

LE MINI-PROJET EN ISI

Les Challenges robotiques

HUGUES KITTEN^[1]

En 2001, le mini-projet introduit dans le nouveau programme de seconde ISI séduisait, mais, dans le même temps, inquiétait. Les problèmes soulevés étaient nombreux : gestion du temps, autonomie des élèves, idées de mini-projet, etc. Sept années après, sommes-nous plus avancés ? L'auteur veut partager son expérience pour encourager cette pédagogie, qui emporte souvent l'adhésion des élèves. Pour eux, réussir un projet, c'est réaliser ce qui semble impossible au départ, se forger une culture de l'engagement, voire, pour certains, retrouver l'envie d'apprendre. Mais l'excellence de la méthode repose sur une grande maîtrise de la gestion de projet...

Le programme de l'enseignement de détermination « initiation aux sciences de l'ingénieur » (ISI) a été conçu comme une introduction à la connaissance et à la compréhension des systèmes pluritechniques actuels. L'objectif est de donner aux élèves une culture technologique initiale sur les solutions constructives répondant aux fonctions attendues d'un système et sur leur comportement.

L'équipe pédagogique du lycée Pierre-de-Coubertin reste dans cette logique de découverte et d'appropriation de l'existant. S'ajoute à cela le mini-projet, dont la spécificité est d'initier les élèves à la conception et de les inciter à investir les connaissances et savoir-faire acquis pendant l'année dans une démarche de projet.

C'est dans le cadre du mini-projet que l'équipe a choisi de créer les Challenges robotiques. Voici pourquoi.

Tout d'abord, par les liens étroits que nos différentes filières entretiennent avec le bassin économique local, nous avons pris la mesure de l'importance de l'organisation en projet du travail

[1] Professeur de construction mécanique au lycée Pierre-de-Coubertin de Bolbec (76). Courriel : h.kitten@ac-rouen.fr

Mots-clés
lycée
technologique,
pédagogie,
prébac,
projet,
référentiel et
programme

industriel. Et c'est dans ce cadre que nous avons souhaité mettre en place une démarche de projet similaire en classe de seconde. L'objectif en est à la fois simple et ambitieux : à partir d'un cahier des charges, les élèves ont à concevoir puis fabriquer un système opérationnel. C'est un changement radical, puisque les élèves ne disposent plus d'un produit existant au départ de leur étude. Cela doit davantage les pousser à utiliser leurs savoirs. Ils se rendent compte par la même occasion que ces savoirs multidisciplinaires leur sont utiles pour une réalisation concrète (voir « Les objectifs des challenges » en encadré).

Ce choix permet aussi de laisser libre cours à la créativité des élèves pour imaginer, concevoir et élaborer les solutions constructives. C'est un point très important, qu'il faut souligner. Les élèves ont majoritairement beaucoup d'idées – qu'il faut bien entendu trier par rapport aux contraintes de réalisation –, et ils apprécient d'ainsi changer de rôle pour devenir acteurs de leur apprentissage.

D'autre part, nous souhaitons utiliser le cadre du mini-projet pour faire participer des collègues enseignants

de technologie des collèges environnants. L'objectif était de faire découvrir nos filières et de les valoriser auprès des élèves de troisième. Il fallait donc un projet qui soit réalisable avec des moyens moindres que ceux dont nous disposons au lycée.

Enfin, il nous a paru essentiel que ce projet aboutisse à une réalisation concrète des élèves, avec une manifestation finale formelle pour valoriser leur travail. Et le fait de réaliser une compétition crée aussi une émulation à laquelle les jeunes sont très sensibles.

Les challenges

En 2007-2008 a eu lieu la deuxième édition des Challenges robotiques. Un challenge consiste à créer un robot autonome capable de réaliser une performance et répondant à un cahier des charges. Les challenges retenus l'année dernière étaient les suivants :

- **Challenge « Spcedtech »** : le robot doit parcourir une distance de 4 m le plus rapidement possible et s'arrêter dans une zone de 40 cm (projet inspiré du concours Cybertech)

- **Challenge « semeur de billes »** : le robot doit semer le plus rapidement possible 7 billes dans 7 trous, avec l'obligation d'exploiter un signal de capteur déclenchant la libération des billes (voir l'extrait du CdCF en encadré).

L'année précédente, pour la 1^{re} édition, deux challenges avaient été mis en place : le « semeur de billes » sans la contrainte d'exploitation d'un capteur, et le challenge « Lego logo ISI » de l'académie de Grenoble. Il consistait à construire et programmer un robot, réalisé avec des Lego



1 Le jour de la compétition dans le gymnase du lycée

Mindstorms, capable de suivre une ligne ayant la forme du sigle ISI et de déposer une balle de ping-pong dans un trou.

En 2008-2009, un « robot basketteur » devra projeter des balles de ping-pong dans trois trous alignés à intervalles réguliers sur un panneau vertical situé à une distance donnée du robot. Les trous possèdent des diamètres différents. Un certain nombre de points sera attribué pour la réussite d'un lancer franc dans tel ou tel panier, et des bonus récompenseront certaines combinaisons dans la répartition des balles. Le second challenge s'inspirera du challenge « Speedtech » : le robot devra effectuer un aller-retour sans prise en compte de la contrainte d'arrêt dans la zone.

L'organisation chronologique annuelle

En septembre, l'équipe pédagogique d'ISI, sous la responsabilité du coordonnateur, se réunit afin de définir les deux challenges de l'année et rédigent les cahiers des charges fonctionnels (CdCF).

Début octobre, les professeurs de troisième sont conviés au lycée pour choisir le challenge qui sera réalisé par leurs élèves et discuter du CdCF.

En ISI, ces challenges s'inscrivent dans le cadre du centre d'intérêt 6 des secondes ISI : le mini-projet. Pendant l'année, les élèves travaillent sur ces challenges les semaines précédant les vacances scolaires. Le dernier trimestre est entièrement consacré à la finition du dossier de présentation, à la préparation de la présentation orale et surtout à la réalisation du robot.

Le calendrier est le suivant :

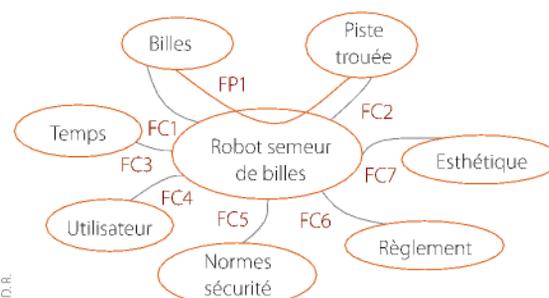
● 1^{re} séance : avant les vacances de la Toussaint

Présentation des challenges

Création des équipes

Nomination d'un chef de projet par équipe

Réflexion commune avec le professeur sur l'analyse fonctionnelle : diagramme pieuvre et premières idées à chaud sur les solutions constructives du FAST pour réaliser les différentes fonctions



2 Le diagramme pieuvre du robot semeur de billes

Lors de cette séance, les élèves découvrent un cahier des charges fonctionnel décrivant le règlement de l'épreuve, les contraintes techniques à la réalisation du robot, le règlement de la journée de compétition, le barème appliqué aux différentes parties, les différents trophées (voir en encadré), les adresses internet utiles...

D'autre part, le chef de projet se voit remettre des documents : un échéancier, des conseils pour la réalisation du dossier et de la présentation orale, ainsi que la revue de projet. Cette revue de projet est à remplir avant chaque séance par le chef de projet et précise, pour chaque séance, le travail à faire par chaque membre de l'équipe et le bilan de la séance précédente. Elle doit être présentée en début de séance au professeur.

● 2^e séance : avant les vacances de Noël

Recherche de solutions : au début de cette phase, il est important de laisser les élèves s'exprimer, même si les solutions envisagées sont irréalisables ou fantaisistes. Cela fait partie de la démarche de création.

Rédaction de la partie analyse fonctionnelle du projet

Les objectifs des challenges

Mettre en application directe les savoirs acquis pendant l'année d'ISI.
Apprendre l'activité de projet.
Donner une première expérience de rédaction de dossier et de présentation orale devant jury aux élèves de seconde.
Montrer la relation et la complémentarité entre les différentes disciplines pour la réalisation d'un projet complet.
Développer la capacité des élèves à travailler en équipe.
Développer l'autonomie chez l'élève.
Montrer que la technologie n'a de sens que si elle répond à un besoin.
Valoriser le travail des élèves par la démonstration des performances du robot en public le jour de la compétition.
Faire découvrir les filières technologiques et scientifiques aux élèves de 3^e des collèges de notre secteur.

Les trophées

Le meilleur projet global : cumul de l'écrit, de l'oral et de la performance

La meilleure performance à l'épreuve

Le défi technique : la solution constructive de libération des billes ou d'arrêt du robot la plus originale

Le défi communication : cumul sur le dossier et la présentation orale

Le défi design : sur la carrosserie de robot

Le trophée spécial du jury : le ou les coups de cœur du jury

Extrait du cahier des charges du robot semeur de billes

Description de l'épreuve

Le robot doit évoluer sur un « plateau » ou « piste » d'une longueur de 2,5 m et d'une largeur de 60 cm. Le plateau comporte 7 trous de même diamètre alignés sur le plan de symétrie du plateau. Les distances entre la ligne de départ et le premier trou et entre deux trous sont égales.

Le mobile dispose de 9 billes au départ. Les billes sont fournies par le jury le jour de la compétition. Un exemple de billes sera fourni à chaque professeur animateur.

L'essai est chronométré : départ arrêté, arrivée lancée (comme un 100 m en athlétisme).

Chaque équipe dispose de 3 essais chronométrés ; seul le meilleur est comptabilisé pour le classement.

Conditions de validation des essais

Avant le lancement de l'essai, le mobile doit être correctement positionné sur la ligne de départ : l'avant du mobile est aligné avec la ligne de départ. Cette condition est validée par un membre du jury.

Un essai est validé aux conditions suivantes :

- ✓ Le robot a été autorisé à participer à l'épreuve, c'est-à-dire qu'il répond au cahier des charges.
- ✓ Le robot reste sur le plateau tout au long de l'épreuve.
- ✓ Le robot franchit la ligne d'arrivée.
- ✓ Le robot est intact à la fin de l'évolution sur le plateau.
- ✓ Rien n'a été déposé sur la piste avant, pendant et après l'épreuve.
- ✓ La piste a été laissée propre après le passage du mobile.

Chaque équipe dispose de 10 minutes de préparation, puis 10 minutes de performance. L'équipe dispose de ces 10 minutes pour faire valider 3 essais homologués par le membre du jury. C'est l'équipe qui dit au jury quel essai elle décide de valider **avant** de commencer la performance.

Conditions techniques de réalisation du robot

Le coût total des éléments constituant le robot le jour de la compétition ne doit pas excéder 40 euros. Un justificatif devra être fourni avec le dossier pour les élèves de lycée.

Le mobile est posé au point de départ, il ne doit pas être poussé ou lancé pour démarrer.

Longueur maximale du mobile : 20 cm

Largeur maximale : 12 cm

Hauteur non limitée

Le mobile peut être fabriqué avec :

- Des éléments du commerce. Seuls les éléments suivants sont autorisés à être achetés dans le commerce : vis, écrous, pignons et roues dentées, axes, roulements, composants électroniques et électriques, fils électriques, câbles. Les ensembles motopropulseurs sont interdits ;
- Des éléments fabriqués ou usinés par les élèves. Seul le coût de la matière première sera pris en compte ;
- Des éléments de récupération. Chaque équipe doit évaluer le coût des éléments de récupération utilisés.

Seuls les élèves de collège sont autorisés à utiliser des éléments modulables (Fischer Technic, K'nex, Lego...).

Ne sont pas autorisés : les dispositifs à allumage, la propulsion animale, les moteurs thermiques et chimiques, les dispositifs de lancement.

La carrosserie n'est pas budgétée. Pour être classée dans le défi design, la carrosserie doit être une création originale (pas de carrosserie ni de maquette du commerce).

Le robot concourt obligatoirement avec la carrosserie mise en place.

Le mode de pilotage est libre, néanmoins, aucun participant ne pourra intervenir sur la piste d'évolution pendant l'épreuve.

Le produit devra se déplacer de manière autonome sans liaison d'aucune sorte.

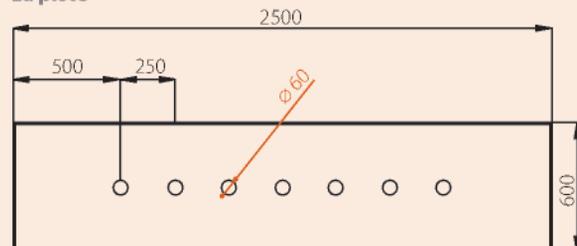
Le produit devra rester en contact avec le sol.

S'il y a un circuit électronique, il doit être fabriqué par les élèves.

En cas d'utilisation d'énergie électrique seules sont autorisées les combinaisons suivantes : piles type 9 V 6F22 (2 maxi) ; 1,5 V LR06 (4 maxi) ; 1,5 V LR03 (8 maxi) ; pile plate 4,5 V (2 maxi). Ces piles peuvent être rechargeables.

Aucune liaison entre le départ et l'arrivée n'est autorisée.

La piste



- 3^e séance : avant les vacances de février

Recherche de solutions

Rédaction de la partie recherche de solutions

- 4^e séance : avant les vacances de printemps

Recherche de solutions

Rédaction de la partie recherche de solutions

Mise en place de critères de comparaison de solutions et choix de la solution : fiabilité, coût estimé, facilité de réalisation, avantages et inconvénients...

Choix du nom de l'équipe et de celui du robot

- À partir de la semaine 26 environ

Reprise et finition du dossier selon le plan type fourni

Préparation de la présentation orale (prévue 3 semaines avant la compétition)

Création du robot et essais

- Mi-juin : demi-journée de compétition au lycée avec les collégiens et les parents

Les collégiens ne découvrent pas le lycée lors de cette demi-journée de compétition. Ils viennent à la mi-décembre y chercher le cahier des charges, l'analyse fonctionnelle et la piste nécessaire à l'épreuve. C'est l'occasion pour nous de leur présenter l'établissement, ses filières et ses débouchés, et de leur faire découvrir des filières techniques et scientifiques parfois méconnues.

L'évaluation des challenges

La répartition des points sur les différentes parties est la suivante :

- Partic écrite : 6 points

Elle comprend :

- l'analyse fonctionnelle (2/6)
- la revue de projet (1/6)
- le dossier de présentation (3/6)

Le plan du dossier est figé pour en faciliter l'évaluation et doit comprendre les parties suivantes :

✓ La page de garde avec les noms de l'équipe, des membres de l'équipe et du robot

✓ La présentation du challenge et le rappel des conditions techniques et contraintes de réalisation

✓ Le diagramme pieuvre **2** et le diagramme FAST

✓ La présentation de trois solutions techniques envisageables – avec des schémas et dessins explicatifs – pour la fonction principale du robot : la libération de billes pour le semeur **3**, l'arrêt pour le Speedtech (il nous a paru utile d'obliger à étudier trois solutions afin de parer à un échec de celle choisie)

✓ Le tableau de critères de choix

✓ La description *détaillée* de la solution technique choisie : mises en plan, schémas technologiques, perspectives... et une maquette numérique, obligatoire

✓ Une conclusion sur les difficultés rencontrées, l'ambiance dans l'équipe, ce qui se passe bien et moins bien, les avis des membres de l'équipe, l'aboutissement probable ou non du projet...

● Partic orale : 6 points

La présentation orale s'effectue devant un jury constitué de membres du personnel de l'établissement et de professeurs. Il semble important qu'un professeur de la matière supervise l'ensemble des jurys pour harmoniser les différentes notes.

Seule la performance orale est évaluée : qualité et clarté des documents présentés, aisance des candidats, répartition du temps de parole entre les membres de l'équipe, réactivité face aux questions, respect du plan...

● Performance à l'épreuve : 8 points

Les élèves se voient attribuer un certain nombre de points en fonction de leur classement le jour de la compétition, comme pour le championnat de F1.

Le bilan de l'expérience et ses évolutions à venir

Les élèves s'investissent fortement dans ce projet **3** qui leur permet d'appliquer leurs savoirs à une réalisation

concrète. Ils sont demandeurs d'heures supplémentaires en fin d'année pour avancer leur projet, ce qui est très motivant pour les enseignants.

Ce projet permet à chacun de faire valoir ses compétences : inventivité et imagination lors des recherches de solutions, connaissance de l'outil informatique lors de la rédaction du dossier ou la réalisation de la présentation orale, aptitude à la représentation volumique lors de la création de la maquette numérique, dextérité lors de la construction du robot, capacité à fédérer et diriger pour les chefs de projet. Certains élèves en difficulté se révèlent dans la réalisation du robot, et trouvent dans le projet un regain de motivation pour leur cursus. Beaucoup s'aperçoivent qu'ils font appel à des compétences insoupçonnées en mathématiques, français ou physique pour réaliser leur projet.

Bien sûr, le travail fourni par l'équipe pédagogique pour la mise en place de ces projets et la maîtrise de leur gestion est conséquent. Mais l'enthousiasme des élèves et le fait de voir certains retrouver l'envie de poursuivre des études techniques sont une vraie récompense.

Pour autant, tout n'est pas parfait. L'équipe pédagogique et les professeurs des collèges ont soulevé quelques idées pour améliorer et faire évoluer ces projets :

- Obligation de réaliser une maquette numérique du robot avant de commencer la fabrication pour écarter certains problèmes majeurs (absence de portessesieux, engrenages en interférence avec le châssis, problème de transmission de la puissance aux roues...)

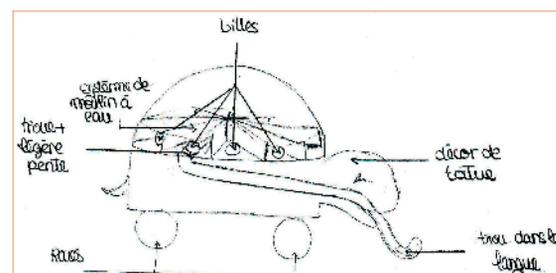
- Intervention plus approfondie des professeurs de français pour la rédaction du dossier et la présentation orale

- Création d'un châssis plus technique à l'aide du centre d'usinage Charly4U de Charlyrobot

- Pluridisciplinarité avec l'ISP (Informatique et Systèmes de Production) :

- électronique pour la création d'un circuit imprimé

- productique pour l'usinage des roues, entre autres



3 Le croquis d'intention du système de distribution automatique des billes



4 Concentration lors de la compétition

En ligne

Les productions des intervenants du séminaire ISI qui s'est tenu le 3 avril 2008 à Fécamp sont disponibles sur le site STI de l'académie de Rouen à l'adresse suivante :

<http://sti-lt.ac-rouen.fr/spip.php?article75>

Bibliographie

PÉREZ-BOULLIER (Valérie), « Le mini-projet en seconde ISI » (1^{re} et 2^{de} partie), *Technologie*, n° 121, septembre-octobre 2002, et 122, novembre-décembre 2002

BONIS (Marc) et al., « ISI en classe de seconde : document d'accompagnement », *Technologie*, n° 121, septembre-octobre 2002

En tout cas, je conseille aux collègues de tenter l'expérience. Le travail réalisé par notre équipe pédagogique est entièrement disponible pour les enseignants intéressés, et je me tiens à leur disposition pour leur fournir indications, fichiers et conseils qui pourraient les aider à lancer des projets de ce type. ■