

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 expérimental² ». 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 :

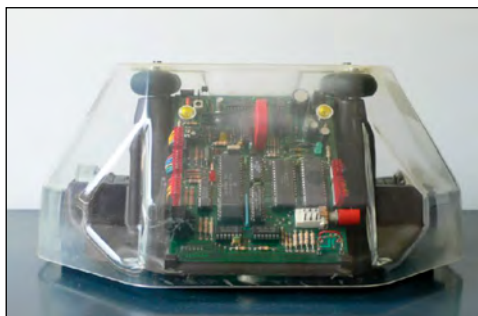
- Avance 10
- Avance 20, Avance...
- Recule 50
- Recule 10, Recule...
- Tourne à droite de 45°
- Tourne à droite de 90°, Tourne à droite de ...°
- Tourne à gauche de 60°
- Tourne à gauche de 30°, Tourne à gauche de ...°
- Lève le crayon, Baisse le crayon
- Émet un bruit...

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

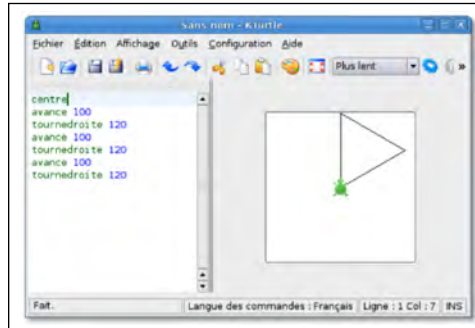
Les développements de la micro informatique ont conduit à la création d'un LOGO-écran sur ordinateur. Dans cette version, la tortue est représentée par un petit triangle

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.*
- *aiguiser 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-Bourrellier, 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

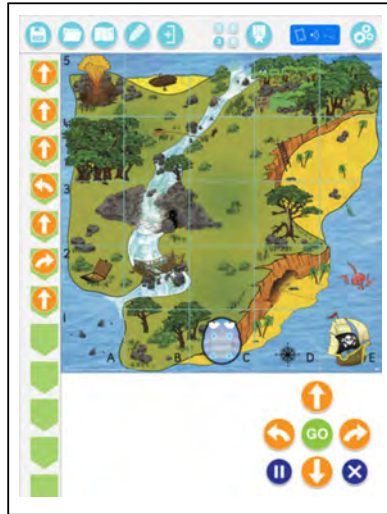


Figure 1 : copie d'écran de la tablette Blue Bot

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 « case interdite » (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 « Recule » dirigée vers le bas et de voir le robot « remonter » 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 » ?

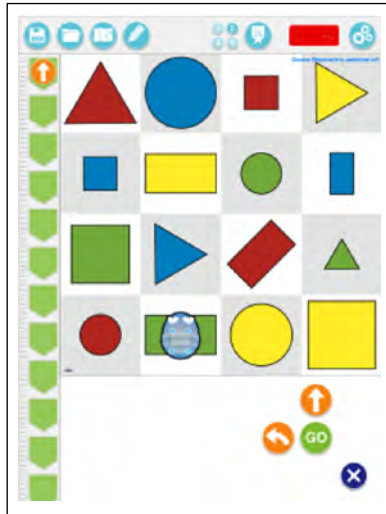


Figure 2: Copie d'écran d'un problème de parcours Blue-Bot avec restriction de flèche

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.

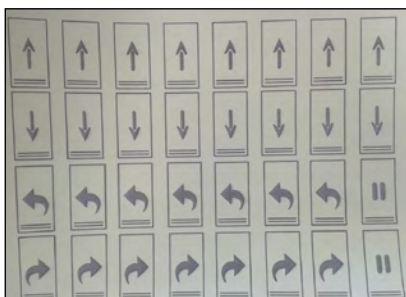
Le clavier de commande et les cartes-instructions permettent également ce type d'exercice. L'élève manipule alors des cartes réelles qu'il va disposer sur le clavier dans le bon ordre avant de lancer le programme grâce au bouton Bluetooth du clavier. Ainsi, pour un élève qui a des difficultés à travailler 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.

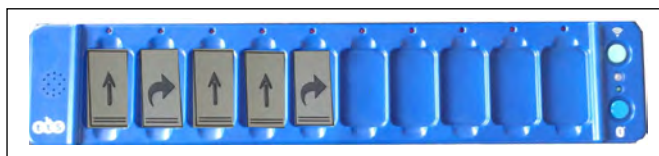
Le Service des documents adaptés pour déficients visuels (SDADV) de l'INS HEA a conçu, à notre demande, une planche de cartes-instructions imprimables sur du papier thermo-gonflé permettant une approche sensible (au toucher) des flèches.



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.

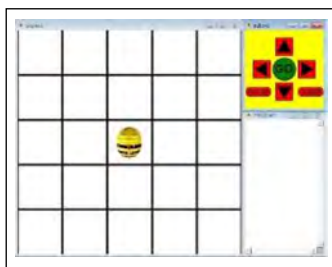


Figure 5: image de Terrapin Logo

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-el00485.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.terrapiologo.com/doku.php/logo:programming_bluebot

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

