

PROJET EN 3<sup>E</sup>

# Des robots passés en revue

DAVID RAVIART [1]

*Suivi de l'avancement des travaux, évaluation et consolidation des acquis, définition des objectifs, émulation..., les séances de revue de projet sont des moments clés de ce dernier, l'occasion pour les élèves d'échanger et de défendre leurs choix, et pour les enseignants de les remotiver. Démonstration.*

Le choix du projet de troisième est contraint par les connaissances et capacités du programme à faire acquérir, le caractère collectif et pluritechnologique de la réalisation, le réinvestissement et l'approfondissement des acquis des classes de 6<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup>, les équipements disponibles et les effectifs par classe.

Le choix du collège Professeur-Albert-Debeyre se porte en 2011 sur la réalisation d'un robot « suiveur de ligne ». La notion de compétition a été déterminante dans le choix du projet, les classes de 3<sup>e</sup> participant à un concours de robotique au collège, inspiré du challenge Artec – après une année de rodage avec une seule classe.

Le concours consistera à faire rouler le plus rapidement possible un robot entièrement autonome le long d'une ligne continue et sinueuse de 11,44 m, de 3 cm de large, peinte en noir, avec des rayons de 20 cm [1].



**1** Le parcours des robots

[1] Docteur en automatique, professeur agrégé de génie mécanique au collège Professeur-Albert-Debeyre de Loos (59). Courriel : Raviart.david@club-internet.fr.

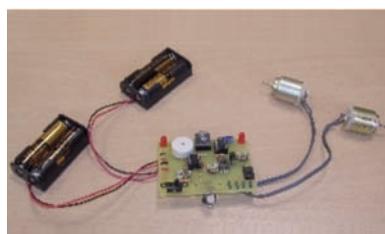
**mots-clés**  
démarche pédagogique, projet, réalisation collective

Pour corser le tout, il y aura deux pistes, avec des circuits différents mais des configurations géométriques identiques. Chaque robot pourra avoir ses formes propres, mais la base – motorisation et circuit électronique [2] – en aura été donnée aux élèves. Le concours se déroulera comme un championnat. Pour accéder à la manche suivante, il faudra parcourir le circuit avant son adversaire et ne pas dépasser la minute. Si aucun des deux ne parvenait à finir dans les temps, celui qui aura parcouru la plus grande distance sera qualifié. La seule raison qui pourrait disqualifier une équipe à l'homologation avant la course est l'absence de coupe-circuit accessible pour l'opérateur.

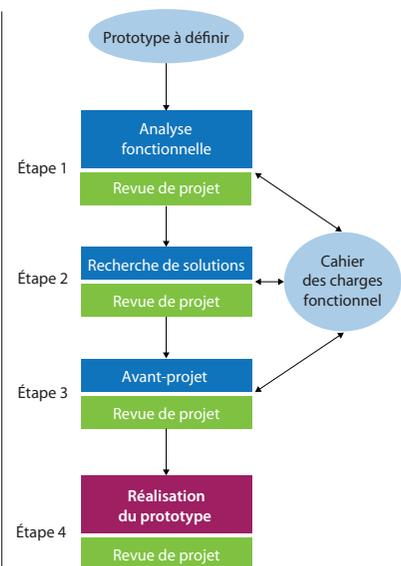
## L'architecture pédagogique du projet

### Les revues de projet

Le projet se déroulera sur 26 semaines, en 52 heures élèves. Sa réussite requiert de la part de l'enseignant une stratégie de suivi claire et simple, sur toute l'année, afin de ne pas perdre d'élèves en cours de route.



**2** Le circuit électronique du robot à programmer



**3** Le déroulement du projet

Les premières semaines de l'année servent à présenter le cahier des charges du concours, les outils d'analyse et la création du planning.

Chaque groupe d'élèves réalise la planification de son projet, précisant les objectifs de chaque étape, avec le logiciel GanttProject. À la fin de cette première séquence, la notion de revue de projet est présentée. Il est convenu qu'il y en aura une à la fin de chaque étape [3].

Les séances de revue de projet sont en effet la clé de voûte d'un projet « concours robot ». C'est le moment où les élèves peuvent échanger sur le travail effectué au cours de l'étape réalisée. Lors de ces séances, afin de ne pas démotiver les élèves, il faut veiller à ce que la critique soit toujours positive, et fasse comprendre pourquoi une solution n'est pas bonne par rapport au projet (complexité de réalisation, coût...). Pour le professeur, les revues de projet servent à remotiver chaque groupe en ravivant l'esprit de compétition. Elles permettent aussi de suivre l'avancement, de valider les capacités

Étape	Objectifs	Nombre de séances
Étape préliminaire	Lancement du projet Création des groupes Cahier des charges Planning	3
Étape 1	Analyse fonctionnelle Travail de recherche documentaire au CDI Séance de brainstorming	4
Étape 2	Arrêt d'une solution technologique pour une fonction donnée Validation théorique de la solution retenue	5
Étape 3	Réalisation du dossier technique de la maquette Programmation	4
Étape 4	Réalisation complète du prototype	8
Étape 5	Présentation du projet (PowerPoint) et challenge	2

**4 Les étapes du projet**

acquises, et de définir les objectifs qui devront être atteints à la prochaine revue.

**Les étapes du projet**

Les étapes du projet sont calquées sur celles d'un projet industriel **4** ; d'un point de vue pédagogique, elles forment les centres d'intérêt :

- Appropriation du cahier des charges
- Recherche de solutions techniques
- Choix de solutions
- Réalisation du dossier numérique et de la programmation

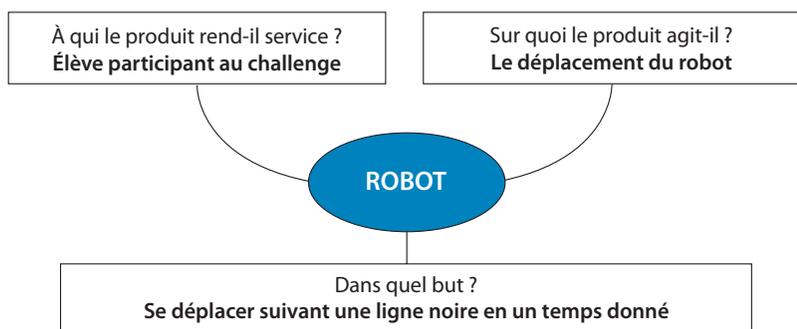
Réalisation du prototype  
Présentation finale

Dans la pratique, ces étapes ne sont pas linéaires, et l'aboutissement de l'une d'entre elles peut entraîner une remise en cause de décisions antérieures.

**Le déroulement du projet**

**L'appropriation du cahier des charges**

Les élèves réalisent un diagramme « bête à cornes » **5** et un diagramme



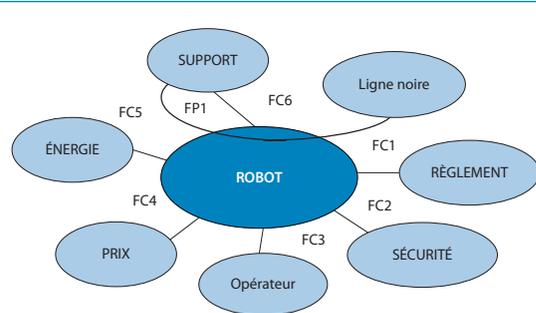
**5 Le diagramme « bête à cornes »**

« pieuvre » **6**, qui leur facilitent la compréhension du règlement du concours et la réalisation du cahier des charges de leur robot **7**.

**La recherche de solutions techniques**

La méthode utilisée pour rechercher des solutions est le brainstorming. Les élèves ont à leur disposition tout le matériel du laboratoire de technologie, comprenant aussi bien les ordinateurs que la base du robot (motorisation, circuit électronique).

Lors de cette séance, les élèves doivent fournir un croquis et une description technique de leur solution. S'appuyant sur les connaissances acquises en classe de 4<sup>e</sup> sur les robots, ils proposeront le plus souvent le pilotage par servomoteur ou le



Fonction	Description de la fonction
FP1	Suivre une ligne noire le plus rapidement possible
FC1	Respecter la réglementation du concours
FC2	Respecter les règles de sécurité
FC3	Être programmable par l'opérateur
FC4	Rentrer dans le budget du collège
FC5	Être alimenté en énergie
FC6	Ne pas détériorer le support

**6 L'analyse fonctionnelle externe par le diagramme pieuvre**

Fonction	Critères	Flexibilité
FP1 : Suivre une ligne noire le plus rapidement possible	Temps de parcours Éviter les obstacles du parcours/support	F3 F0
FC1 : Respecter la réglementation du concours	Voir réglementation du challenge	F0
FC2 : Respecter les règles de sécurité	Posséder un coupe-circuit accessible par l'opérateur ou le jury	F0
FC3 : Être programmable par l'opérateur	Utiliser les microcontrôleurs du collège Utiliser les automates programmables du collège	F0
FC4 : Rentrer dans le budget du collège	300 € par robot	F1
FC5 : Être alimenté en énergie	Être autonome	F0
FC6 : Ne pas détériorer le support	Piste Obstacle	F0 F0

F0 : impératif ; F1 : peu négociable ; F2 : négociable ; F3 : libre

**7 Le cahier des charges**

pilotage par quatre moteurs à courant continu.

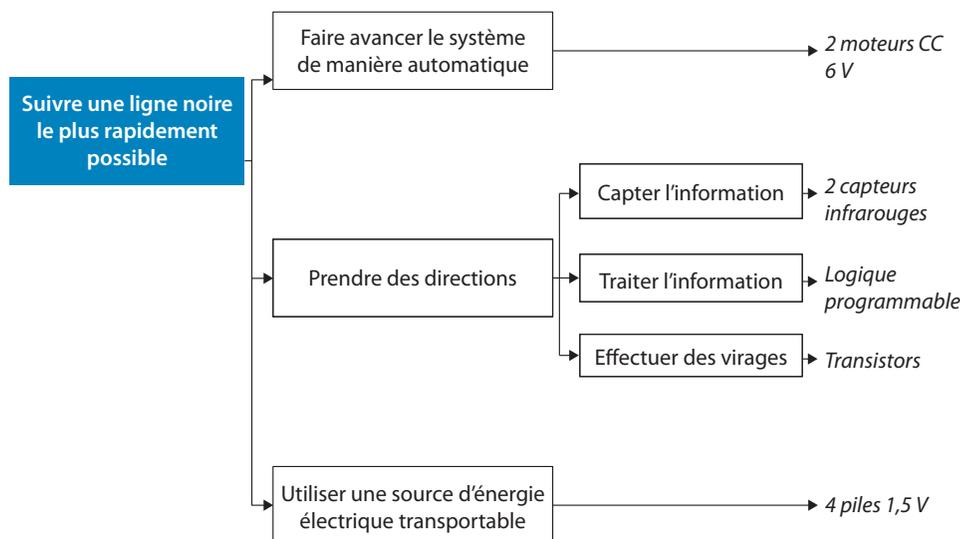
**Le choix de la solution**

Lors de la revue de projet, la combinaison de la motorisation et de la direction réalisée avec deux moteurs à courant continu est choisie pour sa facilité de programmation et son faible coût. Elle permettra de faire pivoter le robot dans les courbes, un moteur tournant pendant que l'autre est à l'arrêt. Le robot pourra donc suivre les lacets du circuit. Tout l'enjeu est de trouver les éléments qui vont composer

le robot et d'affiner le réglage de la trajectoire.

La seconde séance a pour objectif d'approfondir la solution technique. Chaque groupe réalise un diagramme Fast **8** et représente les chaînes d'énergie et d'information en étudiant le fonctionnement du robot **9**. Les élèves doivent aussi créer le modèle numérique du robot sous Google SketchUp **10**, qui sera repris dans la présentation numérique.

Le Fast servira de support à la deuxième revue de projet ; les élèves comprendront alors mieux l'intérêt de cet outil d'analyse.



**8 Le Fast de la fonction principale**

**La programmation et le dossier numérique**

● **Matériel disponible en salle de technologie :**

Matériel d'assemblage (fers à souder, tournevis, etc.)

Ordinateur avec le logiciel Programming Editor et le kit RobotProg

La programmation des moteurs est simple à comprendre, mais moins évidente à mettre en œuvre **11**. Les élèves utilisent le kit RobotProg pour l'architecture physique de leur robot. Pour la programmation, le logiciel Programming Editor, qui permet l'écriture des programmes par organigrammes, a été préféré, d'autant que les élèves avaient déjà travaillé avec en quatrième.

Les deux capteurs utilisés sont constitués d'une led et d'un phototransistor infrarouge (IR). Les capteurs sont pointés vers la surface du plateau de course, la led émet des rayons infrarouges, et le phototransistor agit comme récepteur. La couleur noire de la ligne réfléchit moins intensément que la surface blanche qui l'entoure. En fonction de la détection par l'un ou l'autre des phototransistors de la présence de la bande noire, le robot doit tourner à droite ou à gauche.

La programmation est faite à tâtons par les élèves. Ils programment, puis teste sur le robot. À eux de comprendre sa réaction à l'organigramme testé. Cette étape peut être longue, mais elle est importante pour la suite du projet.

**La réalisation du prototype**

● **Matériel disponible en laboratoire de technologie :**

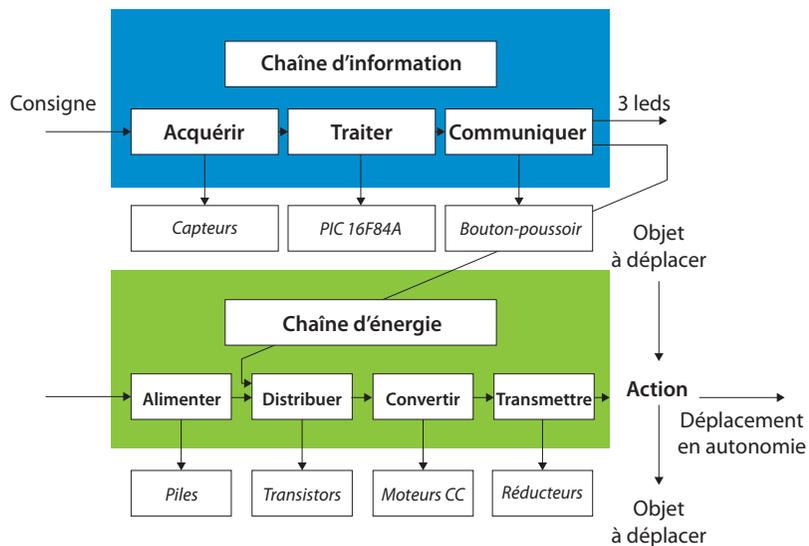
Perceuses

1 thermoplieuse

1 guillotine

1 commande numérique Charly4you piloté par le logiciel CharlyGaal

La base du robot a été fournie à chacun des groupes d'élèves ; ils doivent maintenant en réaliser la coque **12**. Elle doit remplir deux critères : être esthétique et protéger le robot des chocs. On demande aux groupes les plus rapides d'étudier la possibilité de fournir au robot une



### 9 Les chaînes d'énergie et d'information du robot

source d'énergie extérieure, l'objectif sous-tendu étant de voir quelles sont les contraintes d'une intégration de cellules photovoltaïques et leur utilité pour cette application.

#### Les développements

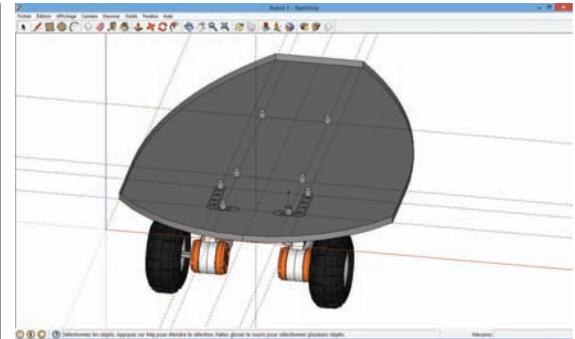
Le projet a été bien accepté par les élèves du fait qu'il y avait un challenge à la fin et un objectif concret à atteindre. Lors de la présentation de l'avancement de leurs travaux dans les revues de projet, il leur a fallu prendre la parole devant les autres, répondre à des questions, et défendre leurs choix techniques. Chaque groupe voyant où en était les autres, les revues ont aussi eu un effet d'émulation dans la classe. Les élèves ont également appris à structurer des documents numériques pour faire passer des informations.

Ce projet reprend le programme de troisième avec toutes les connaissances et toutes les capacités qui le composent ; il permet de couvrir toute une année, sans avoir à en monter un autre. Les élèves ont fait des choix par rapport à des critères économiques, mécaniques et esthétiques, et en ont évalué les impacts environnementaux. Ils ont aussi réinvesti ce qu'ils avaient vu les trois années précédentes, par exemple quant aux matériaux. Tout le long de leurs années de collège, ils ont acquis des connaissances qu'ils

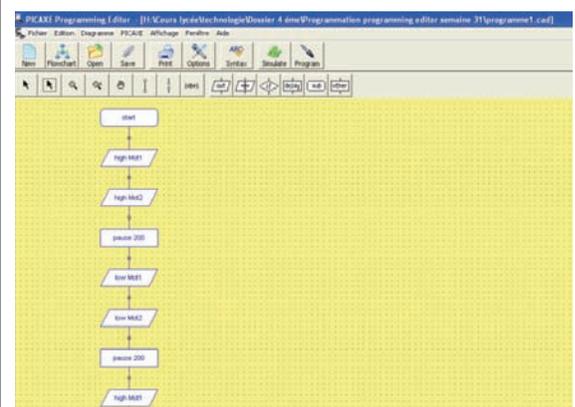
pourront mettre en œuvre en seconde en enseignement d'exploration (sciences de l'ingénieur, création et innovation technologiques) et par la suite dans les différentes sections technologiques du lycée, qu'ils ont pu découvrir à l'occasion de ce projet.

D'autres enseignants s'y sont greffés : le professeur de français a aidé les élèves à structurer leur présentation numérique, lors de laquelle chaque élève a également donné un résumé en anglais de son action au sein de son groupe ; le professeur de sciences physiques s'est appuyé sur le robot pour étudier les différents modes d'énergie, et la responsable du centre de documentation et d'information a aussi eu un rôle à jouer.

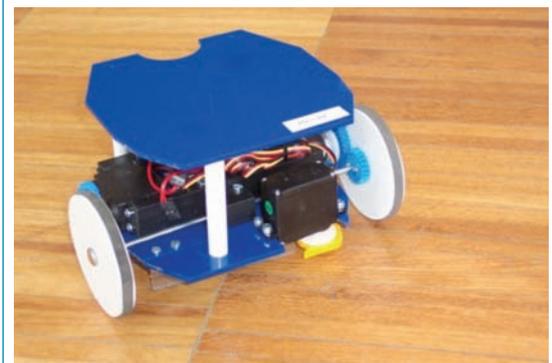
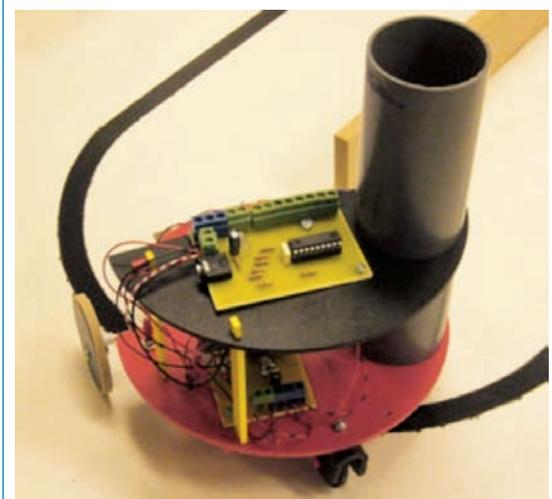
Au final, le projet a débouché sur une collaboration avec différents lycées de notre région dans le domaine de la plasturgie et de la fabrication mécanique, et l'année dernière sur l'inscription au concours national Course en cours, pour lequel il faut monter une écurie de modèles réduits de formule 1. L'équipe des Green Avengers a fait partie des 31 équipes sélectionnées, sur les 80 participantes, pour la finale régionale le 15 mai dernier à l'IUT de Villeneuve-d'Ascq, où elle a remporté le trophée de l'écoconception catégorie collège. ■



### 10 Le modèle numérique du robot initial



### 11 Un exemple de programmation du moteur



### 12 Des robots réalisés