

Histoire de la robotique pédagogique et de son utilisation dans l'enseignement adapté

de Logo
à Nao... et après...

5ème édition
septembre 2017

Eric Greff



La robotique pédagogique

Sommaire

Introduction	2
Aspects (pré-)historiques. Préambules	2
Les robots dans l'univers enfantin.....	2
• Le robot dans les livres pour enfants.....	2
• Le robot dans les chansons enfantines.....	2
• Le robot dans les catalogues de jouets.....	2
• La représentation du robot dans les films.....	3
L'informatique (et la robotique) à l'école.....	4
LOGO : une expérience historique controversée	4
Introduction.....	4
Présentation.....	4
LOGO et la tortue de sol.....	5
LOGO sur écran.....	6
Réflexions (pré-)historiques sur l'utilisation pédagogique de LOGO avec les enfants dans les années 1980.....	6
Roamer ou la transition échouée de la fin de siècle	11
De LOGO à la robotique pédagogique.....	11
Le « Roamer » Valiant.....	11
Le logiciel « Roamer world ».....	12
Activités et publications.....	14
Bibliographie	17

Introduction

L'objet de ce fascicule est de tracer un bref historique de l'histoire de la robotique pédagogique des années 80 à nos jours. En effet en 2012-2013, alors que l'on croyait la robotique pédagogique plus qu'agonisante, sont apparus sur le marché quatre robots pédagogiques de plancher, commercialisés à un prix abordable pour un établissement scolaire mais aussi un petit robot androïde de 58 cm préfigurant une nouvelle ère : Nao. La robotique pédagogique semblant donc renaître de ses cendres, il nous a semblé opportun de faire un point sur cette discipline souvent méconnue sans oublier son adaptation au handicap.

Aspects (pré-)historiques. Préambules

Les robots dans l'univers enfantin

Le robot est omniprésent dans l'univers enfantin. On le trouve sous diverses formes ayant des rapports plus moins exacts avec la réalité. On le rencontre dans les livres pour enfants, les catalogues de jouets, au cinéma, à la télévision, parfois à l'école... Ses multiples représentations en brouillent la réalité.

• Le robot dans les livres pour enfants

Dans les livres pour enfants, le robot est souvent représenté comme un être original vivant au cœur d'une société d'individus « normaux » et non comme une machine programmée. Sa singularité permet de le classer dans différentes catégories allant du farfêlu au domestique, du mélancolique à l'héroïque.

A partir d'une étude d'ouvrages de littérature enfantine faisant intervenir des robots, nous avons dégagé le « portrait-robot » suivant :

- Le robot est de petite taille et a un aspect avenant. Il tombe en panne dans la moitié des cas.
- Il est toujours sympathique, majoritairement farfêlu et souvent gai. Il n'est cependant pas très intelligent.
- Il apparaît le plus souvent dans un rôle de serviteur des autres personnages ou comme un ami.
- Les histoires dans lesquelles il est impliqué se déroulent majoritairement sur terre et à une époque où les robots sont moins nombreux que les humains.

Les robots des albums pour enfants ont souvent des noms en rapport avec l'informatique (Azerty, Goto...), avec le terme « robot » (Robur, Tobor (Robot à l'envers)), ou des noms courts dans lesquels les sons « ic » et « z » sont courants (Bric, Nic, Déclit, Bizoulo, Gros Z, Zozio, Basile)..

• Le robot dans les chansons enfantines

On trouve également des robots dans les chansons enfantines. Celles-ci incitent le plus souvent les enfants à produire des mouvements saccadés et/ou répétitifs.

• Le robot dans les catalogues de jouets

Dans les catalogues de jouets, on distingue plusieurs types de robots :

- Les robots technologiques à construire. Il s'agit de pièces à assembler pour constituer la machine ainsi que de petits moteurs électriques qui, reliés par câbles à un système de commande (ordinateur, boîtier de commande...) seront programmés afin de produire différents

mouvements. Il s'agit d'outils d'initiation à la pédagogie tout à fait pertinents, quoique très chers. Les marques Lego Technic[®], Meccano Dynamic[®] et Fischertechnik[®] se partagent ce marché.

- Les figurines représentant des robots et reprenant souvent l'aspect de ceux diffusés dans les dessins animés japonais dont Goldorak[®] fut l'un des précurseurs. Ce sont des maquettes souvent agressives et armées qui utilisent leur technologie à des fins violentes. Citons les figurines « Power Ranger[®], G.I. Joe Armorbot[®], Robot Patrol[®] ».
- Les « transformeurs » sont des jouets de petite taille représentant des voitures ou des animaux préhistoriques (les Dinozord[®]) et ayant la particularité de pouvoir se transformer en robots après un petit nombre de manipulations mécaniques.
- Les jeux de questions-réponses à apparence de robot. Il s'agit en fait de jouets testant les connaissances des enfants sur différents sujets que leurs auteurs ont cru bon de dissimuler sous une apparence de robot. Citons par exemple le Robot « 2XL Kenner[®] » ainsi que « Mon prof à moi[®] ».



Le robot-jouet est donc souvent associé, d'une part, à l'idée d'apprentissage en général (et d'enseignement de la technologie en particulier) et, d'autre part, à une fiction dans laquelle il tient le rôle d'un androïde agressif.

• La représentation du robot dans les films

Les figurines représentant des robots dont nous avons parlé ci-dessus sont directement issues des dessins animés pour enfants dans lesquels on retrouve violence et armes.

Les films plutôt destinés aux adolescents donnent essentiellement du robot trois images :

- La première est celle d'un robot tellement perfectionné, soit par sa conception (*Terminator*, *Terminator 2*¹, *Blade Runner*²), soit parce qu'il est bâti à partir d'un homme accidenté (*Robocop*³, *L'homme qui valait 3 Milliards*), qu'il a un aspect humain. Cette particularité permet au cinéaste d'utiliser de véritables acteurs (et l'image de synthèse) pour tenir le rôle de robots invincibles. « *Les machines sont comme les humains et les humains comme des machines. Quel effet pourrait avoir pareille extrapolation sur le développement des valeurs chez les enfants et l'image qu'ils se font d'eux-mêmes ? Mystère. Mais il faut avouer qu'il y a là matière à préoccupation* » s'inquiète à juste titre **Seymour Papert**.⁴

¹ Films de **James Cameron**, sortis en 1985 et 1993, avec Arnold Schwarzeneger dans le rôle du robot.

² Film de **Ridley Scott**, sorti le 15/09/82, avec Rütger Hauer, d'après le roman de **Philip K. Dick** : *Les androïdes rêvent-ils de moutons électriques ?*

³ Film de Paul Verhoeven (1987), *Robocop 2* de Irvin Kershner (1990), *Robocop 3* de Fred Dekker (1993)

⁴ *Jaillissement de l'esprit*, Flammarion, 1981, page 40

- La deuxième est celle d'un robot tenant le second rôle dans un univers futur (R2D2 dans *La guerre des étoiles*⁵). Dans ce cas, il constitue un outil pour les humains et possède une grande autonomie ainsi qu'une bonne intelligence.
- La troisième constitue une exception. C'est celle d'un robot héros de l'histoire plutôt sympathique, gentil et malin : Wall-E⁶ (et son amie Eva).

L'informatique (et la robotique) à l'école

On distingue deux types d'enseignement de l'informatique :

- Une « informatique outil » qui utilise les logiciels ou des applications programmés par d'autres. Il s'agit d'une informatique de bureautique, de gestion, de conception assistée... Il peut également être question d'applications aux usages spécifiques (apprendre à compter, s'exercer à écrire, à faire de la géométrie plane...).

L'utilisateur se plie aux règles dictées par le logiciel et exploite ce dernier, de manière plus ou moins approfondie, dans le cadre de ses propres besoins.

- Une informatique de programmation qui utilise un langage particulier. Comme tout langage, celui-ci possède une structure (grammaire) et des mots (vocabulaire). Un des buts principaux du langage est de permettre à un émetteur (le programmeur) de transmettre de manière précise des informations à un récepteur (l'ordinateur ou le robot). Cette seconde possibilité n'existe pratiquement plus dans le domaine scolaire classique, si ce n'est la programmation des calculatrices scientifiques dans les classes de lycée.

LOGO : une expérience historique controversée

Introduction

LOGO est un langage informatique expérimenté dans les années 1980 dans les classes primaires. Il existe donc de nombreux comptes-rendus de pratiques pédagogiques ainsi que des écrits variés à son propos qui permettront d'en isoler l'intérêt tout en en rejetant les aspects indésirables.

Présentation

LOGO est issu du langage de traitement de listes LISP (qui constituait un excellent outil pour l'initiation à la récursivité) dont les formes externes ont été modifiées afin d'être rendues plus accessibles et auquel a été adjoint un langage de pilotage d'automates à l'aspect plus impératif.

François Boule⁷ distingue un « MINILOGO » c'est-à-dire une restriction du langage LOGO : « *En proposant une réduction, on peut :*

- éviter aux enfants d'être confrontés à des difficultés d'ordre syntaxique jugées trop difficiles [...]
- examiner l'incidence du système proposé sur les démarches des enfants. Il est alors nécessaire de disposer [...] d'un ensemble de situations (problèmes) à propos desquelles on examinera les propositions des enfants ».

Il faut bien distinguer les aspects multiples de LOGO. « *LOGO est à la fois un système pédagogique basé sur les travaux de **Piaget**, un langage de communication informatisé et un univers matériel sur lequel l'utilisateur va « essayer » des modèles de pensée qui lui sont propres, par tâtonnement*

⁵ Film de **George Lucas**, sorti le 19/10/77

⁶ Film de Andrew Stanton, réalisé en 2008

⁷ *L'informatique, l'enfant, l'école*, Armand Colin-Bourrelier, 1988, page 99

*experimental*⁸ ». Nous distinguerons donc les différentes facettes de LOGO liées à son aspect fonctionnel, à la tortue de sol et à l'ordinateur.

LOGO et la tortue de sol

La tortue de sol est à l'origine même de la création de LOGO par **Seymour Papert**, **Marvin Minsky** et le **M.I.T.** (Massachusetts Institute of Technology) vers 1965. C'est un robot mobile⁹ d'aspect semi-hémisphérique qui est relié à un boîtier de commande soit par un fil, soit par une liaison infrarouge ou radio-commandée. On introduit dans ce boîtier des cartes-instructions en plastique rigides pré-perforées, une par une, de manière séquentielle et, à chaque introduction de carte, l'instruction correspondante est effectuée par le robot mobile.

Les instructions possibles sont :

Avance 10

Avance 20, Avance ...

Reculé 50

Reculé 10, Reculé ...

Tourne à droite de 45°

Tourne à droite de 90°, Tourne à droite de ...°

Tourne à gauche de 60°

Tourne à gauche de 30°, Tourne à gauche de ...°

Lève le crayon, Baisse le crayon

Émet un bruit...



Cette tortue de sol, dénommée en France, « Tortue LOGO » ou « Tortue Jeulin[®] » ou « Promobile », est restée pendant longtemps le seul robot de sol de ce type existant sur le marché, avec le « Bigtrak[®] » (qui fera l'objet d'un paragraphe). Elle a donc constitué un objet pédagogique central au début des années 80 à la suite du travail de la RCP LOGO à l'INRP.



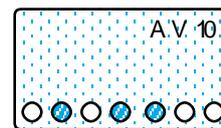
La tortue Jeulin[®] (qui n'est plus construite ni distribuée depuis fort longtemps) possédait une coque transparente semi-hémisphérique, permettant de voir « comment c'est fait dedans » mais, hélas, pas assez ostensiblement orientée. Elle était chère (environ 6500 F) et donc presque inaccessible pour le budget moyen d'une école. On la rencontrait surtout dans les Écoles Normales d'Instituteurs.

Dotée de moteurs pas à pas, elle offrait une bonne précision des déplacements. Cependant, elle tombait trop souvent en panne pour constituer un outil de travail fiable.

⁸ **Gérard Bossuet**, Accord-LOGO n° 3, page 3

⁹ commercialisé en France par la société Jeulin

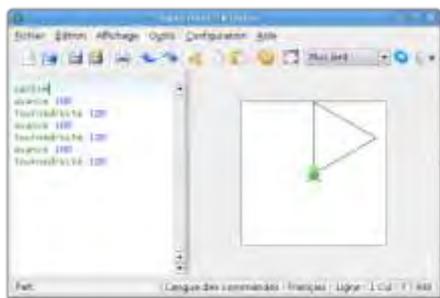
Lorsqu'on l'utilisait avec des jeunes enfants, la tortue Jeulin® acceptait des cartes correspondant à des instructions (trop ?) variées qui se distinguaient les unes des autres par leur couleur, leur perforation ainsi que l'ordre associé écrit sur une étiquette collée sur la carte. Autrement dit, ces cartes n'étaient pas directement « lisibles » par un enfant de maternelle. De plus, la tortue Jeulin® n'acceptait les cartes-instructions qu'une par une, séquentiellement. On ne pouvait donc pas lui fournir un programme dans son entier, en une seule fois.



Lorsque la tortue lisait sa carte-instruction, elle l'exécutait et se déplaçait. Les jeunes enfants pouvaient donc observer, agencer ou prévoir un parcours. « *De plus, la tortue mobile instrumente de façon dynamique la projection du corps propre. Elle enracine l'induction dans l'analogie et la topologie, rendant toute son importance à cette forme primitive de raisonnement qui consiste à s'appuyer sur l'expérience sensible passée pour prévoir l'avenir* » nous confirme **Monique Linard**¹⁰.

Jean-Pierre Dufoyer¹¹, quant à lui, estime que « *l'intérêt pédagogique et psychologique de LOGO est complété par son aspect interactif. Piaget montre bien que le développement cognitif est moins le fait des apports et des pressions que le monde exerce sur l'enfant que le résultat de ses actions personnelles et de ses expérimentations actives sur les choses et les situations* ».

LOGO sur écran



Les développements de la micro informatique ont conduit à la création d'un LOGO sur micro ordinateur. Dans cette version, la tortue est représentée par un petit triangle orienté qui se déplace dans le plan vertical de l'écran suivant les instructions qui lui sont fournies par l'intermédiaire du clavier de l'ordinateur.

Ce langage met en jeu un très grand nombre de variables didactiques nouvelles. Ses avantages sont ceux liés à l'accès à

un langage informatique procédural simple.

Le développement de LOGO sur micro-ordinateur a permis, dans les écoles, un accès pluraliste plus économique et plus fiable que le promobile. C'est probablement aussi ce qui a causé sa perte. Il s'est, en effet, heurté à une difficulté conceptuelle résidant dans la représentation verticale d'un parcours horizontal et à l'utilisation trop « purement » géométrique qui a été faite de son aspect graphique.

Réflexions (pré-)historiques sur l'utilisation pédagogique de LOGO avec les enfants dans les années 1980

• Le point de vue positif des expérimentateurs de LOGO

Nous ne reviendrons pas ici sur le fonctionnement de la tortue-LOGO elle-même mais nous rapporterons quelques réflexions émises par ceux qui ont longuement expérimenté son utilisation dans les classes au siècle dernier, en commençant par les buts pédagogiques fixés :

« *Nos objectifs étaient de :*

- *les amener à réfléchir au travers de leur corps et de la machine,*

¹⁰ *Des machines et des hommes*, Éditions Universitaires, 1990, page 108

¹¹ *Informatique, éducation et psychologie de l'enfant*, Le Psychologue, PUF, 1988, page 72

- leur donner envie de se servir des mots comme d'outils précis pour la construction d'un parcours, pour l'exécution d'une idée,
- les amener à des « moments consentis » de rigueur ». ¹²

« Observation, comparaison, anticipation, construction d'hypothèses et vérification constituent bien les activités mentales de ces enfants. Dans toutes ces situations, l'enfant doit :

- définir son projet (ou chercher à saisir celui de l'autre).
- le vivre avec son corps : déplacement sur le quadrillage.
- verbaliser les déplacements : le robot humain obéit au langage usuel : « j'avance de 2, je recule de 3, je suis prêt ».
- les coder : le robot-machine obéit au langage codé ». ¹³

« Les objectifs poursuivis par l'éveil technologique peuvent être décrits ainsi :

- aider l'enfant à passer d'une vision globale à une vision analytique et mieux ordonnée des choses.
- l'amener à se poser des questions, formuler des hypothèses, le laisser découvrir les réponses et les lui faire vérifier.
- le guider dans l'élaboration de concepts.
- l'inciter à développer son esprit critique, sa curiosité, sa réflexion.
- aiguïser chez lui le besoin d'agir sur les choses en étant confronté aux résistances du réel et lui permettre de développer ses pouvoirs d'intervention et d'expression.
- lui donner la satisfaction de vaincre une difficulté ; pour cela développer son plaisir d'agir, d'expérimenter ». ¹⁴

Introduire l'informatique à la maternelle pouvait sembler une gageure. Il y avait cependant le souci de ne pas rester sur le quai en regardant s'éloigner le train en marche de l'informatique :

« L'école maternelle de l'an 2000, comme la société de ce temps futur, devra avoir pour axes essentiels : mouvement, espace, communication, et les hommes de ce temps futur avoir pour caractéristiques psychologiques : vitesse d'adaptation, pensée projective, mémoire assistée. C'est donc dès maintenant qu'il faut procurer aux jeunes enfants des outils d'exploration de leurs capacités mentales dans les directions et pour les buts cités ci-dessus ». ¹⁵

« L'enfant de cette fin de vingtième siècle est confronté à des objets technologiques en permanence et le rôle de l'école doit être d'aider l'enfant à maîtriser cet environnement technologique. Cette confrontation me semble nécessaire dès l'école maternelle, où l'on développe toutes les formes de langage, et pourquoi pas le langage informatique ? ». ¹⁶

¹² Gérard Bossuet, *Accord-LOGO n° 3*, page 26

¹³ Françoise Combes-Trithard, *Enregistrer, lire, programmer à l'école maternelle*, Armand Colin-Bourrelier, 1984, page 118

¹⁴ Françoise Combes-Trithard, *Enregistrer, lire, programmer à l'école maternelle*, Armand Colin-Bourrelier, 1984, page 55

¹⁵ Gisèle Calmy-Guyot, *Informaticiens en herbe*, École La Fontaine, Meudon, 1985, Préface

¹⁶ Françoise Henaff, Anne Bastide, *Informaticiens en herbe*, École La Fontaine, Meudon, 1985, page 2-2

« L'enseignement, la formation et plus généralement toutes les formes d'apprentissage sont aujourd'hui remis en question par la présence de nouveaux outils informatiques et l'école maternelle ne saurait rester en marge de ce courant ». ¹⁷

« L'environnement de nos écoliers est de plus en plus technique et de moins en moins naturel, comme le remarquait Wallon. C'est le monde de l'automatisme, de l'électronique. Dès le plus jeune âge, il paraît indispensable de donner à l'univers technique une place importante dans les classes ». ¹⁸

Au-delà du souci fort légitime de ne pas négliger la révolution informatique dans l'éducation des jeunes enfants, les instituteurs-pionniers ont bien saisi que LOGO constituait un véritable outil pédagogique ouvrant sur des perspectives didactiques allant bien au-delà de l'informatique elle-même.

« Cet outil conduit aussi les enfants à utiliser un langage précis, spécifique, adapté. Il facilite l'ouverture de l'école à l'environnement informatique, permet des attitudes nouvelles face à l'erreur et guide l'enfant vers la pensée formelle. L'ordinateur à l'école maternelle provoque un éveil de l'intelligence par des voies différentes de celles des pédagogies traditionnelles, voire même de pédagogies plus modernes ». ¹⁹

LOGO constituait également le premier contact de l'enfant avec la programmation. Il permettait d'expérimenter en classe les travaux de **Seymour Papert**²⁰ dont il dit lui-même : « J'ai conçu des moyens de tirer parti, sur le plan éducatif, de l'occasion qui nous est offerte de nous entraîner à penser volontairement comme un ordinateur ».

LOGO permettait de révéler toute l'aide que peut apporter la pensée algorithmique à la résolution de problèmes. « J'examinerai ce que la venue de l'ordinateur pourrait apporter aux processus mentaux, non seulement en tant qu'instrument, mais, de manière plus profonde, plus essentielle, en exerçant son influence sur nos modes de pensée, même lorsque nous sommes physiquement éloignés d'un ordinateur » déclare **Seymour Papert**.²¹

Pour terminer sur une note optimiste, nous citerons **Jean-Pierre Dufoyer**²² : « Ce qui est indubitable, c'est qu'un grand nombre d'enfants ont pris un plaisir authentique avec LOGO. Ce plaisir est plus cognitif que ludique. C'est la joie de celui qui résout peu à peu des problèmes en dominant les difficultés et en maîtrisant des éléments antérieurement épars, inconnus ou incontrôlés ».

• La déconvenue de l'utilisation du robot à l'école primaire dans les années 1980

Il est essentiel de replacer le langage informatique LOGO dans le contexte de son époque : les interfaces graphiques des ordinateurs n'existaient pas encore et LOGO présentait l'avantage d'être un langage accessible aux enseignants et aux enfants, leur permettant de manipuler un ordinateur dans un environnement plutôt agréable, celui des dessins du trajet de la tortue.

L'engouement pour LOGO a malheureusement été trop rapide et trop important pour être durable. Certains de ses partisans l'ont abusivement présenté comme « LE » langage informatique absolu,

¹⁷ **Jacqueline et Christian Pillot**, *L'ordinateur à l'école maternelle*, Armand Colin-Bourrelrier, 1984, page 6

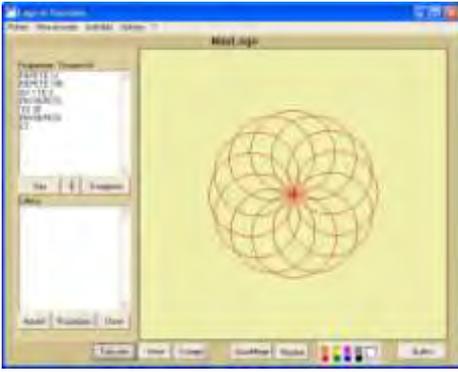
¹⁸ **Françoise Combes-Trithard**, *Enregistrer, lire, programmer à l'école maternelle*, Armand Colin-Bourrelrier, 1984, page 53

¹⁹ **Jacqueline et Christian Pillot**, *L'ordinateur à l'école maternelle*, Armand Colin-Bourrelrier, 1984, page 89

²⁰ *Jaillissement de l'esprit*, Flammarion, 1981, page 40

²¹ *Jaillissement de l'esprit*, Flammarion, 1981, page 14

²² *Informatique, éducation et psychologie de l'enfant*, Le Psychologue, PUF, 1988, page 73



permettant de résoudre l'apprentissage de la programmation à l'école primaire. Cette attitude a eu pour conséquences néfastes d'exacerber les critiques de ses détracteurs et d'encourager à l'utilisation de LOGO une catégorie « d'apprentis sorciers » qui croyaient, pour certains à tort, en avoir saisi tout l'esprit. Nous retiendrons essentiellement deux axes de critiques par rapport à LOGO : d'une part, sa **trop grande mathématisation** et, d'autre part, le fait qu'il ait été considéré trop exclusivement sous son aspect de langage de programmation. Ceci n'exclut en rien le

bien-fondé réel des idées cognitives qui lui sont sous-jacentes, auxquelles nous adhérons. Ainsi, la première objection que l'on peut faire au langage LOGO sur micro-ordinateur est qu'il a été largement (trop ?) détourné de ses buts initiaux par les mathématiciens pour en faire un **outil de dessin géométrique**, ceci entraînant parfois de graves confusions dans l'esprit des élèves, notamment quant aux représentations des angles.

Patrick Mendelsohn²³ confirme ces craintes : « *Nous ne ferons que mentionner les difficultés inhérentes aux contenus des objets programmés, comme les figures dessinées avec la tortue graphique et qui relèvent plus de l'enseignement de la géométrie que des activités de programmation : la notion de rotation, la paramétrisation des angles en degrés, les problèmes de symétrie, les « théorèmes de géométrie tortue » que découvre l'enfant dans la construction de figures comme les polygones réguliers* ».

Outre les dérives (que nous venons d'évoquer), liées à son « détournement », LOGO a rencontré également quelques problèmes pratiques. La syntaxe du langage présente certaines imperfections. Ainsi, dans les instructions « AVANCE 50 » et « TOURNE_DROITE 50 », la valeur 50 désigne, dans le premier cas, le nombre de pas à effectuer par la tortue et, dans le second cas, une valeur en degrés de la rotation à effectuer. L'imprécision sur ces points est dommageable pour LOGO.

On est également en droit de s'interroger sur l'opportunité d'avoir choisi, pour la tortue, des pas si petits qu'il est impossible de distinguer, à l'œil nu, la différence entre une avancée de 12 pas et une de 15. De plus, on peut raisonnablement affirmer qu'un jeune enfant n'a pas vraiment une représentation fiable et exacte de ce qu'est un angle de 37 degrés.

Le langage LOGO sur micro-ordinateur pose, en outre, le problème de la représentation verticale d'une méthode conçue, au départ, pour fonctionner à l'horizontale. Lorsque la tortue « avance », elle « monte » à l'écran. « *La tortue LOGO est a priori un robot existant physiquement, roulant sur le sol à l'horizontale... Cet être cybernétique n'a jamais connu la mutation brutale qui a engendré la génération des « tortues d'écran » vivant dans un monde placé pour nous, à la verticale* » note effectivement **Paul Delannoy**²⁴.

Après un engouement certain, LOGO est passé de la désaffection à l'oubli.

« *En France, en particulier, LOGO suscitait des recherches, des applications et des projets d'innovation d'une qualité de dynamisme et d'une intensité exceptionnelles. Or, quelques années plus tard, la vague est retombée si platement que l'on ose à peine en parler encore. Que s'est-il passé ? Que signifie un aussi triste destin ?* » s'interroge **Monique Linard**²⁵.

²³ L'informatique à l'école élémentaire et pré-élémentaire, Grand N, page 19

²⁴ Revue de l'EPI, n°66, Juin 1992, page 130

²⁵ **Monique Linard**, Des machines et des hommes, Éditions Universitaires, 1990, page 108

Gérard Bossuet²⁶ apporte un élément de réponse : « *Il a été créé un mythe : LOGO . La plupart des rapports d'expérimentation LOGO insistent sur les observations et anticipent les résultats en laissant croire qu'ils seront atteints rapidement* ». Et de conclure : « *Expérimenter LOGO dans des conditions de laboratoire et en tirer des conclusions intéressantes pour certains enfants ne signifie pas que LOGO puisse être introduit sans problèmes dans les institutions scolaires* ».

Gérard Bossuet dans la revue *L'accord LOGO*²⁷ exposait, dès 1986, la mise en garde suivante : « *Utiliser les robots programmables en pédagogie suppose d'en maîtriser les spécificités, sous peine « d'abandonner la proie pour l'ombre de la mode » . Sans vouloir anticiper les conclusions de notre étude, il convient de préciser certaines caractéristiques de ces robots :*

- *Exploration de l'espace « à distance », sans intervention corporelle.*
- *Langage de commande logique et précis, passant par un codage.*
- *Anticipation des actions.*
- *Construction algorithmique de chemins.*
- *Socialisation autour d'un objet collectif motivant.*
- *Prise de conscience intuitive possible de phénomènes complexes comme le lien entre la vitesse, le temps et le déplacement* ».

François Boule²⁸ proposait également d'accentuer le travail sur la robotique pédagogique et conseillait : « *Pour illustrer cette partie du programme, le maître peut :*

- *Soit utiliser les objets manufacturés : Bigtrak[®], Tortue Jeulin[®]...*
- *Soit concevoir et réaliser des automatismes avec les moyens présents dans la classe* ».

L'unique contact que l'enfant peut avoir eu avec les robots à l'école est la présentation de la tortue LOGO. Or, « *il apparaît à la réflexion que le seul objet pilotable extérieur au monde clavier-écran que l'on présente à l'apprenant reste la sempiternelle tortue de sol, seul micromonde dans lequel on puisse lui proposer d'exercer ses talents de découvreur et de modélisateur* » s'insurge **Paul Delannoy**²⁹.

S'il est vrai que cette approche de la robotique pédagogique n'a été guère diversifiée, elle a cependant conduit ceux qui l'ont pratiquée à de réelles satisfactions didactiques. « *Cette fois la table est contournée ! Le jouet termine son parcours... et ne peut plus rien faire si les enfants n'interviennent pas. Ceux-ci prennent alors très rapidement conscience du fait que cette machine n'est ni intelligente ni douée de volonté...* » nous relatent **Jacqueline et Christian Pillot**³⁰.

Les programmes de l'école primaire des années 1990 ne laissent aucune place à la robotique pédagogique.

²⁶ *L'accord LOGO, Vol. 2, page 26 et 16*

²⁷ *Vol. 2, page 51*

²⁸ *L'informatique à l'école élémentaire et pré-élémentaire, Grand N, page 218*

²⁹ *Revue de l'EPI n°66, Juin 1992, page 132*

³⁰ *L'ordinateur à l'école maternelle, Armand Colin-Bourrelier, 1984, page 22*

Roamer ou la transition échouée de la fin de siècle

De LOGO à la robotique pédagogique

Le premier congrès francophone de robotique pédagogique du Mans en Août 1989 marque une reconnaissance officielle pour ce type d'activité. A ce moment, les centres d'intérêt de la Robotique Pédagogique sont, entre autres :

- les robots de sol répondant à des commandes similaires à celles de la tortue LOGO [PAP 81].
- les grues, semblables aux grues de chantier, c'est-à-dire se déplaçant dans un espace à 3 dimensions et faisant intervenir les rotations (au niveau de la tour), les translations horizontales (déplacement du chariot sur la flèche) et verticales (palan).
- les bras manipulateurs 3 axes pourvus à leur extrémité d'une pince à 2 ou 3 doigts. Ces robots peuvent effectuer des rotations. Leur bras est articulé en 2 parties. À l'extrémité du demi-bras supérieur se situe la pince mobile pouvant s'ouvrir et se fermer.

La reconnaissance officielle de la robotique pédagogique permet de la définir comme une activité de conception, de création et de mise en œuvre, à des fins pédagogiques, d'objets techniques physiques qui sont des réductions aussi voisines et signifiantes que possible de procédés/outils robotiques réellement utilisés dans la vie courante, en particulier en milieu industriel [LER 97].

Le robot pédagogique est essentiellement fait, comme son nom l'indique, pour comprendre et apprendre [VIV 82], [TAN 87]. Sa ressemblance avec les robots industriels constitue donc une contrainte moins prioritaire que ses visées didactiques. Il permet néanmoins d'aborder l'informatique par un autre biais et selon d'autres contraintes que celles imposées par l'ordinateur, son écran et son clavier. « La manipulation de robots introduit la notion de logique de commande pour atteindre un objectif ou un but » [BOS 87]. Les travaux de robotique concernent la programmation d'une machine informatique qui fait intervenir l'algorithmique, le repérage dans l'espace, l'anticipation et la structuration temporelle d'événements [DUC 93], [LER 96].

Parmi ces travaux, certains s'intéressent plus particulièrement aux « colonies de robots » [SHE 95]. Il s'agit de plusieurs robots, en général identiques et programmés de la même façon, dont on étudie le comportement de groupe. Citons, par exemple, ces robots de sol émettant de la lumière à leur arrière et possédant un capteur photo-sensible à leur avant. Ces mobiles se déplacent de manière aléatoire jusqu'à ce qu'ils captent une lumière qu'ils se mettent alors à suivre prioritairement. Une farandole se crée qui se terminera en ronde.

Pour notre part, nous nous attacherons principalement à la composante « robot de plancher » et plus particulièrement aux robots conçus pour initier l'apprenant à la démarche algorithmique. Parmi ces machines, la tortue de sol de **Seymour Papert** a fait figure de pionnière. Les buts de son expérience initiale sont clairs : « en apprenant à la tortue à agir ou à « penser », on en arrive à réfléchir sur sa propre action et sa propre pensée » [PAP 81].

Délibérément, nous ne nous intéresserons pas à la construction du robot, qui constitue un pan important de la démarche pédagogique liée à la robotique pédagogique, pour ne nous préoccuper que de sa programmation.

De nombreuses expériences relatives à l'utilisation de robots de plancher avec les très jeunes enfants ont été relatées durant les années 80 [BAS 81], [BOS 83], [PIL 84], [BEA 85], [CAL 85], [HEN 85], [PER 85], [LET 86], [PER 87], [BOU 88].

Le « Roamer » Valiant

La société Valiant Technology de Londres fabrique, depuis 1988, un robot pédagogique dénommé « Roamer ». Si celui-ci est largement diffusé en Grande-Bretagne ainsi qu'au Québec, il est encore

quasiment inconnu en France dans les années 1990. Le robot « Roamer » nous a immédiatement semblé présenter, à l'époque, de réels atouts pédagogiques.



Ce robot a l'apparence d'une sphère aplatie qui, à l'origine, est trop symétrique pour montrer l'orientation du robot mais qui peut être librement décorée, ce qui permet à la fois de l'orienter et de le personnaliser. Sur sa face supérieure, il possède un clavier souple dont les touches correspondent à des instructions. Celles-ci permettent la programmation du robot qui pourra ainsi se déplacer, pivoter, faire de la musique, attendre et également mémoriser des procédures. Un certain nombre de modules additionnels sont proposés tels une

console de contrôle, un module de dessin permettant au robot de laisser une trace au sol, un kit d'éclairage ou de capteurs... Notons que le terme employé par le fabricant pour désigner ce produit est « Roamer », ce qu'on pourrait traduire par « randonneur ». Le robot Valiant est, en 1990, commercialisé au prix de 94£ (≈ 900 FF).

Le logiciel « Roamer world »

Parallèlement à la construction du robot de plancher, la société Valiant a développé un logiciel informatique dans lequel le robot de plancher Roamer est « virtualisé ».

Le logiciel « Roamer World » fonctionne sur ordinateur de type PC, sous windows 3.5.

Ce logiciel a la particularité d'être un logiciel graphique, entièrement manipulable à la souris, pouvant être utilisé sans savoir lire, donc par de très jeunes enfants (4/5 ans).

Il présente à l'écran un clavier « virtuel » identique à celui du robot Roamer décrit précédemment.

Le robot est lui-même représenté comme une image vue du dessus.

En cliquant sur les touches du clavier virtuel (« **zone de clavier** »), on fait apparaître, dans la « **zone de programme** », les lignes de commandes correspondantes (↑1 ↘2 soit : avance d'1 pas, pivote 2 fois à droite). Lors de leur exécution, l'image du robot se déplace dans la « **zone de travail** ».

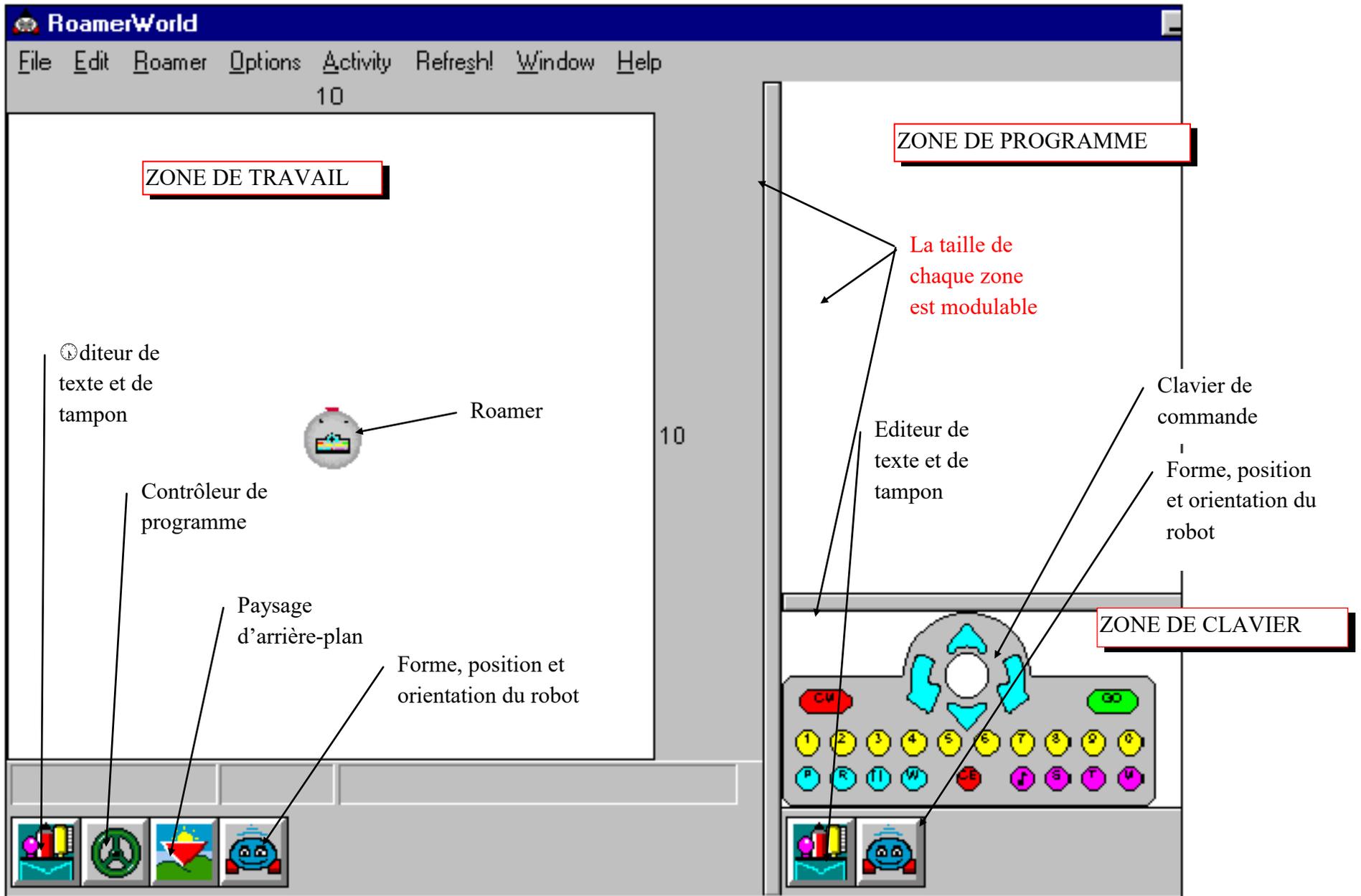
L'éditeur de texte et de tampons (encreur) permet au robot virtuel de « déposer » sur l'écran, textes ou images, au gré de son parcours et de la volonté du programmeur. Il y a également la possibilité de « baisser » ou « lever » un crayon afin que le robot inscrive sur l'écran une « trace » de son parcours.

Le contrôleur de programme agit comme un « debugger » permettant d'exécuter le programme pas à pas, de le stopper, de revenir à l'instruction précédente.

La **forme** du robot virtuel utilisé à l'écran est paramétrable. Elle peut donc être remplacée, selon les besoins, par celle d'un robot plus petit, d'Algor ou d'une tortue. De même, **la position** ou **l'orientation du robot** peuvent être modifiées par programme.

On peut également remplir la zone de travail par des **paysages d'arrière-plan** qui sont des univers graphiques virtuels (quadrillage, bande numérique, labyrinthes) dans lesquels le robot peut évoluer. Cette possibilité permet notamment de « normer » le plan de l'écran mais aussi de contextualiser les exercices proposés (le robot doit suivre le chemin, il doit rejoindre sa maison).

Le logiciel se présente de la manière suivante :



Activités et publications

Nous sommes donc entré (en 1990) en contact avec la société Valiant Technology et avons alors conçu une série d'activités pouvant être menées à la fois avec Roamer et Roamer World.

Ces exercices portent sur :

- La construction de l'espace (anticiper, suivre un cheminement) ;
- La construction du nombre (à partir d'une bande numérique, se rendre successivement sur des nombres donnés) ;
- L'estimation de longueur (l'unité de longueur d'avancement du robot étant définie, estimer la distance qui le sépare d'une cible) ;
- Le repérage sur quadrillage (anticiper un trajet sur quadrillage afin d'atteindre un but fixé).

Nous avons également pris contact avec le CNEFEI (devenu INSHEA) afin de présenter ce nouvel outil pédagogique et que les enseignants puissent étudier ce que le Roamer pouvait apporter aux élèves handicapés. Cette étude a donné lieu à différentes communications³¹ dont :

- **Le Roamer : un robot déjà ancien au service d'apprentissages bien actuels. Utilisation dans une Classe d'inclusion scolaire (Clis 1) de l'Yonne**

Marie Virey, Patrice Renaud. *Nouvelle Revue de l'adaptation scolaire* N° 52. 2010

Résumé :

Version modernisée des « tortues de sol », elles-mêmes fruits des travaux de Seymour Papert et Marvin Minski, le Roamer officie depuis longtemps dans de très nombreux collèges du monde entier... mais peu en France. Il s'agit pourtant d'un robot qui a plus d'un atout pédagogique et qui se révèle particulièrement bien adapté pour des élèves souffrant de troubles des fonctions cognitives.

- **Le Roamer : un randonneur porteur d'aides**

Christian Sarralié. *Nouvelle Revue de l'adaptation scolaire* N° 24. 2003

Résumé :

L'article analyse la fonction, le rôle et le statut du Roamer, un robot pédagogique, dans le cadre d'un débat plus large sur l'informatique procédurale à l'école. La réflexion porte sur l'utilisation du robot en tant qu'outil d'aide. Dans quels domaines ? Pour qui ? Pour quoi ? De quel type d'aide s'agit-il ?

- **A propos d'informatique procédurale : le robot Roamer: un objet-pour-réadapter-avec.**

Christian Sarralié, Daniel Jacquet *Nouvelle Revue de l'adaptation scolaire* N° 17. 2002

Résumé :

Présentation du robot pédagogique Roamer et application à de jeunes traumatisés crâniens pour des tâches de déplacement dans l'espace.

- **A propos d'informatique procédurale : le robot Roamer : Aider les élèves en difficulté à l'école élémentaire**

Christian Sarralié, Daniel Jacquet. *Nouvelle Revue de l'adaptation scolaire* N° 17. 2002

Résumé :

L'approche dite procédurale dans le domaine de l'informatique appliquée à la pédagogie, avec le développement d'activités liées au langage Logo, a connu en France au cours des années 1981 un fort engouement suivi d'un reflux tout aussi abrupt lors de la décennie suivante. Un ensemble d'expérimentations avec un robot de conception britannique, le Roamer a donné l'occasion à une équipe du CNEFEI, en association avec différents professionnels de l'AIS, d'éprouver l'intérêt des

³¹ Reproduites dans ce document

démarches associées à ce type d'outil - à présent presque totalement ignoré en France - avec des enfants et des jeunes handicapés. Les premières observations tendent à montrer que le robot pédagogique garde toute sa pertinence et peut être employé avec profit avec des jeunes relevant de l'AIS ; mais pour cela ses modes d'utilisation devront, en partie, être repensés et des adaptations, différenciées selon les publics, être à terme intégrées. Une illustration de démarches de réadaptation avec le Roamer appliquées à un public spécifique de jeunes handicapés porteurs de séquelles d'un traumatisme crânien est développée dans une deuxième partie.

- **Part du réel et du virtuel dans les apprentissages premiers**

Eric Greff, Le corps d'abord !, Cahiers pédagogiques, n°386, septembre 2000, pp. 65-66

Résumé :

Nous avons déjà eu l'occasion d'étudier, lors de notre travail de thèse, le rôle essentiel du corps dans la construction des apprentissages premiers, objectifs de l'école maternelle. Disposant d'un matériel original constitué de robots de plancher fiables et faciles d'utilisation ainsi que de logiciels informatiques à l'ergonomie très proche des robots utilisés, nous avons entrepris de mesurer la part du réel et du virtuel dans les apprentissages premiers. Il s'agissait de fournir aux jeunes élèves de Grande Section (5 ans) de l'école maternelle une formation minimale concernant le matériel utilisé pour ensuite comparer les réussites à différents exercices en fonction du média utilisé (robot ou ordinateur). Ce faisant, nous avons pu constater que le virtuel se définissait plus en fonction de l'écart entre le problème à résoudre et la réalité corporelle de l'exécutant qu'en fonction de la réalité vs virtualité des objets manipulés. Par conséquent, il devient possible, dans notre contexte d'apprentissage, de définir le média le mieux adapté à l'objectif recherché.

- **Le corps d'abord !**

Eric Greff, Le virtuel au service du réel. Education Infantile n° 1056, janvier 2004, pp 62-63

Résumé :

L'objet de ce travail est de comparer des activités, menées avec des élèves de Grande Section de l'Ecole Maternelle, centrées autour de l'utilisation d'un véritable robot de plancher, d'une part, et de la représentation de ce robot sur ordinateur, d'autre part.

Ce compte-rendu est le fruit d'un travail d'équipe réunissant enseignant de l'IUFM et institutrices de l'Ecole Maternelle.

- **Le jeu de l'enfant-robot : un exemple d'ingénierie éducative concernant la construction et la représentation de l'espace chez les très jeunes enfants**

Eric Greff, Actes du Colloque Constructivisme : usages et perspectives en Education de l'Université de Genève du 4 au 8 septembre 2000, SRED, Genève, vol 2, pp 239-247

Résumé :

La construction de l'espace et sa représentation sont des domaines clés des « Apprentissages premiers ». Parmi l'ensemble des activités qui permettent aux très jeunes enfants (4-6 ans) d'aborder ces domaines, on peut particulièrement s'intéresser aux trajets et à leurs représentations. Issue du domaine de l'informatique, l'ingénierie éducative intitulée « jeu de l'enfant-robot » permet à l'élève de jouer, pour un temps, le rôle du robot. Dans ce cas, il se déplace en fonction des cartes-instructions qui lui sont montrées. Notre méthode s'appuie sur un langage de commande graphique simplifié et sur les différents rôles tenus par l'enfant qui peut être, tour à tour, programmeur et programmé, concepteur et exécutant. De manière plus large, l'élève construit des compétences dans

les domaines de la motricité, la latéralisation, la sémiologie de l'image, la communication, la rigueur, la résolution de problème, la représentation de parcours, le monde technologique.

Cette phase essentielle de vécu corporel étant validée, l'enfant aborde le problème de la représentation des parcours effectués en utilisant, dans un premier temps, maquette et figurine, puis, dans un second temps, des représentations planes mettant en scène le personnage « Algor » qui, à son tour, se meut sur un quadrillage.

Pour compléter ce dispositif, nous menons en France, avec des enfants de 5 ans, à partir des travaux de Papert sur la tortue de sol, des activités de résolution de problème. Ces travaux connaissent actuellement un nouvel essor grâce à l'utilisation de robots de plancher (Roamer) fabriqués en Angleterre (Valiant Technology) et récemment distribués en France par la société Nathan. Ils portent essentiellement sur la construction du nombre, l'anticipation et l'estimation de longueur.

Bibliographie

- [ARS 70] ARSAC Jacques, *La science informatique*, Dunod, 1970
- [BAS 81] BASTIDE Pierre, LE TOUZÉ Jean-Claude, Prototype d'un dispositif autonome programmable par de jeunes enfants, *Revue Française de pédagogie* n° 56, INRP, 1981
- [BEA 85] BEAU DE MOULIN S., Tortue de sol et apprentissage de symboles en grande section de maternelle, Colloque "l'enfant et l'ordinateur". Rouen, 1985
- [BOS 83] BOSSUET Gérard, *L'ordinateur à l'école / L'éducateur*, PUF, 1983
- [BOS 87] BOSSUET Gérard, *Sécante. Conséquence 1*, Université Paris VI, 1987
- [BOU 88] BOULE François, *L'informatique, l'enfant, l'école*, Armand Colin-Bourrelier, 1988
- [CAL 85] CALMY-GUYOT Gisèle, *Informaticiens en herbe*, Ecole La Fontaine, Meudon, 1985
- [COM 84] COMBES-TRITHARD Françoise, *Enregistrer, lire, programmer à l'école maternelle*, Armand Colin-Bourrelier, 1984
- [DEL 94] DELANNOY Paul, *Peut-on enseigner un langage que personne ne parle ?*, Actes du 4^{ème} Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Québec, 1994
- [DEN 94] DENIS Brigitte, *Agir avec la tortue LOGO, agir avec l'ordinateur à l'École Maternelle*, Centre technique de l'Enseignement de la Communauté française, Frameries, Belgique, 1994
- [DUC 90] DUCHÂTEAU Charles, *Images pour programmer : un environnement pour l'apprentissage de l'algorithmique*, Actes du 2^{ème} Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Namur, 1990
- [DUC 93] DUCHÂTEAU Charles, *Robotique-Informatique : mêmes ébats, mêmes débats, mêmes combats ?* Actes du 4^{ème} Colloque de Robotique Pédagogique, Liège, 1993
- [DUC 94] DUCHÂTEAU Charles, *Faut-il enseigner l'informatique à ses utilisateurs ?* Actes du 4^{ème} Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Québec, 1994
- [GRE 95 a] GREFF Éric, *Une année de logique et algorithmes avec les 5/6 ans*, Nathan Éducation, 1995
- [GRE 95 b] GREFF Éric, *Comment introduire la pensée algorithmique auprès de jeunes enfants à travers le jeu de l'enfant-robot*, *Journée sur la recherche à l'IUFM de l'Académie de Versailles*, 1995
- [GRE 96 a] GREFF Éric, *Les apports du jeu de l'enfant-robot à la didactique de l'informatique*, Actes du 5^{ème} Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Monastir, 1996
- [GRE 96 b] GREFF Éric, *Le jeu de l'enfant-robot : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants*, Thèse de Doctorat de l'Université Pars VII, Juin 1996
- [GRE 97] GREFF Éric, LEROUX Pascal, *Du jeu de l'enfant-robot à un véritable robot de plancher : une collaboration exemplaire entre l'École Maternelle, l'IUFM et l'Université*, Actes du 5^{ème} Colloque International sur la Robotique Pédagogique de Montréal (Canada) du 12 au 15 Août 1997.
- [HEN 85] HENAFF Françoise, BASTIDE Anne, *Informaticiens en herbe*, École Maternelle Jean de la Fontaine, Meudon, 1985
- [LER 96] LEROUX Pascal, *Intégration du pilotage de micro-robots pédagogiques à un environnement de programmation*, Actes du 5^{ème} Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Monastir, 1996
- [LER 96] LEROUX Pascal et al. Actes du 5^{ème} Colloque International sur la Robotique Pédagogique de Montréal (Canada) du 12 au 15 Août 1997.
- [LET 86] LE TIRILLY Marc, *Quelques visées éducatives : l'enfant programmeur*, CNDP, CRDP de Marseille, 1986
- [MIN 86] Ministère de l'Éducation Nationale. Direction des Écoles, *Orientations pour l'école maternelle*, 1986
- [MIN 91] Ministère de l'Éducation Nationale. Direction des Écoles, *Les cycles à l'école primaire*, Cndp, Hachette Écoles, 1991

- [MIN 95] **Ministère de l'Éducation Nationale**. Direction des Écoles. *Programme pour l'école maternelle*, 1995
- [PAI 88] **PAIR Claude**, *L'apprentissage de la programmation*, Actes du 1^{er} Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Paris, 1988
- [PAP 81] **PAPERT Seymour**, *Jaillissement de l'esprit*, Flammarion, 1981
- [PER 85] **PERES Jacques**, *Recherches en didactique sur l'utilisation de la tortue de sol. Compte rendu d'une préexpérimentation*, Université de Bordeaux, 1985
- [PER 87] **PERES Jacques**, *Recherches menées à l'IREM de Bordeaux sur l'utilisation de la tortue de sol LOGO à l'École Maternelle*, Université de Bordeaux, 1987
- [PEY 88] **PEYRIN Jean-Pierre, GUÉRAUD Viviane**, *Un jeu de rôles pour l'enseignement de la programmation*, Actes du 1^{er} Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Paris, 1988
- [PEY 92] **PEYRIN Jean-Pierre**, *Une variété d'expressions des algorithmes pour mieux apprendre à raisonner*, Actes du 3^{ème} Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Sion, 1992
- [PEY 94] **PEYRIN Jean-Pierre**, *Enseigner la programmation : quoi ?, pourquoi ?, comment ?*, Actes du 4^{ème} Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Québec, 1994
- [PIL 84] **PILLOT Jacqueline et Christian**, *L'ordinateur à l'école maternelle*, Armand Colin-Bourrelier, 1984
- [ROG 88] **ROGALSKI Janine**, *Méthode de programmation*, Actes du 1^{er} Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Paris, 1988
- [SHE 95] **SHERIFF Ali**, *Réalisation, programmation et modélisation d'une société de robots*, Thèse d'Université Paris VIII, 1995
- [TAN 87] **TANGUY R.**, *Un réseau de mobiles autonomes pour l'apprentissage de la communication*, Thèse d'Université Paris VI, 1987
- [VIV 82] **VIVET Martial**, *LOGO : un environnement informatique pour la formation d'adultes*, Actes du Colloque National LOGO, Clermont-Ferrand, 1982

Le Roamer : *un objet-pour-réadapter-avec*

Le cas d'adolescents traumatisés crâniens

Christian SARRALIÉ

Professeur au CNEFEI

CES LIGNES sont rédigées à partir de l'observation de séquences menées avec des adolescents traumatisés crâniens et conçues autour de la pratique du Roamer. Il ne s'agit que d'une première approche qui vise à donner un aperçu des possibilités, des particularités et des interrogations relatives à l'utilisation du Roamer avec cette population.

CADRE ET SUJETS D'OBSERVATION

Caractériser un adolescent traumatisé crânien grave conduit à rencontrer la complexité et la diversité. Physique, intellectuel, affectif, scolaire, familial et social, tous les domaines de la personne sont concernés par les conséquences du traumatisme. En dehors de l'étiologie, un coup sur la tête, les tableaux cliniques de nos sujets sont très différents d'un individu à l'autre ; les troubles y sont intriqués, souvent difficiles à discriminer. Les lésions peuvent affecter toutes les fonctions supérieures et provoquent, directement ou indirectement, des perturbations de la personnalité et de la relation à autrui, ainsi qu'une incapacité pour le sujet à prendre conscience ou comprendre ses troubles. Accident, coma, éveil, rééducation, réadaptation puis réinsertion sont, d'un point de vue chronologique, les principales phases qui balisent le parcours d'une personne traumatisée crânienne. Après

la rééducation, la réadaptation est tout d'abord un changement de perspective. L'action des différents professionnels n'est plus uniquement centrée sur les diverses fonctions de l'individu mais se tourne vers son fonctionnement social. Pour l'enseignant il s'agit de (re)positionner l'adolescent traumatisé crânien comme élève. La réadaptation est un processus qui doit permettre : de vivre à nouveau une globalité, dans une forme de scolarité la plus riche qui soit ; de proposer l'expérience d'une confrontation à la (une) réalité scolaire pour dégager les bases d'un véritable projet ; d'explorer les ruptures et les continuités dans la personnalité de l'individu, notamment dans son fonctionnement cognitif. Pour nos sujets la réadaptation scolaire se déroule dans des groupes à faible effectif où sont dispensées quelques heures d'enseignement dans différentes disciplines.

UN SUPPORT PRIVILÉGIÉ

Accessibilité

L'importance des dysfonctionnements intellectuels et la perte de connaissances multiplient les critères de sélection des tâches à proposer. Pour l'enseignant l'éventail des choix se trouve réduit, et ils sont plus délicats à opérer. L'utilisation du Roamer rend possible une entrée pas

trop abrupte dans des activités qui requièrent peu de prérequis scolaires, et dont on peut aisément graduer la difficulté et la complexification. L'accessibilité concerne aussi l'enseignant. D'une part l'abord du Roamer est simple. D'autre part, un minimum d'instructions suffit pour concevoir rapidement un certain nombre d'exercices (même s'il faut se garder de l'illusion que l'on pourra s'en contenter pour tracer toutes sortes de figures).

Ainsi pour cinq séances, d'une durée moyenne de quarante minutes, menées chacune avec une dizaine d'adolescents, nous avons essentiellement travaillé sur trois tâches :

1. Observation puis restitution (orale, graphique ou procédurale) du programme de démonstration que le Roamer a en mémoire et que l'on peut activer dès sa mise en marche : parcours d'un triangle équilatéral, en s'arrêtant à chaque sommet ; en émettant un petit morceau musical au deuxième sommet ; et en marquant un temps d'arrêt lors du *tracé* du dernier côté ;
2. Faire parcourir un carré au Roamer ;
3. Faire parcourir un *double carré* (deux carrés ayant un côté commun).

Neutralité

L'écart entre le niveau scolaire antérieur de nos sujets et leurs capacités réelles au moment où ils retrouvent une certaine scolarité est important. Mais cet écart n'est pas toujours perçu, en raison des troubles cognitifs eux-mêmes, ou rejeté pour fuir un nouvel état inacceptable. Ceci conduit ces adolescents à revendiquer un travail à l'identique de ce qu'ils réalisaient avant l'accident ou à la hauteur de leur désir d'être ou de retrouver le *comme avant*. Sans références directes avec le déroulement du cursus scolaire, le Roamer présente une neutralité certain-

ne et une manière de répondre, en les contournant, à des revendications de contenu trop précises, inaccessibles au moment de cette reprise de scolarité.

Jérémie réclame avec insistance, des exercices de mathématiques de seconde, rejetant vivement, de suite ou assez rapidement, tout ce qui s'en éloigne. Or il est loin de pouvoir résoudre des questions de ce niveau compte tenu de ses troubles. Ses bulletins scolaires indiquent de plus que ce niveau de travail il ne le maîtrisait pas avant l'accident. La proposition d'activités avec le Roamer met de côté son attitude opposante et débouche sur des séances menées à terme. Et ceci malgré les énormes difficultés que rencontre Jérémie en raison de troubles qui affectent toutes les dimensions intellectuelles : c'est pas à pas, en s'aidant d'une transcription au tableau, et au bout de quarante minutes qu'il parvient à reproduire le déroulement du programme de présentation ; et nous ne sommes pas certains, qu'alors, il en a une vue d'ensemble.

Socialisation/individualisation

Le Roamer se prête à des activités en groupe, tout en permettant assez naturellement de les différencier et de les individualiser. Son accessibilité et sa neutralité sont utiles face à des groupes dont l'extrême hétérogénéité concerne à la fois la nature des troubles et le fonctionnement scolaire. Sa *convivialité* l'est également pour la dimension de (re)socialisation de la réadaptation. Car le repli sur soi, la centration sur l'aspect rééducatif des activités, marque du désir de *réparation*, caractérisent ces adolescents.

Mais il offre également l'avantage d'un travail en individuel que nous posons, en réadaptation et avec ces sujets, comme incontournable. L'observation la plus précise qui soit est en effet requise pour appré-

hender et comprendre les manifestations des troubles. La situation duale favorise, de plus, la mise en confiance, et l'encadrement des troubles comportementaux. Nicolas présente un syndrome frontal qui se manifeste par un manque de contrôle de sa pensée et de son comportement. Distractable, dissipé et rebelle, il ne respecte pas les règles de vie du groupe, montre peu d'empressement à rentrer dans une tâche et à s'y tenir. Le Roamer présente suffisamment d'attraction pour l'installer dans la tâche et l'y maintenir, et donne aux interventions de l'enseignant un aspect moins direct, installant un climat propice pour nouer une relation pédagogique de qualité. Même si cela reste difficile et fragile.

Communication

En phase de réadaptation la prise en charge des individus reste pluridimensionnelle et s'inscrit dans une collaboration entre divers professionnels. Les activités autour du Roamer peuvent opérationnaliser cette collaboration. D'une part, parce qu'elles aboutissent à des observations sur les conduites facilement communicables et autour d'activités compréhensibles par tous les membres de l'équipe quelle que soit leur formation. D'autre part, parce que l'on peut concevoir avec le Roamer des activités appelant ou intéressant des professions diverses. Nous posons le Roamer, générateur de tâches communes, comme dénominateur commun d'une mise en synergie des actions de réadaptation.

UNE ACTIVITÉ PERTINENTE

Réaliser

En réadaptation, dans une situation *écologique*, il s'agit pour le sujet de réaliser la tâche proposée de la façon la plus auto-

nome qui soit ; c'est pour lui l'occasion de *faire* pour mettre à l'épreuve son fonctionnement et les moyens qu'il a acquis pour surmonter ses difficultés. Et ce *faire* prend toute sa dimension avec le Roamer qui laisse une grande part d'initiative au sujet pour l'utiliser, et qui demande à produire un travail pour lequel il y a des effets visibles.

Mais réaliser c'est aussi se rendre compte. L'adolescent traumatisé crânien doit prendre conscience de ses difficultés, et, dans tous les sens du mot, les reconnaître pour les surmonter. Il doit *faire faire* au Roamer, et l'objectif d'actions à faire exécuter au robot, le plaçant symboliquement à un poste de commande, lui permet une prise de distance favorable à une prise de conscience.

Calculer

Le Roamer permet une activité calculatoire. Calcul est pris ici, non pas au sens d'opération sur des objets, mais, en empruntant à Vergnaud, dans celui d'inférence ; une inférence qui peut d'ailleurs être qualitative. Dans l'organisation de la conduite d'un sujet, ces calculs portent sur les buts et les sous-buts susceptibles d'être formés, des règles d'actions, de prise d'information et de contrôle permettant de les atteindre. Ces différents aspects sont très souvent défailants chez l'adolescent traumatisé crânien et donnent un ensemble de symptômes rassemblés sous l'expression : *troubles des fonctions d'exécution*.

Pour travailler cette caractéristique de la pensée, nous tirons profit de deux composantes de l'activité avec le Roamer : les composantes algorithmique et heuristique. La première permet : de poser un cadre structuré ; de travailler la planification et l'exécution des actions, et leur adéquation au but visé ; de pratiquer la

répétition. La seconde évite le risque d'une installation chronique dans des tâches répétitives et conduit à l'identification des besoins, à la formulation des buts et à une réflexion sur l'activité même.

Aider

Si la relation d'aide participe tour à tour ou à la fois des différentes fonctions ou modalités qu'on lui attribue habituellement, elle se caractérise avant tout ici par le fait qu'elle doit être mesurée, c'est-à-dire estimée et modérée. L'utilisation du Roamer permet l'observation, donc l'étude des aménagements à envisager en situation. Elle offre à l'enseignant, au cours de l'activité, une gamme étendue de possibilités d'interventions et de moyens pour les porter.

L'erreur est dans la procédure, et de cette localisation nous tirons un bénéfice double. D'une part, elle donne un aspect moins direct aux interventions de l'enseignant, dégageant l'adolescent des situations de rééducation centrées sur sa personne. D'autre part elle participe à une dédramatisation de l'erreur trop souvent vécue comme un rappel douloureux des conséquences de l'accident.

Michaël nous indique que c'est un M que le Roamer dessine dans son programme de démonstration. Devenu hémiplégique, il doit être relatéralisé à gauche; il souffre de troubles visuo-spatiaux. C'est pratiquement seul, avec des essais à l'aide du Roamer, qu'il arrive à se corriger et à donner la forme exacte du trajet, l'utilisation de l'appareil limitant les interventions de l'enseignant. Une limitation bien venue, car les interventions directes sont mal vécues par Michaël, qui accuse alors l'enseignant de le mépriser, de le prendre pour un bon à rien. En regard des troubles évoqués, on constate que le Roamer se prête ici, de façon indirecte, à un prolongement de la rééducation.

Évaluer

Différents bilans, médicaux ou neuropsychologiques, donnent des indications sur les troubles présentés par les sujets. La situation scolaire met plus ou moins en évidence leurs manifestations et la manière dont le sujet les gère. Les déplacements du Roamer peuvent ainsi, lors d'atteintes perceptives, mettre en évidence des difficultés dans l'appréhension d'objets en mouvement ou l'exploration visuelle. La scolarisation révèle aussi parfois des perturbations de la conduite non décelées auparavant.

Audrey est mutique depuis sa sortie du coma. Lorsqu'elle se présente à nous c'est le seul trouble *visible*, et ne sont soulignés dans son dossier que des problèmes liés au langage. Nous communiquons correctement avec elle puisqu'elle comprend ce qu'on lui dit et toute lecture dans son ensemble. Nous remarquons cependant des incompréhensions de mots à l'oral et en lecture, parfois l'impossibilité d'en produire un à l'écrit. Il en est ainsi avec le mot *musique*, nécessaire pour reporter au tableau le programme de démonstration du Roamer; elle ne le retrouve pas malgré les différents indices de rappel qu'on lui fournit.

Dans la réalisation du carré, c'est la valeur de l'angle de rotation qui pose problème. Audrey ne recourt pas à une analyse géométrique mais à une estimation à l'œil pour s'en sortir. Après plusieurs essais infructueux, elle se place à côté de l'appareil pour *sentir* la mesure de l'angle. Mais c'est toujours par tâtonnements qu'elle procède, et ses rectifications ne portent que sur des petites valeurs d'angles (3 ou 4 degrés). Ce type de conduite a été relevé par de nombreux chercheurs chez des enfants en apprentissage de la notion d'angle avec la tortue Logo. Ce qui nous surprend c'est le temps

qu'elle passe dans cette tâche, et cette conduite de résolution, en décalage avec le fait qu'Audrey était élève en classe de seconde avant l'accident.

L'élaboration du programme pour la réalisation d'un carré est tout autant longue et laborieuse. On trouve la manifestation d'effets de persévération lorsqu'à plusieurs reprises Audrey écrit : $4 \neq 4$. La valeur du pas (4) est attribuée à l'angle malgré la détermination préalable et correcte de sa valeur (90). Audrey écrit les instructions côté après côté, procède à plusieurs essais erronés en éprouvant, semble-t-il, beaucoup de difficultés à mettre en adéquation ce qu'elle voit et l'objectif qu'elle visait. Il en va de même pour enchaîner les instructions et produire la procédure globale. Elle inscrit ainsi au tableau : $16 \neq 270$, multipliant par quatre les mesures (comme elle nous l'explique, sans remarquer son erreur de calcul), au lieu de réitérer quatre fois les instructions. Ces observations font apparaître des traits caractéristiques des troubles des fonctions d'exécution, qui ne sont mentionnés dans aucun des différents bilans mis à notre disposition.

INTERROGATIONS ET REMARQUES

Une activité propre

Nous posons tout d'abord que l'activité menée à l'aide du Roamer est une activité propre. Nous entendons par là que nous ne souhaitons ni la rattacher à un domaine particulier d'une discipline scolaire ni à l'apparenter au champ de l'éducabilité cognitive. Le Roamer permet la référence à S. Papert (1981) et son utilisation du langage Logo dans sa *géométrie Tortue*. S'il rapporte la géométrie Tortue au champ large des géométries différentielles, il la spécifie dans son style en la qualifiant de géométrie informatique, c'est-à-dire à base

de calcul. Mais son modèle de la pensée, modulaire et procédural, n'est pas le nôtre qui donne à *calcul* le sens défini plus haut et qui s'attache davantage à l'aspect conceptuel en œuvre dans les conduites d'un sujet.

Le Roamer est un outil qui permet de travailler différentes notions mathématiques comme celles de nombre, de mesure ou de figures. Mais de nombreux travaux ont montré que l'articulation, la généralisation et les phénomènes de transferts avec les mathématiques scolaires étaient loin d'être avérés. Rappelons aussi que Papert lui-même écrit que *les effets du travail en géométrie Tortue sont essentiellement d'ordre relationnel et affectif*. Le Roamer attribue à l'activité une qualité première et primordiale en réadaptation : elle est stimulante.

Des arguments à discuter

Nous rapprochons notre réflexion sur le Roamer des travaux de S. Papert. L'écriture d'une procédure emprunte au langage naturel et sa réalisation par le Roamer présente avec son rédacteur une syntonie corporelle, c'est-à-dire une cohérence avec ce qu'il ressent dans son propre corps. Nous rejoignons D. Barataud (1990) qui met en garde contre l'idée d'un isomorphisme parfait entre les déplacements et leur traduction langagière en géométrie Tortue d'une part et la langue maternelle et le vécu corporel de l'autre. Il en va de même si l'on compare la manière de tracer au papier-crayon une figure et sa réalisation par le Roamer. La langue française a une sémantique bien plus large et bien plus floue que le langage de programmation utilisé ; contrairement au Roamer, un individu peut tourner en avançant ; le traçage d'un carré avec un crayon se fait rarement en continu et pas obligatoirement toujours de la même façon. Ces diffé-

rences s'accroissent lorsque la comparaison s'effectue avec des sujets qui n'ont plus l'intégrité des commandes et de la perception de leur corps, et présentent des troubles phasiques et praxiques.

Des aménagements à produire

Si l'on peut d'emblée penser à des aménagements qui visent la maniabilité de l'instrument pour des sujets ayant des déficiences motrices, sensorielles ou physiques, et à l'amélioration de sa fiabilité pour tracer des figures dont les dimensions sont importantes, c'est surtout le support à la programmation qui appelle la discussion. En effet sur l'appareil on ne peut pas visualiser la procédure tapée et la rectification d'une erreur se limite à la dernière instruction. Sans aborder la question de modifications sur le Roamer lui-même, son couplage avec un ordinateur et un logiciel de programmation s'impose pour s'engager dans des programmes plus conséquents avec des élèves au cerveau lésé.

UN OBJET-POUR-RÉADAPTER-AVEC

Roamer signifie vagabond en français. Une signification des plus pertinentes pour nos sujets contraints à errer çà et là dans les arcanes de leur fonctionnement cognitif pour en découvrir le caractère de relative nouveauté que lui confèrent les déficiences cérébrales. Le Roamer, maître d'œuvre de cette exploration, se pose en instrument d'investigation. Tout à fait un *instrument* si l'on retourne aux sens étymologiques latins de ce mot, ceux d'outillage et de ressource.

Ces quelques séquences nous amènent à émettre l'hypothèse que Roamer est un instrument judicieux pour mener un travail de réadaptation, et pour en dynamiser le processus. À l'image de Papert qui fait de sa Tortue un *objet-pour-penser-avec*, nous faisons du Roamer un *objet-pour-réadapter-avec*.

Mes remerciements à Christophe Noël, enseignant spécialisé au CMPA de Neufmoutiers-en-Brie, qui a participé à ce projet.

Bibliographie indicative proposée par les auteurs

- BARATAUD (D.), « Logo. Espoirs et (dés)illusions », *Les cahiers de Beaumont*, n° 50, p. 37-44, juin 1990.
- BEAU DE MOULIN (S.), *Tortue de sol et apprentissage de symboles en grande section de maternelle*, Colloque « l'enfant et l'ordinateur », Rouen, 1985.
- BOSSUET (G.), *L'ordinateur à l'école*, L'éducateur, Puf, 1983.
- BOULE (François), *L'informatique, l'enfant, l'école*, Colin-Bourrelier, 1988.
- COHADON (F.) et al., *Les traumatisés crâniens : de l'accident à la réinsertion*, Arnette, Vélizy-Villacoublay, 1998.
- COMBES-TRITHARD (F.), *Enregistrer, lire, programmer à l'école maternelle*, Colin-Bourrelier, 1984.
- EIMERL (K.), *L'informatique éducative. Cheminements dans l'apprentissage*, Armand Colin, Paris, 1993.
- GREFF (É.), *Le « jeu de l'enfant-robot » : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants*, thèse de doctorat de l'université Paris 7, 1996.
- PAPERT (S.), *Jaillissement de l'esprit. Ordinateurs et apprentissage*, Flammarion, Paris, 1981.
- REGINNI (H.), *Logo, des ailes pour l'esprit*, Cedic, Nathan, 1983.
- SARRALIÉ (C.), *Réadaptation scolaire en mathématiques d'adolescents traumatisés crâniens*, Thèse en sciences de l'éducation, Université Paris V, 2002.
- VERGNAUD (G.), « La théorie des champs conceptuels », *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 10, n° 2-3, p. 133-170, 1990.

Le Roamer : un robot déjà ancien au service d'apprentissages bien actuels

Utilisation dans une Classe
d'inclusion scolaire
(Clis 1) de l'Yonne

Marie VIREY
Professeur des écoles titulaire du Capa-SH D
Patrice RENAUD
Professeur agrégé, formateur à l'INS HEA

Résumé : Version modernisée des « tortues de sol », elles-mêmes fruits des travaux de Seymour Papert et Marvin Minski, le Roamer officie depuis longtemps dans de très nombreux collèges du monde entier... mais peu en France. Il s'agit pourtant d'un robot qui a plus d'un atout pédagogique et qui se révèle particulièrement bien adapté pour des élèves souffrant de troubles des fonctions cognitives.

Mots-clés : Roamer - Robot pédagogique - Technologie - Tice - Troubles des fonctions cognitives.

**The Roamer: an already old robot that contributes to very up to date learning
How it is used in an educational inclusion class (Clis 1) in the Yonne département**

Summary: The Roamer, which is the modernized version of the semi-spherical tortoise-like robot invented by Seymour Papert and Marvin Minski, has been used for a long time in many secondary schools all over the world... but not very much in France, even though this robot offers a number of pedagogical advantages, and is particularly suited to pupils with cognitive function disorders.

Key words: Communication and information technologies - Cognitive function disorders - Pedagogical robot - Roamer - Technology.

DANS ses numéros 23¹ et 24² *La nouvelle revue de l'AIS* a présenté abondamment un robot pédagogique anglais appelé Roamer et son utilisation auprès d'élèves handicapés. Depuis, tous les enseignants spécialisés français qui ont eu l'occasion d'utiliser ce robot ont témoigné de son utilité, en particulier pour la construction des apprentissages de base. Alors que ce robot est maintenant déjà ancien, il nous paraît intéressant de montrer combien il reste un outil performant, semble moderne aux élèves et efficace à leurs enseignants. L'expérience de Marie Virey dans une Clis 1 de l'Yonne nous en donne l'occasion. Mais à quoi peut donc bien servir un robot pédagogique ? Cette machine est-elle utilisable en Clis 1 ? Quels

1. 3^e trimestre 2003.

2. 4^e trimestre 2003.

types d'activité l'enseignant peut-il bâtir, pour quels apprentissages et avec quelles limites? Comment relier son utilisation à des projets de classe?

Dans un premier temps nous rappellerons brièvement ce qu'est ce robot pédagogique. Dans un deuxième temps nous présenterons et analyserons tout l'intérêt du travail mené dans cette Clis 1 de Sens. Enfin, dans un troisième temps nous présenterons comment l'évolution récente du matériel permet maintenant de travailler encore plus efficacement.

LE ROAMER, UN ROBOT PÉDAGOGIQUE TRÈS VAILLANT

Le Roamer est un robot en forme de demi sphère, peu fragile donc approprié au milieu scolaire, surmonté d'un clavier avec des chiffres, des flèches pour avancer ou reculer, pour tourner à droite ou tourner à gauche, créer des blocs d'instructions, jouer des notes de musique... Construit par la société Valiant Technology³ c'est la version moderne et anglaise de la tortue de sol distribuée par Jeulin⁴ au début des années quatre-vingt en France⁵. Cette coûteuse⁶ tortue se déplaçait au sol sur une feuille de papier, laissant une trace de feutre au gré de ses déplacements. Pour la programmer les utilisateurs disposaient déjà du langage Logo développé dix ans plus tôt par Seymour Papert et Marvin Minski au laboratoire du *Massachusetts Institute of Technology* qui avaient repris les théories de Piaget et les travaux menés en intelligence artificielle. Pour Seymour Papert « *programmer un ordinateur revient tout simplement plus ou moins à communiquer avec lui dans un langage intelligible pour la machine comme pour le programmeur. Or, apprendre une langue est l'une des choses que les enfants font le mieux. Tout enfant normal apprend à parler. Pourquoi en ce cas ne pourrait-il pas apprendre à parler avec un ordinateur?* »⁷ » Papert s'opposait ainsi fortement à ce que l'utilisation de l'ordinateur en pédagogie conduise à « *programmer les enfants* » et il se lança alors dans le développement d'un environnement informatique propice à l'acquisition spontanée des concepts mathématiques par les élèves.

Le logo est basé sur des *primitives*⁸ : Avance (AV), Recule (RE), Tourne à droite (TD), Tourne à gauche (TG)... Elles sont suivies d'un nombre représentant la grandeur du mouvement envisagé. Ainsi AV 100 signifie « *avancer de 100 pas* » et TD 90 « *tourner à droite de 90°* ». Il est alors aisé de créer des *procédures* en assemblant plusieurs primitives, de créer des boucles... L'élève acquiert ainsi rapidement les bases de la programmation structurée. Ainsi REPETE 5 [AV 120 TD 144] permet de tracer aisément une étoile à 5 branches ! Difficile de faire plus simple. Si, dans sa version initiale, le Logo permettait le déplacement d'un petit triangle isocèle sur l'écran d'un ordinateur, la « *tortue* » Jeulin exécutait physiquement ces déplacements, ce qui était beaucoup plus concret pour les élèves. Mais que peuvent donc bien travailler, avec ce type d'outil, les enseignants et plus particulièrement avec des élèves de Clis 1 ?

3. www.valiant-technology.com/uk/pages/corphome.php?entry=UK

4. À redécouvrir sur www.tortue-jeulin.com/

5. C'est l'époque du plan « Informatique pour tous ».

6. Elle coûtait alors environ 5 000 F.

7. *Jaillissement de l'esprit*, Seymour Papert, Champs, Flammarion, 1999.

8. Ensembles d'ordres compréhensibles et exécutables par l'ordinateur.

UTILISATION DU ROAMER EN CLIS 1

Les Classes d'inclusion scolaire (Clis) ont pour vocation d'accueillir des élèves handicapés dans des écoles ordinaires afin de leur permettre de suivre totalement ou partiellement un cursus scolaire ordinaire. Elles ont été créées par la circulaire⁹ n° 91-304 du 18 novembre 1991. Il existe quatre types de Clis, différenciées en fonction du type de handicap des enfants accueillis (handicaps auditifs, visuels, moteurs ou mentaux). Les Clis 1 sont les plus nombreuses et accueillent des enfants handicapés présentant des troubles i des fonctions cognitives et mentales. Dans cette Classe d'inclusion scolaire (Clis) du nord de l'Yonne, les élèves sont âgés de 10 à 13 ans – un élève ayant été maintenu au-delà de ses douze ans faute de place dans le secondaire. Leur niveau scolaire s'échelonne pour la lecture et la maîtrise de la langue d'un début de CP à une fin de CE2 et d'un milieu CP à un bon début de CM1 pour les mathématiques et la géométrie. Pour les autres disciplines le niveau est très variable.

Comme dans toutes les Clis, les problèmes majoritairement rencontrés sont les difficultés de concentration, les problèmes de repérage dans l'espace et le temps et les difficultés à se canaliser pour apporter une réponse à une consigne donnée. Les élèves répondent souvent spontanément, mais sans lien avec le travail en cours et la question. Ils bénéficient de quelque temps d'inclusion dans les classes ordinaires, malheureusement trop rares. Le groupe classe est donc souvent présent dans sa totalité. Afin de remédier aux problèmes constants de repérage spatio-temporel des élèves, l'un des trois projets prévus pour l'année scolaire 2009-2010 a consisté à utiliser le Roamer¹⁰.

Les objectifs généraux visaient à aborder des notions en mathématiques et en lecture, à reconnaître, nommer et décrire des figures planes, à maîtriser des cheminements et des déplacements sur des quadrillages, à être capable d'associer un déplacement à une forme géométrique et à pouvoir la reproduire, à être capable de schématiser et à utiliser des symboles de schématisation, à comprendre la notion de degré et d'angle, à être le plus précis et soigneux dans les tracés. Ce travail s'est déroulé de janvier à février 2010, à raison de deux séances de 45 minutes par semaine.

Dans un premier temps il s'est agi de présenter ce projet aux élèves sans leur en expliquer les finalités : ils ont juste appris qu'ils allaient travailler avec du matériel qu'ils n'avaient jamais vu et ne connaissaient pas. Pour l'enseignant le but visé était de travailler sur l'observation du robot par les élèves, de leur faire émettre des hypothèses quant à son utilité et de justifier les propositions émises à l'aide d'exemples concrets et argumentés.

Pour mener à bien cette première séance il a fallu réorganiser la classe afin que tous les élèves puissent observer le Roamer sous tous ses angles. C'est donc au centre de la classe sur un tabouret rond sans dossier qu'a été positionné le robot. Les élèves ont bien essayé d'argumenter, ils ne se sont pas contentés de décrire l'objet. De plus, beaucoup d'élèves qui participent peu habituellement se sont

9. Cette circulaire a été abrogée et remplacée par la circulaire n° 2002-113 du 30 avril 2002, elle-même abrogée et remplacée par la circulaire n° 2009-087 du 17 juillet 2009.

10. Outil découvert lors de la formation Capa-SH à l'INS HEA en 2006-2007.



Les élèves de la Clis 2.

beaucoup investis et ont eu une contribution active et sensée. Ils ont vraiment tenté de « faire du lien » entre leurs propositions et ce qu'ils observaient. Ainsi, la connaissance des mots anglais trouve son origine dans une initiation faite à cette langue un peu plus tôt dans l'année. Par contre, le manque de lexique et de vocabulaire pour décrire l'objet a été une vraie difficulté pour que certains élèves puissent faire des suppositions et des propositions. À la fin de la séance, les élèves ont transcrit leurs propositions sur leurs cahiers puis ont reporté cette trace écrite sur traitement de textes.

Réactions des élèves	À quoi est-ce que ça peut servir ?
<ul style="list-style-type: none"> - une souris ! (K.) - c'est bizarre (D.) - il y a des chiffres et des lettres (P.) - il y a des roulettes (B.) - les chiffres vont jusqu'à 9 et il y a des boutons (K.) - ça vient d'Angleterre parce qu'il y a écrit « go » (K.) et « on / off » (V.) 	<ul style="list-style-type: none"> - ça roule (B.) - les boutons servent à l'allumer (K.) - c'est une tondeuse parce que ça ressemble à une pub (K.) - c'est comme une sorte d'ordinateur parce que il y a plein de boutons (B.) - c'est un robot (V.) - ça tourne parce qu'il y a des flèches et ça fait de la musique car le signe là veut dire que ça fait de la musique (S.)

(Entre parenthèses figurent les initiales des prénoms des élèves)

La seconde séance a consisté en un rappel collectif de ce qui avait été travaillé à la séance précédente. D'une séance à l'autre, il est en effet toujours important que les élèves puissent évoquer ce dont ils se souviennent. C'est ce qui leur permet de s'investir et de se projeter dans la séance à venir. Retravailler les questionnements qui avaient émergé à la fin de la première séance, surtout ceux très intéressants sur l'emploi de l'anglais (*on / off / go*), et le rapprochement fait avec les ordinateurs, était nécessaire. Les élèves avaient alors aussi employé beaucoup de vocabulaire très spécifique et exact : « câble », « clavier », « souris », « puce », « moteur »... Il leur a été demandé de justifier leurs observations en étant le plus précis possible. Ils l'ont alors fait en indiquant les parties du robot concernées.

Les élèves ont ensuite regardé le Roamer fonctionner lors d'un trajet non planifié à l'avance. Le but visé était de susciter des réactions aussitôt notées au tableau. Les réactions ne se sont pas fait attendre : les élèves ont plus axé leurs critères sur un appareil type « robot/ordinateur ». Ils furent pertinents et remarquèrent davantage de détails comme l'entrée prévue pour un câble (port). À la fin de la séance, un moment suffisant a été réservé à la trace écrite quotidienne : c'est important pour que les élèves se remémorent le travail fait et ancrent le lien avec des objets connus.



Trois générations de robots pédagogiques.

Il a fallu ensuite leur montrer les batteries, expliquer leur utilité et l'obligation de les recharger après chaque utilisation. Un élève a même reformulé les explications de l'enseignante pour ses pairs. Les élèves ont alors commencé à réclamer de nouvelles séances avec le Roamer, ce qui est une preuve éclatante de l'intérêt éveillé par ce projet.

La troisième séance a été consacrée au lien possible entre l'utilisation du robot et les disciplines scolaires. Les élèves ont été performants et ont su trouver le rapport avec des matières telles que la géométrie et les mesures : ils ont même évoqué la possibilité de placer un crayon au centre de la machine et de faire des tracés. Toutes les propositions, validées par la classe, ont été notées au tableau et ont été recopiées sur les cahiers. Du matériel avait été mis à disposition pour aider les élèves les plus en difficulté : des manuels de différentes disciplines et l'emploi du temps de la classe évoquaient les différentes matières scolaires.

À la fin cette séance, les élèves ont fait une demande intéressante puisqu'ils ont voulu donner un nom au Roamer, sans doute pour mieux se l'approprier. Plusieurs élèves ont donc proposé des noms et un vote improvisé a permis de départager les propositions.

Trace écrite de la troisième séance

Nous avons réfléchi et vu fonctionner le Roamer. C'est un robot.

Nous pensons qu'il va nous servir à :

- *Faire de la géométrie.*
- *Faire des mesures.*
- *Faire des tracés en mettant un crayon au centre.*

Nous avons remarqué qu'il marchait avec des batteries.

Nous aimerions lui donner un nom. Il s'appellera Junior.

La quatrième séance a permis aux élèves de la Clis de mieux comprendre comment le robot réagissait quand ils pressaient ses touches de déplacement et ils se sont rapidement appropriés les codes directionnels permettant d'avancer, tourner à gauche, reculer, tourner à droite. Puis, pour mesurer le pas de déplacement, les élèves ont proposé de placer un crayon dans le trou central du Roamer et de placer une feuille de papier sous le robot. En mesurant la trace les élèves ont constaté que le robot avait parcouru 90 cm alors qu'ils avaient programmé « *avance de 3 pas* ». En lien direct avec le travail mené en mathématiques sur la multiplication et l'addition, les élèves ont réussi à en déduire que le pas de déplacement était de 30 cm.

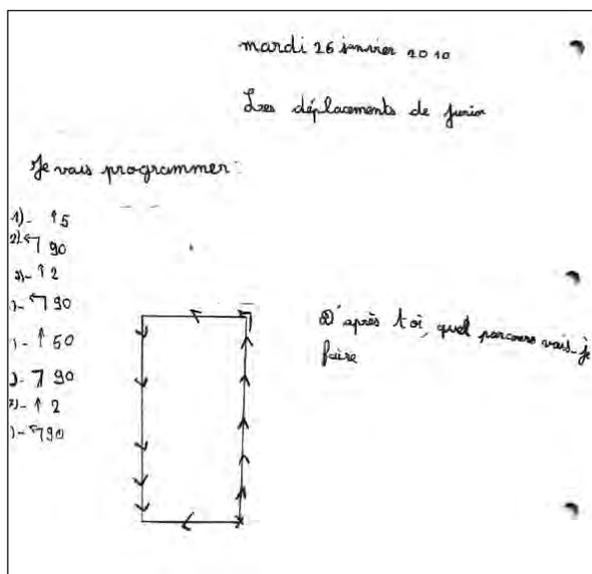
Un certain nombre de difficultés sont apparues : ainsi, un élève n'osait pas démarrer le Roamer, reculant systématiquement au moment de presser la touche « Go ». Pour d'autres visualiser une « *avance de 3 pas* » fut très difficile, sans doute parce qu'ils devaient travailler à la fois sur le déplacement du robot sur un quadrillage au sol et reporter ce déplacement sur les carreaux du cahier. Mais la plus grosse difficulté pour mesurer le déplacement a été de s'apercevoir qu'il fallait prendre le centre du Roamer – où était placé le crayon – comme référence et non l'avant du robot (les « *moustaches* » de Junior). Enfin, le fait que les déplacements du Roamer se font en continu (il ne marque pas d'arrêt ou de pause à chaque pas) a perturbé certains élèves, malgré le tracé sur la feuille.

L'objectif de la cinquième séance était d'associer le trajet du Roamer à une figure géométrique connue et travaillée en classe en amont. Il fallait par la suite que les élèves puissent la reproduire en respectant le plus possible ses caractéristiques. Il fallait donc prévoir de grandes feuilles et un feutre pour les tracés. Après un rappel en début de séance sur le mode de fonctionnement du Robot, les élèves ont ensuite dû observer un déplacement programmé préalablement et essayer de le reproduire sur une feuille. Après une phase de validation, puis de correction, les élèves sont tous tombés d'accord sur le fait que le robot avait tracé un carré. Mais quelles instructions avaient donc bien été programmées ? Pour certains élèves, trouver les instructions a été très facile, bien qu'identifier la longueur des côtés du carré et expliquer ce qui se passait dans « *les coins* » fut plus difficile. Ceci est très normal puisque la notion d'angle était toute nouvelle. Lors de cette séance, un des élèves a été très efficace sur la mesure « *à vue d'œil* » et le calcul par multiplication des longueurs de déplacements du Roamer. Il a donc été sollicité pour expliquer aux autres élèves comment il faisait et le groupe a alors vérifié ses assertions.

La sixième séance, en continuité avec la précédente, a été l'occasion de travailler sur la reproduction d'un triangle équilatéral et d'un triangle rectangle. La principale difficulté était de trouver le bon angle à programmer. Il faut en effet saisir l'angle extérieur ($180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$) et non l'angle intérieur (60°). Cette séance a donc nécessité une reprise complète en septième séance... et pas mal d'explications mathématiques.

Pour la huitième séance l'objectif visé était de travailler sur l'anticipation du déplacement du robot, en fonction des données rentrées dans l'appareil. À partir des instructions affichées au tableau, les élèves devaient tracer individuellement sur une feuille le parcours qu'ils pensaient que le Roamer allait effectuer. Dans un deuxième temps les différentes productions ont été affichées au tableau et les

élèves ont collectivement débattu sur la possibilité ou non qu'elles représentent le parcours. Chaque point a dû être argumenté. Enfin plusieurs élèves ont programmé le robot et c'est le parcours effectivement réalisé par la machine qui a permis la validation. Tout l'intérêt de ce robot est bien la possibilité pour un élève de constater immédiatement l'effet produit par son programme. C'est l'élève qui enseigne au robot et non le contraire. Il n'y a plus d'erreurs mais des essais successifs. Il est possible de corriger petit à petit le programme, et, test après test, d'arriver au résultat visé. Un seul élève s'est retrouvé en réelle difficulté : il a en effet reproduit le trajet comme un escalier... Il n'a donc pas réussi à se représenter mentalement le parcours et est resté bloqué en dessinant les instructions de programmation et non le trajet qu'elles encodent.



Une production d'élève.

Pour la dernière séance les élèves devaient, à l'inverse, retrouver les huit instructions successives nécessaires pour que le Roamer se déplace le long d'un rectangle (figure affichée au tableau). Les élèves ont recherché individuellement les codes avant un moment de mise en commun, durant lequel ils ont validé ou invalidé les réponses des uns et des autres. Ce moment a été particulièrement riche au niveau des échanges, des efforts d'explicitation et d'argumentation. Certains élèves n'ont pas hésité à se lever, pour expliquer aux autres des parties du parcours du robot, supposées correspondre aux instructions proposées. Ces élèves ont donc occupé et investi l'espace en utilisant un vocabulaire adapté et riche : « *angle* », « *tourner vers la droite* », « *tracer une ligne droite* »... Ils avaient donc bien progressé au niveau de la structuration spatiale, que ce soit par rapport à eux ou par rapport au robot. Leurs propositions ont été testées en programmant le Roamer et en le regardant se déplacer.

Ces neuf séances conduites avec le Roamer ont été non seulement une occasion idéale de multiplier les échanges entre pairs, mais aussi de construire de véritables notions mathématiques et de travailler le langage. Elles ont permis aussi de développer des fonctions cognitives telles que la mise en lien, l'anticipation, l'explicitation de sa pensée et l'argumentation, la mémorisation... Utiliser ce robot met les élèves en position de chercheurs et les aide à avoir une meilleure perception des figures mathématiques. Les notions mathématiques (rotation, translation, angle) arrivent comme une réponse aux besoins d'élèves qui veulent, en fait, au départ simplement jouer, faire réaliser un déplacement ou un dessin par le robot. Le grand intérêt du robot est la possibilité de vérifier aisément la validité d'une hypothèse : chaque erreur est l'occasion de reprogrammer le robot et de la tester à nouveau de façon ludique. Par ailleurs, la programmation en Logo est simple ¹¹ et donc accessible à des élèves souffrant de troubles des fonctions cognitives qui peuvent ainsi appréhender les notions d'instruction, d'ordonnancement des instructions, de procédure et même d'algorithme. Par exemple, le fait d'être capable de nommer une procédure « *carré* » – ce qui correspond à la séquence répète 4 fois « *avancer de n pas* » « *tourner de 90°* » – est un premier pas vers l'abstraction ce qui est une première réussite pour ces élèves scolarisés en Clis.

LE ROAMER-TOO

Cette nouvelle mouture du robot de Valiant Technology propose un certain nombre d'améliorations qui nous semblent particulièrement favorables pour des élèves de Clis 1.

D'abord, l'une des fonctions les plus étonnantes est la possibilité de faire « *parler* » ce robot. Par exemple, au lieu d'expliquer longuement aux élèves comment fonctionne le Roamer-Too, il peut être intéressant sur le plan pédagogique de les laisser explorer l'appareil et poser des hypothèses puis de les tester comme le prône la démarche d'investigation. Ainsi, quand les élèves pressent les boutons, le robot peut les aider, grâce à la synthèse vocale, à comprendre comment il marche. Le Roamer-Too peut aussi être programmé pour poser des questions, donner des réponses, proposer des défis, donner des informations concernant des tâches à exécuter... De plus, comme sur la précédente version du robot, il est possible de changer l'apparence du robot pour mieux intéresser les élèves et comme il est maintenant aussi possible de créer des effets sonores, l'enseignant peut transformer par exemple le robot en chien-robot, qui va aboyer ou en lion-robot qui poussera quelques rugissements. De quoi, à coup sûr, par ce détour ludique, attirer l'attention des jeunes élèves de Clis 1, ou la maintenir, de manière à passer ensuite à des apprentissages plus complexes. De plus, on peut maintenant aussi équiper le robot d'un module de dessin et la programmation de l'appareil permet de lever ou descendre le stylo. Du coup le Roamer-Too est capable des prouesses graphiques de la tortue Logo originelle ce qui était hors de portée du Roamer classique. Autre idée particulièrement opportune

11. Les instructions de ce langage sont en effet assez facilement abordables par des élèves, même par des mauvais lecteurs. De plus, sur le clavier du robot les symboles utilisés et le codage couleur aident beaucoup au repérage.

quand on le destine à des élèves souffrant de troubles des fonctions cognitives, le clavier est maintenant modulaire : l'utilisateur peut choisir un clavier plus ou moins complexe en fonction des possibilités des élèves qu'il suffit de clipser sur un socle. Enfin, les récriminations récurrentes des enseignants qui utilisaient en classe ce robot depuis des années ont été entendues. D'abord la taille du robot a été réduite. À l'origine les robots pédagogiques étaient en effet souvent des robots « *de sol* », tout simplement car ces machines étaient relativement volumineuses. Maintenant, malgré une puissance de calcul décuplée, cette machine a une taille beaucoup plus modeste, qui la destine à être posée directement sur les tables. Ensuite, ses déplacements sont maintenant beaucoup plus précis et il est même possible de re-calibrer le pas de déplacement en fonction du type de surface sur laquelle roule le robot. Enfin, les batteries améliorées tiennent maintenant la charge jusqu'à une semaine pour un usage scolaire normal et la présence d'un bouton d'arrêt stoppe immédiatement le Roamer-Too en cas d'erreur de programmation, ce qui est bien pratique pour un robot qui, justement, doit permettre de tester, de se tromper...

CONCLUSION

Un tel outil mériterait une utilisation plus fréquente en classe et des échanges avec d'autres professionnels pour pouvoir créer un éventail d'activités en lien avec les programmes et le socle commun de connaissances et de compétence, tout en tenant compte des besoins spécifiques des élèves handicapés. Le problème est cependant la difficulté de se procurer en France ce robot pédagogique¹². Les élèves de Clis 1 ont pourtant grand intérêt à être familiarisés très tôt avec les robots et autres terminaux informatisés, puisque certains d'entre eux seront parfois équipés dans les années qui viennent de « *prothèses mnésiques* ». Ce sont des appareils qui, à l'instar des « *téléphones intelligents*¹³ », permettent déjà de se repérer dans l'espace grâce à leur GPS intégré ou dans le temps puisqu'un simple agenda avec des alarmes automatiques préprogrammées peut structurer la journée de l'élève : les différents cours à suivre, la récréation, la cantine, les prises en charge diverses... C'est aussi l'occasion pour ces jeunes handicapés de découvrir les premiers rudiments d'un loisir qui passionne nombre de jeunes « *ordinaires* » de la même tranche d'âge. Ainsi l'association Planète Sciences¹⁴ initie les jeunes à partir de huit ans aux différentes techniques de la robotique. Ils se familiarisent aussi bien avec les lois de la mécanique (transformation de mouvements) qu'avec celles de l'électricité (conducteurs, isolants, circuits, interrupteurs...) en suivant une véritable démarche de projet (modélisation sous forme de dessins et de maquettes, tests, construction des modules...). Il est même possible de piloter le robot réalisé à partir d'un ordinateur qui utilise justement le langage Logo et de participer à des rencontres ou des concours de robotique amateur. Des activités que les jeunes de cette Clis 1 de l'Yonne pourraient donc bien investir un jour.

12. Il est disponible à l'adresse : www.valiant-technology.com. Il faut compter 160 euros environ pour le Roamer Classique et 100 euros environ pour le Roamer-Too. De nombreux accessoires supplémentaires sont disponibles.

13. Smartphones

14. www.planete-sciences.org/robot/

Bibliographie

La nouvelle revue de l'AIS numéro 17 (2^e trimestre 2002) :

- « À propos d'informatique procédurale »
- Robots pédagogiques : quels usages, quelles perspectives dans le champ de l'AIS ?
Daniel Jacquet
- Le Roamer : un objet-pour-réadapter-avec
Christian Sarralié

La nouvelle revue de l'AIS numéro 23 (3^e trimestre 2003)

- « Le robot pédagogique : un outil d'aide ? »
- Actes du séminaire Cnefei, Suresnes, le 28 avril 2003, 1^{re} partie
- . Introduction – *Daniel Jacquet*
- . Logo, éléments d'histoire – *François Boule*
- . D'Algor à Roamer. Une progression pédagogique pour les 4-6 ans – *Éric Greff*
- . Aborder les premiers apprentissages en IME avec un robot
Marc-André Gasnier
- . Mettre en évidence les troubles des fonctions supérieures chez un élève traumatisé crânien à l'aide d'un robot
Christophe Noël

La nouvelle revue de l'AIS numéro 24 (4^e trimestre 2003)

- « Le robot pédagogique : un outil d'aide ? »
- Actes du séminaire Cnefei, Suresnes, le 28 avril 2003 : 2^e partie
- . Introduction – *Daniel Jacquet*
- . Serota, un robot pour l'éducation des enfants à besoins spécifiques
David Catlin
- . Un robot pédagogique, quel intérêt pour l'enseignement de la technologie à des adolescents en grande difficulté (Segpa) ? – *Patrice Renaud*
- . Le Roamer : un randonneur porteur d'aides – *Christian Sarralié*
- . Façons de voir... passer le temps. Réflexions autour du robot pédagogique Roamer – *Pierre Brunelles*

La nouvelle revue de l'AIS Adaptation et intégration scolaires

Les parents et la scolarisation
des enfants en situation de handicap
un aperçu des recherches en sociologie
Jean-Louis Leclercq

La phobie scolaire
entrevue clinique sur les questions d'identité
Pascaline Foucault, Odile Fumelle, Jean-Louis Leclercq

Déc
et d

Annuaire de l'Éducation



Le Roamer : un *randonneur* porteur d'aides

Christian SARRALIÉ
Professeur au Cnefei

Mots-clés : Aide - Compétence - Développement cognitif - Milieu - Robot pédagogique.

L'objet *Roamer* dont il est ici question, quel est son statut ? Renforcée par l'appellation de *robot pédagogique*, l'idée est forte de le voir rejoindre la panoplie quasi mythique des objets rêvés, pensés ou fantasmés comme *machines à apprendre*. Quel est son rôle ? La question appelle le pluriel car assurément ses rôles sont multiples. Il est cependant assez naturel de mettre en avant celui de provoquer des activités qui positionnent l'élève comme acteur de ses apprentissages. Quelle est sa fonction ? Soulignons simplement que ses concepteurs emboîtent le pas de Papert qui affirme que sa tortue « n'a d'autres fonctions que d'être bonne à programmer, et utile comme objet pour penser avec » (1981, p. 23). Ces interrogations méritent encore aujourd'hui, des développements qui s'inscrivent dans le prolongement des débats suscités par l'informatique procédurale à l'école. Nous les examinons ici à l'aune d'une réflexion plus restreinte, contrainte par l'utilisation de l'appareil dans l'optique annoncée par le séminaire, celle d'un *outil d'aide*. Une aide dans quels domaines ? Pour qui ? Pour quoi ? De quel type d'aide s'agit-il ?

LE CHAMP DE LA DIDACTIQUE

Le Roamer facilite la mise en place de dispositifs que les didacticiens désignent sous le nom de *milieu*. Dans l'organisation d'une situation de classe, ce milieu

permet à l'élève engagé dans la résolution d'une tâche, de trouver lui-même des indications sur la validité de ses résultats, indépendamment de l'enseignant. De manière assez simple et rapide l'enseignant peut lancer l'élève seul dans une activité où les différents mouvements que ce dernier impose au robot se présentent à lui comme autant d'indications sur la pertinence des actions qu'il a lui même menées pour atteindre le but qu'il s'était fixé.

Nous parlons de didactique en référence aux mathématiques. En effet, car au-delà du fait de savoir si le Roamer définit une géométrie particulière ou à part entière, il permet de mettre en scène des savoirs mathématiques. Par exemple, un parcours peut s'apparenter à la bande numérique. Balisé par des nombres, il fournit l'occasion de situations dans lesquelles l'élève peut retrouver les premières activités numériques (compter, dénombrer...).

LE DÉVELOPPEMENT DE LA PENSÉE

Apprendre à programmer n'est pas apprendre à penser comme l'écrit François Boule (*La NRAIS*, n°23). Mais pour programmer et résoudre les tâches initiées par Roamer, il faut penser. Parmi ces tâches, nous reprenons tout particulièrement celles qui s'apparentent à la résolution de problème et celles qui impliquent des procédures de type algorithmique

dont l'importance est soulignée par É. Greff dans son article (*La NRAIS*, n° 23, p 150-153). Son caractère effectif et son aspect algorithmique font de l'activité autour du Roamer un support judicieux pour travailler le fonctionnement cognitif. Tout particulièrement avec des élèves comme ceux qui sont présentés dans ce dossier (1^{re} partie, *La NRAIS*, n° 23) : Jacques et Bernadette, qui ont des difficultés à faire des liens ; ou bien encore Théo, dont la pensée semble désorganisée.

En plaçant l'élève dans l'action, dans un rapport étroit avec l'environnement pour le modifier ou s'y adapter, l'activité avec le Roamer l'engage vers la question du *savoir comment* plutôt que du *savoir que*. Ce déplacement du questionnement est pour Bruner la marque du passage de la performance à la compétence et montre donc le rôle stimulant du Roamer dans le développement cognitif.

L'ACTIVITÉ DE L'ÉLÈVE

Bruner nous rappelle que pour Vygotski l'assistance de l'adulte doit aller de pair avec le fait que l'enfant doit pouvoir s'aider lui-même. Ceci demande à l'enfant une prise de distance et une prise de conscience par rapport à sa propre activité. L'élève a un savoir qui est ici source de pouvoir : il *fait faire* un certain nombre d'actions au robot. Ce que ce dernier fait donne en retour un éclairage à l'élève sur les relations entre les moyens et les buts. La programmation des actions demande à l'élève de *se mettre à la place de*, et de communiquer et d'agir en *utilisant une symbolique* relativement simple. Il en est ainsi lorsque l'on demande à l'élève de programmer un parcours polygonal : il doit bien souvent se déplacer et jouer le robot dans les phases de rotation. On le voit aussi poser

par écrit, dans des symboliques parfois personnelles, les étapes de l'instruction pour soulager sa mémoire de travail et prendre des appuis pour planifier et anticiper ses actions. Programmation, décentration et représentation de l'action à l'aide d'un système de signes contribuent à la prise de distance. Les activités avec le robot constituent donc pour l'élève un terrain favorable pour recevoir et tirer des bénéfices des conseils de l'enseignant.

L'ACTION DE L'ENSEIGNANT

Comme l'illustrent les séances menées par M.-A. Gasnier et C. Noël (*La NRAIS*, n° 23, p 154-163), le Roamer vient en aide à l'enseignant pour mener ses actions. Il s'offre ainsi avantageusement comme support pour entrer dans la tâche et travailler des savoirs scolaires de manière détournée et ludique. Et l'on sait combien ces objectifs sont importants et difficiles à atteindre avec un public relevant de l'AI. Ou bien encore il se présente comme outil d'investigation et accompagne des procédures d'évaluation lorsque celles-ci sont délicates à mener dans le cas d'adolescents victimes de traumatismes crâniens notamment.

C'est aussi pour l'enseignant un outil pour porter son aide. Il lui permet de ne pas intervenir de façon trop directe et, dans le processus de soutien, il s'avère être un auxiliaire précieux pour assumer les différentes *fonctions d'étayage*, que décrit Bruner. Il en est par exemple ainsi : pour *l'enrôlement* car la force d'attraction du Roamer, mentionnée par tous les utilisateurs, engage d'emblée l'intérêt de l'élève ; pour *la démonstration*, la manipulation de l'appareil renforçant par l'illustration les explications de l'enseignant ; ou bien encore *pour la réduction des degrés de*

liberté, car les possibilités de graduer les difficultés sont relativement aisées.

LA DIVERSITÉ DES AIDES

Parler de cet outil d'aide nous a amené à distinguer des aides de natures diverses, matérielles ou intellectuelles, directes ou indirectes ; des aides portées à différents niveaux, sur la tâche proprement dite ou dans la relation enseignant-enseigné. Ces quelques lignes, inspirées par notre travail avec le Roamer, ne font bien évidemment qu'ébaucher l'étude nécessaire qu'il y a à conduire sur l'utilisation et la conception d'un robot pédagogique pour dispenser de l'aide, ou d'une façon plus générale pour répondre aux attentes et aux demandes d'élèves à besoins éducatifs particuliers. Dans un précédent article, nous avons pu écrire que Roamer est un instrument judicieux pour mener un travail de réadaptation, en le posant comme *objet-pour-réadapter-avec*. Convaincus de la richesse et des ressources de l'infor-

matique procédurale pour toute entreprise pédagogique, ordinaire ou spécialisée, nous restons optimiste sur son développement. Un optimisme puisé en pensant à l'emblématique tortue de Papert quand on sait que ce qui frappe chez cet animal ce sont sa lenteur et sa longévité !

L'acte d'enseigner sous-tend une philosophie de l'enseignement. Posons que l'aide, qui éventuellement l'accompagne, se réfère aussi à cette philosophie. Dans une option constructiviste de l'apprentissage, l'aide ne peut s'envisager du seul point de vue de l'enseignant. Dans les ajustements à produire, l'élève doit être impliqué et s'impliquer le plus possible, devenant lui aussi l'adaptateur. Les robots pédagogiques inspirés par l'informatique procédurale, en laissant de l'initiative et de la latitude à l'élève pour mener ses actions, peuvent lui permettre d'endosser ce rôle.



Bibliographie indicative

- BRUNER (J. S.), *Le développement de l'enfant - savoir faire savoir dire*, Puf, Paris, 1983.
- PAPERT (S.), *Le Jaillissement de l'esprit. Ordinateurs et apprentissage*. Flammarion, Paris, 1981.
- SARRALIÉ (C.), « Le Roamer : un objet-pour-réadapter-avec. Le cas d'adolescents traumatisés crâniens. », *La NRAIS*, n° 17, 1^{er} trimestre 2002, Éditions du Cnefei, Suresnes, 2002, p. 137-142.

La renaissance ? Partie 1

Après une dizaine d'années de mise en sommeil durant laquelle on aurait pu raisonnablement croire que la robotique pédagogique avait vécu, sont apparus sur le marché, dans les années 2012-2013, six nouveaux robots dont quatre portent l'héritage du passé ...mais...



Roamer Too



Bee-Bot



Pro-Bot



Blue bot

Nous allons tout d'abord vous présenter ces nouveaux robots en mettant en évidence l'intérêt qu'ils apportent à des élèves en situation de handicap.

Sommaire

Roamer Too	3
Les 4 claviers du Roamer Too.....	5
Clavier « premier âge ».....	6
Clavier « enfant ».....	6
Clavier « primaire »	8
Clavier « junior »	8
Roamer Too : Quels usages pour le handicap ?	9
Les élèves en situation de handicap moteur.....	9
Les élèves à faible pouvoir de concentration	9
Les élèves en situation de handicap visuel.....	10
Les élèves traumatisés crâniens	11
Cosmobot	12
Conclusion sur le Roamer Too.....	13
Bibliographie.....	13
Le Bee-Bot.....	15
Ressources associées.....	16
La « classe de Florent ».....	17
Les activités autour de Bee-Bot	19
Bee-Bot et les élèves en situation de handicap	20
Pro-Bot	23
Le Blue-Bot et l'application Blue-Bot	24
Le robot Blue-Bot	24
Le clavier de commande et les cartes-instructions :	25
L'application tablette Blue-Bot :.....	25
Les activités autour de Blue-Bot.....	27
Les accessoires liés à Blue-Bot.....	31
Les Bee-Bot et Blue- Bot à l'EREA JacquesBrel de Garches	33
Résumé.....	33

Présentation du projet.....	33
L'équipe éducative.....	33
Calendrier.....	33
L'EREA Jacques Brel.....	33
La classe.....	33
Constats et adaptations envisagées pour les séances :	34
Profil des élèves de la classe	34
Déroulement de l'expérimentation.....	34
Séance 1 : Vivre les déplacements puis comprendre l'objet.....	34
La découverte des robots Bee-Bot et Blue-Bot.....	36
Trace écrite.....	36
La manipulation des robots, la programmation	37
Trace écrite.....	38
Les cases « interdites ».....	38
Trace écrite (suite et fin)	40
Bilan.....	40
Jack la souris et Colby la souris.....	41



Merci à Jean-Eric Lhuissier de l'UPAM et à Philippe Caillaud pour leurs photos.
 Merci à Marie-Anne.

Roamer Too

Roamer Too est la nouvelle version du robot Roamer.

Le Roamer Too mesure 20 cm de long et 15,5 cm de large. , ce qui n'était pas le cas avec le Roamer Classic tout rond. Ceci facilitera, à coup sur, le travail avec les élèves Roamer Too, (comme Roamer Classic), est délibérément sobre afin d'encourager les enfants à créer leurs propres personnages à partir du robot.

Le Roamer Too est alimenté par six piles AA alors que le Roamer Classic utilisait deux grosses batteries rechargeables très lourdes et introuvables dans le commerce.



Autre innovation par rapport à Roamer Classic, la vitesse de déplacement de Roamer Too peut être paramétrée afin de s'adapter aux différents usages pédagogiques envisagés ou à l'âge des élèves. En effet, pour des élèves très jeunes ou ayant de grandes difficultés de compréhension, un mouvement très lent du robot permettra de bien décomposer les différentes étapes du parcours, ce qui leur rendra la tâche plus facile.

Il existe actuellement quatre claviers différents et interchangeable selon le niveau ou l'âge des élèves auxquels on s'adresse. Vous trouverez plus d'information sur ce point essentiel dans le paragraphe ci-dessous intitulé : « les 4 claviers du Roamer Too ».

On peut également paramétrer la puissance de poussée ou de traction exercée par Roamer Too.

Roamer Too possède cinq voix différentes, donc si une classe utilise cinq robots différents, chacun peut avoir sa propre voix. L'utilisation de la voix est une grande amélioration par rapport au seul «bip» qui existait sur Roamer Classic.

Roamer Too dispose de deux modes « voix » :

- Le premier où le robot peut parler et lire de la musique lorsqu'il est immobile.
- Roamer Too peut se déplacer, tourner et exécuter d'autres commandes pendant la lecture d'un fichier audio (langue, effets sonores, musique).

Des options supplémentaires sont également prévues :

- Un lecteur de QR-Code. Il s'agit d'un pictogramme carré que peut « scanner » un smartphone ou une tablette tactile et qui permet de se rendre directement sur le site internet associé.
- Un kit stylo pour les graphiques de Roamer-Too.
- Roamer Too se veut un système modulaire. on peut construire différents robots en branchant des modules spécifiques de manière simple. Il sembler que ces modules, tels que la reconnaissance vocale, ne soient pas encore opérationnels à ce jour (septembre 2012).



L'utilisation du robot de plancher présente un réel intérêt pour les élèves présentant des troubles du langage. En effet, cette activité est liée à la description précise des mouvements du Roamer Too.

Il est également pertinent pour les élèves présentant des troubles liés à la motricité. En effet, ici c'est le mobile qui se déplace, en fonction des instructions qui lui sont données. Il y a décentration de l'élève.

Pour les élèves présentant des TIFC, la décomposition d'un trajet élémentaire du robot peut permettre de les mettre en situation de réussite sur des problèmes simples

Dans ce type d'activité, l'utilisation du robot programmable est un atout essentiel qui permet de valider immédiatement la solution proposée. Dès lors que son maniement ne constitue plus un problème, il offre l'indéniable intérêt d'un objet cybernétique, à la programmation rigoureuse, qui permet de vérifier (ou d'infirmier), de manière prégnante, les hypothèses avancées. Il constitue un excellent auxiliaire à de véritables activités de résolution de problèmes.

Les objectifs visés sont donc de réaliser des programmes pour permettre au robot d'effectuer différentes tâches ou différents parcours et de se projeter mentalement dans l'espace et le temps pour anticiper les mouvements du robot et les parcours effectués.

Les troubles ciblés sont ceux du langage et ceux liés à la motricité

Le Roamer, dans son ancienne version, a été beaucoup utilisé dans les écoles maternelles anglaises et françaises et étudié dans la fin des années 90, notamment par Eric Greff.

De nombreuses expériences ont été menées notamment à l'école maternelle.

Le constructeur a également travaillé en collaboration avec le CNEFEI (devenu INSHEA).

Cf. articles cités ci-après de Patrice Renaud ou Christian Saralié / Daniel Jaquet.

Un certain nombre d'aménagements proposés à l'époque par les équipes éducatives du CNEFEI et par Eric Greff ont été pris en compte dans cette nouvelle version du Roamer Too.

Editeur/Fabricant

Valiant Technology Ltd

Valiant House

3, Grange Mills,

Weir Road

Balham

London SW12 0NE

Tel: 020 8673 2233

Fax: 020 8673 6333

Email: info@valiant-technology.com

<http://www.valiant-technology.com/>

Réalisateur

Dave Catlin

Directeur de Valiant Technology

Ressources associées

Banque d'activités en ligne disponibles sur internet en anglais

http://www.valiant-technology.com/uk/pages/activity_search.php

Possibilité de rentrer dans un groupe d'utilisateur « Road partner » afin de partager les ressources

<http://www.valiant-technology.com/uk/pages/road.php?cat=8id6>

Journal en ligne exposant les différents évènements autour du Roamer Too : http://www.valiant-technology.com/uk/pages/go_magazine.php

Outils complémentaires

Nombreux outils complémentaires tels que des accessoires d'activité :

Bande numérique

Quadrillage de déplacement

Quadrillage illustré pour déplacements

Jeu de cartes de déplacement

Une version actualisée du logiciel Roamer World devrait paraître bientôt.

On pourra, notamment pour mener à bien certaines activités de programmation de parcours, s'inspirer du « jeu de l'enfant-robot » développé par Eric GREFF

<http://www.diffusiontheses.fr/26275-these-de-greff-eric.html>

Prix

120 euros pour le Roamer Too et un clavier au choix.

50 euros par claviers additionnel.

Les 4 claviers du Roamer Too

Une des particularités essentielles du Roamer Too est qu'il peut, sur la même base, fonctionner avec quatre claviers différents qui se présentent sous la forme de quatre disques interchangeables de 15 cm de diamètre.

Chacun de ces claviers est lié à un « comportement » du robot, on pourrait dire un « micro-monde ».

On peut donc ainsi partir d'un robot extrêmement simple pour de très jeunes enfants et, en changeant seulement le clavier de l'appareil, accéder à des possibilités de programmation de plus en plus sophistiquées.

Il s'agit donc de modularité et d'apprentissages par paliers successifs qui permettent de mettre l'élève en situation de réussite, avant de lui proposer un environnement proche du précédent mais d'une richesse d'exploitation supérieure.

Descriptif détaillé :

Une des idées fortes du nouveau Roamer Too de la société anglaise Valiant Technology est de proposer un robot modulable en fonction de l'âge des apprenants et/ou de leur expertise dans l'utilisation du robot.

Il s'agit donc de pouvoir introduire progressivement de nouvelles fonctionnalités qui pourront être liées à de nouveaux problèmes à résoudre et à de nouvelles programmations dans une pédagogie behavioriste. On pourra ainsi donner confiance aux élèves afin d'augmenter peu à peu la complexité de ce qui est demandé.

Un CD, livré avec le produit, permet d'associer à chaque clavier un « comportement » différent du robot.



Chaque clavier est donc conçu de manière simple de telle sorte que chacune de ses touches soit associée à une action. On parlera alors de « clavier standard ». Cependant, on peut modifier le « comportement » d'un clavier pour l'adapter à un projet pédagogique particulier. Le CD contient déjà une banque de comportements standards modifiés par des utilisateurs correspondant à chaque clavier.

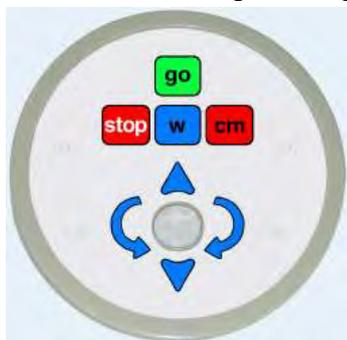
Valiant distingue ainsi quatre claviers, liés à l'âge des élèves :

- « premier âge » pour les 3-5 ans
- « enfant » pour les 5-7 ans
- « primaire » pour les 7-9 ans
- « junior » pour les 9-14 ans

En cas d'erreur de programmation, le robot peut vous indiquer... en anglais comment la corriger.

Clavier « premier âge »

C'est le clavier le plus simple :



Roamer Too ne connaît que les instructions « avance d'un pas », « recule d'un pas », « pivote à droite », « pivote à gauche ».

Les pivotements sont pré-programmés à un quart de tour.

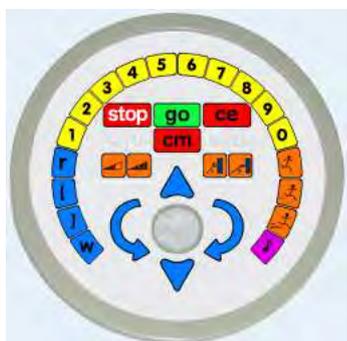
CM (Clear Memory) permet d'effacer la mémoire pour repartir à zéro.

W (Wait) permet de faire patienter le robot 2 secondes.

GO permet de lancer le programme qu'on vient de taper.

La programmation utilise la répétition des actions élémentaires pour faire avancer le robot de 2 pas : on appuie successivement deux fois sur la touche « avance d'un pas ».

Clavier « enfant »



Le clavier du Roamer Too « enfant » se rapproche de celui du Roamer Classic. Dans ce micro-monde, c'est une structure plus « multiplicative » de la programmation qui sera utilisée. On associe alors une instruction (flèche, W..) à un nombre et l'instruction est alors répétée autant de fois que l'indique le nombre. Par exemple, « avance 3 » va faire avancer le robot d'un pas trois fois de suite, ce qui revient à faire avancer le robot de 3 pas.

- **cm** : permet d'effacer le programme
- **ce** : efface la dernière instruction
- n avance de n pas
- n recule de n pas
- x pivote à droite de x degrés
- x pivote à gauche de x degrés
- **Wt** attend (Wait) t secondes
-  x y joue une note où :

x représente la durée de la note	1 < x < 8
y représente la hauteur de la note	1 < y < 13
y=1=Do y=2=Do#	y=14=silence

⇒ **On peut modifier les unités de distance, d'angle, de temps et d'octave**

- Pour modifier l'unité de distance
ex : Pour que Roamer fasse des pas de 50 cm
 [50] ce pas reste valide jusqu'à extinction du robot
- Pour modifier l'unité d'angle
ex : Pour que Roamer fasse des angles de 90°
 [90] cet angle reste valide jusqu'à extinction du robot
- Pour modifier tempo et octave
 [23] met le tempo à 2 (1 rapide → 5 lent)
met l'octave à 3 (1 bas → 3 haut)

- **CE** efface la dernière instruction

ex :  30  **CE** efface 

ex :  30  20 **CE** efface  20

- **Rn** permet de répéter un bloc d'instruction n fois

ex : **R** 4 [ 2  90]

on peut « encapsuler » jusqu'à 5 répétitions

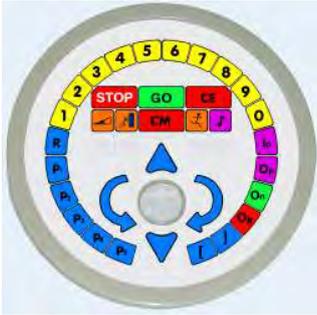
R 2 [ 3 **R** 4 [ 2  90]]

On se trouve là très proche conceptuellement du langage LOGO de Seymour Papert.

Les fonctionnalités de cette programmation ne sont pas limitées aux mouvements de la tortue mais peuvent s'appliquer à d'autres types d'instructions (faire de la musique, attendre... etc)

Par rapport au Roamer Classic, on découvre de nouvelles fonctionnalités réglables au clavier comme la puissance du volume sonore, la puissance de la poussée du robot, la vitesse.

Clavier « primaire »



Le clavier « primaire » permet de travailler de manière plus précise sur des instructions concernant la musique ou la vitesse du robot.

Mais c'est l'idée de « **procédure** » (au sens LOGO du terme) qui est ici mise en avant. Par exemple, on peut apprendre au robot la procédure P1 qui fait effectuer au Roamer Too un parcours carré. En « appelant » P1 dans un autre trajet, on n'a plus besoin de reprogrammer le carré puisque le robot l'a « appris » ; il suffit d'appeler P1 et le carré s'effectuera à ce moment là.

Dans la programmation séquentielle, il s'agirait d'un sous-programme appelé sans passage de paramètre.

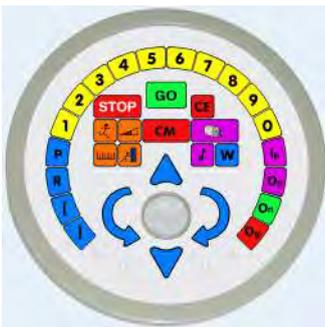
Cette notion de « procédure » donne une grande richesse à la programmation et permet de résoudre des problèmes très complexes.

En effet, apparaît peu à peu l'idée essentielle en programmation qu'une tâche simple peut être décomposée en sous-tâches plus faciles à résoudre et mémorisables (procédures). Ces sous tâches assemblées et exécutées dans le bon ordre conduiront au résultat souhaité.

Le Roamer Too peut enregistrer 5 procédures distinctes qui agiront et pourront être recombinaées comme d'autres instructions.

Une dernière particularité de ce clavier est de pouvoir travailler sur des touches d'entrée/sortie et donc de pouvoir contrôler des modules « externes » au robot.

Clavier « junior »



Ce clavier « junior » est le plus complexe de tous. Il permet de faire tout ce que les trois précédents savent effectuer et peut même agir par programme sur la vitesse ou d'autres fonctions de commande du robot. et peut prendre en charge la programmation de servo-moteurs.

Avec ces quatre claviers permettant d'aborder des difficultés progressives, le Roamer Too constitue un objet pédagogique très ambitieux et facilitant la différenciation.

Il est également possible d'affecter aux touches les fonctionnalités ou les sons que l'on désire afin de bâtir ses propres micro-mondes.

Dans l'exemple ci-contre, l'enseignant a affecté à chaque touche



l'enregistrement d'un morceau d'une histoire que les élèves vont tenter de remettre dans l'ordre.

Voir : www.valiant-technology.com/uk/media/R2_Incy.wmv

En effet, il est très facile de faire travailler les élèves les plus en difficulté sur une version simple du clavier tandis que d'autres en utiliseront une plus complexe.

On peut aussi imaginer un travail collaboratif où certains élèves programment des procédures que d'autres utiliseront.

Ce matériel, de par son aspect « modulaire », présente une très grande richesse d'exploitation et peut être utilisé par des publics très différents, même au sein d'une même classe.

Il nous semble donc qu'il est bien ici question d'accessibilité puisque ce robot est conçu pour pouvoir être utilisé par des enfants ayant des difficultés particulières. Une fois les premiers problèmes surmontés et tout en restant dans un environnement du même type, on pourra faire évoluer l'objet et les problèmes vers plus de complexité.

Roamer Too : Quels usages pour le handicap ?

Roamer-Too est un robot de plancher éducatif qui permet d'acquérir des compétences en programmation mais qui peut aussi ouvrir des voies vers la lecture, l'orthographe et les mathématiques. Il est destiné aux très jeunes enfants peut également aider les élèves en difficulté et se révéler particulièrement pertinent pour les personnes ayant des besoins éducatifs spécifiques.

Les élèves en situation de handicap moteur

Sous le capot du Roamer-Too se trouve un espace pouvant accueillir un récepteur sans fil pour le relier, par exemple, à d'autres appareils de commande. Citons à ce titre le gant de reconnaissance gestuelle « AcceleGlove » de la société AnthroTronix. Il s'agit d'un système de reconnaissance gestuelle à faible coût, basé sur la détection des mouvements individuels des doigts, des mains, des poignets et des bras. comme un dispositif de commande du Roamer Too en utilisant les mouvements de la main et/ou du bras de l'élève et se révèle un excellent dispositif d'entrée pour contrôler le mouvement du robot.

<http://www.youtube.com/watch?v=zU2H4Ji1lj4>

Ce qui est fait avec AcceleGlove peut probablement l'être avec d'autres dispositifs d'entrées simples comme un « track ball » ou une manette de jeu de type « manche rotatif ».

On ouvre ainsi tout un champ de recherche permettant à l'élève handicapé moteur ayant l'usage d'une main de piloter et de contrôler le Roamer Too. En effet, le robot de plancher est un objet cybernétique par excellence et l'on peut tout à fait envisager que l'élève immobile est le moyen simple de faire évoluer dans la classe l'objet mobile avec tous les apports induits par les phénomènes de décentration.

Les élèves à faible pouvoir de concentration

Le principe de ces robots de plancher est que ce sont des outils cybernétiques sonores et qu'une action programmée a une conséquence « visible » ou « audible » : elle se traduit par un mouvement ou un son.

L'élève est mis face à un problème (rejoindre la sortie). Il réfléchit à la solution et programme le robot en conséquence. En faisant exécuter son programme, il a de manière tangible et immédiate la validation (ou l'invalidation) de sa solution. L'élève est réellement acteur de son apprentissage. Il peut émettre des hypothèses sur ses erreurs et tenter de les corriger. Comme le rapporte Patrice

Renaud¹, « *L'INS HEA a expérimenté avec beaucoup de succès le Roamer Classic avec des publics handicapés : travail sur la latéralisation, l'anticipation, les mathématiques...* ».

De même, Daniel Jacquet et Christian Sarralié qui ont travaillé sur des démarches de réadaptation, appliquées à un public spécifique de jeunes handicapés porteurs de séquelles d'un traumatisme crânien, en utilisant le Roamer Classic résumant² : « *L'approche dite procédurale dans le domaine de l'informatique appliquée à la pédagogie, avec le développement d'activités liées au langage Logo, a connu en France au cours des années 80 un fort engouement suivi d'un reflux tout aussi abrupt lors de la décennie suivante. Un ensemble d'expérimentations avec un robot de conception britannique, le Roamer a donné l'occasion à une équipe du CNEFEI (devenu INSHEA), en association avec différents professionnels de l'AIS, d'éprouver l'intérêt des démarches associées à ce type d'outil - à présent presque totalement ignoré en France - avec des enfants et des jeunes handicapés. Les premières observations tendent à montrer que le robot pédagogique garde toute sa pertinence et peut être employé avec profit avec des jeunes relevant de l'AIS ; mais pour cela ses modes d'utilisation devront pour partie être repensés et des adaptations, différenciées selon les publics, être à terme intégrées* ».

Ce travail mené en amont il y a une dizaine d'années avec le Roamer Classic garde toute sa pertinence avec Roamer Too puisque le second est une évolution du premier.

En effet, les nouvelles possibilités du Roamer Too, notamment les échanges de claviers et les micro-mondes divers qu'on peut leur associer, son aspect « ouvert », la possibilité d'utiliser des entrées-sorties programmables permettent justement cette adaptation aux publics particuliers qui nous préoccupent. A partir d'une base qui retient notre intérêt (programmation procédurale) et comme tout système largement paramétrable, Roamer Too peut être ce que nous souhaitons qu'il soit. En cela, son « adaptabilité » au handicap et son « accessibilité » dépendent surtout désormais de nos propres projets et ambitions.

Le passage par l'activité offre un outil original pour apprendre ce qui est parfois négligé quand les enfants sont assis à un bureau. Comme nous l'avons montré³, les jeunes en utilisant leur corps pour explorer le monde vont découvrir et construire des compétences. Le robot de plancher est alors un excellent allié permettant de combiner les aspects visuels, auditifs et kinesthésiques.

Le Roamer Too est probablement un élément pertinent de cet enseignement

Les élèves en situation de handicap visuel

Dans un article paru dans le British Journal of Visual Impairment, Penny Gay, enseignante au Service consultatif pour les enfants ayant une déficience visuelle, relate les progrès d'un élève aveugle avec le Roamer. Le clavier du robot est aménagé à l'aide de différents matériaux faciles à trouver (morceaux de plastique, de radios, allumettes, velcros, éponge, chiffres en plastique, etc...) afin de le rendre « tactile ».

Dans un premier temps, l'enseignant programme le robot avec l'élève. Celui-ci pose sa main sur le robot tandis que l'enseignant appuie sur la touche GO. Ainsi l'élève non voyant peut appréhender le mouvement du robot.

¹ <http://revue.sesamath.net/spip.php?article359>

² <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=13611758>

³ « *Le robot « Roamer », un exemple de matériel exploitable à l'école primaire* » présentée au XXV^{ème} Colloque des Professeurs et Formateurs de Mathématiques chargés de la Formation des Maîtres (COPIRELEM) du 11 au 13 Mai 1998 à Loctudy (France).

De cette manière, l'élève peut acquérir les notions « avance », « recule », « pivote à droite », « pivote à gauche ». Il est cependant limité dans un premier temps à des déplacements courts afin de pouvoir conserver sa main sur le mobile. Le Roamer Too présente pour ce début d'expérimentation plusieurs innovations :

Son nouveau clavier est plat et il est donc très facile de construire un clavier « tactile » ou un clavier « braille » qu'on pourra facilement inter-changer en cas de besoin. David Catlin, concepteur du Roamer Too nous affirme que, bientôt, on pourra également associer à ce nouveau clavier un « comportement » du robot correspondant à des besoins spécifiques comme, par exemple, faire en sorte que la touche « 1 » émette, par exemple, la phrase « j'avance ». Ainsi l'élève peut appuyer sur la touche « avance » puis sur la touche « 1 » afin que le Roamer Too, qu'il ne voit pas, oralise lui-même son déplacement.

De plus, grâce à sa petite taille et à la possibilité de paramétrer des pas très courts, on peut tout à fait envisager d'effectuer des parcours de robots sur table.

Une autre activité qui a été proposée à cette élève non-voyante est la suivante : le Roamer Too est programmé pour se déplacer dans un triangle ou un carré autour de l'élève. Lorsqu'il s'arrête, il joue une mélodie. L'élève doit alors nommer le lieu où est le robot par rapport à elle : « en face de moi », « derrière moi », « à ma droite », « à ma gauche ».

Ainsi, grâce au Roamer Too et à la décentration que suppose ce type d'activités, l'élève va acquérir des compétences sur les repères spatiaux, la latéralisation et la latéralité ainsi que le langage associé aux activités de déplacement qui lui seront tout à fait utiles au quotidien. En effet, la formation concernant les techniques d'orientation est depuis longtemps recommandée pour les enfants aveugles et la programmation du Roamer Too peut y contribuer de manière ludique et agréable.

Les élèves traumatisés crâniens

Dans sa recherche sur les élèves adolescents traumatisés crâniens, Christian Sarralié⁴ a essentiellement travaillé sur trois tâches mathématiques:

- L'observation et la restitution (orale, graphique ou procédurale) d'un programme pré-mémorisé par le Roamer : traçage d'un triangle équilatéral, s'arrêtant à chaque sommet, donnant un court morceau de musique au deuxième sommet, s'arrêtant lorsque le traçage est terminé.
- Faire tracer un carré par le Roamer.
- Faire tracer un carré double (deux carrés identiques avec un côté commun).

Christian Sarralié⁵ produit la conclusion suivante : « *Roamer signifie vagabond en français. Une signification des plus pertinentes pour nos sujets contraints à errer ça et là dans les arcanes de leur fonctionnement cognitif pour en découvrir le caractère de relative nouveauté que lui confèrent les déficiences cérébrales. Le Roamer, maître d'œuvre de cette exploration, se pose en instrument d'investigation. Tout à fait un instrument si l'on retourne aux sens étymologiques latins de ce mot, ceux d'outillage et de ressource.*

Ces quelques séquences nous amènent à émettre l'hypothèse que Roamer est un instrument judicieux pour mener un travail de réadaptation, et pour en dynamiser le processus. A l'image de

⁴ Maître de conférence à l'INSHEA

⁵ Maître de conférence à l'INSHEA

Papert qui fait de sa tortue un objet-à-penser-avec, nous faisons du Roamer un objet à réadapter-avec. »



Cosmobot

Depuis dix ans, la société américaine AnthroTronix a développé, sur la base du Roamer Too, un robot appelé Cosmobot qui interagit avec des enfants handicapés et non handicapés pour promouvoir les activités éducatives et thérapeutiques. AnthroTronix est une société spécialisée dans le développement de technologies d'interfaces et de systèmes de contrôle robotisés pour des applications de formation. Sa filiale, AT KidSystems Inc fabrique, commercialise et distribue des produits qui proviennent de projets de recherche et de développement d'AnthroTronix.

La version actuelle du robot, baptisé « Cosmobot V3 », est actuellement utilisée dans la thérapie physique d'enfants handicapés grâce à un projet financé par le National Institutes of Health (NIH). Cosmobot a été testé avec des enfants atteints d'autisme, du syndrome de Down, de paralysie cérébrale, de dystrophie musculaire, d'apraxie, de troubles neurologiques du développement, de troubles développementaux du langage. L'objectif est de développer à court terme un Cosmobot disponible dans le commerce pouvant être utilisé dans les environnements éducatifs et de réadaptation.



En parallèle AT KidSystems commercialise, en collaboration avec la « National Science Foundation » un matériel qui permet, entre autres, de contrôler le Cosmobot et dénommé « Mission Control ». Il s'agit d'un clavier à quatre gros boutons (jaune/bleu/vert/rouge) qui constitue une interface originale permettant aux élèves en situation de handicap (ou pas) d'interagir avec un système informatique et en particulier avec le

Roamer Too.

Cf : <http://www.youtube.com/watch?v=mD6bv2Po5qk>

Chaque bouton est associé à un mouvement du robot ; on peut ainsi faire se mouvoir le Roamer Too sur le mode « une pression/un mouvement ». L'aspect cybernétique du robot de sol intervient ici de manière magistrale puisque le mouvement de l'objet permet d'appréhender de manière concrète et immédiate la relation de causalité entre le fait d'appuyer sur le bouton jaune et le fait de voir le robot avancer. Dans la programmation « classique » du Roamer Too par l'intermédiaire de son clavier, cette causalité n'est pas instantanée puisque l'on programme d'abord le robot et qu'on donne ensuite l'instruction d'exécution (GO). Le mouvement est donc différé de l'action de programmation. L'intérêt est alors l'anticipation et la décentration.

En résumé, le « Mission Control » agit sur le Roamer Too comme une télécommande et permet de se familiariser avec le robot, pas à pas. Il permet donc de mettre l'élève en situation de réussite avant de l'inciter à programmer réellement. Avec le contrôleur, nous sommes dans une logique « une action/un mouvement » alors que dans la programmation classique du Roamer Too, c'est l'anticipation qui est mise en avant : « une succession de commande + un déclencheur / une

succession de mouvements ». Rappelons ici que le terme de « mouvement » s'entend dans le cas du Roamer Too de manière large. On admettra, dans ce paragraphe, que « émettre un son » peut s'entendre comme un « mouvement ».

S'il est certain que la configuration « une action/un mouvement » peut constituer pour les élèves les plus en difficulté un auxiliaire pertinent, on peut regretter un prix dissuasif d'environ 500 euros pour un clavier 4 boutons dont la technologie ne semble pas, a priori, si sophistiquée. Mis en regard avec un Roamer Too coutant une centaine d'euros et intégrant une micro mécanique élaborée, cela semble plutôt hors de prix.

Conclusion sur le Roamer Too

Grâce aux innovations apportées par rapport à la version « classic », le Roamer Too apparaît comme un outil plus facile d'accès et plus complet que son prédécesseur. Toutes les activités qui avaient pu être mises en place autrefois sont toujours exploitables mais la possibilité de changer les claviers et de modifier les « comportements » du Roamer Too élargissent le champ des potentialités, rendant pertinentes de nombreuses activités d'accessibilité pour les élèves en situation de handicap.

L'évolution des robots éducatifs... à travers les âges



L'évolution du Roamer Too... pour tous les âges

Bibliographie

JACQUET Daniel, SARRALIE Christian ; *A propos d'informatique procédurale : le robot Roamer : Aider les élèves en difficulté à l'école élémentaire* in La Nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation, 2002, n°17, p. 129-142, Editions de l'INS HEA, Suresnes, FRANCE

RENAUD Patrice, *TUIC et Handicap* in MathémaTICE (Sesamath.net) n°26, Septembre 2011

RENAUD Patrice, VIREY Marie *Le Roamer : un robot déjà ancien au service d'apprentissages bien actuels. Utilisation dans une Classe d'inclusion scolaire (Clis 1) de l'Yonne* in La Nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation n°52 (4ème trimestre 2010), Editions de l'INS HEA, Suresnes.

RENAUD Patrice, *Roamer, le robot pédago* in Moniteur 92, n° 67, décembre 2007

SARRALIE Christian, *Le Roamer : un randonneur porteur d'aides* in La Nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation, 2003, n°24, p. 167-169, Editions de l'INS HEA, Suresnes,

SARRALIE Christian, *Réadaptation scolaire d'adolescents traumatisés crâniens - perspectives dans des situations mathématiques*, 2004, CRDP Nord - Pas de Calais

Actes du séminaire Cnefei, Suresnes, le 28 avril 2003 : 2e partie

La nouvelle revue de l'AIS : *Numéro 24 4e trimestre 2003*

Le robot pédagogique : un outil d'aide ?

- Introduction – *Daniel Jacquet*
- SEROTA, un robot pour l'éducation des enfants à besoins spécifiques – *David Catlin*
- Un robot pédagogique, quel intérêt pour l'enseignement de la technologie à des adolescents en grande difficulté (Segpa) ? – *Patrice Renaud*
- Le Roamer : un randonneur porteur d'aides – *Christian Sarralié*
- Façons de voir... passer le temps. Réflexions autour du robot pédagogique Roamer – *Pierre Brunelles*



Le Bee-Bot



Bee-Bot est un petit robot de sol attrayant et très simple.

C'est un robot de plancher programmable et rechargeable de petites dimensions : (L) 13cm (W) 10cm (H) 7cm

Sa programmation est basée sur quatre flèches :

- Avance
- Recule
- Pivote à droite
- Pivote à gauche

Il se déplace en fonction de l'instruction donnée, émet un petit bruit et cligne des yeux pour montrer qu'il a terminé.

Le petit robot Bee-Bot s'inscrit dans la ligne des robots de plancher « prêts à l'emploi », s'appuyant sur une programmation de type « flèches » dérivée du langage Logo de Seymour Papert.

Ici, il n'y a pas de nombre et la **répétition** d'une action est obtenue par la répétition de la touche. Pour faire avancer le Bee-Bot de 4 pas, on appuie 4 fois sur la touche « avance d'un pas ».

Les pas sont de 15 cm, les pivotements d'un quart de tour.

Le robot possède en outre :

- Une touche « clear » pour effacer le programme en mémoire
- Une touche « pause » pour introduire une attente d'une seconde
- Une touche « go » pour lancer le programme



Le Bee-Bot peut accepter une programmation de 40 instructions. On peut donc effectuer avec le Bee-Bot tous les exercices et toutes les activités habituelles liées aux robots de plancher.

Il est rechargeable par l'intermédiaire d'une prise USB.

Disposer d'un petit robot programmable aux fonctionnalités extrêmement simples permet de démarrer un travail autour de la robotique pédagogique avec les plus jeunes de nos élèves.

Il existe de nombreux produits associés à Bee-Bot que nous décrivons ci dessous. Parmi eux, des « mondes » dans lesquels Bee-Bot se déplace, des logiciels sur PC et tablettes, des livres (le plus souvent en anglais) avec des exemples d'activités pour les élèves.

Le public ciblé est constitué d'élèves très jeunes ou présentant un déficit du développement intellectuel.

Les objectifs visés sont de réaliser des programmes pour permettre au robot d'effectuer différentes tâches ou différents parcours, se projeter mentalement dans l'espace et le temps pour anticiper les mouvements du robot et les parcours effectués.

Les troubles ciblés peuvent être ceux liés aux troubles du langage ainsi que ceux liés à la motricité

Ressources associées

Le Bee-Bot est commercialisé avec une série d'accessoires pertinents :

- **Le monde de Bee-Bot :**

Qui consiste en un quadrillage illustré permettant de « raconter des histoires » liées au déplacement de Bee-Bot. Plusieurs « mondes » sont disponibles (ferme, ville, route, île...).

Il existe également des kits permettant de créer des labyrinthes ou des tunnels



- **Le groupe de Bee-Bot :**

Qui consiste en 6 Bee-Bot permettant de mener des activités en classe faisant intervenir simultanément plusieurs robots. Il existe également des kits permettant de personnaliser les Bee-Bot.



- **Le logiciel Bee-Bot sur PC (Focus on Bee-Bot software) :**

Ce logiciel permet de reproduire à l'écran un monde de Bee-Bot et de programmer celui-ci pour qu'il puisse évoluer dans ce monde. Il y en a sept de disponibles et la possibilité d'en créer d'autres. La programmation est entièrement graphique et reprend les icônes du clavier du Bee-Bot réel. Une fenêtre permet de voir les instructions programmées tandis qu'une autre permet de faire évoluer le Bee-Bot dans un décor en 3D.



- **Le logiciel Bee-Bot sur iPad et Iphone**

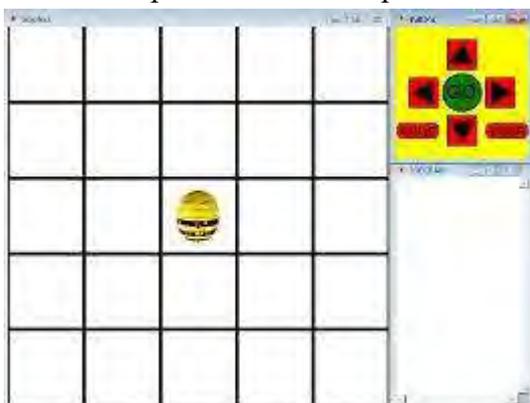
Il s'agit d'une application gratuite permettant de retrouver le monde de Bee-Bop sur tablette graphique et smartphone de marque Apple. Ideal pour des élèves à mobilité réduite.



Outils complémentaires

La dynamique société américaine Terrapin⁶ a mis au point et commercialise Terrapin Logo.

Il s'agit aussi d'une version graphique 2D de Logo, basée également sur le Bee-Bot. Une fenêtre permet mémoriser les instructions programmées tandis qu'une autre permet de visualiser « vu de dessus » le parcours effectué par Bee-Bot. Disponible sur PC et mac.



La « classe de Florent »

Nous avons repéré sur internet le site « **Classe de Florent** », professeur des écoles spécialisé, titulaire du CAPASH option C (auprès des élèves présentant une déficience motrice grave ou un trouble de la santé évoluant sur une longue période et/ou invalidant).

<http://classedeflorent.fr/accueil/jeux/beebot/>

Vous pouvez suivre l'actualité de ce site à travers les réseaux sociaux : Facebook, Twitter et Google+

Ce site possède notamment des ressources pour le Bee-Bot. Voici ce que Laurent en dit :

Les exercices et les jeux proposés s'adressent à des élèves dont le niveau va de la maternelle au CM2. Ils se basent sur les programmes officiels de l'Éducation Nationale française.

Les exercices sont interactifs : l'élève répond aux questions puis reçoit immédiatement une correction et une note.

⁶ <http://www.terrapinlogo.com/bee-bot-software.php>

Les exercices et les jeux ont une fonction aléatoire : pour un même exercice, les données changent en actualisant la page. Il suffit d'appuyer sur le bouton F5 de son clavier ou sur le bouton « Recommencer » présent sur la page de l'exercice.

Aucun lien ne permet de sortir du site afin d'assurer une navigation plus sûre pour l'enfant

Le site est optimisé pour les navigateurs Google Chrome et Firefox. Si vous constatez des problèmes graphiques avec une version ancienne d'Internet Explorer (les versions antérieures à 9), je vous recommande soit de mettre à jour Internet Explorer ou d'installer et d'utiliser Chrome ou Firefox.

L'apparence du site est volontairement sobre pour ne pas disperser l'attention de l'élève.

Le site se veut le plus clair possible dans sa présentation générale et dans la présentation des exercices. Vous pouvez me contacter par mail si vous avez des remarques à ce propos, si vous constatez des « bugs », des coquilles, ou pour tout type de remarque sur ce site. Vous trouverez mon adresse mail dans le bandeau bleu du bas.

Ce site est construit avec les langages suivants : HTML5, CSS3, Javascript et PHP. Il n'utilise aucun CMS.

Sur ce site, nous avons donc étudié la page dédiée au Bee-Bot :



Le site propose :

- Un entrainement libre :



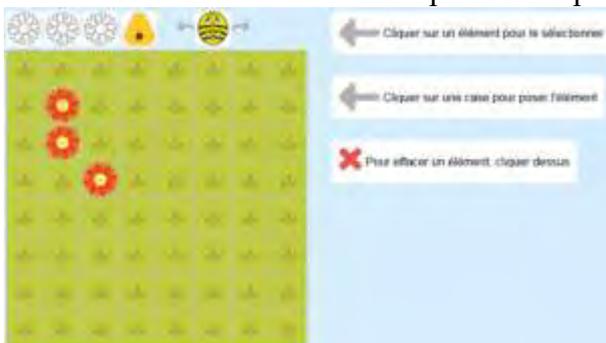
- De choisir un niveau de difficulté parmi des dizaines de défis :



- De nombreux défis à relever (défi des 30 fleurs) : Butiner toutes les fleurs puis rentrer dans la ruche :



- De fabriquer ses propres planches de travail et ses propres défis qui viendront enrichir la base de défis si vous acceptez de les publier :



- De travailler même sans connexion internet :



Les activités autour de Bee-Bot

On peut effectuer avec Bee-Bot toutes les activités habituelles des robots de sol programmables dérivés des « tortues Logo ».

L'intérêt de l'**extrême simplicité** du Bee-Bot est son utilisation avec des enfants handicapés **très jeunes**.

Rappelons brièvement quelques activités :

- **Activités de déplacements**

Il s'agit des activités classiques sur quadrillage du déplacement du robot en jouant sur sa position initiale, la position finale et le trajet à effectuer.

Objectifs pédagogiques :

- Anticiper un parcours
- Se décentrer
- Utiliser le vocabulaire topologique

- Construction de l'espace et du temps

- **Activités numériques**

Le robot Bee-Bot, par son aspect ludique et attractif, permet de participer à la construction du nombre, tout en y ajoutant un aspect « visuel » réellement plaisant et formateur.

On utilisera une bande numérique de 10 carrés juxtaposés et numérotés de 0 à 9.

Chacun de ces carrés mesure 15cm x 15 cm puisque le pas du Bee-Bot mesure 15 cm.

Le « programmeur » doit presser, sur le clavier du Bee-Bot, la séquence d'instructions qui lui semble convenable pour amener le robot sur la case désirée en fonction des contraintes exprimées.

Objectifs pédagogiques :

- pratiquer l'addition dans une situation concrète.
- se confronter, par la pratique, à la conservation du nombre et ce, par deux moyens :
- remarquer que la valeur cardinale d'un nombre est constante.
- remarquer que la somme de deux nombres donnés est également constante.
- pratiquer la propriété de commutativité de l'addition
- travailler sur la reconnaissance du nombre

- **Estimation, anticipation**

Dans cette série d'activités, les élèves sont confrontés à des situations où le but de l'exercice est de prévoir ce qui va se passer. La capacité à anticiper un résultat est une compétence importante, souvent sollicitée dans les domaines scientifiques, notamment en mathématiques et en informatique. Pour cette série d'activités, une ligne est matérialisée au sol par un trait à la craie ou un ruban adhésif et le robot doit être programmé pour atteindre une cible.

Objectifs pédagogiques :

- se familiariser avec la notion de longueur
- être capable d'anticiper un résultat
- estimer une mesure en tant que multiple d'une mesure de référence
- être capable de remettre en cause, d'ajuster son résultat...

- **Pivotements**

Le robot Bee-Bot peut pivoter sur lui-même. L'idée de rotation par rapport à son axe central est très intéressante. En effet, elle permet de modifier l'orientation du robot, en quarts de tours, sans changer sa position. Jusqu'à présent Bee-Bot n'a travaillé que de manière linéaire, que ce soit sur la droite numérique ou sur la ligne qui lui permettait d'atteindre sa cible.

Objectifs pédagogiques :

- pratiquer la notion de pivotement
- aborder les notions de quart de tour, demi-tour et tour complet
- Utiliser le vocabulaire topologique « à droite », « à gauche »...

Bee-Bot et les élèves en situation de handicap

L'association du Bee-Bot réel et du programme sur PC (Focus on Bee-Bot software) constitue une ressource intéressante pour les élèves en situation de handicap. En effet, le programme peut être sauvegardé et imprimé mais n'est malheureusement pas être transférable directement par liaison wifi ou blue-tooth au Bee-Bot. Cette fonctionnalité aurait été très intéressante pour les élèves en

situation de handicap moteur qui auraient pu programmer sur le PC (à l'aide de la souris ou d'un track ball) le trajet du robot et « l'envoyer » directement au Bee-Bot pour exécution. Cependant, dans l'hypothèse d'une intégration en milieu ordinaire, on peut concevoir une **collaboration** entre élève handicapé moteur et élève valide. Le premier prépare son trajet à l'écran, imprime la série d'instructions qui sera ensuite confiée au second pour programmation effective du Bee-Bot.

L'utilisation d'un robot de plancher offre un réel intérêt pour les élèves présentant des **troubles du langage**. En effet, cette activité est liée à la description précise des mouvements du robot.

Il est également pertinent pour les élèves présentant des **troubles liés à la motricité**. En effet, c'est le mobile qui se déplace, en fonction des instructions qui lui sont données. Il y a **décentration** de l'élève.

Pour les élèves présentant des **TIFC**, la **décomposition** d'un mouvement très simple du robot peut permettre de les mettre en situation de réussite sur des problèmes simples

Dans ce type d'activité, l'utilisation du robot programmable est un atout essentiel qui permet de **valider immédiatement** la solution proposée. Dès lors que son maniement ne constitue plus un problème, il offre l'indéniable intérêt d'un **objet cybernétique**, à la programmation rigoureuse, qui permet de vérifier (ou d'infirmer), de manière prégnante, les hypothèses avancées. Il constitue un excellent auxiliaire à de véritables activités de résolution de problèmes.

Auteur/Editeur/Fabricant

TTS Group Ltd

Park Lane Business Park

Kirkby-in-Ashfield

Nottinghamshire

NG17 9GU

<http://www.tts-group.co.uk/shops/tts/Default.aspx>

Prix indicatif (en euros)

Le Bee-Bot coûte 60 £ soit 69 €

Le lot de 6 coûte 305 £ soit 348 €





Pro-Bot



Le robot Pro-Bot fonctionne sur le même principe que le Bee-Bot mais s'adresse à des élèves plus âgés. En effet, le clavier utilise des nombres et permet une programmation plus complexe utilisant notamment la notion de répétition d'une séquence et les procédures. Le Pro-bot se programme en LOGO.

Un écran intégré de 16 lignes permet de relire le programme en mémoire, ce qui fait malheureusement défaut à Bee-Bot. Les instructions sont affichées à l'écran et peuvent être modifiées directement.

Le Pro-Bot dispose également de plusieurs capteurs programmables (contact avant-arrière, son, lumière). Un stylo central permet de laisser une trace au sol du déplacement de Pro-Bot.

Auteur/Editeur/Fabricant

TTS Group Ltd

Park Lane Business Park

Kirkby-in-Ashfield

Nottinghamshire

NG17 9GU

<http://www.tts-group.co.uk/shops/tts/Default.aspx>

Prix indicatif (en euros)

Le Pro-Bop coûte 90 £ soit 104 €



Le Blue-Bot et l'application Blue-Bot

Le **robot** Blue-Bot représente par rapport au Bee-Bot une avancée pédagogique majeure dans la mesure où il peut être piloté, à distance, à partir d'une tablette ou d'un smartphone. **L'application** gratuite Blue-Bot (disponible sur Ios et sur Android) constitue une ressource numérique nouvelle et extrêmement pertinente dans la mesure où elle permet de contrôler le robot à distance et de résoudre des problèmes liés aux déplacements de celui-ci.



Le Blue-Bot possède une fonctionnalité de **liaison Bluetooth** avec une tablette tactile. C'est une possibilité inédite par rapport au [Bee-Bot](#) et par rapport aux autres robots de plancher à programmer que nous connaissons. Cet apport est tout à fait essentiel dans la mesure où il permet d'interagir sur **le robot Blue-Bot** par l'intermédiaire d'une tablette tactile et de **l'application Blue-Bot**.

En effet, le fabricant a créé une application tablette dédiée fonctionnant à la fois sous iOS et sous Android.

Cette application permet notamment à l'élève de « **résoudre des problèmes** » de déplacements liés au Blue-Bot. La résolution de problème est la finalité principale de ce type de robotique pédagogique.

Dans cette fiche, nous rappellerons, pour mémoire, les fonctionnalités du Blue-Bot (proches de celles du Bee-Bot qui ne possède pas la liaison Bluetooth) et nous détaillerons les fonctionnalités de l'application-tablette associée ainsi que les interactions entre le robot Blue-Bot et l'application.

Le robot Blue-Bot

Le robot Blue-Bot s'inscrit dans la ligne des **robots de plancher** « prêts à l'emploi » s'appuyant sur une programmation de type « flèches-instructions » dérivée du langage **Logo** de Seymour Papert. La carapace transparente de Blue-Bot permet de voir ses composants électroniques.

Chaque pas mesure 15 cm, chaque pivotement correspond à un quart de tour.

Le robot possède en outre :

- Une touche « **clear** » pour effacer le programme en mémoire
- Une touche « **pause** » pour introduire une attente d'une seconde
- Une touche « **go** » pour lancer le programme

Le clavier du robot ne comporte pas de nombre et la **répétition** d'une action est obtenue par la répétition de la touche. Pour faire avancer le Bee-Bot de 4 pas, on appuie 4 fois sur la touche «

avance d'un pas ». Cependant l'application autorise la répétition et l'on pourra programmer, à **partir de l'application** : Répète 4 fois [avance d'un pas].

Le robot Blue-Bot peut accepter une programmation de 40 instructions. On peut donc effectuer, avec le Blue-Bot, tous les exercices et toutes les activités habituelles liés aux robots de plancher.

Il est rechargeable par l'intermédiaire d'une prise USB.

Disposer d'un petit robot programmable aux fonctionnalités extrêmement simples permet de commencer un travail autour de la robotique pédagogique avec les élèves les plus jeunes.

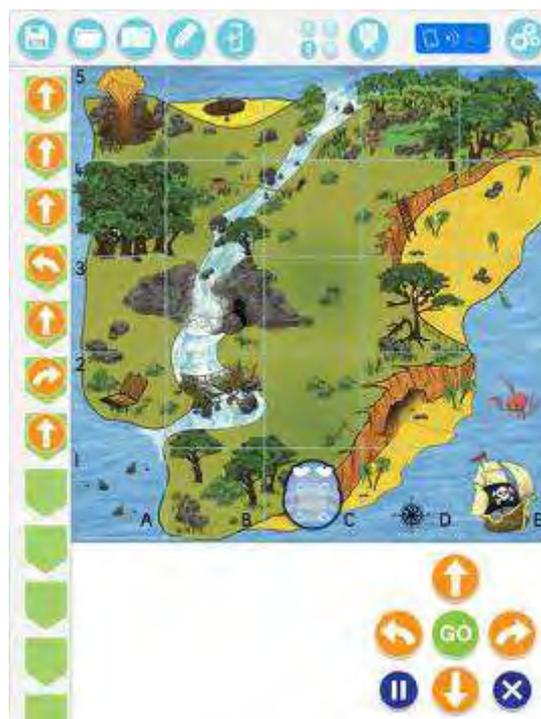
Autre nouveauté introduite grâce à la liaison Bluetooth :

Le clavier de commande et les cartes-instructions :



L'élève dispose, de la gauche vers la droite, sur la réglette, des cartes-instructions correspondant au programme qu'il souhaite faire exécuter au robot Blue-Bot. Il ya des cartes de type « Avance d'un pas », « Recule d'un pas », « Pivote à droite », « Pivote à gauche ». On insère les cartes (10 au maximum) dans le clavier de commande puis en appuyant sur le bouton situé à droite du clavier (GO), on envoie les instructions correspondantes au robot, qui alors les exécute.

L'application tablette Blue-Bot :



L'application est **en anglais**, à ce jour (mars 2016). Elle est **gratuite** et fonctionne sous iOS et sous Android.

De nombreux **fonds d'écrans** permettent de varier les **environnements** dans lesquels le Blue-Bot se déplace. On peut créer ses propres environnements.

On peut choisir **la position et l'orientation initiale** du robot.

On peut utiliser l'application de manière **autonome** (mais limitée) ou avec le robot Blue-Bot.

Dans le mode « Explore », quatre types d'activités sont proposés :

- **Le mode « pas à pas »**

A chaque instruction (« Avance d'un pas », « Recule d'un pas », « Pivote à droite », « Pivote à gauche ») donnée, le robot se déplace et le programme se construit alors verticalement sur la gauche de l'écran.

- **Le mode « programmation basique »**

Il s'agit du mode de programmation classique où l'on prévoit, à l'avance, l'ensemble des instructions qu'on veut faire exécuter au robot. Une fois le programme terminé, on appuie sur la touche « GO » pour le lancer.

- **Le mode « répétition »**

Dans ce mode, la structure de contrôle « répétition indiquée » peut être utilisée et l'on pourra programmer, par exemple: Répète 4 fois [avance d'un pas].

- **Le mode « pivotement de 45 degrés »**

Apparaissent deux nouvelles flèches, qui permettent de pivoter de 45° à droite vs à gauche.

Dans le mode « Challenge », quatre types d'activités sont proposés :

- **Aller de A à B**

Dans ce mode, l'application donne la position et l'orientation du robot au départ. Elle donne aussi la position du robot à l'arrivée et elle demande à l'élève de chercher la suite des instructions permettant de passer de l'état initial à l'état final.

- **Obstacles**

Comme dans l'activité précédente, mais en introduisant des cases « interdites » obligeant le robot à effectuer des détours.

- **Moins de flèches**

Faire effectuer des parcours au robot avec un nombre réduit de flèches-instructions ; en utilisant seulement la touche « Recule » et « Pivote à droite », par exemple.

- **Cherche l'arrivée**

Dans ce mode, l'application donne la position et l'orientation du robot au départ et aussi la suite des instructions permettant de passer de l'état initial à l'état final. Elle demande à l'élève de prévoir la position finale du robot à l'arrivée.

Il existe également la possibilité **d'associer un son à chaque instruction** et donc d'enregistrer, par exemple, les phrases (« Avance d'un pas », « Recule d'un pas », « Pivote à droite », « Pivote à gauche ») correspondant à chaque bouton. Cela fonctionne bien si le robot est appairé à la tablette et c'est particulièrement intéressant pour des élèves déficients visuels qui peuvent ainsi « entendre le déplacement du robot ». Cependant ça ne fonctionne pas correctement en mode « programmation » lorsqu'on utilise la tablette seule, sans la coupler au robot car le robot virtuel se déplace trop vite et n'a pas le temps d'énoncer chacune de ses actions. C'est dommage.

On peut sauvegarder (et donc recharger) jusqu'à 9 activités.

Avertissement : certains modes de la tablette ne sont pas disponibles si on n'est pas connecté au robot Blue-Bot par Bluetooth.

Les activités autour de Blue-Bot

Communiquer avec le Blue-Bot par l'intermédiaire d'une tablette tactile constitue un saut didactique de première importance.

L'Observatoire des Ressources Numériques Adaptées (Orna) de l'INS HEA était, depuis longtemps, à la recherche d'une telle solution pour des élèves en situation de handicap.

Dès 2013/2014, il proposait même à des étudiants de l'IUT de Ville d'Avray (92) d'étudier le problème suivant :

« Notre sujet de projet tutoré est un sujet proposé par l'INS HEA (Institut national supérieur de formation et de recherche pour l'éducation des jeunes handicapés et les enseignements adaptés). Ce sujet a pour but de refaire une carte de commande d'un robot (Roamer) pour y ajouter des fonctionnalités telles que le Bluetooth. Il faudra donc dans un premier temps comprendre l'ancienne carte et le fonctionnement des différents capteurs et actionneurs, afin de pouvoir refaire une carte à base de microcontrôleur Atmel. Afin de simplifier la programmation, nous ajouterons un module Bluetooth pour pouvoir programmer le robot à distance à partir d'un PC ou d'un appareil Android. »⁷

Ce projet n'a connu qu'une solution expérimentale.

La solution apportée par le Blue-Bot constitue une réponse à notre triple préoccupation :

- **Celle de pouvoir piloter le robot à distance**
- **Celle de pouvoir mémoriser les instructions du parcours du robot**
- **Celle de faire « verbaliser » ses déplacements au robot**

Pour ce qui est de l'**usage classique d'un robot de plancher** à l'École, il est reconnu que cette pratique apporte de nombreux bénéfices dans les domaines suivants :

- Construction de l'espace
- Construction du temps
- Formulation d'hypothèses
- Formalisation de la pensée
- Anticipation
- Résolution de problèmes
- Conception des algorithmes
- Codage
- Programmation
- Construction du raisonnement scientifique

Pour ce qui est de l'**usage du clavier de commande et des cartes-instructions** :

- Depuis l'invention des robots Logo (Tortue Jeulin), l'utilisation de cartes-instructions a été présente et pertinente. Voir également la thèse de Doctorat de Didactique de l'Informatique :

⁷ COUTRET-LEBLOND. Rapport de projet tutoré. IUT GEII de Ville d'Avray

« *Le jeu de l'enfant-robot : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants* ». ⁸

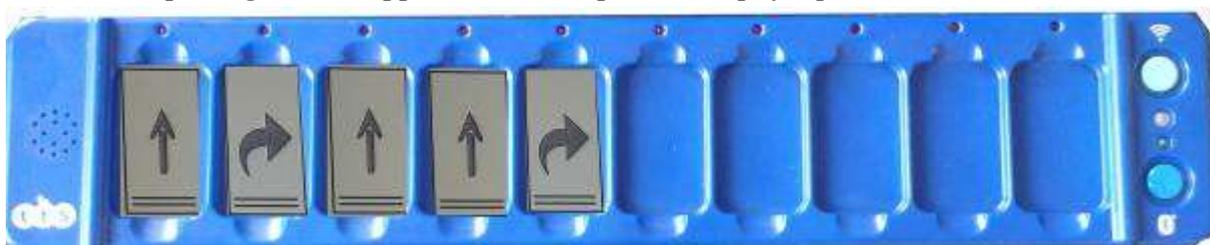
- La **manipulation d'objets réels** (cartes-instructions) précédant le passage au virtuel (application tablette ou programme écran) a toujours été préconisée pour une meilleure appropriation des notions.
- Le clavier de commande permet également de **mémoriser** (sans l'intermédiaire de la tablette) les différentes instructions du programme et donc de pouvoir comprendre leur action et de pouvoir les modifier.
- Le clavier de commande permet également de manipuler la structure de contrôle correspondant à la **répétition indicée** (Répète n fois [instructions]).
- La touche « GO » du clavier permet de lancer le déplacement du robot « **à distance** », ce qui est une fonctionnalité primordiale pour des élèves porteurs de handicap moteur, ne pouvant pas se déplacer.

Le clavier de commande et les cartes-instruction peuvent également se révéler très intéressants pour des élèves avec déficience visuelle pourvu qu'on puisse adapter les cartes-instructions à ce handicap.

Le Service des Documents Adaptés pour Déficients Visuels (SDADV) de l'INS HEA a conçu, à notre demande, une planche de cartes-instructions imprimables sur du papier thermo-gonflé permettant une approche sensible (au toucher) des flèches.



Ainsi, les cartes-instructions « en relief » peuvent être découpées et collées sur les cartes en plastique du constructeur. L'élève avec handicap visuel bénéficie alors de cartes-instructions-relief qu'il peut « lire » et utiliser sur le clavier de commande. En posant délicatement sa main sur le robot Blue-Bot, il peut également appréhender le déplacement physique de ce dernier.



Téléchargement des cartes en relief :

<http://www.inshea.fr/fr/content/les-fl%C3%A8ches-du-robot-blue-bot>

⁸ E. GREFF Université Paris VII (1996)

Pour ce qui est de **l'usage de l'application tablette** :

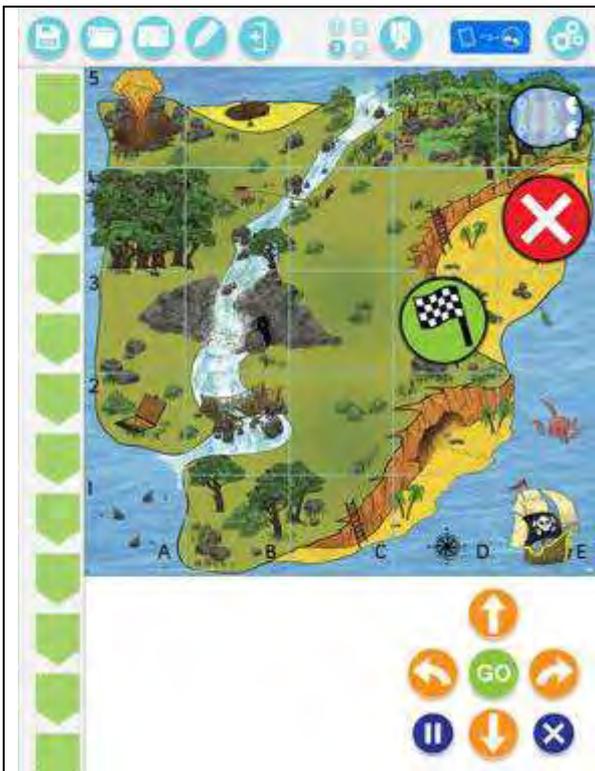
- L'application va permettre le **passage du réel au virtuel** (et inversement). L'élève aura été entraîné à la manipulation du robot Blue-Bot (réel). Il devra créer son programme dans l'environnement tablette (virtuel) pour que le robot (réel) puisse effectuer ses déplacements, à partir des instructions programmées sur la tablette.
- L'application permet également de **mémoriser** (sans l'intermédiaire de la tablette) les différentes instructions du programme et donc de pouvoir comprendre leur action et de pouvoir les modifier. On peut regretter que la séquence d'instructions soit présentée à l'écran de manière verticale et non horizontale, dans le sens de la lecture, comme sur le clavier de commande.
- L'application permet de lancer le déplacement du robot « **à distance** », ce qui est une fonctionnalité primordiale pour des élèves porteurs de handicap moteur ne pouvant pas se déplacer.
- L'application permet d'avoir une **représentation, vue de dessus**, du déplacement du robot virtuel, ce qui aide à la décentration et à l'anticipation.
- L'application permet de manipuler la structure de contrôle correspondant à la **répétition indicée** (Répète n fois [instructions]). Ceci permet d'aborder une algorithmique et une programmation plus complexe, pour des élèves de Cycle 3 ou de Collège.

Les concepteurs de l'application tablette ont centré les différents modules sur la **résolution de problèmes** qui constitue effectivement l'essence même des activités de robotique pédagogique.

Les problèmes liés aux déplacements des robots de plancher sont liés à **trois variables didactiques** essentielles :

- **La position et/ou l'orientation du robot au départ**
- **La position et/ou l'orientation du robot à l'arrivée**
- **La suite des instructions permettant de passer de l'état initial à l'état final**

On agit généralement sur ces trois variables en en donnant deux et en laissant à l'élève la tâche de trouver la dernière.



Dans l'exemple ci-dessus, on connaît :

- La position et l'orientation du robot au départ
- La position du robot à l'arrivée (drapeau à damier)

On attend de l'élève qu'il trouve la suite des instructions permettant de passer de l'état initial à l'état final.

Dans l'exemple ci-dessus, on connaît :

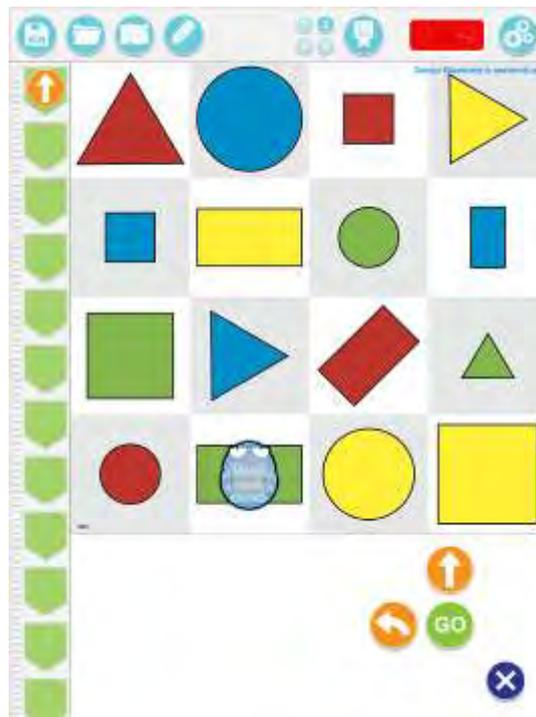
- La position et l'orientation du robot au départ
- la suite des instructions permettant de passer de l'état initial à l'état final.

On attend de l'élève qu'il trouve la position du robot à l'arrivée (drapeau à damier)

Une **contrainte supplémentaire** a été ajoutée dans cette situation: celle de la « **case interdite** » (croix blanche dans rond rouge) qui va contraindre le robot à faire un détour pour atteindre son but

Il est toujours **troublant**, lorsque le Blue-Bot est orienté vers le bas (comme c'est le cas ici) d'appuyer sur la touche « Recule » dirigée vers le bas et de voir le robot « remonter » vers le haut de l'écran. C'est un excellent exercice de décentration.

Une **autre contrainte** envisageable est de pouvoir, sur la tablette, **rendre inactifs certains boutons** de déplacements. Ceci constitue une variable pédagogique très intéressante et permet d'aborder de **nouveaux problèmes de déplacements**. Comment faire pour que le robot atteigne telle case (le rond vert, par exemple) alors qu'on ne dispose que des deux flèches « Avance » et « Tourne à Gauche » ?



Les accessoires liés à Blue-Bot

Le Blue-Bot est commercialisé avec une série d'accessoires pertinents :

- **Blue-Bot TacTile Reader**



- **Les mondes de Bee-Bot**

Les mondes de Bee-Bot consistent en des quadrillages illustrés permettant de « raconter des histoires » liées aux déplacements de Bee-Bot. Plusieurs « mondes » sont disponibles (ferme, ville, route, île...).



- **Le groupe de Blue-Bot**

Il s'agit d'un ensemble de 6 Blue-Bot permettant de mener des activités en classe faisant intervenir simultanément plusieurs robots.



Éditeur/Fabricant

TTS Group Ltd

Park Lane Business Park

Kirkby-in-Ashfield

Nottinghamshire

NG17 9GU

<http://www.tts-group.co.uk/shops/tts/Default.aspx>

Distributeur France :

Easytis : <http://www.easytis.com/fr/49-tts>

Prix indicatif (en euros)

Robot Blue-Bot : 119 €

Application Blue-Bot : gratuite

Lot de 6 Blue-Bot : 635 €

Clavier de commande : 134 €

Robot Blue-Bot + Clavier de commande : 199 €

Les Bee-Bot et Blue- Bot à l'EREA JacquesBrel de Garches

Résumé

En janvier/février 2017 a été menée à l'EREA Jacques Brel de Garches (92), une expérimentation de quatre séances autour de la robotique pédagogique et du Bee-Bot / Blue-Bot intitulée « Vivre avec son corps le déplacement du robot. Connaître le code du fonctionnement pour programmer le robot ».

L'effectif est composé de 8 élèves dont deux sont en fauteuil électrique.

Présentation du projet

L'équipe éducative

Les séances ont été imaginées et conduites par Jeanne Pierre et Julie Marey, stagiaires CAPA SH option C à l'INS HEA de Suresnes encadrées par le formateur Eric Greff.

Julie Trubuil, l'enseignante de la classe et Guillaume Chainet AESH I ont apporté leur aide et leur expertise.

Calendrier

Séance d'observation : 15/12/2016

1ère séance : 19/01/2017

2ème séance : 26/01/2017

3ème séance : 02/02/2017

L'EREA Jacques Brel

EREA Jacques Brel, Hôpital Raymond Poincaré de Garches (92).

Créé en 1993, l'EREA Jacques Brel accueille à ce jour 80 enfants, répartis en 11 classes correspondant à tous les cycles de l'Ecole Primaire (Maternelle et Élémentaire).

Les pathologies relèvent des troubles moteurs (avec ou sans trouble associé) du polyhandicap, de maladies invalidantes ou de troubles sévères des apprentissages (dyslexie, dyspraxie, dyscalculie, troubles de l'attention) Ces pathologies nécessitent des soins journaliers qui ne sont pas compatibles avec une scolarité en école ordinaire.

L'EREA dispose de 2 classes externes : une classe tremplin avec des inclusions en Ecole élémentaire et une classe de collège en 6^{ème}, pour les élèves en grand retard scolaire, avec des temps d'inclusion pour les élèves en collège.

Ces temps d'inclusions sont variables selon chaque projet personnalisé de l'élève et permet à celui-ci de continuer à recevoir les soins appropriés.

Il existe un poste au chevet pour les élèves qui ne peuvent se déplacer.

A l'issue de leur scolarisation à l'EREA, (2 ou 3 ans pour les troubles sévères des apprentissages) un enseignant itinérant facilite leur inclusion en classe ordinaire.

L'EREA assure aussi la continuité éducative avec des temps d'accueil périscolaire, et pendant les vacances scolaires.

La classe

Classe de CP/CE1. Enseignante : Julie Trubuil

La classe accueille 7 élèves. Les prénoms des élèves ont été volontairement changés.

5 garçons : César, Maël, Théo, Justin, Tom, et 2 filles : Marie et Déborah.

La matinée, les élèves sont en général tous en classe, les soins sont prescrits de préférence l'après-midi.

Constats et adaptations envisagées pour les séances :

Profil des élèves de la classe

- Cinq élèves sont à l'EREA pour des troubles sévères des apprentissages (dyslexie, dyspraxie, dysphasie, avec des troubles associés tels que des troubles de la mémoire à court terme (mémoire de travail) et long terme pour Justin, trouble des fonctions exécutives, trouble logico-mathématique (Marie), repérage spatial difficile).

Ces élèves ont donc besoin de répétitions dans les explications et consignes.

Les consignes doivent être claires,

Pour une meilleure mémorisation, les élèves seront sollicités à travers plusieurs sens : auditifs, visuels (affichage) kinesthésiques (manipulation) proprio sensoriels (déplacements),

Le robot Bee-Bot/Blue-Bot est particulièrement adapté pour ces élèves, parce qu'il sollicite plusieurs de ces sens.

- Deux élèves ont des maladies invalidantes et des troubles moteurs impactant leur mobilité :
 - -Tom est en fauteuil. Il dispose en permanence d'un appareil d'assistance respiratoire, sa tête est relevée : son regard est toujours dirigé en hauteur. (sa tête et son cou sont maintenus vers l'arrière) Il travaille sur ordinateur et est assisté en permanence d'un AESH I, notamment pour le déplacement en fauteuil Il pourra utiliser ses sens auditif et visuel. L'affichage devant être haut et visible, le rail de programmation associé aux cartes Blue-Bot en Bluetooth sera indispensable. Tom, malgré l'amplitude limitée de ses membres inférieurs pourra utiliser son sens kinesthésique et, avec l'aide de son AESH I pourra appuyer sur le bouton vert du rail et déclencher le départ du Blue-Bot. La trace écrite se fera par ordinateur (cliquer, déplacer) avec l'aide de l'AESH I.



- Théo (absent lors de la séance d'observation et de la 2ème séance). Cet élève est installé en fauteuil électrique et a une amplitude faible des membres supérieurs et qui ont peu de force. Il faut parfois lui éviter le contact direct de ses mains avec les objets (peau très fragile). Comme Tom, il pourra comprendre le déplacement du robot en utilisant ses sens proprioceptifs : déplacement en fauteuil guidé par l'enseignant ou un stagiaire pour vivre le mouvement, avec des temps d'arrêt pour marquer les déplacements et les pivotements. Il pourra programmer le robot à l'aide de la tablette Ios et effectuer la trace écrite par l'intermédiaire d'une dictée à l'adulte.

Déroulement de l'expérimentation

Séance 1 : Vivre les déplacements puis comprendre l'objet

Vivre le déplacement

Dès la présentation en classe, les élèves ont été enthousiastes. Ils avaient une représentation positive des robots.

Nous avons dans un premier temps fait vivre les déplacements physiquement aux élèves en s'appuyant sur « Le jeu de l'enfant-robot », ingénierie pédagogique développée par Eric Greff en 1996⁹. Des bracelets repères rouge/vert (poignet gauche/droit) ont été une aide pour le pivotement gauche /droit.

Cette activité a bien fait appréhender aux élèves les notions : **avancer**, **reculer**, **pivoter gauche**, **pivoter droite**.



La présence de plusieurs adultes a permis à une enseignante d'exécuter les mouvements (en se plaçant à côté des élèves) tandis que l'autre, face au groupe, « commande » en présentant les flèches.



Guidé par l'AESH I, l'élève en fauteuil a également pu vivre les différents mouvements avec des temps d'arrêt pour marquer les déplacements et les changements d'orientation.

Grâce à la précision du maniement des fauteuils électriques utilisés par les élèves concernés, ceux-ci ont pu vivre les déplacements du jeu de l'enfant-robot au même titre que leurs camarades.

⁹ Le « jeu de l'enfant-robot » : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants. Thèse de Doctorat de didactique de l'informatique. 1996

La découverte des robots Bee-Bot et Blue-Bot

Nous laissons les élèves découvrir les robots sans les avoir préalablement allumés. Ils sont heureux de manipuler les « abeilles » au sol. Comme celles-ci ne sont pas en marche, ils commencent par les faire rouler.



La consigne est rappelée : « ce sont des robots : on les commande et, ensuite, ils se déplacent seuls ».

César trouve très rapidement le bouton **ON /OFF** pour mettre en marche le robot.

Tout le monde fait comme César. Les élèves testent les touches mais ne font pas vraiment le lien entre les instructions (appuyer sur les flèches) et la touche « **Go** » qui exécute le programme.

La séance dure beaucoup plus de temps que prévu.

Après la récréation, les élèves sont revenus en classe ensemble au coin regroupement pour expliciter leurs hypothèses sur le fonctionnement du robot :

Le vocabulaire comme « **pivoter** » n'est pas spontanément formulé, mais introduit par les enseignantes qui reformulent.

Théo indique que :

- sous le ventre c'est « pour mettre en marche » et « pour le son »
- les flèches « c'est la direction du parcours »
- « la touche verte « Go » du milieu, c'est « pour démarrer »

Des interrogations demeurent pour la croix (pause). Matéo suggère d'abord que :

- « la croix, c'est pour arrêter le robot ».

Comme il ne peut manipuler lui-même le robot, il demande à l'enseignante:

- « appuie 2 fois sur la flèche orange, puis sur la touche « Go » verte. Le robot démarre.

« Appuie sur la croix » mais la commande « croix » n'arrête pas le robot.

Il suggère alors que la croix permet « d'effacer » ce que les flèches indiquaient. Cette hypothèse, vérifiée, se révèle exacte. Lorsqu'on appuie sur la croix puis sur la touche Go, le robot reste immobile.

Trace écrite

Une trace écrite permet de faire le point sur la fonctionnalité de chaque flèche et de mettre précisément en place le vocabulaire :

- **Avance**
- **Reculé**
- **Pivote à droite**
- **Pivote à gauche**

- **Démarre**
- **Efface la mémoire du robot**

Ainsi la présentation de la trace écrite sur le plan horizontal correspond mieux aux situations vécues lors des déplacements physiques des élèves ou du robot : la flèche noire sert bien à avancer et la flèche bleue sert à reculer.

Les mots sont écrits au tableau, de la couleur des flèches et relus par les élèves.

Chacun va ensuite à sa table coller les étiquettes-mots sur sa fiche, dans les cadres appropriés : **j'avance, je recule, je pivote à gauche, je pivote à droite.**

Le mot « **programme** » est introduit.



Séance 2 et 3 : Programmer le déplacement d'un robot pour rejoindre un point d'arrivée sur un parcours de 4 à 6 cases : l'abeille va butiner la fleur.

Remarque : faire attention pour les premiers essais à ce que l'enfant soit dans la même position que le robot, au départ. Un robot-substitut en carton aide les élèves pour les mouvements intermédiaires. Faire attention, pour l'installation des parcours scotchés au sol : les élèves doivent pouvoir se déplacer tout autour.

La manipulation des robots, la programmation

Les élèves sont tous très motivés par l'utilisation du robot.

- Tom bénéficie avec son AESH individuel du rail de programmation en Bluetooth. Il est en situation de réussite et s'amuse à utiliser la touche « reculer » plutôt que « avancer ».
- Marie a eu des difficultés pour retenir les déplacements à programmer. Elle a eu besoin de mettre les flèches papier sur le parcours directement pour pouvoir mieux programmer. Elle est restée sur des chemins avec peu de cases car elle oublie systématiquement d'utiliser la touche « effacer la mémoire » du robot.
- Le duo Maël / Justin est en réussite mais une fois que Maël part en rééducation, César oublie de programmer systématiquement la dernière, voire les deux dernières instructions
- César et Déborah sont en réussite. César est un peu frustré de ne pas réussir tout de suite. Lors d'un parcours plus long, il ressent le besoin d'utiliser un rail de programmation papier avec les flèches pour s'aider



Différentes stratégies sont utilisées :

- regarder case par case et programmer au fur et à mesure
- compter le nombre de cases sur les doigts ou dans la tête
- utiliser le substitut-abeille-carton que l'on déplace au fur et mesure
- utiliser le rail de programmation-papier

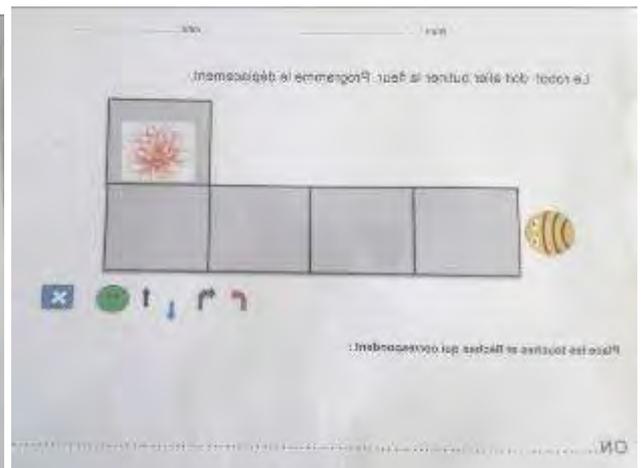
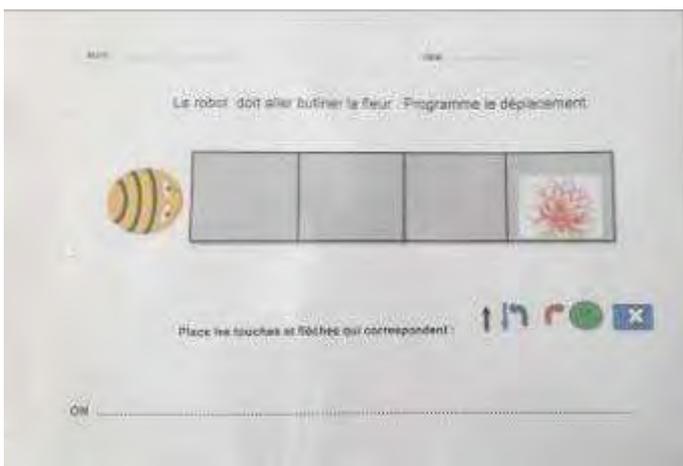
A la fin de la séance, une variable didactique est proposée : modifier la position de départ du robot.

Explicitation de parcours

Il s'agit, dans cette phase, d'expliciter les stratégies employées pour programmer le déplacement du robot

- Déborah est en grande difficulté pour évoquer sa stratégie à l'oral. Il faut être attentif à bien utiliser un vocabulaire précis.

Trace écrite

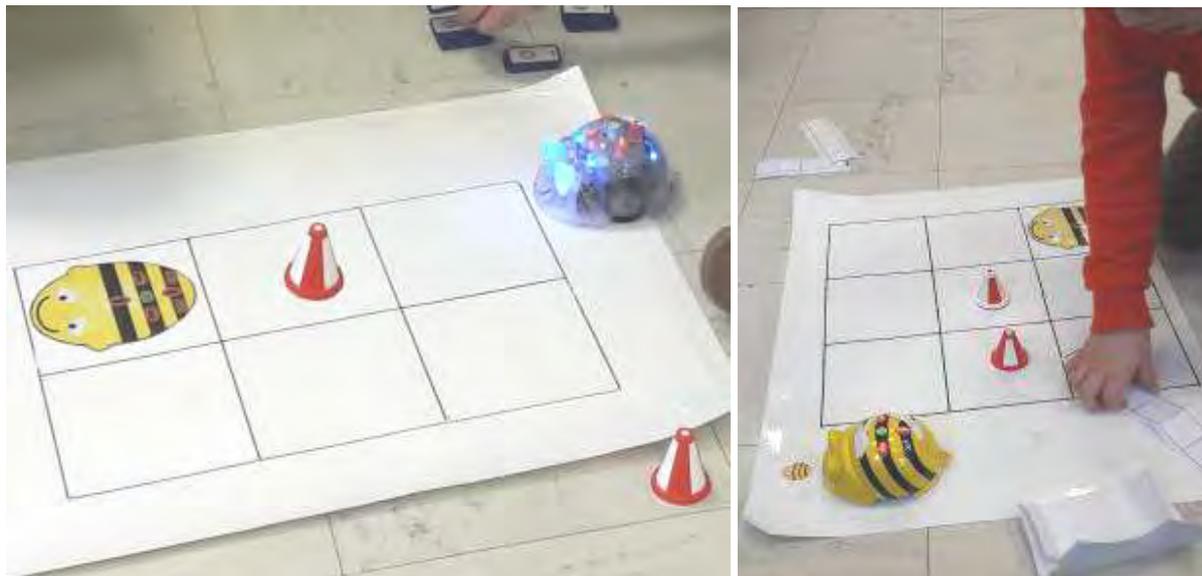


Les cases « interdites »

Dans cette phase, on introduit de nouvelles variables didactiques :

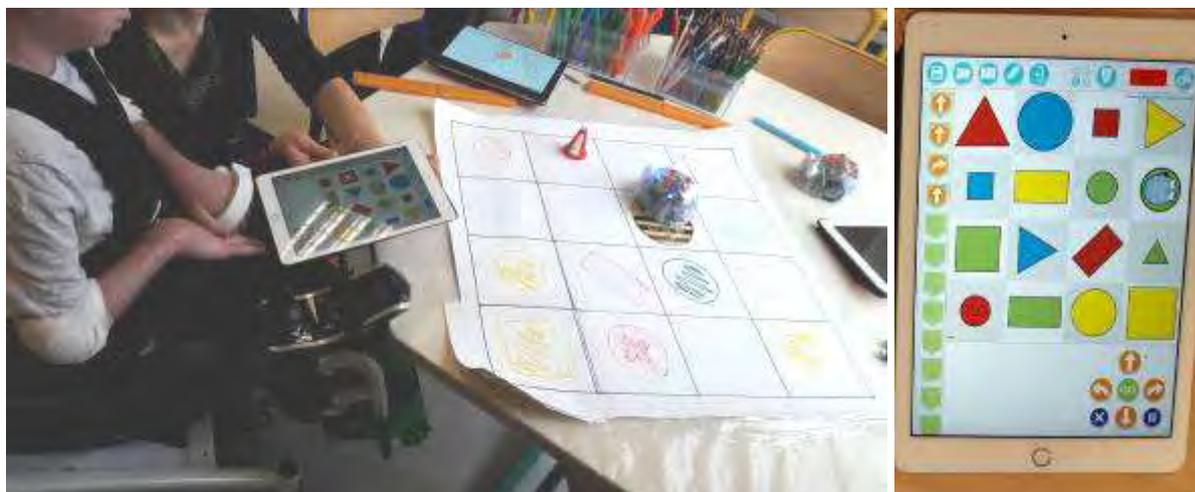
- Mettre un obstacle (cône en plastique) dans une case pour l'interdire.
- Varier les positions de départ et d'arrivée du robot.

- Interdire l'utilisation d'une touche (ex : la touche « avancer » qui est spontanément la plus utilisée)
- Programmer un parcours en utilisant le moins de flèches possibles



Les élèves sont très motivés par ces nouveaux défis :

- Grace à Maël, Justin était en réussite.
- Théo utilise de la tablette numérique et le Blue-Bot et réussit parfaitement. La variable « programme utilisant le moins de flèche possible » est introduite avec succès même si, pour cette consigne plus difficile, Théo a besoin du substitut-robot-carton qu'un autre élève déplace pour lui. Il anticipe son parcours avec beaucoup de concentration avant de démarrer.



- César et Déborah sont en réussite. On ajoute la variable didactique : « interdiction de la touche avancer ». Cette contrainte est plus compliquée pour Déborah.
- Pour Marie, le premier quadrillage utilisé comporte seulement 6 cases. Marie a utilisé le rail de programmation Bluetooth qui a constitué une excellente adaptation pour suivre sa programmation. Elle s'est également servie du substitut-robot-papier. Marie a eu besoin, à un moment, de positionner son corps dans le même sens que le robot. En effet, le fait de devoir « pivoter » 2 fois de suite (demi-tour) pour trouver l'orientation exacte l'a mise en

difficulté alors que « avancer » 2 fois de suite ne pose pas de problème. La seule variable didactique pour Marie (et Justin qui l'a rejoint) a été d'introduire une case « obstacle ».

Explicitation de parcours (suite et fin)

Le vocabulaire utilisé est encore fragile :

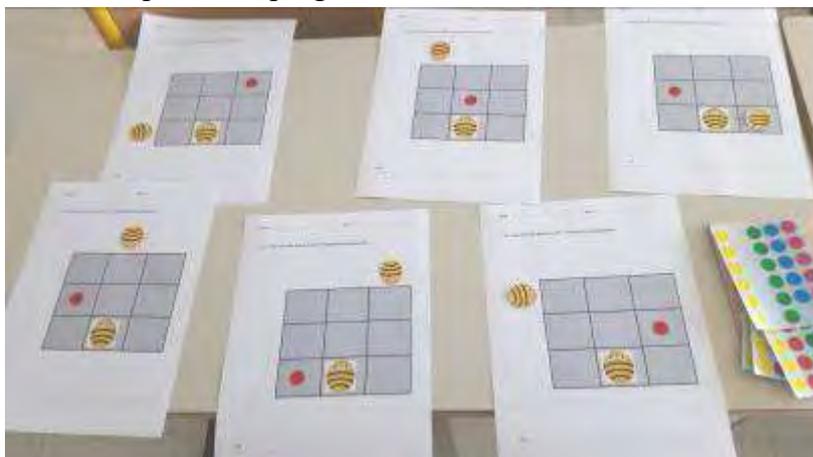
- Pour « avancer », Marie dit « tout droit » et a du mal à dire « reculer » et préfère faire le geste. Elle a entendu le mot « Bluetooth » et à moins de mal à le répéter que le mot « avancer ».
- Le mot « pivoter » est connu mais pas utilisé spontanément par tous.
- Déborah a bien réussi la programmation du robot en situation et a eu beaucoup de mal à restituer en mot ce qu'elle avait fait et réussi.

Trace écrite (suite et fin)

La trace écrite est proposée sur le modèle de la séance précédente : coller les flèches de programmation qui correspondent au parcours sur la ligne prévue à cet effet.

Nous avons également imaginé, mais sans pouvoir les tester, faute de temps, les activités écrites suivantes :

- On indique une position initiale et finale du robot et l'élève doit sélectionner le programme correct parmi d'autres et le coller sur sa fiche parcours.
- Sélectionner le programme correct le plus court (celui qui utilise le moins de flèches, parmi des programmes exacts et inexacts)
- Proposer des programmes utilisant la touche « reculer » et « pivoter » pour voir s'ils sont choisis par les élèves parmi les programmes correctes.



Bilan

Les élèves sont très motivés par le robot, durant toutes les séances. Certains ont manifesté l'envie d'en posséder un. Justin le voudrait en cadeau d'anniversaire. Maël dit s'être entraîné à la maison avec sa voiture télécommandée.

Ils auraient tous aimé d'autres séances.

Durant les trois séances, ils ont demandé à chaque fois la fonction de la touche cachée par du scotch blanc (pause d'une seconde dans le déplacement du robot). En fin de 3ème séance, nous leur avons montré la touche et ils ont émis des hypothèses sur celle-ci.

Théo, qui a utilisé la tablette pour programmer, a émis la bonne réponse. Il avait peut-être lu sur le robot substitut ou la tablette le mot « pause ».



Jack la souris et Colby la souris



Jack la souris violette et/ou Colby la souris bleue constituent une alternative très bon marché (30 euros) pour travailler sur les premiers concepts de la programmation LOGO.

En effet, Jack, la souris robot, est un petit robot fonctionnant avec 3 piles AAA (non fournies) sur le même principe que le Bee-Bot

La souris Jack mesure 10 cm de long et est livrée avec 30 cartes de codage recto-verso. Ces pas sont de 12,5 cm et ses pivotements d'un quart de tour

Le robot possède en outre :

- Une touche « **Réinitialiser** » pour effacer le programme en mémoire
- Une touche « **Action** » (« dénommée, à tort, « Start » par le fabricant ,pour introduire une séquence aléatoire choisie entre :
 - Avance puis recule d'un pas
 - Pousse un petit cri
 - Pousse un autre cri en faisant clignoter les yeux
- Une touche « **Go** » pour lancer le programme

Grace à ce premier matériel, les jeunes élèves vont pouvoir découvrir les concepts élémentaires de codage et de programmation.

Qu'est-ce que l'utilisation d'un robot programmable peut enseigner ?

- Résolution des problèmes
- Autocorrection des erreurs
- Esprit critique
- Raisonnement analytique
- Logique Si, alors
- Travailler de manière collaborative avec les autres
- Capacités de discussion et de communication
- Calcul de la distance
- Concepts spatiaux

Pièces incluses :

- 30 cartes de programmation
- souris robot programmable

Fonctionnement :

ALIMENTATION—Pousser pour mettre sous tension (ON). Votre souris robot est prête à être programmée !

VITESSE—Choisis entre Normal et Hyper. Normal est la vitesse la mieux adaptée pour les labyrinthes, tandis que Hyper est plus adaptée pour jouer au sol ou sur d'autres surfaces. Pour des résultats plus précis, toujours utiliser la souris sur une surface lisse et dure.

AVANT—Pour chaque étape en AVANT, la souris avance d'une distance prédéfinie (12.5cm).

ARRIÈRE—Pour chaque étape en ARRIÈRE, la souris recule d'une distance prédéfinie (12.5cm).

TOURNER À DROITE—Pour chaque étape TOURNER À DROITE, la souris tourne de 90° vers la droite.

TOURNER À GAUCHE—Pour chaque étape TOURNER À GAUCHE, la souris tourne de 90° vers la gauche.

START—Pour chaque ACTION, la souris fait l'une de ces 3 actions de manière ALÉATOIRE :

- Avance ou recule
- Pousse un petit cri bien audible
- CHIRP-CHIRP-CHIRP (et ses yeux s'allument !)

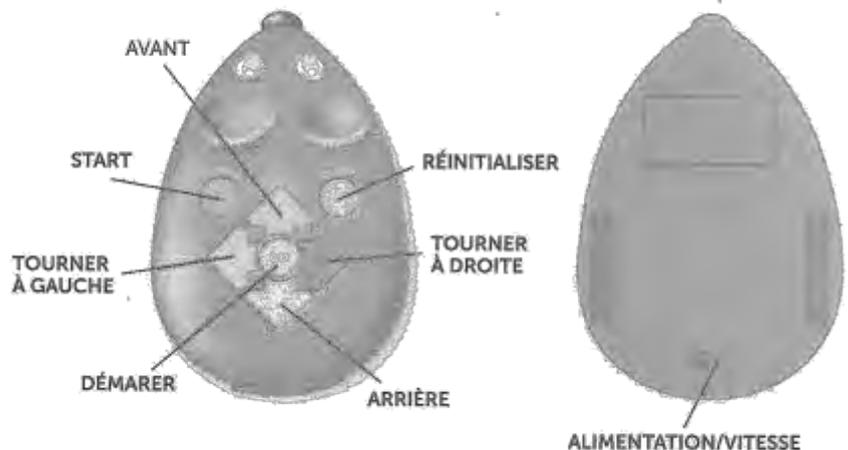
DÉMARER—Appuyez pour exécuter ou réaliser votre séquence programmée pouvant comprendre jusqu'à 40 étapes !

RÉINITIALISER—Pour effacer toutes les étapes programmées, appuyez sur ce bouton et maintenez-le enfoncé jusqu'à ce que tu entendes un bip de confirmation.

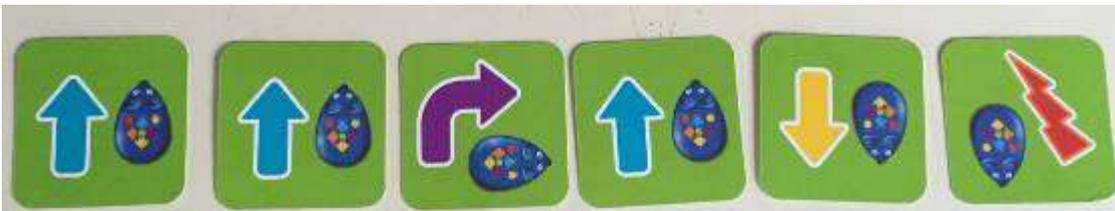
Remarque importante : si la souris commence à dévier du parcours programmé ou si elle ne tourne pas à 90°, il se peut que la pile soit faible. Remplacer les piles usagées dès que possible pour retrouver une fonctionnalité complète.

Cartes de codage

Des cartes de programmation colorées sont incluses pour aider les enfants à suivre chaque étape d'une séquence. Chaque carte comprend une direction, ou étape, à programmer sur la souris. Elles sont codées par couleur correspondant aux boutons de la souris (voir la section Fonctionnement pour de plus amples détails sur chacune des commandes). Elles sont aussi recto verso. Elles indiquent la commande à l'aide d'une flèche directionnelle au recto et la position de la souris au verso. Veuillez noter que la carte rouge « Éclair » est utilisée pour représenter la commande ACTION (bouton rouge).



Le robot est livré avec 30 **cartes-instructions** qui permettent de conserver une mémoire du parcours envisagé par l'élève et qui vont pouvoir l'aider dans sa réflexion.



On notera, qu'astucieusement les couleurs des flèches imprimées correspondent aux couleurs des touches-flèches sur le robot. L'éclair rouge correspond à la touche action, elle aussi, rouge sur le robot.

L'association du robot Jack la souris et du programme réalisé avec les cartes-instructions constitue une ressource intéressante pour les **élèves en situation de handicap**. Dans l'hypothèse d'une intégration en milieu ordinaire, on peut concevoir une **collaboration** entre élève handicapé moteur

et élève valide. Le premier préparant son trajet avec les cartes et confiant à son camarade valide la programmation effective du robot Jack la souris.

Les touches de pivotement sont moins compréhensibles que sur le Bee-Bot et il faudra probablement utiliser un feutre pour les redessiner.



Proposition pour préciser les mouvements du robot

Disposer d'un petit robot programmable aux fonctionnalités extrêmement simples et **très bon marché** permet de démarrer un travail autour de la robotique pédagogique avec les plus jeunes de nos élèves.

Il existe également un **kit d'activités pédagogiques** disponible au prix de 60 euros environ.

Cet ensemble comprend 16 pièces de plateau, 22 murs de labyrinthe, 3 tunnels, 30 cartes de codage recto-verso, 10 fiches d'activités de labyrinthe recto-verso, un morceau de fromage en plastique et un guide d'activités. Il va permettre à l'élève de programmer une séquence de déplacements pour permettre à la souris de trouver son chemin jusqu'au morceau de fromage dans diverses formes de labyrinthe.

Une vidéo décrit l'utilisation de ce kit : <https://www.youtube.com/watch?v=tGb9bLe0YA>



Contribution
professionnelle

Le robot Blue-Bot et le renouveau de la robotique pédagogique

Éric GREFF
INS HEA

Observatoire des pratiques numériques adaptées (Orna)

Résumé : Alors que l'on n'osait plus l'espérer (mars 2016), la société anglaise TTS vient de mettre à la disposition de l'école, par l'intermédiaire de son distributeur Easytice, une solution de robotique pédagogique appropriée pour des élèves ordinaires ou en situation de handicap. La complémentarité d'un véritable robot de plancher, d'un clavier de commande et d'un programme informatique qui communiquent entre eux constitue une réelle nouveauté, essentielle à une utilisation judicieuse de la robotique pédagogique en classe et ouvre des voies inexplorées pour des élèves en situation de handicap.

Mots-clés : Algorithme - Bluetooth - Cartes-instruction - LOGO - Parcours - Robotique pédagogique - Robots de plancher.

The Blue-Bot robot and new robotics in pedagogy

Summary: At a time when everyone had lost hope (March 2016), an English company called TTS, through its distributor Easytice, has just found a pedagogical solution based on robotics available to schools. This solution is appropriate both for mainstream pupils and pupils in a situation of disability. The complementarity of a true "floor turtle" robot, a controller keyboard and a software program, all interconnected, constitutes an authentic innovation, essential to appropriate use of pedagogical robotics in the classroom. This innovation also opens up unexplored paths for pupils in a situation of disability.

Keywords: Algorithm - Bluetooth - Floor robots - Instruction cards - Journey - LOGO - Pedagogical robotic.

LOGO : AUX SOURCES DE LA ROBOTIQUE PÉDAGOGIQUE

Origine de LOGO

LOGO est le langage informatique expérimenté dans les classes primaires dans les années 1980. Il existe donc de nombreux comptes rendus de pratiques pédagogiques ainsi qu'un vaste corpus d'écrits qui en démontrent tout l'intérêt et isolent les aspects indésirables.

LOGO est issu du langage de traitement de listes LISP (qui constitue un excellent outil pour l'initiation à la récursivité) dont les formes externes ont été modifiées afin d'être rendues plus accessibles et auquel a été adjoint un langage de pilotage d'automates à l'aspect plus impératif.

Le langage utilisé dans les classes élémentaires s'apparente à ce que François Boule¹ nomme un « *MINILOGO* » c'est-à-dire une restriction du langage LOGO.

« *En proposant une réduction on peut :*

- *éviter aux enfants d'être confrontés à des difficultés d'ordre syntaxique jugées trop difficiles,*
- *examiner l'incidence du système proposé sur les démarches des enfants. Il est alors nécessaire de disposer [...] d'un ensemble de situations (problèmes) à propos desquelles on examinera les propositions des enfants. »*

Il faut bien distinguer les aspects multiples de LOGO. « *LOGO est à la fois un système pédagogique basé sur les travaux de Piaget, un langage de communication informatisé et un univers matériel sur lequel l'utilisateur va "essayer" des modèles de pensée qui lui sont propres, par tâtonnement expérimental*² ». Nous distinguerons donc les différentes facettes de LOGO liées à son aspect fonctionnel, à la tortue de sol et à l'ordinateur ou désormais à la tablette numérique.

LOGO et les premiers robots de plancher

La tortue de sol est à l'origine même de la création de LOGO par Seymour Papert, Marvin Minsky et le MIT (Massachusetts Institute of Technology) autour de 1965. C'est un robot mobile³ d'aspect semi-hémisphérique qui est relié à un boîtier de commande soit par un fil, soit par une liaison infrarouge ou radiocommandée. On introduit dans ce boîtier des cartes-instructions rigides et pré-perforées en plastique, une par une, de manière séquentielle ; chaque introduction de carte, l'instruction correspondante est exécutée par le robot mobile.

Les instructions possibles sont :

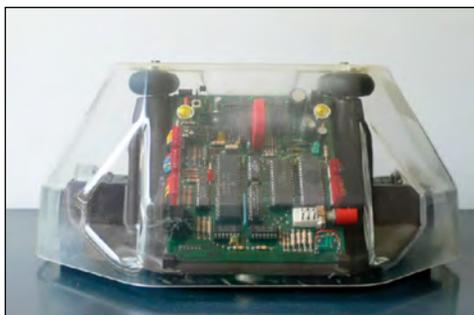
- Avance 10
- Avance 20, Avance...
- Recule 50
- Recule 10, Recule...
- Tourne à droite de 45°
- Tourne à droite de 90°, Tourne à droite de ...°
- Tourne à gauche de 60°
- Tourne à gauche de 30°, Tourne à gauche de ...°
- Lève le crayon, Baisse le crayon
- Émet un bruit...

Cette tortue de sol, dénommée Tortue LOGO ou Tortue Jeulin® ou Promobile, est restée pendant longtemps le seul robot de sol de ce type existant sur le marché (avec le Bigtrak®, considéré comme un jouet). Elle a constitué un objet pédagogique central au début des années 1980 à la suite du travail de la RCP LOGO à l'INRP.

1. F. Boule (1988). *L'informatique, l'enfant, l'école*. Armand Colin-Bourrelier, p. 99.

2. G. Bossuet. *Accord-LOGO*, 3, p. 3.

3. Commercialisé en France par la société Jeulin.



Tortue Jeulin. Années 1980



Blue-Bot 2016

Lorsque la tortue lit sa carte-instruction, elle l'exécute et se déplace. Les jeunes enfants peuvent donc observer, organiser ou prévoir un parcours. « *De plus, la tortue mobile instrumente de façon dynamique la projection du corps propre. Elle enracine l'induction dans l'analogie et la topologie, rendant toute son importance à cette forme primitive de raisonnement qui consiste à s'appuyer sur l'expérience sensible passée pour prévoir l'avenir.* » nous confirme Monique Linard⁴.

Jean-Pierre Dufoyer⁵, quant à lui, estime que « *l'intérêt pédagogique et psychologique de LOGO est complété par son aspect interactif. Piaget montre bien que le développement cognitif est moins le fait des apports et des pressions que le monde exerce sur l'enfant que le résultat de ses actions personnelles et de ses expérimentations actives sur les choses et les situations* ».

LOGO à l'écran

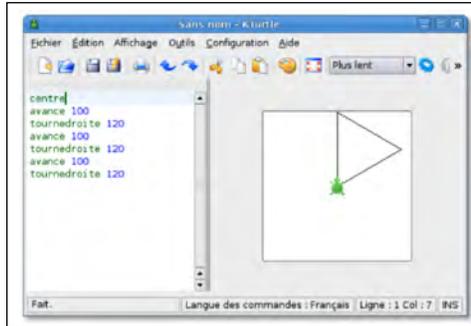
Les développements de la micro informatique ont conduit à la création d'un LOGO-écran sur ordinateur. Dans cette version, la tortue est représentée par un petit triangle

4. M. Linard (1990). *Des machines et des hommes*. Éditions Universitaires, p. 108.

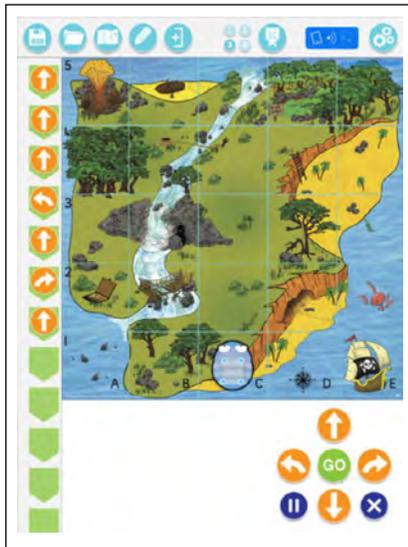
5. J.-P. Dufoyer (1988). *Informatique, éducation et psychologie de l'enfant*. Le Psychologue, PUF, p. 72.

orienté qui se déplace dans le plan vertical de l'écran suivant les instructions qui lui sont fournies par l'intermédiaire du clavier de l'ordinateur.

L'évolution technologique récente a permis que ces micro-mondes LOGO soient également développés sur des tablettes numériques. Le graphisme et les décors de déplacement se sont nettement améliorés ; la manipulation du langage également. La manipulation du langage l'est également puisque l'élève n'a plus à taper les instructions au clavier mais à déplacer des blocs et/ou à cliquer sur des icônes pour construire le programme souhaité.



LOGO-écran ordinateur années 1980



Application Blue-Bot tablette tactile 2016

Le développement de LOGO-écran sur ordinateur ou sur tablette doit cependant être considéré comme un complément et non un remplaçant de l'utilisation d'un véritable robot de sol.

Les apports pédagogiques intemporels de LOGO

Les commentaires émis par ceux qui ont longuement expérimenté LOGO dans les classes dans les années 1980 nous en démontrent toute l'actualité et la permanence :

« En ce qui concerne les élèves, nos objectifs étaient de :

- les amener à réfléchir au travers de leur corps et de la machine,
- leur donner envie de se servir des mots comme d'outils précis pour la construction d'un parcours, pour l'exécution d'une idée,
- les amener à des "moments consentis" de rigueur⁶. »

« Observation, comparaison, anticipation, construction d'hypothèses et vérification constituent bien les activités mentales de ces enfants. Dans toutes ces situations, l'enfant doit :

- définir son projet (ou chercher à saisir celui de l'autre).
- le vivre avec son corps : déplacement sur le quadrillage.
- verbaliser les déplacements : le robot humain obéit au langage usuel : "j'avance de 2, je recule de 3, je suis prêt".

- les coder : le robot-machine obéit au langage codé⁷. »

« Les objectifs poursuivis par l'éveil technologique peuvent être décrits ainsi :

- aider l'enfant à passer d'une vision globale à une vision analytique et mieux ordonnée des choses.
- l'amener à se poser des questions, formuler des hypothèses, le laisser découvrir les réponses et les lui faire vérifier.
- le guider dans l'élaboration de concepts.
- l'inciter à développer son esprit critique, sa curiosité, sa réflexion.
- aiguïser chez lui le besoin d'agir sur les choses en étant confronté aux résistances du réel et lui permettre de développer ses pouvoirs d'intervention et d'expression.
- lui donner la satisfaction de vaincre une difficulté ; pour cela développer son plaisir d'agir, d'expérimenter⁸. »

Introduire l'informatique à l'école maternelle en 1980 pouvait sembler une gageure. L'objectif était alors de former les jeunes générations à sa pratique consciente, raisonnée et quotidienne en l'an 2000, dans tout son symbolisme...

« L'école maternelle de l'an 2000, comme la société de ce temps futur, devra avoir pour axes essentiels : mouvement, espace, communication et les hommes de ce temps futur avoir pour caractéristiques psychologiques :

- vitesse d'adaptation, pensée projective, mémoire assistée. C'est donc dès maintenant qu'il faut procurer aux jeunes enfants des outils d'exploration de leurs capacités mentales dans les directions et pour les buts cités ci-dessus⁹. »

« L'enfant de cette fin de vingtième siècle est confronté à des objets technologiques en permanence et le rôle de l'école doit être d'aider l'enfant à maîtriser cet environnement technologique. Cette confrontation me semble nécessaire dès

6. G. Bossuet. *Accord-LOGO*, 3, p. 26.

7. F. Combes-Trithard (1984). *Enregistrer, lire, programmer à l'école maternelle*. Armand Colin-Bourrellet, p. 118.

8. F. Combes-Trithard, *op. cit.*, p. 55.

9. G. Calmy-Guyot, *pref.*, (1985). *Informaticiens en herbe*. Meudon : École La Fontaine.

l'école maternelle, où l'on développe toutes les formes de langage, et pourquoi pas le langage informatique¹⁰ ? »

« L'enseignement, la formation et plus généralement toutes les formes d'apprentissage sont aujourd'hui remis en question par la présence de nouveaux outils informatiques et l'école maternelle ne saurait rester en marge de ce courant¹¹. »

« L'environnement de nos écoliers est de plus en plus technique et de moins en moins naturel, comme le remarquait Wallon. C'est le monde de l'automatisme, de l'électronique. Dès le plus jeune âge, il paraît indispensable de donner à l'univers technique une place importante dans les classes¹². »

Au-delà du souci légitime de ne pas négliger la révolution informatique dans l'éducation des jeunes enfants, les instituteurs pionniers ont clairement saisi que LOGO constituait un véritable outil pédagogique ouvrant sur des perspectives didactiques allant bien au-delà de l'informatique elle-même.

Et pourtant...

Et pourtant, il aura fallu attendre 2014 pour que Benoît Hamon, ministre de l'Éducation nationale, déclare : *« Dans le cadre de sa stratégie pour faire entrer l'École dans l'ère du numérique, le ministère chargé de l'Éducation nationale a engagé des travaux de refonte des programmes afin de définir un programme "numérique". Au préalable, je souhaite encourager, dès la rentrée scolaire 2014, une offre d'initiation aux sciences de l'informatique dans le cadre des temps périscolaires.*

L'éducation par le numérique amènera l'école, le collège et le lycée à lutter de manière beaucoup plus efficace contre l'échec scolaire et contre les inégalités. L'objectif du Gouvernement est de réaliser un investissement sans précédent en faveur de l'équipement et en faveur des ressources du numérique éducatif. Enfin, l'éducation au numérique, ce sera l'initiation au codage informatique dès l'école primaire. »

Et il aura fallu attendre le *Bulletin officiel de l'Éducation nationale* de novembre 2015 pour lire : *« Notions d'algorithmes, les objets programmables : Les élèves apprennent à connaître l'organisation d'un environnement numérique. Ils décrivent un système technique par ses composants et leurs relations. Les élèves découvrent l'algorithme en utilisant des logiciels d'applications visuelles et ludiques. Ils exploitent les moyens informatiques en pratiquant le travail collaboratif. Les élèves maîtrisent le fonctionnement de logiciels usuels et s'approprient leur fonctionnement. »*

BLUE-BOT : UNE SOLUTION DOUBLE ET ABORDABLE

Il aura donc fallu également 35 ans pour qu'un matériel fiable, financièrement abordable pour l'école primaire et reprenant les caractéristiques de LOGO soit enfin disponible à l'achat en France.

Blue-Bot est une solution double, constituée d'un robot de plancher et d'une application tablette.

10. F. Henaff, A. Bastide (1985). *Informaticiens en herbe*. Meudon : École La Fontaine, p. 2.

11. J. et Ch. Pillot (1984). *L'ordinateur à l'école maternelle*. Armand Colin-Bourrelier, p. 6.

12. F. Combes-Trithard, *op. cit.*, p. 53.

Le robot Blue-Bot représente par rapport à son prédécesseur, le Bee-Bot, une avancée pédagogique majeure dans la mesure où il peut être piloté à distance, à partir d'une tablette ou d'un smartphone. L'application gratuite Blue-Bot (disponible sur iOS et sur Android) constitue une ressource numérique nouvelle et particulièrement pertinente dans la mesure où elle permet de contrôler le robot à distance et de résoudre des problèmes liés aux déplacements de celui-ci. L'environnement de l'application est donc très proche de celui du robot.

Le Blue-Bot possède une fonctionnalité de liaison Bluetooth avec une tablette tactile. C'est une possibilité inédite par rapport au Bee-Bot et par rapport à la majorité des autres robots de plancher à programmer. Cet apport est tout à fait essentiel dans la mesure où il permet d'interagir sur le robot Blue-Bot par l'intermédiaire d'une tablette tactile et de l'application Blue-Bot.

En effet, le fabricant a créé une application tablette dédiée, fonctionnant à la fois sous iOS et sous Android.

Cette application permet notamment à l'élève de résoudre des problèmes de déplacements liés au Blue-Bot. La résolution de problème est la finalité principale de ce type de robotique pédagogique.

Nous rappellerons les fonctionnalités du robot Blue-Bot (proches de celles du Bee-Bot qui ne possède pas la liaison Bluetooth) et nous détaillerons les fonctionnalités de l'application-tablette associée ainsi que les interactions entre le robot Blue-Bot et l'application du même nom.

Le robot Blue-Bot

Le robot Blue-Bot s'inscrit dans la ligne des robots de plancher prêts à l'emploi s'appuyant sur une programmation de type « *flèches-instructions* » dérivée du langage LOGO de Seymour Papert.

La carapace transparente de Blue-Bot permet de visualiser ses composants électroniques.

Chaque pas mesure 15 cm, chaque pivotement correspond à un quart de tour.

Le robot possède en outre :

- Une touche « *clear* » pour effacer le programme en mémoire,
- Une touche « *pause* » pour introduire une attente d'une seconde,
- Une touche « *go* » pour lancer le programme.

Le clavier du robot ne comporte pas de nombre et la répétition d'une action est obtenue par la répétition de la touche. Pour faire avancer le Bee-Bot de 4 pas, on appuie 4 fois sur la touche « *avance d'un pas* ». Cependant l'application autorise la répétition et l'on pourra programmer, à partir de l'application : Répète 4 fois [avance d'un pas].

Le robot Blue-Bot peut accepter une programmation de 40 instructions. On peut donc effectuer, avec le Blue-Bot, tous les exercices et toutes les activités habituelles liés aux robots de plancher.

Il est rechargeable par l'intermédiaire d'une prise USB.

Disposer d'un petit robot programmable aux fonctionnalités extrêmement simples permet de commencer un travail autour de la robotique pédagogique avec les élèves les plus jeunes.

L'application tablette Blue-Bot

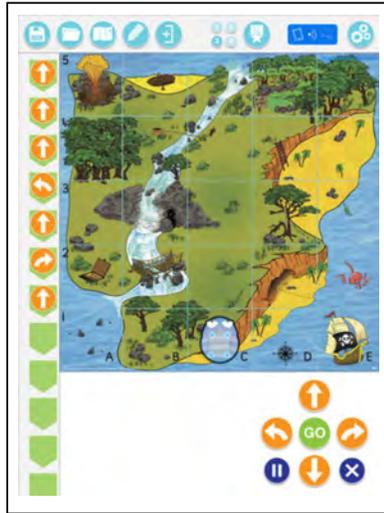


Figure 1 : copie d'écran de la tablette Blue Bot

L'application est en anglais, à ce jour (mars 2016). Elle est gratuite et fonctionne sous iOS et sous Android.

De nombreux fonds d'écrans permettent de varier les environnements dans lesquels le Blue-Bot se déplace. On peut créer également ses propres environnements.

On peut choisir la position et l'orientation initiale du robot.

On peut utiliser l'application de manière autonome (mais alors limitée) ou avec le robot Blue-Bot.

Dans le mode « *Explore* », quatre types d'activités sont proposés :

- Le mode « pas à pas »

À chaque instruction (« *Avance d'un pas* », « *Reculer d'un pas* », « *Pivote à droite* », « *Pivote à gauche* ») donnée, le robot se déplace et le programme se construit alors verticalement sur la gauche de l'écran.

- Le mode « *programmation basique* »

Il s'agit du mode de programmation classique où l'on prévoit, à l'avance, l'ensemble des instructions qu'on veut faire exécuter au robot. Une fois le programme terminé, on appuie sur la touche « *GO* » pour le lancer.

- Le mode « *répétition* »

Dans ce mode, la structure de contrôle « *répétition indiquée* » peut être utilisée et l'on pourra programmer, par exemple : Répète 4 fois [avance d'un pas].

- Le mode « *pivotement de 45 degrés* »

Apparaissent deux nouvelles flèches, qui permettent de pivoter de 45° à droite ou à gauche.

Dans le mode « *Challenge* », quatre types d'activités sont proposés :

- Aller de A à B

Dans ce mode, l'application donne la position et l'orientation du robot au départ.

Elle donne aussi la position du robot à l'arrivée et demande à l'élève de chercher la suite des instructions permettant de passer de l'état initial à l'état final.

- Obstacles

Comme dans l'activité précédente, mais en introduisant des cases « interdites » qui contraignent le robot à effectuer des détours.

- Moins de flèches

Faire exécuter des parcours au robot avec un nombre réduit de flèches-instructions ; en utilisant uniquement les touches « Recule » et « Pivote à droite », par exemple.

- Cherche l'arrivée

Dans ce mode, l'application donne la position et l'orientation du robot au départ et aussi la suite des instructions permettant de passer de l'état initial à l'état final.

Elle demande à l'élève de prévoir la position finale du robot à l'arrivée.

Il existe également la possibilité d'associer un son à chaque instruction et donc d'enregistrer, par exemple, les phrases (« Avance d'un pas », « Recule d'un pas », « Pivote à droite », « Pivote à gauche ») correspondant à chaque bouton. Elle fonctionne bien si le robot est apparié à la tablette et est particulièrement intéressante pour des élèves déficients visuels qui peuvent ainsi entendre le déplacement du robot.

Toutefois, elle ne fonctionne pas correctement en mode programmation, lorsqu'on utilise la tablette seule, sans la coupler au robot, car le robot virtuel se déplace trop vite et n'a pas le temps d'énoncer chacune de ses actions. C'est regrettable.

On peut sauvegarder, et donc recharger, jusqu'à 9 activités.

Avertissement : certains modes de la tablette ne sont pas disponibles, si l'on n'est pas connecté au robot Blue-Bot par Bluetooth.

Les apports de l'alliance entre robot et application tactile

Communiquer avec le Blue-Bot par l'intermédiaire d'une tablette tactile constitue un saut didactique de première importance.

L'Observatoire des ressources numériques adaptées (Orna) de l'INS HEA était, depuis longtemps, à la recherche d'une telle solution pour des élèves en situation de handicap.

Dès les années 2013-2014, il proposait notamment à des étudiants de l'IUT de Ville-d'Avray (92) d'étudier le problème suivant :

« Notre sujet de projet tutoré est un sujet proposé par l'INS HEA (Institut national supérieur de formation et de recherche pour l'éducation des jeunes handicapés et les enseignements adaptés). Ce sujet a pour but de refaire une carte de commande d'un robot (Roamer) pour y ajouter des fonctionnalités telles que le Bluetooth. Il faudra donc dans un premier temps comprendre l'ancienne carte et le fonctionnement des différents capteurs et actionneurs, afin de pouvoir refaire une carte à base de microcontrôleur Atmel. Afin de simplifier la programmation, nous ajouterons un module Bluetooth pour pouvoir programmer le robot à distance à partir d'un PC ou d'un appareil Android¹³. »

Ce projet n'a connu qu'une réalisation expérimentale.

La solution apportée par le Blue-Bot constitue une réponse à notre triple préoccupation :

13. Coutret-Leblond. *Rapport de projet tutoré*. IUT GEII de Ville-d'Avray.

- Pouvoir piloter le robot à distance.
- Pouvoir mémoriser les instructions du parcours du robot.
- Faire verbaliser ses déplacements au robot.

Pour ce qui est de l'usage classique d'un robot de plancher à l'école, il est reconnu que cette pratique apporte de nombreux bénéfices dans les domaines suivants :

- Construction de l'espace.
- Construction du temps.
- Formulation d'hypothèses.
- Formalisation de la pensée.
- Anticipation.
- Résolution de problèmes.
- Conception des algorithmes.
- Codage.
- Programmation.
- Construction du raisonnement scientifique.

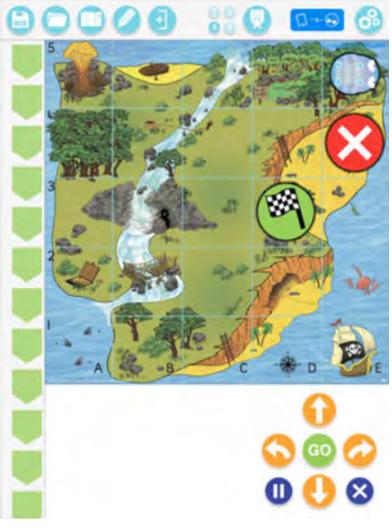
Pour ce qui est de l'usage de l'application tablette :

- L'application va permettre le passage du réel au virtuel, et inversement. L'élève aura été entraîné à la manipulation du robot Blue-Bot (réel). Il devra créer son programme dans l'environnement tablette (virtuel) pour que le robot (réel) puisse effectuer ses déplacements, à partir des instructions programmées sur la tablette.
 - L'application permet également de mémoriser les différentes instructions du programme et donc de pouvoir comprendre leur action et de pouvoir les modifier. On peut regretter que la séquence d'instructions soit présentée à l'écran de manière verticale et non horizontale, dans le sens de la lecture, comme sur le clavier de commande.
 - L'application permet de lancer le déplacement du robot à distance, ce qui constitue une fonctionnalité primordiale pour des élèves avec trouble moteur ne pouvant pas se déplacer.
 - L'application permet d'avoir une représentation, vue de dessus, du déplacement du robot virtuel, ce qui aide à la décentration et à l'anticipation.
 - L'application permet de manipuler la structure de contrôle correspondant à la répétition indiquée (Répète n fois [instructions]). Cela permet d'aborder une algorithmique et une programmation plus complexe, avec des élèves de cycle 3 ou de collège.
- Les concepteurs de l'application tablette ont centré les différents modules sur la résolution de problèmes qui constitue l'essence même des activités de robotique pédagogique.

Les problèmes liés aux déplacements des robots de plancher sont liés à trois variables didactiques essentielles :

- La position et/ou l'orientation du robot au départ.
- La position et/ou l'orientation du robot à l'arrivée.
- La suite des instructions permettant de passer de l'état initial à l'état final.

On agit généralement sur ces trois variables en en donnant deux et en confiant à l'élève la tâche de trouver la dernière.

Exemple 1	Exemple 2
	
<p>Dans l'exemple ci-dessus, on connaît :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La position et l'orientation du robot au départ. - La position du robot à l'arrivée (drapeau à damier). <p>On attend de l'élève qu'il trouve la suite des instructions permettant de passer de l'état initial à l'état final.</p>	<p>Dans l'exemple ci-dessus, on connaît :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La position et l'orientation du robot au départ. - La suite des instructions permettant de passer de l'état initial à l'état final. <p>On attend de l'élève qu'il trouve la position du robot à l'arrivée (drapeau à damier).</p>
<p>Une contrainte supplémentaire a été ajoutée dans cette situation : celle de la « <i>case interdite</i> » (croix blanche dans rond rouge) qui va contraindre le robot à faire un détour pour atteindre son but.</p>	<p>Il est toujours troublant, lorsque le Blue-Bot est orienté vers le bas (comme c'est le cas ici) d'appuyer sur la touche « <i>Reculer</i> » dirigée vers le bas et de voir le robot « <i>remonter</i> » vers le haut de l'écran. Cela constitue un excellent exercice de décentration.</p>

Une autre contrainte envisageable est de pouvoir, sur la tablette, rendre inactifs certains boutons de déplacements. Ceci constitue une variable pédagogique très intéressante et permet d'aborder de nouveaux problèmes de déplacements. Comment faire pour que le robot atteigne telle case (le rond vert, par exemple) alors qu'on dispose seulement des deux flèches « *Avance* » et « *Tourne à Gauche* » ?

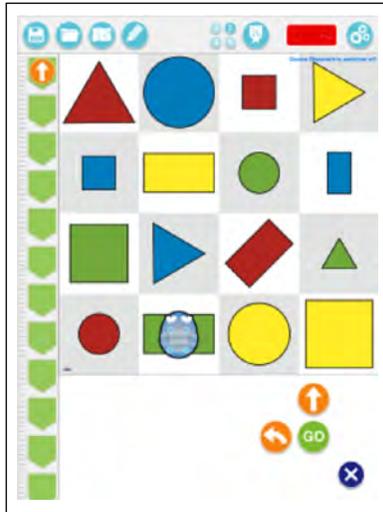


Figure 2: Copie d'écran d'un problème de parcours Blue-Bot avec restriction de flèche

Le clavier de commande et les cartes-instructions: un outil supplémentaire pertinent

Un autre matériel novateur a pu être introduit grâce à la liaison Bluetooth: le clavier de commande et les cartes-instructions:



Figure 3: Clavier de commande

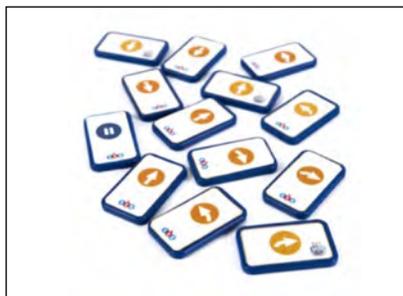


Figure 4: Cartes-instructions

L'élève dispose, de la gauche vers la droite, sur la réglette, des cartes-instructions correspondant au programme qu'il souhaite faire exécuter au robot Blue-Bot. Ce sont des cartes de type « *Avance d'un pas* », « *Recule d'un pas* », « *Pivote à droite* », « *Pivote à gauche* ». On insère les cartes (10 au maximum) dans le clavier de commande puis en appuyant sur le bouton situé à droite du clavier (GO), on envoie les instructions correspondantes au robot, qui alors les exécute.

Pour ce qui est de l'usage du clavier de commande et des cartes-instructions : Depuis l'invention des robots LOGO (Tortue Jeulin), l'utilisation de cartes-instructions a été constante et pertinente. Voir également la thèse de doctorat de didactique de l'informatique : « *Le jeu de l'enfant-robot : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants*¹⁴. »

- La manipulation d'objets réels (cartes-instructions) précédant le passage au virtuel (application tablette ou programme écran) a toujours été préconisée pour une meilleure appropriation des notions.
- Le clavier de commande permet également de mémoriser (sans l'intermédiaire de la tablette) les différentes instructions du programme et donc de pouvoir, à la fois, comprendre leur action et les modifier.
- Le clavier de commande permet également de manipuler la structure de contrôle correspondant à la répétition indiquée (Répète n fois [instructions]).
- La touche « *GO* » du clavier permet de lancer le déplacement du robot à distance, ce qui constitue une fonctionnalité primordiale pour des élèves avec trouble moteur ne pouvant pas se déplacer.

LA SOLUTION BLUE-BOT : LES USAGES POUR LE HANDICAP ?

La solution Blue-Bot (robot et application tablette tactile) est destinée aux très jeunes enfants mais peut se révéler particulièrement pertinente pour des élèves à besoins éducatifs particuliers.

Les élèves avec trouble moteur

La fonctionnalité du Blue-Bot qui permet, grâce à la liaison Bluetooth, de programmer le robot à distance et de lancer son déplacement à distance constitue un avantage majeur pour des élèves en fauteuil qui jusqu'à présent n'avaient pas la possibilité de programmer le robot et d'amorcer son déplacement sans l'aide d'un tiers. Il fallait en effet programmer directement à partir du clavier situé sur le robot avant d'aller le déposer sur le quadrillage, tâche impossible pour un élève présentant un trouble moteur.

La programmation tactile sur tablette constitue encore un obstacle pour certains élèves dont le geste de la main est imprécis ou difficile. La société Easytice¹⁵, distributeur en France de cette solution, propose depuis peu une réplique de l'application tablette sur ordinateur PC sous windows 10. L'élève peut désormais utiliser d'autres dispositifs simples d'entrée comme un *track ball* ou une manette de jeu de type manche rotatif pour aller cliquer sur les icônes représentant les instructions du programme, avant

14. É. Greff (1996). Université Paris VII.

15. <http://www.easytis.com/fr/>

que la liaison Bluetooth de son ordinateur portable ne transmette les instructions au robot de sol Blue-Bot qui les exécute ensuite.

Tout un champ inédit d'apprentissage est ainsi ouvert, permettant à l'élève atteint d'un trouble moteur et ayant l'usage d'une main, de piloter et de contrôler le robot Blue-Bot à distance.

L'élève à mobilité réduite est potentiellement en capacité d'anticiper les déplacements du robot et de les vérifier dans la réalité (et non plus seulement de manière virtuelle). Il dispose ainsi d'un moyen simple de faire évoluer, de manière autonome, dans la classe, l'objet mobile et peut aborder, avec ce dernier, tous les apports induits par les phénomènes de décentration.

Les élèves à faible pouvoir de concentration

Un robot de plancher comme Blue-Bot est un outil cybernétique. L'action programmée a une conséquence visible et immédiate : elle se traduit aussitôt par un mouvement. La combinaison du robot et de l'application tablette offre pour les élèves à faible pouvoir de concentration une opportunité inédite d'apprentissage, d'autant plus que les activités de l'application tablette sont centrées, comme nous l'avons toujours préconisé, sur la résolution de problèmes.

L'élève est mis face à un problème, par exemple atteindre telle case en évitant tel obstacle. Il réfléchit à la solution et programme le robot Blue-Bot en conséquence, à partir de la tablette tactile. En exécutant son programme dans la réalité, le robot Blue-Bot lui apporte immédiatement la validation (ou l'invalidation) de sa solution. L'innovation majeure, par rapport à l'utilisation d'un robot de plancher classique, c'est que la tablette a mémorisé les différentes instructions. L'élève pourra donc, avec ou sans l'aide de l'enseignant, relire et reprendre sa succession d'instructions, la corriger facilement et relancer le robot pour une nouvelle validation. L'élève est alors réellement acteur de son apprentissage. Il peut émettre des hypothèses sur ses erreurs, tenter de les corriger, vérifier qu'il a réussi en relançant le déplacement du robot.

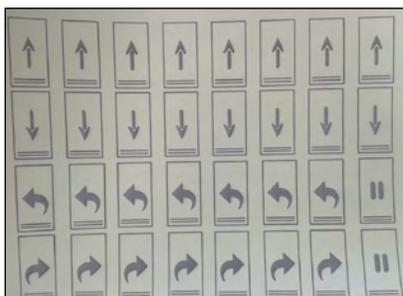
Le clavier de commande et les cartes-instructions permettent également ce type d'exercice. L'élève manipule alors des cartes réelles qu'il va disposer sur le clavier dans le bon ordre avant de lancer le programme grâce au bouton Bluetooth du clavier. Ainsi, pour un élève qui a des difficultés à travailler à partir d'une représentation virtuelle du robot à l'écran, il est possible de le faire progresser uniquement avec des objets concrets (clavier de commande, cartes-instructions, robot Blue-Bot).

Les élèves avec déficience visuelle

Le clavier de commande et les cartes-instructions qu'on y glisse permettent de programmer le robot Blue-Bot. Il semble tout à fait envisageable de créer des étiquettes en braille ou en relief que l'on pourra facilement coller sur les cartes instructions afin qu'un élève non-voyant puisse les utiliser.

Le clavier de commande et les cartes-instruction peuvent donc se révéler très intéressants pour des élèves avec déficience visuelle pourvu qu'on puisse adapter les cartes-instructions à ce trouble.

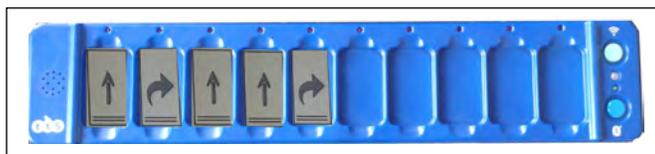
Le Service des documents adaptés pour déficients visuels (SDADV) de l'INS HEA a conçu, à notre demande, une planche de cartes-instructions imprimables sur du papier thermo-gonflé permettant une approche sensible (au toucher) des flèches.



Ainsi, les cartes-instructions en relief peuvent être découpées et collées sur les cartes en plastique du constructeur. L'élève avec déficience visuelle bénéficie alors de cartes-instructions-relief qu'il peut lire et utiliser sur le clavier de commande.

Lien vers la page permettant d'imprimer les flèches en relief :

<http://www.inshea.fr/fr/content/les-fl%C3%A8ches-du-robot-blue-bot>



En posant délicatement sa main sur le robot Blue-Bot, et en appuyant, avec son autre main, sur la touche GO du clavier de commande, l'élève peut appréhender le mouvement du robot. De cette façon, l'élève déficient visuel peut acquérir les notions « avance », « recule », « pivote à droite », « pivote à gauche ». Il sera cependant limité, dans un premier temps, à des déplacements courts afin de pouvoir conserver sa main sur le mobile.

Rappelons ici qu'il existe également la possibilité d'associer un son à chaque instruction et donc d'enregistrer, par exemple, les phrases (« Avance d'un pas », « Recule d'un pas », « Pivote à droite », « Pivote à gauche ») correspondant à chaque bouton. Cette fonctionnalité est primordiale pour adapter le Blue-Bot à des élèves non-voyants qui pourront ainsi entendre les instructions programmées.

Ainsi, grâce au Blue-Bot et à la décentration que présuppose ce type d'activités, l'élève non-voyant pourra acquérir des compétences sur les repères spatiaux, la latéralisation, la latéralité et le langage associé aux activités de déplacement, toutes compétences précieuses dans son quotidien.

CONCLUSION

Alors que l'on n'osait plus l'espérer (mars 2016), la société anglaise TTS vient de mettre à la disposition de l'école, par l'intermédiaire de son distributeur Easytice, une solution de robotique pédagogique appropriée pour des élèves ordinaires ou en situation de handicap. La complémentarité d'un véritable robot de plancher, d'un clavier de commande et d'un programme informatique qui communiquent entre eux constitue une réelle nouveauté, essentielle à une utilisation judicieuse de la robotique pédagogique en classe et ouvre des voies inexplorées pour des élèves en situation de handicap.

COMPLÉMENTS À LA SOLUTION BLUE-BOT

Terrapin LOGO

La société américaine Terrapin¹⁶ a mis au point et commercialise Terrapin Logo 4. Il s'agit aussi d'une version graphique 2D de Logo, basée également sur le Blue-Bot. Une fenêtre permet de mémoriser les instructions programmées tandis qu'une autre permet de visualiser « *vu de dessus* » le parcours effectué par Blue-Bot. Disponible sur PC et Mac, Logo4 Terrapin peut communiquer directement avec le robot Blue-Bot si l'ordinateur possède une liaison Bluetooth.

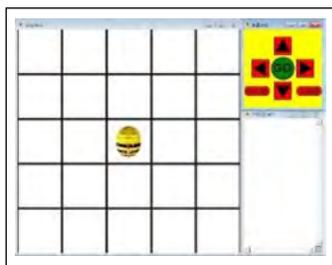


Figure 5: image de Terrapin Logo

Configuration recommandée

Robot Blue-Bot

Blue-Bot est compatible avec n'importe quel appareil iOS avec la version 3.0 / 4.0 + EDR Bluetooth (à partir de l'iPad3 et de l'iPhone 4S)

16. <http://www.terrapinlogo.com/bee-bot-software.php>

Application Blue-Bot

iOS: Nécessite iOS 7.1 ou une version ultérieure. Compatible avec l'iPad

Android: Nécessite Android 2.2 ou version ultérieure

Localisation des ressources**Robot Blue-Bot**

<http://www.easytis.com/fr/tts/299-robot-bluebot-de-tts-ref-e100485.html>

Application Blue-Bot

Android: <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.BlueBot&hl=fr>

iOS: <https://itunes.apple.com/fr/app/blue-bot/id957753068?mt=8>

Programme pour PC / Mac

http://doc.terrapinlogo.com/doku.php/logo:programming_bluebot

<https://www.terrapinlogo.com/logo4.html>



La renaissance ? Partie 2

Après une dizaine d'années de mise en sommeil durant laquelle on aurait pu raisonnablement croire que la robotique pédagogique avait vécu, sont apparus sur le marché, dans les années 2012-2013, six nouveaux robots dont deux sont résolument novateurs.



Thymio II



Nao

Nous allons tout d'abord vous présenter ces nouveaux robots en mettant en évidence l'intérêt qu'ils apportent à des élèves en situation de handicap.

Sommaire

Thymio II	2
Les « comportements » de Thymio II	2
La programmation de Thymio II.....	3
Wireless Thymio	6
Thymio II et les élèves en situation de handicap	9
Renseignements pratiques.....	10
NAO	13
NAO et les élèves en situation de handicap	14
Aspects pratiques	18



Thymio II



Thymio II est une évolution du robot Thymio, développé en collaboration entre l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne et l'École Cantonale d'Art de Lausanne.

L'objectif du projet Thymio II est de permettre au grand public d'accéder à la robotique par un robot programmable et riche en possibilités. Cet objectif peut s'appliquer de façon plus spécifique aux écoles, avec l'utilisation de la robotique comme outil pédagogique.

Avant d'utiliser le robot, il convient de charger ses

batteries. Une simple prise USB sur votre ordinateur ou un chargeur USB dédié conviendront. Une lumière rouge apparaît alors près du connecteur micro-USB et l'indicateur du niveau de batterie augmente. Une LED bleu s'allume à proximité du connecteur micro-USB lorsque la charge est complète.



Il suffit ensuite d'appuyer sur le rond central pour allumer le Thymio II, qui émet alors un son et s'éclaire de vert.

Pour éteindre le robot, il faudra de nouveau appuyer longuement sur le rond central.

Les « comportements » de Thymio II

Les fabricants ont prévu pour le Thymio II des « **comportements de base** »

Les « comportements de base » intégrés au robot sont accessibles en sélectionnant une couleur à l'aide des « boutons flèches » puis en appuyant sur le bouton central pour lancer le robot.

Les six « comportements de base » sont :

- **L'amical (vert)**
Dans ce comportement, Thymio II suit un objet en face de lui. Ce peut être une main, un autre robot ou objet mécanique.
<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiobehaviourfriendly>
- **L'explorateur (jaune)**
Dans ce comportement, Thymio II explore le monde tout en évitant les obstacles verticaux ou les trous.
<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiobehaviourexplorer>
- **Le peureux (rouge)**
Dans ce comportement, Thymio II recule si on s'approche. Il détecte également les chocs. Si on le tape, il réagit en émettant un bip sonore. Si on le soulève, il indique par une lumière la direction du sol. Il détecte également la chute libre.
<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiobehaviourfearful>
- **L'enquêteur (turquoise)**

Dans ce comportement, Thymio II roule sur une piste.

La piste doit être au minimum de 4cm de large être noire sur un fond blanc.

Lorsque le mode « enquêteur » est activé:

* En plaçant le robot sur le noir de la piste, puis en appuyant simultanément sur les flèches-boutons « avant » et « arrière » du robot, on calibre la reconnaissance du noir.

* En plaçant le robot hors de la piste, sur le fond blanc, puis en appuyant simultanément sur les flèches-boutons « gauche » et « droite » du robot, on calibre la reconnaissance du blanc.

<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiobehaviourinvestigator>

- **L'obéissant (mauve)**

Dans ce comportement, Thymio II suit les ordres donnés, à la volée par les boutons ou une télécommande. Il ne s'agit pas ici de programmation mais d'un processus du type : « une action-une exécution » plus proche de l'usage d'un jouet radio-télécommandé que d'un robot programmable.

Plusieurs télécommandes « universelles » permettent d'agir à distance sur ce Thymio II obéissant.

La liste et la configuration des télécommandes sont décrites ici :

<https://aseba.wikidot.com/fr:thymioirremote>

- **L'attentif (bleu)**

Dans ce comportement, Thymio II réagit au son perçu. On peut commander le robot avec des clappements de main.

1 clap = tourne ou avance tout droit

2 claps = marche / arrêt

3 claps = fait un cercle

<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiobehaviourattentive>

La programmation de Thymio II

Outre ces « **comportements de base** » déjà très intéressants Thymio II peut être programmé afin de créer des comportements personnalisés.

L'outil de programmation de Thymio II est basé sur « **Aseba** » et nécessite un PC.

Aseba est un ensemble d'outils « open-source » permettant de programmer des robots facilement et efficacement. En effet, Aseba utilise un langage ergonomique et simple d'accès, à partir d'un environnement de développement intégré.

Il y a deux manières de **programmer Thymio à partir d'Aseba** :

1. **Avec l'environnement graphique**

La programmation graphique est la plus facile.

Elle permet de mettre en relation des événements externes détectés par les capteurs du robot et des actions du robot.

Lorsque la programmation visuelle est terminée, un code Aseba est automatiquement généré.

2. **En écrivant directement le code**

Cette programmation est plus difficile mais permet de faire des choses plus complexes...

On peut également s'appuyer sur un code Aseba généré automatiquement à partir de la programmation visuelle et le modifier

Nous retiendrons principalement le « **mode de programmation graphique** » Il faut avoir installé la version 1.2 (ou ultérieure) d'Aseba Studio, avoir connecté un robot Thymio II à l'ordinateur. Ce qui suit est reproduit à partir du site d'Aseba¹



1. La barre d'outils contient les boutons pour ouvrir et sauvegarder des fichiers, lancer ou arrêter l'exécution du programme et changer de mode d'édition.
2. Cette ligne indique si les instructions sont correctes et complètes.
3. Cette zone est dédiée à l'écriture du code. Le code donne les instructions au robot pour déterminer son comportement.
4. Les cartes d'événements déterminent *quand* le robot doit réagir. Ces cartes peuvent être ajoutées dans le code en les faisant glisser dans la zone au centre.
5. Les cartes d'action déterminent *comment* le robot doit réagir. Ces cartes peuvent être ajoutées dans le code en les faisant glisser dans la zone au centre.

Boutons de la barre d'outils

Les boutons de la barre d'outils sont décrits ici de gauche à droite.

- *nouveau* : Ce bouton ouvre une nouvelle page vierge dans l'éditeur.
- *ouvrir* : Ce bouton ouvre un fichier existant.
- *enregistrer* : Ce bouton enregistre le code dans le fichier courant.
- *enregistrer sous* : Ce bouton enregistre le code dans un fichier choisi par l'utilisateur.
- *charger et exécuter* : Ce bouton charge et exécute le code.

¹ <https://aseba.wikidot.com/fr:thymiovp>

- *arrêter* : Ce bouton arrête le robot. Une fois qu'on arrête le robot, il faut recharger le code sur le robot avant de pouvoir le relancer.
- *schéma des couleurs* : Ce bouton change les couleurs des cartes d'événements et d'actions.
- *mode avancé* : Ce bouton permet de passer dans le mode d'édition avancé.
- *quitter* : Ce bouton permet de fermer le plug-in VPL.

Cartes d'événements

	Nom de la carte	Fonction
	événement <i>boutons</i>	Le robot détecte une pression sur un bouton. Le Vert indique qu'un bouton est pressé, le Blanc qu'il est relâché.
	événement <i>proximité</i>	Le robot détecte les objets devant ou derrière lui. Le Vert indique qu'il n'y a rien devant le capteur, le Rouge indique que quelque chose est détecté, le blanc qu'on ne prête pas attention à ce capteur.
	événement <i>sol</i>	Le robot détecte ce qu'il y a en dessous. Le Vert indique qu'il n'y a rien devant le capteur, le Rouge indique que quelque chose est détecté, le Blanc qu'on ne prête pas attention à ce capteur.
	événement <i>tap</i>	Le robot détecte un choc (p.ex. si on lui tape dessus).
	événement <i>clap</i>	Le robot détecte un clappement de mains.

Cartes d'actions

	Nom de la carte	Fonction
	action <i>mouvement</i>	Cette carte permet de faire bouger le robot.
	action <i>couleur</i>	Cette carte permet de changer la couleur du robot.
	action <i>cercle</i>	Cette carte permet d'allumer les LEDs du cercle autour des boutons.
	action <i>son</i>	Cette carte permet d'émettre un son.

Programmer

On peut **programmer en mode graphique** en cliquant simplement sur les cartes d'actions et d'événements et en les glissant dans la zone centrale. Chaque ligne du programme est formée d'une combinaison d'une carte d'événement (à gauche) et d'une carte d'action (à droite). Une ligne détermine quand (événement) le robot doit adopter quel comportement (action). Par exemple, une ligne composée de l'événement *tap* et de l'action *mouvement* dit au robot de bouger lorsqu'on lui tape dessus. Plusieurs lignes avec des instructions différentes peuvent être créées. Les lignes peuvent être glissées et réarrangées. Le bouton + insère une nouvelle ligne et le bouton - enlève la ligne choisie. Une fois que le programme est prêt, il faut appuyer sur le bouton *charger et exécuter* dans la barre d'outils pour le lancer.

En résumé, les étapes de la programmation graphique sont les suivantes:

1. Tirer une carte d'événement dans l'éditeur
2. Tirer une carte d'action dans l'éditeur
3. Répéter les étapes ci-dessus jusqu'à ce que le comportement désiré soit atteint.
4. Appuyer sur *charger et exécuter* et vérifier que le robot se comporte comme prévu.

Exemples

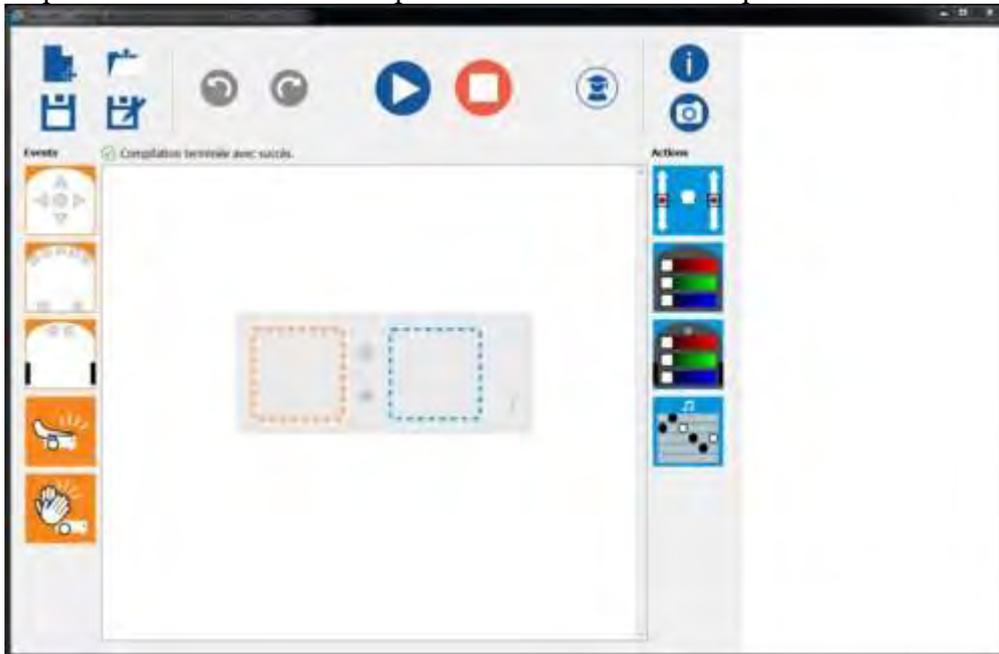
- [L'exemple tap et clap](#) change la couleur du robot en fonction de la détection de sons et de chocs. Le robot devient rose si on le tape et éteint sa LED si on tape des mains. Pour s'exercer, on peut adapter ce code comme suit:
 - Changer la couleur du robot en vert; la changer en jaune.
 - Faire en sorte que le robot devienne bleu quand on clappe des mains et qu'il s'éteigne quand on le tape.
 - Allumer le cercle de LEDs quand le robot détecte un clappement de mains et éteindre le cercle quand on le tape.
- [L'exemple du sol](#) fait bouger le robot d'après les capteurs au sol. Le robot avance s'il est posé sur le sol et s'arrête en bord de table. Pour s'exercer, on peut adapter ce code comme suit:
 - Jouer le son "pas content" quand le robot est en bord de table.
 - Allumer le robot en vert quand il est sur le sol et en rouge quand il est en bord de table.
 - Faire tourner le robot à gauche quand le capteur au sol de gauche détecte la table et celui de droite le vide. Le faire tourner à droite quand le capteur au sol de droite détecte la table et celui de gauche le vide.
- [L'exemple des capteurs de proximité](#) fait bouger le robot en fonction des capteurs de proximité horizontaux. Le robot avance s'il détecte quelque chose derrière, s'arrête si un obstacle est devant, tourne à gauche si un obstacle se trouve à droite et tourne à droite si un obstacle se trouve à gauche. Pour s'exercer on peut adapter ce code comme suit:
 - Changer la couleur du robot pour chacun des mouvements - avant, arrière, gauche, droite et stop.
 - Faire reculer le robot quand un obstacle est détecté devant. Le faire s'arrêter quand on le tape.
- [L'exemple des boutons](#) fait bouger le robot et change sa couleur en fonction des boutons (comme montré dans la vidéo). Le robot avance et devient rouge si on appuie sur le bouton avant, recule et devient bleu si on appuie sur le bouton arrière et s'arrête si on appuie sur le bouton central. Pour s'exercer, on peut adapter ce code comme suit:
 - Arrêter le robot quand il détecte un obstacle devant lui.
 - Faire tourner le robot à gauche quand il voit un obstacle à droite ; le faire tourner à droite quand il voit un obstacle à gauche.
 - Arrêter le robot en bord de table.

Wireless Thymio

A partir des septembre 2016, une nouvelle version « sans fil » de Thymio II est disponible.

De même que le robot de plancher Bee Bot a évolué en 2016 vers une version sans fil utilisant le bluetooth et qui s'appelle Blue Bot, le robot Thymio II évolue vers une nouvelle version sans fil, le Wireless Thymio, qui présente de nombreux avantages pédagogiques :

- Il est désormais possible de programmer le robot à distance et d'y envoyer son codage. Le Wireless Thymio reste alors sur sa surface de travail, s'affranchit de son câble USB et permet donc à l'élève de tester plus facilement et plus rapidement ses programmes.
- Le robot Wireless Thymio peut être également stoppé à distance.
- L'apport du wifi intégré permet à plusieurs robots de type Wireless Thymio de communiquer entre eux jusqu'à 50m de distance.
- La nouvelle version de l'interface VPL (Aseba 1.5, sortie le 15/02/ 2016), permet, via la liaison sans fil, d'avoir un feedback en temps réel sur les différentes parties du code en train d'être exécutées par le robot et des données provenant des différents capteurs et moteurs.



Nouvelle ergonomie de l'interface VPL

Pour en savoir plus sur la programmation VPL :

<https://www.thymio.org/fr:thymiovpl>

Le manuel de référence de la programmation VPL :

<https://aseba.wdfiles.com/local--files/fr:visualprogramming/thymio-vpl-tutorial-fr.pdf>

L'application permet de lancer le déplacement du robot « **à distance** », ce qui est une fonctionnalité primordiale pour des élèves porteurs de handicap moteur ne pouvant pas se déplacer

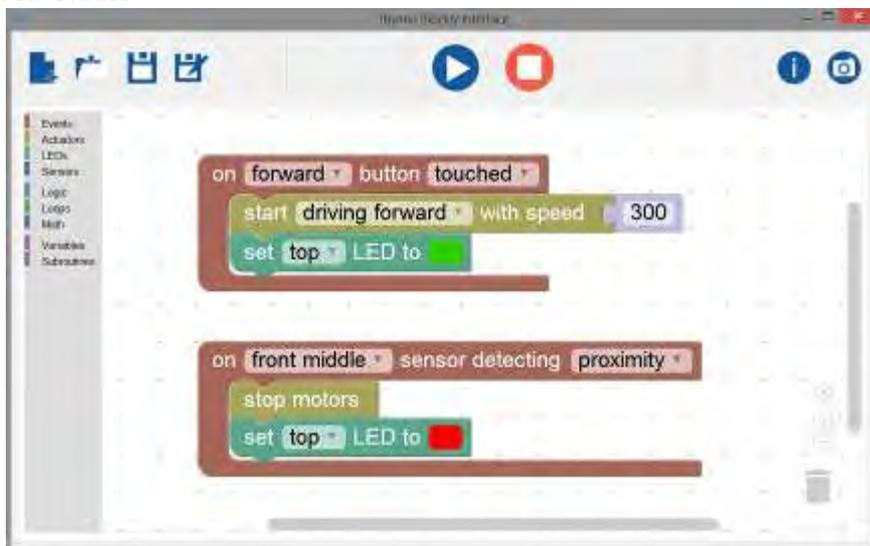
Le tableau ci-dessous indique la comparaison des possibilités entre le Thymio sans fil et le Thymio USB

C'est quoi Thymio ?	thymio wireless	thymio
Comportements de base Thymio suit ta main, évite des obstacles, suit une ligne et bien plus, prêt dès la sortie de la boîte!	✓	✓
Programmation VPL, Blockly, Scratch et texte Programme avec des images, du texte ou un mélange des deux	✓	✓
Feedback visuel avec VPL Tu peux voir quelle partie du programme s'exécute en temps réel	✓	⚠
Feedback des variables en temps réel Vérifie la valeur des capteurs, change la vitesse des moteurs et bien plus	✓	⚠
Graphiques en temps réel Affiche les valeurs des variables ou des événements sur un graphique	✓	⚠
Programmation à distance Tu peux laisser ton robot sur la zone de jeu pendant que tu le programmes	✓	✗
Contrôle à distance Tu gardes un contrôle continu sur le robot et tu peux le stop à distance si nécessaire	✓	✗
Communication inter-robot locale Thymio peut utiliser ses capteurs infra-rouge (IR) pour communiquer avec ses proches voisins	✓	✓
Communication inter-robot à distance Wireless Thymio peut utiliser son module pour communiquer avec d'autres Wireless Thymio à plus de 50 mètres	✓	✗

⚠ possible seulement si le robot est connecté avec un câble USB

Le Wireless Thymio peut être programmé de trois façons différentes

- Par le **Langage de Programmation Visuel (VPL)** décrit ci-dessus,
- Par le langage de **programmation Blockly**, programme par blocs développé par Google et s'apparentant au langage Scratch,
- Par le langage de **programmation texte** où l'ensemble des lignes de codes seront écrites avec Aseba Studio



Interface de la programmation Blockly

Thymio II et les élèves en situation de handicap

Analyser les comportements de bases du robot pour tenter de comprendre à quelles règles ils obéissent. Emettre des hypothèses, les formuler, les confronter, les tester...

Réaliser des programmes pour proposer au robot différents parcours. Se projeter mentalement dans l'espace et le temps pour anticiper les mouvements du robot et les parcours effectués...

...constituent les principaux objectifs de l'utilisation de Thymio II

Les troubles ciblés sont essentiellement les troubles du langage et également les troubles liés à la motricité.

L'utilisation d'un tel robot de plancher présente un intérêt indéniable pour les élèves atteints de troubles du langage. En effet, les « **comportements de base** » du Thymio II permettent d'adopter une véritable démarche de résolution de problème et de valorisation de l'essai-erreur. On peut également mettre en place des activités langagières liées à la description précise de ce que fait Thymio II lorsque qu'il est vert, jaune ou turquoise.

En menant des observations répétées, en émettant des conjectures, en les confrontant à autrui, en communiquant ses observations et ses interprétations, on est dans une réelle démarche scientifique.

A partir de là, on peut même imaginer et réaliser des expériences, consigner des observations, des résultats et des constats, argumenter, expliquer, entrer dans une véritable démarche scientifique et donc dans le débat scientifique.

Pour les élèves présentant des TIFC, la simplicité de certains comportements du robot permet de les mettre en situation de réussite sur des questions simples :

« Que fait le robot ? », « Pourquoi dis-tu ça ? », « Expliques ! » « Essaies ! »

On peut également programmer le Thymio II pour qu'il agisse à la manière de Roamer Too. On peut entrer une série simple d'instructions du type « avance » « pivote à droite »... et le robot exécute ensuite le trajet.

Si la programmation de ce comportement n'est pas à la portée d'un élève, son utilisation l'est parfaitement.

Le « code » de ce comportement est en ligne sur le site du constructeur et peut être facilement implémenté sur le robot par l'enseignant.

<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiolearningcommands>

Dans ce dernier cas Thymio II est pertinent pour les élèves présentant des troubles liés à la motricité. En effet, c'est le mobile qui se déplace, en fonction des instructions qui lui sont données. Il y a décentration de l'élève. Il semblerait qu'en outre, le Thymio II soit programmable par télécommande, ce qui faciliterait la programmation du déplacement par un élève handicapé-moteur. Celui ci pourrait alors programmer le robot à distance ce qui constituerait un avantage indéniable.

On pourra utilement s'inspirer du « jeu de l'enfant-robot » développé par Eric GREFF, notamment pour mener à bien certaines activités de programmation de parcours.

<http://www.diffusiontheses.fr/26275-these-de-greff-eric.html>

Renseignements pratiques

Editeur/Fabricant

Développement : EPFL/ECAL/Association Mobsya

Gestion de Production : Association Mobsya

Réalisateurs

Thymio II est le résultat du travail collaboratif de :

- Fanny Riedo (design mécanique, production, documentation)
- Dr Michael Bonani (design mécanique et électronique, production, documentation)
- Philippe Rétornaz (design électronique, programmation)
- Laurent Soldini (design mécanique, packaging)
- Florian Vaussard (programmation, documentation)
- Dr Stéphane Magnenat (programmation, documentation)
- Dr Jiwon Shin (VPL)
- Luc Bergeron (supervision design écal)
- Dr Francesco Mondada (supervision scientifique EPFL)

Stéphane Magnenat a commencé à développer **Aseba** pendant son doctorat dans le groupe de recherche Mobots à l'EPFL. Actuellement, une communauté comprenant des membres de Mobots, de l'Association Mobsya, de l'ASL à l'EPFZ et d'autres programmeurs maintiennent Aseba et continuent son développement.

Ressources associées

Films d'exemples sur internet

<https://aseba.wikidot.com/fr:thymioexamples>

Site de contributions en ligne

<https://aseba.wikidot.com/contribute>

Forum

<https://aseba.wikidot.com/forum:start>

Comportements écrits

<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiocontact>

Page « spécial école »

<https://aseba.wikidot.com/fr:thymioschool>

Outils complémentaires

Le fabricant met à la disposition du public un site internet permettant de créer une communauté d'utilisateurs, un forum d'entraide et de partage d'information contenant la documentation, des exemples de réalisation, des méthodes de réparation, etc...

Conditions légales d'utilisation

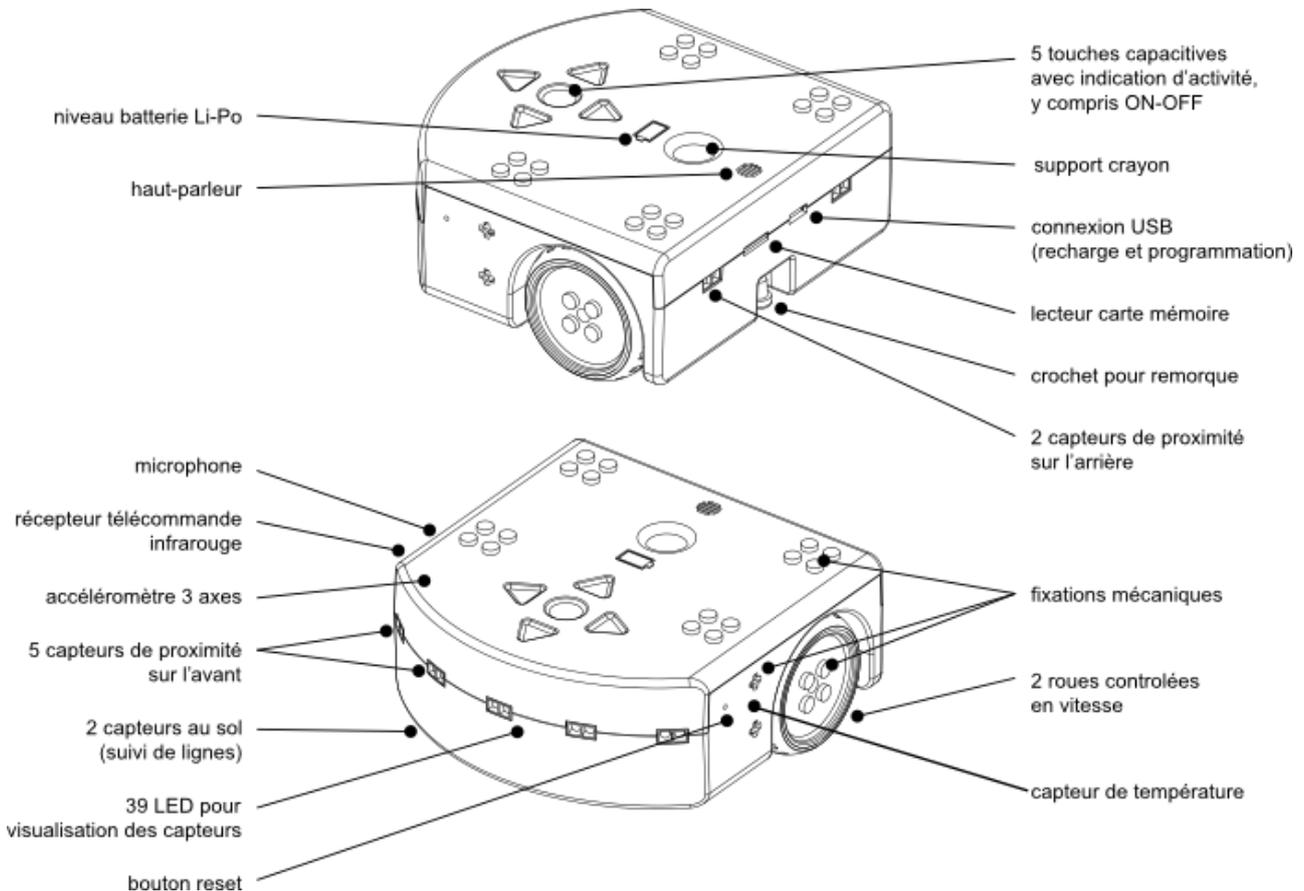
Le **mode de diffusion** du Thymio II est très spécifique :

- En ce qui concerne le logiciel de programmation, le code source est distribué en « open source », sous licence LGPL.

• Pour le robot lui-même, tous les documents de conception, y compris les schémas électroniques et les plans des pièces sont accessibles au public. Toute la documentation du matériel est ouverte aux utilisateurs.

Caractéristiques techniques

Robot de plancher en plastique alimenté par cordon USB. Petite taille (110x110x50 mm) et poids réduit. Carrosserie blanche, touches capacitives et LEDs colorées.



Les capteurs principaux sont:

- Des capteurs de proximité. Ils permettent de mesurer s'il y a un objet à proximité. Ils fonctionnent en émettant de la lumière infrarouge et en mesurant combien de lumière revient.
- Un accéléromètre
- Un capteur de température (un thermomètre électronique).
- Un microphone, qui permet d'acquérir des sons.

Prix indicatif (en euros)

« Le robot Thymio II est distribué à coût minimal, couvrant uniquement le coût des composants, l'assemblage, le test, la gestion de production et la vente. En particulier:

◦ Le prix de vente n'inclut pas de prix de distribution. Ceci implique qu'il n'y a pas de revendeurs ou que les revendeurs doivent ajouter un prix et des services supplémentaires.

◦ Le prix de vente n'inclut pas de garantie de longue durée (1-2 ans). Le prix de base inclut uniquement une garantie de fonctionnement de base d'une durée d'un mois. Des garanties plus longues pourraient être vendues par d'autres entreprises ou par des revendeurs. Tout ceci nous

permet de diffuser le robot Thymio II à prix minimal, basé sur des marges bien plus basses que ce qui est pratiqué dans le commerce. Ceci est justifié par les objectifs, non commerciaux, du projet»².

Pour commander en France

<http://www.easytis.com/fr/95-thymio>

Prix indicatif :

Thymio : 119€ HT sans frais de port

Wireless Thymio : 165 € HT

² Référence constructeur

NAO



NAO est un robot humanoïde de 58 cm de haut et de 5 kg développé par Aldebaran Robotics, entreprise française, leader mondial dans le domaine du robot humanoïde. NAO est un robot entièrement programmable, autonome et interactif. NAO est utilisé aujourd'hui pour la recherche et l'éducation, dans des universités et des instituts de recherche du monde entier. Plus de 3000 NAO ont été vendus à 550 universités et laboratoires dans plus de 60 pays et sont utilisés comme outil de recherche pour différents sujets d'étude tels que la motorisation, l'équilibre, la préhension (Nao a une main à trois doigts) et pour des projets de recherche sur la vision, le langage, l'interaction homme-machine (IHM) ou humain-robot, NAO est la toute première plate-forme utilisée aujourd'hui.

NAO « travaille » ainsi à Harvard aux États-Unis, à l'Université Paris-Descartes en France, à l'Université du Pays de Galles au Royaume-Uni ou encore à l'Université de Zhejiang en Chine, entre autres.

200 NAO ont été vendus à des écoles.

Aldebaran Robotics travaille sur une version grand public de NAO pour les années à venir.

NAO bouge

NAO est un robot de type androïde (ou humanoïde), c'est à dire dont l'aspect se rapproche de l'aspect humain.

A ce titre, NAO est capable de marcher de manière relativement fluide sur un sol plutôt stable et peu accidenté.

NAO peut marcher sur différentes surfaces tels que moquettes ou tapis, carrelages ou sols en bois. De même, NAO peut bouger bras et jambes tout en maintenant son équilibre.

Cependant, en cas de chute, un gestionnaire de chute protège NAO. Sa principale fonction est de détecter le moment où le centre de masse de NAO sort de son polygone de sustentation. Dans ce cas, c'est que NAO est prêt de tomber et les bras de NAO prennent alors une position de protection. NAO sera ensuite capable de se relever seul.

Il peut donc, grâce à cette perception sensorielle, éviter des obstacles ou saisir des objets avec sa main articulée, repérer d'autres NAO, sentir lorsqu'on le touche...

NAO communique

Grâce à de multiples périphériques d'entrées-sorties, NAO peut voir, entendre, parler, sentir et communiquer.

Nao parle neuf langues grâce à un synthétiseur vocal et deux hauts parleurs placés au niveau des lobes latéraux. Il possède également des micros placés dans sa tête et peut donc « entendre »

NAO regarde

NAO dispose de deux caméras qui lui permettent de suivre, de mémoriser et de reconnaître des images et des visages. NAO « voit » en utilisant deux caméras 920p, capables de capturer jusqu'à 30 images par seconde.

La première caméra, située dans le front de NAO, balaye l'horizon pendant que la seconde, située au niveau de la bouche, scrute l'environnement immédiat.

Le logiciel permet de récupérer les flux photo et vidéo de ce que voit NAO. Mais les yeux ne sont utiles que si l'on peut interpréter ce qu'ils voient. C'est pourquoi NAO contient un ensemble d'algorithmes de détection et de reconnaissance de visages et de formes. NAO peut reconnaître la personne qui lui parle ou trouver un ballon, voire des objets plus complexes.

NAO ressent

NAO est doté de capteurs disposés sur le sommet de sa tête, dans trois sections, ainsi que sur ses mains.

Vous pouvez ainsi donner à NAO des informations grâce au toucher : une pression lui dit de s'arrêter, par exemple ; mais les capteurs peuvent aussi être utilisés comme une série de boutons pour déclencher des actions associées.

Le système est doté de lampes LED qui indiquent le type de contact.

NAO se programme

Indépendant de toute plate-forme puisque le code des modules de NAO est ouvert, NAO peut être programmé et contrôlé en Linux, Windows, Mac OS. Il est fourni avec un logiciel nommé « Choregraphe » et une documentation complète. Le logiciel embarqué sur NAO s'appelle quant à lui, « NAOqi ».

NAO et les élèves en situation de handicap

L'objectif visé est d'utiliser le robot humanoïde comme vecteur de communication avec l'élève autiste ou comme vecteur de déplacement avec l'élève handicapé moteur.

De nouvelles applications de NAO sont constamment découvertes dans les domaines dépassant la robotique, par exemple le traitement d'enfants atteints d'autisme qui nous intéresse plus particulièrement.

En effet, NAO prend en charge la reconnaissance faciale et d'objets, la reconnaissance automatique de la parole et le mouvement intégral du corps. Il a donc toutes les aptitudes pour communiquer qui font ordinairement défaut aux élèves avec autisme.

Markus Häring du Centre du Multimédia de l'Humain à l'Université d'Augsbourg (Allemagne) écrit : *“Le robot NAO permet un prototypage rapide de comportements sociaux, émotions comprises, sans avoir à se préoccuper de détails de bas niveau.”*

Voici de manière schématique les principaux intérêts de Nao pour des éducateurs travaillant avec des enfants atteints d'autisme :

Besoin exprimé	Ce qu'apporte Nao
Stimuler l'enfant	La plupart du temps, comme pour les enfants sans autisme, les enfants avec autisme sont fascinés par ce compagnon robot et très stimulés.
Permettre à l'enfant de mieux communiquer avec autrui	La forme humaine du robot ainsi que sa capacité à se mouvoir et interagir par la parole, l'écoute, le contact tactile avec les enfants en font un bon médiateur pour permettre à l'enfant d'apprendre à mieux communiquer avec les personnes.
Les enfants avec autisme sont parfois hypersensibles aux signaux reçus (comme le regard dans les yeux)	Nao a des traits humains très simplifiés et peut ainsi rassurer les enfants (il ne regarde pas dans les yeux par exemple).
Les enfants avec autisme sont parfois stressés par la nouveauté	Le robot Nao fera toujours ce pour quoi il est programmé et apporte ainsi un cadre structuré qui peut rassurer.
Les enfants avec autisme ont parfois besoin de beaucoup répéter les exercices	Le robot Nao peut répéter à l'infini des exercices sans fatigue et enregistrer les résultats et progrès des enfants.
Les enfants avec autisme ont parfois tendance à réagir excessivement aux jugements négatifs	Le robot Nao n'émet jamais de jugement négatif sauf s'il est programmé pour le faire.

Actuellement, une vingtaine d'applications destinées à des éducateurs travaillant avec des enfants avec autisme sont développées. En voici quelques exemples :

Logo de l'application	Nom de l'application et description	Bénéfice escompté
	Jeu de cartes animales : l'enfant joue avec le robot en lui présentant des images d'animaux. Nao reconnaît les images et peut poser des questions à l'enfant.	Travailler sur la faculté de l'enfant à catégoriser
	Devine les émotions : Nao mime des émotions gestuelles et l'enfant les devine.	Apprendre à l'enfant à mieux reconnaître le langage corporel.
	Cache un oeil : l'enfant et le robot, chacun son tour, cachent un œil et l'autre doit l'imiter.	Apprendre à l'enfant à imiter, à jouer chacun son tour.
	Suis-moi : l'enfant balade le robot dans la pièce en le prenant par la main	Jouer sur le contact, l'imitation.

	<p>Touche ma tête : Le robot demande à l'enfant de lui toucher diverses parties du corps (tête, pied, mains)</p>	<p>Jouer sur la connaissance corporelle</p>
---	--	---

Sur le site d'Aldebaran Robotics, on note un véritable engagement vis à vis de l'autisme et on peut lire la proposition suivante :

« Connecter, collecter, s'engager, changer le monde :

Aldebaran Robotics construit le monde de demain et envisage de révolutionner l'éducation spécialisée pour les enfants diagnostiqués autistes. Il est de notre responsabilité de faire de cette vision, une réalité.

C'est la raison pour laquelle nous avons lancé l'initiative ASK NAO (pour Autism Solution for Kids) afin de proposer une solution robotique conviviale aux écoles ayant des besoins spécifiques.

Beaucoup d'enfants autistes sont spontanément attirés par la technologie. NAO, en tant que robot humanoïde, représente donc un lien parfait entre le monde technologique et notre monde social humain.

Grâce à son design unique, NAO peut aider à combler les déficits sociaux des enfants autistes. Avec l'aide d'enseignants attentifs, NAO peut apporter d'avantage d'autonomie aux enfants et aux familles et ainsi, améliorer leur quotidien.

Aldebaran Robotics invite la communauté concernée par l'autisme - personnes diagnostiquées autistes, parents, professeurs, chercheurs - à participer à cette aventure mondiale et impacter le développement de notre solution robotique pour l'autisme [...].

Critiquez, optimisez et proposez des améliorations. Suggérez de nouvelles idées de développement... Rédigez des spécifications d'applications pour NAO et laissez notre communauté de développeurs en faire une réalité ! Soyez toujours informés des changements concernant l'autisme dans le monde, la robotique et l'éducation spécialisée ».

Il existe également un projet européen mené par un consortium universitaire et baptisé ALIZ-E pour les enfants hospitalisés

Ce projet tend à développer l'aspect des interactions affectives entre un jeune utilisateur hospitalisé et NAO sur une longue période :

Il s'agit de doter le robot NAO de capacités d'interaction et de marques d'affection qui pourront se pérenniser afin de tenir compagnie à des enfants hospitalisés dans l'espoir de contribuer à leur guérison.

L'hôpital San Raffaele de Milan (Italie).va bientôt réalisé un test dans ce sens en faisant appel à la mémoire à long-terme de NAO, et en faisant en sorte qu'il apprenne et retienne des expressions verbales et non-verbales afin de s'adapter à différents profils d'utilisateurs,

Gageons que cette étude pourra révéler de conclusions intéressantes et prometteuses pour les élèves en situation de handicap moteur ou les élèves avec autisme.



On peut également lire l'article suivant :

[Robot Nao, un humanoïde au service des enfants atteints d'autisme](#)

Sur le site :

<http://www.kelrobot.fr/2013/03/30/robot-nao-un-humanoide-au-service-des-enfants-atteints-dautisme/>

avec la video associée :

<http://www.youtube.com/watch?v=7T7cIY-MIxc&feature=youtu.be>

« Ayden n'est pas un enfant tout à fait comme les autres. Il est atteint de troubles du spectre autistique ; ou plus communément d'autisme. Mais comme tous les enfants de 3 ans, Ayden aime jouer ; et les progrès de la robotique vont peut-être bien pouvoir l'aider à le sortir de sa léthargie... Ce progrès, on le doit à un robot humanoïde dont on a déjà plusieurs fois parlé sur notre blog : NAO.*

Doté de caméras, de microphones, de récepteurs et de capteurs de pressions, il possède toute la technologie nécessaire pour développer une grande interaction avec son environnement. Mais à quoi donc peut servir ce petit humain ? A priori, tout dépend de l'application qu'on lui a programmé mais la société Alderaban Robotics reste ferme : NAO ne doit pas uniquement divertir mais plutôt servir à la recherche, à aider les étudiant et les élèves, et notamment... d'éveiller les enfants atteints d'autisme.

Un programme d'éveil simple et efficace

Conscient de la potentialité thérapeutique que peut réserver cet humanoïde, une équipe d'ingénieurs en mécanique se sont associés avec des experts dans le domaine de l'autisme pour développer un programme qui permettra à Nao d'appliquer des exercices d'éveil aux enfants autistes. Ce programme part d'un constat tout à fait simple : les enfants parviennent plus facilement à soutenir leur attention sur un robot que sur un humain. Ainsi, les enfants seront davantage aptes à suivre un exercice dicté par le robot Nao que s'il est instruit par un thérapeute ! Suivre le regard du robot. Regarder l'endroit de la pièce qu'il pointe du doigt... A partir d'exercices très simples, le robot interagit avec l'enfant ce qui lui permet de développer des compétences de base de communication dont il aura besoin pour devenir un adulte épanoui. Cependant, les programmeurs sont formels : le robot ne remplacera jamais les compétences d'un thérapeute mais consiste en un outil utile et créatif.

Le programme d'accompagnement n'est cependant qu'à ses débuts. Il est fort à parier que d'ici quelques années, d'autres applications verront le jour qui offriront à Nao un rôle thérapeutique plus complet et accompli... »

Aspects pratiques

Caractéristiques techniques

D'après le site du constructeur :

NAO est un robot humanoïde programmable de 58 cm de haut intégrant les composants suivants :

- Corps avec 25 degrés de liberté (DDL) dont les principaux éléments sont des moteurs et actionneurs électriques.
- Réseau de capteurs : 2 caméras, 4 microphones, télémètre sonar, 2 émetteurs et récepteurs IR, 1 carte inertielle, 9 capteurs tactiles et 8 capteurs de pression.
- Différents dispositifs de communication incluant synthétiseur vocal, lampes LED et 2 haut-parleurs haute fidélité.
- Processeur Intel ATOM 1,6 GHz (situé dans la tête) exploitant un noyau Linux et supportant le middleware exclusif d'Aldebaran (NAOqi).
- Second CPU (situé dans le torse)
- Batterie de 27,6 watt-heure conférant à NAO 1,5 heure, voire plus d'autonomie, en fonction de l'usage.



Ressources associées

A voir, ce film étonnant :

<http://www.youtube.com/watch?v=r7vX2DtuUI0>

et celui-ci, en anglais :

http://www.youtube.com/watch?v=Cii_6CcfDyc

Informations filmées sur l'utilisation de Nao avec des enfants autistes :

à **Birmingham, UK** : <http://www.today.com/video/today/50007872#50007872>

à **Vanderbilt, USA**: <http://news.vanderbilt.edu/2013/03/robot-helps-children-with-autism/>

Outils complémentaires

Aldebaran Robotics invite la communauté concernée par l'autisme - personnes diagnostiquées autistes, parents, professeurs, chercheurs - à participer à cette aventure mondiale et impacter le développement de cette solution robotique pour l'autisme.

Réalisateur /Editeur/Fabricant

Bruno Maisonnier

<http://www.aldebaran-robotics.com/>

Prix indicatif (en euros)

Entre 12 000 et 15 000euros



Robotique pédagogique : et si on changeait de paradigme ?

Éric GREFF¹

Docteur en didactique de l'informatique
Enseignant à l'INSHEA, Suresnes

Résumé: Depuis les années 1980, la robotique pédagogique a fait son apparition dans les classes ordinaires et certains de ses aspects ont pu être exploités au profit des élèves handicapés. Après une robotique pédagogique « *technologique* » est apparue une robotique « *micro-monde* ». Après une certaine désaffection, les années 2010 introduisent l'idée d'une robotique « *comportementale* » et marquent le retour de nouveaux robots pédagogiques sur le marché. Ce qui caractérise certains d'entre-eux (comme le Thymio II) c'est qu'on va passer d'un paradigme du « *faire faire* » lié à la programmation des objets cybernétiques à un nouveau paradigme du « *que fait-il ?* ».

Le travail de l'élève consistera désormais plus à comprendre et expliquer le comportement du robot.

Mots-clés: Algorithmique - Comportement - Compréhension - Explicitation - Programmation - Robot - Robotique pédagogique.

Robots for educational purposes: why not switch to a new paradigm?

Summary: Since the 1980s the use of robots for educational purposes has begun in mainstream classes, and some of its aspects were used for the benefit of disabled pupils.

After "technological" robot methods were used, a new "micro-world" approach to robots appeared.

After a certain decline in the use of robots, the idea of "behavioural" robot methods was introduced, in 2010, marking the arrival of new pedagogical robots on the market.

What characterizes some of them (like Thymio II) is the fact that we are going to move from a "getting to do" paradigm linked to the programming of cybernetic objects to a new "what is it doing" paradigm.

The pupil's task now more consists of understanding and explaining the behaviour of the robot.

Key words: Algorithmic - Behaviour - Explaining - Programming - Robot - Understanding - Use of robots for pedagogical purposes.

La robotique pédagogique est issue, à la fin des années quatre-vingt, d'une rencontre entre le professeur **Martial Vivet** du Laboratoire d'informatique de l'université du Mans (LIUM) et le professeur **Pierre Nonnon** de l'université de Montréal.

Elle vise principalement l'acquisition de connaissances et de compétences dans des domaines comme les sciences expérimentales, la technologie et/ou l'informatique. Elle se caractérise par un usage pédagogique des robots tant dans ses aspects technologiques qu'informatiques, en prenant en compte les aspects d'analyse, de contrôle et de modélisation des différents éléments de l'objet cybernétique.

1. Auteur de la thèse : *Le jeu de l'enfant-robot : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants*, 1996.

Les robots pédagogiques peuvent prendre diverses formes, allant d'un simple objet périphérique contrôlé par ordinateur jusqu'à des « *automates* » plus complexes. Apparaissent alors des acronymes comme **EIAO** (Enseignement intelligemment assisté par ordinateur) devenu Environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur puis **EIAH** (Environnements informatiques pour l'apprentissage humain). Jusqu'à présent, nous avons rencontré deux approches de la robotique pédagogique : la première, qu'on pourrait qualifier de « *technologique* » et la seconde que nous nommerons plutôt « *micro-mondes* ».

LA ROBOTIQUE PÉDAGOGIQUE « TECHNOLOGIQUE »

La robotique pédagogique « *technologique* » consiste, en premier lieu, à **fabriquer** un robot en utilisant des moteurs électriques, des engrenages des modules de commande. La fabrication de l'objet cybernétique est primordiale dans cette approche et permet d'en comprendre le fonctionnement. Dans un second temps seulement vient la programmation et l'utilisation de ce robot qui seront donc alors induits par la conception même du robot fabriqué.

Il y a vingt ans déjà, Daniel Marchand² affirmait : « *Il semble que le Robot le plus intéressant soit celui qui est construit et, si possible, imaginé par les élèves eux-mêmes. En effet la construction d'un robot est une succession de problèmes concrets qu'il faut résoudre avec sa propre culture technologique et son propre mode de pensée. Bien sûr, ces facultés propres aux élèves sont souvent insuffisantes, ce qui permet alors d'introduire des connaissances ou des méthodes nouvelles, non pas de façon artificielle comme c'est bien souvent le cas, mais pour résoudre un problème au moment ou l'élève se le pose. Ces nouveautés sont alors bien mieux assimilés. Cette démarche pédagogique donne tout son sens à la notion de « pédagogie de projet ». Cette activité de construction est d'autant plus fertile qu'il s'agit d'une « activité transversale » qui fait intervenir des compétences dans de nombreux domaines comme :*

- *la mécanique pour la conception de l'infrastructure.*
- *la technologie pour la construction proprement dite.*
- *les sciences physiques pour l'électronique.*
- *le dessin technique pour le plan.*
- *les arts plastiques pour l'esthétique.*
- *les disciplines littéraires pour la traduction des manuels techniques qui sont souvent en anglais ou pour la réalisation d'un manuel d'utilisation.*
- *la vidéo pour faire un film retraçant la construction du robot.*
- *l'informatique pour le pilotage du robot.*
- *etc.*

Cela peut permettre à chaque discipline d'introduire des cours théoriques par une application physique réelle et motivante. »

Même si nous partageons cet enthousiasme, ce projet suppose l'adhésion de toute une équipe pédagogique et l'on comprend qu'il n'est pas toujours aisé de réunir les compétences et les volontés destinées à ce type de projet.

2. *Bulletin de l'EPI*, n° 65, mars 1992.

On peut alors opter pour du matériel « prêt à monter » comme le « Kit Robot Lego Mindstorms NXT » qui exploite cette approche « technologique » de la robotique. La construction du robot se fait certes sans soudure, mais demeure relativement complexe et probablement peu à la portée des élèves handicapés qui nous préoccupent. En effet il s'agit d'assembler en s'appuyant sur un

manuel de 64 pages :

577 pièces Lego Technic,

La brique intelligente Lego Mindstorms NXT basée sur un processeur 32 bits,

3 servos moteurs,

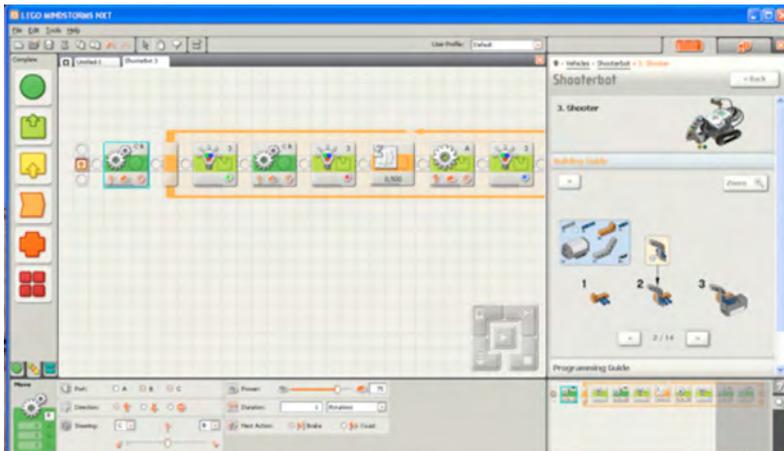
2 capteurs de contact,

1 capteur de distance à ultrasons,

1 capteur de lumière et de couleur.

Il faut ensuite relier le tout à un câble USB, installer l'environnement de programmation sur l'ordinateur et s'intéresser à la programmation du robot.

Celle-ci est elle-même complexe, bien que reposant sur une interface graphique agréable et elle agit directement sur les moteurs et les capteurs.



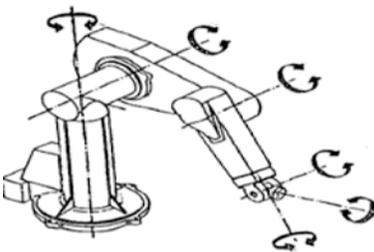
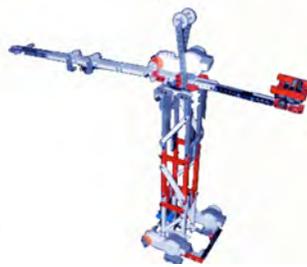
Ce produit est technologiquement remarquable, mais il s'avère trop complexe pour un public d'élèves handicapés. Le handicap moteur ne permettra pas l'assemblage des pièces qui requiert une motricité fine. La cécité sera également un obstacle au montage du robot qui nécessite la lecture d'un manuel complexe. La programmation, quant à elle, s'adresse plutôt à des élèves de fin de collège ou de lycée et ne convient pas à des élèves au pouvoir de concentration réduit.

LA ROBOTIQUE PÉDAGOGIQUE « MICRO-MONDES »

Cette robotique pédagogique « *micro-mondes* » s'appuie sur un robot du commerce déjà construit et possédant un mode de programmation simple et adapté. La construction de l'objet cybernétique n'est donc plus à la charge de l'élève. On y perd la compréhension du fonctionnement techno-logique mais on y gagne un objet mobile « *prêt à l'emploi* ». Le cœur du travail est donc la programmation du robot. Comme le souligne Martial Vivet dès 1993³ : « *La robotique pédagogique consiste à entraîner les gens à partir d'objets concrets pour agir sur les représentations mentales et les représentations sociales qu'ils se font de l'ordinateur. Le point de départ de la méthode remonte à la pédagogie centrée, dans les années 77-78, sur la théorie de l'apprentissage basée sur le constructivisme selon Papert⁴.* »

Le premier congrès francophone de robotique pédagogique du Mans en août 1989 marque une reconnaissance officielle pour ce type d'activité. Les centres d'intérêt sont plus particulièrement :

- Les « **grues** », semblables aux grues de chantier, c'est-à-dire se déplaçant dans un espace à trois dimensions et faisant intervenir les rotations (au niveau de la tour) et les translations horizontales (déplacement du chariot sur la flèche) et verticales (palan). « *Une grue est d'autant plus intéressante que la notion de projection corporelle fonctionne, ce qui permet d'avoir recours à des jeux de rôle. Cette grue modélisée peut devenir un objet de modélisation mathématique, de nature géométrique : le treuil est un cercle dont on connaît le rayon, on veut que le crochet monte de tant...⁵* »
- Les « **bras manipulateurs 3 axes** » pourvus à leur extrémité d'une pince à 2 ou 3 doigts. Ces robots peuvent effectuer des rotations, selon un axe vertical, à partir de la base au sol. Leur bras est articulé en 2 parties. L'élément raccordé à la base peut prendre une position plus ou moins verticale. La partie supérieure reliée à l'articulation effectuée, à partir de celle-ci, un mouvement situé dans le même plan que celui du demi-bras inférieur. À l'extrémité du demi-bras supérieur se situe la pince mobile pouvant s'ouvrir et se fermer.



3. Séminaire Écrit, image, oral et nouvelles technologies, Paris VII, 1993.
4. Seymour Papert, *Jaillissement de l'esprit*, Flammarion, 1981.
5. Séminaire Écrit, image, oral et nouvelles technologies, Paris VII, 1993.

- Les « robots de sol » répondant à des commandes similaires à celles de la tortue Logo.



Le principe de ces robots de plancher est que ce sont des outils cybernétiques programmables et que les instructions fournies se traduisent par un mouvement ou un son ou l'allumage d'une lumière.

Le principe des déplacements repose sur le langage Logo conçu à la suite des travaux de Seymour Papert, lui-même disciple de Jean Piaget. « *En apprenant à la tortue à agir ou à « penser », on en arrive à réfléchir sur sa propre action et sa propre pensée⁶.* »

Dans l'ensemble de ces micro-mondes (grues, bras manipulateurs, robot de plancher), nous pouvons travailler avec nos élèves sur la structuration de la pensée, le raisonnement hypothético-déductif (si je fais pivoter la grue à droite alors...), l'anticipation, le développement de stratégies ainsi que des compétences spatio-temporelles comme la construction de l'espace, du temps, la latéralisation, la latéralité... (d'abord le bras va avancer, puis il sera plus loin, puis il ira sur sa droite...) L'élève est mis face à un problème (attraper le sucre avec le bras manipulateur). Il doit alors réfléchir à la solution, anticiper, se décentrer et programmer le bras en conséquence. En exécutant son programme, il a, de manière tangible et immédiate, la validation (ou l'invalidation) de sa solution. L'élève est réellement acteur de son apprentissage. Il peut émettre des hypothèses sur ses erreurs et tenter de les corriger. Certains de ces micro-mondes, notamment celui de la tortue de sol qui ne fait intervenir que deux dimensions (puisque'elle se déplace uniquement dans le plan), peuvent apporter des solutions d'enseignement intéressantes pour les élèves handicapés comme nous l'avons développé dans l'article intitulé : « *Et si on refaisait (enfin) de la robotique pédagogique⁷.* »

LA ROBOTIQUE PÉDAGOGIQUE « COMPORTEMENTALE »

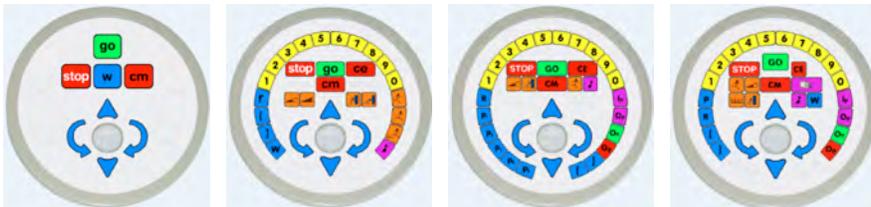
Au cours de nos recherches concernant la robotique pédagogique, l'année 2013 marque un tournant tout à fait important. En effet, début 2013 sont commercialisés deux nouveaux robots pédagogiques qui amènent avec eux la notion de « **comportements** » : il s'agit du Roamer Too et de Thymio II.

6. *Op. cit.*

7. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, n° 60, janvier 2013, p. 275-285.

Roamer Too

C'est d'abord la commercialisation du **RoamerToo** par la société anglaise *Valiant Technology* avec laquelle l'INSHEA entretient des rapports privilégiés de réciprocité pédagogique depuis plus de dix ans. Comme nous l'avons expliqué, dans l'article cité ci-dessus, le nouveau Roamer Too possède des claviers interchangeable et chacun de ces claviers est associé à un « *comportement* » différent du robot. Ces « *comportements* » sont en fait des possibilités de programmations différentes dans leur complexité en fonction des claviers choisis.



Ce terme de « *comportement* » utilisé par Dave Catlin, le concepteur de Roamer Too, est associé à « *ce que le robot est capable de faire* ». Par exemple, avec le clavier « *premier âge* », le Roamer Too **se comporte comme** un « *très jeune robot* », ayant peu de connaissance et de compétences. Dans ce cas, le robot « *sait* » seulement avancer, reculer, pivoter d'un quart de tour, attendre... Son « *comportement* » est restreint et la limitation de ce « *comportement* » va induire la limitation de la programmation qui lui est associée. Autrement dit, si le Roamer Too a un « *comportement* » sommaire, on va pouvoir le programmer de manière sommaire et par conséquent un « *très jeune élève* » sera à même de piloter ce « *très jeune robot* ».

Thymio II

Thymio II est une évolution du robot Thymio, développés en collaboration entre l'école polytechnique fédérale de Lausanne et l'école cantonale d'art de Lausanne.

C'est un petit robot de table pourvu d'une carrosserie blanche, de touches capacitives et de leds colorées.

Il bénéficie de nombreux capteurs :

- Des capteurs de proximité permettant de mesurer s'il y a un objet à proximité.
- Un accéléromètre.
- Un capteur de température.
- Un microphone, qui permet de percevoir des sons.

Les concepteurs ont prévu pour le Thymio II des « *comportements de base* ».



Les « *comportements de base* » intégrés au robot sont accessibles en sélectionnant une couleur à l'aide des « *boutons flèches* », puis en appuyant sur le bouton central pour lancer le robot. Les six « *comportements de base* » sont :

L'amical (vert)

Dans ce comportement, Thymio II suit un objet en face de lui. Ce peut-être une main, un autre robot ou objet mécanique.

<<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiobehaviourfriendly>>

L'explorateur (jaune)

Dans ce comportement, Thymio II explore le monde tout en évitant les obstacles verticaux ou les trous.

<<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiobehaviourexplorer>>

Le peureux (rouge)

Dans ce comportement, Thymio II recule si on s'approche. Il détecte également les chocs. Si on le tape, il réagit en émettant un bip sonore. Si on le soulève, il indique par une lumière la direction du sol. Il détecte également la chute libre.

<<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiobehaviourfearful>>

L'enquêteur (turquoise)

Dans ce comportement, Thymio II roule sur une piste.

La piste doit être au minimum de 4 cm de large, être noire sur un fond blanc.

Lorsque le mode « *enquêteur* » est activé :

- En plaçant le robot sur le noir de la piste, puis en appuyant simultanément sur les flèches-boutons « *avant* » et « *arrière* » du robot, on calibre la reconnaissance du noir.
- En plaçant le robot hors de la piste, sur le blanc, puis en appuyant simultanément sur les flèches-boutons « *gauche* » et « *droite* » du robot, on calibre la reconnaissance du blanc.

<<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiobehaviourinvestigator>>

L'obéissant (mauve)

Dans ce comportement, Thymio II suit les ordres donnés, à la volée par les boutons ou une télécommande. Il ne s'agit pas ici de programmation mais d'un processus du type : « *une action-une exécution* », plus proche de l'usage d'un jouet radio-télécommandé que d'un robot programmable.

Plusieurs télécommandes « *universelles* » permettent d'agir à distance sur ce Thymio II obéissant.

La liste et la configuration des télécommandes sont décrites ici :

<<https://aseba.wikidot.com/fr:thymioirremote>>

L'attentif (bleu)

Dans ce comportement, Thymio II réagit au son perçu. On peut commander le robot avec des clappements de main.

1 clap = tourne ou avance tout droit.

2 claps = marche/arrêt.

3 claps = fait un cercle.

<<https://aseba.wikidot.com/fr:thymiobehaviourattentive>>

En plus ces « *comportements de base* », déjà très intéressants, Thymio II peut être programmé par l'enseignant afin de créer des comportements personnalisés.

Un nouveau paradigme

Les enseignants qui se sont intéressés à la robotique pédagogique depuis son origine sont les héritiers de Seymour Papert, du langage Logo et des travaux de Martial Vivet. L'objectif principal de la robotique pédagogique, qu'on construise ou pas soi-même les robots, a donc toujours été tourné vers la programmation. On voulait « *faire faire* » au robot.

Comment programmer le robot pour qu'il fasse ceci ou cela ? Quelles compétences développe-t-on auprès de l'élève à travers les activités de **programmation procédurale** ? Comment résoudre des problèmes en **programmant** le robot ?

Avec le Roamer Classic, nous avons parfois fait exécuter un déplacement au robot et proposé aux élèves de « **retrouver** » le **programme** qu'il avait en mémoire. Il s'agissait là encore d'une activité de **programmation « rétroactive »**.

Le robot Thymio II offre, de par sa conception, un **nouveau paradigme** que nous n'avons pour l'heure que trop peu exploré. On allume le robot et il « *sait* » déjà faire des choses relativement sophistiquées et diverses (suivre un objet ou la main, éviter les obstacles, etc.). On dispose donc d'un objet cybernétique qui agit de manière logique et déterministe, mais que l'élève n'a pas eu à programmer. Son rôle est donc désormais d'**explorer** le « *comportement* » du robot et d'**essayer de comprendre comment il fonctionne et à quelle logique il obéit**.

Nous sommes donc dans un nouveau **paradigme**. Et si la robotique pédagogique passait du « *faire faire* » à « *comprendre et expliciter ce qui est fait* » ?

Autrement dit, si nous partions avec nos élèves du « *comportement* » d'un robot qui agit d'une certaine manière et si nous attendions d'eux qu'ils testent, qu'ils observent, qu'ils conjecturent, qu'ils verbalisent, qu'ils confrontent leurs points de vue, qu'ils expérimentent, qu'ils concluent ? Bref, qu'ils entrent dans une véritable démarche scientifique à partir du comportement du robot. Le travail de l'élève consisterait désormais à « *comprendre et expliquer le comportement du robot* ».

La robotique pédagogique « *comportementale* ». Pour quel handicap ?

L'utilisation d'un robot de plancher utilisé à partir de son comportement comme indiqué ci-dessus présente un intérêt indéniable pour les élèves présentant des troubles du langage. En effet, les « *comportements de base* » du Thymio II permettent de « *faire des sciences* » avec des élèves handicapés. On pourra, en effet, facilement mettre en avant avec ce support motivant des **activités langagières** liées à la description précise de ce que fait Thymio II lorsque qu'il est vert, jaune ou turquoise.

Pour les élèves présentant des **Troubles importants des fonctions cognitives (TIFC) et/ou des Troubles du langage (dysphasie)**, la simplicité de certains comportement du robot peut permettre de les mettre en situation de réussite orale sur des questions simples : « *Que fait le robot ?* », « *Pourquoi dis-tu ça ?* », « *Explique* », « *Essaie* ».

On pourra ainsi de manière prégnante, vérifier les hypothèses avancées. Le robot constituera un excellent auxiliaire à de véritables activités langagières et scientifiques. Il est également à noter que Thymio II peut recevoir des instructions par une télécommande, ce qui faciliterait l'observation des comportements par un élève **handicapé-moteur**. Celui-ci pourra alors démarrer et arrêter le robot, **à distance**, ce qui constituera pour lui un avantage indéniable.

En ce qui concerne les élèves **sourds**, il est intéressant de constater que le Thymio II réagit au claquement de main par exemple, donc à des éléments qu'eux-mêmes n'entendent pas bien. Cependant, en frappant dans leurs mains, ils vont pouvoir influencer le comportement du robot. Il sera intéressant d'étudier que, pour eux, le robot semble réagir « *au geste* » (applaudir) et non au son (applaudissements). Les élèves sourds peuvent en outre comprendre et expliquer le comportement du robot par écrit.

Pour les élèves ayant un **faible pouvoir de concentration** (déficients intellectuels) ainsi que pour les élèves **avec autisme**, le support du robot c'est toujours montré très motivant et l'on a noté qu'il permet de capter l'attention et augmente significativement la durée de concentration. Reste à vérifier qu'il en est de même avec ses nouvelles activités comportementales.

CONCLUSION

Des robots comme le Thymio II ouvrent des perspectives de recherche encore trop peu explorées. Jusqu'à présent, la robotique pédagogique nous incitait essentiellement à « *faire faire* » au robot en utilisant la programmation d'événements. Il s'agit désormais d'explorer ce nouveau paradigme qui consiste à disposer d'un objet cybernétique attrayant, accessible à beaucoup d'élèves handicapés et de partir du comportement du robot pour ouvrir la réflexion sur « *que fait-il ?* » Notons que nous pouvons travailler dans ce sens avec Roamer Too également, puisqu'il est possible de programmer des déplacements, de les faire exécuter au robot et d'interroger l'élève sur ce que vient de faire le robot. L'aspect communautaire de la recherche⁸, favorisé par internet, tant pour Thymio II que pour le Roamer Too, permettent facilement une mise en commun de nouveaux **comportements** et la multiplication d'exemples disponibles pour l'enseignant.

Bibliographie

GREFF (É.), *Le jeu de l'enfant-robot : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants*, Thèse de doctorat de l'université Paris VII, juin 1996.

HUEBER (E.), URBAN (J.), « Qu'attendre des Lego "MindStorms" dans nos domaines d'enseignement ? », *Technologies & Formations*, 2009, vol. 146, 2009, p. 9-12.

8. <http://www.valiant-technology.com/us/docs/RoAD_Partnership_Programme_Info.pdf>
<<https://aseba.wikidot.com/en:thymiocontact>>

KOMIS (V.), MISIRLY (A.), *Robotique pédagogique et concepts préliminaires de la programmation à l'école maternelle : une étude de cas basée sur le jouet programmable Bee-Bot*, EPI, avril 2012.

LAUZIER (I.), NONNON (P.), CARON (M.), *Une expérience d'approche par projets pour favoriser l'intégration des apprentissages*, 9^e colloque francophone de robotique pédagogique, La Ferté-Bernard, 2007.

LEROUX (P.), *20 ans de Robotique Pédagogique à l'Université du Maine*, 8^e colloque francophone de robotique pédagogique, La Ferté-Bernard, France, 2005.

LEROUX (P.), *Machines partenaires des apprenants et des enseignants. Étude dans le cadre d'environnements supports de projets pédagogiques*, Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches en informatique, Université du Maine, Le Mans, 2002.

PAPERT (S.), *Jaillissement de l'esprit*, Flammarion, 1981.

VIVET (M.), *Robotique pédagogique, soit... mais pour enseigner quoi ?* Actes du 1^{er} congrès francophone de robotique pédagogique, 1989, p. 7-16.

VIVET (M.), « Des robots pour apprendre », *revue Sciences et techniques éducatives*, 7(1), 2000, p. 17-60.

After NAO ?

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, NAO ne marque pas un tournant décisif mais explore une nouvelle voie, parmi d'autres, de la robotique pédagogique.

En effet d'autres options continuent d'être explorées, et certaines avec un intérêt particulier pour les élèves en situation de handicap ou les élèves "empêchés".

Sommaire

Primo	2
1°) Le Cubetto	2
2°) La table d'instructions.....	2
3°) Les blocs d'instructions	3
La notion de procédure.....	4
Variantes.....	4
Primo : quels usages pour le handicap ?	6
Le "robot lycéen" Awabot.....	7
Description	7
Awabot : quels usages pour le handicap ?.....	8

Primo

Primo est un robot de plancher éducatif basé sur le langage Logo de Seymour Papert.

Il est développé par la jeune start-up italienne Primo qui est basée près de Londres. Une de ses originalités est qu'elle a été financée par un projet collaboratif dénommé Kickstarter afin de lever les fonds nécessaires au démarrage de la production.

L'ensemble est constitué d'un petit robot mobile nommé Cubetto, dirigé à partir d'un programme rédigé sur une table de commande décentrée utilisant des blocs d'instructions.

Lorsqu'on appuie sur le bouton "Start", le robot s'anime en suivant les instructions envoyées depuis la table de commande par une liaison non filaire.

L'objectif est de soumettre des problèmes de déplacements à l'élève, de l'engager à "écrire" des programmes pour faire réaliser des parcours au robot, avec éventuellement des obstacles à contourner.

Le robot Primo est composé de trois éléments :

1°) Le Cubetto

C'est un petit robot en bois léger de forme cubique.

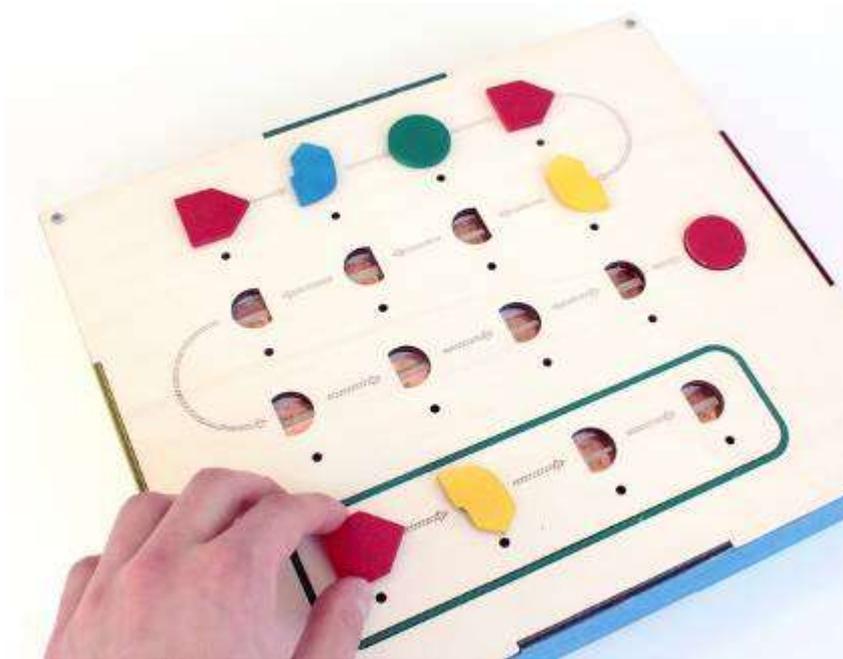
Il est orienté par le dessin d'un visage sur sa face avant.



2°) La table d'instructions

Il s'agit d'une plaque de bois avec des cavités dans lesquelles on peut encastrer des formes, qui sont en fait des instructions.

- Une ligne zigzagante sur le clavier permet de visualiser la succession des instructions.
- Un bouton rouge "Start" permet de lancer le programme une fois celui-ci "écrit".
- Un cadre vert permet d'aborder la notion de "procédure".



Les cavités comportent des contacts électriques qui communiquent avec les blocs d'instructions.

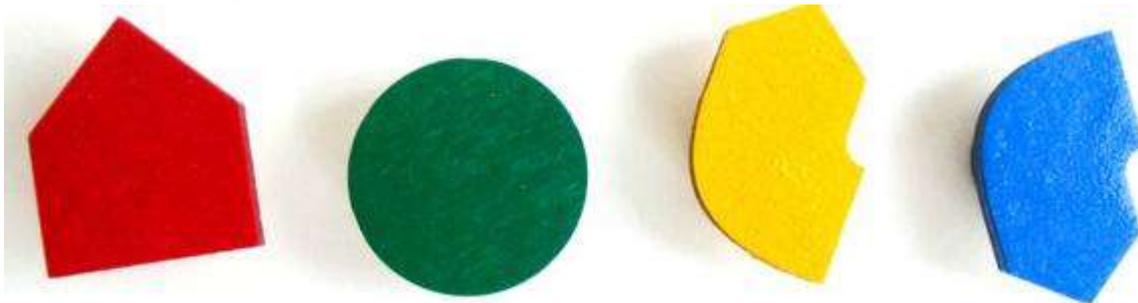
La table de commande transmet les instructions au robot par une liaison sans fil

3°) Les blocs d'instructions

Ce sont de petites pièces de bois pourvues de contacts qu'on encastre dans les cavités de la table de commande.

Chaque bloc représente une instruction :

- **Avance** (flèche rouge)
- **Pivote à droite** (flèche jaune)
- **Pivote à gauche** (flèche bleue)
- **Appel de procédure** (rond vert)



Fonctionnement

Un problème de parcours est proposé à l'élève.

Le robot a une position initiale et doit atteindre une position finale.

L'enfant doit alors réunir les blocs d'instructions nécessaires et les agencer convenablement sur la table de commande. Les blocs et les cavités possèdent des contacts permettant de communiquer.

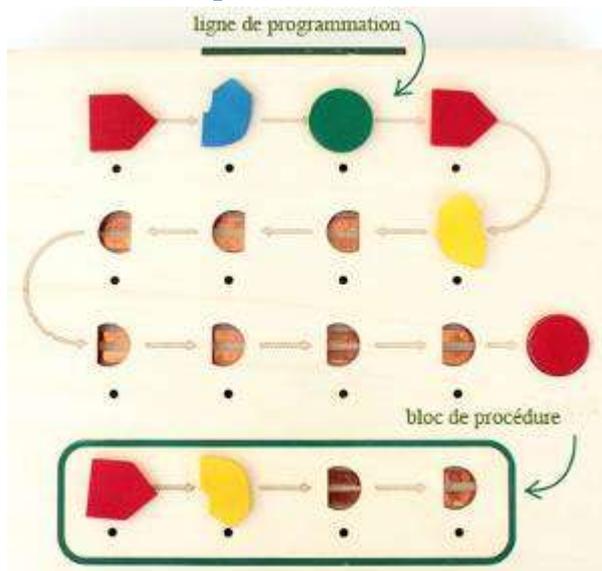


Lorsqu'il est satisfait de sa programmation, l'élève lance le programme par la touche "Start" et peut constater, en observant le déplacement de Cubetto, que le trajet effectué par le robot correspond à ses attentes, ou non.

Il peut alors, si nécessaire, modifier son programme car la table de commande permet la mémorisation du programme proposé.

<http://vimeo.com/82620072>

La notion de procédure



Dans le rectangle vert, on peut programmer une procédure de quatre instructions au maximum.

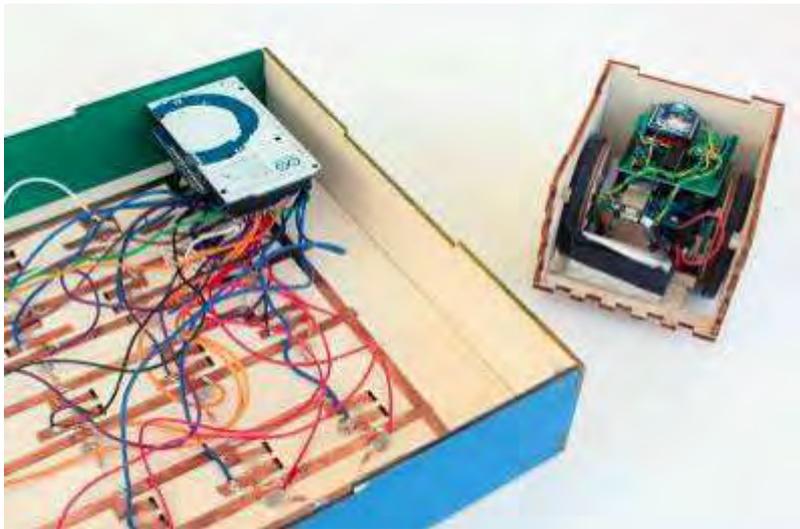
Ce "sous-programme" peut alors être "appelé" en introduisant le bloc vert (procédure) dans la ligne de programmation.

Le sous programme peut être appelé plusieurs fois dans la ligne de programmation.

Comme on peut utiliser l'instruction "rond vert" dans le bloc de procédure lui-même, la notion de récursivité et de programme "infini" peut même être abordée.

Variantes

Il est également possible d'acquérir Primo en kit. On devra alors monter l'ensemble soi-même, par exemple dans le cadre d'un cours de technologie.



On peut acquérir également des blocs d'instructions supplémentaires

La société Primo propose deux kits directement utilisables :

1°) PRIMO PLAY SET - £ 160

Ce kit comprend un robot Cubetto monté, une table de commande et un jeu de 16 blocs d'instructions



2°) PRIMO DELUXE - £ 200

Ce kit reprend le kit Primo Play Set et y ajoute des éléments de décors permettant de contextualiser les déplacements du Cubetto (barrières, arbres, bloc cible)



Primo : quels usages pour le handicap ?

Il s'agit donc ici d'apprendre les bases du fonctionnement logique de la programmation : l'enchaînement d'instructions permettant à une machine d'atteindre un but. Cette activité peut convenir à des élèves non lecteurs.

On peut effectuer avec Primo toutes les activités conduites habituellement avec des robots de sol programmables dérivés des « tortues Logo »

L'un des intérêts de Primo est la manipulation des pièces. On sait, en effet, que, pour un jeune élève, la phase de manipulation est essentielle à l'acquisition des savoirs.

Grâce à ce robot, des activités de déplacements vont pouvoir être développées:

Il s'agit des activités classiques de déplacement du robot en jouant sur sa position initiale, la position finale et le trajet à effectuer.

Objectifs pédagogiques :

- Anticiper un parcours.
- Se décentrer
- Utiliser le vocabulaire topologique
- Construire l'espace et le temps...

Dans cette série d'activités, les élèves sont confrontés à des situations dont l'objectif est de prévoir ce qui va se passer. La capacité à anticiper un résultat est une compétence importante, souvent sollicitée dans les domaines scientifiques, notamment en mathématiques et en informatique.

Le robot Primo doit alors être programmé pour atteindre une cible.

Objectifs pédagogiques :

- se familiariser avec la notion de longueur
- être capable d'anticiper un résultat
- être capable de remettre en cause, d'ajuster son résultat...

La **décentration** de la table de commande par rapport au robot lui-même et leur **communication sans fil** sont des fonctionnalités particulièrement intéressantes pour les **élèves handicapés moteur** qui peuvent programmer le trajet du robot sur la table de commande et « l'envoyer » directement, sans avoir à se déplacer, au Primo pour exécution.

Cependant la petite taille des pièces en bois peut constituer un véritable obstacle pour des élèves lourdement handicapés moteur. Un clavier décentré sur ordinateur serait bienvenu.

Cet outil est très pertinent pour les élèves présentant des **troubles liés à la motricité**. En effet, c'est le mobile qui se déplace, en fonction des instructions qui lui sont données. Il y a **décentration** de l'élève.

L'utilisation d'un véritable robot de plancher présente un réel intérêt pour les élèves présentant des **troubles du langage**. En effet, cette activité est liée à la description précise des mouvements du robot.

Pour les élèves présentant des **TIFC**, la **décomposition** d'un mouvement très simple du robot permet de les mettre en situation de réussite sur des problèmes élémentaires.

Dans ce type d'activité, l'utilisation du robot programmable est un atout essentiel qui permet de **valider immédiatement** la solution proposée. Dès lors que son maniement ne constitue plus un problème, il offre l'indéniable intérêt d'un **objet cybernétique**, à la programmation

rigoureuse, qui permet de vérifier (ou d'infirmier) les hypothèses avancées. Il constitue un excellent auxiliaire à de véritables activités de résolution de problèmes.

Le "robot lycéen" Awabot

Avec cet exemple, nous quittons l'idée d'un robot à programmer pour celle d'un robot pour se déplacer virtuellement et s'intégrer. Le robot n'est plus un objet d'apprentissage mais devient un auxiliaire POUR l'apprentissage des élèves porteur de handicap ou "empêchés". C'est à ce titre qu'il trouve sa place ici.

Description

Le "robot lycéen" Awabot est un robot au service de l'enseignement. C'est un auxiliaire de télé-présence. Il permet à des élèves "empêchés", temporairement incapables de se déplacer à cause d'un handicap, d'un accident, d'une maladie, d'assister personnellement aux cours et de s'intégrer à la classe.



Pour Bruno Bonnell, Président de la société Awabot : « Cette initiative du robot lycéen démontre que la robotique est en marche. Donner la possibilité à une personne de se téléporter grâce à un robot de téléprésence est un exemple unique des nouvelles applications et des nouveaux marchés apportés par la robotique. Awabot est fier d'avoir été sélectionnée par la Région Rhône-Alpes pour cette initiative d'innovation pédagogique ».

Awabot est spécialisée dans la robotique éducative et commercialise principalement des robots destinés à s'initier à la programmation et à l'électromécanique.

Awabot a adapté ses technologies robots afin que des élèves éloignés du système scolaire, puissent, malgré tout, assister à distance à un cours mené par un professeur, dans une classe ordinaire.

Les robots Awabot permettront aux élèves éloignés du milieu scolaire de rompre avec l'isolement et de suivre les cours depuis leur domicile ou leur lieu d'hospitalisation.

Le robot lui-même est d'origine américaine, fabriqué par la société californienne Anybots,

mais le logiciel permettant de l'utiliser est développé par la start-up villeurbannaise Awabot, spécialisée dans les robots de télé-présence. De tels robots permettent déjà de visiter, de manière "virtuelle" un musée éloigné, ou à des médecins de faire la tournée des patients hospitalisés alors qu'ils ne sont pas sur place.

Le robot, très maniable, mesure entre 85 et 190 centimètres de haut et est pourvu de roues. Son poids est de 15 kilos. Son "corps" est une tige télescopique surmontée d'une tête équipée

de deux caméras pour filmer les cours et les retransmettre en direct. Il comprend trois micros (pour capter les sons de la classe) et un écran LCD pour retransmettre, en temps réel, une image ou une vidéo de l'élève empêché. Il possède également un haut-parleur

Il est équipé d'un système de stabilisation gyroscopique pour conserver son équilibre en toutes situations et communique par l'intermédiaire du wifi.

Ce robot est très mobile, très simple à diriger et se déplace facilement dans tous les coins de l'établissement scolaire. Cependant, il ne peut ouvrir les portes ou monter les escaliers mais grâce à son poids relativement faible (15 kg) il peut être porté.

Awabot : quels usages pour le handicap ?

Dans la classe, le robot représente l'élève empêché. Il écoute, interroge, fait répéter, se déplace tout seul pour mieux observer l'enseignant, le tableau ou ses camarades.

L'écran placé sur la "tête" du robot permet de voir l'élève avec lequel l'enseignant et les autres élèves pourront interagir.

L'élève empêché devra utiliser un ordinateur connecté à internet et muni d'une webcam et de haut-parleurs. Il pourra ainsi assister au cours, interagir avec ses professeurs et ses camarades en faisant bouger le robot, en parlant dans le micro de la webcam et en désignant des objets grâce à un pointeur laser émanant du robot.



A l'initiative du Conseil régional Rhône-Alpes, la société Awabot a conclu un partenariat avec l'Education Nationale et l'Académie de Lyon, pour expérimenter le "robot lycéen" dans trois lycées de l'Académie du Rhône à partir de septembre 2014 et durant deux ans. Cette expérimentation sera suivie par une recherche pédagogique menée par l'université de Lyon I, l'ENS et l'École Centrale de Lyon. L'objectif principal du projet est d'étudier l'intégration de ces robots par les élèves et les enseignants.

Le robot représente l'élève en classe. Il retransmet à l'élève "empêché" tout ce qui se passe dans la classe, en temps réel. Celui-ci peut donc interagir avec ses enseignants et ses camarades de classe, permettant ainsi une véritable

intégration. Ce dispositif peut convenir à des élèves lourdement handicapés ayant des difficultés pour se déplacer ou pour accéder à certaines salles de l'établissement scolaire. Le robot est mobile et peut se déplacer partout dans l'établissement: en récréation, en bibliothèque ou au réfectoire.

Cet article du journal La Croix du 22/11/2013 relate l'expérience menée au lycée lyonnais de La Martinière :

"Alors que retentit la sonnerie annonçant son cours d'histoire, le premier d'une longue journée, Adèle sort de sa station de rechargement. Ses deux roues propulsées par un moteur électrique, elle se dirige vers l'ascenseur du lycée lyonnais de La Martinière où elle est scolarisée. Des "salut Adèle" jaillissent dans les couloirs, comme si ses camarades ne s'adressaient pas à l'engin, mais à la jeune fille dont le visage s'affiche sur un petit écran haute définition ornant la "tête" du robot au long cou emmanché. Alors que ses camarades s'installent derrière leur bureau, Adèle est allongée sur son lit et pilote le robot équipé d'une caméra sur un ordinateur portable, via Internet. Un haut-parleur lui permet d'intervenir. Si

Adèle ne peut ouvrir seule une porte ou appuyer sur le bouton de l'ascenseur, faute de système de préhension, elle peut désigner des objets ou interagir avec les informations inscrites au tableau, grâce à un pointeur laser."

D'autres dispositifs existent pour permettre aux élèves empêchés de poursuivre leur scolarité en établissements spécialisés, service d'assistance pédagogique à domicile (Sapad), Centre National d'Etudes à Distance (CNED)... Mais le robot "lycéen" d'Awabot permet de conserver un lien presque direct avec ses camarades et ses enseignants.

Les élèves qui souffrent de phobie scolaire pourraient également être concernés.

Par l'intermédiaire du robot, l'élève empêché peut suivre devant son écran d'ordinateur ce qui se passe dans la salle de classe. Il a la possibilité d'intervenir, de participer en direct au cours, de poser des questions, d'échanger avec ses camarades.

L'élève "distant" peut donc, non seulement suivre mais aussi interagir.

Bruno Bonnell, Président de la société Awabot, insiste sur l'interaction : *"Il est bien plus interactif que la téléconférence; il s'agit véritablement ici de transporter l'élève dans la classe. Le robot peut se déplacer, désigner quelque chose avec une lumière, il a une dynamique propre qui fait qu'il représente directement l'élève".*

Robotique et programmation par blocs

Avec l'apparition de la programmation par blocs de type Scratch apparaissent de nouveaux robots pilotés par de tels langages. Les programmes de 2015 concernant l'école primaire font apparaître clairement l'enseignement du codage informatique à l'école. Trois supports s'offrent alors (2017) aux enseignants pour les aider à travailler cette compétence :

- La programmation séquentielle des robots de sol de type Blue-Bot
- La programmation événementielle des robots de type Thymio
- La programmation par blocs de type Scratch appliquée aux robots

Sommaire

Bo et Yana de Play-I.....	3
Description	3
Bo et Yana : quels usages pour le handicap ?	5
Aisoy1 V5	6
Description	6
Aisoy1 V5 : quels usages pour le handicap ?.....	8
Le drone programmable Parrot Swat : pour faire de la robotique en 3D.....	9
Description	9
Du drone ludique au drone pédagogique.....	10
Intérêts de la programmation du drone	13
Le drone Parrot Airborne Night Swat et les élèves en situation de handicap	14
Le drone Parrot BEBOP 2.....	18
Description	18
Parrot Bebop 2 : quel usage pour le handicap ?	19
Sphero : des robots programmables avec un langage de programmation par bloc de type	
« Tynker » ou « Tickle »	20
La Sphero 2.0	22
Le Sphero SPRK : un robot même pour l'Enseignement Supérieur	22
Le Sphero BB-8.....	32
Le Sphero Ollie	32
Le robot Ino-Bot.....	33
Description	33
Intérêt de l'utilisation de la programmation par blocs avec Ino-Bot.....	41
Ressources associées	43
Le Rainbow Matrix	44
Description	44
Intérêts de la programmation du Rainbow Matrix	51
Ressources associées	54
Accessi DV Scratch : la programmation par blocs pour les élèves déficients visuels	55

Présentation	55
Algorithme et algorithmique	55
AccessiDVScratch.....	57
Adaptation	58
Une Malette	61
Expérimentation	63
Les videos.....	67

Bo et Yana de Play-I

Bo et Yana constituent un duo de robots programmables développés par la société californienne Play-I. Le but est d'initier les très jeunes enfants (à partir de 5 ans) au codage informatique de manière ludique et intuitive.

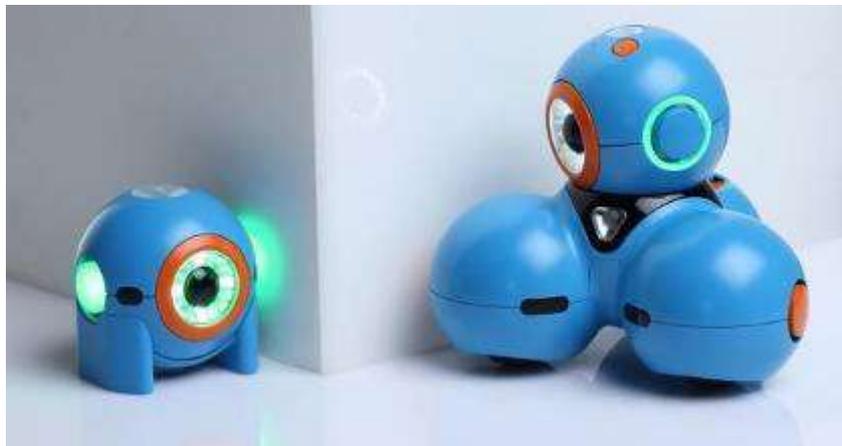
Les deux robots sont dotés de moteurs et de capteurs. L'enfant peut programmer les actions sur une interface tactile en utilisant, de manière intuitive des interfaces de programmation en langage naturel.

Les plus aguerris pourront saisir directement des lignes de code.

Cette programmation des robots permettent de s'initier à la structuration d'un langage de programmation et à la logique d'une instruction qui permet d'aboutir à une action.

Description

Bo et Yana constituent un duo de robots développés par d'anciens ingénieurs des sociétés Apple, Google et Symantec.



S'inspirant des travaux des années 1980 de Seymour Papert et du MIT (Massachusetts Institute of Technology), ils ont mis au point des robots destinés à de très jeunes enfants afin de les initier à la programmation informatique. Dans le pur esprit de la programmation Logo, il va falloir résoudre des problèmes en utilisant les robots et un langage de programmation facile et intuitif permettant un apprentissage évolutif

Dans l'air du temps, le projet s'est financé par une campagne de "crowdfunding" ayant permis à l'entreprise de "lever" plus d'un millions et demi de dollars.

Play-I propose deux robots nommés **Bo et Yana**.

Bo possède des roues et peut se déplacer. Il est également équipé de capteurs de distance, d'un gyroscope et d'un accéléromètre. Bo, peut cligner de l'œil et bouger sa tête

On peut lui ajouter des bras pour lui permettre, par exemple, de jouer du xylophone ou de pousser des objets.

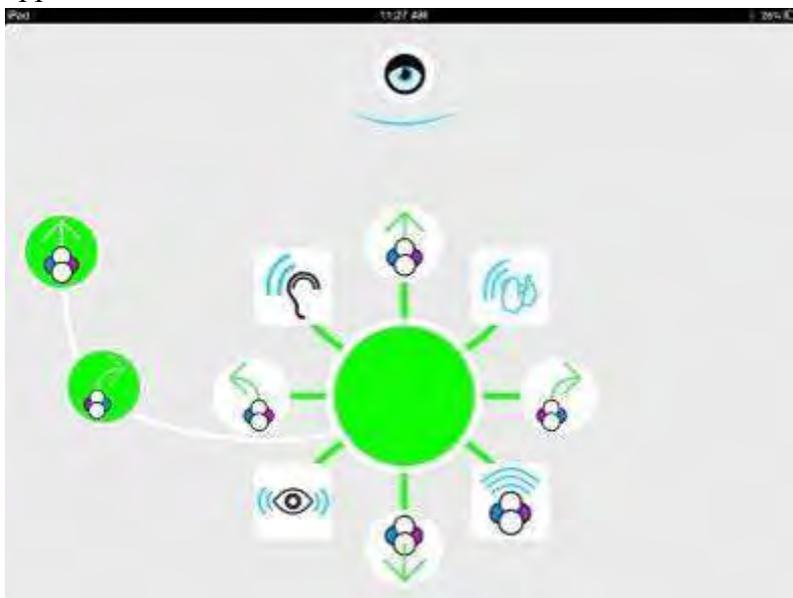


Yana est plus petit mais ne peut pas se déplacer automatiquement. Il possède des capteurs et doit utiliser de la lumière ou des sons pour agir. Yana peut cligner de l'œil et raconter des histoires.

Les robots peuvent être programmés avec des interfaces iOS sur iPad ou iPhone, et les programmes sont transmis au robot par liaison Blue Tooth.

Cette interface de programmation visuelle permet aux élèves de constituer des séquences d'instructions qui aboutiront à des actions des robots et, ainsi, d'apprendre par le jeu et l'exploration.

Tous les ordres sont transmis aux robots à travers une API, laquelle peut être utilisée par n'importe quel langage de programmation. Une API (Application Programmable Interface), est une « interface de programmation » ou « interface pour l'accès programmé aux applications ».



Programmation API



Accès au code

Pour l'instant (mai 2014) les robots peuvent s'acheter sur internet 198 dollars. Il est également possible de les acheter séparément, le petit Yana étant vendu seulement 49 dollars.

Fondé aussi par des experts du marketing, Play-i proposera aussi tout un ensemble d'accessoires pour personnaliser les robots : un xylophone, un bras, une barre horizontale (type chasse-neige)

Bo et Yana : quels usages pour le handicap ?

L'intérêt de la robotique pédagogique pour la **structuration de l'esprit** n'est plus à démontrer.

L'utilisation d'un robot de plancher présente un réel intérêt pour les élèves présentant des **troubles du langage**. En effet, cette activité est liée à la description précise des mouvements du robot.

Il est également pertinent pour les élèves présentant des **troubles liés à la motricité**. En effet, c'est le mobile qui se déplace, en fonction des instructions qui lui sont données. Il y a **décentration** de l'élève.

Pour les élèves présentant des **TIFC**, la **décomposition** d'un mouvement très simple du robot peut permettre de les mettre en situation de réussite sur des problèmes simples.

Dans ce type d'activités, l'utilisation du robot programmable est un atout essentiel qui permet de **valider immédiatement** la solution proposée. Dès lors que son maniement ne constitue plus un problème, il offre l'indéniable intérêt d'un **objet cybernétique**, à la programmation rigoureuse, qui permet de vérifier (ou d'infirmer), de manière prégnante, les hypothèses avancées. Il constitue un excellent auxiliaire à de véritables activités de résolutions de problèmes



Les séquences d'instructions peuvent être effectuées avec des interfaces de programmation en langage naturel manipulant des « blocs » tel que Scratch (développé par le MIT) et Blockly (de Google)

Lorsque les choses deviennent plus complexes, on pourra écrire directement des lignes de codes.

Il est clair que la notion de codage (et donc l'apprentissage du codage) est au cœur des préoccupations de Play-I et que le fait de pouvoir contrôler son programme en observant les mouvements du robot est un outil de motivation important.

Les élèves pourront programmer les robots à l'aide d'une interface graphique. Il s'agit de se familiariser avec les raisonnements informatiques : décomposition d'une tâche complexe en une succession de tâches simples, résolution de problèmes, structures de contrôles...

Aisoy1 V5

Aisoy1 V5 est un robot programmable à vocation émotionnelle et sociale.

Il est programmable dans des langages tels que Scratch, Blockly et Python. On peut ainsi le programmer pour le faire parler, se déplacer, sentir si vous le touchez ou jouer.



Description

Aisoy1 V5 est un robot jouet programmable.

- **Les émotions**

Une de ses particularités est qu'il peut « exprimer » des émotions et éventuellement établir un **lien affectif** avec les élèves, notamment les élèves avec Troubles du Spectre Autistique (TSA).

En effet, il est capable d'effectuer des mouvements de la tête et modifier les expressions de son « visage » afin d'interagir avec les élèves.

Il peut combiner des mouvements de tête horizontaux et verticaux, faire bouger sourcils et paupières.

Ainsi Aisoy1 V5 peut exprimer des émotions qu'il peut également enrichir en utilisant des lumières, des animations de la bouche et du ventre et, bien sûr aussi, la parole.

L'effort qui a été fait pour programmer ces émotions peut être utilisé dans un large éventail d'activités où celles-ci sont essentielles. Cette « **capacité sociale** » du robot à créer un lien émotionnel avec l'élève peut se révéler intéressante pour les enfants atteints d'autisme.

- **Les capteurs**

Aisoy1 V5 possède des capteurs tactiles au niveau de la tête et du corps afin de pouvoir réagir si l'élève le touche. Ainsi il peut se comporter et réagir de manière adaptative en fonction de ce qui se passe autour de lui.

Grâce à un accéléromètre Aisoy1 V5 peut aussi connaître sa propre position : couché, face vers le bas, à l'envers, etc...

D'autres capteurs externes comme le capteur de température sont également présents.

Le robot devra cependant être programmé avec Scratch ou Python pour effectuer les actions voulues.

- **Le regard**

Une autre particularité du robot Aisoy1 V5 est qu'il intègre une caméra 3Mpx à l'intérieur des yeux du robot. Celle-ci utilise des algorithmes de vision artificielle pour mettre en œuvre la détection de visages et permettre de réagir en fonction du visage qui lui fait face.

Le robot peut également, grâce à cette caméra, utiliser la lecture des QR-codes qu'on aura préalablement associée à diverses fonctionnalités. Par exemple, exécuter telle ou telle action (parler, bouger, etc...) en fonction du QR-code qui est montré au robot.

- **Airos Manager**

Airos Manager est l'application permettant de gérer le robot Aisoy1 V5.

Elle permet notamment de :

- Changer le nom du robot,
- L'enregistrer,
- Connaître les informations internes du robot (adresse IP , état de la batterie...),
- Modifier le volume du haut parleur du robot,
- Connecter le robot au réseau wifi,
- Synchroniser le robot avec les programmes Scratch,
- Programmer directement le robot...

La programmation **Scratch** est un environnement développé par le MIT Media Lab et basé sur la programmation visuelle de blocs et de boîtes à outils. C'est un langage facile à appréhender, utilisable par des élèves de l'école élémentaire. Cette programmation visuelle fonctionne par un système de « glisser-déposer » de blocs et permet donc de programmer le Aisoy1 V5.

Exemple de programme Scratch pour le robot (données distributeur) :



On peut également utiliser Blockly qui est un langage de programmation visuel créé par Google.

Résumé sur Aisoy1 V5 (données distributeur) :



Aisoy1 V5 : quels usages pour le handicap ?

Aisoy1 V5 a été créé par Aisoy Robotics, du Parque Científico-Empresarial Universidad Miguel Hernández (PCUMH) en Espagne, vainqueur de la fondation Everis 2013 Entrepreneurs Award.

Ce robot a été conçu, entre autres, pour **stimuler les émotions** et **améliorer la communication**. Il peut donc servir d'aide pour des élèves hyperactifs ou des élèves atteints de troubles du spectre autistique (TSA), car leur attention peut être captée par le robot et des prémisses de communication peuvent alors apparaître.

A la suite d'une série de tests menés par le concepteur d'Aisoy1 V5, en collaboration avec l'Association Tamarit à Elche (Espagne) qui aide les enfants hyperactifs, un des testeurs affirme: « *Ce fut vraiment un succès. Merci à ce robot, nous avons réussi à les garder concentrés et alertes pendant les vingt minutes où l'action a eu lieu* ».

La robotique pédagogique permet d'analyser, de découvrir, de construire des hypothèses, d'expérimenter, de collaborer, de partager et de communiquer. C'est pourquoi elle est adaptée aux apprentissages des jeunes élèves. Si on accepte, en outre les postulats suivants :

- Les jeunes élèves ont besoin de **toucher, jouer et expérimenter** avec des objets du réel.
- Les élèves ont besoin de **s'engager dans l'action, d'adhérer au projet pédagogique**.
- Les élèves établissent souvent une **stratégie personnelle d'apprentissage**.
- Les élèves, et notamment les élèves en situation de handicap, ont besoin de **progresser à leur propre rythme...**

Alors, un robot interactif comme Aisoy1 V5 peut permettre de répondre à ces nécessités. En effet, Aisoy1 V5 est un conçu comme « robot émotionnel », un « robot **compagnon** », étudié pour créer une certaine forme de lien « affectif » avec l'élève.

En réagissant au toucher et au regard, il capte l'attention de l'élève et l'engage dans l'expérience d'apprentissage de manière ludique et durable.

Le fabricant, Aisoy Robotics, le présente comme un robot apte à la prise de décision, à converser et à agir en fonction du contexte et de son interlocuteur.

Il semble même que le robot soit capable d'apprendre de son environnement et des interactions des élèves avec lui

« *La nouvelle version de ce robot va bientôt inclure le système d'exploitation (Airos 6) avec lequel il deviendra un dispositif indépendant et autonome capable de comprendre les commandes, de répondre aux questions, de se déplacer et même de commencer une conversation* » nous annonce-t-on.

On peut cependant se poser la question de la mise en œuvre pour un enseignant. En effet, si on ne doute pas que le robot soit « capable de » ; on peut légitimement s'interroger sur « qui va faire » en sorte qu'il fasse ce qu'on souhaite. Autrement dit, il ne s'agit pas là d'un produit totalement « clé en main » et « prêt à l'emploi » mais d'un robot qu'il va falloir programmer pour qu'il exécute les actions voulues. Nous ne pouvons pas actuellement (mars 2016) affirmer que la programmation du robot, notamment pour qu'il interagisse comme on le souhaite avec des élèves porteurs de troubles du Spectre Autistique, est à la portée de tous. La mise à disposition pour les enseignants spécialisés d'une bibliothèque de programmes téléchargeables adaptés et gratuits serait un atout indéniable.

Le drone programmable Parrot Swat : pour faire de la robotique en 3D

La marque Parrot est le leader français dans le domaine des mini-drones.

Cette marque a retenu notre attention car nombre de ses productions sont programmables à l'aide d'un langage de type « scratch ». En effet, si le maniement direct du drone est ludique, c'est sa programmation dans l'espace qui nous semble un véritable objet d'apprentissage.

Description



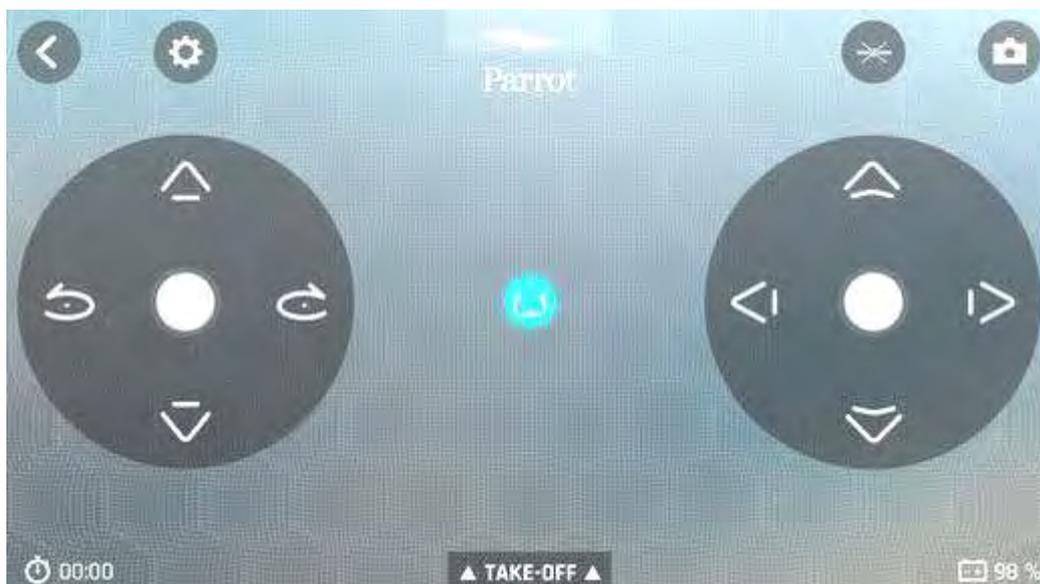
Nous nous sommes intéressés spécifiquement au Parrot Airborne Night Swat qui est un mini-drone de dernière génération (décembre 2016), robuste et résistant bien aux chutes.

Il a également l'avantage d'avoir une fonction « Take off » qui le met en vol stationnaire de manière stable et une fonction « Land » qui lui permet d'atterrir en douceur. Il est doté, à l'avant, de deux petits phares sur lesquels on

peut faire des réglages (intensité, clignotement...) ; il intègre également un appareil photo, de qualité médiocre.

Le petit quadrotère pèse 54 grammes, peut atteindre la vitesse de 18km/h et faire des figures acrobatiques (saltos, loopings..) préprogrammées par le constructeur.

On peut télécharger gratuitement sur téléphone ou tablette Ios ou Android « FreeFlight Mini », une application pour le pilotage direct munie d'une interface utilisateur très intuitive.



La connexion entre la tablette et le drone se fait par Bluetooth et de manière simple et rapide. La durée de vol est d'environ 10 minutes, le temps de charge de la batterie de 25 minutes et le rayon d'action du drone de 20 mètres maximum. L'achat d'un chargeur et de quelques batteries supplémentaires sera indispensable pour une utilisation pédagogique.

Du drone ludique au drone pédagogique

Comme nous l'indiquions ci-dessus, la dimension pédagogique de ce drone est apportée par sa possibilité de programmation.

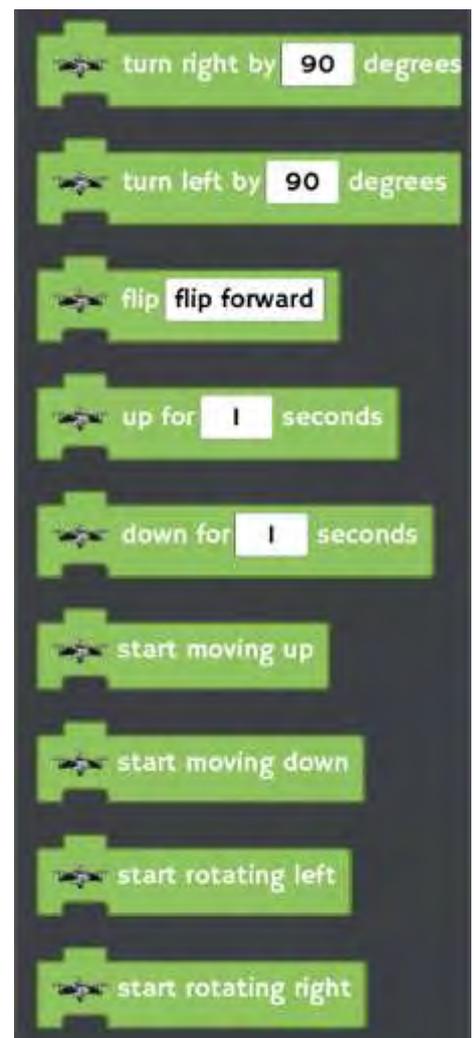
Pour cela, il convient de télécharger gratuitement (sur téléphone ou tablette Ios ou Android) l'application « **Tynker** », qui permet de programmer le drone Parrot Airborne Night Swat (et d'autres quadrotères de la marque).

Pour démarrer la programmation du robot, la méthode est très simple. Il s'agit :

- D'activer le Bluetooth de la tablette et de l'appairer la tablette avec le drone
- De lancer l'application Tynker, de cliquer sur Project, de cliquer sur Create New Project
- De cliquer sur Connected Toys, puis sur Air Controller
- De vérifier que le drone est reconnu par l'application et connecté (point vert)
- De créer son programme

Tynker est un langage de programmation de type « Scratch », malheureusement en anglais seulement, dans lequel on associe des blocs de commandes.

Voici les commandes disponibles :



Ces instructions permettent de prévoir les mouvements du robot :

- décolle/atterris,
- avance/recule, monte/descends, pivote à droite/pivote à gauche durant x secondes,

- commence à monter/descendre/tourner à droite/tourner à gauche.

Elles permettent en outre de

- faire une figure particulière (flip) avant/arrière/droite/gauche,
- prendre une photo à partir du drone, de la télécharger sur la tablette, de l'effacer de la mémoire du drone.

Le programmeur dispose également de structures de contrôle et d'autres instructions :



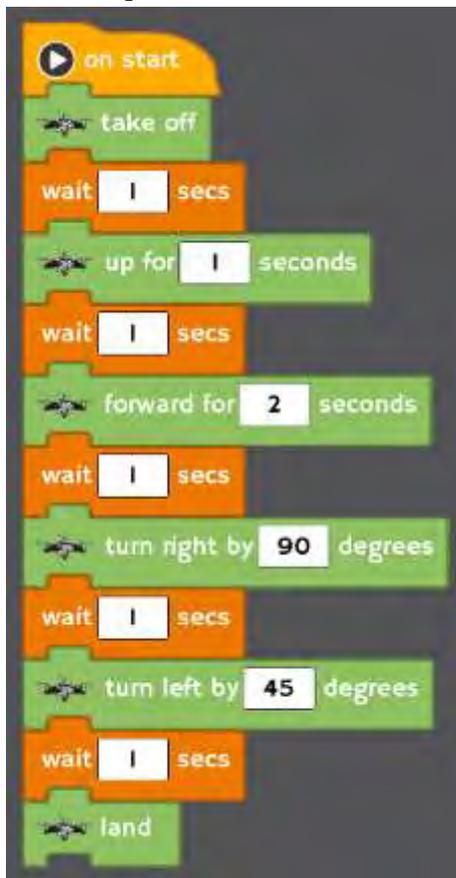
Lorsque le programmeur clique sur la flèche, le programme démarre.

La structure de contrôle « répétition indicée » qui permet de répéter un bloc d'instructions le nombre de fois voulu.

La structure de contrôle « Si... Alors » n'est pas utilisable avec ce drone.

Temporisation de x secondes.

Ainsi on peut combiner les instructions afin de constituer un programme :



On notera qu'on a préféré utiliser une brève temporisation d'une seconde entre chaque mouvement du drone afin de lui laisser le temps de se stabiliser.

Intérêts de la programmation du drone

Rappelons encore qu'il ne s'agit pas de piloter un drone mais de le programmer, ceci conformément aux nouveaux programmes de l'Ecole Primaire de 2015 dans lesquels figure l'apprentissage du code informatique.

Il s'agit donc, ainsi que nous l'avons toujours soutenu, d'utiliser le drone (comme tout robot pédagogique) pour « résoudre des problèmes ». Par exemple :

« Le drone est posé sur la table, orienté vers la fenêtre. Il doit passer dans le cadre installé, aller survoler une zone fixée, la photographier et revenir à sa position de départ en retraversant le cadre dans l'autre sens. »

Une fois le problème posé, l'élève devra réaliser le programme, c'est-à-dire l'enchaînement d'instructions qui permettra au drone de réaliser le parcours souhaité.

Pour ce faire, l'élève devra associer les instructions écrites sur la tablette aux mouvements supposés du drone. Il devra donc travailler les compétences suivantes :

- construire l'espace et le temps
- être capable d'anticiper :
 - un parcours
 - un résultat
 - une mesure de distance
 - une mesure d'altitude
 - une durée
 - une position
- se décentrer
- utiliser le vocabulaire topologique « à droite », « à gauche », « au-dessus de », « en-dessous de »...
- être capable de remettre en cause, d'ajuster son résultat
- verbaliser le déplacement, les erreurs, les ajustements

Dans cette optique de « résoudre des problèmes » avec un drone pédagogique a été créé le site **DefiDrone** (<http://defidrone.jimdo.com/>).

Le principe de ce site collaboratif est le suivant : « Se lancer dans #defidrone, c'est faire programmer un drone pour lui faire réaliser des actions définies en amont. Il s'agit de proposer aux élèves une initiation ludique au code, telle qu'elle est prévue dans les nouveaux programmes du collège. Aujourd'hui, de nombreux drones se programment à partir d'une tablette ou d'un ordinateur. Toutes les disciplines sont concernées et trouvent une place, des nécessaires calculs mathématiques aux interactions avec le drone en EPS. Mettre en projet l'enfant pour l'inspirer et rendre les enseignements inspirants. Le drone au centre. Les élèves autour. Ou l'inverse. Les compétences en construction en ligne de mire, de la maternelle au Bac »

Pour y parvenir, le principe est le suivant :

1. Créer un atelier Defidrone dans lequel les élèves s'initient à la programmation avec des drones.
2. Avec les élèves, choisir un défi sur le site Defidrone et le réaliser.
3. Filmer la réussite (ou non) du défi et partager la vidéo sur le compte twitter de l'atelier.

4. Avec les élèves, proposer un défi sur le site pour faire vivre la communauté.
5. Ne pas oublier de mettre le compte Twitter @defi_drone en copie, pour partager cette expérience collaborative !

« Se lancer dans un « atelier drone » et faire découvrir la programmation aux élèves dans le cadre du cours de technologie, d'un EPI, d'un « club » ou de tout autre dispositif, c'est un nécessaire premier pas. Partager ces activités, faire collaborer ses élèves autour d'un projet commun et travailler avec d'autres élèves, c'est encore mieux. Grâce au réseau Twitter, les élèves des ateliers lancent et relèvent des défis en France, en Belgique, en Suisse, au Canada, et dans tous les établissements francophones. Ce faisant, ils sont amenés à utiliser les réseaux sociaux de façon responsable, en plus de travailler dans une logique collective au sein de leur atelier ».

Un recueil d'exemples d'activités pédagogiques autour des drones Parrot, envisageables avec les élèves, est disponible sur le net :

http://ticeps.free.fr/parrot_education/40%20activit%C3%A9s%20Parrot%20Educators%20v1.pdf

Le drone Parrot Airborne Night Swat et les élèves en situation de handicap

L'association du drone Parrot Airborne Night Swat et du programme Tynker sur tablette numérique constitue une ressource intéressante pour les élèves en situation de handicap. En effet, le programme peut être sauvegardé sur la tablette et donc être vérifié, commenté, amendé en fonction du mouvement effectif du drone. Cependant, la programmation sur tablette pose des problèmes importants aux élèves ayant des difficultés motrices car le maniement des blocs instructions requiert une bonne motricité fine. Toutefois, dans l'hypothèse d'une intégration en milieu ordinaire, on peut concevoir une **collaboration** entre un élève handicapé moteur et un élève valide. Le premier prépare son trajet mentalement tandis que la série d'instructions est confiée au second pour la programmation effective du drone.

L'utilisation du drone offre un réel intérêt pour les élèves présentant des **troubles du langage**. En effet, cette activité est liée à la description précise des mouvements du quadrotère.

Il est également pertinent pour les élèves présentant des **troubles liés à la motricité**. En effet, c'est le mobile qui se déplace, en fonction des instructions qui lui sont données. Il y a **décentration** de l'élève.

Pour les élèves présentant des **TIFC**, la **décomposition** d'un mouvement très simple du drone peut permettre de les mettre en situation de réussite sur des problèmes simples. De plus, le drone est un objet très valorisant auprès des jeunes et savoir le programmer permet de leur renvoyer une image très positive.

Dans ce type d'activité, l'utilisation du drone programmable est un atout essentiel qui permet de **valider immédiatement** la solution proposée. Dès lors que son maniement ne constitue plus un problème, il offre l'indéniable intérêt d'un **objet cybernétique**, à la programmation rigoureuse, qui permet de vérifier (ou d'infirmer), de manière prégnante, les hypothèses avancées. Il constitue un excellent auxiliaire à de véritables activités de résolution de problèmes.

Vous trouverez ci-dessous le compte-rendu de l'utilisation du drone Parrot Airborne par des élèves en situation de handicap, rédigé par Baptiste Melgarejo, enseignant spécialisé et coordonnateur d'ULIS Pro à Sarreguemines.

La formation à la programmation de drones par des élèves en situation de handicap (Troubles TFC) à des élèves neurotypiques

*En ce qui concerne l'apprentissage, nous allons, dans un premier temps, examiner les critères de choix retenus pour un drone utilisé **en salle** :*

1. Être accessible à tous (version grand public).
2. Avoir un coût raisonnable, que ce soit à l'achat ou à l'utilisation.
3. Trouver facilement des pièces détachées.
4. Être ludique, afin que les élèves en situation de handicap ne soient pas « inquiets » quant à la programmation de cet objet connecté.
5. Pouvoir se référer à une ou plusieurs communautés de passionnés qui alimentent de manière multiforme (vidéos, articles, défis) des réseaux sociaux, sites internet ou tutoriels vidéos.
6. Être le plus robuste possible, sans être dangereux pour l'utilisateur.
7. Être utilisable en salle de cours, pour une séance de plusieurs minutes.

L'Airborne (Night Swat ou Cargo) répond à l'ensemble de ces critères. Il est accessible et abordable (moins de 100€). C'est un drone relativement petit, facilement maniable dans une salle de cours (vitesse de pointe 18 km/h), équipé d'un appareil permettant de faire des photos « par le dessus » et facilement programmable grâce à l'application Tynker téléchargeable gratuitement sur iOS (App store) et Android (Google Play).

Les pièces détachées telles que les hélices ou les batteries sont disponibles dans les grandes surfaces et sur de nombreux sites internet, y compris celui du fabricant, à des coûts relativement abordables, une quinzaine d'euros pour une batterie et moins de cinq euros pour les hélices.

En 2 ans d'utilisation, nous n'avons pas eu de problème majeur. Seules les hélices ont été changées, suite aux nombreux chocs dus aux erreurs de pilotage ou de programmation.

Les détails techniques, ainsi que les utilisations possibles sont visibles sur :

- Le site du constructeur Parrot : <https://www.parrot.com/fr#>
- La page spécifique Parrot éducation : <http://edu.parrot.com> et <https://activites.parrot.com/>
- 40 activités spécifiques à l'apprentissage avec les drones : http://ticeps.free.fr/parrot_education/40%20activités%20Parrot%20Educators%20v1.pdf
- La page #défidrone : <https://defidrone.jimdo.com>

D'un point de vue pédagogique

« Il n'est pas de bonne pédagogie qui ne commence par éveiller le désir d'apprendre ... »¹

¹ Francois de Closets.

Nous sommes partis du désir d'apprendre pour nous poser la question de « comment apprendre » la programmation du code grâce à des objets novateurs et motivants pour les élèves.

Ainsi, à l'origine, nous avons décidé d'utiliser des drones pour apprendre le code, avec notamment des logiciels de type Tynker et nous nous sommes vite rendu compte que l'utilisation d'un drone ne s'arrêtait pas juste à sa programmation ou à son pilotage.

Dans cette partie nous ne reviendrons pas sur les différentes applications et logiciels qui permettent de programmer, d'utiliser ou encore de piloter un drone.

Nous observerons plutôt en quoi l'utilisation de drone a permis de mettre en place des pédagogies de type différenciée, participative, collaborative ou encore numérique. Nous avons pris le parti de former des élèves à besoins particuliers (en situation de handicap) à l'utilisation de ces objets numériques afin qu'ils puissent transmettre leur savoir à leurs camarades permettant ainsi l'apprentissage entre pairs.

Nous travaillons dans un lycée général et technologique accueillant environ 900 élèves et intégrant le dispositif Ulis Pro accueillant 10 élèves âgés de 15 à 16 ans ayant des troubles des fonctions cognitives.

Certains de nos élèves ont des troubles autistiques (TSA voir TED) mais peuvent échanger autour de l'utilisation des drones. Cependant la majorité des élèves ont des troubles des fonctions cognitives (TFC) qui les empêchent de se concentrer, de lire ou encore de dialoguer avec les autres.

De l'apprentissage frontal à l'apprentissage entre pairs

Dans un premier temps nous avons utilisé une pédagogie frontale : l'enseignant (ou l'élève) explique à l'ensemble de la classe le fonctionnement et la programmation du drone.

Puis, très naturellement, l'apprentissage par expérience s'est imposé ; ainsi l'élève a appris par lui-même, par essai/erreur, à faire voler des drones de type « Airborne ». Pour chacune de ses erreurs, l'élève peut discuter et échanger avec l'enseignant ou ses camarades pour comprendre les phénomènes logiques ou physiques liés à son erreur.

Ainsi, nous avons travaillé avec certains élèves sur la programmation mais aussi sur les flux thermodynamiques liés au déplacement des drones à l'intérieur d'une salle ou, même, sur les courants d'air.

Nous avons aussi étudié, plus simplement, les formes géométriques, pour programmer un déplacement de forme « carré », que ce soit avec des notions de longueurs et de temps de vol mais aussi en fonction de caps ou d'angles. Ainsi les drones ont permis de travailler des notions logiques, géométriques, mathématiques mais aussi physiques ou mécaniques.

Dans un second temps, il est intéressant d'observer ce que les élèves ont retenu en les mettant à la place de l'enseignant afin de pouvoir former les autres.

Pour cela, nous organisons un apprentissage entre pairs en demandant à des élèves dits neurotypique, c'est à dire, sans handicap, s'ils désirent se former sur les drones avec l'aide d'un élève en situation de handicap (sans mettre l'accent sur le handicap).

Ainsi, nous avons montré à ces élèves « ordinaires » qu'ils peuvent apprendre des élèves du dispositif Ulis.

Il est intéressant d'observer que des élèves ayant des troubles déficitaires de l'attention font des efforts très importants pour pouvoir se calmer et expliquer de manière posée à des élèves ordinaires le fonctionnement d'un drone.

Et il est tout aussi intéressant d'observer que ces élèves ordinaires se posent désormais la question de savoir « pourquoi les élèves d'Ulis n'arrivent pas apprendre comme eux ? ».

Dans une troisième phase, nous décidons de faire participer nos élèves à des « défis » grâce à une plate-forme nommée « défidrone » (<https://defidrone.jimdo.com>). Ainsi, nos élèves ont pour « mission » de décoder les consignes puis de préparer, de programmer et de filmer leur défi, afin de le mettre en ligne et de se soumettre aux réactions d'autres établissements à travers la France. Les élèves se sont très rapidement pris au jeu et ont échangé, grâce à des horaires aménagés, avec d'autres élèves du lycée afin de réaliser ces défis. Les élèves en situation de handicap ont ainsi proposé leurs défis, pour test, aux élèves dits « ordinaires ».

À ce jour, lorsqu'un élève de l'établissement désire apprendre et se former sur la programmation des drones, il vient au sein du « FabUlis ». C'est un élève en situation de handicap qui l'accompagnera dans sa démarche expérimentale afin d'apprendre à programmer un drone.

Une concentration particulière

*Ce qui peut paraître compliqué, voire surprenant, est la **capacité de concentration d'un élève ayant des troubles déficitaires de l'attention** avec ou sans hyperactivité (TDA ou TDAH), lors de l'utilisation d'un objet de type « drone ».*

En effet, des élèves ayant des syndromes d'hyperactivité passent beaucoup de temps à essayer de se calmer pour expliquer à d'autres élèves le fonctionnement d'un drone.

Nous avons même mis à disposition un canapé pour permettre aux élèves d'apprendre autrement et de manière plus sereine.

*Nous avons aussi travaillé sur la capacité de concentration de ces élèves TDA lorsque, par exemple, ils travaillaient sur une tâche plus classique, alors qu'autour d'eux, d'autres élèves travaillent sur les drones, créant ainsi des perturbations au niveau attentionnel. Ainsi l'élève ayant des troubles déficitaires de l'attention explique à ses camarades ses difficultés à se concentrer. En retour, ses camarades prennent en considération ces troubles et s'organisent pour travailler sereinement sur ces deux activités distinctes. **Ainsi l'élève TDA apprend à se concentrer et se laisse moins distraire** lorsqu'il est inclus en milieu ordinaire.*

En conclusion

Les possibilités pédagogiques de ses objets programmables ne s'arrêtent pas à ces quelques exemples et nous vous invitons à consulter sur les réseaux sociaux, de type tweeter et autres, les communautés de pédagogues ou didacticiens qui partagent leurs situations d'apprentissages.

La limite de l'utilisation des drones dans l'apprentissage est la limite que l'on s'impose dans nos pratiques pédagogiques. Ainsi les drones sont des outils agréables, valorisants, sûrs et ludiques permettant de proposer des pédagogies spécifiques aux élèves à besoins particuliers, mais aussi à des élèves neurotypiques, favorisant ainsi les rencontres et les échanges entre pairs.

Le drone Parrot BEBOP 2



Description

Ce drone est un aéronef de plus grande envergure (38 x 33 x 9 cm) que les mini-drones, plus rapide et donc plus difficile à piloter dans une salle de classe. C'est un drone à utiliser à l'extérieur, et il faut donc respecter la législation concernant les aéronefs. Il doit être utilisé dans un cadre privé, car les zones de survol en milieu urbain sont très limitées.

Ce drone, cependant, permet de mener des projets ambitieux de physique et de mécanique.

Il sera surtout utilisé pour filmer en vue de dessus.

Il convient d'être vigilant car ce drone peut se déplacer jusqu'à 50 km/h et atteindre une hauteur de 150 m, devenant ainsi difficilement pilotable pour des élèves à besoins particuliers.



Il est important d'informer les utilisateurs, élèves ou enseignants, sur la législation concernant l'utilisation des drones sur le domaine public. Toutes les informations utiles sont disponibles sur les sites suivants :

- Site du Ministère : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Drones-aeronefs-telepilotes-.html>

- Carte GEOportail: <https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/restrictions-pour-drones-de-loisir> qui permet de connaître les zones de vols autorisées pour pratiquer son activité avec les aéronefs.

Il existe aussi un Guide PDF d'une vingtaine de pages, édité par la DGAC (Direction Générale de l'Aviation Civile), qui expose les principales règles d'utilisation des aéronefs de loisirs.

http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_Aeromodlisme_v1-0.pdf

Les caractéristiques du Parrot Bebop2 :

- Il a une autonomie de 15 à 25 minutes par batterie et il est possible d'utiliser plusieurs batteries afin de le faire fonctionner durant une heure (avec changement des batteries au sol).
- Il est équipé d'un serveur wi-fi ayant une portée du signal jusqu'à 300m.
- Il est équipé d'une caméra full HD, stabilisée, qui permet de filmer ou de photographier et aussi de piloter le drone à l'aide d'une tablette avec une vision à 180°.
- Sa structure renforcée en fibre de verre en polystyrène assure une certaine solidité.
- Les logiciels associés sont très intuitifs et permettent aux élèves de piloter et de programmer le drone en fonction des coordonnées GPS par exemple.
- Il coûte 550 euros.

Parrot Bebop 2 : quel usage pour le handicap ?

L'intérêt du Parrot Bebop 2 est qu'on peut le coupler à un pack FPV, qui permet une immersion et une « *expérience de vol ultime* ». En effet, ce pack est constitué d'une télécommande (plus maniable qu'une tablette ou un smartphone) spécifique aux drones Parrot, mais aussi d'un casque de réalité virtuelle dont l'écran permet de voir ce que le drone filme, rendant ainsi le pilotage beaucoup plus « immersif ».

L'élève en situation de handicap moteur pourra donc avoir la même vision que ce drone hyper mobile se déplaçant dans les airs.

Sites internet sur le Parrot Bebop2 :

Parrot bebop 2: <https://www.parrot.com/fr/drones/parrot-bebop-2>

Blog Parrot: <http://blog.parrot.com>

Pack FPV: <https://www.parrot.com/us/accessories/drones/parrot-fpv-pack#pack-fpv>

Quelques sites et vidéos sur le thème « drone et handicap » :

<https://www.francebleu.fr/infos/economie-social/des-handicapes-pilotes-de-drones-s-elever-au-dela-des-prejuges-1464459007>

<http://creapills.com/pilotage-drone-handicap-20160609>

<https://www.youtube.com/watch?v=lqYBaNMHwKk>

<https://www.youtube.com/watch?v=68UHn3pPUws>

https://www.youtube.com/watch?v=umODn_0IjEc

Sphero : des robots programmables avec un langage de programmation par bloc de type « Tynker » ou « Tickle »

Il existe d'autres objets mobiles programmables (début 2017) utilisant le même langage de programmation que le drone Parrot Airborne évoqué ci-dessus, à savoir les langages « Tynker » ou « Tickle » qui sont des langages de programmation par bloc, de type « Scratch ».



Exemple de programmation Tickle
Tynker

Exemple de programmation

Tickle est en français, il permet de programmer les objets roulants mais ne prend pas en charge les drones.

Tynker est en anglais. Tous deux permettent de programmer la gamme Sphero.

Tickle français		Tynker anglais	
Pour piloter :		Pour piloter :	
	Sphero 20		Sphero 20
	Sphero SPRK		Sphero SPRK
	Sphero BB-8		Sphero BB-8
	Sphero Ollie		Sphero Ollie
	Dash		
	Dot		
			Drone Parrot Airborne Swat
			Drone Parrot Airborne Cargo
			Parrot Jumping Sumo

Nous allons évoquer ci-après certains de ces objets mobiles programmables utilisant ces langages, les « **Sphero** ». Ce sont des « robots roulants ». Ils sont robustes et peu onéreux (moins de 100€).

Dans cette gamme, nous pouvons citer quatre modèles différents, à savoir :

La Sphero 2.0



- Balle robotique contrôlée par programme ou par application avec une vitesse de pointe de 2,13 m/s, dotée d'une coque en polycarbonate ultra résistante
- Connexion via Bluetooth SMART avec une portée de 30 mètres
- Socle de chargement par induction qui donne plus d'une heure d'autonomie à pleine vitesse
- LED de couleurs
- Étanche

Le Sphero SPRK : un robot même pour l'Enseignement Supérieur



Le robot Sphero SPRK+ est une boule robotique transparente dont la technologie interne est apparente. Pour charger Sphero SPRK+, il faut le placer sur un socle relié au courant par une prise USB. Le mobile va utiliser la charge inductive diffusée par le socle et, une fois chargé pourra fonctionner, de manière autonome, durant une heure.

Sphero SPRK + :

- Il est construit avec une coque en polycarbonate ultra durable et résistante aux UV et aux chocs.
- Les composants à l'intérieur sont tous clairement visibles,.
- Il se déplace très rapidement à une vitesse pouvant atteindre 2m/s.
- Il possède une liaison Bluetooth d'une portée de 30 mètres lui permettant de communiquer avec un smartphone ou une tablette.
- Des leds internes lui permettent de change de couleur. La boule peut ainsi être paramétrée pour s'allumer dans la couleur qu'on souhaite.
- On ne peut pas facilement ouvrir la coque et donc le risque de l'endommager de cette manière est faible.
- Il est programmable à travers de nombreux langages de programmations par blocs qui lui sont compatibles.



Sphero est fabriqué par la start-up **Orbotix** qui a créé **Lightning LAB** un langage spécifique (une version simplifiée du langage C) dédié à ce robot.

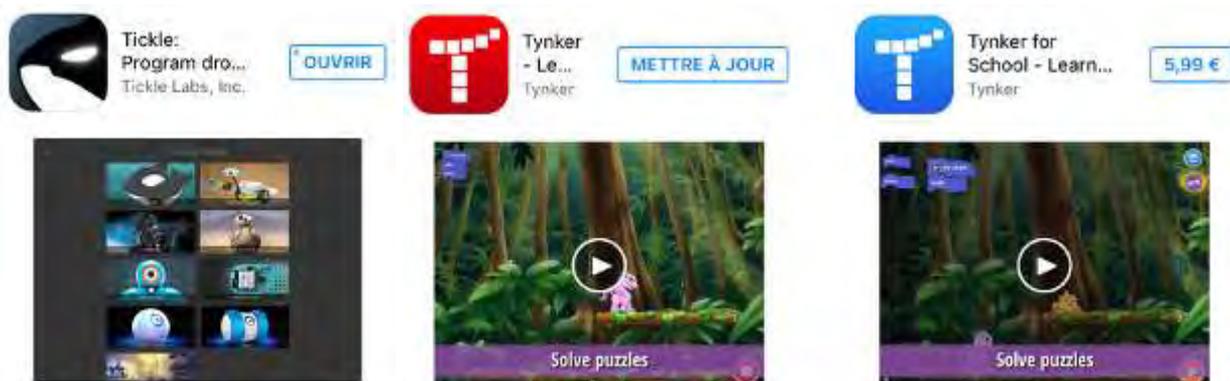
Cependant, d'autres développeurs ont créé des langages et des situations de jeux liés à Sphero SPRK+.

Lorsqu'on fait une recherche rapide sur l'App Store (mars 2017), on trouve au moins 7 applications liées au Sphero.





Il existe également deux applications de programmation multi-robots, l'une en français « **Tickle** » et l'autre en anglais « **Tynker** » qui peuvent se connecter au Sphero SPRK+



Parmi toutes ces applications, nous ne retiendrons que les 3 applications gratuites qui permettent de **programmer le Sphero**, à savoir



Dans tous les cas, il faut **appairer** le Sphero avec la tablette via les réglages de la liaison **Bluetooth** puis en appuyant doucement deux fois ("Wake up!") sur la boule on « réveille » le robot qui est alors prêt à l'emploi.

Une fois votre appareil mobile détecté et associé à Sphero, une mise à jour du micrologiciel s'effectuera si nécessaire.

Les applications vont engager l'élève dans la résolution de problèmes qu'il devra résoudre à l'aide du langage de programmation.

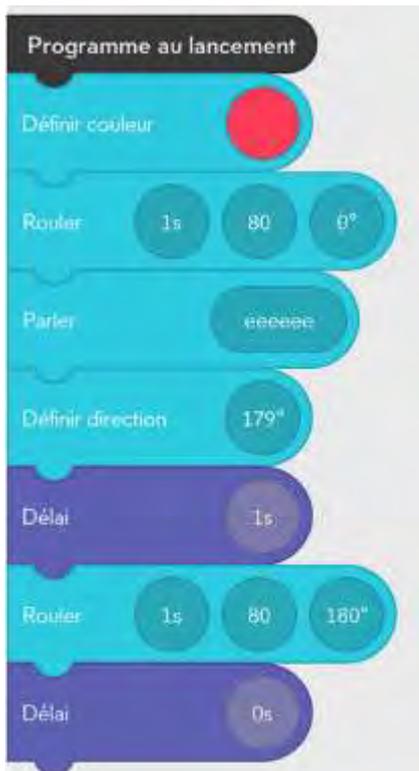
Ainsi, l'élève sera à même contrôler la boule et d'imaginer des parcours à coder.

Le langage Lightning LAB est un langage de programmation par bloc très complet.

Les instructions sont classées par catégories :

- Actions
- Ordres
- Opérateurs
- Comparateurs
- Capteurs
- Événements
- Variables

On peut donc, en assemblant les différents blocs construire un programme de ce type :



Il suffit de glisser-déposer des blocs dans l'application pour contrôler les fonctions, y compris la vitesse, la direction et les changements de couleur.

Les catégories sont détaillées dans le tableau de la page suivante :

- Actions



- Ordres



- Opérateurs



- Comparateurs



- Capteurs



- Événements



Lorsque les utilisateurs seront plus âgés et ou plus avertis, ils pourront utiliser les structures de contrôles (nommées curieusement « ordres » par le concepteur :

SI Condition ALORS

Action1

Action2

....

SINON

Action3

Action4

....

REPETER n fois

Action1

Action2

....

REPETER

Action1

Action2

....

JUSQU'A Condition

Le Lightning Lab de Sphero sert également de plate-forme de partage pour le codage et les projets. On peut s'inscrire dans la communauté en tant qu'étudiant ou enseignant afin d'écrire du code, de partager le travail et de participer à des projets collaboratifs. Les enseignants qui s'inscrivent peuvent également assigner des activités et effectuer une gestion des activités de la classe.

Lightning Lab est livré avec 12 tutoriels par défaut pour les élèves débutants, et les utilisateurs peuvent également explorer la communauté pour avoir des idées de projets supplémentaires.

Pour les spécialistes de la programmation informatique (enseignement supérieur) Lightning Lab fournit le code Oval du programme ou sa traduction en langage fonctionnel.

Code Oval

```
void startProgram()
{
  setRgbLed(255, 59, 89);
  doRoll(1, 80, 0);
  sendAsync(5, 0);
  controlSystemTargetYaw = 179;
  delay(1);
  doRoll(1, 80, 180);
  delay(0);
}
```

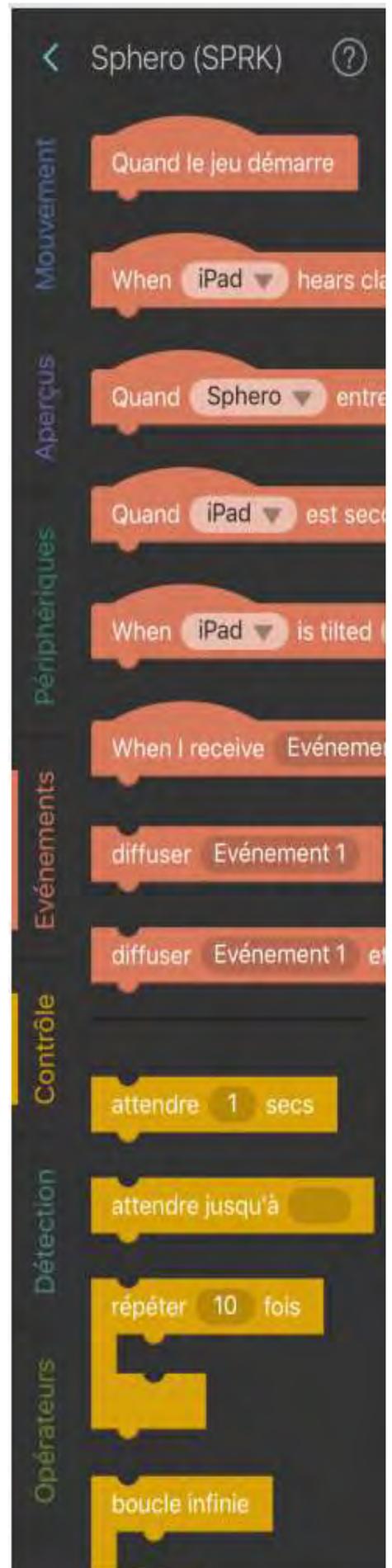
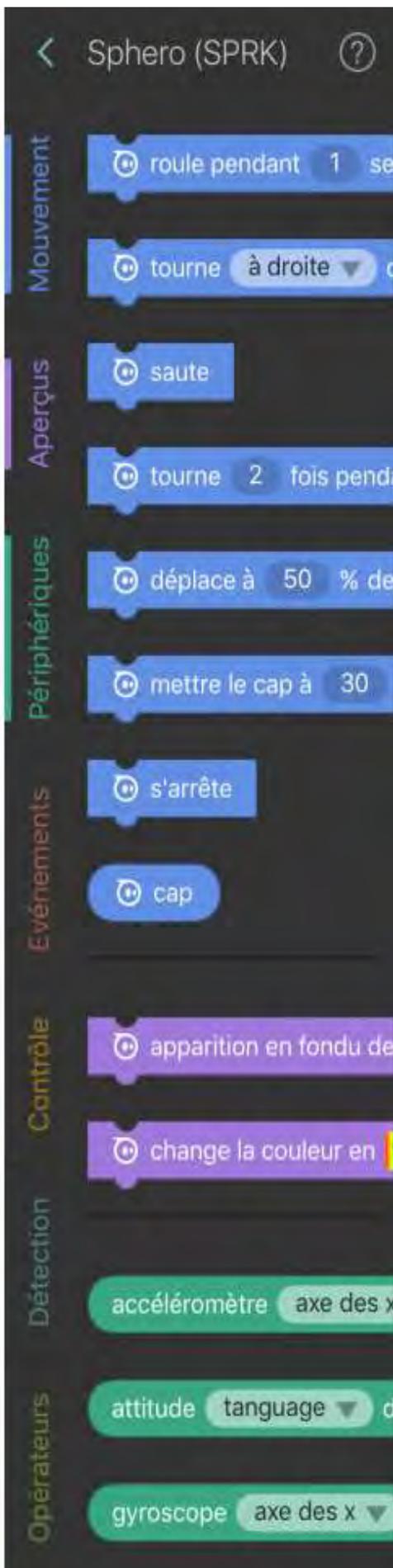
Variables

Fonctions

```
void _doRoll(float duration, float speed, float direction)
{
  if (duration > 0)
  {
    controlSystemTargetYaw = direction;
    controlSystemTargetSpeed = speed;

    float finishTime = currentRobotTime + duration;
    while (currentRobotTime < finishTime)
    {
      wait;
    }
  }
  controlSystemTargetSpeed = 0;
}
```

Si on souhaite utiliser le langage de programmation par blocs « Tickel », on disposera également de menus très complets :







Sphero est déjà largement utilisé aux Etats-Unis pour apprendre les bases de **la programmation à l'école**.

La version **SPRK+** est en effet dédiée spécialement au monde éducatif et à l'apprentissage du code, même si le matériel additionnel : ruban de labyrinthe, rapporteur 360 degrés et feuilles d'autocollants livrés avec le robot ne nous a pas convaincu.

Sphero SPRK+ peut se déplacer très rapidement et se contrôle à partir d'un **smartphone** ou d'une **tablette numérique**. Si Sphero a été imaginé pour jouer, c'est sa dimension « **objet programmable** » qui nous intéresse ici.

Bien entendu, pédagogiquement c'est **la programmation par blocs** (type Scratch) telle que **SPRK Lightning Lab** qui nous paraît déterminante.

De plus, Lightning Lab a une dimension **collaborative** qui permet d'échanger avec d'autres utilisateurs à travers le monde. On peut ainsi partager **défis** et **créations** avec la communauté et s'initier aux bases du codage informatique.

Le fait que le langage de programmation du Sphero puisse gérer les **structures de contrôles** permet même d'ouvrir la voie à des programmes d'une complexité certaine. De même, les informations données par les **capteurs** du Sphero vont pouvoir enrichir encore les programmes.

Le Sphero SPRK+ dévoile, grâce à sa coque transparente, l'ensemble des **mécanismes** qui se cachent à l'intérieur de la boule pour la faire fonctionner.

Le Sphero fonctionne sur tout type de revêtement suffisamment lisse. Il est étanche et ne craint pas l'eau.

Une page web en anglais, spécifique à cette version « éducation », offre des exemples, des programmations possibles, des fiches de cours, des vidéos, des tutoriels ...

<http://www.sphero.com/education>

La possibilité d'utiliser **les structures de contrôles** dans la programmation de Sphero va permettre d'élaborer des **algorithmes complexes** et d'utiliser ce support dans **l'enseignement supérieur**.

Le Sphero BB-8



Cette version « Star Wars » de la Sphero a des fonctionnalités légèrement différentes.

En effet, sa « tête » permet de programmer des mouvements de hochement de type « oui » ou « non » offrant ainsi de nouvelles possibilités de programmation basées sur les émotions et le dialogue, par exemple.

De plus, un mode « holographe », permet de projeter, depuis le robot, une vidéo préalablement réalisée par les élèves sur une tablette ou un smartphone, rendant ce robot encore plus interactif.

Exemple : <https://www.youtube.com/watch?v=pRwuAgrxKOs>

Pour en savoir plus, vous pouvez consulter les pages suivantes :

- Site fabricant : <http://www.sphero.com/>
- Site SPRK : <http://www.sphero.com/sprk-plus>
- Site spécifique à l'Éducation : <http://www.sphero.com/education>
- Site du LAB Sphero : <http://edu.sphero.com>

Le Sphero Ollie



La version « Ollie » de Sphero ressemble moins à une « boule » que les autres Sphero.

Ollie dispose d'une robuste coque en polycarbonate et peut atteindre une vitesse de pointe de 22 km/h. Elle est équipée de deux pneus Nubby et de deux enjoliveurs Prime pour des parcours tout-terrain et la réalisation de figures acrobatiques.

Le robot Ino-Bot

Description



Le Robot InO-Bot est un robot de plancher spécialement conçu pour être utilisé avec le langage de programmation SCRATCH disponible sur Ipad et sur ordinateur. Les élèves peuvent ainsi s'initier au codage informatique, concevoir et créer des programmes qui seront exécutés par le robot

Nous avons déjà l'occasion d'étudier des robots de plancher comme [Sphero](#) ou des mini-drones comme le [Parrot Airborne Swat](#) fonctionnant avec des langages de programmation par blocs de type Scratch. Autrement dit, des robot utilisant des langages conçus à la manière de Scratch, disponibles sur smartphones et/ou sur tablettes numériques.

Le robot InO-Bot, pour Input Output Robot, est un robot de plancher spécialement conçu pour être utilisé avec le langage de programmation originel Scratch. Ce dernier est disponible sur Ipad et également sur ordinateur. Nous ne disposons pas jusqu'à présent d'un langage par bloc, en français, implémenté sur un ordinateur et permettant de contrôler un robot par Bluetooth.

La plupart des ordinateurs portables sont équipé de liaison Bluetooth. La plupart des « tours » PC ne le sont pas mais l'on trouve pour une somme modique (moins de 10 euros) des mini-adaptateurs USB-Bluetooth qui permettent d'implémenter facilement le Bluetooth sur un ordinateur de bureau.

Les élèves peuvent ainsi s'initier au codage informatique, concevoir et créer des programmes qui seront exécutés par le robot

La coque transparente du robot rechargeable InO-Bot permet aux élèves de voir les LEDs s'éclairer et également d'observer les composants mécaniques et électroniques qui font fonctionner le robot.

Ino-Bot dispose également de capteurs qui vont permettre d'enrichir sa programmation.

Voici l'ensemble de ses caractéristiques. Le robot InO-Bot dispose :

- de 8 LEDs RGB (Red/Green/Blue),
- de 2 LED blanches pour les phares,
- d'un haut-parleur,
- d'un capteur de distance,
- de 4 « capteurs de coins » pour détecter une proximité,
- de capteurs de « suivi de ligne »,
- d'un contrôle programmable par le logiciel Scratch,
- d'un stylo pouvant s'intégrer pour laisser une trace ou dessiner des formes.

Il convient donc de disposer d'un terminal avec le logiciel Scratch installé :

Pour toutes les versions de Windows:

1. Assurez-vous que Scratch 2 Offline est installé. Pour plus de détails, voir:

<https://scratch.mit.edu/scratch2download/>

Penser à cliquer sur le globe en haut à gauche pour mettre Scratch 2 en français.

2. Téléchargez et installez le TTS Scratch Launcher à partir du support :

<http://www.tts-group.fr/ino-bot-scratch-programmable-bluetooth-floor-robot/1009821.html>



Il convient également d'**appairer** le robot InO-Bot avec la tablette ou le PC via les réglages de la liaison **Bluetooth**.

Gérer les périphériques Bluetooth

Bluetooth

Activé

Votre PC recherche les périphériques Bluetooth et est détectable par ces derniers.

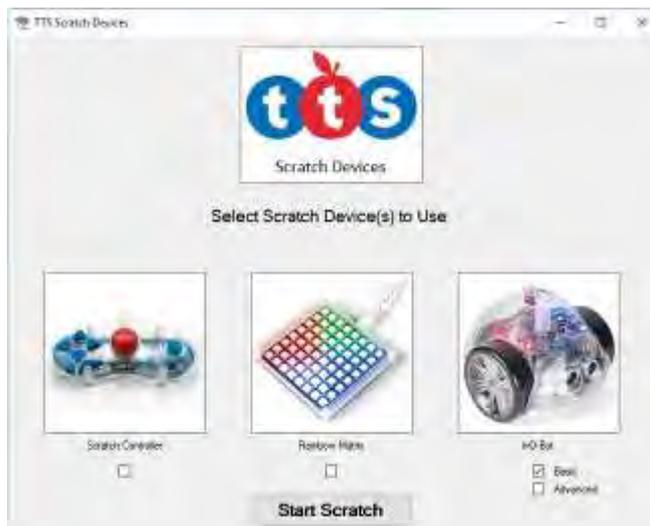
.....

 InO-Bot
Connecté

Curieusement, il faut appairé le robot avec le symbole du casque audio et ignoré l'icone tablette/smartphone.

Sous le robot, on trouve deux boutons poussoirs peu visibles. L'un, proche de la prise USB permet d'allumer et d'éteindre le robot. L'autre situé de l'autre côté de la batterie permet d'activer, ou pas, le son du robot.

Il faut ensuite lancer le programme TTS Scratch Launcher et cocher l'option InO-Bot et Start Scratch.



Basic : permet d'avoir les instructions de bases

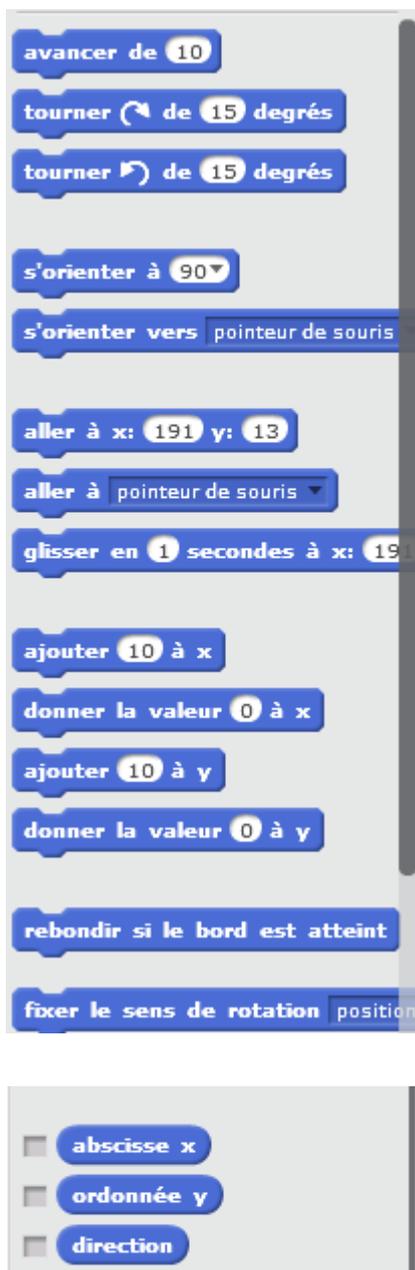
Advanced : permet d'avoir l'ensemble des instructions

Les instructions disponibles sont classées en catégories :



Les différentes catégories sont détaillées ci-après :

Mouvement



Mouvement

Apparence



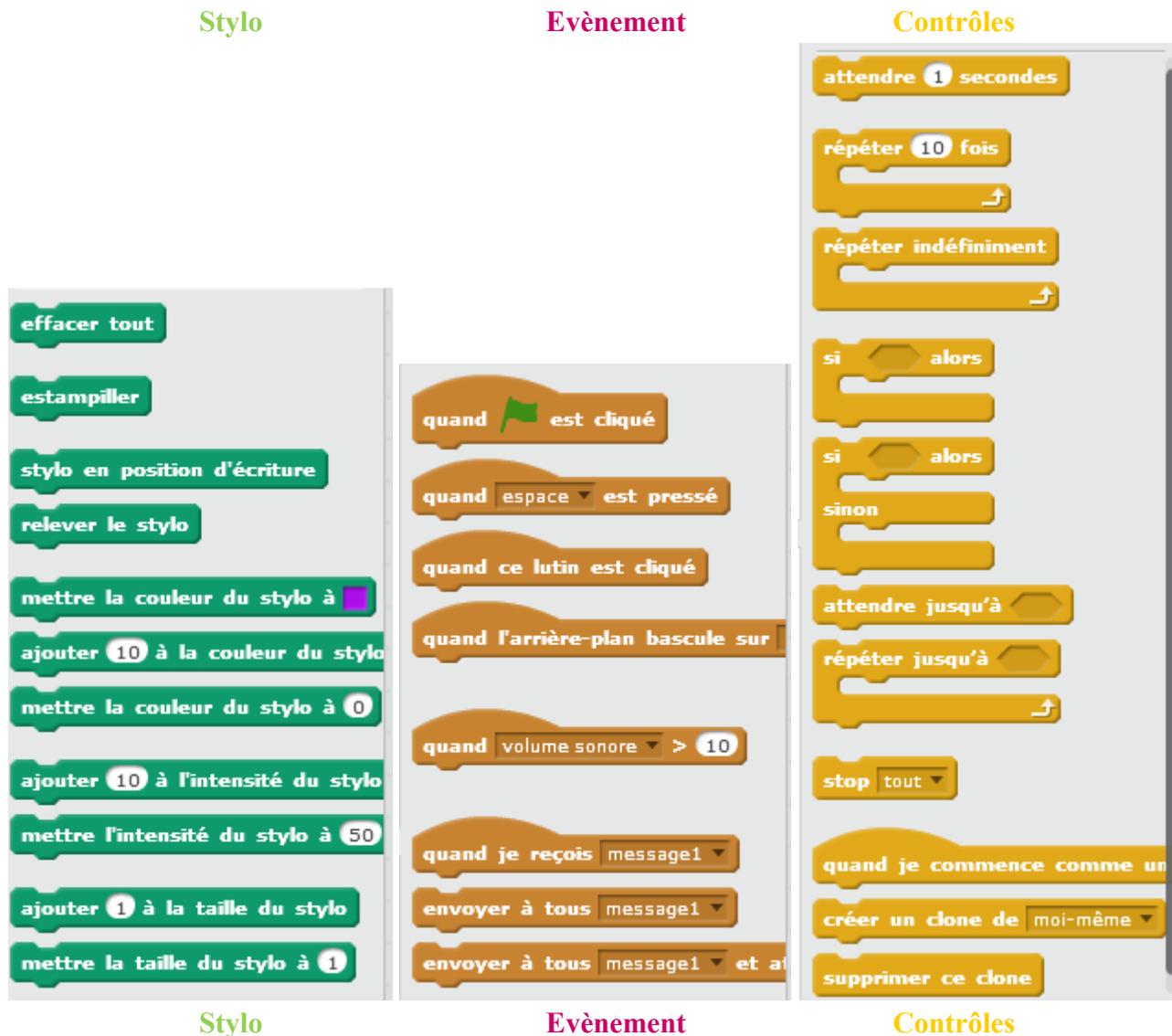
Apparence

Sons



Sons

Une des particularités du « lutin » Scratch est de pouvoir utiliser un « stylo » qui peut ainsi laisser une trace de son mouvement. Une série d'instructions liées à l'utilisation du « stylo » sont donc disponibles.



Lorsque les utilisateurs seront plus âgés et ou plus avancés dans leur apprentissage, ils pourront utiliser les structures de contrôles présentes dans Scratch et ainsi se confronter à des programmes d'une complexité croissante :

SI Condition ALORS

Action1
Action2
....

SINON

Action3
Action4
....

REPETER n fois

Action1
Action2
....

REPETER

Action1
Action2
....

JUSQU'A Condition

Capteurs	Opérateurs	InO Bot
<ul style="list-style-type: none"> pointeur de souris touché? couleur touchée? couleur touchée ? distance de pointeur de souris demander What's your name? et réponse touche espace pressée? souris pressée? souris x souris y volume sonore video mouvement sur ce lu activer la vidéo Activé mettre la transparence vidéo à chronomètre réinitialiser le chronomètre abscisse x de InO-Bot 	<ul style="list-style-type: none"> + / - / * / / nombre aléatoire entre 1 et 10 < / = / > et / ou / non regroupe hello world lettre 1 de world longueur de world modulo arrondi de racine de 9 	<ul style="list-style-type: none"> Set Name to Bot01 Set LED 1 to Red Set All LEDs to Blue Set All LEDs to RGB 0 0 0 Set LEDs 0 to RGB 0 0 0 White LED Both to 10 Forward Medium Reverse Medium Stop motors Forwards Medium for 10 cm Reverse Medium for 10 cm Spin Left Medium by 45 deg Spin Right Medium by 45 de External connector Stop Pen Down Play sound 0 Distance
<ul style="list-style-type: none"> actuel minute jours depuis 2000 nom d'utilisateur 		<ul style="list-style-type: none"> Light level Sound level Battery level IR Sensor FL Motion complete IR Receive IR Beacon On Left Wheel Right Wheel
Capteurs	Opérateurs	InO Bot

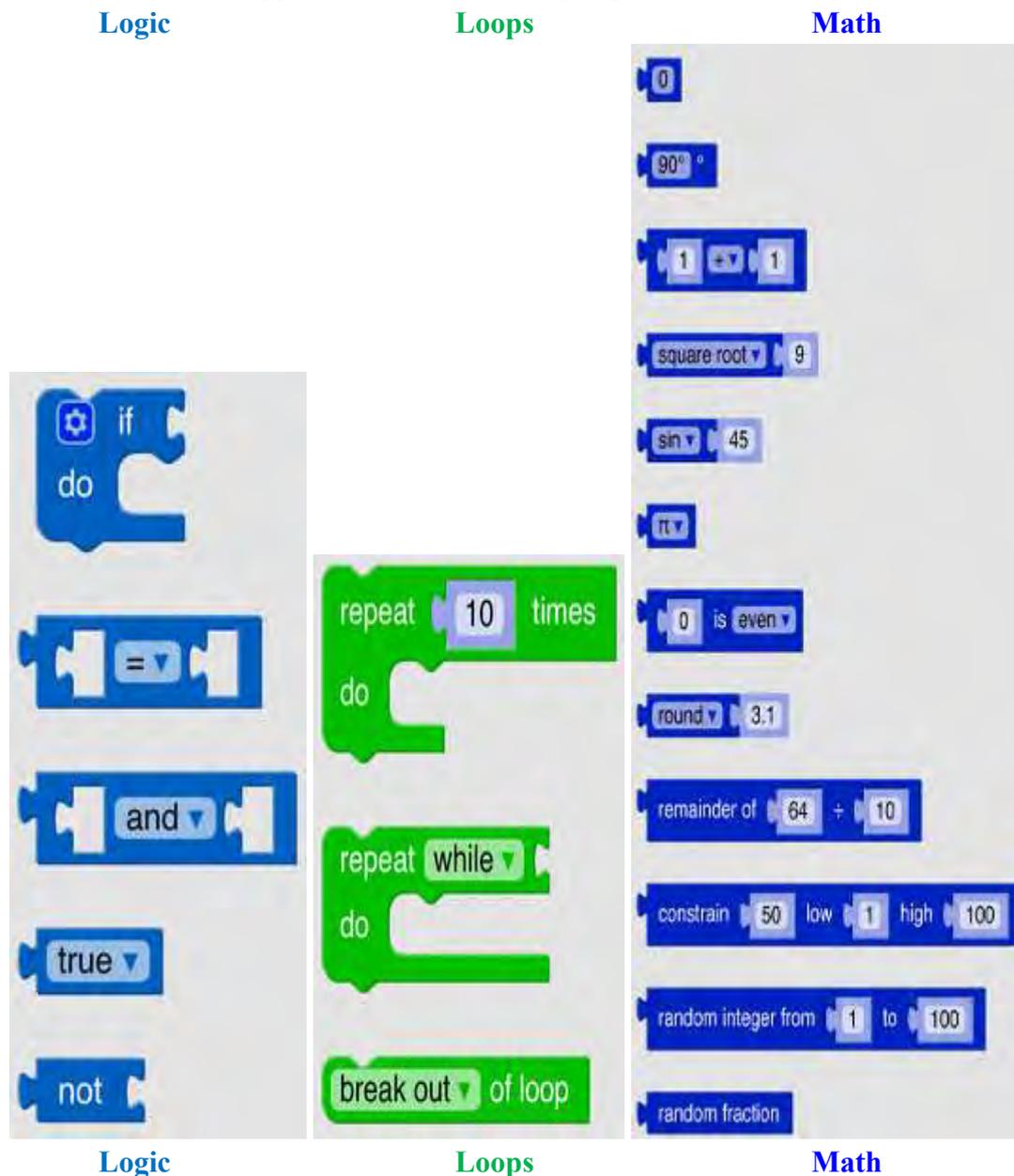
Seules les commandes « InObot » (en noir et en anglais), « contrôle » (en jaune) et certains « opérateurs » (en vert) s'appliquent directement à l'objet robot. Les autres commandes s'appliquent aux « lutins » de l'application Scratch sur écran.

Le robot InO-Bot peut également être programmé à partir d'un langage par bloc dédié, en anglais, sur tablette Ios (Ipad). Ce langage est proposé gratuitement par la société TTS qui développe le robot.

Cette application se télécharge sur l'Apple Store :

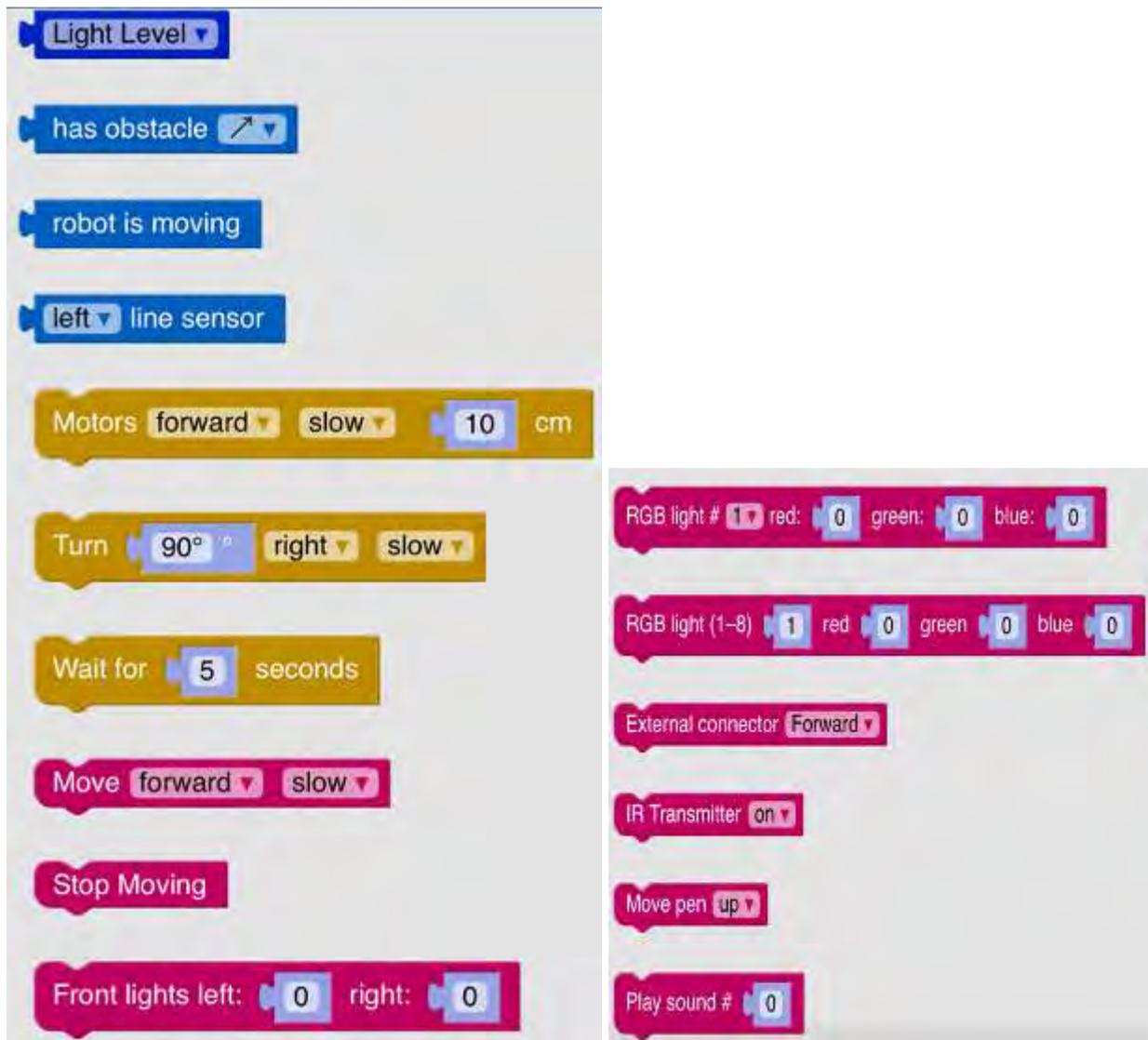
<https://itunes.apple.com/fr/app/ino-bot/id1194510080?mt=8>

Les menus de cette application dédiée sont regroupés de la manière suivante :



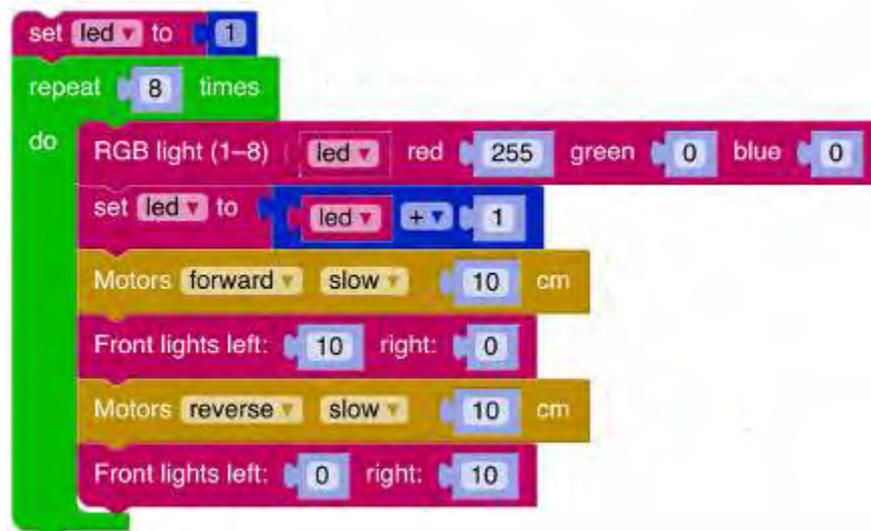
On notera que le SI... ALORS est dans la catégorie « Logic » alors que la répétition indiquée (REPETER n fois) et la répétition conditionnelle (TANT QUE ... REPETER) sont dans la catégorie « Loops ».

InO-BOT



L'avantage de cette version tablette est qu'il ya beaucoup moins d'instructions que dans Scratch. L'appariement au robot InO-Bot se fait très simplement et très intuitivement, comme souvent sur les Ipad. Moyennant le fait qu'on comprenne un peu l'anglais, le langage est simple à utiliser.

Exemple de programme :



Intérêt de l'utilisation de la programmation par blocs avec Ino-Bot

Bien entendu, pédagogiquement c'est **la programmation par blocs** avec Scratch du robot InO-Bot qui nous paraît déterminante.



Scratch a une dimension **collaborative** qui permet d'échanger des programmes avec d'autres utilisateurs à travers le monde. On peut ainsi **partager** ses **créations** avec la communauté et s'initier aux bases du codage informatique.

Le fait que le langage de programmation Scratch puisse gérer les **structures de contrôles** permet même d'ouvrir la voie à des programmes d'une complexité certaine. De même, les informations données par les **capteurs** du Sphero vont pouvoir enrichir encore les programmes.

Le robot InO-Bot dévoile, grâce à sa coque transparente, l'ensemble des **mécanismes** qui se cachent à l'intérieur de sa coque pour le faire fonctionner.

Le robot InO-Bot, muni de seulement deux roues motorisées et d'un point d'appui ne fonctionne bien que sur des revêtements suffisamment lisses.

Rappelons encore qu'il ne s'agit pas de piloter un robot mais de le **programmer**, ceci conformément aux nouveaux programmes de l'École Primaire de 2015 dans lesquels figure l'apprentissage du code informatique.

Il s'agit donc, ainsi que nous l'avons toujours soutenu, d'utiliser le robot pédagogique pour « **résoudre des problèmes** ». Par exemple :

« Le robot InO-Bot est au sol, orienté vers la fenêtre. Il doit allumer ses diodes de droite en bleu et celles de gauche en vert puis avancer dans un tunnel, contourner un obstacle et s'arrêter en émettant un petit cri. »

Une fois le problème posé, l'élève devra réaliser le programme, c'est-à-dire l'enchaînement d'instructions qui permettra au robot InO-Bot de réaliser ce parcours souhaité.

Pour ce faire, l'élève devra associer les instructions Scratch aux mouvements supposés du robot InO-Bot. Il devra donc travailler les compétences suivantes :

- **construire l'espace et le temps**
- **être capable d'anticiper :**
 - un parcours
 - un résultat
 - une mesure de distance
 - une durée
 - une position
- **se décentrer**
- utiliser le **vocabulaire topologique** « à droite », « à gauche »,
- être capable de remettre en cause, d'**ajuster** son résultat
- **verbaliser** les déplacements, les erreurs, les ajustements

L'association du robot InO-Bot et du programme Scratch sur ordinateur PC ou Mac et sur tablette numérique constitue une ressource intéressante pour les élèves en situation de handicap. En effet, le programme peut être sauvegardé sur l'ordinateur ou la tablette et donc être vérifié, commenté, amendé en fonction du comportement effectif du robot InO-Bot. Cependant, alors que la programmation sur tablette pose des problèmes importants aux élèves ayant des **difficultés motrices** car le maniement des blocs instructions requiert une bonne motricité fine, **l'implantation sur ordinateur PC ou Mac** avec des modes d'accès spécifiques à l'ordinateur, tels que le Joystick ou le Track-Ball, par exemple, rendent cette programmation plus accessible à des élèves en situation de handicap moteur. Toutefois, dans l'hypothèse d'une intégration en milieu ordinaire, on peut également concevoir une **collaboration** entre un élève handicapé moteur et un élève valide. Le premier prépare son trajet mentalement tandis que la série d'instructions est confiée au second pour la programmation effective avec Scratch et la validation par le robot InO-Bot.

Pour des élèves déficients visuels, un outil comme [Accessi DV Scratch](#) développé par Sandrine Boissel peut être un excellent auxiliaire de programmation.

L'utilisation du robot InO-Bot offre un réel intérêt pour les élèves présentant des **troubles du langage**. En effet, cette activité est liée à la description précise des mouvements du robot.

Il est également pertinent pour les élèves présentant des **troubles liés à la motricité**. En effet, c'est le mobile qui se déplace, en fonction des instructions qui lui sont données. Il y a **décentration** de l'élève.

Pour les élèves présentant des **TIFC (Troubles importants des fonctions cognitives)**, la **décomposition** d'un mouvement très simple du robot InO-Bot peut permettre de les mettre en situation de réussite sur des problèmes basiques. De plus, le robot InO-Bot est un objet très valorisant auprès des jeunes et savoir le programmer permet de leur renvoyer une image très positive.

Dans ce type d'activité, l'utilisation du robot InO-Bot programmé est un atout essentiel qui permet de **valider immédiatement** la solution proposée. Dès lors que son maniement ne constitue plus un problème, il offre l'indéniable intérêt d'un **objet cybernétique**, à la

programmation rigoureuse, qui permet de vérifier (ou d'infirmer), de manière prégnante, les hypothèses avancées. Il constitue un excellent auxiliaire à de véritables activités de résolution de problèmes.

La possibilité d'utiliser **les structures de contrôles** dans la programmation de robot InO-Bot va permettre d'élaborer des **algorithmes complexes** et d'utiliser ce support également dans **l'enseignement supérieur**.

Remarque : à l'heure où nous écrivons ces lignes (avril 2017) le transfert des instructions entre le PC et le robot InO-Bot pose problème. En effet, le PC envoie les instructions trop rapidement et en flux continu au robot. Celui-ci n'a pas alors le temps de les effectuer séquentiellement.

On est donc obligé de recourir à un artifice et d'utiliser l'instruction « **Movement Complete** » qui permet d'attendre que le mouvement en cours soit terminé avant de lancer le mouvement suivant.

Espérons que les ajustements seront faits rapidement afin que la version originelle de Scratch puisse être utilisée convenablement.



Ressources associées

Programme Scratch sur ordinateur PC et Mac (et Linux)

<https://scratch.mit.edu/scratch2download/>

Lien vers le connecteur SCRATCH (uniquement sur PC)

http://www.easytis.com/com/Scratch_controller_launcher_setup.zip



Programme scratch sur tablette iOS

<https://itunes.apple.com/fr/app/start-scratch/id536929503?mt=8>



Programme spécifique InO-Bot sur tablette iOS

<https://itunes.apple.com/fr/app/ino-bot/id1194510080?mt=8>

Guide de l'utilisateur PC :

http://demandware.edgesuite.net/aaxq_prd/on/demandware.static/-/Sites-TTSGroupe-commerceMaster/default/dwb65c768f/images/document/InO-Bot%20User%20Guide%20-%20PC.PDF

Guide de l'utilisateur tablette iOS :

http://demandware.edgesuite.net/aaxq_prd/on/demandware.static/-/Sites-TTSGroupe-commerceMaster/default/dw1d45f043/images/document/InO-Bot%20User%20Guide%20-%20iOS.PDF

Il existe également une version de Scratch en ligne

https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tip_bar=getStarted



Et une version Scratch Junior sur tablette pour les plus jeunes

Apple Store

<https://itunes.apple.com/us/app/scratchjr/id895485086?ls=1&mt=8>

Google Play :

<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.scratchjr.android>

Le Rainbow Matrix

Description



Le Rainbow Matrix de TTSn'est pas à proprement parlé un robot mais plutôt est un objet connecté programmable avec le langage Scratch. Il consiste en une matrice de 64 leds (8x8) pouvant s'allumer, s'éteindre, prendre différentes couleurs, en fonction du codage informatique que l'élève aura réalisé. Ici ce n'est pas l'objet qui bouge, à l'instar d'un robot, c'est la matrice qui se modifie. Le mouvement est visuel ; d'où sa place dans ce recueil.

Nous avons déjà eu l'occasion d'étudier des robots de plancher comme [Sphero](#) ou [InObot](#) ou des mini-drones comme le [Parrot Airborne Swat](#) fonctionnant avec des langages de programmation par blocs de type Scratch, autrement dit des robots utilisant des langages conçus à la manière de Scratch et disponibles sur smartphones et/ou sur tablettes numériques. Le Rainbow Matrix,

également développé par la société anglaise TTS, est un objet connecté spécialement conçu pour être utilisé avec le langage de programmation original Scratch disponible sur ordinateur (et également sur Ipad).

Le Rainbow Matrix est relié à l'ordinateur par un câble USB et contrôlable à travers le langage Scratch 2 implanté sur le PC.

Pour toutes les versions de Windows:

1. Assurez-vous que Scratch 2 Offline est installé. Pour plus de détails, voir:

<https://scratch.mit.edu/scratch2download/>

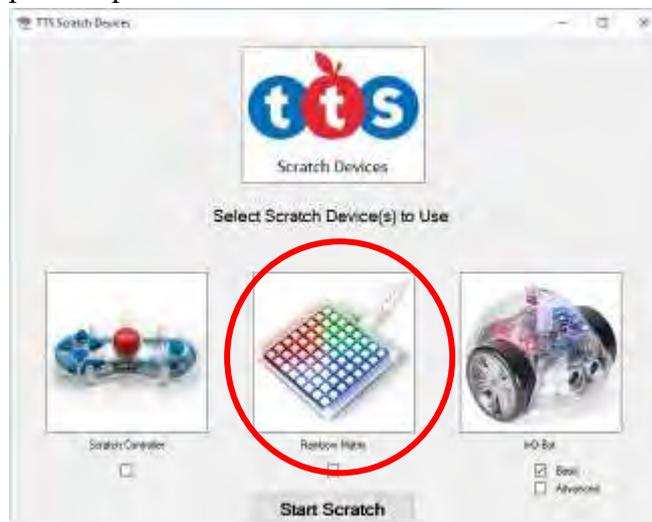
Penser à cliquer sur le globe en haut à gauche pour mettre Scratch 2 en français.

2. Téléchargez et installez le TTS Scratch Launcher à partir du support :

<http://www.tts-group.co.uk/scratch-led-rainbow-matrix/1011571.html>



Il faut ensuite lancer le programme TTS Scratch Launcher et cocher l'option Rainbow Matrix puis cliquer sur Start Scratch.

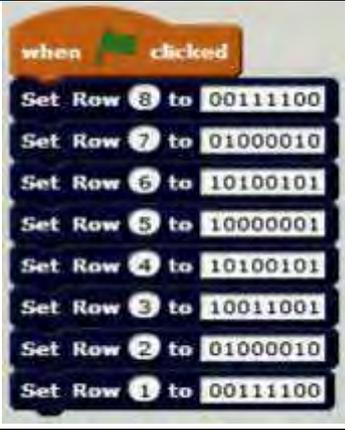


Le Rainbow Matrix se présente sous la forme d'une matrice de 8 lignes et 8 colonnes. A leurs intersections, on trouve une led pouvant s'éclairer prendre différentes couleurs

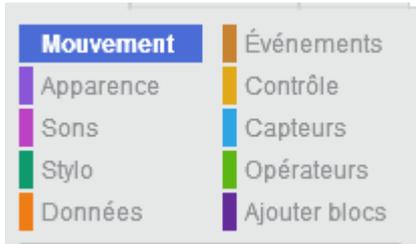
Nous disposons donc d'un langage par bloc, en français, gratuit, implémenté sur un ordinateur et permettant de contrôler un objet connecté.

Les élèves peuvent ainsi s'initier au codage informatique, concevoir et créer des programmes qui seront exécutés par le Rainbow Matrix.

Voici quelques exemples de programmes :

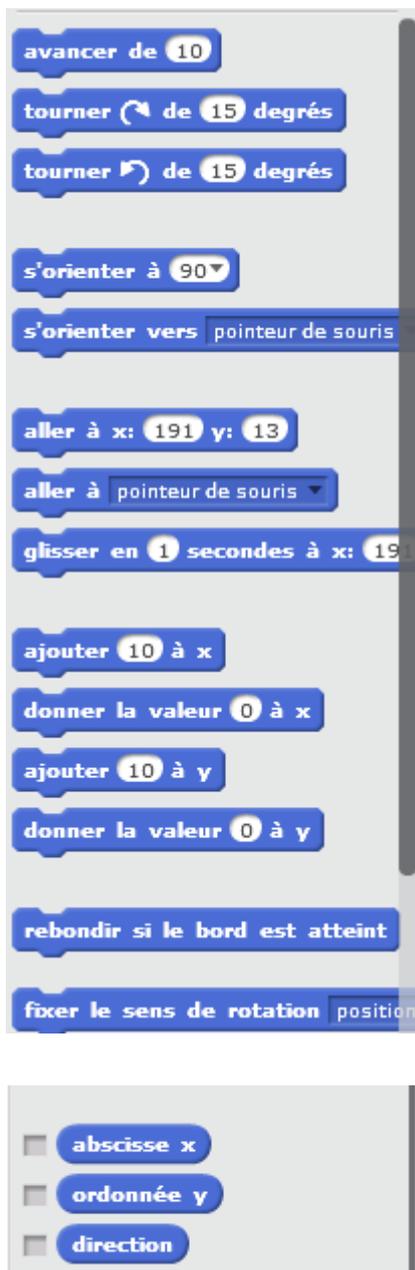
	<p>Lorsqu'on clique sur le drapeau, toutes les leds s'allument en rouge. Après une seconde elles deviennent vertes. Une seconde après elles sont bleues. Une seconde après elles s'éteignent.</p>
	<p>Lorsqu'on clique sur le drapeau :</p> <ul style="list-style-type: none"> la led (colonne 1 ; ligne 1) s'allume en rouge. la led (colonne 2 ; ligne 2) s'allume en orange. la led (colonne 3 ; ligne 3) s'allume en jaune. la led (colonne 4 ; ligne 4) s'allume en rouge. la led (colonne 5 ; ligne 5) s'allume en bleu. la led (colonne 6 ; ligne 6) s'allume en violet. la led (colonne 7 ; ligne 7) s'allume en blanc. la led (colonne 8 ; ligne 8) s'allume en rouge. <p>Au bout de 2 secondes toutes les leds s'éteignent</p>
	<p>Lorsqu'on clique sur le drapeau :</p> <ul style="list-style-type: none"> Pour la rangée 8 allumer les leds 3/4/5/6 et laisser les autres éteintes Pour la rangée 7 allumer les leds 2 et 8 et laisser les autres éteintes Pour la rangée 6 allumer les leds 1/3/6/8 et laisser les autres éteintes <p>On utilisera ce type d'instructions pour dessiner des lettres ou des figures sur la matrice</p>
	<p>Lorsqu'on clique sur le drapeau :</p> <p>Répéter 10 fois</p> <ul style="list-style-type: none"> la led (colonne 4 ; ligne 4) s'allume en rouge. la led (colonne 4 ; ligne 5) s'allume en bleu. la led (colonne 5 ; ligne 4) s'allume en bleu. la led (colonne 5 ; ligne 5) s'allume en rouge. <p>au bout de 0,25 secondes toutes les leds s'éteignent attendre 0,25 s donc effet de clignotement</p>

Les instructions disponibles sont classées par **catégories** :



Les différentes catégories sont détaillées ci-après :

Mouvement



Mouvement

Apparence



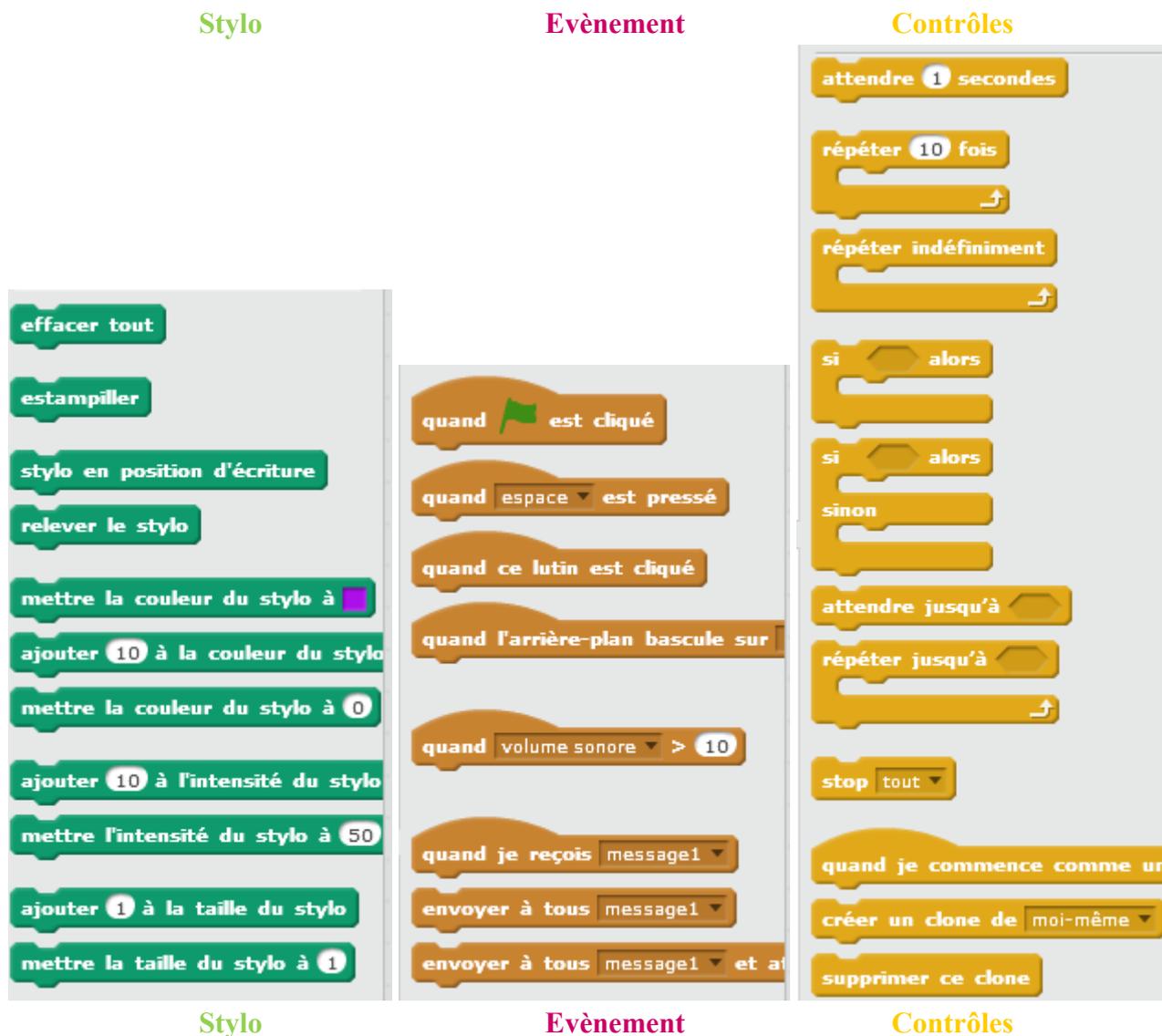
Apparence

Sons



Sons

Une des particularités du « lutin » Scratch est de pouvoir utiliser un « stylo » qui peut ainsi laisser une trace de son mouvement. Une série d'instructions liées à l'utilisation du « stylo » sont donc disponibles.



Lorsque les utilisateurs seront plus âgés et ou plus avertis, ils pourront utiliser les structures de contrôles présentes dans Scratch et ainsi se confronter à des programmes d'une complexité croissante :

SI Condition ALORS

Action1
Action2
....

SINON

Action3
Action4
....

REPETER n fois

Action1
Action2
....

REPETER

Action1
Action2
....

JUSQU'A Condition

Capteurs



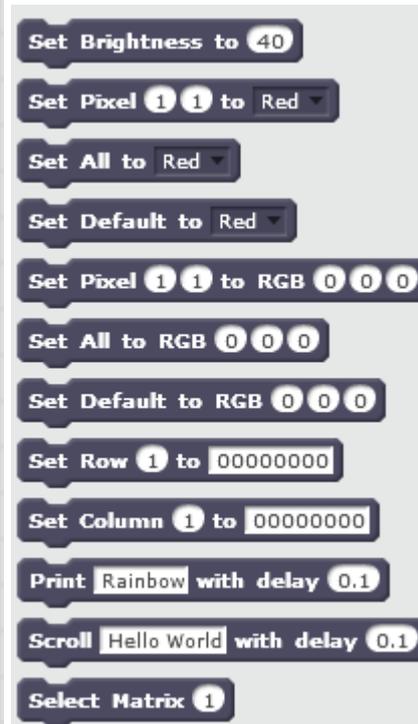
Capteurs

Opérateurs



Opérateurs

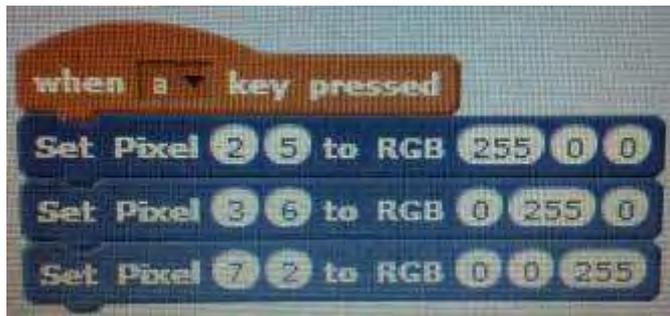
Rainbow Matrix



Rainbow Matrix

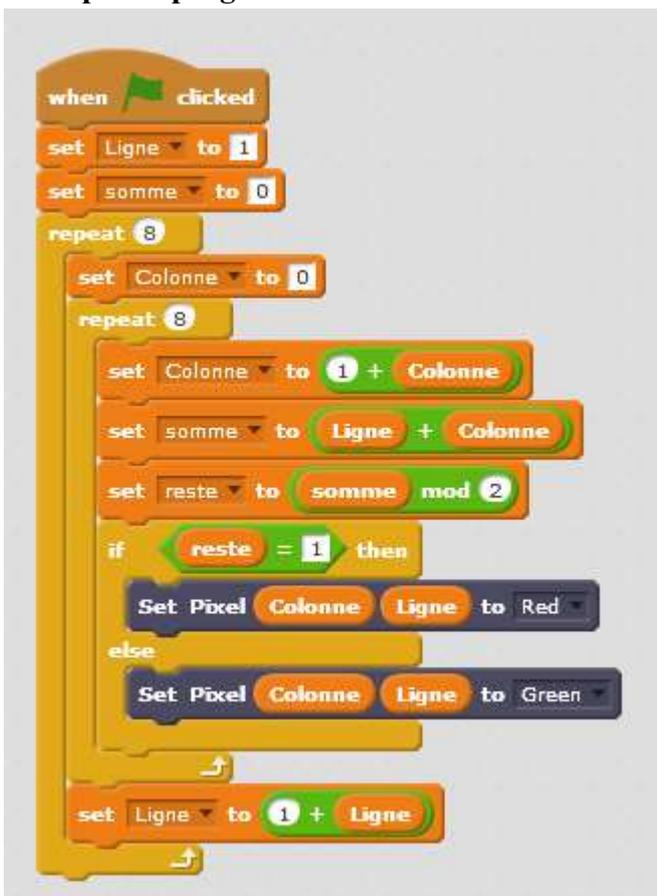
Seules les commandes « Rainbow Matrix » (en noir et en anglais), « contrôle » (en jaune) et certains « opérateurs » (en vert) s'appliquent directement à l'objet Rainbow Matrix. Les autres commandes s'appliquent aux « lutins » de l'application Scratch sur écran.

Les **coordonnées** (x,y) des diodes de la matrice sont données selon un axe des x horizontal et un axe des y vertical comme indiqué sur le schéma ci-dessous.



R
V
B

Exemple de programme :



Que fait ce programme ?

Intérêts de la programmation du Rainbow Matrix

La programmation par blocs, avec Scratch, du Rainbow Matrix nous paraît déterminante.

Programmer un objet connecté, que ce soit le Rainbow Matrix ou un robot est conforme aux nouveaux programmes de l'École Primaire de 2015 dans lesquels figure l'apprentissage du code informatique.

Il s'agit donc, ainsi que nous l'avons toujours soutenu, d'utiliser ce type d'objet pédagogique pour « résoudre des problèmes ». Par exemple :

« Allumer toutes les diodes de la matrice en alternant les couleurs bleu et rouge et en les faisant clignoter. »

Une fois le problème posé, l'élève devra réaliser le programme, c'est-à-dire l'enchaînement d'instructions qui permettra au Rainbow Matrix de réaliser la configuration souhaitée.

Pour ce faire, l'élève devra associer les instructions Scratch aux changements supposés du Rainbow Matrix. Il devra donc travailler les compétences suivantes :

- **construire l'espace et le temps (colonne /ligne)**
- **être capable d'anticiper :**
 - une configuration
 - un résultat
 - une alternance
 - un clignotement
 - une durée
 - une position...
- utiliser le **vocabulaire topologique** « à droite », « à gauche », « au-dessus de », « en-dessous de », « rangée », « ligne », « colonne », ...
- être capable de remettre en cause, d'**ajuster** son résultat
- **verbaliser** les configurations obtenues, les erreurs, les ajustements

De plus, Scratch a une dimension **collaborative** qui permet d'échanger des programmes avec d'autres utilisateurs à travers le monde. On peut ainsi **partager** ses **créations** avec la communauté et s'initier aux bases du codage informatique.

Le fait que le langage de programmation Scratch puisse gérer les **structures de contrôles** permet même d'ouvrir la voie à des programmes d'une complexité certaine.

Une des particularités du Rainbow Matrix est que cet objet incite à utiliser des **variables informatiques** et notamment les variables « lignes » et « colonnes » pour réaliser des alternances de couleurs (une led sur deux, une ligne sur deux...) ou des figures (carrés, centre, cible..), ou...

Il est également très intéressant et formateur que le programme Scratch permette d'intervenir sur le Rainbow Matrix :

- **Sur toutes les leds en une seule fois**



- **Led par led**



- **Rangée par rangée**



- **Colonne par colonne**



Cela offre **quatre possibilités différentes** de définir les **emplacements** des leds à modifier
De même on peut intervenir sur leur **couleur** de deux manières distinctes :

- **Par le nom de la couleur (Green / Blue / ...)**



- **Par le code RGB (Red/Green/Blue) de la couleur**



Chacune des valeurs RGB (Rouge/Vert/Bleu) varie entre 0 et 255. Là encore l'utilisation des **variables** pour modifier, par programme, les valeurs de R, G et B sera d'une grande richesse pédagogique

On peut même travailler dans l'autre sens en proposant aux élèves **d'analyser des programmes** Scratch et de prévoir le comportement du Rainbow Matrix

Exemple : Comment se comporte le Rainbow Matrix lorsqu'on lui propose le programme suivant ?

```

when clicked
  Set All to Off
  set y to 0
  repeat 8
    change y by 1
    Set Pixel 3 y to Green
    wait 0.25 secs
    Set Pixel 3 y to Off
  wait 1 secs
  stop all

```

```

when clicked
  set colour value to 0
  repeat 25
    Set All to RGB colour value 0 0
    change colour value by 10
  repeat 25
    Set All to RGB colour value 0 0
    change colour value by -10

```

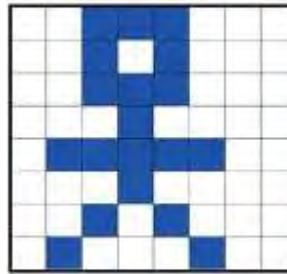
ou celui-ci ?

De même le programme suivant :

```

when clicked
  Set Default to Blue
  Set Row 8 to 00111000
  Set Row 7 to 00101000
  Set Row 6 to 00111000
  Set Row 5 to 00010000
  Set Row 4 to 01111100
  Set Row 3 to 00010000
  Set Row 2 to 00101000
  Set Row 1 to 01000100

```

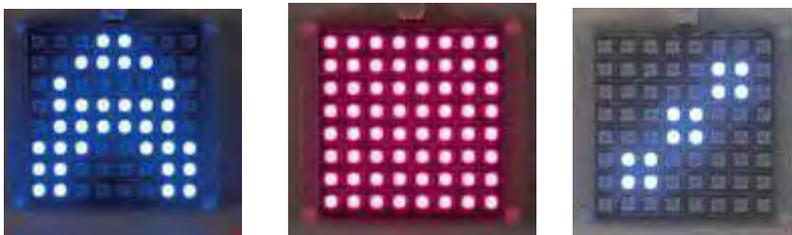


permet de définir la figure

On retrouve, dans cette programmation, les principes qui régissaient, au siècle dernier, les **imprimantes matricielles** qui fonctionnaient d'une manière analogue.

La tête de l'imprimante était constituée d'une matrice de 8 x 8 aiguilles qui permettait d'imprimer toutes les lettres et quelques signes particuliers.

Exemples de matrices obtenues. Quel est le programme qui a permis de les réaliser ?



On peut également introduire une structure de donnée particulière : le **tableau de données**.



On peut ensuite utiliser une **variable** qui va successivement prendre toutes les valeurs du tableau préalablement rempli.

Ci-dessous, exemple de programme utilisant les données du tableau grâce à une variable nommée « **loop** »



On voit ici la grande richesse du langage utilisée (variables, tableaux de données...) qui permet une programmation sophistiquée.

Ressources associées

Programme Scratch sur ordinateur PC et Mac (et Linux)

<https://scratch.mit.edu/scratch2download/>

Lien vers le connecteur SCRATCH (uniquement sur PC)

http://www.easytis.com/com/Scratch_controller_launcher_setup.zip



Programme scratch sur tablette iOS pour s'entraîner

<https://itunes.apple.com/fr/app/start-scratch/id536929503?mt=8>

Guide de l'utilisateur PC :

http://demandware.edgesuite.net/aaxq_prd/on/demandware.static/-/Sites-TTSGroupE-commerceMaster/default/dw32f18ca8/images/document/3530%20-%20Rainbow%20Matrix%20Computing%20Guide_b.pdf

Il existe également une version de Scratch en ligne

https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tip_bar=getStarted



Et une version Scratch Junior sur tablette pour les plus jeunes

- Sur l'Apple Store :

<https://itunes.apple.com/us/app/scratchjr/id895485086?ls=1&mt=8>

- Sur Google Play :

<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.scratchjr.android>

Accesi DV Scratch : la programmation par blocs pour les élèves déficients visuels

Présentation

Accesi DV Scratch est une adaptation, utilisable par les élèves déficients visuels (non-voyants ou malvoyants), du logiciel Scratch servant pour la présentation et l'utilisation de l'algorithmique a été réalisée par Sandrine Boissel, coordonnatrice d'ULIS TFV.

L'algorithmique est le domaine qui étudie, au moyen d'un ensemble d'instructions comment résoudre un problème.

Un algorithme peut se rencontrer tant dans la vie quotidienne (exemple : [le lavage des mains](#)), professionnelle que dans le champ des mathématiques numériques ou non.



Algorithme et algorithmique

L'algorithmique est un des éléments des programmes d'enseignement des mathématiques en primaire, collège.

<http://www.education.gouv.fr/cid95812/au-bo-special-du-26-novembre-2015-programmes-d-enseignement-de-l-ecole-elementaire-et-du-college.html>

En cycle 3 : « Les élèves découvrent l'algorithme en utilisant des logiciels d'applications visuelles et ludiques. » http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=94708

En cycle 4 :

« **Thème E - Algorithmique et programmation**

« Au cycle 4, les élèves s'initient à la programmation, en développant dans une démarche de projet quelques programmes simples, sans viser une connaissance experte et exhaustive d'un langage ou d'un logiciel particulier. En créant un programme, ils développent des méthodes de programmation, revisitent les notions de variables et de fonctions sous une forme différente, et s'entraînent au raisonnement. »

http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=94717

Il en est de même au lycée qui est concerné par d'autres textes. Notamment et à titre d'exemple : http://cache.media.education.gouv.fr/file/30/52/3/programme_mathematiques_seconde_65523.pdf

Un nom de logiciel support de cet enseignement n'est évidemment pas présent dans les programmes. À l'inverse, dans les documents d'accompagnement, le logiciel Scratch est explicitement mentionné. Cette référence peut d'ailleurs être considérée comme une incitation à utiliser cette solution :

http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Algorithmique_et_programmation/67/9/RA16_C4_MATH_algorithmique_et_programmation_N.D_551679.pdf

(<http://eduscol.education.fr/cid99696/ressources-maths-cycle.html>)

Ce logiciel comporte de nombreuses qualités et « a été développé par le groupe de recherche Lifelong Kindergarten auprès du laboratoire Média du MIT, Scratch ». <http://scratchfr.free.fr>
<https://ilk.media.mit.edu>

Il présente en revanche un inconvénient majeur dans le cadre de l'inclusion scolaire, c'est sa non-accessibilité pour l'élève déficient visuel en raison de son interface totalement graphique, ses actions basées sur le glisser-déplacer et d'autres caractéristiques.

Deux versions sont disponibles, l'une en ligne, l'autre comme programme à installer sur un ordinateur. La version actuelle est dénommée Scratch 2 Offline Editor.

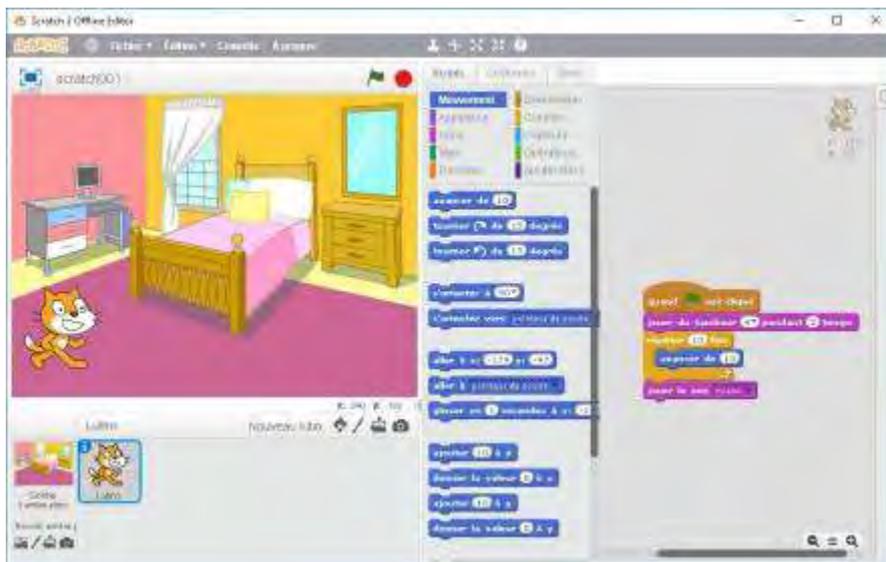
Ce logiciel met en scène un personnage (lutin) qui évolue dans un contexte (arrière-plan représenté en 2D) et adopte certains comportements (marcher – courir).

Ce logiciel permet de puiser dans une bibliothèque :

- des instructions de déplacement, d'apparence, de programmation, de sons,
- des instructions des sorties audio,
- des options de gestion des couches d'arrière-plan.

La fenêtre comprend :

- un menu,
- une zone de représentation de la scène en cours,
- une zone d'indication des éléments en cours,
- une zone des bibliothèques disponibles,
- une zone du script en cours.



L'intérêt du logiciel est de mettre le débutant en position d'interaction sur une scène représentée. Il y a là une véritable dimension de jeu sérieux. Il est évident que l'attention de l'élève ne peut être que favorablement sollicitée. D'autre part, la communauté des enseignants utilisateurs est désormais très importante et ce, dans le monde entier. Des échanges, des réflexions collectives et des documents (en français ou dans d'autres langues) sont en grand nombre sur le web.

Une des limites concerne probablement la représentation 2D d'un espace 3D, ce qui rend étonnant, au moyen d'instructions orientées spatialement, le déplacement dans cette représentation. Il est probable que certains élèves seront en difficulté sur ce plan là. Mais il est vrai que rien n'oblige non plus à utiliser Scratch avec ce type de scénario et d'arrière plan.

Une fois posés, d'une part l'existence de l'algorithmique dans les domaines de l'enseignement et, d'autre part, l'intérêt d'un logiciel support comme Scratch, il reste à étudier l'utilisation de ce logiciel par des déficients visuels.

Dans le cadre d'un travail de penser l'adaptation, trois pistes se présentent :

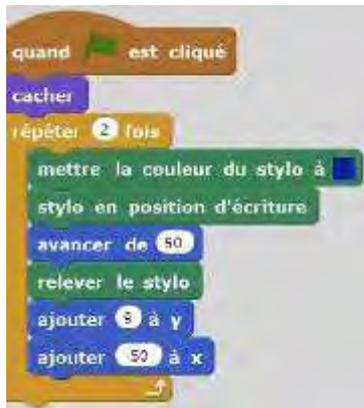
- faire appel à un autre logiciel équivalent dans ses fonctions mais accessible pour ce qui concerne l'interface,
- faire appel à un éditeur de texte afin de formuler les instructions de l'algorithmique,
- faire une adaptation transposée dans le champ du concret.

C'est cette dernière voie qui a été choisie par Mme Boissel, Coordinatrice de [l'ULIS TFV Collège Charles Munch](#) de l'académie de Grenoble. C'est la seule, dans un premier temps, qui sera présentée dans ce document.

Cette adaptation se présente donc dans le champ de ce qui est appelée l'« informatique débranchée » ou plutôt d'ailleurs « en activité débranchée ». En voici un [exemple](#) pour le thème du déplacement d'un point à un autre.

AccessiDVScratch

C'est une véritable alternative concrète à l'utilisation du logiciel lui-même. À titre d'exemple, voici en parallèle l'algorithme « Dessiner un signe d'égalité bleu » dans sa version Scratch (copie d'écran) et sa version concrète avec AccessiDVScratch (photo) :



Source image et photo : Sandrine Boissel

Adaptation

Cette adaptation se caractérise par les principes suivants :

Les briques LEGO ® représentent des valeurs ou des instructions algorithmiques.

Les indications portées en braille sur les briques LEGO permettent une autonomie complète. Une syntaxe résumée en permet une lecture rapide.

Chaque brique possède des éléments permettant au non-voyant de repérer le type de brique et les paramètres,

L'ajout de gros caractères, le couplage de couleurs franches à des formes géométriques sont aussi des appuis pour des jeunes malvoyants souffrant de dyschromatopsies importantes.

Pour les élèves malvoyants, rapprocher le script des yeux est un soulagement, plutôt que d'essayer de se rapprocher de très près de l'écran.

L'aspect emboîtable des briques permet une stabilité du « programme » ainsi constitué. Il peut être parcouru et lu avec les doigts sans risque de le désorganiser.

Une lecture du programme sur la tranche droite où se trouvent les codes de formes des pièces permet un repérage rapide des différents types d'instructions et d'une certaine manière une lecture en diagonale du programme. Ainsi l'accès à la structure du script et la navigation dans le programme sont simplifiés.

Les correspondances sont ainsi définies : demi-lune pour un contrôle, rectangle pour un événement, carré pour un opérateur, étoile pour un stylo, cercle pour un son, triangle vers le haut pour les mouvements, triangle vers l'arrière pour le lutin, « v » pour les variables, et la face reste lisse pour un capteur.

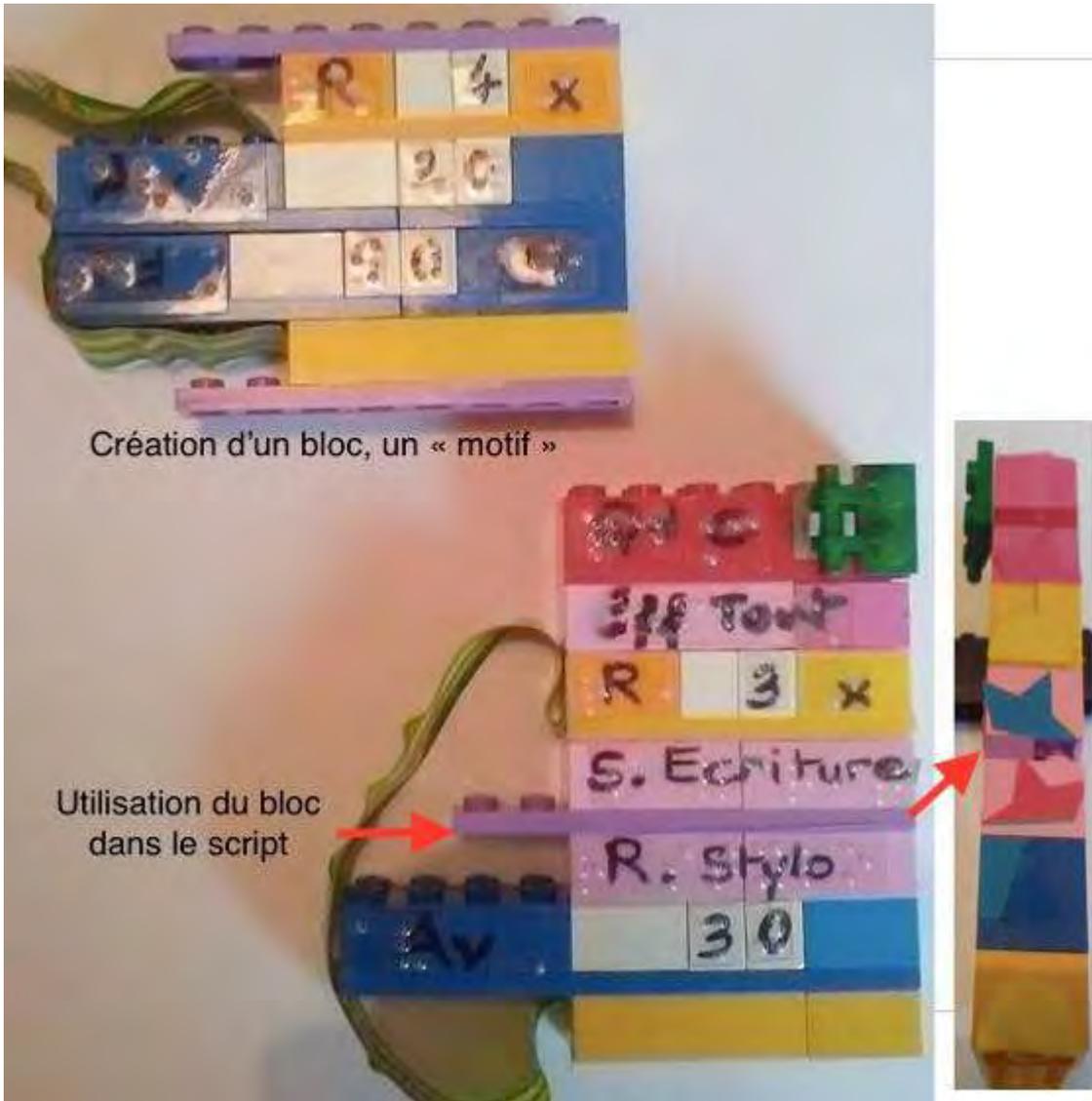
Cela se traduit ainsi sur l'exemple de l'algorithme « Dessiner un signe d'égalité bleu » :

Dans les photos qui suivent, on peut observer les deux générations de mallettes. En effet, dans la nouvelle version, les variables sont traitées par des petites pièces qui s'intègrent dans les instructions et non plus par des gommettes fixées avec de la Patafix.

Version 1



Version 2



Source photo : Sandrine Boissel

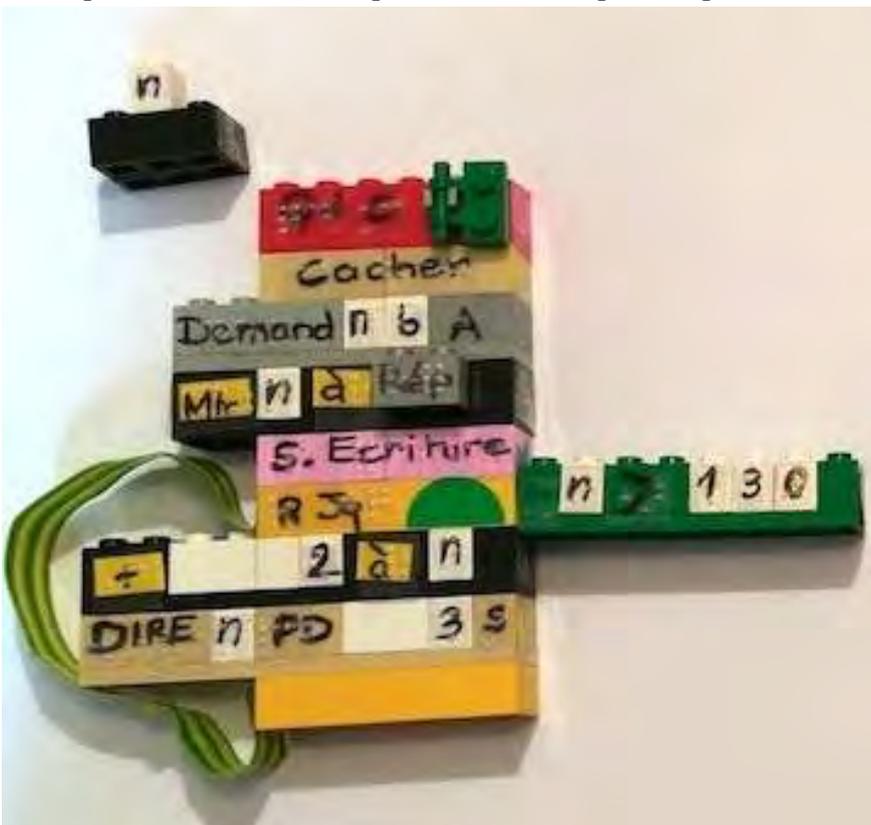
Les contenants algorithmiques (boucle répéter n fois ensemble d'instructions fin de boucle ; si condition faire ensemble d'instructions fin du bloc ; ...) sont transposés avec deux briques reliées par un cordon plat. On retrouve ce dispositif de lien sur d'autres contrôles comme illustré ci-après.



Source Image : Sandrine Boissel

Les structures comportant plusieurs instructions sont représentées par des pièces de LEGO reliées entre elles par une nappe, comme en est donné l'exemple de la structure conditionnelle suivante Si ... alors ... sinon ...

À des pièces de contrôle, on peut associer des pièces opérateurs avec les variables nécessaires.



Source Image : Sandrine Boissel

La conceptrice de cette adaptation a aussi prévu la possibilité d'étendre l'écartement entre les bornes des structures de ce type (conditionnelle ou boucle) avec des rallonges qui permettent d'ajouter autant d'instructions qu'il est nécessaire. On notera qu'ainsi, l'élève peut effectuer une lecture totalement séquentielle (ligne après ligne) ou de type rapide pour « appréhender » ou « sauter » un ensemble d'instructions.

Une Mallette

Sandrine Boissel, pionnière dans ce domaine, a donc réalisé un contenant où l'on retrouvera l'ensemble des éléments physiques permettant d'assembler par emboîtement les instructions de l'écriture simulée d'un programme. Cette adaptation se présente donc sous la forme d'une mallette complète comportant tous les éléments nécessaires à la mise en place concrète d'une séance portant sur l'algorithmique.



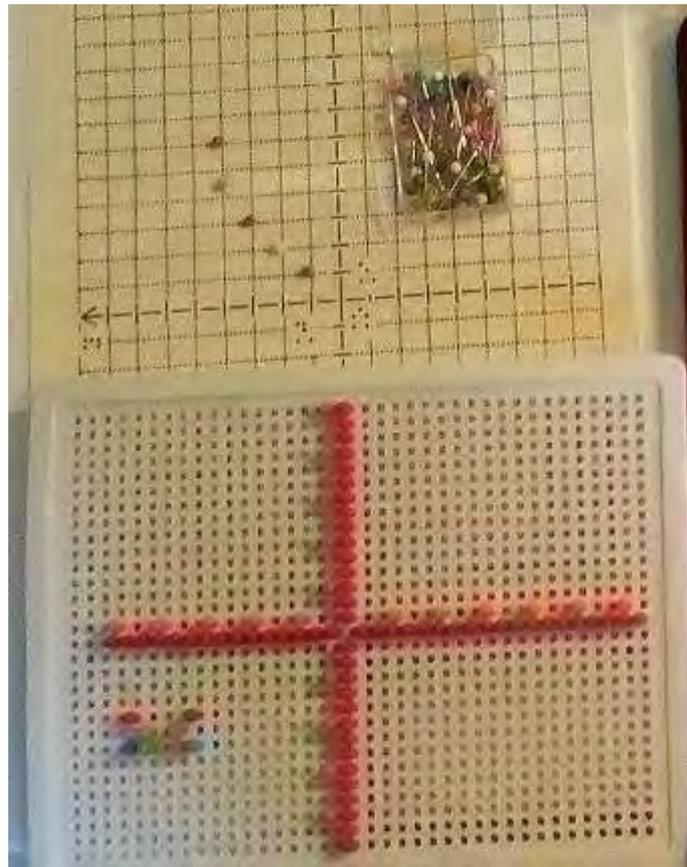
Source Image : Sandrine Boissel

Le contenu actuel de la mallette a été constitué par Sandrine Boissel sur les besoins du [cycle 4](#) (5^e, 4^e, 3^e de collège). Elle envisage de modifier celui-ci pour répondre aux attentes en lycée et indique qu'il suffit pour cela de procéder à une extension en pièces de la mallette.

Il existe différents types de pièces : mouvements, opérateurs, contrôle d'événements, stylo, capteurs, sons, variables.



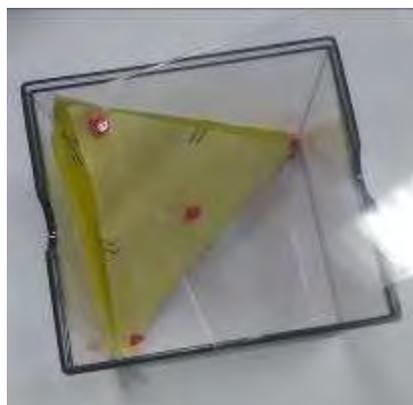
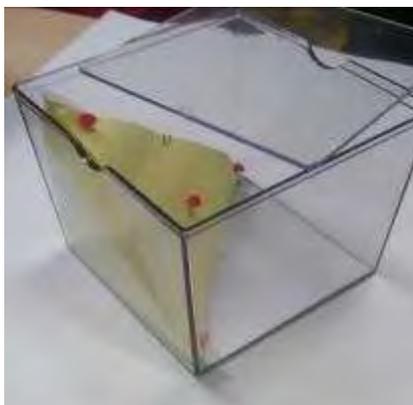
Deux types de plaques permettent de schématiser et de problématiser les attentes de l'exercice en amont et de transcrire l'effet du script obtenu à l'écran.



Source Image : Sandrine Boissel

À l'occasion de la présentation des plaques, il est utile de noter que le parallèle s'arrête là : le travail du voyant en représentation dans le plan de l'espace 3D et le non-voyant qui lui travaillera dans le plan avec une vue du dessus.

Il est encore possible malgré tout d'utiliser des cubes transparents si un besoin de déplacement en 3D est nécessaire.



Malvoyants

Les malvoyants sont aussi des utilisateurs potentiels de l'adaptation AccessiDVScratch. Certaines caractéristiques du logiciel Scratch peuvent leur poser problème : une interface avec de nombreux éléments, rendant visuellement complexe son organisation spatiale. De plus, les couleurs utilisées pour le rendu graphique dans l'interface logicielle sont le plus souvent des pastels avec des contrastes faibles.

Expérimentation

Cette adaptation a été expérimentée par cette enseignante d'ULIS.

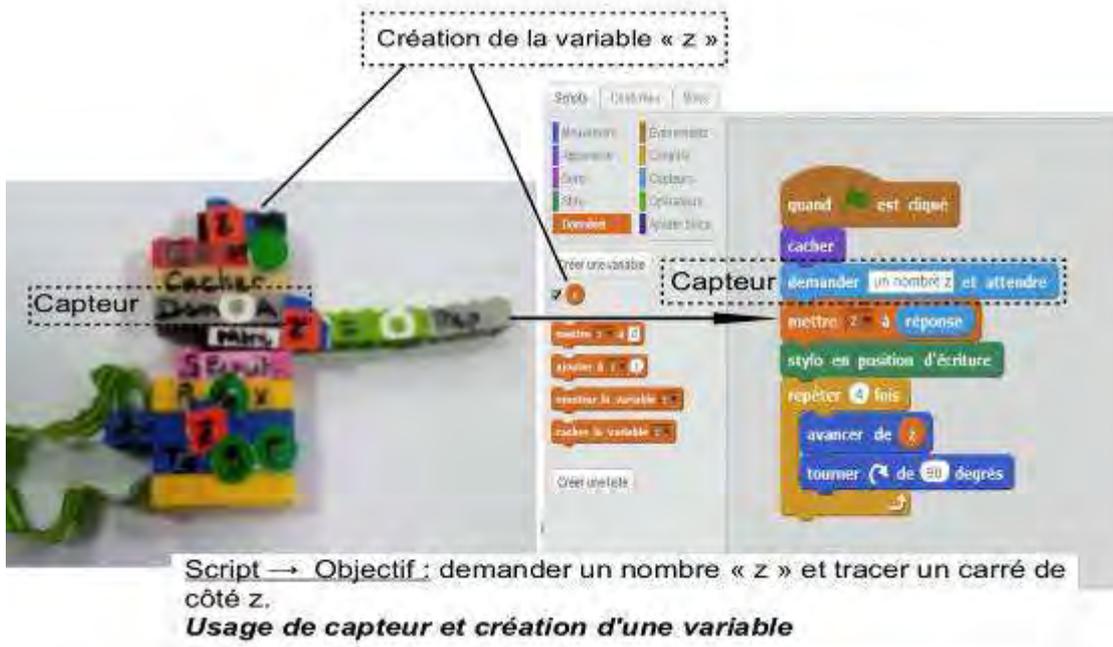
Sandrine Boissel précisait :

*« Les pistes telles que l'utilisation de logiciels de programmation en ligne me semblaient inadaptées à la situation de mes élèves à double titre. D'une part, cela posait des problèmes d'inclusion, tous les professeurs de mathématiques, de mon collège, ayant choisi Scratch. Mais surtout, parmi mes élèves deux étaient nouvellement brailleuses. La lecture braille nécessite un entraînement important de repérage. Elle monopolise une grande place dans la mémoire de travail, en effet l'élève n'a qu'une ligne de programme sous les doigts. Le repérage dans un texte littéraire peut se faire par le dépôt au cours de la lecture de balises repères (type */%). Cela ne peut se faire dans un programme sans risque de le dénaturer. De plus, en n'ayant qu'une ligne de code sous les doigts retrouver le début d'une boucle devient périlleux.*

Pour terminer l'état des lieux de mon ULIS, une élève présentant des troubles de la mémoire associés doit avoir en permanence l'accès à toutes les données d'un problème pour pouvoir les manipuler et raisonner.

J'ai donc élaboré une mallette AccessiDVScratch "scratchons en braille et en gros caractères" qui permet :

- L'élaboration des scripts par les élèves aveugles et malvoyants, avec/sans boucles ou même avec des boucles imbriquées, avec des variables. Les graphiques ou les tracés obtenus sont pris en charge par un substitut d'écran.



Source Image : Sandrine Boissel



Source Image : Sandrine Boissel

- Un suivi des boucles avec les doigts très facile, le script entier est touchable à tout moment.
- La modification des scripts par l'élève, la segmentation du script, l'insertion d'une instruction sans aucune difficulté.

- Dans le cadre de l'inclusion, mon outil permet aux élèves DV comme à leurs camarades de réfléchir à la structure globale et fine du script. En effet, les élèves sont placés dans une situation de réelle réflexion sur l'algorithme, alors qu'avec l'interface du logiciel ils raisonnent plutôt par "essai/erreur" ou par ajout de "commande réparatrice".
- L'inclusion est facilitée : les codes couleurs sont respectés, toutes les pièces sont reproduites avec l'ajout d'éléments tactiles, en gros caractères et en braille.
- Il est possible de comparer deux scripts dont le début est identique mais dont les issues sont différentes. L'emboîtement permet une comparaison terme à terme simplifiée.
- Le travail en binôme DV/voyant devient une vraie richesse pour tous. En effet, l'élève DV permet à l'élève voyant de s'appuyer sur une analyse du script plutôt que sur une démarche d'essai-erreur en raison de l'impossibilité de visualiser immédiatement le résultat du codage. Le script physique oblige à imaginer sur le substitut d'écran le résultat. Pour réfléchir, le substitut d'écran est plus interactif que le papier-crayon.
- J'ai même pris en compte l'infinité de pièces dans le logiciel en réalisant une compilation d'exercices de cycle4 pour réaliser la bonne quantité de pièces. Si toutefois cela était nécessaire, ma mallette permet aussi l'ajout de pièces très aisément à la demande du professeur. Cela n'a pas été utile pour le moment. »

En guise de conclusion, on relèvera que la prise en main de cet outil spécifique ne nécessite qu'un investissement mineur à la fois pour l'élève déficient visuel lui-même et l'aide humaine qui l'entoure.

Sandrine Boissel précise les deux points précédents en relatant son expérience avec des élèves lors de la première partie de l'année scolaire 2016-2017 :

« Dans un premier temps deux séances sont nécessaires, en dehors des cours de maths pour que l'élève prenne en main la mallette (organisation/rangement de la mallette, découverte des différentes pièces, analyse de chaque partie des pièces, découverte des niveaux de lecture du script, lecture des pièces de contrôle et suivi des boucles...) Un accompagnement en cours est ensuite nécessaire pendant 3 à 5 séances (selon les jeunes). L'élève est alors suffisamment autonome avec la mallette pour assister au cours seul. »

Mes 14 élèves, dont 4 braillistes, utilisent ma mallette depuis deux mois et demi. Ils ont fait les mêmes acquisitions de programmation que leurs camarades voyants, ils ont pu faire également les mêmes évaluations (avec la mallette). Ils sont même pour la plupart plus en avance que leurs pairs par rapport aux attentes des professeurs de mathématiques. »

Perspectives

Ce dispositif a été étudié par la Commission multimédia / Édu-Up du Département du développement et de la diffusion des ressources numériques (DNE A1) du Ministère de l'Éducation nationale. Son industrialisation est en cours d'étude par Mme Boissel et ses conseils.

On peut imaginer que cette adaptation suivant le principe que l'outil usuel de l'élève en situation de handicap est admis lors de la passation d'un examen. Il est à noter que les exercices ont pu être faits comme les voyants grâce à ce dispositif sur la population d'élèves que Madame Boissel accompagne dans son aide à la scolarisation.

Sandrine Boissel imagine déjà un prolongement de cette adaptation avec des capteurs RFID et une table tangible ainsi qu'elle l'explique :

« Je travaille également avec des enseignants de BTS sur la fabrication d'une calculatrice scientifique braille parlante. Le matériel qu'il utilisent est une table tangible et des capteurs RFID. Lors de notre dernière rencontre autour du cahier des charges de cette calculatrice, j'ai imaginé qu'il serait possible de transposer cet outil et de coupler ma mallette AccessiDVScratch à une table tangible. On pourrait envisager de placer un capteur RFID sous chaque pièce de la mallette. Une fois le script monté par l'élève, il pourrait être posé sur la table tangible et ainsi interagir directement avec le logiciel Scratch. »

« Pour conclure, je mentionne que toute la progression utile pour la prise en main par l'élève DV est disponible sur le site de l'ULIS, chaque séance étant illustrée par une vidéo. » <http://www.ac-grenoble.fr/ecoles/g1/spip.php?rubrique1094>

Les vidéos

Il est nécessaire de relever que ce dispositif, s'il permet au non-voyant de manipuler concrètement et de manière autonome des objets, se veut aussi un outil de travail en commun et en parallèle avec ses camarades voyants. Un programme créé avec AccessiDVScratch peut être vérifié par le voyant avec des échanges et des interactions humaines tout à fait souhaitables.

Les professeurs de mathématiques peuvent souhaiter obtenir une mallette par élève DV ou non.

Vidéos réalisées par Canopé Grenoble : <http://www.ac-grenoble.fr/ecoles/g1/spip.php?article2387>

Présentation générale de la mallette et de ses objectifs :

<https://vimeo.com/204901589>

Interviews au sujet de la mallette Accessi DV Scratch :

<https://vimeo.com/209544379>

Séances 0 et 1 - prise en main et premiers scripts

<https://vimeo.com/205409131>

Séance 2 et 3 de la séquence « Les boucles et les capteurs » - 6^{ème} et 5^{ème}

<https://vimeo.com/207771748>

<https://player.vimeo.com/video/207771748>

Séance 5 de la séquence "les blocs" - 3^{ème}

<https://vimeo.com/207486195>

Voici un premier montage des vidéos sur Bluebot et AccessiDVScratch :

<https://vimeo.com/223738053/1e0594560d>

<https://vimeo.com/223737619/00ed8350a4>

Des intertitres ont été insérés dans le montage pour qu'on s'y retrouve plus facilement.

Séance 1 :

2'21 – présentation du robot Bluebot par un élève de 3eme

5'14 – premières manipulations du robot

17'10 – prise en main de la barrette de programmation

22'09 – programmation du robot avec la barrette

Séance 2 :

5'55 – présentation de AccessiDVScratch

10'54 - énoncé d'un programme à réaliser sur le modèle du "chemin" à effectuer avec le robot Bluebot

26'33 – tracé d'un carré avec AccessiDVScratch

34'52 – conclusion de la séance

Les vidéos sont téléchargeables.

Mallette Accessi DV scratch « Scratch débranché en braille et gros caractères »

Sandrine BOISSEL

Professeure des écoles spécialisée dans la déficience visuelle
et maître formatrice

Coordonnatrice Ulis TFV Münch

Résumé : L'accessibilité numérique est une priorité pour la scolarisation des élèves déficients visuels. Lorsqu'il s'agit d'acquérir les connaissances d'algorithmique et de programmation au cycle 4, une adaptation du logiciel Scratch conseillé par Eduscol est essentielle. Aucune solution n'existe à ce jour. L'outil que je propose, la mallette « Accessi DV Scratch » permet aux élèves mal-voyants et non-voyants de faire aisément ces apprentissages en inclusion, de façon aussi performante que leurs pairs. Les premières mises en œuvre laissent également entrevoir un intérêt pédagogique pour les élèves voyants avec la possibilité d'étendre l'usage de la mallette au lycée. Ce dispositif s'avère aussi être une passerelle entre voyants et non-voyants. Une interface tangible est à envisager pour permettre une interaction directe avec le logiciel.

Mots-clés : Algorithmique - Braille - Déficience visuelle - Scratch.

The Accessi DV Scratch kit : "Scratch without a computer in braille and large print"

Summary: Digital accessibility is a priority for the schooling of visually impaired pupils. When the purpose is to acquire knowledge of algorithms and cycle 4 programming, an adaptation of the Scratch software recommended by Eduscol (the national educational resource center) is essential. No solution exists as of now. The tool that I propose, the « Accessi DV Scratch » kit, enables visually impaired pupils and blind pupils to master these skills easily in an inclusive situation, and just as efficiently as their peers. The first practical applications of this kit also show that there is a pedagogical advantage for sighted pupils, which opens up the possibility to extend the use of this kit to secondary schools. This solution can also be a bridge between sighted and blind pupils. A tangible interface might be considered in order to make possible a direct interaction with the software.

Keywords: Algorithmic - Braille - Scratch - Visual impairment.

PUBLIC VISÉ

Élèves déficients visuels (mal-voyants ou aveugles) et leurs professeurs de mathématiques, enseignants spécialisés.



CONSTAT À L'ORIGINE DE LA MALLETTE

Je suis enseignante spécialisée dans la déficience visuelle, coordonnatrice d'une Uliis TFV (Unité localisée d'inclusion scolaire - troubles des fonctions visuelles) en collège. Les élèves sont mal-voyants ou non-voyants, certains travaillent exclusivement en braille. D'autres voient très mal sur un ordinateur, utilisent une police jusqu'à 30 à l'écran, et ne distinguent donc que peu d'éléments à la fois. Ils souffrent aussi parfois de nystagmus : mouvements vibratoires involontaires des yeux qui rendent l'exploration d'un écran compliquée. Les manipulations et la lecture de tableaux deviennent donc très complexes.

Ma préoccupation en ce début d'année est liée aux outils numériques. En effet, l'application des nouveaux programmes de mathématiques de cycle 4 (de la 6^e à la 3^e) imposent qu'1/5^e des temps d'apprentissage soit consacré à l'algorithmique. Un exercice du brevet traitera d'ailleurs de cette partie du programme. Le logiciel Scratch est préconisé dans les livrets d'accompagnement des programmes Eduscol pour travailler ces compétences. L'accessibilité du logiciel pour les élèves porteurs de ce type de handicap n'a pas encore été envisagée. Les professeurs de mathématiques de mon collège ont opté pour cette piste pédagogique.

Après une exploration studieuse du logiciel, j'ai pu constater que certaines tâches comme déplacer des images, ou emboîter des objets avec la souris (sans les voir, ou en ne voyant qu'une très petite partie de l'espace) semblaient très difficilement adaptables.

J'ai également essayé d'en faire une exploration avec un terminal braille Esys et la synthèse vocale NVDA. J'ai seulement réussi à naviguer dans les différents menus. Pour un certain nombre de cases, il est impossible de saisir des valeurs numériques ou encore de faire défiler certains petits menus déroulants. Quant aux images... malheureusement l'écran à bulles d'air tactile n'existe pas encore...

Avec un Esytime (ordinateur entièrement en braille), l'exploitation de ce logiciel est parfaitement impossible...

Je me suis adressée à un webmaster de Scratch. Sa réponse est la suivante : l'accessibilité aux non-voyants et mal-voyants n'a pas encore été mise au point, c'est le « challenge » d'une prochaine version.

Les pistes telles que l'utilisation de logiciels de programmation en lignes, tels qu'Excalgo me semblent inadaptées à la situation de mes élèves à double titre. D'une part, cela posait des problèmes d'inclusion, tous les professeurs de mathématiques, de mon collègue ayant choisi Scratch. Mais surtout, parmi mes élèves, deux sont nouvellement brailleuses. Je rappelle que la lecture braille nécessite un entraînement important de repérage. Elle monopolise une grande place dans la mémoire de travail, en effet l'élève n'a qu'une ligne de programme sous les doigts.

Pour terminer l'état des lieux de mon Ulis, une élève présentant des troubles associés de la mémoire doit avoir en permanence toutes les données d'un problème accessibles pour pouvoir manipuler et raisonner.

La lecture de plusieurs ouvrages de J.-P. Lachaux, F. Eustache et S. Dehaene, m'a permis de développer différents outils pour aider cette élève souffrant de troubles mnésiques. Ces recherches m'ont également aidée à envisager des stratégies méthodologiques pour aider mes élèves confrontés à une vision tactile très partielle des documents. Par exemple, le repérage dans un texte littéraire peut se faire par le dépôt, au cours de la lecture, de balises repères (type */%). Cela permet à l'élève de dépasser le survol du texte et d'en appréhender plus précisément le fond. Cette démarche ne peut se faire dans un programme sans risque de le dénaturer. De plus, en n'ayant qu'une ligne de code sous les doigts, retrouver le début d'une boucle devient périlleux.

Faisant partie d'un groupe Irem de Grenoble, j'ai pu échanger par mail avec certains collègues. Je me suis penchée sur plusieurs de leurs propositions de travail sur scratch de façon débranchée. Cette piste semblait engageante, mais des problèmes subsistaient. L'utilisation d'étiquettes papiers entraînait différentes difficultés. Lors d'une relecture toutes les instructions bougeaient entraînant une destruction du script. L'usage d'étiquettes aimantées réglerait ce souci, mais empêchent une insertion facile d'instruction supplémentaire.

Dans ces pistes, subsistait également le problème de la lisibilité des boucles, de leur imbrication et limitait leur extension au besoin.

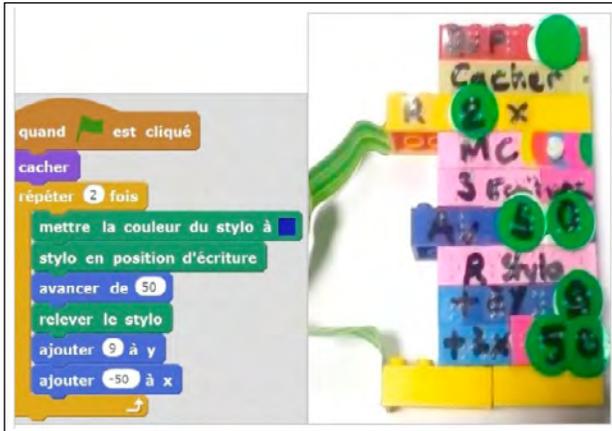
J'ai donc mis au point une mallette pédagogique « Accessi DV scratch » permettant à des jeunes aveugles ou très mal-voyants une utilisation débranchée de ce logiciel.

CONCEPT DE LA MALLETTE

Mes objectifs sont de permettre aux élèves déficients visuels :

- de comprendre la programmation,
- de rédiger des programmes et des algorithmes comme leurs camarades,
- de se relire sans détruire le programme au fur et à mesure,
- de modifier un programme sans le déconstruire entièrement,
- de travailler avec leurs camarades voyants sur le même logiciel,
- une inclusion plus facile en cours de mathématiques.

L'idée de mon outil est de remplacer toutes les instructions du logiciel par des pièces en plastique (pavés droits) emboîtables que j'ai préalablement adaptées en relief, en braille et en gros caractères. Les pièces peuvent ainsi s'emboîter sous les doigts des élèves comme le font les élèves voyants à la souris avec des images à l'écran.



MATÉRIEL, DESCRIPTION DE LA MALLETTE

Dans le logiciel, les possibilités sont infinies. J'ai fait un inventaire des pièces nécessaires et réalisé une compilation d'exercices de cycle 4 pour réaliser une quantité suffisante. Si toutefois cela s'avère nécessaire, ma mallette permet aussi l'ajout de pièces très aisément, à la demande du professeur. Cela n'a pas été utile pour le moment.

- Pièces parallélépipédiques agrémentées de nombreux éléments tactiles.
- Toutes les commandes proposées par Scratch sont adaptées (mouvements, événements, contrôles, opérateurs, stylos, sons, capteurs, variables). Il sera très simple d'ajouter des pièces en fonction de l'évolution du logiciel ou des besoins du professeur de mathématiques.
- Le code couleur des différents menus d'instructions du logiciel est conservé pour faciliter l'inclusion pour le professeur et pour les autres élèves. L'ajout de gros caractères, le couplage de couleurs franches à des formes géométriques sont aussi des appuis pour de jeunes malvoyants souffrant de dyschromatopsies importantes.
- À chaque famille de couleur est associée une gomme saillante de forme différente sur la tranche droite de la pièce. J'ai choisi ce côté des pièces parce qu'un élève aveugle à l'habitude d'avoir les indicateurs d'orientation (nord, coin coupé) en haut à droite. Ces formes géométriques facilitent le rangement des pièces : on les retrouve sur chaque compartiment de la boîte.
- Ces associations « forme - couleur - type d'instruction » sont ainsi définies : demi-lune pour un contrôle, rectangle pour un événement, carré pour un opérateur, étoile pour un stylo, cercle pour un son, triangle vers le haut pour les

mouvements, triangle vers l'arrière pour le lutin, « v » pour les variables, et face lisse pour un capteur.

- Les pièces du script s'emboîtent en les alignant à droite, Ainsi une lecture du programme sur la tranche droite où se trouvent les codes de formes des pièces permet un repérage rapide des différents types d'instructions et d'une certaine manière une lecture en diagonale du programme. Ainsi l'accès à la structure du script et la navigation dans le programme sont simplifiés.



- Sur la face principale des pièces, sont inscrites les instructions de programme en gros caractères et en braille adhésif transparent. Des abréviations sont nécessaires et sont répertoriées dans un petit lexique d'accompagnement en gros caractères et en braille.



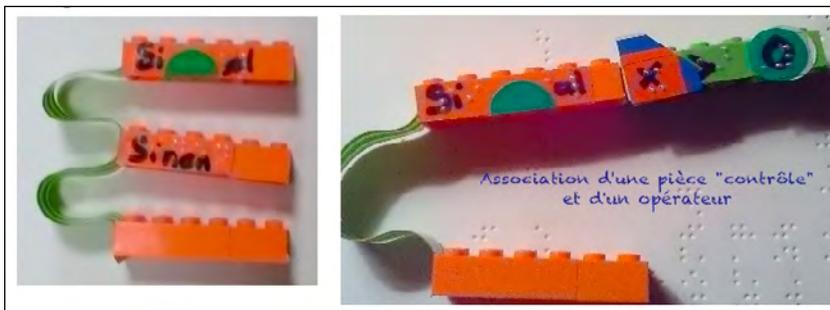
- Lorsque l'instruction contient une variable, un cercle blanc creux en relief est apposé à côté ou dans la commande elle-même. Sur ce repère tactile, l'élève peut fixer avec de la pâte adhésive les variables numériques ou littérales souhaitées.

Création de la variable « z »

Capteur

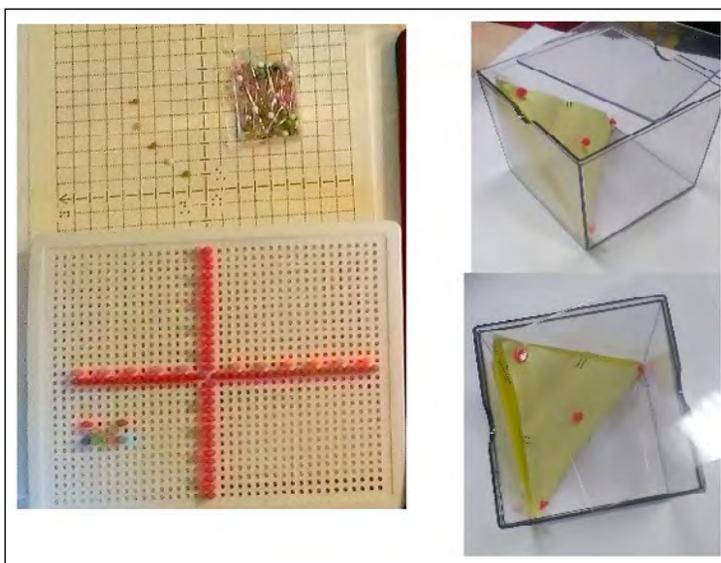
Script → Objectif : demander un nombre « z » et tracer un carré de côté z.
Usage de capteur et création d'une variable

- Lorsqu'un contrôle implique l'ajout d'un opérateur, un demi-cercle en relief est apposé à côté de l'instruction. Il suffit à l'élève de sélectionner la pièce « opérateur » souhaitée et de la fixer au bout droit du morceau de code avec de la pâte adhésive.



- Les instructions conditionnelles ou répétées et les pièces de contrôle (« répéter jusqu'à », « si alors », « si alors sinon »...) sont fabriquées avec plusieurs pièces liées entre elles par du scotch d'électricien. Ceci permet d'insérer aisément les lignes de code entre les deux extrémités de la boucle. La boucle est extensible grâce au scotch et des pièces de rallonges permettent une taille adaptable à

- souhait. Cela facilite la compréhension de cette notion algorithmique : l'élève en suivant le scotch associe aisément le début et la fin de la boucle.
- Les blocs sont représentés par de fines barres qu'il suffit d'insérer dans le programme.
 - Les éléments numériques ou littérales sont faites sur des supports (gommettes et plastique adhésif braille) rigides. Et les briques de Lego définissant les variables sont noires.
 - Toutes les pièces sont rangées et triées dans une mallette à casiers pour faciliter les déplacements entre les salles de cours. Cela rend le classement des différents éléments plus facile et le repérage est simplifié pour l'élève déficient visuel qui peut aisément trouver celles dont il a besoin.
 - L'écran est remplacé par deux plaques adaptées aux avancées des élèves dans la lecture tactile. Une plaque avec des picots plastiques puis une plaque de polystyrène avec un repère orthonormé en Dessin en relief (DER) dans lequel on plante des épingles pour reproduire les figures qui apparaissent à l'écran.
 - Et en amont de l'élaboration des scripts, les élèves aveugles et mal-voyants peuvent représenter et problématiser la situation, les graphiques ou les tracés.



- Dans les cas où un déplacement dans l'espace 3D est nécessaire, on utilise des cubes transparents dans lesquels on peut manipuler des papiers, épingles et élastiques.

PREMIERS RÉSULTATS

Les 14 élèves de l'Ulis, dont 4 brailleuses, utilisent ma mallette depuis deux mois. Ils ont fait les mêmes acquisitions en programmation que leurs camarades voyants, et ont pu faire également les mêmes évaluations (avec la mallette). Ils sont même pour la plupart plus en avance que leurs pairs par rapport aux attentes des professeurs de mathématiques.

Dans un premier temps deux séances sont nécessaires, « en dehors des cours de maths » pour que l'élève prenne en main la mallette. Il doit :

- apprendre l'organisation et le rangement des éléments dans la boîte,
- se familiariser avec les différentes pièces,
- analyser chaque partie des pièces,
- découvrir les deux niveaux de lecture du script, linéaire sur la face avant et en diagonale sur la tranche droite,
- comprendre le fonctionnement des pièces de contrôle et à suivre les boucles...

Un accompagnement en cours est ensuite nécessaire pendant 3 à 5 séances (selon les jeunes). L'élève est alors suffisamment autonome avec la mallette pour assister au cours seul.

Ce dispositif peut être transposable au lycée. Je commence d'ailleurs l'expérimentation avec une élève de 1^{re} ES dont je m'occupe dans le cadre du SAAAS.

PREMIERS AVANTAGES OBSERVÉS

- Pour les élèves malvoyants, rapprocher le script des yeux plutôt que de pencher le visage très près de l'écran est un soulagement.
- Un suivi très facile des boucles avec les doigts, le script entier est « touchable » à tout moment. Et la lecture séquentielle sur la tranche droite est très utilisée par les élèves.
- Grâce à l'emboîtement la comparaison de deux scripts est très facile. On peut voir sur l'exemple ci-dessous, un bloc de programme sur lequel sont fixées les deux fins proposées pour ce script. Ces deux ensembles d'instructions sont au même niveau et très proches. Ainsi passer les mains d'une solution à l'autre est facile et une comparaison devient simple.



- La modification des scripts par l'élève, la segmentation du script, l'insertion d'une instruction sans aucune difficulté.

- Dans le cadre de l'inclusion, mon outil permet aux élèves DV (comme à leurs camarades) de réfléchir à la structure globale et fine du script plutôt que d'agir par « essai/erreur » ou ajout de « commande réparatrice ».
- L'inclusion est facilitée : les codes couleurs sont respectés, toutes les pièces sont reproduites avec l'ajout d'éléments tactiles, en gros caractères et en braille.
- Le travail en binôme DV/voyant devient une vraie richesse pour tous.

PERSPECTIVES

Je travaille également avec des enseignants de BTS sur la fabrication d'une calculatrice scientifique braille parlante. Le matériel qu'ils utilisent est une table tangible et des capteurs RFID. Lors de notre dernière rencontre autour du cahier des charges de cette calculatrice, j'ai imaginé qu'il serait possible de transposer cet outil et de coupler ma mallette AccessiDVScratch à une table tangible. On pourrait envisager de placer un capteur RFID sous chaque pièce de la mallette. Une fois le script monté par l'élève, il pourrait être posé sur la table tangible et ainsi interagir directement avec le logiciel Scratch.

En février, j'ai achevé la fabrication de la mallette deuxième génération. Elle permet une insertion des lettres, chiffres et variables directement dans les pièces d'instructions et donc une lecture tactile plus confortable.



Une autre piste de communication avec le logiciel scratch est à l'étude : une application photo sur smartphone.

Pour en savoir plus : dossier complet sur AccessiDVScratch en ligne : <http://www.ac-grenoble.fr/ecoles/g1/spip.php?rubrique1094>

Références

Livres

Dehaene, S. (2014). *Le code de la conscience*. Odile Jacob.

Lachaux, J.-P. (2015). *Le cerveau funambule*. Odile Jacob.

Eustache, F. et Guillery-Girard, B. (2016). *La neuroéducation. La mémoire au cœur des apprentissages*. Odile Jacob.

Conférences

Dehaene, S. (2015, 17 février). *La mémoire et son optimisation*. Collège de France. Récupéré sur <http://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2015-02-17-09h30.htm>

Dehaene, S. (2015, 6 janvier). *Plasticité cérébrale et recyclage neuronal*. Collège de France. Récupéré sur <http://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2015-01-06-09h30.htm>

Masson, S. (2013, 21 mars). *Neuroéducation et trouble d'apprentissage*. 38^e congrès AQETA. Récupéré sur https://www.youtube.com/watch?v=0aliLpN_Zfg

Lemaire, P. (2012, 20 novembre). *Ressource cognitive et mémoire*. Collège de France. Récupéré sur <http://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/symposium-2012-11-20-11h15.htm>

Liens internet

Irem Grenoble, par Benjamin Wac : *Scratch débranché*, <http://www.irem.ujf-grenoble.fr/spip/spip.php?article146>

Irem Clermont Ferrand : *Informatique sans ordinateur*, <http://www.irem.univ-bpclermont.fr/Informatique-sans-Ordinateur>

Pixees : *Se débrouiller pour commencer à faire du scratch à main nue*, <https://pixees.fr/se-debrouiller-pour-commencer-a-faire-du-scratch-a-main-nue/>

Pixees : Support pédagogique activité débranchée, <https://pixees.fr/category/support-pedagogique/activite/activite-debranchee/>

Textes officiels

Ministère de l'Éducation nationale. (2015, 26 novembre), *Bulletin officiel*, 11. Nouveaux programmes de cycle 4. Récupéré sur <http://www.education.gouv.fr/cid95812/au-bo-special-du-26-novembre-2015-programmes-d-enseignement-de-l-ecole-elementaire-et-du-college.html>

Ministère de l'Éducation nationale (2016), *Eduscol, Algorithmique et programmation*. Récupéré sur : http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Algorithmique_et_programmation/67/9/RA16_C4_MATH_algorithmique_et_programmation_N.D_551679.pdf