

La CREP (Coupe de Robotique des Ecoles Primaires) : Passerelle entre l'école primaire et l'école d'ingénieurs

Emmanuelle Pichonat¹, Judith François², Alexandre Boe¹, Isabelle Marechal², Walter Henno²

¹ Polytech Lille, Université de Lille, IEMN CNRS UMR 2520, 2, Bd Langevin, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France

emmanuelle.pichonat@univ-lille1.fr

² Inspection de l'Education Nationale, 28 Place de la république, 59130 Lambersart, France

judith.francois@ac-lille.fr

Résumé. Cet article présente la Coupe de Robotique des Ecoles Primaires qui existe depuis décembre 2013. Le principe est de faire découvrir les sciences de l'ingénieur à travers un challenge robotique ludique à des élèves de CM1 et de CM2. Chaque classe doit construire un parcours imposé et programmer un robot LEGO® Mindstorms® selon un défi élaboré conjointement par la circonscription de Lambersart et par les étudiants du club de robotique de Polytech Lille. Il s'agit d'enseigner et d'apprendre autrement, en mobilisant le socle commun de connaissances, de compétences et de culture, en investissant le numérique, les nouvelles stratégies mathématiques, l'apprentissage du code et la diversité des langages.

Mots-clés. Robotique, programmation graphique, apprentissage du code, interdisciplinarité, cycle 3

Abstract. This article presents the Robotic cup of the Primary schools which exists since December, 2013. The aim is to discover engineering sciences through a playful robotics challenge to pupils of 4th year of primary school and 5th year of primary school. Every class has to build a route and program a robot LEGO ® Mindstorms ® according to a challenge developed jointly by the education district of Lambersart and by the students of the club of robotics of Polytech Lille. It is a question of teaching and of learning differently, by mobilizing the common base of knowledge, skills and culture, by surrounding the digital technology, the new mathematical strategies, the learning of the code and the diversity of the languages.

Keywords. Robotics, graphical programming, interdisciplinary, code learning, primary school

1 Introduction

Depuis quelques années, de nombreux pays de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) ont exprimé leur

inquiétude vis-à-vis d'un déclin d'intérêt pour les études de Sciences et Technologies (S&T), alors que la demande pour les diplômés dans ces domaines s'accroît. Un rapport publié en 2006 [1] examine les tendances en matière de nombre d'étudiants dans les filières de S&T et leur évolution par rapport aux autres disciplines afin d'encourager l'intérêt des étudiants pour les études en Science et Technologie. Ce rapport montre qu'encourager l'intérêt pour les études en S&T exige des actions complémentaires dans de multiples domaines, à l'intérieur comme à l'extérieur du système éducatif. Ceci passe par la formation des enseignants ou la réforme des cursus aussi bien que l'amélioration de l'image et de la connaissance des carrières scientifiques.

En partant de ce constat, une étude de faisabilité de coupe de robotique en école primaire a été réalisée dans le cadre d'un projet marketing de la formation d'ingénieurs IC2M (Instrumentation et Commercialisation des systèmes de Mesures) de l'école d'ingénieurs de l'Université de Lille1, Polytech Lille. L'inspectrice de l'éducation nationale de Lille1-Lambersart a très vite répondu à l'appel à projet et le partenariat CREP est né avec une convention signée avec la direction académique.

Le principe est de faire découvrir les sciences de l'ingénieur à travers un challenge robotique ludique à des élèves de CM1 et de CM2. Chaque classe doit construire un parcours imposé et programmer un robot LEGO® Mindstorms® selon un défi élaboré conjointement par la circonscription de Lambersart et par les étudiants du club de robotique de Polytech Lille. Il s'agit d'enseigner et d'apprendre autrement, en mobilisant le socle commun de connaissances, de compétences et de culture, en investissant le numérique, les nouvelles stratégies mathématiques, l'apprentissage du code et la diversité des langages.

2 Présentation générale

La première coupe de robotique des écoles primaires au niveau national a ainsi vu le jour en décembre 2013. Chaque année, un nouveau défi est lancé aux écoles primaires de l'agglomération lilloise (Hauts de France), et plus particulièrement aux élèves de cycle 3 (CM1, CM2, 6^{ème}). Un cahier des charges précis [2] contenant l'objectif du défi robotique, l'élaboration de la piste et les consignes de restitution est envoyé aux écoles en septembre. Le défi proposé a pour vocation de développer des compétences pluridisciplinaires en appui des 5 domaines du socle commun, et des programmes de cycle 3, mais surtout en initiant les élèves à la programmation, l'apprentissage du code, en les faisant travailler en équipe.

Chaque classe travaille sous forme de mini-stage de 5 semaines sur le temps scolaire avec deux après-midis dédiées aux interventions des étudiants de Polytech Lille principalement ceux du club de robotique,

Robotech. Lors de ces mini-stages, les élèves cherchent à relever un défi. Ils identifient les différents paramètres du projet et les compétences à mobiliser. Le projet se découpe en 5 grandes étapes retracées dans un carnet de bord personnel :

- Lecture et appropriation du cahier des charges
- Construction en taille réelle de la piste
- Construction du robot (figure 1)
- Programmation du robot
- Création du scénario pour la restitution à l'oral.

Ils construisent le robot qu'ils apprennent à programmer. Ils doivent prendre en compte les exigences du parcours à réaliser et le barème qui déterminera leur réussite. Pour la restitution à l'oral de leur travail, ils doivent choisir un thème et une mise en situation relatant le parcours du robot et la démarche adoptée pour arriver à relever le défi. Le thème choisi est souvent en étroite relation avec la littérature, la culture artistique, le programme d'histoire et de géographie ou leur environnement.



Fig. 1. Travail en groupe lors de la construction du robot

La rédaction du scénario peut s'engager, permettant de planter le cadre du déplacement du robot. Durant ce mini-stage, ils apprennent à chercher, modéliser, représenter, raisonner, calculer, communiquer, nommer, localiser, situer, mémoriser et utiliser des termes appropriés, s'exprimer, expérimenter et créer. Le travail en équipe constitue l'architecture de ce projet où chaque élève doit donner le meilleur de lui-même dans une étroite collaboration avec ses pairs, au sein des groupes de travail constitués.

Les conseillers pédagogiques et les CTICE (Conseiller Technique aux Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement) contribuent à la bonne réalisation des stages sur le terrain, en accompagnant les enseignants, en animant des formations, en complément et en collaboration avec les étudiants qui offrent une part de leur temps chaque jeudi selon un calendrier défini, aux professeurs

des écoles et élèves dans leur classe, dans le cadre de l'ASTEP (Accompagnement en Sciences et Technologie à l'Ecole Primaire). Les échanges avec les étudiants en école d'ingénieurs permettent aux écoliers de mieux concevoir les carrières scientifiques et d'envisager autrement leur orientation future.

3 Apprentissage du code

Pour concilier l'aspect ludique et la programmation, le choix s'est porté sur le robot NXT Mindstorms, jeu de construction et de robotique présenté par Lego en 2006 et par la suite sur son remplaçant l'EV3. Ce sont des robots qui se construisent sur le principe des jouets Lego et qui se programment sous un environnement développé par National Instruments inspiré de Labview. Les principales caractéristiques de ce Lego Mindstorms NXT sont :

- brique intelligente programmable NXT 4 ports d'entrée et 3 ports de sortie de forme proche du standard RJ12 (seule la patte anti-retour est décalée)
- connexions USB et Bluetooth
- trois servomoteurs interactifs
- 4 capteurs disponibles dans la boîte de démarrage : ultrason, son, lumière, contact, couleur,
- NXT-G, le logiciel de programmation graphique, très intuitif basé sur Labview compatible avec Windows et Mac

L'apprentissage du code se fait alors à l'aide d'une programmation graphique (voir figure 2). Plusieurs approches possibles existent pour initier les enfants à la démarche algorithmique [3] et au codage informatique, l'objectif de la CREP en s'appuyant sur une initiation à la programmation par bloc est de faire adopter aux enfants la pratique d'une démarche d'investigation.



Fig. 2. Capture d'écran de la programmation graphique utilisée dans les classes d'école primaire

Les différentes actions devant être exécutées par le robot sont présentées dans le cahier des charges distribué en début d'année

scolaire. L'enfant doit modéliser dans son programme de façon analytique, séquentielle et logique, les actions exécutées par le robot. Il prend ainsi de la distance par rapport à l'action. Les enfants programment sur un ordinateur ou une tablette et chargent le programme sur le robot pour l'exécuter. Le fait de pouvoir tester en temps et échelle réels un programme permet de maîtriser la démarche d'investigation « réflexion-test-correction du programme » (figure 3).



Fig. 3 Test sur la piste du programme réalisé

4 Restitution en taille réelle au sein de Polytech Lille

Vers la fin de l'année scolaire, une moyenne de 300 enfants de la douzaine de classes participantes vient passer une journée complète au sein de Polytech Lille, école d'ingénieurs de l'Université de Lille1. Pour une classe, la journée est décomposée en 4 temps :

- *Restitution à l'oral du défi robotique.* Chaque classe doit créer une histoire qui relate le parcours du robot et présenter oralement en direct en un temps limité la démarche scientifique adoptée pour atteindre l'objectif fixé à l'aide d'un support multimédia (figure 4).

- *Visite des plateformes technologiques de Polytech Lille* liées à la robotique. Cette visite permet de faire découvrir à chaque enfant, en taille réelle, l'utilisation des robots dans le milieu industriel et de la recherche académique (figure 5).

- *Temps d'échange avec les étudiants ingénieurs* autour d'activités sportives et culturelles. Ce temps permet la discussion intergénérationnelle entre élèves et de démystifier les études scientifiques.

- *Temps de réinvestissement des acquis* au travers de petits tests de programmation sous forme de situations problème à résoudre.



Fig. 4. Restitution orale du défi robotique face à un jury

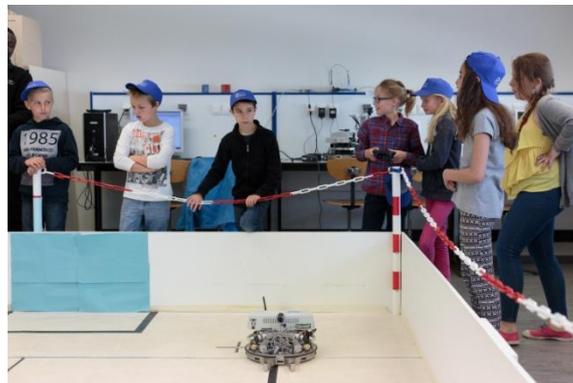


Fig. 5. Visite des plateformes technologiques de Polytech Lille

5 Apports multidisciplinaires pour les élèves

Depuis sa création, il y a 4 ans, l'accueil de cette Coupe de Robotique en école primaire a été positif et enthousiaste au niveau des élèves. Au-delà de l'aspect ludique de la robotique, nous pouvons observer que l'initiation à la programmation informatique au primaire apporte un certain nombre de savoirs, savoir-faire et compétences. En se basant sur les travaux de Jacques BEZIAT [4], nous pouvons lister les effets positifs de ce défi robotique sur les élèves de cycle 3 :

- Dans l'espace : lors de la transposition du schéma de la piste vers sa taille réelle (figure 6), il permet d'exercer des compétences spatiales.
- Dans le temps : en définissant les étapes de programmation du robot les unes après les autres, ce défi aide aussi à établir un ordre chronologique, et à définir des séquences pour parvenir à un objectif.

- Sur l'exercice de la pensée : l'enfant qui apprend à coder et à établir des actions, découvre des compétences sur sa propre manière de penser : il traduit des intuitions sous la forme d'un programme.
- Sur les instruments de travail : ce défi permet le développement de l'imagination, de l'invention et du raisonnement inductif, et permet de travailler sur des compétences linguistiques.
- Sur la dynamique personnelle : en programmant un robot dans un groupe de 2 à 3 élèves, les enfants développent des comportements d'autonomie et de collaboration.

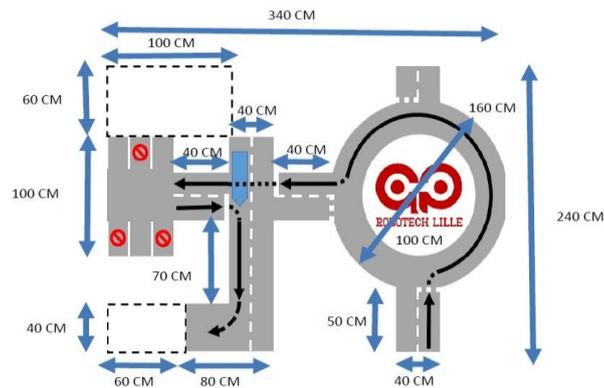


Fig. 6. Schéma détaillé de la piste à construire

- Sur les enjeux sociétaux et citoyens: devenir citoyen et prendre sa place dans la société c'est réussir à repérer les enjeux liés à l'usage et au déploiement des outils du numérique. Chaque enfant, lors de la CREP, va être sensibilisé à la place des robots et des instruments numériques (ordinateurs, tablettes...) dans notre société. Il est indispensable de former des utilisateurs « intelligents » et de leur montrer une autre utilisation des outils numériques déjà disponibles dans leur quotidien.

De plus, la CREP impacte le changement des pratiques professionnelles des enseignants, ce qui peut être un enjeu majeur pour faire évoluer les performances des élèves.

Un bilan chiffré (tableau 1) du développement des compétences des élèves a été réalisé sur les 5 domaines du socle. Il s'appuie sur les évaluations mises en place par les enseignants suite au mini-stage. La synthèse de ce bilan met en évidence des développements particulièrement accrus pour les compétences suivantes :

- en mathématiques et plus particulièrement les outils numériques:
 - Mise à l'échelle de la piste
 - Calcul des déplacements du robot
 - Repérage dans l'espace ;

- en sciences et technologies :
 - la pratique d'une démarche d'investigation : savoir observer, questionner,
 - la mise à l'essai de plusieurs hypothèses pour aboutir à une solution,
 - l'exercice des habiletés manuelles, la réalisation de certains gestes techniques,
 - l'implication dans un projet individuel ou collectif,
 - le développement d'un esprit critique face à l'information et à son traitement ;
- en français et plus spécifiquement les compétences langagières:
 - Rédaction d'un journal de bord de type cahier de laboratoire pour référencer les différentes démarches effectuées permet le développement de l'écriture de manière rigoureuse à l'aide d'un vocabulaire spécifique,
 - L'écriture d'un récit de fiction pour romancer le parcours du robot
 - La restitution à l'oral avec support visuel pour expliquer, justifier, argumenter, mais aussi raconter.

Tableau 1 : bilan effectué en 2016 auprès des 300 élèves participants

Développement des compétences (en pourcentage)	Les langages pour penser et communiquer			Les méthodes et outils pour apprendre				La formation de la personne et du citoyen		Les systèmes naturels et les systèmes techniques			Les représentations du monde et l'activité humaine
	Le langage oral	Le langage écrit	Les langages mathématiques, scientifiques et technologiques	Organiser son travail pour améliorer l'efficacité des apprentissages	Développer le travail de groupe	Développer le travail collaboratif à l'aide des outils numériques	Connaitre les règles des outils numériques	Développer la confiance en soi et le respect des autres	Comprendre le sens de l'engagement et de l'initiative	Recourir à la démarche d'investigation	Développer de nouvelles stratégies mathématiques	Favoriser les démarches de tâtonnements et d'essais-erreurs	Situer les évolutions techniques et scientifiques
Très bien	52,6	39,5	44,7	47,4	64,5	54	72,4	65,8	55,3	52,6	50	60,5	39,5
Bien	25	40,8	37	34,2	25	35,5	22,4	23,7	32,9	29	31,6	2,9	36,8
Un peu	17,2	10,2	16,8	14,5	9,2	10,5	5,2	9,2	10,5	17,1	13,2	9,2	22,4
Pas assez/ Pas du tout	5,2	2,5	2,6	3,9	1,3	0	0	1,3	1,3	1,3	5,2	1,3	1,3

6 Perspectives d'évolution

Le format actuel de la CREP en cycle 3 en est à sa quatrième édition et a démontré avec succès son rôle dans l'apprentissage des

compétences et les échanges intergénérationnels des élèves. 1247 élèves ont participé à la CREP depuis sa création à raison de 10 à 12 classes maximum participantes par an. L'organisation de la CREP ne permet pas de multiplier le nombre d'élèves par an pour des raisons d'accueil et de sécurité. Néanmoins, la quantité de circonscriptions engagées s'accroît d'année en année passant d'une à 4. Les classes ne participant plus à la CREP poursuivent des projets robotique, individuellement ou en liaison avec le collège de leur secteur. Ainsi, depuis 2016, des alternatives à ce défi commencent à se mettre en place pour continuer à bâtir des passerelles entre les écoles, le collège, le lycée et l'université. Une CREC (Coupe Robotique des Ecoles et des Collèges) a été mise en place en faisant travailler en binôme une classe de CM2 et de 6^{ème} sur un même défi [5]. D'autres écoles d'ingénieurs commencent à participer sur d'autres sites en s'inspirant de cette dynamique. Depuis 2017, Le Festival Asimov propose aux classes de cycle 3 équipées de robots de revivre la CREP en relevant un défi des éditions précédentes, en y ajoutant un challenge plus complexe : franchir une pente, déplacer un objet vers un point, etc. L'enjeu de ce festival est de toucher le plus grand nombre et d'ouvrir à d'autres acteurs à l'échelle nationale... La CREP a d'ailleurs été récompensé par un prix de l'innovation lors des journées de l'innovation de l'éducation nationale en 2017 [6].

Remerciements. Les auteurs tiennent à remercier tous les enseignants des classes de CM1 et CM2 qui ont accepté de participer à ce projet depuis décembre 2013. Nous remercions chaleureusement et sincèrement les étudiants de Polytech Lille et plus particulièrement le club de robotique de l'école, Robotech qui se sont investis bénévolement et avec une motivation extrême dans la préparation du cahier des charges et l'accompagnement des enfants dans les classes en prenant sur leur temps libre. Sans eux, une telle coupe ne peut avoir lieu et ne peut pas être aussi riche en échanges et partages de connaissances. Nous remercions aussi la direction de Polytech Lille qui nous permet d'organiser une journée d'accueil de 300 enfants tous les ans depuis 4 ans pour concrétiser le travail réalisé par les enfants tout au long de l'année.

Références

1. Organisation de Coopération et de Développement Economiques, Forum mondial de la science, Evolution de l'intérêt des jeunes pour les études scientifiques et technologiques, Rapport d'orientation (2006)
2. <http://crep.etab.ac-lille.fr/2016/11/16/cahier-des-charges-2017/>
3. Regis S., Dorville A., Initiation à l'algorithmique et à la programmation informatique au primaire : quelques éléments pragmatiques tirés d'une expérience pratique, *EpiNet n 177, septembre 2015*

4. Jacques Béziat, Les TIC à l'école primaire en France : informatique et programmation, *EpiNet* n° 159, novembre 2013.
<http://epi.asso.fr/revue/articles/a1311d.htm>
5. <http://crep.etab.ac-lille.fr/crec/>
6. <http://eduscol.education.fr/cid107050/les-journees-de-l-innovation-2017.html>