

Le mini-projet en seconde ISI (deuxième partie)

VALÉRIE BOULLIER¹

Cet article fait suite à celui paru dans le précédent numéro de Technologie. Après avoir rappelé les directives du programme d'ISI, présenté le mini-projet et détaillé « l'analyse fonctionnelle du besoin » dans le cadre du concours Cybertech 93, l'auteur se penche maintenant sur les différentes actions qui ont mené au concours du 16 mai 2002.

MOTS-CLÉS lycée technologique, prébac, référentiel et programme

Rappelons tout d'abord la démarche de projet sur laquelle le professeur et les élèves ont pu s'appuyer pour valider leur projet.

- Analyse fonctionnelle du besoin : phase de définition.
- Recherche de solutions : phase de choix.
- Conception des éléments : phase de conception.
- Réalisation des éléments : phase de réalisation.
- Exploitation du système : phase d'utilisation.
- Cybertech : journée du concours.

Nous allons maintenant présenter des outils utiles à chacune de ces phases, en nous basant sur l'expérience vécue avec les élèves de seconde. N'oublions pas que les méthodes ont été adaptées à ce niveau d'études.

LA RECHERCHE DE SOLUTIONS

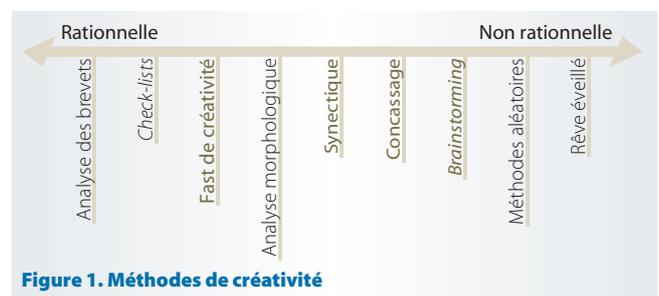
À ce stade de la démarche de projet, le professeur doit aider les élèves à imaginer une ou plusieurs solutions. Un ensemble de méthodes visant à stimuler l'imagination est à notre disposition dans ce qu'on appelle la « créativité ».

La créativité

Elle s'utilise à l'issue d'une analyse fonctionnelle du besoin afin de rechercher le maximum de solutions répondant à un problème et de produire une réponse adaptée. Plusieurs conditions sont indispensables pour être créatif.

- **D'abord, bien poser le problème** car une solution a pour but de répondre aux attentes des diverses personnes qu'elle concerne. L'analyse fonctionnelle du besoin permet de définir précisément les fonctions à remplir indépendamment de tout principe de solution et donc d'aboutir au cahier des charges fonctionnel (CdCF).
- **Ensuite, avoir un comportement propre à stimuler l'imagination**, en fonctionnant successivement selon deux modes :
 - le mode de pensée divergente (ou mode du cerveau droit), dans lequel la production d'idées se fait sans aucune possibilité de critique et en accumulant le maximum de « matériaux » ou d'idées de solutions ;
 - le mode de pensée convergente (ou mode du cerveau gauche), visant à organiser, structurer afin de proposer une réponse au problème posé.

- Mais aussi, travailler en groupe pluridisciplinaire, en raison de la complexité du problème et surtout afin de tirer profit des sensibilités et des compétences de chaque individu. Pour être efficace, le groupe est constitué de cinq à huit personnes, dirigées par un animateur. Ce groupe intervient donc dans la phase d'analyse fonctionnelle du besoin, la recherche d'idées et de voies de solutions, l'étude et l'évaluation des solutions et enfin la présentation des solutions retenues.



- Enfin, recourir à un certain nombre de méthodes de créativité que l'on peut diviser en deux familles (figure 1) :
 - les méthodes rationnelles ;
 - les méthodes non rationnelles.

Au niveau de la classe de seconde, les outils utilisables et adaptables sont la synectique, le concassage, le *brainstorming* et le Fast de créativité.

Le brainstorming

Le *brainstorming* (que l'on pourrait traduire par « remue-méninges ») est une technique permettant d'obtenir un nombre important d'idées dans un temps remarquablement court. Il s'agit de réunir des imaginations et d'en tirer le maximum pour apporter des solutions à un problème.

Les 5 règles du brainstorming

- Laisser aller son imagination** : toutes les idées, même les plus extravagantes, seront admises et attendues.
- Ne jamais critiquer** puisque le jugement s'effectuera plus tard.
- Viser la quantité** en faisant parler l'imagination afin que la récolte soit copieuse ; ainsi il y aura probablement de bonnes solutions dans le lot.
- Associer les idées** : c'est la démultiplication de l'imagination de chacun par l'intermédiaire du groupe.
- Noter tout** sur un tableau à papier puisque le tri se fera plus tard ; l'important est de ne rien laisser perdre.

1. Professeur certifié de génie mécanique productive au lycée Voillaume d'Aulnay-sous-Bois.

Pour réussir un *brainstorming*, il faut :

- créer un groupe pluridisciplinaire, afin de garantir la quantité et la diversité des idées, que l'animateur aura le rôle de conduire et de dynamiser ;
- respecter un certain nombre de règles (voir encadré).

Toutes les idées produites seront exploitées, c'est-à-dire qu'elles seront :

- soit éliminées si elles sont trop loin du problème ;
- soit décrites plus précisément afin de les évaluer.

Il est à noter que le *brainstorming* est utilisé dans toutes les méthodes de créativité.

Le concassage

Le concassage est une technique consistant à déformer un problème, une situation, un produit, afin d'en extraire de nouvelles idées de solutions. Il s'agit de procéder par détours, c'est-à-dire par l'intermédiaire d'incitations à quitter les chemins familiers, à varier les angles et les points de vue.

Concasser, c'est se laisser aller au jeu des « si... », puis tirer les conséquences de ces déformations :

- si l'on agrandissait ou augmentait ;
- si l'on réduisait ou diminuait ;
- si l'on supprimait ;
- si l'on inversait ;
- si l'on associait,

telle et/ou telle partie ou caractéristique du produit, que se passerait-il ?

La synectique

La synectique est une technique consistant à imaginer des solutions en recherchant des analogies avec des problèmes résolus dans des domaines différents.

Il s'agit de procéder par détours, de transposer le problème à résoudre dans d'autres domaines que celui où il se situe (phase d'éloignement), puis de reprendre tout ce matériau et de le

confronter au problème initial afin d'en extraire des solutions (phase de croisements). Il existe différents types d'analogie :

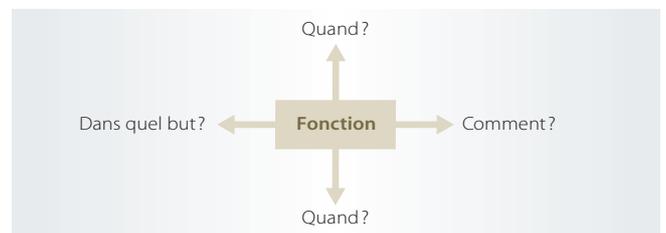
- l'analogie par identification ;
- l'analogie avec la nature ou la bionique ;
- l'analogie avec d'autres domaines.

Le groupe pluridisciplinaire transpose le problème en le projetant dans les différents champs analogiques, puis il ne retient que les idées faisant apparaître les éléments clés assumant les fonctions analogues. Ensuite elles sont à nouveau transposées afin de faire émerger des pistes de solutions pour le problème initial.

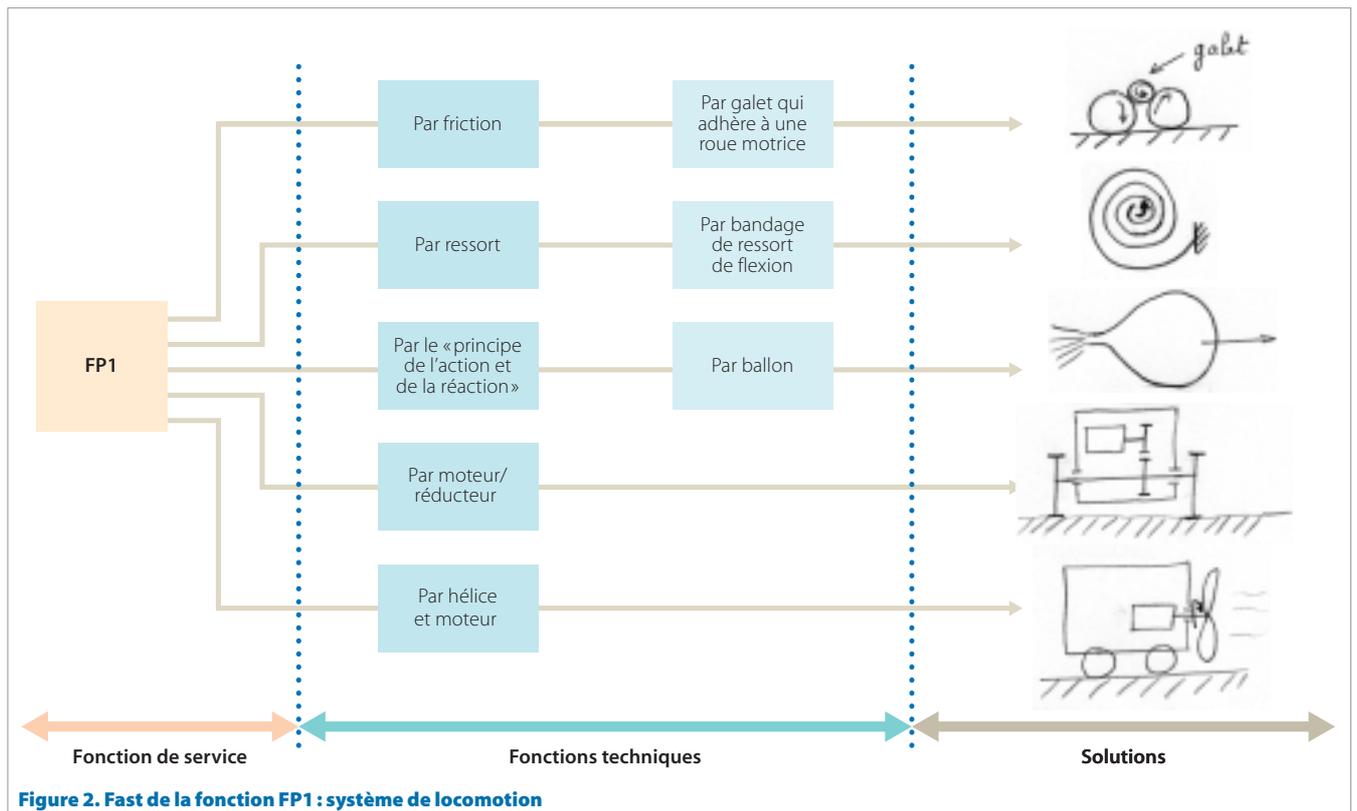
Les élèves de seconde travaillent naturellement par analogie car ils n'ont pas encore la capacité de proposer des solutions innovantes. Les idées présentées faisaient référence à la voiture radiocommandée présente dans la salle, aux avions à réaction, aux jouets (voiture à friction), etc.

Le Fast de créativité

C'est une méthode de visualisation permettant de relier et d'ordonner toutes les fonctions techniques répondant à la satisfaction d'un besoin et d'en déduire des principes de solutions. Il s'utilise en répondant aux questions :



Son élaboration nécessite une recherche descendante mettant en évidence d'abord les principes généraux, puis les fonctions techniques et les technologies, enfin les solutions. Les trois



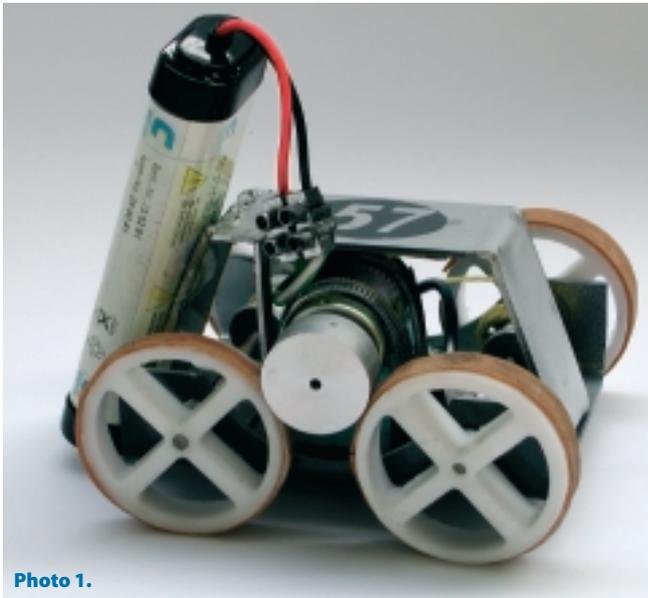


Photo 1.

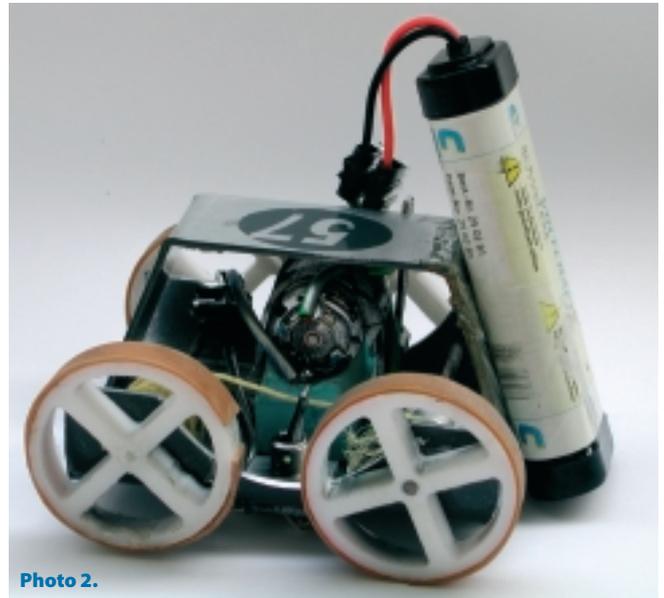


Photo 2.

questions vont permettre de mettre en évidence l'arborescence fonctionnelle et de déduire les principes de solutions sous la forme d'un schéma.

La figure 2 présente le Fast de créativité relatif à la fonction principale FP1 (permettre au groupe d'élèves de faire évoluer leur robot sur une piste et de le faire s'arrêter dans une zone déterminée), et plus particulièrement au système de locomotion.

Toutes ces méthodes nous offrent les moyens de trouver des solutions, en travaillant toujours en un groupe. Il faudra ensuite les sélectionner pour ne garder que les plus judicieuses, puis on les étudiera et on les évaluera afin de faire apparaître la solution retenue. Les critères de choix doivent être ceux qui ont été énoncés lors de la caractérisation des fonctions de service.

Les solutions retenues pour le robot

Le travail des élèves a ainsi permis de faire émerger les idées suivantes :

- quant au moyen de locomotion, la friction, les ressorts, les ballons, les moteurs électriques, les bouteilles d'air sous pression, les hélices, les engrenages... ;
- quant au système d'arrêt, une minuterie, un détecteur de bande noire, des butées, des interrupteurs...

Ils avaient à leur disposition, pour les aider dans leur recherche, des livres sur la robotique, des catalogues, internet... et leur matière grise, bien sûr.

La solution retenue par mon groupe d'élèves a été d'utiliser un moteur électrique à courant continu, sur lequel est montée

une transmission par engrenages. L'arrêt se fait à l'aide d'une ficelle passant à travers un interrupteur et sur laquelle est montée une butée. Une des extrémités étant fixée à l'essieu moteur, celui-ci enroule la ficelle jusqu'à ce qu'elle vienne en contact avec l'interrupteur et coupe le circuit d'alimentation.

Le robot gagnant utilise, quant à lui, une transmission par galet (photo 1).

Son système d'arrêt est aussi un interrupteur qui sera actionné en fin de course (on peut l'apercevoir sur la photo 2).

LA CONCEPTION

La conception est l'ensemble des tâches permettant d'aboutir au choix définitif des solutions satisfaisant aux exigences et aux performances attendues. L'étude de ces solutions est effectuée sous la forme de dessins d'avant-projet, les modeleurs, logiciels de CAO de plus en plus performants, constituant une aide précieuse.

Les compétences demandées à un élève de seconde sont :

- représenter une pièce simple ;
- extraire une pièce d'un ensemble et en effectuer une mise en plan ;
- modifier les caractéristiques dimensionnelles d'un assemblage.

Au niveau d'un mini-projet, on peut lui demander de dessiner quelques pièces simples et de les assembler, comme sur la figure 3.

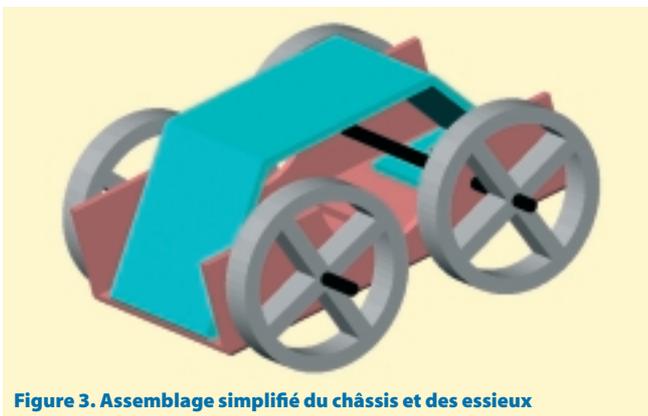


Figure 3. Assemblage simplifié du châssis et des essieux

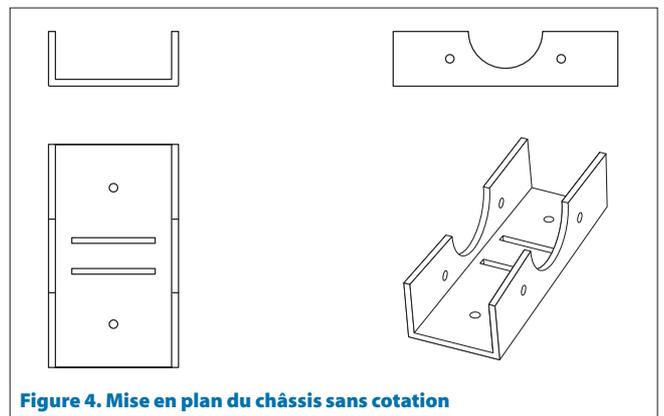


Figure 4. Mise en plan du châssis sans cotation



Photo 3.



Photo 4.



Photo 5.

L'élève pourra ensuite faire une mise en plan de l'ensemble et des différentes pièces qu'il devra réaliser, ce que montre la figure 4.

LA RÉALISATION

La connaissance des machines-outils (option ISP) est un avantage dans cette phase. Les élèves, même s'ils sont capables de fabriquer des pièces simples, se sont rendu compte des conséquences sur l'objet fini quand ils ne respectaient pas la cotation donnée. Ainsi, on a observé des roues qui « ne tournaient pas rond » : le trou d'axe n'était pas vraiment centré, les essieux n'étaient pas vraiment parallèles entre eux et avec le sol...

Après assemblage des pièces fabriquées et des composants achetés, les élèves ont enfin pu tester leur engin sur une piste d'essai grandeur réelle. Lors de cette phase, ils ont remis en question leur solution, soit dans sa globalité, soit en partie : le moteur ne tournait pas assez vite, la puissance n'était pas suffisante pour faire parcourir au robot les 4,80 mètres en moins de 3 secondes...

Si le système d'arrêt fonctionnait correctement, il fallait le régler pour qu'il s'actionne au bon moment (ligne d'arrivée) et que le robot reste dans la zone prévue. La plupart du temps, un simple réglage de la longueur de la ficelle permettait de répondre au règlement.

LE CONCOURS CYBERTECH

Le concours s'est déroulé le 16 mai 2002 au parc des Saussets à Aulnay-sous-Bois. Un stand était proposé à chaque établissement scolaire pour réaliser les dernières améliorations et mises au point (photo 3).

La journée était découpée en trois parties : un essai le matin et deux essais l'après-midi. Un essai consistait à poser son robot sur la ligne de départ et à le mettre en route (photo 4). Un chronométrage était alors effectué.

Si le robot effectuait son parcours correctement, le temps était enregistré, sinon il était éliminé.

Le lycée Voillaume a été le premier à conserver un temps, et il s'est ensuivi une dynamique entre les groupes du lycée pour améliorer les performances. Les élèves ont montré une réelle motivation pour trouver des solutions augmentant la vitesse de leur robot dès qu'ils ne détenaient plus le record.

Cette effervescence n'a pas été inutile puisque le lycée Voillaume a gagné le trophée Vitesse.

CONCLUSION

Ce mini-projet a été riche et motivant pour les élèves puisque certains demandent à continuer cette expérience alors qu'ils sont en classe de première.

Il nous a permis aussi de voir toutes les phases de la démarche de projet et donc les difficultés de créer des objets.

Le lycée Voillaume s'engage une nouvelle année dans ce projet, avec comme objectifs :

- gagner à nouveau le trophée Vitesse ;
- gagner le trophée Esthétique ;
- réaliser une affiche attrayante sur le thème de la robotique. ■

BIBLIOGRAPHIE

Dictionnaire des sciences de l'ingénieur, J. Favier, S. Gau, D. Gavet, I. Rak et C. Teixido, éditions Foucher, 416 p.

Créativité? Créativité... Créativité!, Bernard Demory, les Presses du management, coll. « Méthodes et outils », 287 p.

Pratique de la créativité en entreprise, Pierre Lebel, les Éditions d'Organisation, 116 p.

La résolution de problèmes, Michel Fustier, éditions ESF, coll. « Méthodologie de l'action ».

Créer et développer vos produits, Claude Petitemange, éditions Afnor, coll. « Guides de l'utilisateur ».