

Une démarche de conception en sept étapes 2^e partie : La rétro-conception et la dissection mécanique

par Patrik Doucet, Ève Langelier et Ghislain Samson, professeurs
Université de Sherbrooke

Résumé

Les deux démarches présentées dans le cadre de cet article sont pour nous complémentaires à la démarche de conception usuelle. Ce sont des variantes de la démarche de conception c'est-à-dire : la rétro-conception (*reverse engineering*) et la dissection mécanique. Chacune d'elles est expliquée et est assortie de considérations pour leur enseignement.

Contexte

Cet article a été préparé à la suite de la présentation de l'atelier 810, *Un vélo... pour apprendre la démarche de conception technologique*, dans le cadre du 41^e Congrès de l'APSQ octobre 2006. Il fait suite à l'article intitulé « Une démarche de conception en sept étapes – 1^{re} partie : La conception ». Le présent article est donc divisé en deux sections. La première insistera sur la démarche de rétro-conception alors que la seconde exposera la démarche de dissection.

A) Démarche de rétro-conception

La rétro-conception (ou « *reverse engineering* ») est une technique qui consiste à étudier un objet existant pour en déterminer le fonctionnement. On utilise souvent cette approche pour améliorer des produits sur un aspect particulier (par exemple : diminuer son coût, ajouter des fonctionnalités, augmenter sa qualité)... ou simplement pour imiter la compétition tout en n'enfreignant pas les brevets ! Par exemple, les fabricants d'automobiles ont généralement tous les modèles concurrents dans leurs ateliers. Un autre exemple est l'imitation des sandales Crocs (inventées et fabriquées au Québec) nous provenant de la

Chine. En informatique, on recourt souvent à cette démarche pour établir rapidement le codage des logiciels afin d'en faire des versions semblables, ou encore pour déjouer leur protection contre la copie... Ce qui rend cette démarche aus-

si populaire est qu'elle permet d'accélérer la démarche de conception, en supprimant notamment les étapes d'*analyse des besoins* et d'*étude du fonctionnement*. La figure 1 présente cette démarche.

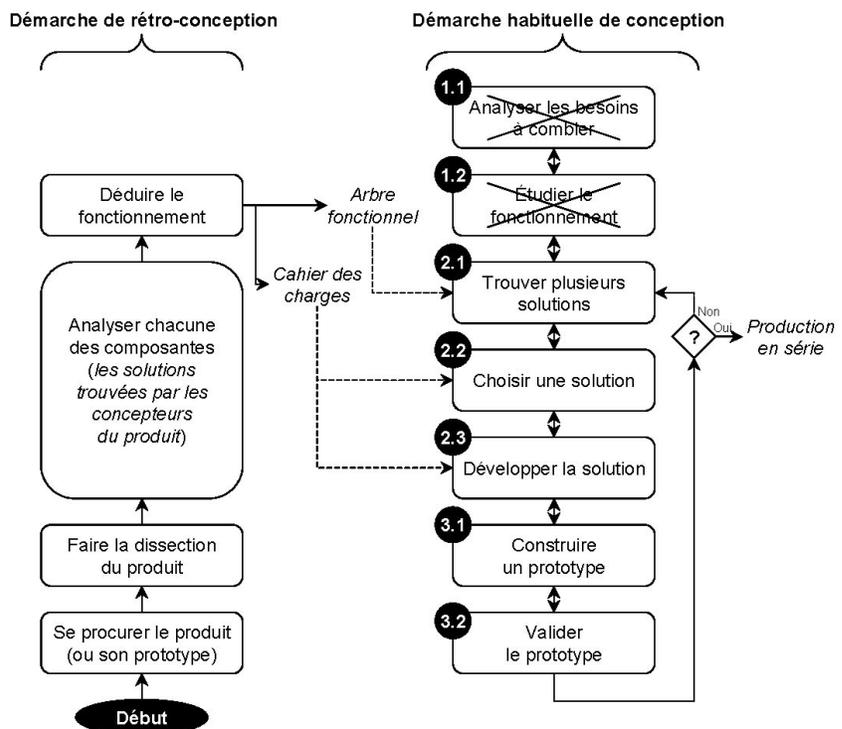


Figure 1 : Arrimage de la démarche de rétro-conception à la démarche de conception

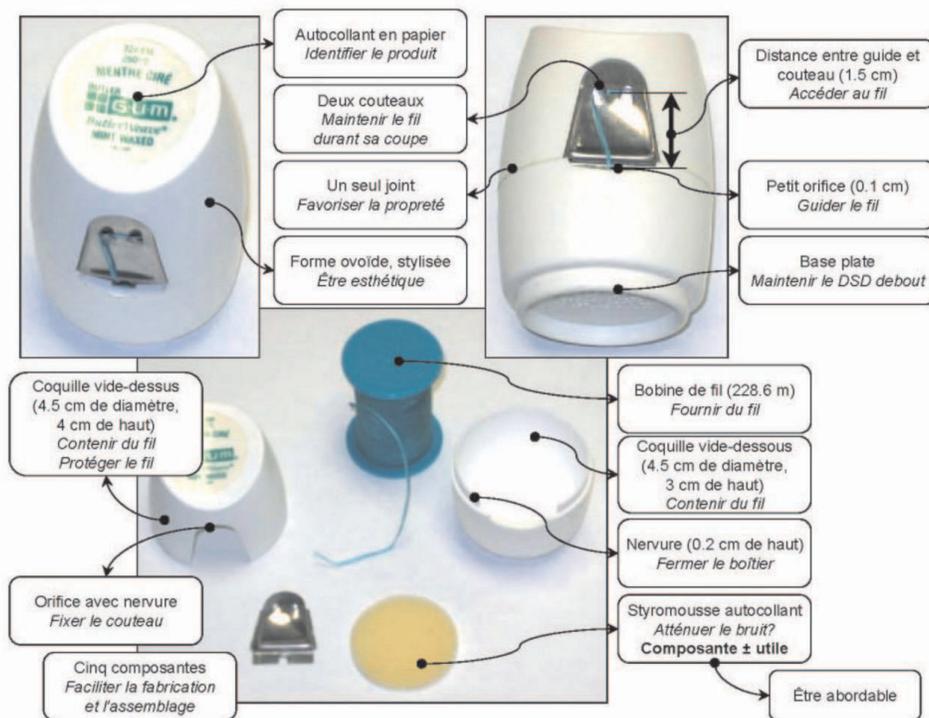


Figure 2 : Exemple de rétro-conception pour un DSD

On parle de rétro-conception parce que le point de départ est un produit existant, déjà disponible sur le marché. Ainsi, plutôt que de construire un prototype, on déconstruira le produit, on en fera la dissection (voir section B de cet article). Plutôt que de rechercher des solutions, on analysera en détail celles qui ont été intégrées au produit. Plutôt que de chercher à comprendre ce que doit faire le produit, on le déduira en se demandant à quoi servent chacune de ses composantes. Rapidement, on obtient un arbre fonctionnel. On peut aussi prendre diverses mesures sur le produit afin d'établir son cahier des charges (spécifications techniques assorties d'objectifs à atteindre). Enfin et comme le montre la figure 1, la suite consiste à reprendre la démarche de conception directement à l'étape 2.1 ! À titre d'exemple, la figure 2 présente comment s'amorce cette démarche pour un DSD.

Considérations pour l'enseignement de cette démarche

Lorsqu'on a un peu moins de temps mais que l'on souhaite que les élèves vivent une expérience relativement com-

plète de conception (incluant la mise en plan et la fabrication d'un prototype), la démarche de rétro-conception peut s'avérer intéressante. En effet, puisqu'on n'a pas à sonder des utilisateurs ni à faire une étude du fonctionnement très poussée, on gagne passablement de temps.

Une contrainte cependant est qu'un produit semblable doit exister ! De plus, on doit s'assurer que l'on puisse se le procurer (donc disponible et à un prix acceptable). Dans certains cas, de très bonnes photos peuvent suffire. Par exemple, le site Internet du *Concours génie civilisé*, où l'on voit des photos de tous les concurrents et de leur pont, est une excellente source d'inspiration pour les futurs participants. Il en est de même pour l'*Expo-sciences*, dans le cas où l'on cherche à améliorer ou adapter un produit, un procédé ou un service existant. Pour le *Défi génie inventif*, cette façon de faire est vaine puisqu'à chaque année, le défi est nouveau ; le produit à concevoir n'est pas disponible pour en faire la rétro-conception.

Enfin, ce type de projet est généralement présenté sous la forme d'un défi à relever : concevoir un produit accomplissant les mêmes fonctions, mais moins cher, moins lourd, de meilleure qualité, plus esthétique, plus écologique, plus robuste, n'enfreignant pas les brevets, etc. D'ailleurs, un projet de rétro-conception peut devenir une belle opportunité d'aborder la question de la propriété intellectuelle et des brevets. À titre indicatif, voici quelques sites intéressants pour la recherche de brevets :

- au Canada, *Office de la propriété intellectuelle du Canada* : <http://cipo.gc.ca/> ;
- aux États-Unis, *United States Patent and Trademark Office* : <http://www.uspto.gov/> ;
- en Europe et au Japon : <http://ep.espacenet.com/> ;
- autres moteurs de recherche de brevets qui sont performants et entièrement gratuits : <http://www.freepatentsonline.com/> ; <http://www.virtualpet.com/industry/howto/psearch.htm> ; <http://free.patentfetcher.com/>.

B) Dissection mécanique

La dissection est une activité qui permet de découvrir le fonctionnement d'un produit. En fait, il s'agit même d'une étape dans la démarche de rétro-conception. Comme indiqué précédemment, elle consiste à démonter un produit afin de voir comment il fonctionne et à quoi servent chacune des composantes. On peut disséquer un produit uniquement pour le plaisir de découvrir ce qu'il y a dedans ! Donc, on n'a pas besoin de lier cette activité à une démarche de conception...

À titre d'exemple, toutes les étudiantes et tous les étudiants de génie mécanique de l'Université de Sherbrooke doivent, dès la première année, disséquer un frein d'automobile, un échangeur de chaleur, un vérin hydraulique, un vérin pneumatique, un alternateur, une pompe, des valves hydrauliques et un moteur à combustion ! Bien sûr, ils doivent les remonter et répondre à une série de questions. Ceci permet de stimuler leur curiosité technologique, mais aussi de les aider à mieux comprendre les équations mathématiques et principes scientifiques pris en compte pour concevoir ces produits.

Considérations pour l'enseignement de cette démarche

La dissection mécanique est une activité facile à mettre en œuvre et générale-

ment stimulante. Elle permet aussi d'arrimer différents principes scientifiques (chimie, biologie, physique mécanique, électrique ou optique) à des contextes très concrets : la théorie n'est plus juste de la théorie ; on voit qu'elle peut réellement servir ! Cependant, certaines considérations sont importantes avant de proposer cette activité en classe.

Premièrement, la **sécurité**... La dissection de certains produits peut être dangereuse. C'est le cas par exemple des réservoirs sous pression (briquet, aérosol, extincteur, tube cathodique de télévision ou d'écran d'ordinateur), des éléments mécaniques comportant des ressorts fortement comprimés ou étirés (attelage de ski alpin, grosse valve hydraulique), des composantes très coupantes (couteau multifonctionnel, rasoirs jetables), des produits chimiques plus ou moins connus (collier et bracelet flexibles fluorescent qu'on retrouve dans les fêtes foraines). Aussi, la dissection implique souvent l'utilisation d'outils : tournevis (qui sert souvent plus à forcer une ouverture qu'à dévisser !), couteau, marteau, pince. Il importe certes de penser aux outils nécessaires, mais aussi à leurs mauvais usages prévisibles. Enfin, le port de lunettes de protection s'avère souvent être une sage précaution... et une habitude de vie à développer !

Deuxièmement, la **difficulté**... Certains produits sont particulièrement difficiles

à disséquer. Par exemple, la plupart des jouets et accessoires de plastique sont assemblés par pression : des formes spécifiques permettent de les assembler, mais rendent leur démantèlement très difficile... et leur reconstruction presque impossible ! Il faut évidemment penser à la difficulté associée à la masse et au volume de certains produits. Ainsi, malgré que la dissection d'un réfrigérateur, d'un déshumidificateur, d'un lave-vaisselle, d'un filtreur de piscine ou d'un chauffe-eau puisse être très intéressante, leur masse et leur volume rendent les choses plus compliquées.

Troisièmement, l'**intérêt**... La dissection de certains produits, très populaires chez les jeunes, s'avère être parfois très décevante. Par exemple, la plupart des produits électroniques (lecteur MP3, clé USB, consoles de jeu vidéo) comportent essentiellement un boîtier, quelques bouts de fil... et des « cartes vertes avec des bidules qui dépassent et des dessins dorés ».

Bref, avant de proposer à votre classe de disséquer un certain produit, pourquoi ne le disséqueriez pas vous-même ? Ceci vous permettra de penser aux éléments de sécurité, de juger du niveau de difficulté et de l'intérêt. Enfin, des suggestions de produits à disséquer sont présentées au tableau 1.

Tableau 1 : Exemples de produits pouvant être disséqués

Jouets et divertissements	Accessoires du quotidien	Outils et articles spécialisés
Petite pompe en plastique	Cafetière-filtre	Robinet, valve pour l'eau
Fusil à eau	Distributeur à savon	Mécanisme de chasse d'eau
Fusil à colle chaude	Pèse-personne	Pompe à eau (piscine)
Véhicule téléguidé	Balance à nourriture	Clapet anti-retour
Jouets lumineux (avec DEL)	Grille-pain	Vidéo VHS
Jouets mécanisés	Sèche-cheveux	Cloueuse pneumatique
Moyeu de vélo	Appareil photo (vieux modèle)	Outils rotatifs pneumatiques
Palier de vélo	Horloge mécanique	Déchiquteuse à papier
Pompe à air (vélo, matelas gonflable)	Lampe de poche (à piles, sans pile, à LED, etc.)	Vérin pneumatique (comme sous les chaises de bureau)
	Interrupteur électrique	Imprimante à jet d'encre
	Serrure de porte	Ordinateur (hors d'usage!)
	Taille-crayon (manuel)	Machine à coudre
		Aspirateur
		Scie va-et-vient

Conclusion

Ce second article visait à conclure la présentation d'une démarche de conception technologique simplifiée, comportant sept étapes. La démarche générale, présentée dans le premier article, de même que la démarche de rétro-conception (vue dans la section A de cet article) peuvent s'inscrire dans la démarche de conception que propose le nouveau programme du ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS). Ces démarches ont été exemplifiées à l'aide d'études de cas, soit la conception et la rétro-conception d'un distributeur de soie dentaire. Des considérations pédagogiques pour leur enseignement, ont aussi été présentées.

Par ailleurs, ce second article faisait état d'une autre démarche, dite d'*analyse technologique* dans le programme du

MELS : la dissection mécanique. Si celle-ci correspond en fait à la première étape de la rétro-conception, il importe de rappeler qu'elle peut être réalisée dans un contexte autre que la conception. En effet, la dissection mécanique peut être une activité complète en soi, qui permet de contextualiser de nouveaux apprentissages et de stimuler la curiosité technologique chez les élèves.

Bref, l'intention des auteurs de ces deux articles était d'encourager les enseignantes et enseignants de science, dans les écoles secondaires du Québec, à aborder la question de la conception technologique, tout en leur offrant un support pratique à cet effet. ■

Remerciements

La réalisation de cet article a été facilitée par l'obtention d'une subvention du

CRSH (Conseil en sciences humaines du Canada) et de la Chaire CRSNG/AI-can. Nous ne pouvons passer sous silence, la contribution financière du CREAS de l'Université de Sherbrooke (Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences), également financé par le CRSNG (Conseil de recherche en sciences et en génie du Canada). Nous remercions sincèrement ces organismes pour leur encouragement à la promotion des sciences et du génie.

Note

L'article a été préparé à partir de la Trousse pédagogique, *Le génie, c'est génial!* et pouvant être consultée à l'adresse URL suivante : www.eureka.gme.usherb.ca/genie-decouverte.