

IMPRIMER UNE MOLECULE EN 3D, AVEC LA TECHNOLOGIE FDM

par Philippe Cosentino

Présentée comme une véritable révolution technologique, l'impression de pièces en 3 dimensions pourrait aussi bouleverser nos pratiques pédagogiques.

Le lycée dans lequel je travaille hébergeant une section technologique (STI2D), une section professionnelle (usinage), une section SI et plusieurs BTS (traitement des matériaux), il a été décidé d'investir dans une imprimante HP Designjet color 3D, utilisant la technologie FDM (dépôt d'un fil en fusion).

J'ai demandé à mes collègues de ces filières si je pouvais utiliser cette imprimante, et j'ai tout de suite reçu une réponse favorable.

Mon choix de modèle s'est porté sur les molécules, suite à une discussion entamée sur le forum national de SVT.



L'imprimante HP Designjet 3D

1^{ère} étape : création du modèle numérique

Pour pouvoir imprimer un objet, il faut fournir à l'imprimante un fichier au format STL (stéréolithographie) qui contient les coordonnées des facettes du modèle.

Ce format est heureusement proposé dans la plupart des logiciels de modélisation.

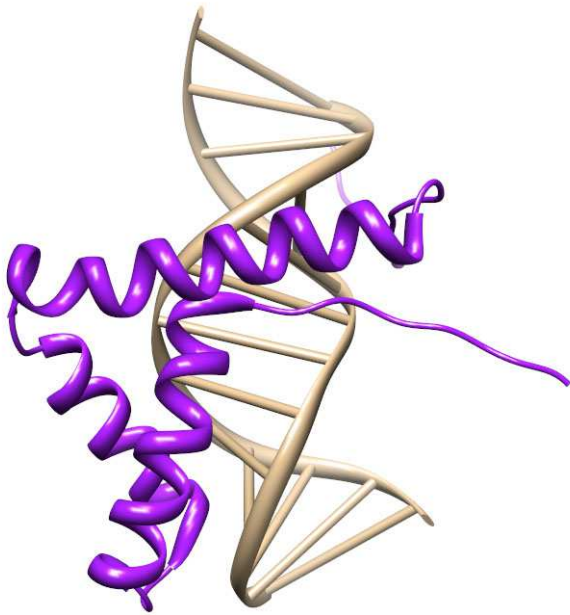
Je suis parti d'un fichier PDB, correspondant au domaine de liaison d'une molécule de TDF associée à un court fragment d'ADN.

Pour créer un fichier au format STL à partir de ce modèle moléculaire (au format PDB), j'ai retenu 3 solutions :

- Utiliser le logiciel blender, avec le plugin adequat (car je suis familiarisé à l'usage de ce logiciel gratuit)
- Utiliser une version spéciale de Rasmol
- Utiliser le logiciel Chimera

La première solution m'a posé de gros souci, dès l'installation du logiciel. Le plugin m'a semblé très instable, et le logiciel a planté à de nombreuses reprises selon les opérations que je souhaitais faire. Malgré tout, je suis parvenu à ouvrir des fichiers PDB sous blender, et à les mettre en forme, avant de finalement renoncer.

La deuxième solution, proposée par Hervé Furtoss, consistait à utiliser le pack RP-Rasmol (gratuit), une version de Rasmol qui propose d'exporter au format STL. D'usage très facile, cette solution permet d'obtenir rapidement un fichier STL correspondant à un modèle « en boules » de la molécule. Seul inconvénient, on ne peut pas changer de mode de représentation.



Représentation schématique sous Chimera

La troisième solution, suggérée par Paul Pillot, m'a fait découvrir Chimera, un logiciel semblable à Jmol mais utilisant un moteur de rendu (et un langage de script) totalement différent. Avec Chimera on obtient de superbes rendus, on peut facilement calculer les surfaces des molécules etc ... et bien entendu, exporter au format STL.

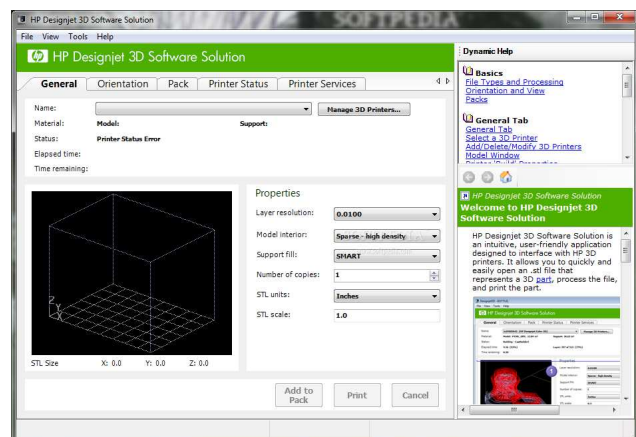
J'ai donc utilisé Chimera pour créer 2 modèles numériques dans ce format :

- L'un correspondait à une représentation schématique (avec mise en évidence des hélices alpha, représentation de l'ADN sous forme de barreaux etc ...)
- L'autre correspondait à une représentation des surfaces des 2 molécules

2^{ème} étape : lancement de l'impression

A ma grande surprise cette étape fut incroyablement simple. L'interface du logiciel ouvre le fichier STL (en l'occurrence j'ai choisi le premier modèle) et affiche un « aperçu » du modèle. Il suffit alors de le mettre à l'échelle et de le déplacer à l'écran pour le placer sur le plateau. Il est possible de régler certains paramètres, tels que la densité du matériau (plein, creux, nid d'abeille ...).

Le logiciel calcule ensuite chaque « tranche » de la molécule, mais aussi les « piliers » qui soutiendront la structure et seront ensuite dissouts.



Interface du logiciel d'impression HP

Une fois ces paramètres réglés, je lance l'impression, dont la durée est estimée à 12h.

3^{ème} étape : résultat

Le lendemain je vais voir le résultat, ce dernier s'avère être catastrophique ! Sur le plateau s'entassent des fragments de barreaux, des moulages en creux de certaines parties du modèle, de petits bouts d'hélices alpha ... et énormément de matériau support.

Très rapidement je comprends que l'origine du problème vient du fichier STL, qui correspond à des objets surfaciques et non volumiques ; le logiciel ne peut donc pas déterminer facilement ce qui est plein ou ce qui est creux, surtout lorsque des volumes sont en intersection.



Résultat obtenu avec le premier modèle

Je renonce à ce stade à utiliser le mode de représentation schématique, et je relance une impression avec l'autre modèle, correspondant aux surfaces des 2 molécules.

12h après, le résultat est là, parfait, conforme à mes attentes. Je suis juste surpris par la quantité de matériau support qu'il aura fallu utiliser pour que chaque « tranche » de molécule soit soutenue jusqu'au plateau.



Résultat obtenu avec le 2ème modèle

4^{ème} étape : élimination du matériau support



Bain de soude

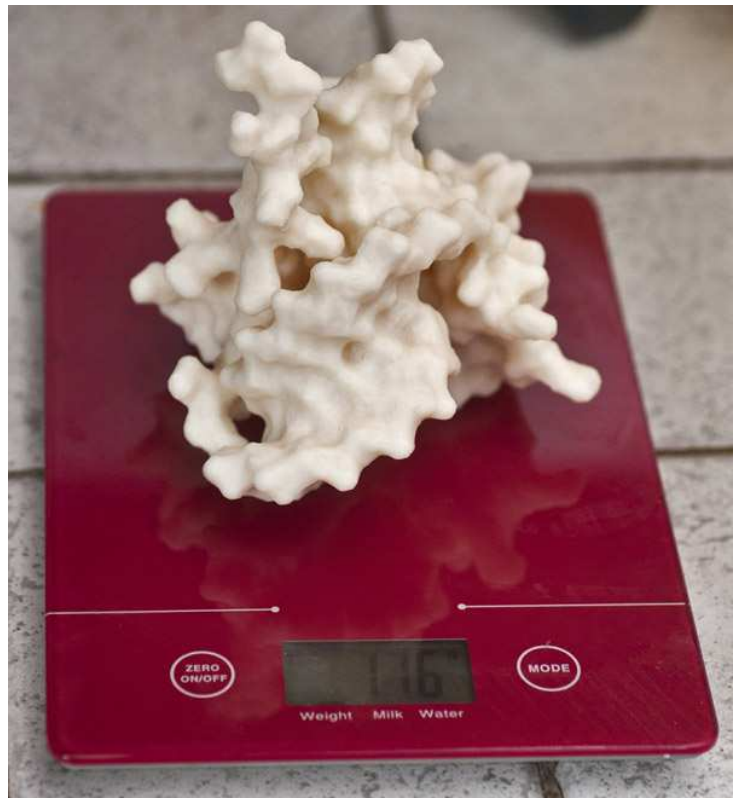
Après avoir éliminé l'essentiel du support à la pince forte, je plonge donc mes modèles dans un bain de soude molaire (environ 1 L). Immédiatement une écume gélatineuse se forme à la surface, et au bout d'une heure, le matériau support s'est lui-même ramolli (mais n'est pour autant pas plus facile à enlever à la pince).

Au final il m'aura fallu renouveler le bain une dizaine de fois, et éliminer beaucoup de matière à la pince, pour arriver à me débarrasser totalement du matériau.

Je pense avoir mal abordé cette étape. Mes collègues m'ont parlé de « machines à laver » qu'ils utilisent en traitement des matériaux pour éliminer le matériau support. J'aurais du leur confier cette tâche.

Pour éliminer ce matériau, d'une teinte légèrement plus claire que le matériau définitif, mes collègues me conseillent de réaliser des bains de soude.

Il existe apparemment des produits spécifiques pour éliminer ce matériau, mais je n'ai pas réussi à me procurer la composition de ces derniers, et le lycée n'en disposait pas.





Résultat final, après peinture

5^{ème} étape : finalisation

Pour peindre les modèles, j'ai opté pour une peinture acrylique pour maquettes, appliquée au pinceau. La peinture adhère très mal au support, et j'ai dû passer 3 couches pour recouvrir la totalité du modèle. J'aurais probablement dû appliquer au préalable une base pour accrocher la peinture.

Bilan :

Lorsque j'ai essayé d'emboîter complètement les modèles (le modèle numérique ne montrait aucun espace entre les 2 molécules), cela s'est avéré impossible : le matériau est totalement rigide, et en forçant j'ai cassé une partie de TDF (recollée avec de la super glue). Cela m'a un peu déçu par rapport à mes objectifs initiaux (montrer la complémentarité des deux molécules).

Malgré tout, il est agréable de pouvoir manipuler ces modèles, cela peut par exemple servir de support lors d'un exposé oral comme a pu le vérifier une étudiante de licence à qui j'ai confié le modèle.

Je pense que ces modèles « physiques » peuvent être d'excellents compléments des modèles numériques, surtout pour les élèves « kinesthésiques » qui apprennent plus facilement en manipulant, de préférence des objets matériels. Je renouvellerai l'expérience à l'avenir avec des enzymes, et avec des anticorps, toujours afin de montrer la complémentarité des surfaces.

Remerciements :

Sans l'aide de JP De Soza, CTE au lycée Rouvière, je n'aurais jamais pu mener cette expérimentation à son terme. Je le remercie chaleureusement.

Dernière mise à jour le 09 janvier 2013