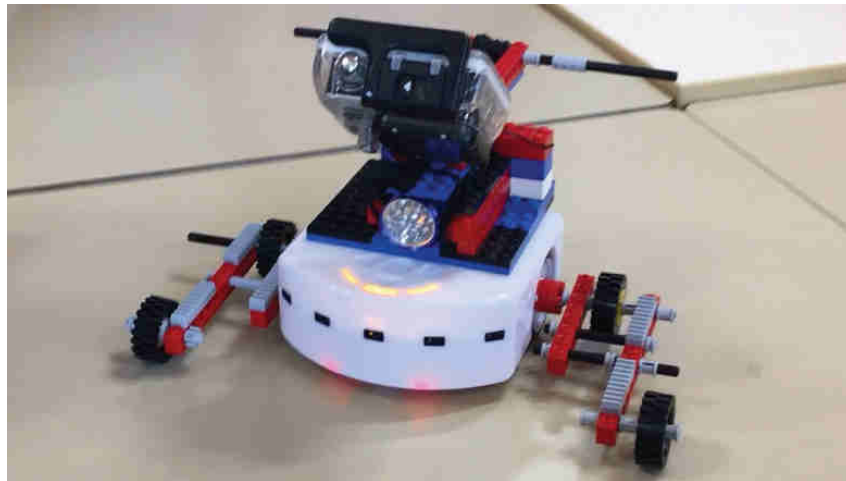


Ecole Saint Laurent
Classe de CM1
14, rue de Bohars
29 200 Brest

La robotique au service de la recherche sous-marine

- De l'observation du Nautille à la réalisation de robots équipés -



Introduction

A l'heure actuelle, la robotique fait partie intégrante de notre quotidien. Si hier elle était l'apanage des domaines scientifiques, elle a aujourd'hui investi tous les domaines, notamment domestiques (robots aspirateurs, tondeuses à gazon...) De nombreux robots sont aussi désormais disponibles dans les magasins de jouets et remportent un vif succès auprès des enfants. La robotique entre donc dans la vie et les préoccupations de nos élèves de diverses manières et, comme nous avons pu l'observer, suscite un réel engouement et une vive curiosité de leur part.

A l'heure où la société se questionne sur les enjeux de la robotique et notamment sur l'intelligence artificielle, où de nombreux films de science-fiction font apparaître des robots et où les enfants vivent et utilisent de manière quasi-quotidienne des robots, il nous paraissait essentiel de permettre à nos élèves de s'interroger sur les usages et le fonctionnement de ceux-ci. Très vite, nous nous sommes aperçu que les grandes questions éthiques liées à l'usage des robots qui traversent notre société étaient aussi au cœur des préoccupations des élèves. *Pourquoi les robots font-ils le travail à la place de l'Homme ? Peuvent-ils penser seuls ? Peuvent-ils faire le mal ?*

Nous avons souhaité, après un travail assez général sur les robots, ancrer davantage le questionnement des élèves dans le contexte local. L'école se situant à Brest (Finistère), nous avons l'opportunité de travailler en collaboration avec Marie-Anne Cambon- Bonavita, chef d'une campagne d'études portant sur les grands fonds marins à l'IFREMER. Nous avons donc fait le choix d'axer le travail sur la robotique en lien avec la recherche sous-marine.

Éléments de contexte

Ce travail a été effectué à l'école Saint-Laurent de Brest, dans une classe de CM1 de 20 élèves. L'enseignante, Elise Gahagnon, a co-construit et parfois co-animé les séances avec Melvine Le Guen, formatrice à l'ISFEC Bretagne, institut de formation de l'enseignement catholique.

Ce travail a été présenté à Océanopolis, parc de découverte des océans, dans le cadre du festival *Jeunes reporters des Arts, des Sciences et de l'Environnement*. Ce dernier a pour but de donner aux élèves une image concrète et réaliste de la science, de les placer dans un environnement stimulant propice à développer leur curiosité intellectuelle et leur envie d'apprendre.

Ce projet s'est fait en lien avec l'IFREMER, institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, lors de la campagne BICOSE 2 dont l'ambition est de mieux comprendre la vie des profondeurs marines.

Ce travail a été effectué entre janvier et mai 2018, à raison d'une séance par semaine environ.

Résumé du projet

Les élèves de la classe de CM1 de l'école Saint Laurent de Brest ont travaillé sur la thématique de la robotique au service de la recherche sous-marine. Après s'être interrogés sur les usages des robots et avoir effectué des recherches documentaires pour y répondre, ils ont découvert quelques bases de la programmation informatique de manière débranchée puis branchée grâce aux robots Thymio.

En parallèle, les élèves ont suivi la campagne de recherche BICOSE 2 menée par l'IFREMER et se sont particulièrement intéressés à l'utilisation d'un robot : le *Nautile*. Sa fonction est de collecter des données visuelles (vidéos, photos) et des échantillons dans un environnement sous-marin très profond et donc entièrement obscur. Les élèves ont alors cherché à équiper leurs robots Thymio d'éléments leur permettant d'effectuer eux aussi des prélèvements ainsi que de collecter des images dans l'obscurité.

Les différentes étapes de ce projet ont été filmées puis présentées à Océanopolis dans le cadre du festival *Jeunes reporters des Arts, des Sciences et de l'Environnement*. <https://www.youtube.com/watch?v=LSYm37uOEGs> (durée : 10 minutes)

Description du projet

Recueil des conceptions initiales

Afin de faire l'état des lieux des connaissances des élèves, nous avons réalisé un questionnaire initial comportant deux questions : *à quoi servent les robots ? Comment fonctionnent-ils ?* Ce questionnaire est succinct et aurait sûrement pu être plus riche car il ne crée pas de réelle situation-problème pour les enfants et ne favorise peut-être pas leur investissement dans le questionnement. Cependant, nous avons déjà évoqué le sujet de la robotique avec les élèves de cette classe et aussitôt perçu l'intérêt du groupe et les nombreuses questions que celui-ci suscitait. L'objectif ici n'était donc pas d'investir les élèves dans un questionnement et d'éveiller un intérêt car ceux-ci étaient déjà présents. Ce questionnaire nous a en revanche permis d'observer les représentations que pouvaient avoir les enfants et ainsi de construire une partie de la séquence.

Nous avons étudié les productions et cherché à analyser les conceptions sous-jacentes. Plusieurs observations ont pu être faites :

- Les robots ont majoritairement une forme humanoïde
- Un vocabulaire technique est employé pour décrire le fonctionnement : carte mère, câble... sans grande compréhension du sens de ce vocabulaire.
- La nécessité d'une source d'énergie apparaît souvent : pile, batterie, prise.
- distraction/amitié, fonction ludique : jouet, fonction domestique (aspirateur), usage industriel (usine)...
- Certains élèves font apparaître des éléments de programmes informatiques, comme on en trouve sur Scratch, pour expliquer le fonctionnement d'un robot

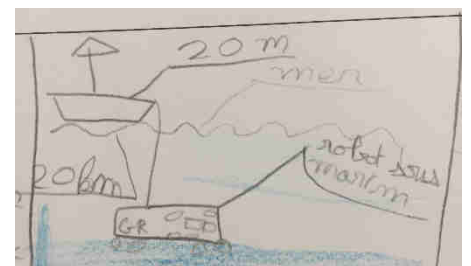
Les fonctions identifiées sont diverses : applications sous-marine, domestique, astronomique, industrielle.

Des difficultés que nous n'avions pas soupçonnées se sont révélées lors de l'analyse des représentations initiales :

- Le terme « robot » est très souvent employé pour parler de « robots ménagers ». Aussi, de nombreux élèves pensaient que tout ce qui était branché et/ou effectuait des « corvées » était un robot : lave-vaisselle, sèche-cheveux, tablette... De la même manière, ce qui était « animé » pouvait être identifié comme un robot : l'horloge par exemple.

Question 1 : à quoi servent les robots ?

Les robots servent parfois à travailler



> Dessinant un schéma que tu pourras légénder

Matériel : crayon gris et crayons de couleurs

Question 1 : à quoi servent les robots ?

Il ya des gens qui se sentent seul donc il y a des gens qui se sentent avec un robot

Schéma :

Question 2 : comment fonctionnent-ils ?

à moi aide les
sent le rules

le robots nettoyeur

- Recueil des conceptions initiales : A quoi servent les robots ?-

des faire la cuisine et imprimer

Schéma :

Schéma :

Schéma :

- A quoi servent les robots ? Des réponses « déroutantes »--

Question 2 : comment fonctionnent-ils ?

Elle fonctionne avec de l'électricité, de la batterie, des piles

Schéma :

Question 2 : comment fonctionnent-ils ?

Grâce à un moteur, de l'électricité, des piles, des cable.

Schéma :

En premier on appuie sur le bouton si ya une télécommande ou une application

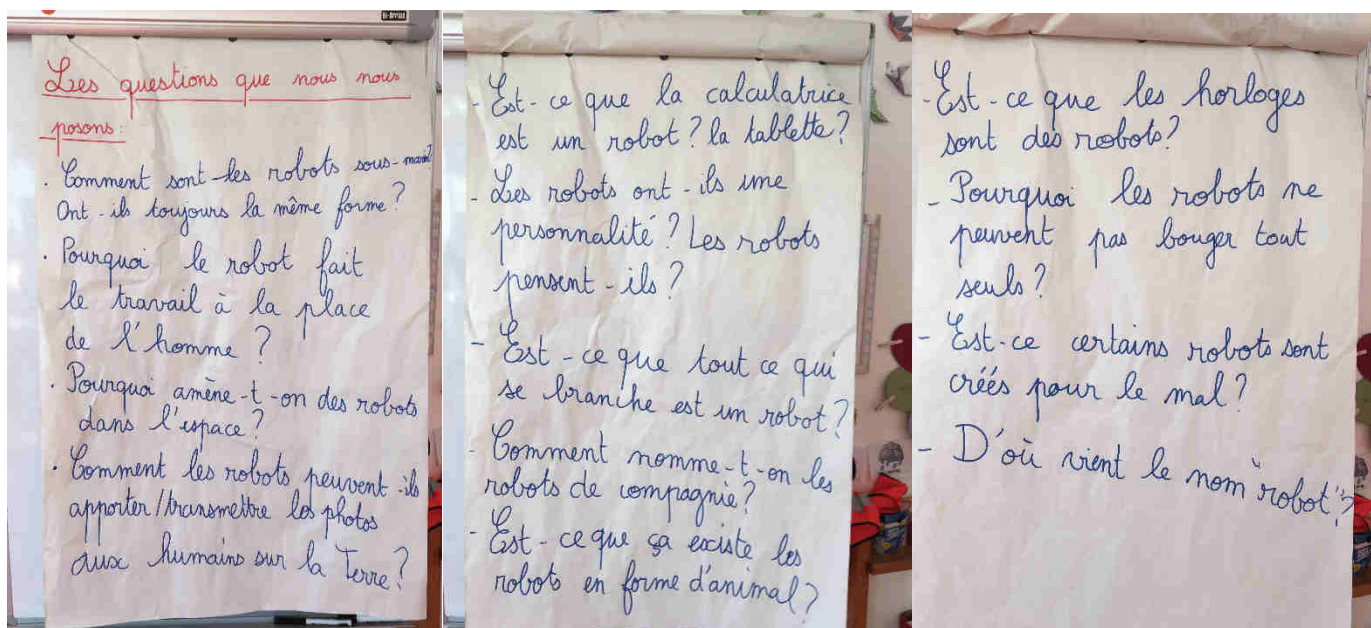
Schéma :

- Comment fonctionnent les robots ? -

Nous avons sélectionné les productions qui étaient les plus représentatives des conceptions générales et certaines traces qui révélaient des conceptions moins générales afin d'organiser un débat. Celui-ci a permis de confronter les points de vue des élèves puis de dresser une liste de questions : « Les questions que nous nous posons ».

Au cours de ce débat, les élèves ont appris à partager un point de vue personnel, des sentiments et des connaissances et à prendre en compte la parole des différents interlocuteurs.

Les questions qui en sont ressorties portaient sur les usages et le fonctionnement des robots mais d'autres questions plus générales sont aussi apparues, notamment des questions d'ordre éthique.



- Les questions que se posent les élèves à l'issue du débat -

La fonction de mémoire de ces écrits collectifs a été mobilisée. Les élèves se sont référés à ce questionnement collectif notamment en début de certaines séances pour restituer le cheminement parcouru ou restant à parcourir. Ils ont aussi permis aux élèves de s'inscrire sous les questions auxquelles ils voulaient apporter des éléments de réponse. Cela a favorisé leur investissement dans la recherche et leur a donné une certaine responsabilité qui leur a permis de véritablement s'engager.

Exploration documentaire



Ouvrage documentaire
Génération robots - Actes Sud Junior

En partenariat avec les médiathécaires du réseau des Bibliothèques de Brest, nous avons sélectionné un ensemble d'ouvrages documentaires dans lesquels les élèves pourraient trouver des éléments permettant de répondre à leurs questions. Nous leur avons aussi proposé de petits films documentaires sur des thématiques particulières : robot humanoïde, robot médical, robot dans l'espace, robot secouriste... Les élèves ont ensuite observé des robots présents en classe, apportés par les élèves ou étant la possession de l'établissement.



- Un robot apporté en classe par un élève -

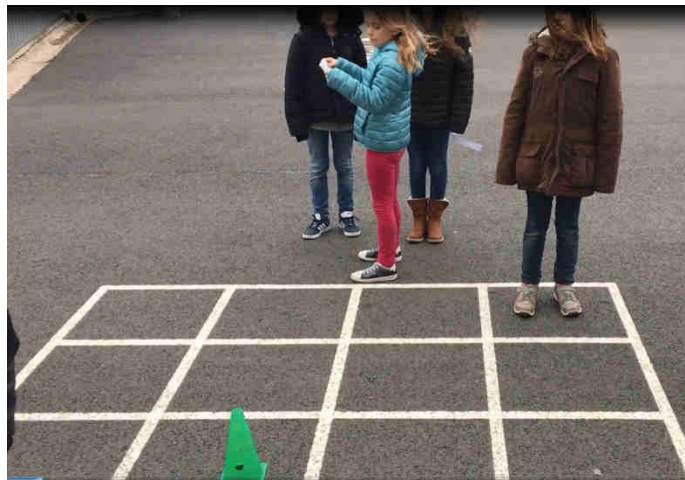
Chaque groupe a donc recueilli des informations et présenté le fruit de sa recherche au reste de la classe sous la forme d'une courte vidéo. Des compétences langagières entrent en jeu ici : structuration du discours et qualité d'élocution.

D'autres supports ont dû être mobilisés pour apporter des éléments de réponse . En effet il a fallu distinguer ce qui était simplement mécanique de la robotique, pour conclure que l'horloge n'était pas un robot par exemple. Nous avons ouvert une montre pour regarder les éléments qui la constituaient. Sans être capables d'identifier précisément les caractéristiques d'un robot, les enfants ont alors conclu *« Oh ben nan ça c'est pas un robot, c'est sûr ! »*.

Malgré les recherches effectuées, certaines croyances initiales perduraient. En effet, l'une des élèves cherchait si les robots pouvaient penser seuls. Ses recherches lui ont prouvé que ce n'était pas le cas car ils agissaient en suivant un programme conçu par l'homme. Pourtant, la forme humanoïde de certains robots créait toujours un trouble chez elle. *« J'ai bien vu qu'ils ne pensent pas seuls et qu'ils répondent à un programme mais je pense quand même que s'ils répètent le programme assez de fois ils sauront le faire seuls au bout d'un moment. »* La capacité de l'humain à apprendre par répétition et mimétisme se retrouvait chez le robot selon elle. C'est tout l'enjeu de l'intelligence artificielle qui apparaît ici dans le questionnement de cette élève de 9 ans...

Manipulation et réflexion autour du fonctionnement des robots

Parallèlement au questionnement portant sur les usages, d'autres questions, notamment sur le fonctionnement, persistaient. De premiers éléments de réponse étaient apparus grâce aux recherches documentaires mais cela ne suffisait pas. Pour répondre aux questions portant sur le fonctionnement des robots, les élèves ont donc travaillé de manière débranchée sur le codage afin de comprendre que le robot effectue des actions qu'on lui dicte puis ils ont pris en main des robots Thymio. Cela leur a permis d'observer les différents modes du robot puis de créer de courts programmes sur ordinateur en réponse à des consignes.



- Des activités de codage débranchées -



- Prise en main du robot Thymio et découverte de ses fonctions -



Le travail sur la programmation peut être très riche et ambitieux. Ici, nous avons choisi, à travers quelques activités, de permettre aux élèves de s'initier à la programmation et de découvrir la notion de programmation de mouvements. Le travail autour de la programmation pourra être poursuivi au cours du cycle 3 dans une démarche de construction spiralaire des apprentissages.

Robots et recherches sous-marines

Bien que nous ayons eu dès le début de ce travail l'ambition de travailler sur les applications sous-marines de la robotique, il nous paraissait essentiel de passer par le travail précédent afin de faire évoluer les conceptions générales des enfants sur les robots, leurs usages et fonctionnements.

A la suite de ce premier travail, les élèves ont suivi, via le blog de l'IFREMER, une campagne de recherche portant sur les grands fonds marins. Ils ont ainsi découvert l'usage d'un robot sous-marin, le *Nautil*.



-Le Nautil de l'IFREMER -

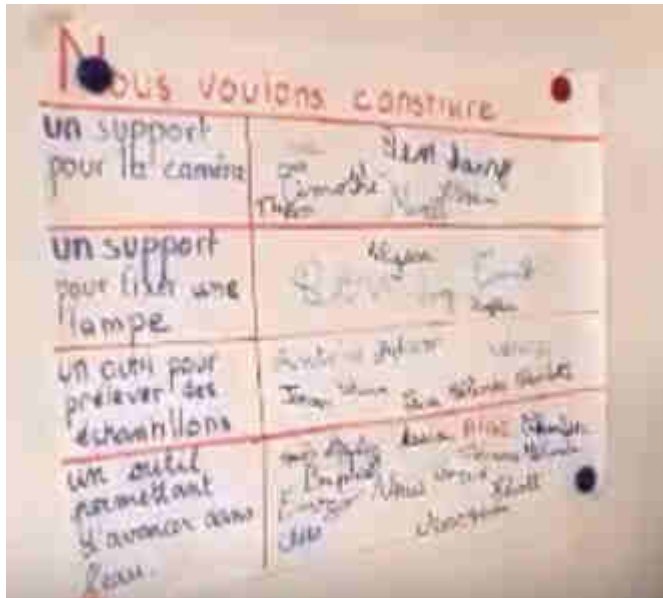
Marie-Anne Cambon-Bonavita, chef d'une campagne d'études portant sur les grands fonds marins à l'IFREMER, est ensuite venue dans la classe présenter les buts et les moyens de sa mission et notamment le travail permis par le *Nautil*. Les fonctions de ce dernier sont de *collecter des échantillons* et de *cartographier les fonds sous-marins* à plus de 3000 m de profondeur. Pour cela, le *Nautil* est équipé de caméra, appareil photo et carottier. A cette profondeur, il n'y a aucune lumière, ce qui oblige aussi le *Nautil* à être équipé de projecteurs.



- Intervention de Marie-Anne Cambon-Bonavita dans la classe-

Conception d'un objet technique pour répondre à un besoin

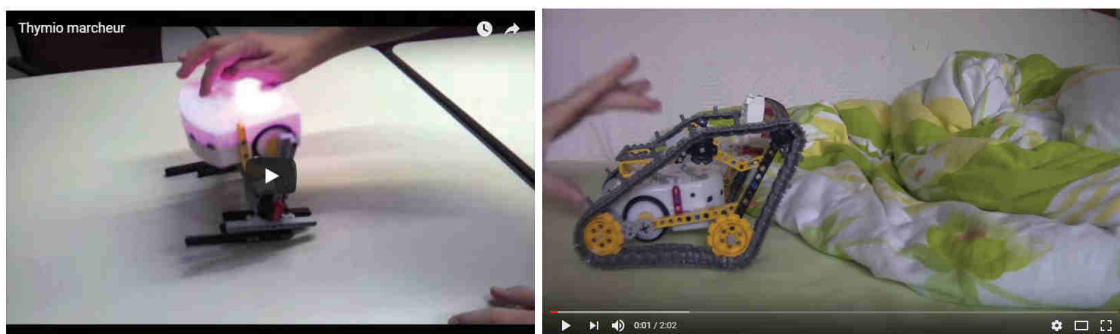
Après avoir identifié ces différentes fonctions, les élèves ont essayé, grâce à du matériel LEGO, d'outiller les robots Thymio afin de leur permettre d'effectuer ces actions de collecte et de récolte de données visuelles. Pour cela, ils se sont nourris de différentes vidéos disponibles sur internet faisant apparaître des robots Thymio dont les fonctionnalités sont augmentées grâce à l'ajout de matériel LEGO.



Cet écrit sert de support aux élèves pour s'inscrire en fonction de ce qu'ils souhaitent construire.


Sa fonction d'aide-mémoire a été utile pour aider certains élèves à se recentrer sur la tâche lors de la première séance de construction. En effet, la découverte des boîtes de LEGO et de divers éléments techniques suscitait beaucoup d'enthousiasme et inspiraient les élèves dans des constructions qui n'entraient pas toujours dans le

cadre de la recherche.





- L'observation de vidéos a permis aux élèves de comprendre que l'on pouvait tirer profit du mouvement des roues des robots Thymio -


Chacun a pu choisir l'élément qu'il voulait construire et s'investir dans une démarche de recherche et de tâtonnement. Très vite, les élèves ont fait face à de nombreuses contraintes techniques qui révélaient les limites des dispositifs imaginés : impossibilité de les fixer sur les robots Thymio, solidité trop faible, éléments immobiles...

Élèves : Joran 
Nous voulons construire : un appareil
 pour que Thymio passe mieux sur les obstacles
Notre premier essai :

Ce qui fonctionne bien : Thymio
 arrive à bien passer les obstacles.
Ce que nous devons améliorer :
 Installer un deuxième appareil.
 Le customiser pour qu'il soit plus solide.

Timothé
Notre premier essai : 
Ce qui fonctionne bien : La lampe
 et elle pourra permettre
 de bien voir dans le noir
à améliorer :

Élèves : Timothé, Maël, Ben Davy, Sévan
Ce que nous voulons construire :
 Un support pour la caméra.
Notre premier essai : 
Ce qui fonctionne bien : Elle tient
 bien et ne bouge pas sur les côtés.
Ce que nous devons améliorer :
 La caméra ne doit plus bouger d'avant
 en arrière.

Élèves : 
Nous voulons construire : un outil pour
 prélever les échantillons
Notre premier essai :

Ce qui fonctionne bien :
 1) Le carottier fonctionne bien.
 2) Le système avec le volant et l'axe.
Ce que nous devons améliorer :
 1) Le support pour le carottier.
 2) La carotte car elle n'est pas assez
 grosse et qu'elle ne s'enfoncera pas
 bien.

- Des écrits intermédiaires gardent trace des essais effectués -

Les écrits sont effectués sous la forme de dictée à l'adulte, permettant ainsi aux enfants de focaliser leur attention sur le contenu et non sur la forme. Nous avons observé les effets de ces écrits sur les enfants. D'une part, ils permettaient d'effectuer un bilan objectif du travail réalisé, au moment où les élèves étaient déçus d'arrêter la séance car tout ne fonctionnait pas comme ils le souhaitent. Cela permet de mettre en avant ce qui fonctionnait bien dans leur réalisation et d'anticiper le travail à accomplir lors de la séance suivante. Nous avons pensé que cela servirait aussi de mémoire pour reprendre le travail où il en était et pour se remémorer ce qui était à améliorer mais cela n'a pas été utile, les enfants étant totalement investis dans leur recherche et ayant bien en tête ce qu'il leur restait à faire. D'autre part, nous avons observé que certains élèves reprenaient les formulations écrites à l'oral lors des phases de recherche. « Ça ça fonctionne bien. Par contre, ça, on doit encore l'améliorer. » L'écrit permet donc de structurer la pensée de certains élèves en phase de recherche et les aide à identifier les étapes de la démarche.

Lors des temps de construction, nous avons remarqué que certaines difficultés provenaient de la méconnaissance du fonctionnement des objets techniques (poulies, treuil, roues dentées, transmission du mouvement des roues de Thymio à d'autres éléments...). Même si les essais et réajustements réalisés par les élèves ont permis de pallier la plupart de ces difficultés, un travail en amont autour des objets techniques aurait été pertinent. Ce travail a révélé certains élèves dont les capacités à construire des objets techniques étaient très importantes. Ils faisaient preuve d'un réel esprit d'observation et étaient sources de propositions quant aux réajustements à apporter, tant dans leur groupe que dans les groupes des autres camarades.

Grâce aux échanges entre pairs, des réajustements intéressants ont donc été trouvés ce qui a permis à l'ensemble de la classe d'équiper les robots Thymio de différents éléments permettant le recueil de matériel et de données visuelles, dans l'obscurité et en se déplaçant dans un environnement différent.



- Les réalisations des élèves-

Les élèves, qui ont acquis des connaissances sur les grands fonds et notamment sur la pression qui est très élevée à ces profondeurs, ont été capables de faire preuve d'un esprit critique et d'identifier les limites de leurs prototypes : faible résistance à la pression, nécessité d'utiliser un caisson étanche et résistant à la pression pour les différents éléments, possibilité d'améliorer les systèmes de carottage...

Ce travail a été présenté à Océanopolis dans le cadre du festival *Jeune reporters des Arts, des Sciences et de l'Environnement*. Les élèves ont pu, lors de ce festival, présenter leurs réalisations ainsi que le film relatant les grandes étapes de la démarche et visiter l'aquarium.

Le film intitulé « Robotique – Elèves de CM1 » est disponible sur Youtube :



Apprentissages

Ce projet pluridisciplinaire a permis des apprentissages dans différents domaines et mobilisé de nombreuses compétences présentes dans les programmes officiels :

Sciences et technologies

- *Proposer, avec l'aide du professeur, une démarche pour résoudre un problème ou répondre à une question de nature scientifique ou technologique*

La démarche d'investigation vécue par les élèves leur a permis d'être acteurs de leur recherche. Le débat organisé à partir des conceptions initiales des élèves a permis de confronter des points de vue et de lister un ensemble de questions auxquelles les enfants souhaitaient répondre.

La grande place accordée à l'exploration, au tâtonnement, aux essais et aux erreurs lors de la phase de construction a permis aux élèves de proposer des démarches pour résoudre les problèmes auxquels ils étaient confrontés.

- *Concevoir et produire tout ou partie d'un objet technique en équipe pour traduire une solution technologique répondant à un besoin*

Une fois les fonctions du *Nautilo* identifiées, les élèves ont choisi un élément qu'ils souhaitaient construire. Chacun, seul ou par groupe, a donc construit une partie d'un objet technique en répondant à un cahier des charges préalablement défini.

- *Identifier les principales évolutions du besoin et des objets.*

A partir des interrogations des élèves sur les usages et le fonctionnement des robots sont apparues des réflexions sur l'évolution de la robotique, en lien avec les besoins et usages (domestiques, médicaux, militaires, affectifs...) mais aussi en lien avec les grandes découvertes (usages de la robotique dans la recherche astronomique).

Mathématiques

- *Initiation à la programmation*

Les activités de codage débranchées et l'utilisation de robots Thymio ont permis aux élèves de programmer des déplacements avec ou sans ordinateur et ainsi de comprendre que le robot ne pense pas seul mais qu'il effectue des ordres donnés.

Français

- *Interagir de façon constructive avec d'autres élèves dans un groupe pour confronter des réactions ou des points de vue.*

Les élèves ont appris à partager un point de vue personnel, des sentiments et des connaissances et à prendre en compte la parole des différents interlocuteurs à la fois lors de débats et de travaux de groupe.

- *Réaliser une courte présentation orale*

Les vidéos rendant compte des recherches documentaires des élèves ont mobilisé des compétences orales : structuration du discours, élocution ...

- *Lire et comprendre des textes et des documents pour apprendre dans les différentes disciplines.*

Grâce aux recherches documentaires et à la consultation du blog de l'IFREMER, les élèves ont entraîné leur capacité à mettre en relation des textes et des images, à identifier et mémoriser les informations essentielles et à les mettre en relation.

- *Recourir à l'écriture pour réfléchir et pour apprendre*

Les écrits, qu'ils soient collectifs ou individuels, ont permis de structurer la pensée des élèves mais aussi de garder trace des apprentissages et des remédiations à envisager. Ils ont servi d'appui pour certaines présentations orales.

Enseignement moral et civique

- *Organiser son travail dans le cadre d'un groupe pour élaborer une tâche commune et/ou une production collective et mettre à la disposition des autres ses compétences et ses connaissances*
- *Connaître différents systèmes d'information numérique et les utiliser*

Acquis et limites

Ce projet, par son aspect interdisciplinaire a convoqué de nombreux savoirs, savoir-faire et savoir-être.

Les élèves ont ainsi pu entraîner leur capacité à vivre ensemble et à accepter les idées et la parole de l'autre pour cheminer ensemble vers la construction de savoirs et de savoir-faire.

« - J. : Ben en fait j'ai eu l'idée mais A. a repris mon idée en l'améliorant donc ce que j'ai fait ne servait à rien.

- A. : Ben non, tu devrais être content, c'est grâce à ton idée que j'ai réussi à construire ce mécanisme. »

Par l'observation et la discussion avec leurs pairs, ils ont pu améliorer leurs productions, enrichir leur questionnement et remettre en question leurs idées. Ainsi, ils ont acquis un savoir plus précis, plus étendu et se sont posés des questions qu'ils ne se seraient probablement pas posés seuls.

La rencontre avec la chercheuse Marie-Anne Cambon-Bonavita a été un évènement fort. Cela leur a donné à voir ce que pouvait être le travail d'un scientifique, a aidé à donner une réalité aux apprentissages scientifiques et au tâtonnement qui est le propre de la science. « *Oh mais vous aussi vous avez fait plusieurs essais pour construire le Nautille ?! Ah ben nous on n'arrive pas du premier coup non plus.* » Cette rencontre aura aussi, on peut l'espérer, contribué à faire évoluer les représentations liées au genre qui perdurent dans les professions scientifiques, en donnant à voir un modèle féminin aux élèves.

Cette rencontre a aussi permis aux élèves d'enrichir les représentations qu'ils avaient sur la vie dans les fonds sous-marins. Certaines élèves possédaient déjà des connaissances précises sur la vie sous-marine : pieuvres, êtres vivants photoluminescents... Les découvertes effectuées sur le milieu de vie très riche en soufre caractéristique des fonds étudiés et les crevettes y vivant ont complété les savoirs antérieurs.

Cela leur aura aussi permis d'inscrire leur réflexion dans un cadre local et de faire du lien avec des événements environnants. « *Ah oui, le bateau le Pourquoi pas est à quai en ce moment, c'est parce que vous êtes revenus de votre mission.* »

Les échanges avec les élèves nous ont permis de voir que les représentations liées au fonctionnement des robots ont évolué. Ils arrivent aujourd'hui à identifier des robots qu'ils rencontrent au quotidien et perçoivent mieux les différents domaines d'action des robots, notamment sous-marins. Toutefois, de nombreuses questions persistent sur le fonctionnement des robots. Les quelques séances de programmation n'ont pas permis de lever les incompréhensions de certains élèves qui n'arrivent pas encore à transférer ces savoirs. C'est un travail qui se fera sur un temps plus long...

Par manque de temps, nous n'avons pas effectué un retour sur les représentations initiales. Il aurait été intéressant de redistribuer la même feuille vierge que celle distribuée initialement afin d'observer plus précisément les évolutions des conceptions initiales que ce travail a permis.

Les échanges nous montrent que des inquiétudes persistent toujours à propos des robots dont l'intelligence peut dépasser celle de l'homme ce qui

mènerait les robots à nous dominer. Une question de société que l'on retrouve d'ailleurs dans la série *Westworld*...