu endogène dans le modèle. Cette formalisation du modèle intègre non seulement l'enjeu environnemental dans les décisions de productions de biens manufacturés mais surtout permet de mettre en évidence les avantages qu'a l'Afrique en termes de dotations factorielles, à savoir l'abondance en ressources naturelles et en main d'œuvre quoique moins qualifiée. A cet avantage s'ajoute l'existence d'un marché africain fécond capable d'absorber une bonne partie de biens manufacturés qui découleraient d'une politique de transformation industrielle des ressources naturelles et matières premières agricoles sur le continent. La formalisa-

tion du modèle permet également de mettre à nu les facteurs de blocage du processus d'industrialisation du continent que sont essentiellement la faible dotation du continent en travail hautement qualifié et le retard technologique.

Enfin, la dernière contribution porte sur la prise en compte des impacts cumulatifs dans l'évaluation des biens et services environnementaux. A cet effet, nous avons développé, à partir des travaux spécifiques au secteur minier (Leduc et Raymond, 2000; Sba-Ecosys-Cedres, 2011), un modèle calculable afin de quantifier les impacts cumulatifs résultant d'une activité polluante. Le modèle intègre trois principales sources d'accumulation des impacts : un facteur quantité lié à la multiplication des activités (projets) polluantes (Leduc et Raymond, 2000), un effet temps lié au fait que les polluants ont une durée de vie très longue et se dissipent très peu (faible capacité d'absorption des écosystèmes naturels) et par conséquent s'accumulent au cours du temps et enfin un effet coût de l'inaction lié au report dans un futur des mesures d'atténuation de ces impacts (dimension inter temporelle de l'impact environnemental).

Apport méthodologique

Plus globalement, cette recherche s'inscrit dans la perspective de prendre en compte les critiques formulées à l'égard des travaux ayant porté sur le secteur des mines mais également celles ayant mis en évidence les limites inhérentes aux indicateurs composites de bien-être et de développement qu'il soit humain ou durable. Ces critiques récurrentes sont le témoignage d'une société en mutation permanente et la recherche en sciences sociales se doit d'accompagner ces évolutions en renouvelant ses stocks de connaissances et les outils (indicateurs notamment) dont celle-ci se dote pour suivre ces évolutions. Dans cette optique, « *reconnaître des limites est le pain quotidien de la recherche en sciences sociales, et œuvrer pour réduire les sources d'incertitude en sachant qu'il en restera est la tâche ingrate des chercheurs* » (Gadrey, 2002, p.4). Dans cet état d'esprit, ce travail de recherche, tout en prenant en compte les limites des travaux antérieurs sur l'exploitation des mines, jette du même coup les premières pistes de réflexion dans la perspective de développement d'indicateurs spécifiques à ce secteur.

C'est pourquoi tout au long de cette thèse une partie de notre travail a consisté à documenter la littérature spécifique aux champs des indices composites de travaux récents et pertinents afin de constituer une aide à l'amélioration de la robustesse des indices composites par le recours aux techniques moins subjectives de pondération (BOD, ACP) ou de légitimation de l'outil construit (BAP). Cette contribution spécifique s'est traduite par la publication de deux contributions scientifiques (voir Dialga et Le, 2017; Dialga et Vallée, 2017) dans le domaine des indices composites.

L'autre contribution a été la mise au point d'un indice spécifique aux pays miniers de l'Afrique sub-saharienne. Le choix de la démarche hybride *top down bottom up* a permis un usage conjoint de variables qualitatives et quantitatives. Cette combinaison

d'informations à la fois qualitatives et quantitatives améliore la valeur qualitative de l'outil construit.

6.3.2 Contribution empirique et originalité opérationnelle

Contribution empirique

Du point de vue empirique, l'implémentation de l'indice ISPM donne l'opportunité de constituer une première base de données (surtout des données primaires à travers l'enquête de terrain que nous avons conduite) sur les mines en lien avec le développement durable et de ce fait pourrait faciliter d'éventuelles recherches futures. En outre, la mise au point de l'indice offre des terrains d'expérimentations futures sur lesquelles les parties prenantes ont déjà une expérience du sujet.

Par ailleurs, les institutions en charge du développement (PNUD, BAD, etc.), pour celles qui le souhaitent, pourraient se servir des résultats préliminaires de la recherche en vue d'un usage éventuel de l'outil et de l'amélioration de la base de données constituées. En effet, la Banque Mondiale pourrait par exemple étendre l'outil à l'ensemble des économies dépendant fortement des ressources minières et fossiles. L'ISPM pourrait à cet effet être un complément à l'indicateur « Epargne Nette Ajustée » (ENA) souvent décrié parce que mal adapté à certaines économies ([Dialga, 2015](#); [Neumayer, 2000](#); [Thiry, 2010](#)).

Originalité opérationnelle

Du point de vue opérationnel, l'ISPM se positionne comme une sorte de boussole. Il donne un cap et fixe les actions des décideurs publics. Les propositions de politiques de développement qui découlent de l'analyse de l'outil nous semblent réalistes, réalisables et tangibles. Mieux encore, les recommandations de politiques de développement sont assorties de propositions concrètes de financement de ces politiques. On peut brièvement, rappeler, la mutualisation des coûts des grands projets régionaux, la mobilisation de la diaspora, l'émission d'obligations-diaspora, la renégociation des contrats miniers, l'élargissement des chaînes de valeurs par transformation progressive des ressources naturelles sur le continent, etc.

6.4 Limites de la thèse et facteurs de risque pour la mise en œuvre des politiques formulées et le suivi-évaluation de l'outil

6.4.1 Limites liées à la complexité de la problématique et à la pluridisciplinarité

À mesure que nous avançons dans l'approfondissement de la problématique de notre recherche, nous nous sommes rendus compte que l'option de traiter la question du développement durable dans sa globalité était un exercice très ambitieux ; chacune des dimensions du concept pouvant faire l'objet d'une thèse entière. En conséquence, certains aspects de ce concept complexe n'ont pas pu être approfondis. A titre d'exemple, la dimension sociale a été réduite à sa sous composante dite du capital humain alors qu'elle est en réalité une notion bien plus large. La dimension culturelle n'a pas pu être intégrée de façon plus approfondie dans la présente thèse alors qu'elle tend à devenir le 4^{ème} pilier du développement durable en concurrence avec la dimension « gouvernance démocratique ». On peut néanmoins noter sa prise en compte partielle à travers la variable éducation sans entrer dans les aspects qualitatifs de cette variable, notamment l'inadéquation entre l'éducation offerte et les besoins des économies nationales et les valeurs culturelles des pays concernés.

En dépit de notre ambition à traiter la question du développement durable dans sa globalité, certaines problématiques entières subsistent encore. En effet, la question du genre en particulier la discrimination à l'égard des femmes qui est une problématique majeure dans le processus de transformation structurelle des économies étudiées n'a pas pu recevoir toute la rigueur de raisonnement que cette problématique impose ¹⁹⁸, quoique de manière globale, elle a été prise en compte dans l'indicateur d'équité intra générationnelle. De plus, des problématiques qui ont trait aux sports et loisirs (épanouissement et équilibre psychique et mental), au logement (voir rapport de la [Commission sur le foncier urbain \(2016\)](#)), à l'urbanisme (risques d'inondations, surpeuplement urbain, forte pression sur les infrastructures sociales) n'ont pas suffisamment été développées et traitées de manière approfondie.

La deuxième grande limite de la thèse est liée à notre capacité limitée à mobiliser des connaissances pluridisciplinaires que la problématique requiert pourtant. En effet, la problématique de notre étude est une problématique transversale qui embrasse plusieurs champs disciplinaires et compétences diverses (indices composites, économie du développement, économie des matières premières, économie des ressources naturelles,

198. Voir [CNUCED \(2015\)](#) pour une mise en relief de la discrimination à l'égard des femmes comme obstacle au développement, en particulier la transformation de l'économie rurale, occupée dans la grande majorité par les femmes. Cette discrimination porte un coup sérieux à la formation du capital humain du genre féminin avec les conséquences que cela comporte.

économie de l'environnement, économie du capital humain, économie institutionnelle, gouvernance, économie publique, sociologie et droit) sur lesquelles nous ne sommes pas toujours bien outillés. C'est dire que l'ambition de traiter de manière approfondie la problématique de développement durable dans les pays à ressources naturelles abondantes va au delà du cadre d'une thèse en ce que l'étude nécessite une certaine complémentarité entre disciplines qui ne peut être mobilisée que dans le cadre d'une étude pluridisciplinaire mobilisant des expertises des disciplines concernées par la problématique.

6.4.2 L'insuffisance dans l'approfondissement de la démarche participative (approche *bottom up*)

Nous n'avons malheureusement pas pu bénéficier de cadres légitimes qui permettaient d'enrichir notre démarche participative (*bottom up*) par des approches complémentaires. Nous pensons notamment aux approches « focus groupe », aux forums et ateliers hybrides qui auraient pu permettre de mettre en évidence des débats francs et contradictoires, ou de points de vue homogènes qui aboutiraient à des propositions collectivement formulées, plus pertinentes que la sommation mathématique des expressions individuelles. Il n'a pas été possible d'enrichir la démarche par de telles approches complémentaires pour trois raisons principales. La première raison tient à l'insécurité ambiante qui prévalait dans les deux pays au moment de l'enquête de terrain et donc, les regroupements d'individus étaient à la fois déconseillés par les autorités sécuritaires et non souhaités par les participants à l'enquête. La deuxième raison est imputable au manque de temps : nous disposions d'un mois pour mener l'enquête de terrain à la fois au Burkina Faso et au Niger à raison d'une quinzaine de jours par pays alors qu'il nous a fallu en moyenne une semaine pour obtenir un rendez-vous avec un membre de chaque acteur institutionnel malgré le fait que nous ayons formulé les demandes écrites de rendez-vous un mois avant notre déplacement sur le terrain. Le troisième facteur qui a empêché la mise en œuvre des approches complémentaires est que nous n'avons pas bénéficié de soutien des acteurs institutionnels officiels qui permettrait l'organisation des réunions de focus groupe, d'ateliers hybrides, etc. Les sollicitations que nous avons formulées à l'endroit des parties prenantes institutionnelles (ministère de l'économie et des finances, ministère de l'environnement et du développement durable, ministère des mines, de l'énergie et des carrières) et d'acteurs économiques notamment les entreprises minières au Burkina et la multinationale Areva au Niger n'ont pas reçues d'écho favorable souhaité. Pour les acteurs institutionnels qui ont donné une suite à notre requête, nous avons à chaque fois été redirigés vers des structures techniques ou spécialisées desdits ministères (BUNEE, BEEEL, Directions de la statistique interne, DGMG, etc.). C'est finalement les organisations non gouvernementales (ROTAB, GREN, ITIE) et les participants à titre personnel qui nous ont reçus convenablement, les ONG nous ont

donné accès à leurs sources de données (la documentation essentiellement) et les participants individuels c'est-à-dire les citoyens se sont prêtés au jeu de questions/réponses.

6.4.3 Limites statistiques : la fragilité des résultats et la nécessité de consolider l'étude

L'approche hybride *top down-bottom up* adoptée dans le cadre de l'élaboration de l'outil d'aide à la décision présente quelques limites statistiques non négligeables. Une des limites dans l'élaboration de cet indice composite a été la qualité lacunaire des données collectées. Il n'a pas toujours été possible de disposer des données souhaitées et sur une longue période permettant la conduite de tests statistiques satisfaisants sur l'indice construit. Nous avons eu recours à des techniques d'estimation des données manquantes. Ces techniques présentent l'inconvénient d'augmenter les incertitudes sur la qualité des données estimées. La mesure donc du développement durable, à travers l'indice ISPM, est de ce point de vue, peu satisfaisante.

L'ambition de prendre en compte toutes les dimensions du développement durable nous a parfois amenés à créer de nouvelles variables, et donc à produire de données ad hoc. La complexité du concept étudié et surtout son périmètre large nous a conduits à définir puis à redéfinir une panoplie de variables initiales et de sous indicateurs (19 indicateurs individuels). Le nombre élevé de sous indicateurs tend à réduire la qualité statistique de l'indice composite, eu égard du nombre d'observations disponibles (six observations (2010-2015) en moyenne par indicateur individuel). Ce même nombre élevé de sous-indicateurs rend l'appropriation de l'outil par les acteurs du développement moins certain. La mise à jour de l'outil, dans le cadre de son suivi-évaluation, sera également coûteuse en temps.

6.4.4 Facteurs de risque pour la mise en œuvre des politiques formulées et le suivi-évaluation de l'outil

Les acteurs publics, nous l'avons déjà mentionné, ne se sont pas suffisamment impliqués dans le processus d'élaboration de l'outil. Leur agenda toujours trop chargé ne nous a pas permis de rencontrer directement les décideurs politiques. Nous avons été contraints à nous limiter à travailler avec les structures techniques des ministères et institutions concernés par la question du développement durable. Il s'agit principalement des services de la statistique, de la planification, des secrétariats généraux des ministères, du SP/CONED, du BUNEE, BEEI etc.

Pourtant, il est stipulé par exemple dans le document de politique nationale de Développement Durable, que « *l'État du Burkina Faso est le garant de l'équité entre les générations actuelles et futures. À ce titre, il a la responsabilité de la mise en œuvre, du suivi-évaluation, du contrôle et de la mise à jour de la Politique Nationale du Déve-*

loppement Durable » (MEDD, 2013, p.43). Mieux, nous avons formulé le souhait que la question du Développement Durable soit portée au sommet de l'État ou tout au moins au niveau du premier ministre qui dispose d'une autorité légitime lui permettant de canaliser et de coordonner les politiques de Développement Durable. Pourtant, cet optimisme ambitieux pourrait être contrarié s'il en résulte une faible adhésion des pouvoirs publics concernés. Ce risque mérite d'être souligné d'autant que le vide juridique et constitutionnel sur la question du développement durable alimente les mutations et les risques d'effacement du concept même car, les dénominations institutionnelles changent en permanence au gré des régimes politiques. Pourtant, l'outil a été élaboré dans l'optique qu'il oriente les politiques publiques en matière de développement harmonisé et évalue les efforts (efficacité de l'action publique) en matière de performances atteintes. S'il y a une faible adoption ou un rejet de l'outil de la part des acteurs publics, cela aura de toute évidence des conséquences sur la visibilité de l'outil et de son appropriation par les citoyens et les autres acteurs non étatiques.

6.5 Perspectives de recherches futures

6.5.1 La pérennité et le suivi-évaluation de l'ISPM : la création d'un observatoire de veille de l'ISPM

Au regard des résultats préliminaires de cette étude et les limites qui y sont associées, des actions futures dans le sens de consolider ces résultats sont nécessaires. Il s'agit dans un premier temps de constituer une base de données fiable sur le développement en Afrique. Dans cette perspective, les pouvoirs publics doivent être mis à contribution en finançant la production, la mise à jour périodique et régulière des données sur des questions essentielles comme celles du développement. Dans un second temps, il est nécessaire que des dispositifs juridiques et législatifs garantissent l'accessibilité sans coûts (parce que la production des données statistiques est financée à partir des fonds publics) aux données produites à caractère public et les données non confidentielles des entreprises privées afin de favoriser des recherches appliquées de grande qualité sur le continent. Les instituts régionaux de statistiques comme *Afristat* devraient être bien dotés en moyens de quelle que nature que ce soit. Toutefois ces instituts ne devraient pas se substituer aux instituts nationaux de statistiques qui devraient assurer des productions de statistiques nationales de qualité de par leur proximité géographique avec les terrains nationaux.

Parallèlement il est important de veiller au suivi et évaluation périodique de l'outil. A ce titre la création d'un observatoire (public) de veille de l'ISPM (OVISPM) pourrait être envisagée. Cet observatoire aura pour principales missions, la construction d'un portail web permettant la visibilité de l'outil et son actualisation (automatiser la mise à jour de l'outil), d'alimenter et de mettre à jour les données nécessaires à la mise

à jour de l'outil et produire des études périodiques sur les évolutions des performances des pays concernés en matière de développement soutenable.

6.5.2 Des programmes de recherches pluridisciplinaires

Il nous semble également pertinent de perfectionner la démarche en l'enrichissant par d'autres approches participatives complémentaires. La deuxième perspective de recherche sera d'élargir l'outil à l'ensemble des pays miniers : l'échelle d'étude reste cependant à définir en fonction des expressions des besoins et/ou des opportunités d'études qui se présenteront. Ce pourrait être à l'échelle du continent africain. Ce niveau d'échelle nécessite que le projet d'études soit porté par des institutions dont le champ d'action couvre cette entité géographique comme la BAD, la Banque mondiale région Afrique ou l'antenne Afrique du PNUD. L'élargissement pourrait également se limiter à une échelle régionale comme les pays de l'espace CEDEAO, de la zone de la Communauté économique des États de l'Afrique centrale (CEMAC) ou de l'espace UEMOA.

Nous souhaitons également combler les insuffisances disciplinaires. Dans l'idéal, il serait pertinent que les projets d'études mentionnés ci-dessus soient inscrits dans une démarche pluridisciplinaire dont la formation de l'équipe pourrait nécessiter la participation des collègues chercheurs d'autres disciplines comme la Sociologie, le Droit, l'Urbanisme, la Géographie entre autres.

Bibliographie

- ACEMOGLU, D., JOHNSON, S. et ROBINSON, J. A. (2002). An African Success Story : Botswana. SSRN Scholarly Paper ID 304100, Social Science Research Network, Rochester, NY.
- ACS, Z. J., BRAUNERHJELM, P., AUDRETSCH, D. B. et CARLSSON, B. (2009). The knowledge spillover theory of entrepreneurship. *Small Business Economics*, 32(1):15–30.
- ADES, A. et DI TELLA, R. (1999). Rents, competition, and corruption. *American Economic Review*, 89(4):982–993.
- AGBIBOA, D. E. (2012). Between Corruption and Development : The Political Economy of State Robbery in Nigeria. *Journal of Business Ethics*, 108(3):325–345.
- AGBOHOU, N. (1999, Éd. 2016). *Le Franc CFA et l'Euro contre l'Afrique*. Éditions Solidarité Mondiale, Coignieres.
- AGHION, P., HOWITT, P. et GARCÍA-PEÑALOSA, C. (1998). *Endogenous Growth Theory*. MIT Press.
- AGUILERA-BELANGER, A., BLOY, D., BUISSON, M.-A., CUSSET, J.-M. et MIGNOT, D. (1999). Localisation des activités et mobilité. *HAL, INRIA*, pages 1–279.
- AGUNA, C. et KOVACEVIC, M. (2010). Uncertainty and sensitivity analysis of the human development index. *Human Development Research Paper*, 11.
- ALIOUAT, B. (1996). Les Stratégies de coopération industrielle. Post-Print halshs-00732558.
- ALKIRE, S. et FOSTER, J. E. (2010). Designing the Inequality-Adjusted Human Development Index. SSRN Scholarly Paper ID 1815248, Social Science Research Network, Rochester, NY.
- AMIN, S. (1978). *Le développement inégal. Essai sur les formations sociales du capitalisme périphérique*. Grands documents. Les Ed. de minuit, Paris.
- AMIN, S., ALEXANDRE, F., DANIEL, M. et FUTUR, C. s. l. e. l. p. d. (1980). *L'avenir industriel de l'Afrique*. Stratégies pour le futur de l'Afrique. Éditions l'Harmattan, Paris Paris.
- AMPELLA MINING LIMITED (2013). Etude d'impact sur l'Environnement (EIE). Projet minier Batié-ouest, Burkina Faso. Rapport final, Bureau National des Evaluations Environnementales, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, Ouagadougou, Burkina Faso.

- ANAND, S. et SEN, A. (1997). Concepts of human development and poverty ! A multidimensional perspectives. *United Nations Development Programme. Poverty and human development : Human development papers*, pages 1–20.
- ANAND, S. et SEN, A. (2000). The Income Component of the Human Development Index. *Journal of Human Development*, 1(1):83–106.
- ANDERSEN, J. J. et ASLAKSEN, S. (2008). Constitutions and the resource curse. *Journal of Development Economics*, 87(2):227–246.
- ANTHEAUME, N. (2005). L'entreprise " socialement et écologiquement responsable " est-elle contrainte à l'hypocrisie ? Le cas des indicateurs de performance écologique d'une gamme de pesticides. pages 1–19, CD–Rom.
- ANYANWU, J. C. (2014). Factors Affecting Economic Growth in Africa : Are There any Lessons from China ? *African Development Review*, 26(3):468–493.
- ANZOATEGUI, D., COMIN, D., GERTLER, M. et MARTINEZ, J. (2016). Endogenous Technology Adoption and R&D as Sources of Business Cycle Persistence. Working Paper 22005, National Bureau of Economic Research.
- AREZKI, R., ROTA-GRAZIOSI, G. et SENBET, L. W. (2013). Les dangers de l'exode des capitaux. *Fonds monétaire internationale*, 50(3):26–28.
- ARGHIRI, E. et CHARLES, B. (1978). *L'échange inégal. Essai sur les antagonismes dans les rapports économiques internationaux*. Économie et socialisme. F. Maspero, Éd. revue et complétée, Paris.
- ARROW, K. J., DASGUPTA, P., GOULDER, L. H., MUMFORD, K. J. et OLESON, K. (2012). Sustainability and the measurement of wealth. *Environment and Development Economics*, 17(03):317–353.
- ARYEE, B. N. (2001). Ghana's mining sector : its contribution to the national economy. *Resources Policy, International Journal of Minerals Policy and Economics*, 27(2):61–75.
- ASHLEY, C. et MAXWELL, S. (2001). Rethinking Rural Development. *Development Policy Review*, 19(4):395–425.
- ASIEDU, E. (2006). Foreign Direct Investment in Africa : The Role of Natural Resources, Market Size, Government Policy, Institutions and Political Instability. *World Economy*, 29(1):63–77.
- ASSOGBA, Y. A. (2000). *Gouvernance, économie sociale et développement durable en Afrique*. Collectif de recherche sur les innovations sociales dans les entreprises et les syndicats.

- ATKINSON, A. B. (1970). On the measurement of inequality. *Journal of economic theory*, 2(3):244–263.
- AULONG, S., RINAUDO, J.-D. et BOUSCASSÉ, H. (2006). Assessing the costs and benefits of groundwater quality improvement in the Upper Rhine valley quaternary aquifer (France). Final Report BRGM/RP-55061-FR, BRGM, France.
- AUTY, R. M. (2001). *Resource abundance and economic development*. Oxford University Press.
- AVOUYI-DOVI, S. et NETO, D. (2004). Interdépendance des marchés d’actions : analyse de la relation entre les indices boursiers américains et européens. *Revue de la Stabilité Financière*, (4):115–133.
- AYRES, R. U., AYRES, L. W. et WARR, B. (2003). Exergy, power and work in the US economy, 1900-1998. *Energy*, 28(3):219–273.
- AZAPAGIC, A. (2004). Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. *Journal of Cleaner Production*, 12(6):639–662.
- BAD (2011). Rapport sur le développement en Afrique. Rapport technique, Banque Africaine du développement, Tunis.
- BAL, J.-L. et PHILIBERT, C. (2013). Les caractéristiques des énergies intermittentes électriques sont-elles problématiques ? les particularités techniques du solaire et de l’éolien. In *Annales des Mines-Responsabilité et environnement*, numéro 1, pages 8–15. ESKA.
- BALLET, J., DUBOIS, J.-L. et MAHIEU, F.-R. (2012). La soutenabilité sociale du développement durable : de l’omission à l’émergence. *Mondes en développement*, 156(4):89–110.
- BANERJEE, A. V. et DUFLO, E. (2014). Do Firms Want to Borrow More ? Testing Credit Constraints Using a Directed Lending Program. *The Review of Economic Studies*, 81(2):572–607.
- BANQUE DE FRANCE (2015). Rapport annuel de la Zone Franc. Rapport global, Banque de France, Paris.
- BANQUE MONDIALE (2008). Perspectives économiques mondiales 2008. Rapport technique, Banque Mondiale, Washington D.C.
- BARDHAN, K. et KLASSEN, S. (1999). UNDP’s gender-related indices : A critical review. *World Development*, 27(6):985–1010.

- BARDHAN, P. (1997). Corruption and Development : A Review of Issues. *Journal of Economic Literature*, 35(3):1320–1346.
- BARDHAN, P. (2014). Corruption and Development Policy (Drawing Upon the Recent Indian Debate). *Journal of Public Economic Theory*, pages 472–479.
- BARRO, R. J. (1988). Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. Working Paper 2588, National Bureau of Economic Research.
- BARRO, R. J. et LEE, J. W. (1996). International Measures of Schooling Years and Schooling Quality. *The American Economic Review*, 86(2):218–223.
- BARTIK, T. J. (1988). The Effects of Environmental Regulation on Business Location in the United States. *Growth and Change*, 19(3):22–44.
- BATES, R. H. (2006). Institutions and Development. *Journal of African Economies*, 15(suppl 1):10–61.
- BAYART, J.-F. (1999). L’Afrique dans le monde : une histoire d’extraversion. *Critique internationale*, 5(1):97–120.
- BEAULIEU, J. (2008). *L’étude des impacts cumulatifs, un outil pour harmoniser les plans directeurs de l’eau aux schémas d’aménagement du territoire*. Essai, Université de Sherbrooke.
- BEDOSSA, B. (2012). Burkina Faso : l’émergence du secteur aurifère suffira-t-elle à redresser un modèle de croissance en perte de vitesse. Rapport Scientifique 5, Agence Française de Développement, Département de la recherche, Paris.
- BELHEDI, A. (1992). *Société, espace et développement en Tunisie*. Série Géographie. Tunis Publications de la Faculté des sciences humaines et sociales 1992, Tunis.
- BENZÉCRI, J.-P. (1973). *L’analyse des données*, volume 2. Dunod Paris.
- BERG, A., PORTILLO, R., YANG, S.-C. S. et ZANNA, L.-F. (2013). Public Investment in Resource-Abundant Developing Countries. *IMF Economic Review*, 61(1):92–129.
- BESSEN, J. (2002). Technology Adoption Costs and Productivity Growth : The Transition to Information Technology. *Review of Economic Dynamics*, 5(2):443–469.
- BHAGWATI, J. (1958). Immiserizing Growth : A Geometrical Note. *The Review of Economic Studies*, 25(3):201–205.
- BHATTACHARYYA, S. et HODLER, R. (2010). Natural resources, democracy and corruption. *European Economic Review*, 54(4):608–621.

- BISSA GOLD SA (2014). Etude d'Impact sur l'Environnement du projet d'extension du permis d'exploitation aurifère de Bissa/Zandkom. Rapport technique, Bissa Gold SA, Ouagadougou, Burkina Faso.
- BLACKBURN, K. (2012). Corruption and Development : Explaining the Evidence. *The Manchester School*, 80(4):401–428.
- BOIDIN, B. et SIMEN, S. F. (2016). Industrie minière et programmes de développement durable au Sénégal. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, Vol.7(No.2).
- BOLT, K., MARKANDYA, A., RUTA, G., LANGE, G.-M., HAMILTON, K., ORDOUBADI, M. S., SILVA, P., PEDROSO-GALINATO, S. et TAJIBAEVA, L. (2005). Where is the wealth of nations ? : measuring capital for the 21st century. Rapport technique 34855, The World Bank.
- BONNEUIL, C., PESSIS, C., TOPCÇU, S. et OTHERS (2013). *Une autre histoire des "Trente Glorieuses" : Modernisation, contestations et pollutions dans la France d'après-guerre*. Paris, La Découverte.
- BORNAND, T., CARUSO, F., CHARLIER, J., COLICIS, O., GUIO, A.-C., JUPRELLE, J., LAFFUT, M., LOUIS, V., REGINSTER, I., RUYTERS, C. et VERSCHUEREN, F. (2011). Développement d'indicateurs complémentaires au PIB. Partie 1 : Revue harmonisée d'indicateurs.
- BOULANGER, P.-M. (2004). Les indicateurs de développement durable : un défi scientifique, un enjeu démocratique. *Les séminaires de l'Iddri*, 12.
- BOUYSSOU, D. (1986). Second EURO Summer Institute Some remarks on the notion of compensation in MCDM. *European Journal of Operational Research*, 26(1):150–160.
- BOUYSSOU, D. et VANSNICK, J.-C. (1986). Noncompensatory and generalized non-compensatory preference structures. *Theory and Decision*, 21(3):251–266.
- BRAND, D. A., SAISANA, M., RYNN, L. A., PENNONI, F. et LOWENFELS, A. B. (2007). Comparative Analysis of Alcohol Control Policies in 30 Countries. *PLoS Med*, 4(4): e151.
- BRASSEUL, J. et LAVRARD-MEYER, C. (2016). *Economie du développement : Les enjeux d'un développement à visage humain*. Armand Colin, 4e édition.
- BRAUNERHJELM, P., ACS, Z. J., AUDRETSCH, D. B. et CARLSSON, B. (2010). The missing link : knowledge diffusion and entrepreneurship in endogenous growth. *Small Business Economics*, 34(2):105–125.

- BRÜCKER, H., HAUPTMANN, A., JAHN, E. J. et UPWARD, R. (2014). Migration and imperfect labor markets : Theory and cross-country evidence from Denmark, Germany and the UK. *European Economic Review*, 66:205–225.
- BÉRENGER, B. et CHOUCANE, A. (2008). Des inégalités de genre à l'indice de qualité de vie des femmes. Working Paper Series, African Development Bank.
- BROLLO, F., NANNICINI, T., PEROTTI, R. et TABELLINI, G. (2010). The Political Resource Curse. Working Paper 15705, National Bureau of Economic Research.
- BRUNDTLAND, G. H., ENVIRONMENT, W. C. o. et DEVELOPMENT (1987). *Our common future*, volume 383. Oxford University Press Oxford.
- BRYCESON, D. F. et JØNSSON, J. B. (2010). Gold digging careers in rural east africa : Small-scale miners' livelihood choices. *World Development*, 38(3):379–392.
- BUSSE, M., ERDOGAN, C. et MÜHLEN, H. (2016). China's Impact on Africa – The Role of Trade, FDI and Aid. *Kyklos*, 69(2):228–262.
- BUSSE, M. et GRÖNING, S. (2013). The resource curse revisited : governance and natural resources. *Public Choice*, 154(1-2):1–20.
- CAMAGNI, R. P. (1992). Development Scenarios and Policy Guidelines for the Lagging Regions in the 1990s. *Regional Studies*, 26:361–374.
- CANALS, V., DIEBOLT, C., JAOUL-GRAMMARE, M. et OTHERS (2015). Education, productivité et gain. Retour sur les approches critiques de l'enchaînement causal de la théorie du capital humain. Rapport technique, Bureau d'Economie Théorique et Appliquée, UDS, Strasbourg.
- CARBONNIER, G. (2013). Comment conjurer la malédiction des ressources naturelles ? *Annuaire suisse de politique de développement*, (Vol. No. 2):83–98.
- CARDI, O. et RESTOUT, R. (2015). Imperfect mobility of labor across sectors : a reappraisal of the Balassa-Samuelson effect. *Journal of International Economics*, 97(2):249–265.
- CARRÈRE, C., GOURDON, J. et OLARREAGA, M. (2012). Regional integration and natural resources : Who benefits ? Evidence from MENA. *Economie internationale*, No. 131(3):23–41.
- CHAMARET, A. (2007). *Une démarche top-down / bottom-up pour l'évaluation en termes multicritères et multi-acteurs des projets miniers dans l'optique du développement durable. Application sur les mines d'Uranium d'Arlit (Niger)*. Thèse de doctorat, Université de Versailles-Saint Quentin en Yvelines.

- CHATTERJEE, S. K. (2005). Measurement of Human Development : an alternative approach. *Journal of Human Development*, 6(1):31–44.
- CHEN, D., MA, X., MU, H. et LI, P. (2010). The inequality of natural resources consumption and its relationship with the social development level based on the ecological footprint and the hdi. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 12(01):69–86.
- CHERCHYE, L. et KUOSMANEN, T. (2004). Benchmarking sustainable development : A synthetic meta-index approach. Rapport technique 2004/28, Research Paper, UNU-WIDER, United Nations University (UNU).
- CHERCHYE, L., MOESEN, W., ROGGE, N. et PUYENBROECK, T. V. (2006). An Introduction to ‘Benefit of the Doubt’ Composite Indicators. *Social Indicators Research*, 82(1):111–145.
- CHERCHYE, L., MOESEN, W., ROGGE, N., VAN PUYENBROECK, T., SAISANA, M., SALTELLI, A., LISKA, R. et TARANTOLA, S. (2008). Creating composite indicators with DEA and robustness analysis : the case of the Technology Achievement Index. *Journal of the Operational Research Society*, 59(2).
- CHINN, M. D. et ITO, H. (2008). A New Measure of Financial Openness. *Journal of Comparative Policy Analysis : Research and Practice*, 10(3).
- CHIPMAN, J. S. (1969). Factor price equalisation and the Stolper-Samuelson theorem. *International Economic Review*, 10(3):399–406.
- CHRISTALLER, W. (1933). *Die zentralen Orte in Süddeutschland : eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmässigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen*. University Microfilms.
- CIROTH, A., HAGELÜKEN, M., SONNEMANN, G. W., CASTELLS, F. et FLEISCHER, G. (2002). Geographical and technological differences in life cycle inventories shown by the use of process models for waste incinerators part I. technological and geographical differences. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 7(5):295–300.
- CLÉMENT, M., DOUAI, A. et GONDARD-DELCROI, X. (2012). Réflexions sur le concept de soutenabilité sociale dans le contexte des pays du Sud. *Mondes en développement*, 156(4):7–18.
- CNUCED (2015). Rapport 2015 sur les pays les moins avancés : Transformer l’économie rurale. Rapport annuel, CNUCED, Conférence des nations Unies sur le commerce et le développement, ONU, New York et Genève.

- CNUCED (2016). Le développement économique en Afrique : Dynamique de la dette et financement du développement en Afrique. Rapport annuel, CNUCED, Conférence des nations Unies sur le commerce et le développement, ONU, New York et Genève.
- CODE MINIER DU BURKINA FASO (2003). Code minier du Burkina Faso, Assemblée Nationale et Ministère des Mines, des Carrières et de l'Energie, Burkina Faso.
- CODE MINIER DU BURKINA FASO (2015). Code minier du Burkina Faso, Conseil national de la Transition.
- CODE MINIER DU NIGER (1993). Code minier du Niger, Ministère des Mines et du pétrole.
- CODE MINIER DU NIGER (2006). Code minier du Niger, Premier ministre, République du Niger.
- COLLIER, P. (2014). Épargner les revenus tirés des ressources naturelles dans les pays en développement : principes et règles de politiques. *Revue d'économie du développement*, Vol. 21(4):59–96.
- COMINAK (2012). Rapport Environnemental, Social et Sociétal 2012. Rapport annuel, COMINAK-Compagnie Minière d'Akouta, Areva Niger, Niamey, Niger.
- COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'AFRIQUE (2013). Tirer le plus grand profit des produits de base africains : l'industrialisation au service de la croissance, de l'emploi et de la transformation économique. *Commission économique pour l'Afrique*, pages 1–260.
- COMMISSION SUR LE FONCIER URBAIN (2016). Rapport de la Commission d'enquête parlementaire sur le Foncier urbain au Burkina Faso. Rapport général, Assemblée Nationale du Burkina Faso, Ouagadougou, Burkina Faso.
- CONSEIL DE L'EUROPE (2005). *Elaboration concertée des indicateurs de la cohésion sociale : guide méthodologique*. Conseil de l'Europe.
- COSTANZA, R. (1992). *Ecological Economics : The Science and Management of Sustainability*. Columbia University Press.
- COSTANZA, R., ALPEROVITZ, G., DALY, H., FARLEY, J., FRANCO, C., JACKSON, T., KUBISZEWSKI, I., SCHOR, J. et VICTOR, P. (2013). *Vivement 2050 ! Programme pour une économie soutenable et désirable (Building a Sustainable and Desirable Economy-in-Society-in-Nature)*. Les Petits Matins.
- COSTE, J., BOUÉE, S., ECOSSE, E., LEPLÈGE, A. et POUCHOT, J. (2005). Methodological issues in determining the dimensionality of composite health measures using

- principal component analysis : Case illustration and suggestions for practice. *Quality of Life Research*, 14(3):641–654.
- CRNR (2015). Commission de la réconciliation nationale et des réformes. Rapport général, Commission de la réconciliation nationale et des réformes, Ouagadougou, Burkina Faso.
- CUEVA BETETA, H. (2006). What is missing in measures of Women's Empowerment ? *Journal of Human Development*, 7(2):221–241.
- DALY, H. E. (1990). Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological economics*, 2(1):1–6.
- DANIEL, P., GUPTA, S., MATTINA, T. et SEGURA-UBIERGO, A. (2013). La rente des ressources naturelles. *Finance et Développement*.
- DAVIS, G. A. (2010). Trade in mineral resources. Rapport technique ERSD-2010-01, WTO Staff Working Paper.
- DE LONG, J. B. et EICHENGREEN, B. (1991). *The Marshall Plan as a Structural Adjustment Program*. Citeseer.
- DENEALT, A., ABADIE, D. et SACHER, W. (2008). Noir Canada : pillage, corruption et criminalité en Afrique. *Communications*, 2:1.
- DERONZIER, P. et TERRA, S. (2004). Étude sur la Valorisation des aménités du Loir, Direction des Études Économiques et de l'Évaluation Environnementale-Ministère de l'Écologie et du Développement durable, Paris, France, pages : 1–84.
- DESAI, M. (1991). Human development : Concepts and measurement. *European Economic Review*, 35(2-3):350–357.
- DESPRÉS, L. (2017). Richesse, valeur économique et environnement. Réflexions sur les fondements économiques des politiques environnementales de l'Union européenne. In Brovelli G. et Sancy M. (dir), *Environnement et développement durable dans les politiques de l'Union européenne, Actualités et défis*, PUR, Rennes. pages 61–80.
- DIALGA, I. (2015). Du boom minier au Burkina Faso, opportunité de développement ou risques de péril pour des générations futures ? *Revue Cedres, Études Sciences Économiques*, (59):27–47.
- DIALGA, I. et LE, T. H. G. (2017). Highlighting methodological limitations in the steps of composite indicators construction. *Social Indicator Research*, 131(2):441–465.
- DIALGA, I. et VALLÉE, T. (2017). The index of economic freedom : Methodological matters. *To appear in Studies in Economics and Finance*.

- DIANGITUKWA, F. (2014). La lointaine origine de la gouvernance en Afrique : L'arbre à palabres. *Revue Gouvernance*, pages 1–20.
- DÍAZ-BALTEIRO, L. et ROMERO, C. (2004). In search of a natural systems sustainability index. *Ecological Economics*, 49(3):401–405.
- DIX-CARNEIRO, R. (2014). Trade Liberalization and Labor Market Dynamics. *Econometrica*, 82(3):825–885.
- DOCQUIER, F., MACHADO, J. et SEKKAT, K. (2015). Efficiency Gains from Liberalizing Labor Mobility. *The Scandinavian Journal of Economics*, 117(2):303–346.
- DONZÉ, L. (2001). L'imputation des données manquantes, la technique de l'imputation multiple, les conséquences sur l'analyse des données : l'enquête 1999 KOF/ETHZ sur l'innovation. *Swiss Journal of Economics and Statistics (SJES)*, 137(III):301–317.
- DRANKEN, P. V. G. (2005). World drink trends. *Henley-on-Thames : NTC Publications Ltd*, pages 1–184.
- DREES (2011). Analyse critique du développement d'indicateurs composites : le cas de l'infarctus du myocarde après la phase aiguë. *Direction de la recherche des études, de l'évaluation et des statistiques, Ministère des Affaires sociales et de la Santé, France*, (19):73.
- DREHER, A., GASTON, N. et MARTENS, P. (2008). *Measuring Globalisation : Gauging Its Consequences*. Springer Science & Business Media.
- DUBOIS, J.-L. (2009). The Search for Socially Sustainable Development Conceptual and methodological issues. *Against Injustice : The New Economics of Amartya Sen*. Cambridge, Cambridge University Press, Cambridge, pages 275–294.
- DUBOIS, J.-L. et MAHIEU, F.-R. (2002). *La dimension sociale du développement durable : réduction de la pauvreté ou durabilité sociale ?* Editions IRD.
- DUFLO, E., KREMER, M. et ROBINSON, J. (2008). How High Are Rates of Return to Fertilizer ? Evidence from Field Experiments in Kenya. *The American Economic Review*, 98(2):482–488.
- DUMOLARD, P. (2011). *Données géographiques : Analyse statistique multivariée*. Lavoisier.
- ENDEAVOUR MINING (2014). Etude d'impact environnemental, projet minier Houndé, Burkina Faso. Rapport final, Endeavour mining-Avion Gold Burkina Sarl, Bureau National des Evaluations Environnementales, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, Burkina Faso, Ouagadougou, Burkina Faso.

- FAIR (2011). La richesse autrement, un « riche » hors série.
- FAVENNEC, J.-P., ADEDOUMON, C., DUHAMEL, B., GIRI, J., GILLES, H. et TRONCHE, A. (2009). L'énergie en Afrique à l'horizon 2050. Rapport technique, Agence Française de Développement, Banque Africaine de Développement, Paris.
- FEENSTRA, R. C. et ROSE, A. K. (2000). Putting Things in Order : Trade Dynamics and Product Cycles. *Review of Economics and Statistics*, 82(3):369–382.
- FERRARI, S. et MERY, J. (2008). Équité intergénérationnelle et préoccupations environnementales. Réflexions autour de l'actualisation. *Management & Avenir*, No. 20(6):240–257.
- FERRY, B. (2007). *L'Afrique face à ses défis démographiques : un avenir incertain*. Editions KARTHALA.
- FIELD, F., KIRCHAIN, R. et CLARK, J. (2000). Life-Cycle Assessment and Temporal Distributions of Emissions : Developing a Fleet-Based Analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 4(2):71–91.
- FIGUÏÈRE, C. (2006). Sud, développement et développement durable : l'apport de l'économie politique. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Vol. 7(No. 2).
- FISCHER, G. (1962). La souveraineté sur les ressources naturelles. *Annuaire français de droit international*, 8(1):516–528.
- FOSTER, J. E., LOPEZ-CALVA, L. F. et SZEKELY, M. (2005). Measuring the Distribution of Human Development : methodology and an application to Mexico. *Journal of Human Development*, 6(1):5–25.
- FOURQUET, F. (1980). *Les Comptes de la puissance. Aux origines de la comptabilité nationale et du Plan*. Paris : Encres.
- FRANK, A. G. (1969). *Latin America : Underdevelopment or revolution*. New York : Monthly Review Press.
- FRANKEL, J. A. (2010). The Natural Resource Curse : A Survey. Working Paper 15836, National Bureau of Economic Research.
- FRASER, E. D. G., DOUGILL, A. J., MABEE, W. E., REED, M. et MCALPINE, P. (2006). Bottom up and top down : Analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. *Journal of Environmental Management*, 78(2):114–127.

- FUJITA, M., GAGNÉ, C. et SCHMITT, B. (2003). *Économie des villes et de la localisation*. Economie, société, région Economie, société, région. Bruxelles De Boeck DL 2003, Bruxelles.
- GADREY, J. (2002). De la croissance au développement : A la recherche d'indicateurs alternatifs. *DARES*, pages 1–24.
- GAERTNER, W. et XU, Y. (2006). Capability Sets as the Basis of a New Measure of Human Development. *Journal of Human Development*, 7(3):311–321.
- GARVIN, T., MCGEE, T. K., SMOYER-TOMIC, K. E. et AUBYNN, E. A. (2009). Community-company relations in gold mining in Ghana. *Journal of Environmental Management*, 90(1):571–586.
- GAYE, A., KLUGMAN, J., KOVACEVIC, M., TWIGG, S. et ZAMBRANO, E. (2010). *Measuring key disparities in human development : The gender inequality index*. United Nations Development Programme.
- GEIREGAT, C. et YANG, S. (2013). Des richesses trop abondantes ? *Fonds monétaire internationale*, 50(3):57.
- GELB, A. (2010). Diversification de l'économie des pays riches en ressources Naturelles. *Washington DC : Fonds Monétaire International*, pages 1–27.
- GELB, A. H. (1988). *Oil windfalls : Blessing or curse ?* Oxford University Press.
- GERLAGH, R. et van der ZWAAN, B. (2003). Gross world product and consumption in a global warming model with endogenous technological change. *Resource and Energy Economics*, 25(1):35–57.
- GIL MOLTÓ, M. J., GEORGANTZÍS, N. et ORTS, V. (2005). Cooperative R&D with Endogenous Technology Differentiation. *Journal of Economics & Management Strategy*, 14(2):461–476.
- GIMET, C., GUILHON, B. et ROUX, N. (2010). Spécialisation appauvrissante et intégration à des processus de production fragmentés : le cas du secteur textile habillement. In *50ème Congrès annuel de la Société Canadienne de Sciences Economiques (SCSE)*, Québec, Canada.
- GIORDANI, P. E., ROCHA, N. et RUTA, M. (2012). Food Prices and the Multiplier Effect of Export Policy. SSRN Scholarly Paper ID 2042474, Social Science Research Network, Rochester, NY.
- GIRAUD, P.-N. et OLIVIER, T. (2015). *Economie des matières premières*. Repères. La Découverte, Paris.

- GIRAULT, R., RENÉ, G. et MAURICE, L.-L. (1993). *Le Plan Marshall et le relèvement économique de l'Europe*. Histoire économique et financière de la France. Comité pour l'Histoire Economique et Financière de la France, Paris.
- GOLLIER, C. (2005). Quel taux d'actualisation pour quel avenir? *Revue française d'économie*, 19(4):59–81.
- GOUTERON, S., SZPIRO, D. et OTHERS (2005). *Excès de liquidité monétaire et prix des actifs*. Banque de France.
- HAES, H. A. U. d., JOLLIET, O., FINNVEDEN, G., HAUSCHILD, M., KREWITT, W. et MÜLLER-WENK, R. (1999). Best available practice regarding impact categories and category indicators in life cycle impact assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 4(2):66–74.
- HAMILTON, J. D. (2008). Understanding Crude Oil Prices. Working Paper 14492, National Bureau of Economic Research.
- HAMILTON, J. D. (2009). Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08. Working Paper 15002, National Bureau of Economic Research.
- HAMILTON, K., RUTA, G., BOLT, K., MARKANDYA, A., PEDROSO-GALINATO, S., SILVA, P., ORDOUBADI, M. S., LANGE, G.-M. et TAJIBAEVA, L. (2006). *Where is the Wealth of Nations? : Measuring Capital for the 21st Century*. World Bank Publications, Washington.
- HARDING, T. et VENABLES, A. J. (2010). Exports, imports and foreign exchange windfalls. *Oxcarre Research Paper, University of Oxford*.
- HARTWICK, J. M. (1977). Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources. *American Economic Review*, 67(5):972–974.
- HARTWICK, J. M. (1990). Natural resources, national accounting and economic depreciation. *Journal of Public Economics*, 43(3):291–304.
- HAUSSMAN, R. et ROBERTO, R. (2003). An alternative interpretation of the "Resource Curse" : Theory and policy implications. Working Paper 9424, National Bureau of Economic Research.
- HCNUDH (2002). Droits de l'Homme : Recueil d'instruments internationaux. *Haut-Commissariat des Nations Unies aux droits de l'homme. Instruments universels*, 1(6):879.
- HELLIER, J. (2012). North-South Globalization and Inequality. *ECINEQ 2012 – 273*.

- HENRY, A., TCHENTE, G. H. et GUILLERME, D. P. (1990). *La société des amis : Etude des tontines à enchères du Cameroun*. Caisse centrale de coopération économique, Centre d'études financières, économiques et bancaires, Université de Rennes 1, Paris.
- HILLBOM, E. (2012). Botswana : A development-oriented gate-keeping state. *African Affairs*, 111(442):67–89.
- HILSON, G. (2010). 'Once a miner, always a miner' : Poverty and livelihood diversification in Akwatia, Ghana. *Journal of Rural Studies*, 26(3):296–307.
- HILSON, G. et MURCK, B. (2000). Sustainable development in the mining industry : clarifying the corporate perspective. *Resources Policy*, 26(4):227–238.
- HIRSCHMAN, A. O. (1965). *The Strategy of economic development*. New Haven London Yale University press, 9th printing.
- HOMMA, T. et SALTELLI, A. (1996). Importance measures in global sensitivity analysis of nonlinear models. *Reliability Engineering & System Safety*, 52(1):1–17.
- HOTELLING, H. (1931). The economics of exhaustible resources. *Journal of political Economy*, 39(2):134–175.
- HØYLAND, B., MOENE, K. et WILLUMSEN, F. (2012). The tyranny of international index rankings. *Journal of Development Economics*, 97(1):1–14.
- HUET, J.-M., ASHRAF, T. et ROGER, A. (2014). Les technologies comme facteur de développement des pays. *les Echos*, numéro du 22 décembre 2014.
- HUGON, P. (2008). *L'économie de l'Afrique*. Repères Repères. Paris La Découverte impr. 2008, DL 2009, Paris, France, 6e édition.
- HUGON, P. (2009). Le rôle des ressources naturelles dans les conflits armés africains. *Hérodote*, No. 134(3):63–79.
- HUGON, P. (2012). L'économie politique tricontinentale : le cas des relations de l'Afrique avec la Chine et l'Inde. *Revue Tiers Monde*, (208).
- HUGON, P. (2013a). La croissance de l'Afrique peut-elle durer ? *L'Économie politique*, (59):34–48.
- HUGON, P. (2013b). *L'économie de l'Afrique*. Repères. la Découverte, Paris, 7e édition.
- HUGON, P. et ANDRÉ, P. (1968). *Analyse du sous-développement en Afrique noire : l'exemple de l'économie du Cameroun*. Travaux et recherches de la Faculté de droit et des sciences économiques de Paris. Presses universitaires de France, Paris.

- HURIOT, J.-M. et THISSE, J.-F. (2000). *Economics of cities theoretical perspectives*. Cambridge New York Cambridge University Press 2000, New York.
- IAM GOLD ESSAKAN SA (2013). Plan d'action et réinstallation. Rapport final, Bureau National des Evaluations Environnementales, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, Burkina Faso, Ouagadougou, Burkina Faso.
- INNES, J. E. (1990). *Knowledge and public policy : The search for meaningful indicators*. Transaction Publishers.
- INSTITUT FREE AFRIK (2016). Evaluation ex ante du Plan National de Développement Economique et Social 2016-2020. Version de synthèse préliminaire, Institut Free Afrik, Ouagadougou, Burkina Faso.
- IRZ, X., LIN, L., THIRTLE, C. et WIGGINS, S. (2001). Agricultural Productivity Growth and Poverty Alleviation. *Development Policy Review*, 19(4):449–466.
- JACQUEMOT, P. (2013). L'émergence de classes moyennes en Afrique. *Afrique contemporaine*, (244):124–125.
- JACQUES, J. (2011). Pratique de l'analyse de sensibilité : comment évaluer l'impact des entrées aléatoires sur la sortie d'un modèle mathématique. *IRMA, Lille*, 71(2):1–19.
- JAGGER, C., GILLIES, C., MOSCONE, F., CAMBOIS, E., VAN OYEN, H., NUSSELDER, W. et ROBINE, J.-M. (2008). Inequalities in healthy life years in the 25 countries of the European Union in 2005 : a cross-national meta-regression analysis. *The Lancet*, 372(9656):2124–2131.
- JALÉE, P. (1975). *Le Pillage du Tiers monde*. Petite collection Maspero. F. Maspero, [Nouvelle éd. augmentée d'une] préface, Paris.
- JAQUES, E., GREFFIÉ, C., BILLA, M., THOMASSIN, J. F. et ZIDA, B. (2006). Artisanal and small-Scale mines in Burkina Faso : today and tomorrow. Rapport technique, Working paper of BRMG.
- JEANNENEY, S. G. et HUA, P. (2013). Régimes de change et commerce Chine-Afrique. *Revue économique*, Vol. 64(3):469–482.
- JENSEN, N. et WANTCHEKON, L. (2004). Resource Wealth and Political Regimes in Africa. *Comparative Political Studies*, 37(7):816–841.
- KAHNEMAN, D. et DEATON, A. (2010). High income improves evaluation of life but not emotional well-being. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(38):16489–16493.
- KAISER, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1):31–36.

- KAMINSKY, G. et SCHMUKLER, S. (2003). Short-run pain, long-run gain : the effects of financial liberalization. Working Paper 9787, National Bureau of Economic Research.
- KAMINSKY, G., SCHMUKLER, S. L. *et al.* (2002). Emerging market instability : do sovereign ratings affect country risk and stock returns? *The World Bank Economic Review*, 16(2):171–195.
- KAPLINSKY, R. (2009). The Challenge to Development : Strategy in Sub-Saharan Africa. In *Global Giant : Is China changing the rules of game ?*, Global Giant, page 289. Eva Paus, Penelope B. Prime, and Jon Western, New York, palgrave macmillan édition.
- KARL, T. L. (1997). *The Paradox of Plenty : Oil Booms and Petro-States*. University of California Press.
- KAUFMANN, D., KRAAY, A. et MASTRUZZI, M. (2009). Governance matters VIII : aggregate and individual indicators, 1996-2008. *World Bank Policy Research Paper*, (4978):1–105.
- KEENEY, R. L. et RAIFFA, H. (1976). Decision analysis with multiple conflicting objectives. *Wiley& Sons, New York*.
- KENNEDY, R. F. (1968). Remarks at the university of Kansas. *John F. Kennedy Presidential Library and Museum*.
- KEYNES, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Macmillan Cambridge University Press, for Royal Economic Society.
- KI-ZERBO, J. et HOLENSTEIN, R. (2003). *A quand l’Afrique ?* Éditions d’en bas, l’aube, Éburnie, Ganndal, Jamana, Presses Universitaires d’Afrique, Ruisseaux d’Afrique & Sankofa et Gurli.
- KIAKA GOLD SARL (2014). Projet aurifère Kiaka, Burkina Faso, Etude d’impact environnemental et social, rapport final. Rapport final, Kiaka Gold Sarl, Ouagadougou, Burkina Faso.
- KITULA, A. G. N. (2006). The environmental and socio-economic impacts of mining on local livelihoods in Tanzania : A case study of Geita District. *Journal of Cleaner Production*, 14(3-4):405–414.
- KLASEN, S. (2004). Gender-Related Indicators of Well-Being. Rapport technique 102, Discussion Papers / Universität Göttingen, Ibero-Amerika-Institut für Wirtschaftsforschung.
- KLUGMAN, J., RODRÍGUEZ, F. et CHOI, H.-J. (2011). The HDI 2010 : New controversies, old critiques. *The Journal of Economic Inequality*, 9(2):249–288.

- KORHONEN, I. et JUURIKKALA, T. (2009). Equilibrium exchange rates in oil-exporting countries. *Journal of Economics and Finance*, 33(1):71–79.
- KOULIBALY, M. (2008). *Les Servitudes du Pacte Colonial*. N.E.I., Abidjan.
- KOVACEVIC, M. (2010). Review of HDI critiques and potential improvements. *Human development research paper*, 33(2010):1–48.
- KRANTZ, D. H., LUCE, R. D., SUPPES, P. et TVERSKY, A. (1971). *Foundations of Measurement (Additive and Polynomial Representations)*, volume 1. Academic Press, New York.
- KRISHNAN, V. (2014). Development of a Multidimensional Living Conditions Index (LCI). *Social Indicators Research*, 120(2):455–481.
- KRUGMAN, P. (1998). What’s new about the new economic geography ? *Oxford Review of Economic Policy*, 14(2):7–17.
- KUZNETS, S. (1934). Gross capital formation, 1919-1933. In *Gross Capital Formation, 1919-1933*, pages 1–20. NBER.
- KUZNETS, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American economic review*, 45(1):1–28.
- LA DOCUMENTATION FRANÇAISE (2015). Les défis de l’Afrique. Problèmes économiques. *La Documentation française*, (3102).
- LANDIS, J. R. et KOCH, G. G. (1977a). An Application of Hierarchical Kappa-type Statistics in the Assessment of Majority Agreement among Multiple Observers. *Biometrics*, 33(2):363–374.
- LANDIS, J. R. et KOCH, G. G. (1977b). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1):159–174.
- LANOIE, P., LAURENT-LUCCHETTI, J., JOHNSTONE, N. et AMBEC, S. (2011). Environmental Policy, Innovation and Performance : New Insights on the Porter Hypothesis. *Journal of Economics & Management Strategy*, 20(3):803–842.
- LARATTE, B. (2013). *Evaluation dynamique et cumulative des impacts environnementaux dans le cadre d’une analyse de cycle de vie*. Thèse de doctorat, Troyes.
- LARSEN, B., SARRAF, M. et PILLET, G. (2002). Cost Assessment of Environmental Degradation in the Mashreq and Maghreb Countries—From Theory to Practice. Cost Assessment of Environmental Degradation in EGYPT. *The World Bank, METAP*.
- LE BOENNEC, R. (2013). *Les mobilités urbaines quelles interactions entre déplacements durables et ville compacte ?* BU Droit-Economie, université de nantes, Nantes.

- LEDUC, G. A. et RAYMOND, M. (2000). L'évaluation des impacts environnementaux : Un outil d'aide à la décision. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Éditions MultiMondes, pages 1–403.
- LEONTIEF, W. W. (1953). *Studies in the structure of the American economy theoretical and empirical explorations in input-output analysis*. New York Oxford University Press 1953, New York.
- LEVINE, S. H., GLORIA, T. P. et ROMANOFF, E. (2007). A Dynamic Model for Determining the Temporal Distribution of Environmental Burden. *Journal of Industrial Ecology*, 11(4):39–49.
- LIMITED, G. M. (2014). Projet aurifère de banfora, Burkina Faso, étude d'impact environnemental et social. Rapport final, Bureau National des Evaluations Environnementales, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, Burkina Faso, Ouagadougou, Burkina Faso.
- LIPIETZ, A. (2001). Aménagement du territoire et développement endogène. *Aménagement du territoire*, pages 111–128.
- LOI MINIÈRE DU BURKINA FASO (2010). Fixation des taxes et redevances minières en application du Code minier 2003 du Burkina Faso, Présidence du Faso.
- LOISEL, R., VALLÉE, T. et GUILLOTREAU, P. (2017). Quels indicateurs pour une juste valorisation de l'environnement. In Brovelli G. et Sancy M. (dir), *Environnement et développement durable dans les politiques de l'Union européenne, Actualités et défis*, PUR, Rennes. pages 81–92.
- LÖSCH, A. (1940). *Die räumliche ordnung der wirtschaft : eine untersuchung über standort, wirtschaftsgebiete und internationalen handel*. G. Fischer.
- LUCAS, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1):3–42.
- LUCAS, R. E. et STARK, O. (1985). Motivations to remit : Evidence from Botswana. *The Journal of Political Economy*, 93(5):901.
- LUCE, R. D. (2005). *Individual choice behavior : A theoretical analysis*. Courier Corporation.
- MADDISON, A. (2010). Statistics on world population, gdp and per capita gdp, 1-2008 ad. *Historical Statistics*, pages 1–36.
- MADDISON, D. (2001). In Search of Warmer Climates ? The Impact of Climate Change on Flows of British Tourists. *Climatic Change*, 49(1-2):193–208.

- MADSEN, J. B., SAXENA, S. et ANG, J. B. (2010). The Indian growth miracle and endogenous growth. *Journal of Development Economics*, 93(1):37–48.
- MAGRIN, G. (2007). L’Afrique sub-saharienne face aux famines énergétiques. *EchoGéo, Pôle de recherche pour l’organisation et la diffusion de l’information géographique (CNRS UMR 8586)*, (3):1–16.
- MAHLBERG, B. et OBERSTEINER, M. (2001). Remeasuring the HDI by Data Envelopment Analysis. SSRN Scholarly Paper ID 1999372, Social Science Research Network, Rochester, NY.
- MANKIW, N. G., ROMER, D. et WEIL, D. N. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2):407–437.
- MANN, J. et SHIDELER, D. (2015). Measuring Schumpeterian activity using a composite indicator. *Journal of Entrepreneurship and Public Policy*, 4(1):57–84.
- MARADAN, D., OUEDRAOGO, B., THIOMBIANO, N., THIOMBIANO, T. et ZEIN, K. (2011). Analyse économique du secteur des mines : liens pauvreté et environnement. Rapport technique, sba-Ecosys-CEDRES, Ouagadougou, Burkina Faso.
- MASLIANSKAIA-PAUTREL, M. (2011). *La méthode hédonique comme moyen d’évaluation environnementale questionnement théorique, application empirique au territoire de l’estuaire de la Loire*. IEMN-IAE, Université de Nantes, Nantes.
- MAZEROLLE, F. et MUCCHIELLI, J.-L. (1988). Commerce intra-branche et intra-produit dans la spécialisation internationale de la France : 1960-1985. *Revue Économique*, 39(6):1193–1218.
- MCGILLIVRAY, M. (1991). The human development index : Yet another redundant composite development indicator ? *World Development*, 19(10):1461–1468.
- MCKENZIE, L. W. (1955). Equality of Factor Prices in World Trade. *Econometrica*, 23(3):239–257.
- MEADOWS, D. H., JØRGEN, R. et MEADOWS, D. L. (2004). *The limits to growth the 30-year update*. Chelsea Green Pub., White River Junction, Vt.
- MEADOWS, D. H., L, M. D., JØRGEN, R., AGNÈS, E. K., JEAN-MARC, J. et BRUNO, L. (2012). *Les limites à la croissance dans un monde fini le rapport Meadows, 30 ans après*. Initial(e)s DD. Rue de l’échiquier, Paris.
- MEDD (2013). *Politique nationale de développement durable au Burkina Faso*. Ministère de l’Environnement et du Développement Durable, Ouagadougou, Burkina Faso.

- MIDAS GOLD SARL (2013). Etude d'impact environnemental et social : unité de traitement semi-mécanisé des haldes et stériles. Rapport technique, Midas Gold Sarl, Ouagadougou, Burkina Faso.
- MOUSSONE, E. (2010). Insertion des pays de la zone franc africaine dans le commerce mondial : étude d'une spécialisation appauvrissante et le problème du financement de l'économie (Insertion of the African Franc Zone Countries into the Global Trade : A Study of an Impoverishing Specialization and the Problem of Economy Funding). Working Paper 231, Laboratoire de Recherche sur l'Industrie et l'Innovation. ULCO / Research Unit on Industry and Innovation.
- MÉRENNE-SCHOUMAKER, B. (1991). *La Localisation des industries mutations récentes et méthodes d'analyse*. Géographie d'aujourd'hui. Edition Nathan, Paris, France.
- MÉRENNE-SCHOUMAKER, B. (2003). *Géographie des services et des commerces*. Didact. Presses universitaires de Rennes Ed.2011, Rennes.
- MÉRENNE-SCHOUMAKER, B. (2011). *La localisation des industries : enjeux et dynamiques*. Didact. Presses universitaires de Rennes, 3e édition corrigée et mise à jour, Rennes.
- MUNDA, G. (2005). "Measuring Sustainability" : A Multi-Criterion Framework. *Environment, Development and Sustainability*, 7(1):117–134.
- MUNDA, G. et NARDO, M. (2003). On the methodological foundations of composite indicators used for ranking countries. *Ispira, Italy : Joint Research Centre of the European Communities*, pages 1–19.
- MUNDA, G. et NARDO, M. (2009). Noncompensatory/nonlinear composite indicators for ranking countries : a defensible setting. *Applied Economics*, 41(12):1513–1523.
- MUSSON, A. (2010). Revue de littérature sur les indicateurs d'attractivité et de développement durable : Vers un indicateur d'attractivité durable. *Géographie, économie, société*, Vol. 12(2):181–223.
- NARDO, M., SAISANA, M., SALTELLI, A. et TARANTOLA, S. (2005). Tools for Composite Indicators Building. In *European Commission, EUR 21682 EN, Institute for the Protection and Security of the Citizen, JRC Ispira, Italy*, pages 1–131.
- NATHAN, H. S. K., MISHRA, S. et REDDY, B. S. (2012). An Alternative approach to measure HDI. Working Paper 1, Indira Gandhi Institute of Development Research, Mumbai, India.
- NEUMAYER, E. (2000). In defence of historical accountability for greenhouse gas emissions. *Ecological Economics*, 33(2):185–192.

- NICOLAS (DIR.), J.-P., ALINE, MILLION, F., HOMOCIANU, M., TOILIER, F. et ZUCARELLO, P. (2008). La localisation des activités économiques au sein de l'Aire Urbaine de Lyon. Rapport technique 6, Laboratoire d'Économie des Transports.
- NOURRY, M. (2008). Measuring sustainable development : Some empirical evidence for France from eight alternative indicators. *Ecological Economics*, 67(3):441–456.
- NUBUKPO, K., TINEL, B., BELINGA, M.-Z. et DEMBÉLÉ, D. M. (2016). *Sortir l'Afrique de la servitude monétaire-A qui profite le Franc CFA ?* La Dispute.
- NUSSBAUM MARTHA, C. (2000). *Women and human development : the capabilities approach*. Cambridge : Cambridge University Press.
- OBENG-ODOOM, F. (2013). Africa's Failed Economic Development Trajectory : A Critique. *African Review of Economics and Finance*, 4(2):151–175.
- OCDE (2009). Gestion axée sur les résultats en matière de développement. *OCDE*, pages 1–8.
- O'CONNOR, M. (2006). Deliberative sustainability assessment : Multiple scales, multiple stakeholders, multidisciplinary and multiple bottom lines : a methodological study for Work Package WP6 of the SRDTOOLS Project Methods and tools for evaluating the impact of cohesion policies on sustainable development. *C3ED, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, Guyancourt*.
- O'CONNOR, M. et SPANGENBERG, J. H. (2008). A methodology for CSR reporting : assuring a representative diversity of indicators across stakeholders, scales, sites and performance issues. *Journal of Cleaner Production*, 16(13):1399–1415.
- OECD (2009). *Ressources naturelles et croissance pro-pauvres*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- OECD et JRC (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators : Methodology and User Guide*. OECD Publishing.
- OEPPEN, J. et VAUPEL, J. W. (2002). Broken Limits to Life Expectancy. *Science*, 296(5570):1029–1031.
- OUÉDRAOGO, S. (2011). *Banques et transmission monétaire dans l'UEMOA : effets des bilans bancaires, de la concentration bancaire et de l'excès de liquidité bancaire sur l'efficacité de la politique monétaire de la BCEAO*. Thèse de doctorat, Clermont-Ferrand 1.
- OXFAM (2013). Niger : A qui profite l'uranium ? L'enjeu de la renégociation des contrats miniers d'Areva. Note d'information, Oxfam International.

- PALAZZI, P. et LAURI, A. (2013). The Human Development Index : suggested corrections. *PSL Quarterly Review*, 51(205):1–14.
- PAN AFRICAN MINERALS LTD (2014). Etude d’impact environnemental et social du projet d’exploitation du manganèse de Tambao. Rapport final, Bureau National des Evaluations Environnementales, Ministère de l’Environnement et du Développement Durable, Burkina Faso, Ouagadougou, Burkina Faso.
- PAPPU, A., SAXENA, M. et ASOLEKAR, S. R. (2007). Solid wastes generation in India and their recycling potential in building materials. *Building and Environment*, 42(6):2311–2320.
- PAPYRAKIS, E. et GERLAGH, R. (2004). The resource curse hypothesis and its transmission channels. *Journal of Comparative Economics*, 32(1):181–193.
- PARK, Y. J., LAMPERT, B. et ROBERTSON, W. (2016). China’s impacts on Africa’s development. *African Review of Economics and Finance*, 8(1):3–11.
- PEARCE, D. W., WARFORD, J. J. et OTHERS (1993). *World without end : economics, environment, and sustainable development*. Oxford University Press.
- PERIŠIĆ, A. (2015). Data-driven weights and restrictions in the construction of composite indicators. *Croatian Operational Research Review*, 6(1):29–42.
- PERRAIN, L. et TESTAS, A. (2014). la R&D dans les PME, les ETI et les grandes entreprises. *L’état de l’Enseignement supérieur et de la Recherche en France No. 7*, (7):64–65.
- PETROVA, S. et MARINOVA, D. (2015). Using ‘soft’ and ‘hard’ social impact indicators to understand societal change caused by mining : a Western Australia case study. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 33(1):16–27.
- PIGUET, É. (2012). Des apatrides du climat ? *In Annales de géographie*, numéro 1, pages 86–100. Armand Colin.
- PNDES (2016). *Plan national de développement économique et social du Burkina Faso*. Présidence du Faso, Premier Ministère, Ouagadougou, Burkina Faso, 1ère édition.
- PONSARD, C. (1988). *Analyse économique spatiale*. Économie. PUF, Paris, France.
- PORTER, M. E. (1991). Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic Management Journal*, 12(S2):95–117.
- PREBISCH, R. (1984). Five stages in my thinking on development. *Pioneers in development*, pages 175–191.

- PROUTEAU, R. (1967). *Recherches sur la loi des proportions de facteurs en commerce international*. Université de Poitiers, Faculté de Droit et des Sciences économiques.
- RAPPORT CEP (2016). Commission d'enquête parlementaire (CEP) sur la gestion des titres miniers et la responsabilité sociale des entreprises minières. Rapport général, Commission d'enquête parlementaire, Assemblée Nationale du Burkina Faso, Ouagadougou, Burkina Faso.
- RAVALLION, M. (2012). Troubling tradeoffs in the Human Development Index. *Journal of Development Economics*, 99(2):201–209.
- REED, M. S., FRASER, E. D. G. et DOUGILL, A. J. (2006). An adaptive learning process for developing and applying sustainability indicators with local communities. *Ecological Economics*, 59(4):406–418.
- RINAUDO, J.-D. (2003). Economic assessment of Groundwater Protection : groundwater restoration in the potash mining fields of Alsace, France. Case study report No. 1. Final Report 1, BRGM, Orléans.
- ROBEYNS, I. (2005). The Capability Approach : a theoretical survey. *Journal of Human Development*, 6(1):93–117.
- RODARY, E., CASTELLIANET, C. et ROSSI, G. (2003). *Conservation de la nature et développement : l'intégration impossible ?* Editions KARTHALA, Paris.
- RODRIK, D., SUBRAMANIAN, A. et TREBBI, F. (2004). Institutions Rule : The Primacy of Institutions Over Geography and Integration in Economic Development. *Journal of Economic Growth*, 9(2):131–165.
- ROMER, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94(5):1002–1037.
- ROSKAMP, K. W. (1963). Factor proportions and foreign trade : the case of West Germany. *Weltwirtschaftliches Archiv*, pages 319–326.
- ROTAB (2014). Étude de référence sur les entreprises et les Droits de l'Homme : cas des industries extractives au Niger. Rapport général, ROTAB, Réseau des organisations pour la transparence et l'analyse budgétaire, Niamey, Niger.
- ROUSSEAU, D. M. (1977). Technological differences in job characteristics, employee satisfaction, and motivation : A synthesis of job design research and sociotechnical systems theory. *Organizational Behavior and Human Performance*, 19(1):18–42.
- RUSO, M. V. (2003). The emergence of sustainable industries : building on natural capital. *Strategic Management Journal*, 24(4):317–331.

- RUTA, M. et VENABLES, A. J. (2012). International Trade in Natural Resources : Practice and Policy. SSRN Scholarly Paper ID 2034883, Social Science Research Network, Rochester, NY.
- SAATY, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5):161-176.
- SAATY, T. L. (1990). How to make a decision : The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1):9-26.
- SACHS, I. (1994). Le développement reconsidéré : quelques réflexions inspirées par le Sommet de la Terre. *Revue Tiers Monde*, 35(137):53-60.
- SAGAR, A. D. et NAJAM, A. (1998). The human development index : a critical review. *Ecological Economics*, 25(3):249-264.
- SAISANA, M. et SALTELLI, A. (2010). *Uncertainty and sensitivity analysis of the 2010 environmental performance index*. OPOCE.
- SAISANA, M. et TARANTOLA, S. (2002). *State-of-the-art Report on Current Methodologies and Practices for Composite Indicator Development*. Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen Technological and Economic Risk Management, Applied Statistics Group.
- SALIFOU, B. (2012). France - Afrique : De La Renégociation des Accords (secrets) de Défense entre la France et le Niger. *Atricle de Blog, Niamey, Niger*.
- SALTELLI, A., CHAN, K. et SCOTT, M. (2000). *Sensitivity analysis, Probability and Statistics series*. John Wiley & Sons, New York.
- SBA-ECOSYS-CEDRES (2011). Analyse économique du secteur des mines : liens pauvreté et environnement. Rapport final, Ministère de l'Environnement et du Développement durable, Ouagadougou, Burkina Faso.
- SÉBASTIEN, L. et BRODHAG, C. (2004). A la recherche de la dimension sociale du développement durable. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, (Dossier 3).
- SCHÜLER, D. (2006). The Uses and Misuses of the Gender-related Development Index and Gender Empowerment Measure : A Review of the Literature. *Journal of Human Development*, 7(2):161-181.
- SCHUMPETER, J. A. et FAIN, G. (1983). *Capitalisme, socialisme et démocratie*. Bibliothèque scientifique 0768-0112. Payot, Paris, France.

- SEMAFO (2013). Etude d'impact environnemental et social du projet F1 : extension du permis de Mana. Rapport technique, SEMAFO SA, Société d'Exploration Minière en Afrique de l'Ouest, Ouagadougou, Burkina Faso.
- SEN, A. (1985). Commodities and capabilities. *Professor Dr. P. Hennisman lectures in economics : theory, institutions, policy*, 7(283986):1–130.
- SHANNON, C. E. (2001). A Mathematical Theory of Communication. *SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.*, pages 3–55.
- SHIRLEY, M. M. (2005). Institutions and Development. In MENARD, C. et SHIRLEY, M. M., éditeurs : *Handbook of New Institutional Economics*, pages 611–638. Springer US.
- SINDZINGRE, A. N. (2016). Fostering structural change? China's divergence and convergence with Africa's other trade and investment partners. *African Review of Economics and Finance*, 8(1):12–44.
- SLACK, K. (2012). Mission impossible? : Adopting a CSR-based business model for extractive industries in developing countries. *Resources Policy*, 37(2):179–184.
- SMIT, B. et SPALING, H. (1995). Methods for cumulative effects assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 15(1):81–106.
- SMITH, J. L. (2009). World Oil : Market or Mayhem? *The Journal of Economic Perspectives*, 23(3):145–164.
- SOLOW, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1):65–94.
- SOMAIR (2012). Rapport Environnemental, Social et Sociétal 2011-2012. Rapport annuel, SOMAIR-Société des Mines de l'Aïr, Areva Niger, Niamey, Niger.
- SOMINA (2014). Rapport Environnemental, Social et Sociétal 2013-2014. Rapport annuel, SOMINA-Société des Mines d'Azélik, Niamey, Niger.
- SONNTAG, N. C., EVERITT, R. R., RATTIE, L. P., COLNETT, D. L., VANCOUVER, C.-B., WOLF, C. P., CENTER, S. I. A., TRUETT, J. C., DORCEY, A. H. J. et HOLLING, C. S. (1988). *L'Évaluation des impacts cumulatifs : un cadre pour l'avancement de la recherche et du développement*. Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale.
- SRINIVASAN, T. N. (1994). Human Development : A New Paradigm or Reinvention of the Wheel? *The American Economic Review*, 84(2):238–243.

- STADLER, G. W. (1990). Business Cycle Models with Endogenous Technology. *American Economic Review*, 80(4):763–778.
- STIGLITZ, J. (1974). Growth with Exhaustible Natural Resources : Efficient and Optimal Growth Paths. *The Review of Economic Studies*, 41:123–137.
- STIGLITZ, J., SEN, A. et FITOUSSI, J.-P. (2009). Report of the Commission on the Measurement of Economic performance and Social Progress. Rapport technique, Commission on the Measurement of Economic performance and Social Progress.
- STOLPER, W. F. et SAMUELSON, P. A. (1941). Protection and real wages. *The Review of Economic Studies*, 9(1):58–73.
- SURI, T., BOOZER, M. A., RANIS, G. et STEWART, F. (2011). Paths to Success : The Relationship Between Human Development and Economic Growth. *World Development*, 39(4):506–522.
- TALBERTH, J., COBB, C. W., SLATTERY, N. et PROGRESS, R. (2007). *The genuine progress indicator, 2006 : A tool for sustainable development*. Redefining progress.
- TARANTOLA, S. et VERTESY, D. (2012). Composite Indicators of Research Excellence. *EUR - Scientific and Technical Research Reports*.
- TAYLOR, M. S. et COPELAND, B. R. (2009). Trade, Tragedy, and the Commons. *Revised version is forthcoming in the American Economic Review*, pages 1–45.
- TCHERNONOG, V., NOGUÈS, H. et TABARIÉS, M. (2007). *Le paysage associatif français : Mesures et évolutions*. Juris-Service, Ed. 2007, Paris ; Lyon.
- THIOMBIANO, T. (2004). *Économie de l'environnement et des ressources naturelles*. Paris Budapest Torino l'Harmattan 2004, Paris, France.
- THIRY, G. (2010). Indicateurs alternatifs au PIB : Au-delà des nombres. L'Épargne nette ajustée en question. *Émulations*, (8):1–27.
- THÜNEN, J. v. (1826). Der isolierte Staat. *Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*.
- TOGTOKH, C. (2011). Time to stop celebrating the polluters. *Nature*, 479(7373):269–269.
- TOUSSAINT, E. et MILLET, D. (2002). L'origine de la crise de la dette du tiers-monde. *Extrait*, 50:1–14.
- TURNER, A., FARRIMOND, J. et HILL, J. (2011). The oil trading markets, 2003–10 : analysis of market behaviour and possible policy responses. *Oxford Review of Economic Policy*, 27(1):33–67.

- UL HAQ, M. (1995). Reflections on Human Development. *Oxford University Press*.
- UNDP (1990). Human Development Report 1990. Rapport technique, United Nations Development Programme-Human Development Report Office.
- UNDP-HDR (2015). Human Development Report 2015 : Technical Notes. Yearly report, United Nations Development Program, Washington.
- UNESCO et MEPAPLNEC (2014). Examen national de l'Education pour tous au Niger. Rapport national, Unesco et Ministère de l'enseignement primaire de l'alphabétisation, de la promotion des langues nationales et de l'éducation civique, Niamey, Niger.
- Van der PLOEG, F. (2011). Natural resources : curse or blessing? *Journal of Economic Literature*, 49(2):366–420.
- VARET, J. (2007). L'Encyclopédie du Développement Durable. (43).
- VERNON, R. (1966). International investment and international trade in the product cycle. *Quarterly Journal of Economics*, 2:190–207.
- WEBER, A. (1909). *Über den standort der industrien*. JCB Mohr.
- WEBER, A. (1929). *Theory of the Location of Industries [translated by CJ Friedrich from Weber's 1909 book]*. Chicago : The University of Chicago Press.
- WEITZ, R. (1964). Sur le principe du développement rural intégré. *Économie rurale*, 61(1):3–14.
- WEXLER, I. (1983). *The Marshall Plan revisited : the European recovery program in economic perspective*. Numéro 55. Westport, Conn. : Greenwood Press.
- WHO (2004). Global status report on alcohol. *World Health Organisation*.
- WOLF, C. (2016). China and latecomer-industrialisation processes in Sub-Saharan Africa : situating the role of (industrial) policy. *African Review of Economics and Finance*, 8(1):45–77.
- WORLD BANK, D. (2015). Migration and Remittances : Recent Developments and Outlook.
- WTO (2011). Panel Report on China - Measures Related to the Exploitation of Several Raw Materials. Rapport technique, World Trade Organization, Geneva.
- XU, B. (2001). Endogenous Technology Bias, International Trade, and Relative Wages. *Manuscript, University of Florida*.

- YATES, S., BERGERON, K.-M., JÉBRAK, M., ANGERS, P., LEHMANN, V., SÉGUIN, C., DURAND, S., MEUR, P.-Y. L. et GENDRON, C. (2016). Indice du risque social : un outil pour mieux saisir les enjeux, risques et opportunités des projets miniers. *Éthique publique. Revue internationale d'éthique sociétale et gouvernementale*, 18(1).
- ZELENY, M. (1982). Multi criteria decision making. *TIMS Studies in Manage*, pages 31–57.
- ZHOU, P. et ANG, B. W. (2008). Comparing MCDA Aggregation Methods in Constructing Composite Indicators Using the Shannon-Spearman Measure. *Social Indicators Research*, 94(1):83–96.
- ZHOU, P., ANG, B. W. et POH, K. L. (2006). Comparing aggregating methods for constructing the composite environmental index : An objective measure. *Ecological Economics*, 59(3):305–311.
- ZIDA, Y. et KAMBOU, S. H. (2014). Cartographie de la pauvreté et des inégalités au Burkina Faso. Rapport final, Programme des Nations Unies pour Le Développement, Ouagadougou, Burkina Faso.

Annexe A

Annexes

A.1 Annexe du Chapitre 2 : La détermination du coût minimal de transport

En s'inspirant des travaux de Von Thünen, Weber note que le transport est le facteur essentiel dans la localisation des industries. Le coût de transport (C) est fonction du poids (p) du bien à transporter et également de la distance (d) à parcourir. Il utilise ensuite les propriétés du triangle pour déterminer le point (la localisation) qui minimise les coûts globaux. L'hypothèse implicite que fait Weber dans son modèle est que le transport dans l'industrie, contrairement au cas des services, est supporté entièrement par le producteur et non partagé avec le consommateur du bien final. Dans ces conditions, la tendance de l'industriel est de minimiser ses coûts annexes.

Formellement le programme s'écrit : $MinC = Min(\alpha Pg + \beta Eg + \gamma Mg)$

Où C représente le coût global de transport ;

P est la matière première utilisée dans les proportions α ;

E est l'énergie fournie dans les proportions β ;

M représente le marché sur lequel on trouve γ produits fabriqués ;

G est le centre de gravité du triangle défini par les sommets PEM.

Weber montre que la localisation optimale se situe dans ce cas au centre de gravité du triangle PEM défini par les sources d'énergie (E), les matières premières (P) et le marché (M) dont les sommets sont affectées par les masses correspondantes (α, β, γ).

Concrètement, plusieurs méthodes peuvent être mobilisées afin de déterminer le centre de gravité du triangle, point optimal de localisation. Nous présentons quatre d'entre elles.

La méthode mécanique ou physique

La méthode mécanique consiste à rattacher à chaque sommet du triangle des poulies et des cordes soutenant les poids appropriés à chaque sommet du triangle. Les poids ainsi attachés aux poulies étant proportionnels au poids demandé dans la fabrication du

produit industriel, le centre de gravité du triangle est celui qui constitue le point optimal de localisation où se stabilise le nœud central. Ainsi, lorsque l'un des paramètres (poids, tarif de transport) augmente, le centre de gravité tend à se déplacer vers l'élément dont le paramètre vient d'être modifié. Par exemple, s'il faut beaucoup d'énergie, le site de production (unité industrielle) se rapproche de la source d'énergie. En revanche, si le produit livré est plus lourd que les matières intermédiaires incorporées, c'est le marché qui attire l'usine.

La méthode algébrique

Dans cette méthode, la solution s'obtient en mobilisant les conditions de minimisation d'une fonction objectif – conditions du premier ordre implique que les dérivées partielles et premières annulent les coûts globaux de transport et les dérivées secondes positives pour les conditions de second ordre. La contrainte implicite peut être la distance par exemple.

La méthode géométrique

Elle est relativement simple à mettre en œuvre. Cependant, il convient de distinguer un cas simple et un plus complexe. Dans toutes les deux configurations, la méthode consiste à utiliser les propriétés du triangle en géométrie pour résoudre l'équation.

Le cas simple était approprié au schéma industriel au début du XX^{ème} siècle. En effet, lorsque la production d'un bien se passe comme en sidérurgie (par exemple une tonne de charbon et une tonne de fer donnent une tonne de fonte) on a dans ce cas : $\alpha = \beta = \gamma$; les poids et les tarifs sont identiques : $p_1 = p_2 = p_3$ et $t_1 = t_2 = t_3$. Dans ces conditions on a donc la somme des distances $dGM + dGE + dPG = MinC$. La résolution peut se faire en adoptant la démarche suivante. D'abord on fixe les trois sommets du triangle en fonction des données. Ensuite, on détermine le milieu de chaque base du triangle. Enfin, on joint chaque sommet (M, PE) au milieu de la base correspondante, pour obtenir la médiatrice. Le centre de gravité G (localisation optimal) se trouve à l'intersection des médiatrices.

Les pondéreux et l'indice matériel

Pour les produits pondéreux, l'indice matériel ou de matière première (material index) peut servir à définir la localisation optimale du site industriel. Cet indice est le rapport entre le poids de la matière première utilisée et celui du produit fini obtenu. Si on note mp les matières premières et pf les produits finis, alors l'Indice matériel (Im) est donné par la formule suivante : $IM = mp/pf$ où $Im = Input/Output$. En général, l' Im est ≤ 1 . L'indice peut être réécrit autrement. En prenant son inverse l'indice devient : $Im = pf/mp$.

Outre sa capacité à définir une localisation optimale de l'activité industrielle, du moins à cette étape de la décision d'implantation, l'indice permet de juger du degré

d'efficacité (rendement) dans l'utilisation des matières premières. Ainsi, un indice de 1,5 par exemple signifie que 50% de la matière première est transportée inutilement vers l'usine – puisque suivant la loi de Lavoisier¹⁹⁹, 100% de matières premières devraient donner 100% de produits finis ; d'où *Input/Output* devrait être égal à 1 – et en s'implantant sur le lieu d'extraction ou de production, le producteur économise au moins le coût du transport de la moitié du poids utilisé. Il peut également être interprété comme un processus de fabrication inefficace dans lequel on utilise beaucoup de ressources (input) pour obtenir peu de résultat (output). Ainsi, en utilisant la forme inverse, un $Im = 1,5$ devient 0,667. Il signifie que 67% de matières premières est effectivement utilisé au cours de la transformation ; plus du tiers transporté étant considéré comme des pertes. L'indice permet de conclure que plus l'indice matériel est élevé, plus la localisation est attirée par le lieu d'extraction ou de production : il est moins coûteux de transporter le produit fini en direction du marché que la matière première pondéreuse. C'est le cas par exemple du fer ou de l'acier, du charbon, de la betterave à sucre ou encore du ciment.

199. Aussi appelée loi de la conservation de la masse, Lavoisier (1789) dans « Traité élémentaire de chimie » annonce qu'au cours d'une transformation (chimique) de toute matière, rien ne se crée, rien ne se perd, tout se conserve.

A.2 Annexes du Chapitre 3

Tableau A.1 – Principaux changements dans l’IDH de 1990 à 2015

Tableau A.1 : Principaux changements dans l’IDH de 1990 à 2015						
Années	Variables	Min	Max	Source	Normalisation	Pondération
1990	Esp. de vie TBA(25+) PIBréel/hbt	Observée observée observée	observée observée observée	UNPA UNESCO BM	Min-Max ratio Min-Max ratio log puis Min-Max ratio	1 1 1
1991-1993	Esp. Vie Moy Educ TBA PIBréel/hbt(PPA)					1 (1/3) (2/3) idem
1994	Esp. vie Moy Educ TBA PIBréel/hbt	seuil de pauvreté			Atkinson†	idem
1995-1998	Esp. vie TBS PIBréel/hbt	Revenu mondial moyen Moy de 1996	40000\$ US PPA			(2/3)
1999	Esp. vie TBS TBA PIBréel/hbt				log puis Min-Max ratio	
2000-2009	Esp. vie TBS TBA(15+) PIBréel/hbt			valeur observée en 2001		idem
2010	Moy éduc Moy éduc attendue Esp. vie	Fixé (0ans) Fixée (0ans) Fixée (20ans)	observée observée observée	Barro-Lee UNESCO UNFPA	Min-Max Min-Max Min-Max	(1/2) (1/2) 1 Moy: Géom

Continue sur la page suivante

Tableau A.1 : Principaux changements dans l'IDH de 1990 à 2015(suite)

Années	Variables	Min	Max	Source	Normalisation	Pondération	Agrégation
2015	RNB/hbt(PPA)	Fixée (163 \$US 2008)	observée	BM	ln puis Min-Max	1	$IDH = \sqrt[3]{Is \times Ie \times Ir}$
	Moy éduc	Fixée(0ans)	15ans	Barro-Lee	Min-Max	(1/2)	Moy. Géom
	Moy éduc attendue	Fixée (20ans)	85 ans	UNFPA	Min-Max	1	
	RNB/hbt (PPA2011)	Fixée \$100US	\$75 000	BM	ln puis Min-Max	1	$IDH = \sqrt[3]{Is \times Ie \times Ir}$

†La formule d’Atkinson définit les seuils de revenu pour chaque pays à partir de la ligne de pauvreté établie à $y^*=4829\$$ entre 1991 et 1993 de la manière suivantes : Pour $0 < y < y^*$, le seuil $(W(y) = y^*$
Pour $y^* < y < 2y^*$, $W(y) = y^* + 2[(y - y^*)^{1/2}]$; Pour $2y^* < y < 3y^*$, le seuil $W(y) = y^* + 2(y^*)^{1/2} + 3[(y - 2y^*)^{1/3}]$
Pour $(n - 1)y^* < y < ny^*$, $W(y) = y^* + 2(y^*)^{1/2} + 3[(y - 2y^*)^{1/3}] + \dots + n[(y - (n - 1)y^*)^{1/n}]$
Source : Auteur, à partir de Klugman et al. (2011) et HDR (2015).

Tableau A.2 – Changement de classement des pays selon la méthode de pondération

Pays	Indice revenu	Indice education	Indice santé	IDH (pondération égale)	Rang pays	IDH (pondération ACP)	Rang pays	Variation rang
Norway	0,976	0,91	0,93	0,944	1	0,938	1	0
Australia	0,911	0,927	0,947	0,933	2	0,928	2	0
Switzerland	0,95	0,844	0,948	0,917	3	0,913	4	-1
Netherlands	0,914	0,894	0,923	0,915	4	0,91	5	-1
USA	0,946	0,89	0,892	0,914	5	0,909	6	-1
Germany	0,916	0,884	0,918	0,911	6	0,906	7	-1
New Zealand	0,874	0,917	0,925	0,91	7	0,905	8	-1
Canada	0,912	0,85	0,93	0,902	8	0,897	9	-1
Singapore	0,995	0,768	0,938	0,901	9	0,895	11	-2
Danmark	0,916	0,873	0,899	0,9	10	0,896	10	0
Ireland	0,878	0,887	0,913	0,899	11	0,893	13	-2
Sweden	0,917	0,83	0,938	0,898	12	0,894	12	0
Iceland	0,885	0,847	0,943	0,895	13	0,891	14	-1
UK	0,885	0,86	0,916	0,892	14	0,887	15	-1
Korea Republic	0,863	0,767	0,918	0,891	15	0,847	20	-5
Hong Kong	0,946	0,865	0,959	0,891	15	0,922	3	12
Japan	0,892	0,808	0,963	0,89	17	0,885	16	1
Liechtenstein	1	0,762	0,91	0,889	18	0,885	17	1
Israel	0,861	0,854	0,934	0,888	19	0,882	18	1
France	0,892	0,816	0,934	0,884	20	0,879	19	1
Haiti	0,417	0,374	0,621	0,455	1	0,459	1	0
Afghanistan	0,383	0,365	0,586	0,416	5	0,434	3	2
Djibouti	0,492	0,306	0,597	0,428	2	0,448	2	0
Cote d'Ivoire	0,48	0,389	0,434	0,422	4	0,433	4	0
Gambia	0,406	0,346	0,574	0,425	3	0,432	5	-2
Ethiopia	0,323	0,317	0,595	0,378	8	0,394	9	-1
Malawi	0,304	0,44	0,476	0,383	7	0,399	6	1
Liberia	0,236	0,367	0,572	0,364	11	0,367	12	-1
Mali	0,408	0,305	0,499	0,377	9	0,396	7	2
Guinea-Bissau	0,374	0,325	0,506	0,395	6	0,395	8	-2
Mozambique	0,3	0,372	0,435	0,359	12	0,365	13	-1
Guinea	0,37	0,294	0,522	0,377	9	0,385	10	-1
Burundi	0,296	0,37	0,37	0,35	13	0,344	17	-4
Burkina Faso	0,389	0,25	0,519	0,338	15	0,37	11	4
Eritrea	0,38	0,228	0,228	0	20	0,271	20	0
Sierra Leone	0,374	0,305	0,362	0,34	14	0,346	16	-2
Chad	0,381	0,256	0,438	0,331	17	0,35	14	3
Central African Rep	0,33	0,318	0,402	0,338	15	0,348	15	0
Congo DR	0,193	0,372	0,434	0,301	19	0,315	19	0
Niger	0,322	0,198	0,543	0,303	18	0,326	18	0

Source : Auteur

Tableau A.3 – Variations des scores et rangs des pays selon des pondérations égales, PCA et groupes homogènes

Pays	IDH2014	IDH2014 révisé	IDH2014 Rangs	IDH2014 révisé Rangs	Scores variations (%)	Rangs variations
High Human Development countries						
Norway	0,944	0,945	1	2	0,1	1
Australia	0,935	0,953	2	1	2	-1
Switzerland	0,93	0,928	3	4	-0,2	1
Denmark	0,923	0,93	4	3	0,7	-1
Netherlands	0,922	0,92	5	6	-0,2	1
Germany	0,916	0,915	6	9	-0,1	3
Ireland	0,916	0,919	7	7	0,4	0
United States	0,915	0,916	8	8	0,2	0
Canada	0,913	0,911	10	12	-0,3	2
New Zealand	0,913	0,921	9	5	0,8	-4
Singapore	0,912	0,913	11	11	0,1	0
Hong Kong, China (SAR)	0,91	0,907	12	13	-0,3	1
Liechtenstein	0,908	0,913	13	10	0,6	-3
Sweden	0,907	0,904	14	16	-0,3	2
United Kingdom	0,907	0,905	15	14	-0,2	-1
Iceland	0,899	0,905	16	15	0,6	-1
Korea (Republic of)	0,898	0,894	17	17	-0,4	0
Israel	0,894	0,889	18	19	-0,6	1
Luxembourg	0,892	0,891	19	18	-0,1	-1
Japan	0,891	0,886	20	21	-0,6	1
Belgium	0,89	0,888	21	20	-0,2	-1
France	0,888	0,884	22	22	-0,4	0
Austria	0,885	0,883	23	23	-0,3	0
Finland	0,883	0,88	24	24	-0,3	0
Slovenia	0,88	0,876	25	25	-0,5	0
Spain	0,876	0,871	26	27	-0,6	1
Italy	0,873	0,867	27	28	-0,6	1
Czech Republic	0,87	0,867	28	29	-0,3	1
Greece	0,865	0,86	29	30	-0,6	1
Estonia	0,861	0,859	30	31	-0,2	1
Brunei Darussalam	0,856	0,857	31	32	0,2	1
Cyprus	0,85	0,845	33	33	-0,5	0
Qatar	0,85	0,876	32	26	3	-6
Andorra	0,845	0,842	34	35	-0,4	1
Slovakia	0,844	0,842	35	34	-0,2	-1
Poland	0,843	0,84	36	38	-0,4	2
Lithuania	0,839	0,84	37	37	0,1	0
Malta	0,839	0,834	38	40	-0,6	2
Saudi Arabia	0,837	0,841	39	36	0,5	-3
Argentina	0,836	0,833	40	41	-0,3	1
United Arab Emirates	0,835	0,837	41	39	0,2	-2
Chile	0,832	0,825	42	45	-0,9	3
Portugal	0,83	0,824	43	46	-0,7	3
Hungary	0,828	0,827	44	43	-0,2	-1
Bahrain	0,824	0,824	45	47	0	2
Latvia	0,819	0,818	46	48	-0,1	2
Croatia	0,818	0,813	47	49	-0,6	2
Kuwait	0,816	0,826	48	44	1,2	-4
Montenegro	0,802	0,797	49	54	-0,7	5
Belarus	0,798	0,811	50	51	1,6	1
Russian Federation	0,798	0,79	51	57	-1	6
Oman	0,793	0,752	52	78	-5,2	26

Continue sur la page suivante

Tableau A.3 : Variations des scores et rangs des pays selon des pondérations égales, PCA et groupes homogènes (suite)

Pays	IDH2014	IDH2014 révisé	IDH2014 Rangs	IDH2014 révisé Rangs	Scores variations (%)	Rangs variations
Romania	0,793	0,795	53	55	0,3	2
Uruguay	0,793	0,789	54	58	-0,4	4
Bahamas	0,79	0,779	55	64	-1,4	9
Kazakhstan	0,788	0,78	56	63	-1	7
Barbados	0,785	0,811	57	50	3,3	-7
Antigua and Barbuda	0,783	0,773	58	68	-1,3	10
Bulgaria	0,782	0,789	59	59	0,9	0
Palau	0,78	0,798	60	53	2,3	-7
Panama	0,78	0,774	61	66	-0,8	5
Malaysia	0,779	0,759	62	75	-2,6	13
Mauritius	0,777	0,773	63	67	-0,4	4
Seychelles	0,772	0,749	64	83	-3,1	19
Trinidad and Tobago	0,772	0,742	65	90	-3,9	25
Serbia	0,771	0,791	66	56	2,6	-10
Cuba	0,769	0,828	67	42	7,7	-25
Lebanon	0,769	0,764	68	72	-0,7	4
Costa Rica	0,766	0,774	69	65	1,1	-4
Iran (Islamic Republic of)	0,766	0,765	70	70	-0,1	0
Venezuela (Bolivarian Republic of)	0,762	0,757	71	76	-0,6	5
Turkey	0,761	0,746	72	86	-2,1	14
Sri Lanka	0,757	0,786	73	61	3,9	-12
Mexico	0,756	0,748	74	84	-1,1	10
Brazil	0,755	0,751	75	80	-0,5	5
Georgia	0,754	0,808	76	52	7,2	-24
Saint Kitts and Nevis	0,752	0,726	77	98	-3,5	21
Azerbaijan	0,751	0,741	78	91	-1,3	13
Grenada	0,75	0,768	79	69	2,4	-10
Jordan	0,748	0,762	80	74	1,8	-6
The former Yugoslav Republic of Macedonia	0,747	0,757	81	77	1,3	-4
Ukraine	0,747	0,787	82	60	5,4	-22
Algeria	0,736	0,732	83	95	-0,4	12
Peru	0,734	0,743	84	89	1,1	5
Albania	0,733	0,747	86	85	1,9	-1
Armenia	0,733	0,764	85	71	4,2	-14
Bosnia and Herzegovina	0,733	0,749	87	81	2,3	-6
Ecuador	0,732	0,741	88	92	1,3	4
Saint Lucia	0,729	0,744	89	87	2	-2
China	0,727	0,723	90	99	-0,7	9
Fiji	0,727	0,764	91	73	5	-18
Mongolia	0,727	0,735	92	93	1,2	1
Thailand	0,726	0,717	93	100	-1,3	7
Dominica	0,724	0,733	95	94	1,2	-1
Libya	0,724	0,708	94	103	-2,2	9
Tunisia	0,721	0,727	96	97	0,8	1
Colombia	0,72	0,715	97	101	-0,7	4
Saint Vincent and the Grenadines	0,72	0,729	98	96	1,3	-2
Jamaica	0,719	0,749	99	82	4,2	-17
Tonga	0,717	0,78	100	62	8,8	-38
Belize	0,715	0,743	102	88	4	-14
Dominican Republic	0,715	0,709	101	102	-0,9	1
Suriname	0,714	0,691	103	106	-3,3	3
Maldives	0,706	0,692	104	105	-2	1
Samoa	0,702	0,751	105	79	7	-26

Continue sur la page suivante

Tableau A.3 : Variations des scores et rangs des pays selon des pondérations égales, PCA et groupes homogènes (suite)

Pays	IDH2014	IDH2014 révisé	IDH2014 Rangs	IDH2014 révisé Rangs	Scores variations (%)	Rangs variations
Medium Human Development countries						
Botswana	0,698	0,698	106	104	0,1	-2
Moldova (Republic of)	0,693	0,685	107	108	-1,2	1
Egypt	0,69	0,681	108	110	-1,3	2
Turkmenistan	0,688	0,686	109	107	-0,3	-2
Gabon	0,684	0,683	111	109	-0,1	-2
Indonesia	0,684	0,677	110	111	-0,9	1
Paraguay	0,679	0,667	112	114	-1,7	2
Palestine, State of	0,677	0,666	113	115	-1,6	2
Uzbekistan	0,675	0,67	114	113	-0,8	-1
Philippines	0,668	0,661	115	116	-1	1
El Salvador	0,666	0,653	117	118	-1,9	1
South Africa	0,666	0,675	116	112	1,4	-4
Viet Nam	0,666	0,65	118	119	-2,4	1
Bolivia (Plurinational State of)	0,662	0,655	119	117	-1,1	-2
Kyrgyzstan	0,655	0,646	120	120	-1,4	0
Iraq	0,654	0,643	121	121	-1,6	0
Cabo Verde	0,646	0,632	122	122	-2,3	0
Micronesia (Federated States of)	0,64	0,63	123	123	-1,4	0
Guyana	0,636	0,629	124	124	-1,1	0
Nicaragua	0,631	0,614	125	126	-2,7	1
Morocco	0,628	0,611	126	129	-2,7	3
Namibia	0,628	0,621	127	125	-1	-2
Guatemala	0,627	0,612	128	128	-2,3	0
Tajikistan	0,624	0,614	129	127	-1,7	-2
India	0,609	0,597	130	130	-1,9	0
Honduras	0,606	0,589	131	132	-2,8	1
Bhutan	0,605	0,591	132	131	-2,3	-1
Timor-Leste	0,595	0,582	133	136	-2,2	3
Syrian Arab Republic	0,594	0,58	135	138	-2,3	3
Vanuatu	0,594	0,578	134	139	-2,7	5
Congo	0,591	0,585	136	134	-1	-2
Kiribati	0,59	0,581	137	137	-1,6	0
Equatorial Guinea	0,587	0,585	138	133	-0,2	-5
Zambia	0,586	0,583	139	135	-0,4	-4
Ghana	0,579	0,574	140	140	-0,9	0
Lao People's Democratic Republic	0,575	0,563	141	141	-2,1	0
Bangladesh	0,57	0,552	142	142	-3,1	0
Cambodia	0,555	0,539	144	145	-2,8	1
Sao Tome and Principe	0,555	0,542	143	143	-2,4	0
Low Human Development countries						
Kenya	0,548	0,541	145	144	-1,4	-1
Nepal	0,548	0,531	146	148	-3,1	2
Pakistan	0,538	0,523	147	149	-2,8	2
Myanmar	0,536	0,521	148	150	-2,8	2
Angola	0,532	0,534	149	147	0,5	-2
Swaziland	0,531	0,539	150	146	1,6	-4
Tanzania	0,521	0,507	151	153	-2,7	2
(United Republic of)						
Nigeria	0,514	0,514	152	151	0	-1
Cameroon	0,512	0,509	153	152	-0,6	-1
Madagascar	0,51	0,496	154	156	-2,7	2
Zimbabwe	0,509	0,504	155	154	-1	-1
Mauritania	0,506	0,492	156	158	-2,7	2
Solomon Islands	0,506	0,488	157	160	-3,4	3
Papua New Guinea	0,505	0,493	158	157	-2,5	-1

Continue sur la page suivante

Tableau A.3 : Variations des scores et rangs des pays selon des pondérations égales, PCA et groupes homogènes (suite)

Pays	IDH2014	IDH2014 révisé	IDH2014 Rangs	IDH2014 révisé Rangs	Scores variations (%)	Rangs variations
Comoros	0,503	0,491	159	159	-2,5	0
Yemen	0,498	0,483	160	161	-3	1
Lesotho	0,497	0,5	161	155	0,7	-6
Togo	0,484	0,474	162	162	-2	0
Haiti	0,483	0,47	163	164	-2,9	1
Rwanda	0,483	0,468	164	166	-3,1	2
Uganda	0,483	0,474	165	163	-1,8	-2
Benin	0,48	0,469	166	165	-2,2	-1
Sudan	0,479	0,463	167	167	-3,4	0
Djibouti	0,47	0,455	168	170	-3,2	2
South Sudan	0,467	0,459	169	169	-1,6	0
Senegal	0,466	0,447	170	172	-4,1	2
Afghanistan	0,465	0,452	171	171	-2,8	0
Côte d'Ivoire	0,462	0,459	172	168	-0,6	-4
Malawi	0,445	0,43	173	173	-3,4	0
Ethiopia	0,442	0,424	174	175	-4	1
Gambia	0,441	0,427	175	174	-3,2	-1
Congo (Democratic Republic of the)	0,433	0,422	176	176	-2,7	0
Liberia	0,43	0,415	177	177	-3,4	0
Guinea-Bissau	0,42	0,409	178	178	-2,4	0
Mali	0,419	0,406	179	181	-3,2	2
Mozambique	0,416	0,406	180	180	-2,4	0
Sierra Leone	0,413	0,407	181	179	-1,4	-2
Guinea	0,411	0,397	182	182	-3,5	0
Burkina Faso	0,402	0,387	183	184	-3,8	1
Burundi	0,4	0,388	184	183	-3,1	-1
Chad	0,392	0,383	185	185	-2,3	0
Eritrea	0,391	0,371	186	186	-5,1	0
Central African Republic	0,35	0,341	187	187	-2,6	0
Niger	0,348	0,328	188	188	-5,7	0

Source : Auteur, à partir des données du classement PNUD 2014.

A.3 Annexes du Chapitre [4](#)

Tableau A.4 – Statistiques importantes, Similitudes et dissemblances des deux pays d'étude

Pays	Burkina Faso	Niger
Superficie	274 500 km^2	1 267 000 km^2
Population	19,034397 millions d'habitants (Atlas des populations et pays du monde, 2016)	20,751801 millions d'habitants (Atlas des populations et pays du monde, 2017)
Taux de croissance démographique	3,160% (Atlas des populations et pays du monde, 2017)	4% (Atlas des populations et pays du monde, 2017)
Espérance de vie à la naissance	58,59 ans (Atlas des populations et pays du monde, 2017)	61 ans (Atlas des populations et pays du monde, 2017)
IDH	0,388 (PNUD, 2014)	0,348 (PNUD, 2014)
Taux d'alphabétisation	52,52% (Atlas des populations et pays du monde, 2015)	26,56% (Atlas des populations et pays du monde, 2015)
PIB	12,5 milliards de dollars (Banque mondiale, 2014)	7,143 milliards de dollars (Banque mondiale, 2015)
Taux de croissance du PIB	4% (Banque mondiale, 2016)	7% (Banque mondiale, 2016)
Taux d'inflation	0,3% (Banque mondiale, 2015)	0,0% (Banque mondiale, 2015)
Taux de chômage	3% (Banque mondiale, 2014)	5% (Banque mondiale, 2014)
Balance commerciale	-2,187 milliards de dollars (OMC, 2013)	- 550 millions de dollars (OMC, 2013)
Dette publique	28% du PIB (FMI, 2014)	44% du PIB
Similitudes	- Part importante des recettes minières dans les exportations et dans le budget de l'Etat - Tous deux derniers au classement PNUD pendant les dix dernières années - Géographiquement proches - Climat commun (tous deux membres du Comité Inter Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel, CILSS) - Capitaux étrangers dominants - Ex colonies françaises - Usage commun d'une monnaie aliénée (le franc CFA) dont 50% des devises sont entreposées dans le trésor public français - Régimes démocratiques balbutiants : fréquence de coups d'Etat militaires : 7^{ème} République au Niger et 5^{ème} République en cours au Burkina Faso	
Dissemblances	- Or - Jeune pays minier (à partir de 2009) - Investisseurs canadiens - Principal secteur économique viable : l'Agriculture	- Uranium - Ancien pays minier (à partir de 1963) - Investisseurs français et britanniques - Principal secteur économique viable : l'Elevage

Source : Auteur

2. La stabilité politique et la gouvernance / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ /
3. Le partage des fruits de la croissance . / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ /
4. Les besoins actuels / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ /
5. L'avenir de vos enfants / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ /
6. L'environnement et le la gestion durable des mines / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ /
7. Le développement rural / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ /
8. Les conditions de vie de vos enfants... / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ /
9. L'emploi / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ /

Tableau A.5 – Matrice de comparaison par paire

En se reportant aux thèmes énumérés de 1 à 9 dans la première page du questionnaire, il vous est demandé de porter votre jugement en termes de « plus important que » en comparant les thèmes deux à deux. Exemple : si vous estimez que « l'avenir de vos enfants » (thème 5) est plus important que « la stabilité politique et la gouvernance » (thème 2), vous inscrirez le chiffre 5 dans la case d'intersection entre la colonne 5 et la ligne 2 du tableau.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

Tableau A.6 – variables et sources de données

ISPM	Indicateurs dimensionnels	Variables	Unités de mesure	Sources de données
Dimension économique	Indice de soutenabilité de la dette publique	Revenu national brut par habitant	\$US courant	BM, WDI
		Dettes publiques par habitant	\$US courant	
	Indice du développement rural	Budget secteur agricole et élevage	Francs CFA	Ministères : Economie & Finance, Agriculture, Elevage du Burkina Faso et Niger
		Budget global de l'Etat	Francs CFA	
		Population rurale	habitants	
		Population totale	habitants	INS-Niger, INSD-Burkina Faso
		Montant crédit de campagne (banques privées)	Francs CFA	
		Montant crédit intérieur	Francs CFA	BM, WDI
	Indice du pouvoir d'achat des ménages	Taux d'accroissement revenu ménage	\$US courant puis en %	
		Taux d'inflation	%	Perspective Monde
Dimension sociale	Indice d'équité intergénérationnelle	Montant d'investissements de long terme	Francs CFA	Ministère de l'économie et des Finances du Burkina Faso et du Niger
		Dépenses de court terme		
	Indice du capital humain	Taux de scolarisation	%	PNUD, UNESCO
		Durée moyenne de scolarisation	années	
		Taux d'alphabétisation	%	
		Espérance de vie à la naissance	Années	
	Indice d'altruisme et de solidarité	Revenu ménage	\$US courant	BM, WDI
		Transferts des migrants		
	Indice du bien-être des enfants	Taux d'accès à une source d'eau potable en milieu rural	% population rurale	BM, WDI
		Taux d'enfants exerçant une activité physique à caractère économique ou non marchand, qu'elle soit volontaire ou forcée.	% enfants âgés de 7-14ans	
		Taux d'utilisation d'installations sanitaires améliorées en milieu rural	% population rurale	UNICEF
	Indice d'équité intra-générationnelle	Egalité de genre	Valeur qualitative de 1 à 6	BM, CPIA policies for social inclusion/equity cluster average (1=low to 6=high)
		Equité dans l'usage des ressources publiques		
		Protection sociale et du travail		
		Formation des ressources humaines		
		Politiques et institutions pour un environnement soutenable		
Dimension environnementale	Indice de compensation environnementale	Montant investissements verts (dépollution, sécurisation des écosystèmes...)	Francs CFA	Rapports social et environnemental des sociétés minières†
		Montant fonds de réhabilitation		Direction Générale des Mines et de la Géologie (2013)
		Montant dommages environnementaux		Rapports social et environnemental des sociétés minières
	Indice de soutenabilité de la ressource	Quantité de minerai extrait	Tonnes	Direction Générale des Mines et de la Géologie (2013) du Burkina Faso et du Niger, Chambre des Mines Burkina Faso (CMB), ITIE-Niger
		Stock de ressource non renouvelable prouvé		
	Indice d'éco-production	Quantités de déchets solides et liquides recyclés/valorisés	Tonnes	Rapports social et environnemental des sociétés minières
		Quantités de déchets solides et liquides produites par l'activité minière		

Continue sur la page suivante

Tableau A.6 : variables et sources de données (suite)

ISPM	Indicateurs dimensionnels	Variables	Unités de mesure	Sources de données
Dimension transversale	Indice d'employabilité du secteur minier	Nombre d'employés dans l'économie du pays	Personnes	Banque mondiale, Perspective monde
		PIB	Dollars courants	
		Nombre de salariés du secteur des mines	Personnes	Rapports social et environnemental des sociétés minières
		Valeur ajoutée du secteur minier	Dollars courants	
	Indice d'accès à la technologie	Taux d'accès à l'électricité	%	BM, WDI
		Taux d'accès à l'internet	population totale	
	Indice de gouvernance de la ressource	173 items répartis entre -cadre institutionnel et juridique du pays - pratiques de divulgation des informations relatives à l'exploitation des ressources - garantie et les mesures de contrôle de qualité des productions - conditions générales de gouvernance -niveaux de transfert de la gestion des ressources aux collectivités locales	Valeurs qualitatives de 0 à 100	Revenue Watch Institute, Réseau Africain des Journalistes pour l'Intégrité et la Transparence (RAJIT)
Dimension GPI	Indice de stabilité politique et institutionnelle	Niveau d'instabilité des institutions politiques	Valeurs qualitatives de 1 (très stable) à 5 (très instable)	Perspectives Monde, Economist Intelligence Unit
		Niveau d'incapacité des institutions publiques à subvenir aux besoins de leurs citoyens, des entreprises et des investisseurs étrangers		
	Indice de souveraineté nationale	Part de l'Etat dans les actions des sociétés minières	%	DGMG-Burkina, ITIE-Niger, ITIE-Burkina
		Part des réserves de devises déposées à l'étranger		Agbohhou (1999)
	Indice d'absence de corruption	Pots de vin distribués	Valeurs qualitative de 0 (forte corruption) à 100 (intégrité totale)	Transparency International
		Montants des détournements des fonds publics		
		Nombre d'agents publics corrompus		
		Chantage électoral		
	Indice global de sécurité nationale	Niveau de conflictualité interne	Valeur qualitative	Perspectives Monde, Economist Intelligence Unit, Global Peace Index, Institut d'économie et de paix, Arms Transfers Project Database, Amnesty International, Institut international d'études stratégiques, The Military Balance, Centre international d'études pénitentiaires, King College de Londres, ONU, Programme de données sur les conflits Uppsala, UNHCR, Statistical Yearbook, Centre de surveillance des déplacements internes.
		Niveau de criminalité perçue dans la société	Valeur qualitative	
		Niveau de financement des missions de maintien de la paix des nations unies	\$ US courant	
		Niveau de criminalité violente	Valeur qualitative	
		Niveau de paix avec les pays voisins	Valeur qualitative	
		Niveau de paix intérieure	Valeur qualitative	
		Niveau de paix extérieure	Valeur qualitative	
		Niveau de terreur politique (emprisonnement, maltraitance, harcèlement...)	Nombre de cas	
		Niveau d'actes terroristes	Nombre de cas	
		Niveau de dépenses militaires	%PIB	
		Nombre d'agents de sécurité et de policiers	Pour 100000hbts	
		Nombre d'habitants emprisonnés	Pour 100000hbts	
		Nombre d'homicides	personnes	
		Niveau du nombre de conflits internes et externes	Nombre de cas	
		Nombre de décès dus à des conflits avec l'extérieur	Nombre de cas	

Continue sur la page suivante

Tableau A.6 : variables et sources de données (suite)

ISPM	Indicateurs dimensionnels	Variables	Unités de mesure	Sources de données
		Nombre de décès dus à des conflits organisés à l'interne	Nombre de décès dus à des conflits	
		Nombre de personnes attachées aux armées	% population totale	
		Nombre total de personnes déplacées pour motif de conflit	% population totale	
		Nombre total d'armes lourdes	Pour 100000hbts	
		Niveau d'exportation des armes conventionnelles	Pour 100000hbts	
		Niveau d'importation des armes conventionnelles	Pour 100000hbts	
		Niveau de probabilité de manifestations violentes	Valeur qualitative	
		Niveau de capacité et de sophistication militaire	Valeur qualitative	
Indicateur séparé	Indice de profitabilité de la ressource	Quantité de minerai extrait	kg	DGMG-Burkina, CMB-Burkina, ITIE-Niger, MME-Niger
		Cours moyen du minerai	\$ US courant	INSEE
		Amortissement annuel de l'investissement minier	\$ US courant	DGMG-Burkina, CMB-Burkina, ITIE-Niger, MME-Niger
		Charges (salaires et intérêts des prêts)	\$ US courant	Rapports sociétés minières, Auteur
		Impôts, redevances et taxes divers	Francs CFA	DGMG-Burkina, CMB-Burkina, ITIE-Niger, ONG-Niger (GREN, ROTAB) Rapport s societies minières
		Réalizations sociales (écoles, forages, barrages, infrastructures routières, etc.)	\$ US courant, Francs CFA	Rapport s societies minières
		Chiffre d'affaire	\$US, €	Areva Niger
		Investissement total	\$US courant	DGMG-Burkina, CMB-Burkina
		Taux de change	Valeur relative	Auteur
		Durée moyenne des exploitations minières	années	Auteur, à partir des rapports des sociétés minières

Source : Auteur

† Voir COMINAK (2012); Kiaka Gold Sarl (2014); Pan African Minerals LTD (2014); SOMAIR (2012); SOMINA (2014), Bissa Gold SA (2014); Endeavour mining (2014); Midas Gold Sarl (2013); SEMAFO (2013), Ampella Mining Limited (2013); IAM Gold Essakan SA (2013); Limited (2014).

Tableau A.7 – Caractéristiques socioprofessionnelles des citoyens enquêtés au Burkina Faso et au Niger

Caractéristiques	Effectifs	%
Fonctionnaires et agents publics	56	31,8
dont éducation	5	2,8
dont santé	11	6,3
dont économie et finance	7	4
dont Agriculture et élevage	5	2,8
Justice et auxiliaire de justice	8	4,5
Autres services publics	20	11,4
Indépendants	11	6,3
Sans emplois	81	46
Autres (non précisé)	28	15,9
Total	176	100
Genre		
Masculin	122	69,3
Féminin	44	25
Non précisé	10	5,7
Total	176	100
Age		
15-35	120	68,2
36-65	47	26,7
Plus de 65	3	1,7
Non précisé	6	3,4
Total	176	100
Rattachement institutionnel		
Pouvoir public	50	28,4
dont pouvoir central	37	21
dont pouvoir décentralisé	13	7,4
Sociétés minières	3	1,7
Société civile	7	4
Citoyens	116	65,9
Total	176	100
Niveau d'éducation		
Primaire (éducation de base)	7	4
secondaire (lycée et collège)	13	7,4
Supérieur (université)	129	73,3
Autres (alphabétisation, franco-arabe, etc.)	27	15,3
Total	176	100
Pays		
Burkina Faso	119	67,6
Niger	57	32,4
Total	176	100

Source : Auteur

Tableau A.8 – Scores des indicateurs individuels et indices dimensionnels

Dimension	Indicateurs individuels	Scores 2015		Indice dimensionnel	Scores 2015	
		Burkina	Niger		Burkina	Niger
Economique	Indicateur de soutenabilité de la dette publique	0,787****	0,688****	Indice économique	0,619***	0,363**
	Indicateur du développement rural	0,553**	0,025*			
	Indicateur du pouvoir d'achat	0,517***	0,375**			
Sociale	Indicateur d'équité intergénérationnelle	0,259**	0,564***	Indice social	0,379	0,31
	Indicateur du capital humain	0,48**	0,337**			
	Indicateur d'altruisme et de solidarité	0,043*	0,032*			
	Indicateur de bien-être des enfants	0,469**	0,319**			
	Indicateur d'équité intra générationnelle	0,643***	0,553***			
Environnementale	Indicateur de compensation environnementale	0,146*	0,024*	Indice environnemental	0,429**	0,265**
	Indicateur de soutenabilité des ressources extractives	0,417**	0,497**			
	Indicateur d'éco-production	0,723****	0,275*			
Transversale	Indicateur d'employabilité du secteur minier	0,0005*	0,0003*	Indice transversal	0,142*	0,142*
	Indicateur d'accès à la technologie	0,028*	0,003*			
Gouvernance, Politique et Institutionnelle	Indicateur de gouvernance des ressources naturelles	0,502***	0,48***	Indice GPI	0,365**	0,442**
	Indicateur de stabilité politique et institutionnelle	0,200*	0,500***			
	Indicateur de souveraineté nationale	0,223*	0,416**			
	Indicateur d'absence de corruption	0,380**	0,361**			
	Indicateur global de sécurité nationale	0,518***	0,453**			
Indicateur isolé	Indicateur de profitabilité des ressources minières extraites	0,0096*	0,029*	Indice de profitabilité des ressources extractives	0,0096*	0,029*

Note : **** indique que le niveau de score de l'indicateur est élevé (score compris entre 0,7 et 1), *** score moyen (entre 0,5 et 0,6999), ** score faible (entre 0,3 et 0,4999), *score très faible (score compris entre 0 et 0,2999). Ainsi sur 19 indicateurs, au Burkina Faso seulement deux ont un score élevé (soit 11% du total des indicateurs), 21% des indicateurs individuels ont un score moyen, 31% des indicateurs ont un score compris entre 0,3 et 0,499 et 37% des indicateurs ont des scores très faibles. Au Niger la répartition en % des indicateurs selon le classement ci-dessus est la suivante : score élevé : 1%, score moyen : 26%, score faible : 36%, et score très faible : 37%.

A.4 Annexes du Chapitre 5

200. Les Nations unies distinguent trois formes d'exploitation minière sur la base de plusieurs critères. Il s'agit de l'exploitation artisanale, de l'exploitation à petite échelle ou encore la petite mine et l'exploitation à grande échelle ou l'industrie minière. L'exploitation artisanale est définie comme étant des opérations menées par des individus ou des petits groupes dans une démarche qui s'apparente à une cueillette opportuniste. Sans organisation particulière, les exploitants utilisent des méthodes et des outils souvent ancestraux et rudimentaires.

Est considérée comme une exploitation à petite échelle, toute unité de production minière qui produit moins de 50.000 tonnes par an, employant moins de 40 employés pour un investissement de moins d'un million d'euros, et un chiffre d'affaires annuel inférieur à 1,5 million d'euros. Sa durée de vie est généralement de moins de cinq ans.

L'exploitation minière à grande échelle, ou encore l'exploitation minière industrielle aussi appelée la grande mine, est celle qui a plus de 40 employés et qui extrait la presque totalité des ressources prélevées. Cette forme nécessite de gros investissements (plus d'un million d'euros), des installations fixes de grande taille et l'utilisation des procédés industriels qui passent par la mise en évidence d'un gisement, l'extraction, le traitement et la transformation des substances minérales. La durée de vie de l'industrie est en général supérieure à cinq ans.

Tableau A.9 – Tarifs d’exploration, d’exploitation des mines au Burkina Faso et au Niger

REGIME MINIER		
a) Droits fixes		
Désignation	Taux en Francs CFA	
	Burkina Faso	Niger
Permis de recherches minières		
Attribution	1 000 000	300 000
1er renouvellement	1 500 000	300 000
2eme renouvellement	2 000 000	300 000
Transfert	3 000 000	400 000
Prolongation	-	700 000
Permis pour petite exploitation minière ²⁰⁰	Francs CFA	
Attribution	2 500 000	-
1er renouvellement	5 000 000	700 000
2ème renouvellement	-	700 000
Transfert	7 500 000	1 000 000
Prolongation	-	1 500 000
Permis pour grande exploitation minière	Francs CFA	
Attribution	5 000 000	1 000 000
1er renouvellement	12 500 000	1 000 000
2ème renouvellement	-	1 000 000
Transfert	15 000 000	2 000 000
Prolongation	-	2 000 000
Autorisation d’exploitation artisanale	Francs CFA	
attribution	400 000	1 000
renouvellement	400 000	1 000
Transmission en cas de décès/Carte individuelle	400 000	2 000
b) Taxes superficielles	Francs CFA/km²/an	
1ère période de validité	2 500	100
1er renouvellement	3 000	200
2ème renouvellement	4 500	400
Prolongation	7 500	500
Permis pour petite exploitation minière	Francs CFA/km²/an	
1ère période de validité	4 000 000	5 000
1er renouvellement	4 000 000	10 000
2ème renouvellement	4 000 000	10 000
3ème renouvellement	4 000 000	10 000
Prolongation	7 000 000	15 000
Permis pour grande exploitation minière	Francs CFA/km²/an	
1ère période de validité	7 500 000	10 000
1er renouvellement	7 500 000	10 000
2ème renouvellement	7 500 000	10 000
3ème renouvellement	7 500 000	10 000
Prolongation	10 000 000	15 000
Autorisation d’exploitation artisanale	Francs CFA/km² ou Franc CFA/ha/an	
Toute la période de validité	100 000	1000

Source : Auteur, à partir du code minier du Burkina Faso, 2003 et du code minier du Niger, 1993.

Thèse de Doctorat

Issaka DIALGA

Un développement durable fondé sur l'exploitation minière est-il envisageable ? Élaboration d'un Indice de Soutenabilité des Pays Miniers appliqué au Burkina Faso et au Niger

Is Sustainable Development based on mining possible? Elaboration of a Sustainability Index of Mining Countries applied to Burkina Faso and Niger

Résumé

Les pays miniers font face à plusieurs défis sociétaux : comment assurer une extraction durable d'une ressource épuisable ? Comment minimiser les impacts cumulatifs de cette extraction sur l'environnement et les populations ? Dans quelle mesure les rentes perçues améliorent les conditions de vie des populations ? Comment assurer la pérennité d'un développement harmonisé dans l'après-mine ?

La thèse apporte des réponses en se proposant de construire un Indice de Soutenabilité des Pays Miniers appliqué au Burkina Faso et au Niger à travers une démarche Top down/bottom up.

L'indice révèle une dichotomie entre les rentes perçues et les indicateurs de développement.

La thèse recommande une planification des ressources naturelles. D'abord, renégocier les contrats miniers. La réforme des contrats miniers permet de constituer une rente nationale conséquente pour ensuite financer la transformation structurelle. Cette transformation nécessite 18,8 milliards de dollars en Technologie et capital humain. La simulation indique que l'industrialisation crée une dynamique entre ce secteur et les secteurs ruraux et urbains. L'étude recommande que la dynamique créée dans la dimension économique alimente en permanence les autres dimensions de l'outil à savoir les dimensions sociale, environnementale, transversale et la dimension gouvernance, politique et institutionnelle, en particulier les secteurs « pivots » que sont l'éducation, l'énergie et la justice sociale. Enfin, définir un fonds souverain permanent afin de garantir la pérennité du développement aux générations futures. La thèse suggère que la question du développement durable soit constitutionnalisée et les actions mieux articulées.

Mots clés : Approche Top down/Bottom up, Soutenabilité faible, Impacts environnementaux cumulatifs, Outil d'aide à la décision, Indice Composite, Politiques minières, Burkina Faso, Niger.

Abstract

The mining countries face diverse challenges as they strive for economic success. Our research is guided by the following questions: how to ensure a sustainable extraction of an exhaustible resource? How to minimize the cumulative impacts of this extraction on the environment and populations? To what extent do the perceived rents improve the living conditions of the people? How to ensure the sustainability of a harmonized development in the post-mine?

This thesis provides answers by proposing a Sustainability Index of Mining Countries applied to Burkina Faso and Niger through top down and bottom up approaches.

The index reveals a dichotomy between perceived rents and development indicators.

The thesis suggests natural resource planning. First, renegotiating mining contracts. The reform of mining contracts makes possible the constitution of a substantial national rent in order to fund the structural transformation. This transformation requires \$ 18.8 billion in Technology and Human Capital. The simulation indicates that industrialization creates a dynamic between this sector and the rural urban sectors. The study suggests that the dynamics created in the economic dimension constantly fuels the other dimensions of the tool, namely the social, environmental, transversal and governance, political and institutional dimensions, in particular the "pivotal" sectors: education, energy and social justice. Finally, governments should define a permanent sovereign fund in order to guarantee the sustainability of development for future generations. The thesis suggests that the question of sustainable development has to be constitutionalized and the actions should be better defined.

Key Words: Top down/Bottom up approach, Weak sustainability, Cumulative environmental impacts, Decision support tool, Composite index, Mining policies, Burkina Faso, Niger.