

La convergence entre gain économique et gain écologique en économie circulaire. L'expérimentation d'une innovation environnementale dans le maraîchage nantais

Nicolas Antheaume, Jean-Claude Boldrini

► To cite this version:

Nicolas Antheaume, Jean-Claude Boldrini. La convergence entre gain économique et gain écologique en économie circulaire. L'expérimentation d'une innovation environnementale dans le maraîchage nantais. 2017. <hal-01460080>

HAL Id: hal-01460080

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01460080>

Submitted on 7 Feb 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**La convergence entre gain
économique et gain écologique en
économie circulaire.
L'expérimentation d'une innovation
environnementale dans le maraîchage
nantais**

Nicolas Antheaume*
Jean-Claude Boldrini*

2017/04

(*) LEMNA - Université de Nantes

**La convergence entre gain économique et gain écologique en économie circulaire.
L'expérimentation d'une innovation environnementale dans le maraîchage nantais**

Nicolas Antheaume

Professeur des Universités

nicolas.antheaume@univ-nantes.fr

Jean-Claude Boldrini

Maître de Conférences

jean-claude.boldrini@univ-nantes.fr

Université de Nantes – IEMN-IAE – LEMNA

Résumé :

La question de la simultanéité des gains économiques et environnementaux fait l'objet de nombreux débats depuis deux décennies. Cette question est réactivée avec les expérimentations de transition vers l'économie circulaire, souvent associée à la notion de « Système Produit – Service ». Les services apportés en complément des produits privilégient la valeur d'usage des biens par rapport à leur valeur d'échange. Les services, en se substituant aux biens, tendent à dématérialiser l'économie et à découpler la croissance économique de la consommation de ressources. Bien que les Systèmes Produit – Service visent souvent une performance économique et environnementale leurs gains environnementaux restent fréquemment modestes. L'étude d'une expérimentation cherchant à recycler à l'identique des films plastiques maraîchers exposera les enjeux de la convergence des gains. Les résultats montrent que cette convergence est possible mais qu'elle pourrait buter sur des obstacles socio-culturels, juridiques ou organisationnels dans la phase de réalisation du projet.

Mots-clés : économie circulaire, éco-efficiency, système produit – service, analyse de cycle de vie

La convergence entre gain économique et gain écologique en économie circulaire.

L'expérimentation d'une innovation environnementale dans le maraîchage nantais

Introduction

La question de la simultanéité des gains économiques et environnementaux fait l'objet de nombreux débats depuis deux décennies. Cette question est réactivée avec les expérimentations de transition vers l'économie circulaire. L'économie circulaire est souvent associée à un « Système Produit - Service » c'est-à-dire à un « ensemble commercialisable de produits et de services capables, conjointement, de satisfaire au besoin d'un client » (Mont, 2002). Les services apportés en complément des produits privilégient la valeur d'usage des biens par rapport à leur valeur d'échange. Les services, en se substituant aux biens, tendent à dématérialiser l'économie et à découpler la croissance économique de la consommation de ressources. Ainsi, dans la conception d'une offre, on mettra en avant le service offert (par exemple la mobilité) plutôt que le produit (la voiture). La vente de services (location longue durée avec contrat d'entretien du véhicule) se substituera à la vente du produit.

Pour aborder la question de la convergence, il semble nécessaire de s'intéresser à des cas spécifiques et d'avoir un accès privilégié à un terrain qui permette de rencontrer des acteurs et d'accéder à des données. Nous étudierons à cette fin le recyclage des films plastiques maraîchers usagés dans la région nantaise à travers le projet SMART. Le projet SMART (*Sustainability, Material, Agreement, Recycling, Together*) est un projet collaboratif labellisé par Végépolys, pôle de compétitivité du végétal spécialisé, et financé par la Région des Pays de la Loire. Il vise à créer une filière régionale et circulaire qui produirait des films maraîchers à partir de plastique régénéré. Ces films, réalisés actuellement en polyéthylène vierge, servent à protéger les cultures maraîchères en formant de petits tunnels. Les objectifs du projet SMART sont de réduire la consommation de polyéthylène vierge et d'obtenir un film à partir de plastique partiellement recyclé mais aux qualités d'usage identiques à celles d'un film neuf. Le modèle économique actuel, fondé sur la vente de bobines de films plastiques neufs, pourrait évoluer vers de nouveaux modèles plus intéressants tant d'un point de vue économique qu'environnemental.

Dans la première section nous présenterons la revue de littérature sur les concepts clef. La deuxième section décrira notre méthodologie. Nous exposerons ensuite l'usage des films plastiques dans le maraîchage nantais (section 3) ainsi que nos résultats économiques et

environnementaux (section 4). Ces résultats nourriront la discussion sur la convergence des gains et les freins possibles (section 5).

1. Economie et écologie, une revue de littérature

La mobilisation de diverses littératures permet d'éclairer les notions d'éco-efficience (Ehrenfeld, 2005 ; Vogtländer *et al.*, 2002), d'économie circulaire (Le Moigne, 2014) et de systèmes produit – service soutenables (Mont, 2002 ; Ceschin, 2013 ; Tukker, 2015). Nous en dresserons un état des lieux en lien avec la convergence des gains.

1.1. L'économie circulaire et les systèmes produit-service

La notion d'économie circulaire possède plusieurs filiations et ne peut pas être rattachée à un seul auteur ou date. Elle s'appuie notamment sur la notion de design régénératif de John T. Lyle (1996). Cet architecte paysagiste a mis en avant la nécessité d'exporter le concept de régénération au-delà du domaine de l'agriculture et de concevoir des communautés dont les activités seraient capables de s'inscrire dans les limites des ressources naturelles disponibles sur le territoire. Depuis les années 1970, des scientifiques comme Michel Braungart et William Mc Donough (2002) ont prolongé cette approche pour formuler et développer le concept de « cradle to cradle » (du berceau au berceau) ainsi que celui de système industriel en circuit fermé qui en découle.

Pour Stahel (2006) l'économie circulaire est un cadre générique à l'intérieur duquel s'articulent un ensemble de notions comme celles d'économie de la performance, fondée notamment sur les notions d'éco-efficience, de circuit fermé et de systèmes produit-service. Elle s'appuie sur l'écologie industrielle qui étudie, en s'inspirant des écosystèmes, les flux de matière et d'énergie afin de créer des systèmes en boucles fermées entre acteurs économiques. L'écologie industrielle puise ses sources dans les travaux de Forrester (1968) sur la modélisation des systèmes, travaux qui ont inspiré ceux du club de Rome sur les limites de la croissance (Meadows *et al.*, 1972). L'écologie industrielle mobilise également la notion de métabolisme industriel développée par Ayres (1989) qui permet, à travers une analyse des flux de matière et d'énergie, d'identifier ceux qui sont inefficients. Elle fait également appel aux travaux de Frosch et Gallopoulos (1989) qui ont été parmi les premiers à proposer le terme d'écosystèmes industriels.

A un niveau méso-économique l'économie circulaire implique une augmentation du nombre d'acteurs engagés ainsi que la mise en place de nouvelles formes de gouvernance entraînant

des coûts de transactions (mise en relation, dialogue, implication de parties non marchandes, logiques politiques et logiques de coût nouvelles) (Acquier *et al.*, 2011). Malgré la nécessité de coopérer les acteurs impliqués se trouveront en situation de coopétition (Brandenburger et Nalebuff, 1995) au moment de la capture ou du partage de la valeur créée (Astley et Fombrun, 1983 ; Lecoq et Yami, 2004 ; Barthelemy, 2006 ; Acquier *et al.*, 2011).

A un niveau micro-économique les principes de l'économie circulaire sont souvent traduits dans le modèle d'affaires d'un système produit – service. La proposition de valeur de ce modèle d'affaires serait un critère décisif de la réussite du système produit – service, particulièrement lorsque ses concepteurs visent une triple performance économique, environnementale et sociale (Tukker et Tischner, 2006 ; Sempels et Hoffmann, 2013 ; Ceschin, 2013 ; Reim *et al.*, 2015 ; Piscicelli *et al.*, 2015 ; Tukker, 2015). L'identification et la sélection des attributs de valeur environnementaux pertinents, dans la proposition de valeur, sont donc des enjeux majeurs. Pour y parvenir, l'analyse des gains écologiques passe par un recensement détaillé des flux de matière et d'énergie dans l'objectif de les diminuer ou de réaliser des arbitrages en fonction de leurs impacts environnementaux.

1.2. L'analyse des gains écologiques

Les gains écologiques peuvent se mesurer en termes de réduction des impacts environnementaux. La norme ISO/TR 14062 (2003) définit un impact environnemental comme étant « toute modification de l'environnement, négative ou positive, résultant totalement ou partiellement des activités, produits ou services d'un organisme. » Une évaluation environnementale ne devrait pas se résumer à quantifier un seul impact (l'effet de serre par exemple) mais devrait en prendre en compte plusieurs, voire idéalement tous (tableau 1).

Tableau 1. Les principaux impacts environnementaux.

Consommation de matières (non renouvelables)
Consommation d'énergies (non renouvelables)
Effet de serre
Acidification
Appauvrissement de la couche d'ozone
Emissions oxydantes
Emissions de poussières
Toxicité humaine
Eco-toxicité aquatique
Eutrophisation

(Source : Vigneron et Patingre, 2001)

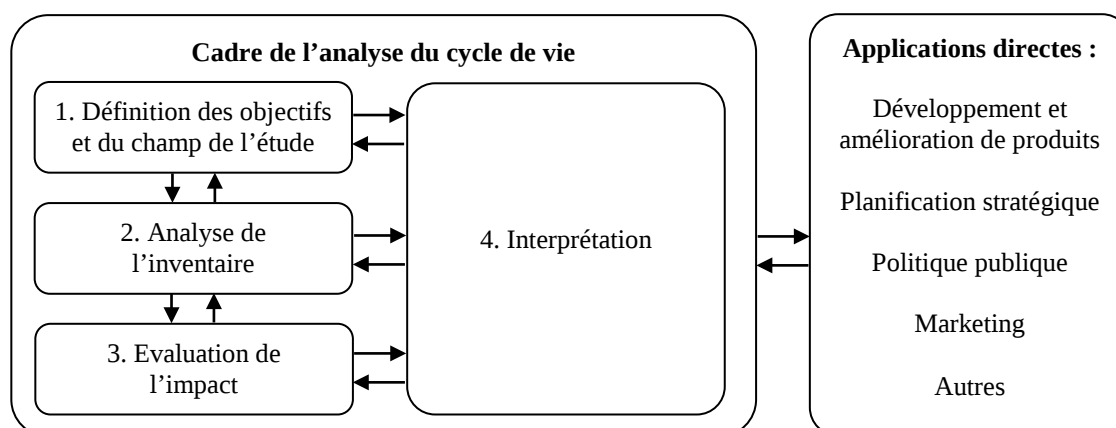
Une éco-conception ou une évaluation environnementale ne portent pas sur un produit ou sur un service mais sur la performance fonctionnelle, appelée « unité fonctionnelle » (UF), de ce produit ou de ce service. L'unité fonctionnelle constitue une référence permettant de comparer des résultats à service rendu identique (exemple : une paire de mains séchées en 20 secondes). De nombreux éco-outils ont été élaborés (tableau 2). Ils peuvent être utilisés avant, pendant ou après la phase de conception des produits ou des services à des fins d'inventaire, d'évaluation ou de réduction des impacts environnementaux.

Tableau 2. Typologie succincte des éco-outils.

Bilan massique, contenu énergétique
Listes de contrôle (6RE, WBCSD, DfE strategy wheel...)
Matrices (ESQCV, MET, LCM)
Sac à dos écologique
Analyse du Cycle de Vie (ACV)
Empreinte écologique
...

Une méthode se distingue des autres, l'analyse de cycle de vie (ACV) (Jolliet *et al.*, 2005). Elle consiste, selon la norme ISO 14 040 (2006), à compiler et à évaluer les entrants, les sortants et les impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie. L'analyse de cycle de vie permet ainsi d'analyser des filières complètes, c'est-à-dire sur toutes les phases du cycle de vie (du berceau à la tombe), et de quantifier l'ensemble des impacts environnementaux. Une analyse de cycle de vie se déroule en quatre phases : définition des objectifs et du champ de l'étude environnementale, analyse de l'inventaire des flux entrants et sortants, évaluation de l'impact environnemental, interprétation des résultats et proposition de préconisations (figure 1).

Figure 1. Les quatre phases d'une analyse de cycle de vie.



(Source : ISO 14 040 : 2005)

Le fait que l'analyse de cycle de vie soit la seule méthode normalisée à l'échelle internationale (normes ISO 14040) contribue fortement à sa notoriété. L'analyse de cycle de vie est toutefois une méthode difficile à mettre en œuvre et chronophage car l'accès aux données (flux physiques, consommations d'énergies, processus mis en œuvre...) sur l'ensemble du cycle de vie est souvent problématique. Cette difficulté est partiellement compensée par l'usage des bases de données génériques (Ecoinvent, CML) qui sont implantées dans les logiciels d'analyse de cycle de vie.

Cela étant les concepteurs de produits ou de services ainsi que les managers non spécialistes des questions environnementales peinent à s'approprier les résultats d'ACV, établis par des experts, pour prendre leurs décisions. Les ACV, bien que scientifiquement pertinentes, sont souvent jugées trop complexes. Inversement les méthodes plus simples ou fondées sur un seul indicateur environnemental sont plus compréhensibles par les concepteurs et managers mais sont jugées trop réductrices par les experts en environnement (Vogländer *et al.*, 2002).

1.3. La convergence entre gains économiques et écologiques

La question de la convergence entre gains économiques et écologiques fait l'objet de nombreux débats depuis que l'environnement est devenu une catégorie bien identifiée à prendre en compte dans la gestion d'une organisation. Une très grande variété de postures épistémologiques et d'approches ont été proposées pour tenter d'y répondre. Les approches positivistes sont essentiellement des études statistiques sur de grands échantillons qui tentent d'établir un lien entre des variables qui représentent la rentabilité économique et d'autres qui représentent la performance écologique (voir par exemple Spicer, 1978 ; Ullmann, 1985 ; Jaggi and Freedman, 1992 ; Hughes, 2000 ; Clarkson, 2011). Les résultats de ces études sont contradictoires et posent la question du sens de la relation. Une entreprise est-elle rentable grâce à sa bonne performance écologique ou peut-elle au contraire se permettre d'avoir une bonne performance écologique parce qu'en premier lieu elle est rentable ? D'autres approches plus normatives postulent que les dimensions écologiques et économiques sont nécessairement conciliables. On retrouve ce postulat dans les travaux du WBCSD (Lehni, 1998). Ceux de Schaltegger et Synnedvest (2002) et de Stahel (2006) prônent la recherche de l'éco-efficience comme moyen de concilier les deux performances. Il s'agit ici de diminuer les prélèvements en ressources naturelles, les consommations d'énergies et les émissions polluantes par unité de produit ou de service. De manière plus large, et au-delà de l'analyse

des flux, il s'agit de découpler croissance économique et consommations de ressources non renouvelables en substituant la vente de services à celle de biens matériels selon les préceptes de l'économie de fonctionnalité (Stahel, 2006). Enfin, dans des articles très cités, Porter et van der Linde (1995a, 1995b) présentent la contrainte environnementale comme étant une source de créativité pour chercher des gains économiques.

Dans leur ouvrage *Factor four*, von Weizsäcker *et al.* (1987) présentent leur conviction, études de cas à l'appui, que des solutions techniques existent pour favoriser des gains économiques et écologiques considérables. Ils ébauchent des pistes de réflexion pour comprendre pourquoi ces sources d'innovation technologiques possibles ne sont pas plus largement diffusées. La prise en compte de facteurs économiques, organisationnels et sociaux semble nécessaire, affirment-ils, pour qu'une solution technique franchisse le seuil du laboratoire et soit acceptée. Ils ouvrent ainsi la voie à une analyse plus large des innovations environnementales que les seules dimensions techniques et économiques. Ils suggèrent que la convergence entre les gains techniques et économiques relève d'un phénomène complexe. Pour l'instruire nous nous proposons de combiner une analyse économique et écologique, qui fait appel aux notions d'économie circulaire et de système produit –service. Cette étude sera complétée avec des éclairages dans les domaines stratégiques et socio-culturels ce qui nous amène à préciser notre méthodologie de recherche.

2. Méthodologie de la recherche

Face à notre objet d'étude seule une immersion en situation permet une compréhension fine du contexte et une articulation des données collectées (Lallé, 2004 ; Van Maanen, Sørensen et Mitchell, 2007). Notre méthodologie est fondée sur l'étude d'un cas unique (Yin, 2009), le projet collaboratif SMART. L'étude de cas permet de traiter un matériau empirique varié (David, 2004) avec une logique plurielle (Hlady-Rispal, 2000).

Pour réaliser une analyse à la fois économique et environnementale du cas la construction des données primaires a été effectuée à partir de huit réunions de suivi avec les acteurs du projet SMART (tableau 3) ainsi que douze entretiens semi-directifs au sein et en dehors du partenariat. Les entretiens ont duré une heure en moyenne, ont été enregistrés et retranscrits intégralement. Les réunions de travail ont fait l'objet de comptes rendus.

Les données primaires ont été complétées par l'exploitation de données secondaires émanant de quarante documents ou rapports rédigés par des organismes professionnels, du maraîchage

ou de la plasturgie, et d'articles issus de revues professionnelles ou de la presse régionale. Les données ont fait l'objet d'un codage thématique afin d'affecter les unités d'analyse retenues aux catégories issues de la revue de la littérature. La validation des données a été établie par multiangulation (Hlady-Rispal, 2000) des sources et des techniques de recueil.

Tableau 3. Les partenaires du projet S.M.A.R.T.

Partenaire	Statut	Partenaire	Statut
Trioplast (chef de projet)	Producteur / recycleur de films plastiques	Fédération des Maraîchers Nantais	Syndicat agricole de maraîchers
SCEA Bouyer	Maraîcher	Comité Départemental de Développement du Maraîchage (CDDM)	Centre technique d'expertise dans le maraîchage
Innovations et Prospective maraîchère (IPM)	Pilote stratégique de la filière maraîchère	AgroCampus Ouest Angers	Ecole d'ingénieurs en agronomie, agroalimentaire, horticulture et paysage. Recherche
		Université de Nantes	Enseignement supérieur et recherche

Notre posture de chercheurs était celle de participants – observateurs (Soulé, 2007) impliqués dans la réalisation du projet, avec des livrables à rendre. Nos actions ont toutefois débordé le cadre des partenaires du projet SMART puisque nous sommes également allés interviewer des acteurs non impliqués dans le projet mais susceptibles d'être impactés ou d'impacter celui-ci (six maraîchers, deux responsables d'un site de recyclage et une responsable, dans un éco-organisme, de la collecte d'agrofournitures usagées).

Nos données nous permettent de décrire l'usage des films plastiques dans le contexte du maraîchage nantais et les enjeux du recyclage des films usagés (section 3), d'effectuer une analyse économique et environnementale (section 4) et de nourrir la discussion sur la convergence des gains économique et écologique tout en relevant les obstacles stratégiques, sociaux, culturels et organisationnels susceptibles de l'entraver (section 5).

3. L'usage des films plastiques dans le maraîchage nantais

Le maraîchage est une activité agricole qui consiste à produire des légumes (salades, radis, poireaux...), des fruits (fraises...) voire des fleurs (muguet) qui sont commercialisés frais immédiatement après leur récolte. Le maraîchage est une activité économique importante de la région nantaise. Quatre cent quarante exploitations, employant 3 000 salariés permanents et 1 000 travailleurs saisonniers, ont réalisé, en 2014, un chiffre d'affaires de 300 millions d'euros. Les maraîchers nantais cherchent à produire des légumes primeurs, c'est-à-dire mis

en marché dès le début du printemps car ils peuvent alors les vendre à des prix intéressants. Pour ce faire ils emploient deux techniques de production spécifiques. Tout d'abord la culture est pratiquée sur planches buttées, c'est-à-dire surélevées, afin d'éviter la stagnation de l'eau, nuisible aux légumes. Ensuite les planches sont couvertes, de fin septembre à fin mars, pour protéger les cultures des intempéries et des maladies ainsi que pour hâter leur développement. Le principal mode de couverture utilisé aujourd'hui est le petit tunnel de semi-forçage, dit tunnel nantais. Ce tunnel est constitué d'un film en polyéthylène tendu sur des arceaux. Ce film doit laisser passer la lumière pour permettre la photosynthèse indispensable à la croissance de la plante. Il doit par ailleurs être très résistant pour ne pas se déchirer au moment de sa pose et de sa dépose mécaniques ou en cas de tempête. Pour répondre aux hautes caractéristiques mécaniques attendues les plasturgistes commercialisent des films constitués de trois couches et ayant une épaisseur totale de 30 à 35 μm . La couche centrale représente la moitié de l'épaisseur. Les deux couches périphériques, réalisées avec une recette de polyéthylène différente de celle de la couche centrale, forment le quart de l'épaisseur totale chacune. Après une période de couverture des planches de trois à dix semaines, principalement en période hivernale, les films, à usage unique, sont déposés juste avant la récolte. Ils sont alors recouverts d'eau (pluie, rosée, givre), de sable et de terre, voire de résidus végétaux. Ces souillures représentent les deux tiers de la masse des films usagés retirés des parcelles. Deux ou trois cycles de production de légumes se suivent au cours de l'automne et de l'hiver.

Les films maraîchers usagés nantais sont recyclés depuis une vingtaine d'années dans le site de l'entreprise SITA à Landemont (49). Une filière nationale de collecte et de valorisation des films agricoles usagés, dite APE (Agriculture, Plastique et Environnement), a été mise en place, en 2009, avec l'appui du CPA¹ et de l'éco-organisme ADIVALOR². Ce dernier avait déjà créé, à partir de 2001, des filières équivalentes pour d'autres types d'agrofournitures (ADIVALOR, 2015 ; CPA, 2015). Le taux de souillure actuel des films maraîchers complique et renchérit leur recyclage. Les films agricoles usagés recyclés servent actuellement à fabriquer des sacs poubelle ou des bâches. Ces débouchés constituent un « sous-cyclage » (*downcycling*) du film maraîcher aux caractéristiques mécaniques élevées. Le projet SMART, piloté par l'entreprise Trioplast à Pouancé (49), cherche à « iso-cycler » ces films afin qu'ils retrouvent un usage identique. Trioplast présente la particularité de disposer d'équipements

¹ Comité français des Plastiques pour l'Agriculture.

²ADIVALOR : Agriculteurs, Distributeurs, Industriels pour la VALORisation des déchets agricoles.

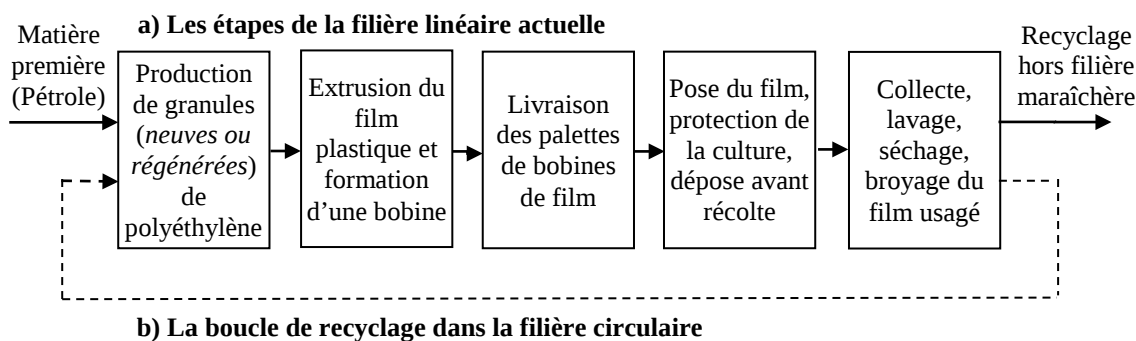
industriels pour fabriquer des films neufs et de lignes de recyclage de plastiques usagés. Au-delà des enjeux économiques et environnementaux de l'iso-cyclage, les entretiens avec les maraîchers révèlent qu'ils considèrent leurs films usagés non plus comme des déchets mais comme des co-produits valorisables à l'identique. Le fait de recycler des films maraîchers usagés pour fabriquer de nouveau des films maraîchers est donc une source de confiance importante, pour Trioplast et pour ses clients maraîchers, dans la qualité du futur produit.

Le projet SMART est découpé en trois actions : la première concerne la réduction du taux de souillure des films usagés. La deuxième concerne la conception d'un film recyclable. La troisième, objet partiel de cet article, concerne l'étude des dimensions économiques, environnementales, juridiques et organisationnelles de la transition vers l'économie circulaire.

4. Une comparaison économique et environnementale entre filières linéaire et circulaire

Les résultats visés sont la production d'une analyse économique complétée d'une évaluation environnementale. Pour ce faire nous comparerons les données économiques et environnementales de la filière linéaire actuelle de production de films neufs (figure 2a) à une boucle d'un scénario « idéal » pour la filière circulaire de recyclage des films usagés (figure 2b).

Figure 2. La filière linéaire actuelle et la boucle de la filière circulaire de recyclage.



Le film de la filière linéaire actuelle est composé à 100% de granules neuves de polyéthylène. Le film issu du projet SMART peut avoir une couche centrale constituée jusqu'à 100% de granules issues de plastiques recyclés, les couches périphériques restant constituées de polyéthylène vierge. C'est ce scénario idéal que nous retiendrons pour la filière circulaire. Rappelons que la couche centrale représente la moitié de l'épaisseur du film, soit 50% de sa masse.

L'unité fonctionnelle retenue, pour comparer les filières, est « 1 km de planches couvertes pendant un an ». La durée d'un an permet d'intégrer le fait que la durée de protection des cultures est variable (de 3 à 12 semaines) et que plusieurs cycles de culture se suivent dans l'automne et l'hiver (2 à 3 cycles). Nos calculs ont été effectués pour 2 productions annuelles avec couverture, la troisième pouvant être conduite sans.

Pour protéger une culture de légumes sur un kilomètre de planches il faut 1 000 m de film³. Deux kilomètres de film plastique sont donc nécessaires par unité fonctionnelle. Une bobine de 1 000 m de longueur de film et d'épaisseur 35 microns pèse près de 60 kg dont 57 kg de film en polyéthylène. La figure 2 montre que les opérations d'extrusion du film, de livraison des bobines, de pose et de dépose du film usagé, de protection des cultures et de prétraitement avant recyclage (collecte, lavage...) sont identiques dans les deux filières comparées. Notre étude se concentrera donc sur la comparaison des opérations de production de granules (neuves ou régénérées) et de transport car les distances diffèrent dans les deux situations comparées.

4.1. Résultats économiques

Dans leur rapport sur les difficultés d'approvisionnement de la plasturgie française Chapelle et Clément (2015) indiquent qu'une part importante du prix de revient des produits plastiques est liée au coût d'approvisionnement en matière. Le prix moyen du polyéthylène basse densité, matériau des films maraîchers, était ainsi de 1 528 €/t entre janvier et août 2015 en Europe de l'Ouest. Ces auteurs signalent par ailleurs des problèmes, à l'échelle mondiale, de spéculation, de contingentement, voire de rupture d'approvisionnement, sur la matière première. Des plasturgistes comme Trioplast n'ont aucune prise sur ces prix. Or le seul coût de la granule neuve représente la moitié, voire plus, du prix d'une bobine de film maraîcher. Malgré cela le taux de marge brute d'exploitation des plasturgistes reste comparable à la moyenne de l'industrie manufacturière française soit environ 5 % (Chapelle et Clément, 2015). Ceci s'explique par le fait que le secteur de la plasturgie réussit à tirer son épingle du jeu grâce à une focalisation de son activité sur les plastiques techniques, à forte valeur ajoutée, qui se vendent plus cher et pour lesquels la concurrence est moindre que sur les plastiques les plus courants. Toutefois les films plastiques que nous étudions peuvent être qualifiés de plastiques courants, pour lesquels il existe une très forte compétition.

³ Il faut en réalité 1,2 km de film par couvrir un km de planches mais comme les planches ne sont couvertes, pour les cultures qui se suivent, que 75 à 80 % de l'année tout se passe comme s'il fallait un km de film par km de planche, par an et par culture ($1,2 * 80 \% = 0,96$, arrondi à 1). Soit 2 km pour l'UF.

Sur la base d'un coût d'approvisionnement de 1 528 euros par tonne et compte tenu de la masse du polyéthylène dans les bobines de films (57 kg) la part du coût de la granule dans la couverture annuelle d'un kilomètre de planches est de 174,19 €. Une éco-contribution, destinée à financer la filière nationale de collecte et de valorisation des films agricoles usagés, s'ajoute à ce coût. Son montant est, depuis décembre 2014, de 80 € /t soit 9,12 € par unité fonctionnelle. Lorsque les films maraîchers usagés sont déposés, ils ont un taux de souillure moyen de 65 %. Cela signifie que leur masse initiale est pratiquement multipliée par trois (170 kg) à cause du sable, de la terre et de l'eau qui restent sur le film. Les films usagés souillés qui sont recyclés dans la filière nationale sont rachetés aux maraîchers, sous le terme « soutien valorisation », selon un barème fixé par l'éco-organisme ADIVALOR. Le tarif de reprise du film maraîcher souillé est de 25 €/t depuis le 1/4/2015 soit 8,50 € pour l'unité fonctionnelle retenue. Pour un km de planches couvertes pendant un an, le coût lié à la matière est donc de 174,81 €, l'éco-contribution et le « soutien valorisation » se compensant presque.

Figure 3. La décomposition des coûts liés à la matière pour une unité fonctionnelle.



Dans la filière linéaire, les films usagés sont transportés vers l'unité de recyclage SITA à Landemont, distante d'une quinzaine de kilomètres du maraîcher de référence, partenaire du projet SMART. Dans le schéma d'économie circulaire, les films usagés retournent chez Trioplast. La distance de transport est alors de 65 km. La cinquantaine de kilomètres de différence entre les deux cas, n'engendre que trois euros de différence de coût de transport pour l'unité fonctionnelle.

A l'échelle nationale le traitement en fin de vie des films maraîchers usagés (collecte, lavage, séchage, broyage et recyclage) est très coûteux. Le principal obstacle à la réduction de ces coûts est le taux de souillure des films usagés. Dans les 60 €/tonne du coût de leur traitement, 40 €/tonne incombent au traitement de la souillure. Une réduction de ce taux de 20 % réduirait les coûts de transport et de traitement de 100 €/tonne de film neuf (Le Moine, 2015).

Malgré quelques données confidentielles qui ne peuvent donc pas être rapportées ici et d'autres qui restent lacunaires nous pouvons raisonnablement estimer qu'actuellement le coût de la granule régénérée, en phase de R&D et donc avant effets d'apprentissage, est proche de celui de la granule vierge.

4.2. Résultat environnementaux

L'évaluation environnementale préliminaire s'appuie sur deux éco-outils : un bilan massique et une ébauche d'analyse de cycle de vie. Pour des questions de taille de l'article, le bilan massique portera seulement sur deux intrants de la filière : le polyéthylène, son principal consommable, et, indirectement, le carburant nécessaire aux transports.

Plus les films maraîchers contiendront de polyéthylène recyclé, moins il sera nécessaire de consommer de pétrole, l'une des matières premières non renouvelables qui sert à le produire. Rappelons que dans le film de seconde génération seule la couche centrale contient du plastique régénéré. Des expérimentations ont prouvé que cette couche centrale peut contenir jusqu'à 100 % de granules régénérées. Dans ce cas idéal, la réduction de la consommation de polyéthylène vierge est donc de 50 %, ce qui est important.

En ce qui concerne les autres intrants, on observe (figure 2) que les étapes de production et d'usage des films maraîchers sont identiques que le film soit obtenu à partir des granules vierges de la filière linéaire actuelle ou à partir des granules régénérées dans la logique du projet SMART. En faisant l'hypothèse que dans les deux cas les moyens de production sont équivalents en termes de consommation de matières premières et d'énergie et que leurs émissions (air, eau, sol) le sont également, seuls les transports différencient les impacts environnementaux. L'impact lié aux transports est proportionnel à la masse déplacée (M) et à la distance parcourue (D) à moyen de transport équivalent (camion de 26 tonnes dans notre cas). La « quantité » de transport ($Q = M \times D$) s'exprime en t.km (tonne x km). Pour chaque kilomètre de planche couverte, il est nécessaire de transporter des granules (57 kg), une bobine de film (60 kg en y ajoutant le mandrin autour duquel le film est enroulé) et du film usagé (170 kg en comptant la masse des souillures).

Dans le cas de la filière linéaire l'intégralité des granules vierges est achetée aux Pays-Bas (distance parcourue : 680 km). Dans le cas de la filière circulaire, cela ne concerne plus que la moitié des flux de polyéthylène. L'autre moitié, correspondant aux granules régénérées, n'est plus transportée puisqu'elle est produite sur le site de Trioplast où les films de seconde génération seront extrudés. Trioplast est, sur ce point, avantage par sa proximité géographique

avec les maraîchers nantais. Son principal concurrent est situé en Haute-Loire soit à 700 km des maraîchers et à 920 km du producteur de granules vierges, en faisant l'hypothèse qu'il s'approvisionne auprès du même chimiste. Le tableau 4 compare quatre scénarios de transport : ceux de la filière linéaire actuelle pour les films réalisés par Trioplast et par son principal concurrent ainsi que ceux de la première boucle de recyclage, réalisée par Trioplast dans le contexte du projet SMART, ou par son principal concurrent qui aurait eu l'idée de développer un projet équivalent.

Tableau 4. Distances parcourues dans quatre scénarios.

« Quantité » de transport, en t.km, entre les étapes des filières					
Filière	Fabricant bobine de film	Producteur (re)granules – Fabricant bobine de film	Fabricant bobine de film - maraîcher	Maraîcher - recycleur	Total
Linéaire actuelle	Trioplast	M : 57 kg D : 680 km Q : 38,76 t.km	M : 60 kg D : 65 km Q : 3,90 t.km	M : 170 kg D : 15 km Q : 2,55 t.km	45,21 t.km
	Concurrent n°1	M : 57 kg D : 920 km Q : 52,44 t.km	M : 60 kg D : 700 km Q : 42,00 t.km	M : 170 kg D : 15 km Q : 2,55 t.km	96,99 t.km
Boucle de recyclage n° 1	Trioplast	M : 28,5 kg D : 680 km Q : 19,38 t.km	M : 60 kg D : 65 km Q : 3,90 t.km	M : 170 kg D : 65 km Q : 11,05 t.km	34,33 t.km
	Concurrent n° 1	M : 28,5 kg D : 920 km Q : 26,22 t.km	M : 60 kg D : 700 km Q : 42,00 t.km	M : 170 kg D : 700 km Q : 119,00 t.km	187,22 t.km

Dans la mesure où l'unité fonctionnelle est définie pour une année et deux cycles de protection des cultures, nous devons comparer les impacts sur deux cycles et non un seul. Nous convenons que la couverture, lors du premier cycle, est effectuée avec des films de la filière linéaire actuelle. Pour le second cycle, les films seront issus soit, à nouveau, de la filière linéaire soit de la première boucle de recyclage. Cette seconde situation correspond à celle de la transition vers l'économie circulaire. Les cas de Trioplast et de son principal concurrent seront également de nouveau comparés.

Tableau 5. Comparaison des « quantités » de transport dans quatre scénarios.

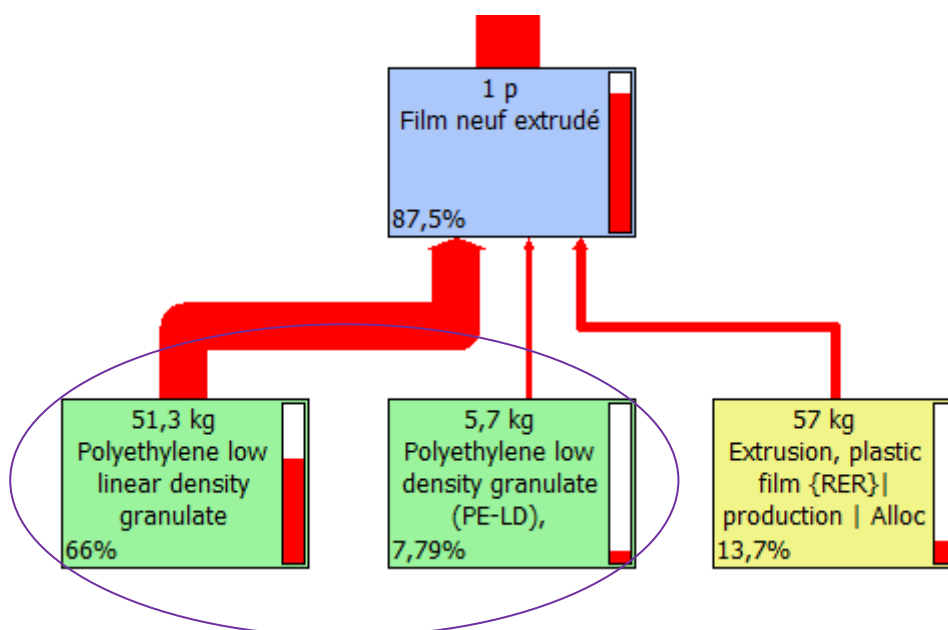
Les 2 cycles successifs	Fabricant bobine de film	« Quantité » de transport (t.km)	Total (t.km)	Ecart / scénario de référence
Linéaire + linéaire	Trioplast	2 x 45,21	90,42 t.km	100 % (référence)
	Concurrent n°1	2 x 96,99	193,98 t.km	+ 115 %
Linéaire + boucle de recyclage	Trioplast	45,21 + 34,33	79,54 t.km	- 12 %
	Concurrent n° 1	96,99 + 187,22	284,21 t.km	+ 214 %

Ces résultats montrent, sans surprise, que la proximité de Trioplast des tenues maraîchères nantaises est, par la limitation des transports, un atout d'un point de vue environnemental. En retraitant les films maraîchers usagés, Trioplast réduit la « quantité » de transport totale de 12 % dès la première boucle de recyclage.

Le cycle de vie du film maraîcher, dans la filière linéaire actuelle ainsi que dans la première boucle circulaire de recyclage, ont été modélisés à l'aide du logiciel d'analyse de cycle de vie Simapro V8. Les matériaux constitutifs de la bobine et les processus nécessaires à son élaboration, à son transport et à son traitement en fin de vie l'ont été principalement à partir de la base de données Ecoinvent 3. Les impacts environnementaux ont été calculés, par le logiciel, avec la méthode Recipe Endpoint (H) / ensemble de normalisation Europe Recipe H/A.

La figure 4 est un extrait de l'arborescence qui représente, dans Simapro, les matériaux, les processus, etc. du cycle de vie du film dans la filière linéaire. Un « thermomètre » indique, pour chaque matériau ou processus modélisé, sa contribution à l'impact environnemental total. Le logiciel permet d'afficher les contributions pour un seul impact à la fois (effet de serre, appauvrissement de la couche d'ozone) ou pour tous les impacts agrégés (cas de la figure 4). L'arborescence partielle montre que près de 74 % (66 % + 7,79 %) des impacts environnementaux proviennent de la production des granules neuves. Le même diagramme qui afficherait seulement la contribution à l'effet de serre ou à l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables indiquerait respectivement 71 % et 78,5 %.

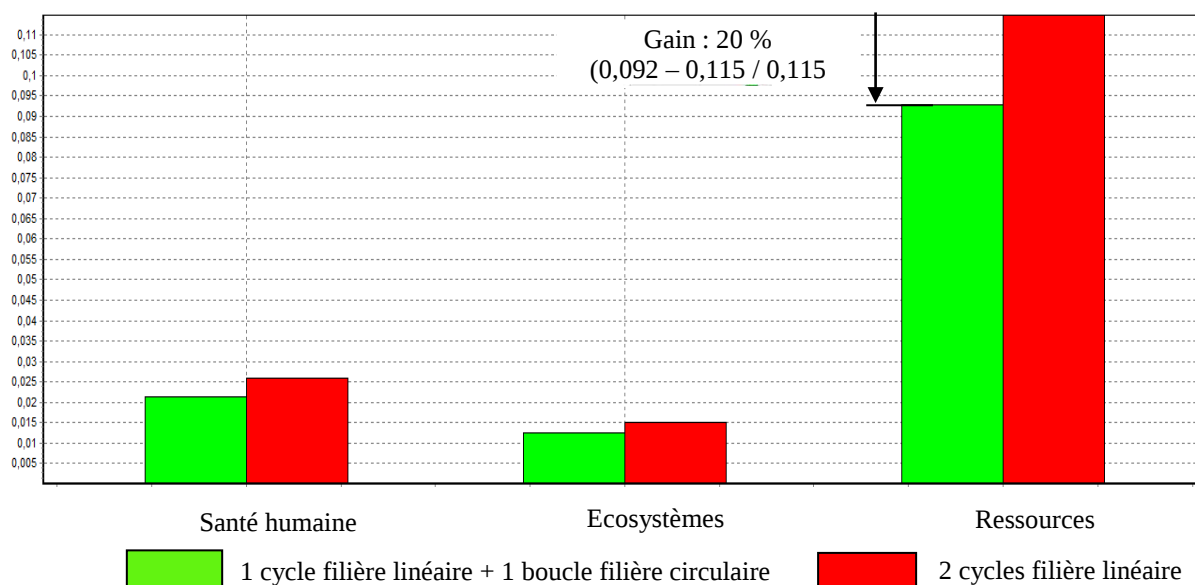
Figure 4. La part des impacts environnementaux liés à la production de granules.



Ce résultat confirme la pertinence, d'un point de vue environnemental, du choix d'incorporer des granules recyclées dans la couche centrale des films issus du projet SMART. En effet ce choix et l'iso-cyclage qui l'accompagne évitent, pour la moitié de la masse des films en plastique régénéré, de recourir aux phases pétrochimiques, les plus impactantes.

Une analyse de cycle de vie complète exigerait, entre autres, une étude détaillée de la fin de vie des produits. Celle-ci soulève des questions théoriques et méthodologiques épineuses qu'il n'est pas possible de traiter dans le cadre de cet article. Aussi comparerons-nous seulement, les impacts environnementaux globaux générés d'une part par deux cycles de la filière linéaire actuelle et, d'autre part, un cycle de filière linéaire suivi d'une première boucle de filière circulaire. Cela est conforme à l'unité fonctionnelle retenue (couverture de 2 cultures annuelles). La figure 5 montre les impacts environnementaux respectifs regroupés dans trois macro-catégories, la santé humaine, la qualité des écosystèmes et l'épuisement des ressources naturelles.

Figure 5. Les gains environnementaux lors du premier passage à l'économie circulaire.



La figure 5 montre à nouveau la pertinence, d'un point de vue environnemental, du choix d'incorporer des granules régénérées dans le film issu du projet SMART. Les impacts environnementaux associés à la catégorie « épuisement des ressources » sont en effet réduit de 20 %, pour l'unité fonctionnelle retenue. Ce gain est celui obtenu lors du tout premier passage à l'économie circulaire. A la seconde et à la troisième boucle, les gains sont

respectivement de 24 % et 28 %. Ceux concernant la santé humaine et la qualité des écosystèmes sont également améliorés.

Les acteurs du projet SMART, à défaut de pouvoir agir sur les impacts environnementaux liés à la production de granules vierges, peuvent au moins en réduire drastiquement la consommation. Cela n'empêche pas qu'ils puissent être amenés à adopter des solutions *a priori* contre-intuitives. La logique voudrait qu'une diminution de l'épaisseur des films contribue à réduire la consommation de matière, vierge ou recyclée. Or la tendance, dans la plasturgie, est plutôt à l'augmentation de cette épaisseur à cause des souillures. La quantité d'eau, de sable et de terre restant sur les films usagés est indépendante de leur épaisseur. Ainsi plus un film est fin, plus le taux de souillure est proportionnellement important. Or les souillures compliquent et renchérissent le recyclage car elles nécessitent des opérations de lavage performantes. Pour limiter ces coûts, les plasturgistes ont donc tendance à augmenter l'épaisseur des films maraîchers pour réduire la proportion relative des souillures. On a ici un exemple classique d'arbitrage entre des critères antagonistes et de transfert d'impact (augmentation de l'épaisseur du film et donc de sa masse et de la consommation de matières pour réduire la quantité d'eau, d'électricité et de produits lessiviels lors du lavage).

5. Une convergence des gains possible mais menacée par des facteurs internes et externes au projet

Les résultats ci-dessus démontrent *in vitro* la convergence entre les gains économiques et écologiques. C'est déjà un résultat positif compte tenu des effets rebond assez souvent signalés dans les études environnementales (Manzini et Vezzoli, 2003 ; Reim *et al.*, 2015). Ce faisant, si le projet SMART s'ajoute aux nombreuses expérimentations qui apportent la démonstration de la convergence (Von Weizsäcker *et al.*, 1987 ; Stahel 2006), il n'a pas encore franchi l'étape, plus sélective, des réalisations mises en œuvre avec succès *in vivo*, c'est-à-dire à échelle industrielle. Malgré la présence d'acteurs clefs, motivés par les enjeux écologiques et attirés par une perspective de gains économiques, nous avons pu observer que des facteurs contextuels, organisationnels, juridiques et sociotechniques sont susceptibles de freiner la réalisation de cette convergence.

La solution « technique » de filière circulaire de films maraîchers iso-cyclés nécessiterait de s'inscrire dans une perspective de long terme qui associerait étroitement des maraîchers à un producteur de films. Or des questions de positionnement des acteurs sur la chaîne de valeur ainsi que de partage des informations et de la valeur créée peuvent rendre difficile la

concrétisation d'une telle solution. En effet, le producteur de film comme les maraîchers peuvent être considérés comme étant en position de faiblesse relative dans les chaînes de valeur auxquelles ils appartiennent.

Le producteur de film n'a aucune maîtrise sur le coût de la matière première vierge qui représente au moins la moitié du coût des bobines. La production des granules de plastique est dominée par quelques grands groupes chimistes face auxquels son pouvoir de négociation est extrêmement faible. Le secteur de la plasturgie étant très éclaté et les ententes étant interdites par le droit de la concurrence, seul un regroupement des plasturgistes en centrales d'achat permettrait de retrouver un pouvoir de négociation. Par ailleurs la concurrence entre producteurs de film étant très forte, le produit étant peu différencié, la concurrence s'effectue, au-delà de la résistance des films à la déchirure, sur les prix. Trioplast tente à la fois de réduire la contrainte vis-à-vis des fournisseurs de granules en développant un film à base de plastique recyclé (moins de matière vierge à acheter) et de se distinguer des concurrents en communiquant sur un produit apportant des bénéfices environnementaux à coût égal à ce jour. Pour autant cet avantage risque de ne pas durer. D'autres concurrents investissent dans des moyens de production en recyclage et mettent en place des structures de recherche et développement afin de développer, eux aussi, des films à plus haute valeur ajoutée. Dans ce contexte, le premier plasturgiste qui passera du stade de l'expérimentation à celui de la vente d'un produit - service avec un contrat inscrit dans la durée gagnera certainement un avantage concurrentiel indéniable, tout du moins dans son environnement géographique proche.

Les maraîchers quant à eux subissent la pression des centrales d'achat de la grande distribution, face auxquelles leurs marges de négociation sont très faibles. Par ailleurs, comme tous les agriculteurs, ils subissent les aléas météorologiques ainsi que les incertitudes sur les récoltes à venir ou sur la demande du marché. Les produits maraîchers sont, de plus, périssables et difficiles à stocker. Pour s'affranchir autant que faire se peut de ces incertitudes les maraîchers mettent en œuvre diverses stratégies : production de légumes primeurs pour obtenir des prix plus élevés, mécanisation de la production, de la récolte et du conditionnement des légumes et économies d'échelle *via* des coopératives et des organisations de producteurs. Les coopératives et les organisations de producteurs sont en effet un échelon clé dans la coordination aussi bien amont qu'aval dans les filières agricoles (Bouamra-Mechemache *et al.*, 2015). Dans le bassin maraîcher nantais, sept organisations de producteurs représentent 85 % de la production légumière de Loire-Atlantique et 50% des maraîchers. Ces organisations permettent aux maraîchers de retrouver un pouvoir de marché

face aux puissants acteurs de l'aval. Elles mettent aussi tous les ans les fournisseurs amont tels que les fabricants de film en concurrence afin d'obtenir les meilleurs tarifs. Le syndicat professionnel, la Fédération des Maraîchers Nantais, tente par ailleurs de négocier, auprès d'ADIVALOR, un prix de reprise des films usagés qui soit le plus élevé possible. Compte tenu des aléas de leur métier et de la pression exercée par la grande distribution, les maraîchers ne sont pas prêts à se lier sur le moyen-long terme avec un fournisseur de plastique.

La filière circulaire nécessiterait pourtant, pour être viable, qu'un accord de moyen-long terme soit trouvé entre le plasturgiste et les maraîchers pour rentabiliser les investissements industriels spécifiques et pour garantir un flux régulier et de qualité satisfaisante (taux de souillure réduit) des plastiques à recycler. Cette nécessité est d'autant plus grande que, selon le paradoxe de la récupération (*paradox recovery*) (Gelbmann et Hammerl, 2015), maraîchers et plasturgistes sont clients et fournisseurs l'un de l'autre. Trioplast est actuellement fournisseur de films neufs mais deviendrait aussi client de films usagés et fournisseur du service de valorisation de ces films usagés. Les maraîchers sont aujourd'hui fournisseurs de films usagés mais deviendraient en plus clients du service de valorisation des films usagés puis clients des films en plastique de seconde génération.

Les intérêts réciproques du plasturgiste et des maraîchers étant intimement liés, une contractualisation pluriannuelle serait préférable à une mise en concurrence annuelle. Des travaux ont déjà montré les vertus des contrats en agriculture : meilleure coordination, amélioration de l'efficacité des chaînes de production, meilleure exploitation des économies d'échelle, réduction des coûts de transaction, incitation à la performance en termes de prix, de qualité ou d'innovation, réduction ou partage des risques de prix ou de débouchés, limitation du risque de passager clandestin (Bouamra-Mechemache *et al.*, 2015).

Les questions de partage de la valeur créée et de renforcement de la confiance entre les cocontractants deviendraient alors centrales pour garantir que chacun réalise un gain économique. Du fait du contexte extrêmement concurrentiel, les maraîchers et les plasturgistes doivent également, pour parvenir à capter un minimum de la valeur créée, veiller à la nature des informations qu'ils partagent. Les échanges sont fréquents et efficaces en ce qui concerne les caractéristiques fonctionnelles des films ce qui permet aux plasturgistes de proposer des produits qui répondent bien aux attentes des maraîchers. En revanche, les données économiques et financières demeurent confidentielles. La mise en place d'une filière

inspirée de l'économie circulaire nécessiterait pourtant le contraire : une coopération et un partage de l'information encore plus grands du fait de la relation d'interdépendance entre les acteurs. Dans le contexte d'une filière linéaire classique, la répartition de la valeur s'opère, comme l'indique Barthélemy (2006), en fonction du rapport de force existant : qui a le plus besoin de l'autre pour que le projet réussisse ? Toutefois, dans un tel contexte concurrentiel et avec un lien d'interdépendance important, des simulations effectuées à l'aide du célèbre dilemme du prisonnier (Eber, 2006) montrent que sans partage d'information et sans régulation le résultat obtenu est inévitablement de type « perdant-perdant ».

Pour sortir de cette logique il conviendrait que l'ensemble des acteurs qui contribuent à la configuration de la valeur (Lecoq et Yami, 2004) acceptent, selon les préceptes de Saint Thomas d'Aquin (1273), de discuter de la notion de juste profit et qu'une négociation ait lieu au sujet du niveau de profit que chacun est légitime à recueillir. Malgré cela, comme le droit de la concurrence interdit les ententes, comme la notion de juste profit reste à définir et compte tenu de la position des acteurs concernés sur leurs chaînes de valeur respectives, introduire une solution technique même avec des gains économiques et écologiques prouvés rencontrera encore des difficultés. Par exemple, pour éviter la situation de quasi-monopole actuel de SITA dans le recyclage du polyéthylène, ADIVALOR peut parfois préférer faire appel à des recycleurs européens, voire mondiaux, malgré des distances de transport et donc des impacts environnementaux plus importants⁴.

A ce point il convient de s'interroger sur la viabilité réelle de projets tels que SMART. Leur périmètre est-il suffisant pour dégager des bénéfices économiques et écologiques significatifs à long terme ? Face à la pénurie de résines vierges, potentiellement récurrente car inscrite dans les tendances structurelles du secteur pétrochimique européen, l'utilisation de matières plastiques recyclées est une solution de remplacement dont la mise en œuvre doit être renforcée et généralisée (Chapelle et Clément, 2015). Si le projet SMART est parfaitement en phase avec ces objectifs on observe aussi à la fois un développement d'initiatives locales avec une philosophie proche de SMART et un renforcement de la filière nationale de recyclage sous l'égide d'ADIVALOR et du CPA. Les deux alternatives s'inscrivent dans l'appel des Pouvoirs publics. La loi 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique préconise en effet l'économie circulaire et la construction de filières pérennes de production

⁴ En 2015, plus de 80 % des films agricoles usagés (FAU) sont recyclés en France, environ 10 % le sont dans d'autres pays de l'Union européenne et quelques pour cent hors Europe (ADIVALOR, 2015). Les films maraîchers ne constituent toutefois qu'une partie des FAU.

de matières plastiques recyclées. La filière locale décentralisée et la filière nationale réglementée seront-elles toutefois viables simultanément ? A défaut laquelle l'emportera ?

Quelles que soient les réponses à ces questions nous estimons, dans le prolongement des préconisations de Chapelle et Clément (2015), que la proximité géographique entre maraîchers fournisseurs de films usagés et plasturgistes producteurs de films recyclés doit être maintenue car elle sécurise leurs approvisionnements respectifs sur le long terme. La proximité est également un facteur d'innovation comme l'ont prouvé des actions conjointes dans le passé. Les films tricouche ou microperforés ont résulté par exemple d'une collaboration étroite entre maraîchers et plasturgistes. Au-delà de leurs relations économiques ils peuvent donc aussi former une communauté épistémique si besoin.

Conclusion

Cet article a traité de la convergence entre gains économiques et gains écologiques lors de la transition d'une filière vers l'économie circulaire. Il a pris pour exemple une expérimentation réalisée dans le cadre d'un projet collaboratif au sujet du recyclage des films plastiques maraîchers dans la région nantaise. Une étude économique et environnementale a permis de comparer la filière linéaire actuelle avec la première boucle de la filière circulaire, expérimentée dans le projet. Pour que la convergence des gains économiques et écologiques se réalise, les résultats montrent qu'il convient non seulement d'en prouver la faisabilité d'un point de vue factuel mais aussi d'identifier les freins et les moteurs à cette convergence. Parmi les moteurs nous avons identifié la nécessaire proximité entre acteurs, la confiance et la présence de parrains garants de l'avancement du projet. Parmi les freins nous avons identifié les tensions autour des matières plastiques à l'échelle mondiale, paramètre que ne maîtrisent pas les acteurs impliqués, les tensions concurrentielles fortes qui freinent le partage des informations à caractère économique et financier ainsi que la discussion d'un profit légitime pour chaque acteur économique.

Références

- Acquier, A., Daudigeos, T., Valiorgue B. (2011). « Responsabiliser les chaînes de valeur éclatées, Enjeux et limites », *Revue française de gestion*, 215, 167-183.
- ADIVALOR (2015), Rapport d'activité 2015. Moi je recycle !, 48 p.
- Aquin (d'), T. (1986, 1^{ère} ed 1273), *Somme Théologique*, Paris, Le Cerf

- Astley, W.G., Fombrun, C.J. (1983), "Collective strategy: social ecology of organizational environments", *Academy of Management Review*, 8(4), 576-587.
- Ayerbe, C., Missonier, A. (2007), « Validité interne et validité externe de l'étude de cas : principes et mise en œuvre pour un renforcement mutuel », *Finance Contrôle Stratégie*, 10(2), 37-62.
- Ayres, R. (1989). "Industrial metabolism", in J.H. Ausubel and H. E. Sladovich, eds., *Technology and Environment*, Washington, DC: National Academy Press.
- Barthelemy J. (2006). « Création et appropriation de la valeur dans un partenariat. Le cas Disney-Pixar », *Revue française de gestion*, 164, 141-155.
- Bouamra-Mechemache, Z., Duvaléix-Tréguer, S., Ridier, A. (2015), « Contrats et modes de coordination en agriculture », *Economie rurale*, n° 345, p6-28.
- Bovea, M., Pérez-Belis, V. (2012), "A taxonomy of ecodesign tools for integrating environmental requirements into the product design process", *Journal of Cleaner Production*, 20(1), 61-71.
- Brandenburger, A. M., Nalebuff, B.J. (1995), "The Right Game: Use Game Theory to Shape Strategy", *Harvard Business Review*, 73(4), 57-71.
- Braungart, M., McDonough, W. (2002), *Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things*, North Point Press.
- Ceschin, F. (2013), "Critical factors for implementing and diffusing sustainable product-Service systems: insights from innovation studies and companies' experiences", *Journal of Cleaner Production*, 45, 74-88.
- Chapelle, M.-C., Clément, P. (2015), *Mission d'étude sur les difficultés d'approvisionnement des entreprises de la plasturgie*, Paris, Conseil général de l'Industrie, de l'Energie et des Technologies.
- Chou, C. J., Chen, C. W., Conley, C. (2015), "An approach to assessing sustainable product-service systems", *Journal of Cleaner Production*, 86, 277-284.
- Clarkson P.M., Li Y., Richardson G.D., Vasvari F. (2011). "Does it really pay to be green? Determinants and consequences of proactive environmental strategies", *Journal of Accounting Public Policy*, 30 (2011) 122–144.

- Comité français des Plastiques en Agriculture (CPA) (2015), *Guide pratique de l'éco-contribution APE*.
- David, A. (2004). « Etudes de cas et généralisation scientifique en sciences de gestion », *XIII^e conférence de l'AIMS*, Normandie, Vallée de Seine, 2-4 juin.
- Eber, N. (2006). *Le dilemme du prisonnier*, Paris, La Découverte, collection Repères, juin 2006.
- Ehrenfeld, J. R. (2005). "Eco-efficiency", *Journal of Industrial Ecology*, 9(4), 6-8.
- Forrester, J.W., (1968). *Principles of Systems*, 2nd edition, Pegasus Communications.
- Frosch, R. and N. Gallopoulos, 1989. "Strategies for manufacturing," *Scientific American*, 261, 144-152.
- Gelbmann U. et Hammerl B. (2015), « Integrative Re-use Systems as Innovative Business Models for Devising Sustainable Product-service Systems », *Journal of Cleaner Production*, 97, p. 50-60.
- Hlady-Rispal, M. (2000), « Une stratégie de recherche en gestion : l'étude de cas », *Revue française de gestion*, 127, 61-70.
- Hughes, K. (2000). "The value relevance of nonfinancial measures of air pollution in the electric utility industry". *The Accounting Review*, 75(2), 209–228.
- ISO/TR 14062 standard (2003), Environmental management – Integrating environmental aspects into product design and development
- ISO 14040 (2006), Environmental management - Lifecycle assessment - Principles and framework.
- Jaggi, B. and Freedman, M. (1992). "An examination of the impact of pollution performance on economic and market performance: pulp and paper firms". *Journal of Business Finance and Accounting*, 19(5), 697-713.
- Jolliet, O., Saadé, M., Crettaz, P. (2005), *Analyse du cycle de vie : comprendre et réaliser un écobilan*, Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- Lallé, B. (2004), « Production de la connaissance et de l'action en sciences de gestion. Le statut expérimenté de « chercheur-acteur », *Revue française de gestion*, n° 158, 45-65.

- Lecocq, X., Yami, S. (2004), « L'analyse stratégique et la configuration de valeur », *Revue française de gestion*, 152, 45-65.
- Lehni, M. (1998), *WBCSD Project on Eco-efficiency Metrics and Reporting, State-of-Play Report*, Geneva, World Business Council for Sustainable Development.
- Le Moine, B. (2015), « Taux de souillure : enjeux technique et économique », Journées techniques du Comité français des Plastiques en Agriculture, Sainte-Livrade-sur-Lot (47), 29-30 septembre.
- Le Moigne, R. (2014). *L'économie circulaire: comment la mettre en œuvre dans l'entreprise grâce à la reverse supply chain ?*, Paris, Dunod.
- Lyle, J. T. (1996), *Regenerative design for sustainable development*. John Wiley & Sons.
- Manzini, E., Vezzoli, C. (2003), "A strategic design approach to develop sustainable product service systems: examples taken from the 'environmentally friendly innovation' Italian prize", *Journal of Cleaner Production*, 11(8), 851-857.
- Meadows, Donella H., Dennis L. Meadows, Jorgen Randers, et William W. Behrens III (1972). *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. Washington, DC: Potomac Associates.
- Mont, O. K. (2002), "Clarifying the concept of product-service system", *Journal of cleaner production*, 10(3), 237-245.
- Piscicelli, L., Cooper, T., Fisher, T. (2015), "The role of values in collaborative consumption: insights from a product-service system for lending and borrowing in the UK", *Journal of Cleaner Production*, 97, 21-29.
- Porter, M. E., Van der Linde, C. (1995a), "Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship", *The journal of economic perspectives*, 9(4), 97-118.
- Porter, M. E., Van der Linde, C. (1995b), "Green and competitive: ending the stalemate", *Harvard business review*, 73(5), 120-134.
- Reim, W., Parida, V. Örtqvist, D. (2015), "Product-Service Systems (PSS) business models and tactics—a systematic literature review", *Journal of Cleaner Production*, 97, 61-75.
- Sempels, C., Hoffmann, J. (2013), *Les business models du futur. Créer de la valeur dans un monde aux ressources limitées*, Paris, Pearson.

- Shaltegger S. and Synnesvedt T (2002), “The link between « green » and economic success: environmental management as the crucial trigger between environmental and economic performance”, *Journal of Environmental Management*, 65, 339-346.
- Soulé, B. (2007), “Observation participante ou participation observante? Usages et justifications de la notion de participation observante en sciences sociales”, *Recherches qualitatives*, 27(1), 127-140.
- Spicer, B. (1978). “Investors, corporate social performance and information disclosure: an empirical study”. *The Accounting Review*, 53, 94–111.
- Stahel, W. (2006), *The Performance Economy*, First Edition, Palgrave-MacMillan, London, 350 p.
- Stevens, W. (1984). “Market reaction to corporate environmental performance”, *Advances in Accounting*, 1, 41-61.
- Tukker, A., Tischner, U. (2006a), “Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research”, *Journal of cleaner production*, 14(17), 1552-1556.
- Tukker, A. (2015). “Product services for a resource-efficient and circular economy—a review”, *Journal of cleaner production*, 97, 76–91
- Ullmann, A. (1985).” Data in search of a theory: a critical examination of relationships among social performance, social responsibility, and economic performance of U.S. firms”. *Academy of Management Review*, 10, 540–557
- Van Maanen, J., Sørensen, J. B. and T. R. Mitchell (2007), “The interplay between theory and method”, *Academy of Management Review*, 32(4), 1145-1154.
- Vigneron, J. ; Patingre, J.-F. (2001), *Eco-conception : concept, méthodes, outils, guides et perspectives*, Paris, Economica.
- Von Weizsäcker, E. U., Weizsäcker, E. U., Lovins, A. B., Lovins, L. H. (1997), Factor four: doubling wealth-halving resource use: the new report to the Club of Rome, Earthscan.
- Yin, R. K. (2009), *Case Study Research: Design and Methods*, Thousand Oaks, Sage Inc. (4th edition).