

# DES CONNAISSANCES ET DES RESSOURCES DANS LA MODELISATION DE DEPLACEMENTS LIEE A LA PROGRAMMATION D'UN « ROBOT DE PLANCHER » PEDAGOGIQUE EN GS-CP

**Carine SORT**

Prag Maths, INSPE de l'académie de Bordeaux  
LaB-E3D (EA 7441) Université de Bordeaux  
carine.sort@u-bordeaux.fr

**Lalina COULANGE**

PR Universités 26<sup>e</sup> section, didactique des mathématiques  
Directrice du LaB-E3D (EA 7441) Université de Bordeaux  
lalina.coulange@u-bordeaux.fr

## Résumé

Dans cet article, nous avons choisi de porter un regard sur les situations d'enseignement et d'apprentissage avec un « robot de plancher » (le Blue-Bot) ; celles-ci convoquent potentiellement des connaissances spatiales relatives aux déplacements (réels ou représentés) d'un objet extérieur à soi dans l'espace (Verjat, 1994). Ces mêmes situations sont par ailleurs à même de faire émerger des nouvelles connaissances informatiques (Komis & Misirli, 2013) dans des modélisations liées à la programmation du robot. Les interactions entre ces connaissances spatiales et informatiques sont analysées au regard d'actions d'élèves de grande section (GS) de maternelle et des ressources variées que ces connaissances supposent, elles-mêmes repositionnées entre *oralité* et *littératie* (Laparra et Margolinas, 2016). Nous proposons le compte-rendu d'un atelier au cours duquel les participants ont analysé des vidéos d'une séquence d'apprentissage de la programmation des déplacements d'un robot pédagogique en GS ; notamment nous avons proposé de questionner la difficulté liée à la commande « pivoter » présente sur le Blue-Bot et comment des élèves se sont emparés des cartes d'instruction proposées avec le robot Blue-Bot pour écrire leurs premiers programmes.

Notre atelier prend appui sur une recherche en cours, conduite dans le cadre d'une thèse en didactique des mathématiques. Celle-ci cherche à mettre en lumière les interactions entre les savoirs informatiques (autour de la programmation) et mathématiques (connaissances spatiales) dans des situations d'utilisation d'un robot pédagogique, le Blue-Bot. Nous avons participé à une recherche collaborative visant à observer et étudier la mise en œuvre de situations d'enseignement et d'apprentissage de ces savoirs à la fois informatiques et spatiaux avec le Blue-Bot dans des classes de GS. Les connaissances spatiales (repérage, vocabulaire) sont travaillées lors de résolution de problèmes notamment pour permettre aux élèves de modéliser l'espace (Verjat, 1994) au sein duquel se déplace le Blue-bot. Ces situations d'enseignement et d'apprentissage permettent également la construction d'un algorithme utilisant la construction d'un modèle mental concernant le trajet du Blue-Bot dans l'espace et la rédaction d'un programme par cartes de commandes. Ainsi nous estimons que ces situations permettent la construction de concepts préliminaires de programmation tels que : l'extériorisation de ce modèle (verbal), sa représentation iconique (cartes) et les gestions des différentes commandes liées au déplacement du Blue-bot (Komis & Misirli, 2013). Nous modélisons les situations de classe observées par le biais de situations didactiques (Brousseau, 1998) en envisageant des actions d'élèves sur et avec les « objets » d'un milieu, les moyens de ces actions étant eux-mêmes modélisés par des connaissances informatiques et spatiales. Nous repositionnons ces connaissances à la fois informatiques et spatiales au regard de ressources qui relèvent de l'*oralité* (car elles sont avant tout « corporelles ») ou de la *littératie* (car elles sont typiques de l'écrit ou de son usage) (Laparra et Margolinas, 2016) autour des robots de plancher.

## I - AUTOUR DES ROBOTS DE PLANCHER

### 1 Contexte de l'étude

La robotique pédagogique est plus ou moins présente dans les programmes scolaires en France depuis 1960. Dans les années 1980, des explorations ont alors été menées en classe avec des très jeunes enfants sur l'utilisation des robots de planchers. Parmi eux, la tortue de sol de Seymour Papert a fait figure de pionnière dans le cadre de la robotique pédagogique. Les buts de l'expérience initiale menée par Papert 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* » (Papert, 1981).

Depuis, d'autres expériences ont été relatées avec la Tortue Logo mais aussi d'autres robots de plancher (Bossuet, 1987 ; Peres, 1987 ; Boule, 1988 ; Greff, 2001). Ces expérimentations portaient aussi sur les apprentissages et les apports de la programmation. En France, elle est vraiment réapparue en 2015-2016 à l'école primaire avec l'écriture de nouveaux programmes, avec des enjeux liés à la programmation et à la structuration spatiale.

#### 1.1 Différents robots des années 1980 aux années 2000

La création de la tortue de sol est à l'origine du développement du langage LOGO par Seymour Papert, Marvin Minsky et le M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) vers 1965. En France, dans les années 80, d'autres innovations ont permis de développer des robots de plancher (Greff, 1999).

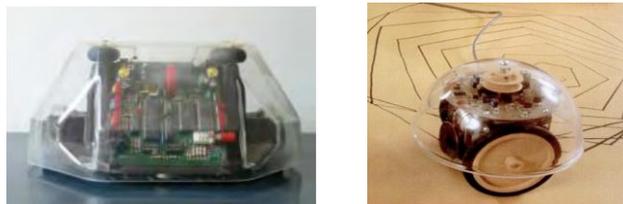


Figure 1. Exemples de deux robots de plancher, Tortue Logo ou Tortue Jeulin ou Promobile T1 et T2 (chez Jeulin) Années 80.

Les robots de chez Jeulin (Figure 1) par exemple étaient en relation avec un boîtier de commande (filaire ou rayon infra-rouge) utilisant des cartes correspondant à des instructions pour le robot ; ces dernières se distinguaient les unes des autres par leur couleur, leur perforation ainsi que l'ordre des instructions associées écrit sur une étiquette collée sur la carte (Figure 2). Bien qu'utilisées en maternelle, les cartes n'étaient donc pas « très lisibles » par un enfant. De plus, les cartes-instructions n'étaient lues qu'une par une, séquentiellement (Greff, 1999).

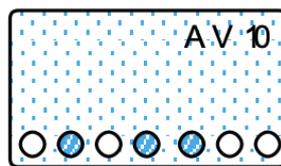


Figure 2. Exemple d'une carte de codage d'un déplacement « Avancer de 10 ».

Des expérimentations montrent que l'utilisation du robot permet aux enfants de s'appuyer sur l'espace sensible, l'espace vécu ; des références à Piaget viennent alors appuyer l'intérêt pédagogique des situations proposées pour mettre l'enfant au centre d'un monde où il voit, ressent, expérimente le résultat de ses actions personnelles sur les objets et les situations proposées et ainsi lui permettre de raisonner, d'anticiper (Linard, 1990 ; Dufoyer, 1988). Mais, dès 1986, Bossuet expose des mises en garde sur l'utilisation de robots pédagogiques en classe : « *Il a été créé un mythe : LOGO. La plupart des rapports d'expérimentation LOGO insistent sur les observations [des manipulations lors de l'introduction du robot en classe] 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. »*



Figure 3. Exemple d'un autre robot de plancher : Le Bigtrak® - vues latérale et du dessus.

D'autres robots manufacturés apparaissent sur le marché et sont considérés comme des outils pédagogiques en maternelle (Greff, 1999). En particulier, le premier fut créé en 1979 et conçu par MB aux Etats-Unis avant d'arriver en France au début des années 1980 : le Bigtrak® (Figure 3). D'abord considéré comme un jouet, il fait néanmoins partie des « robots de sol » car il répond à des commandes similaires à celles de la tortue Logo. De plus il est autonome, il se programme sur un clavier situé sur sa coque, utilisant un code avec flèches et permettant de programmer une suite d'instructions. Des explorations sont menées à cette époque en classe de maternelle pour « apprendre à maîtriser l'espace ... apprendre la rigueur d'un langage et celle d'actions successives » (Combes-Trithard, 1984 ; Bossuet, 1987).

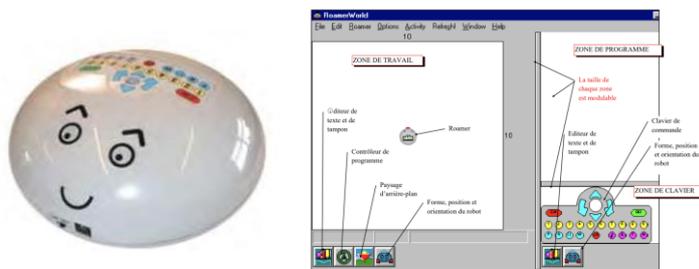


Figure 4. Exemple d'un autre robot de plancher : Le Roamer – vue latérale et image de l'interface.

Dans la même ligne, nous pouvons citer aussi le « Roamer » (chez Valiant) commercialisé en 1988 (Figure 4). Son apparence est une sphère aplatie décorée pour montrer l'orientation du robot, 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 comme celles du Bigtrak®. De la même façon, celles-ci permettent la programmation du robot qui pourra ainsi se déplacer, pivoter, faire de la musique, attendre et également mémoriser des procédures. Mais un certain nombre de modules additionnels sont proposés : console de contrôle, un module de dessin permettant au robot de laisser une trace au sol, un kit d'éclairage ou de capteurs. La société développe en parallèle un logiciel « Roamer world » dans lequel le robot est « virtualisé » (Greff, 2001). De plus des activités ont été construites autour de l'utilisation du robot en classe : construction de l'espace (anticiper, suivre un cheminement) ; construction du nombre (à partir d'une bande numérique, se rendre successivement sur des nombres donnés) ; estimation de longueur (l'unité de longueur d'avancement du robot étant définie, estimer la distance qui le sépare d'une cible) ; repérage sur quadrillage (anticiper un trajet sur quadrillage afin d'atteindre un but fixé) (Greff, 2001).

Ces robots conçus par des informaticiens ont donc pour but principal de transmettre des savoirs informatiques. Au début, il n'y a que peu de ressources fournies à destination des enseignants. Mais en même temps que leurs apparitions en classe, des premiers questionnements autour de l'utilisation de ces robots en classe apparaissent. Notamment l'introduction de l'informatique apparaît autour de trois axes, *comme un outil d'enseignement, comme un ensemble d'outils disciplinaires et transversaux, ou comme un nouveau domaine d'enseignement* (Baron & Bruillard, 2001). Puis la question des savoirs mathématiques liés aux connaissances spatiales est aussi évoquée : déplacements, anticipation, codage/décodage et de leurs

interactions potentielles avec les savoirs informatiques visés (Barrué et Vigot, 2015 ; Komis & Misirli, 2013).



Figure 5. Exemples de robots de plancher : Le Roamer Too, le Bee-Bot, le Pro-Bot et le Blue-Bot.

Dans les années 2012-2013, de nouveaux robots pédagogiques sont apparus (Figure 5). Plus facile d'accès (pour les écoles) et dans des formats plus petits, ces nouveaux robots sont attrayants, autonomes et rechargeables. Ils présentent aussi des avancées technologiques : des capteurs, une mémoire de plusieurs dizaines d'instructions (40 pour la Bee-Bot), une liaison Bluetooth, des applications développées sur ordinateur ou tablette. Ils s'inscrivent dans la lignée des robots de plancher qui depuis le Roamer, s'appuient sur une programmation type « flèches » dérivée du langage Logo de Seymour Papert. Une des avancées proposées par ces robots va aussi permettre à l'enfant de coder les actions qu'il a imaginées comme une suite d'instructions, un programme.

Nous avons ciblé le robot Blue-Bot (Figure 6) pour un public de très jeunes enfants. Des ressources<sup>1</sup> associées à son utilisation en classe de maternelle sont disponibles en lien avec des expérimentations (par exemple sur le site eduscol, partie Prim à bord). Enfin l'utilisation du robot est complétée avec des accessoires : barre de programmation, cartes d'instructions, tapis quadrillés, et par des ressources « techniques » : environnement de programmation sur tablettes avec des applications spécifiques. Certaines de ces expérimentations en classe de maternelle (Komis & Misirli, 2013 ; Temperman & al., 2019) tendent à montrer des enjeux forts sur la « programmation » et les savoirs informatiques mais aussi sur des savoirs spatiaux (notamment en ce qui concerne des tâches de déplacement réel ou codé sur un quadrillage).



Figure 6. Le robot Blue-Bot<sup>2</sup>.

## 1.2 Projet de thèse

L'introduction en classe d'objets numériques programmables et ce, dès l'école maternelle, notamment avec le pilotage d'objets programmables nous a semblé une entrée intéressante pour questionner les connaissances et les savoirs à enseigner/apprendre tant au niveau mathématique qu'au niveau informatique.

<sup>1</sup> Sites : [www.hepfr.ch/dm/blue-bot](http://www.hepfr.ch/dm/blue-bot)- [https://inshea.fr/sites/default/files/fichier-orna/EG\\_Blue-Bot\\_0.pdf](https://inshea.fr/sites/default/files/fichier-orna/EG_Blue-Bot_0.pdf) -

<sup>2</sup> Blue-bot Bluetooth – Programmable Floor Robot TTS International Schools <https://www.tts-international.com/blue-bot-bluetooth-programmable-floor-robot/1015269.html>

Avant 2016, le numérique était intégré au socle au travers du B2i dont l'objectif était de former à une utilisation raisonnée des technologies de l'information et de la communication (MEN, 2013b)<sup>3</sup>. Depuis, le socle inclut ces compétences dans les différents domaines et enseignements, ce qui a pour conséquence de faire "disparaître" le B2i tel qu'il se présentait (MEN, 2015b)<sup>4</sup>. Dans les programmes de maternelle, le numérique apparaît à l'heure actuelle de manière transversale dans les domaines 1, 3, 4 et 5. L'objectif principal est d'initier les élèves à l'utilisation des outils du numérique (MEN, 2015a)<sup>5</sup> même si l'on retrouve la notion d'algorithme dans le domaine 4 : « identifier le principe d'organisation d'un algorithme et poursuivre son application ». Dans le dernier programme en vigueur pour la maternelle, (MEN, 2021)<sup>6</sup> nous retrouvons une entrée liée à la robotique pédagogique dans le Domaine « Explorer le monde », le sous-domaine « Représenter l'espace » : « Ils établissent alors les relations entre leurs déplacements et les représentations de ceux-ci. [...] Ces mises en relations seront plus précisément étudiées à l'école élémentaire, mais elles peuvent déjà être utilisées pour coder des déplacements ou des représentations spatiales. »

Notre objectif est plus précisément d'identifier les potentialités didactiques de l'introduction de robots pédagogiques de type Blue-Bot mis en relation avec un thème mathématique particulier : celui de l'enseignement et de l'apprentissage de l'espace au cours des cycles 1 et 2. Il s'agit dès lors de comprendre et de mettre en lumière les compétences mathématiques et informatiques, d'étudier des usages comme vecteurs pour les apprentissages des élèves.

Notre regard se porte sur deux questionnements, l'un autour des connaissances spatiales et l'autre autour des connaissances informatiques. Les connaissances spatiales peuvent être considérées comme toutes les connaissances permettant à un sujet un contrôle convenable de ses relations à un espace sensible comprenant (entre autres) le déplacement, le repérage ou la communication de position d'objets (Berthelot et Salin, 2000, p.38). Celles plus potentiellement concernées par des premiers apprentissages à l'école comprennent : l'orientation spatiale, le vocabulaire spécifique : à la droite/gauche (de), devant/derrière, le repérage par rapport à soi et par rapport à un objet mobile (Fénichel & al., 2004 ; pp.28-30 ; Pierrard, 2002). Notamment les enfants de maternelle sont amenés à travailler le passage d'un repère autocentré (par rapport à leur propre corps) à un repère extérieur à soi (allocentré) qui de plus est mobile dans le cas du déplacement d'un objet orienté comme un robot pédagogique de type Blue-bot.

S'agissant des connaissances et savoirs informatiques, nous nous sommes intéressées plus particulièrement à ce que la littérature dit des « concepts de base » de la programmation comme *la séquence, l'algorithme, le programme, l'itération et la commande* (Touloupaki, Baron & Komis, 2018). En ce qui concerne plus spécifiquement la robotique pédagogique, la manipulation du robot permet l'introduction spécifique de la notion de logique de « commande » comme permettant d'atteindre un objectif ou un but

<sup>3</sup> Ministère de l'éducation nationale. (2013b). Référentiels de connaissances et capacités exigibles pour le brevet informatique et internet (B2i) (publication no 0182 du 7 août 2013). Repéré à l'URL : [https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=51CD01A6175D71871DC25CA2A6437D3C.tpdjo05v\\_2?cidTexte=JORFTEXT000027811513&idArticle=&categorieLien=id](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=51CD01A6175D71871DC25CA2A6437D3C.tpdjo05v_2?cidTexte=JORFTEXT000027811513&idArticle=&categorieLien=id)

<sup>4</sup> Ministère de l'éducation nationale. (2015b). Socle commun de connaissances, de compétences et de culture (publication no 17 du 23 avril 2015). Repéré à l'URL : [http://cache.media.education.gouv.fr/file/17/45/6/Socle\\_commun\\_de\\_connaissances\\_de\\_compétences\\_et\\_de\\_culture\\_415456.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/17/45/6/Socle_commun_de_connaissances_de_compétences_et_de_culture_415456.pdf)

<sup>5</sup> Ministère de l'éducation nationale. (2015a). Programmes d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2), du cycle de consolidation (cycle 3) et du cycle des approfondissements (cycle 4) (publication no 11 du 26 novembre 2015). Repéré à l'URL : [http://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN\\_SPE\\_11/67/3/2015\\_programmes\\_cycles234\\_4\\_12\\_ok\\_508673.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN_SPE_11/67/3/2015_programmes_cycles234_4_12_ok_508673.pdf)

<sup>6</sup> Ministère de l'éducation nationale. (2021). Programmes d'enseignement de l'école maternelle (cycle 1) (publication n° 25 du 24 juin 2021). Repéré à l'URL : <https://eduscol.education.fr/document/20062/download>

(Bossuet, 1986). Ainsi l'organisation, l'anticipation et la planification d'opérations complexes peuvent être réalisées dans un environnement réel grâce au recours aux jouets programmables. Ceci peut permettre d'entrer dans une compréhension des connaissances en programmation (Barrue et Vigot, 2016).

### 1.3 Description du corpus

Nous avons participé à un déploiement d'un robot pédagogique Blue-Bot et de ressources liées à cet outil aux cycles 1 et 2, en Grande Section de maternelle et en CP de 2017-2020 (Projet persévérans<sup>7</sup>). Nous avons ainsi constitué la plus grande partie de notre corpus. Nous avons organisé un suivi particulier sur chaque année avec une formation technique en classes de GS et de CP avec 5 enseignantes (2 en GS, 2 en CP et 1 en GS/CP) sur 3 années. Mais nous avons aussi suivi des enseignants ponctuellement sur une année en classes de GS ou de CP pour assurer la continuité du projet et son déploiement sur le département des Landes.

Les séances ont été filmées à l'aide de caméscopes :

- Le premier fixe au fond de la salle, grâce à un grand angle ou suffisamment placé en hauteur permettait d'enregistrer l'ensemble des activités de la classe.
- Le second mobile filmait généralement un groupe d'élèves et l'observateur se déplaçait pour filmer plus précisément les interactions entre l'enseignant et les élèves ou les actions des élèves lors des phases de travail individuel ou en interaction entre pairs.
- Parfois un troisième caméscope permettait de filmer un groupe de 4 élèves pendant toute la séance pour observer les tâches réellement effectuées par les élèves.

Pour compléter, nous avons collecté les scans des activités des élèves pendant les séances de papier/crayon. Des prises de notes lors des rencontres avec les enseignantes ou des réunions de début et de bilan pour toutes les années ont été transcrites. Les ressources utilisées : fiches de préparation de séquences et de séances ou copies des cahiers journal des enseignantes, ont été co-construites avec les enseignantes sur la base de ressources préexistantes proposées sur différents sites<sup>8</sup> sur l'introduction du Blue-Bot en classe.

## 2 Contexte des situations de classe retenues pour l'atelier

### 2.1 Description

Nous avons proposé lors de l'atelier des activités autour d'une partie de notre corpus constitué d'observations dans une école maternelle dans une classe de MS/GS, composée de 13 élèves de moyenne section dont 7 filles et 6 garçons et de 11 élèves de grande section dont 3 filles et 8 garçons (11 élèves dont un élève avec un trouble autistique avec AVS). L'enseignante a proposé une séquence de 9 séances dans deux salles, la salle de classe et la salle de motricité.

---

<sup>7</sup> <http://perseverons.inspe-bordeaux.fr/>

<sup>8</sup> Site DANE Aix-Marseille : [http://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/jcms/c\\_10548296/fr/programmer-les-deplacements-de-blue-bot](http://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/jcms/c_10548296/fr/programmer-les-deplacements-de-blue-bot)

Site Poitiers : <http://sitesecoles.ac-poitiers.fr/poitiers-prets-malles/spip.php?article14>

Site Suisse : <https://edu.ge.ch/site/desrobotsenclasse/>

## 2.2 Matériel

Lors de la séquence, l'enseignante a utilisé six robots Blue-bot associés à différents matériels (Figure 7) dont trois tapis différents :

- Tapis Taille « Blue-Bot » 2 (Image 3) utilisé pour découvrir et expliquer toutes les fonctionnalités du Blue-Bot. Ce tapis est quadrillé de 4 cases sur 4 cases de 15 cm par 15 cm (pas du Blue-bot lorsque la commande « avancer » est activée). Il contient 4 cases marquées : une case « maison » où le Blue-Bot est positionné par l'enseignante, trois cases possibles pour l'arrivée du robot : case « fleur », case « pomme » et case « coccinelle ».
- Tapis Taille « enfant » (Image 1 - 120 cm sur 120 cm) utilisé dans toutes les séances en salle de motricité avec des formes géométriques représentées sur le quadrillage.
- Tapis taille « Blue-Bot » 1 (Image 2) utilisé en parallèle avec le même modèle de quadrillage et avec les mêmes formes géométriques.

Tous les élèves de la classe savent reconnaître les formes géométriques proposées et les nommer sur chacun des deux tapis. Dans la salle de motricité, les tapis « taille enfant » (Image 1) sont disposés pour que chaque binôme puisse travailler, un tapis par binôme. Les tapis « taille Blue-Bot » (Image 2) sont eux au nombre de deux disposés sur un côté de la salle. A côté est disposé un Blue-Bot à disposition des élèves. Deux cartes : une « départ » et une « arrivée » sont positionnées sur deux cases de tous les tapis au même endroit.

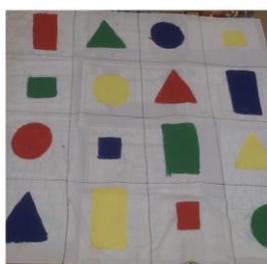


Image 1 – Tapis Formes géométriques  
Taille « ENFANT »

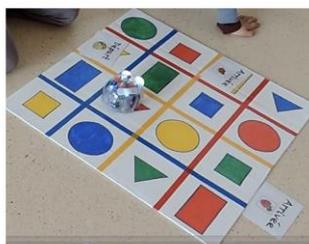


Image 2 – Tapis 1 Formes géométriques  
Taille « BLUE-BOT »

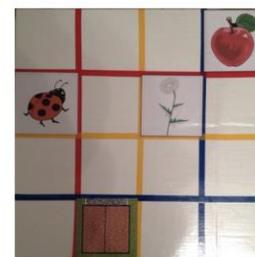


Image 3 – Tapis 2  
Taille « BLUE-BOT »

Cartes codage déplacement :

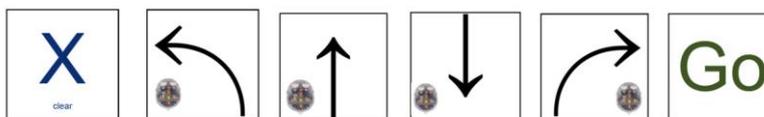


Image 4 – Six cartes de codage

Figure 7. Images du matériel.

De plus chaque binôme d'enfants a en sa possession un jeu de plusieurs cartes composé des modèles des six cartes de codage de déplacement (Image 4). Ces cartes sont de différentes natures : une carte pour commencer « x » ou « clear » qui sert à effacer la mémoire du robot, les commandes « avancer », « reculer », « pivoter à droite » et « pivoter à gauche » au nombre de cinq chacune, puis une carte pour terminer « go ». Les flèches présentes sur les cartes font le lien avec les boutons du clavier tactile du Blue-Bot (Figure 8).

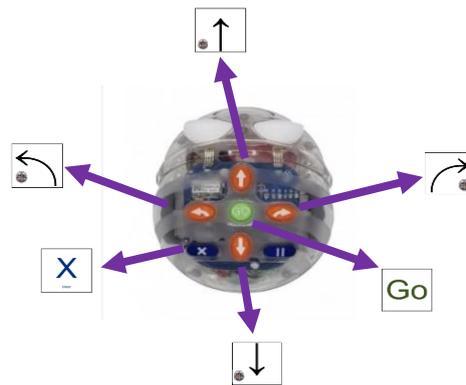


Figure 8. Liens entre les cartes de codage et les commandes du robot.

### 2.3 Description de la séquence

L'enseignante propose une séquence de 9 séances à ses élèves de GS (voir le descriptif de la séquence donné en Annexe 1). Elle choisit de mener deux fois la séance 1 en salle de motricité avant l'introduction des robots pédagogiques avec pour objectif de découvrir la nécessité d'un code commun pour communiquer des trajets imposés à des pairs. Ces séances sont inspirées d'une séance d'EPS (éducation physique et sportive) sur les parcours codés. Lors de la séance de découverte par les enfants des robots Blue-Bot et des différentes fonctionnalités des touches du cadran tactile (séance 2), l'enseignante travaille en salle de classe au coin regroupement en utilisant le tapis « taille Blue-Bot » 2 (Image 3 de la Figure 7). Dans les séances 4 - 5 - 7 qui ont suivi (le descriptif de ces séances est donné en Annexes 2 et 3), les enfants travaillent en salle de motricité avec les tapis « taille enfant » (Image 1 de la figure 7) et « tapis taille Blue-Bot » (Image 2 de la figure 7) suivant la description précédente. Les objectifs sont alors d'anticiper et de coder un déplacement. L'enseignante propose enfin aux enfants un réinvestissement sur papier où les élèves proposeront un programme d'un parcours en utilisant le code travaillé.

## II - ACTIVITES PROPOSEES PENDANT L'ATELIER

Avant les premières activités, nous présentons les robots Blue-Bot aux participants pour qu'ils les prennent en main avant les analyses. Les participants manipulent quelques minutes les robots pédagogiques. Ils découvrent et prennent en main les différents rôles des touches du cadran tactile. Ils s'aperçoivent rapidement d'une difficulté liée à l'appropriation de la « mémoire » du robot. Lors de leurs premiers essais pour programmer un déplacement libre qu'ils ont choisi, lorsque le robot s'arrête en cours de chemin avec un début de chemin correct mais incomplet, il est possible de corriger le programme par un complément. Ceci se produit pour les participants qui découvrent les instructions « pivoter à droite/à gauche », les enseignants ne pensent pas alors immédiatement à corriger leurs programmes par un complément d'un élément de programmation. Ils effacent complètement le programme avant de recommencer. Cette question soulevée dès le début de l'atelier nous a semblé intéressante car elle vient montrer que les savoirs informatiques sont présents et questionnés immédiatement par l'introduction du robot pédagogique ; elle touche en effet une connaissance sur la gestion de la mémoire dans la programmation d'un robot pédagogique. La construction de cette notion est un processus plus difficile que celle des capacités liées à des programmes séquentiels (Komis et Misrili, 2013). Une autre question a émergé sur le lien entre la difficulté de l'ordre « pivoter ... » car le robot pivote sur lui-même sans changer de case. L'hypothèse d'un obstacle donnant lieu à une interprétation erronée de type « pivoter à droite/gauche » comme recouvrant « se positionner sur une nouvelle case à droite/à gauche » a émergé. Un exemple de déplacement à coder est proposé aux participants pour programmer un déplacement du Blue-bot du disque rouge (le robot Blue-bot est positionné sur la case et orienté vers la case du carré bleu) vers le triangle rouge (Figure 9).



# 1 Connaissances spatiales « contextualisées » avec le Blue-Bot : des difficultés et des leviers ?

## 1.1 Premier conflit – étude de cas Simon (1)

Les participants ont été invités à identifier les conflits liés aux différentes positions du binôme et de l’enseignante lors d’un premier épisode choisi. Ce premier épisode se situe lors de la séance 5 de la séquence (Annexe 3) au moment du temps de rappel au coin regroupement. L’enseignante propose à un binôme de suivre la consigne : « Les cases « départ » et « arrivée » sont positionnées sur le grand tapis et le tapis du Blue-Bot. Vous devez programmer votre binôme qui joue le rôle de la Blue-bot grâce aux cartes de déplacements pour qu’il puisse suivre le chemin entre le départ et l’arrivée. Puis vous vérifierez votre programme sur le Blue-Bot sur son tapis. »

Nous avons proposé aux participants d’étudier un extrait de vidéo de cet épisode ; puis nous leur avons fourni : 1) le synopsis de l’épisode avec la transcription des échanges oraux entre l’enseignante et Simon ; ainsi que 2) des photographies légendées de la situation, enfin 3) des représentations codées d’une vue de dessus de la situation (Figure 10).

0'50 – 1'14 (24 s)  
L’enseignante dit à nouveau la consigne. Simon démarre sa programmation.

Bras gauche

Représentation codée d’une vue de dessus de la situation

Enseignante orientée face à l’élève

Élève orienté : Simon

E : « Tu vas devoir programmer Alice, tu vas devoir lui dire ce qu’elle doit faire pour arriver à la coccinelle.  
S : Avancer – Alice avance d’une case – Tourne ... – Simon hésite.  
E : Tourner on a dit – Elle lève sa main droite et sa main gauche - ...  
S : Alice lève sa main gauche – A gauche – L’enseignante opine de la tête.  
E : Tourne à gauche Alice » – Alice pivote à gauche en hésitant un peu.

Figure 10. Premier extrait sur un temps de regroupement – échange entre un binôme et l’enseignante.

Dans cet épisode de classe, les conflits liés aux orientations de chacun-e (enseignante – Simon) sont visibles. L’enseignante en levant les bras pour marquer la gauche et la droite impose à Simon une transposition « miroir ». La situation proposée s’avère dès lors complexe du point de vue des connaissances spatiales convoquées, ce qui nous conduit à mettre en doute que l’intervention de l’enseignante puisse constituer une aide pour Simon. Toutefois, le milieu constitué de la présence d’une élève « jouant le robot » permet d’autres rétroactions. Nous pouvons observer qu’Alice lève la main gauche et pivote légèrement son corps vers la gauche avant même que Simon ne prononce « à gauche ». Ceci peut permettre à Simon de projeter une autre orientation que la sienne et que celle de la maîtresse, et ainsi de s’inscrire dans la perspective allocentrée requise par la situation. Il s’agit pour Simon de se repérer par une projection par transfert, cas simplifié ici par la présence d’Alice. Toutefois, les conditions très spécifiques de la situation qui ont permis à Simon ce repérage allocentré, posent la question du transfert possible de cet apprentissage à d’autres situations, notamment à celles où il s’agira de programmer la Blue-Bot.

**1.2 Second conflit d'orientation – Étude de cas Simon (2)**

Les participants ont poursuivi sur les conflits d'orientation avec un extrait de vidéo avec Simon. Ce second épisode se situe toujours lors de la séance 5 (Annexe 3) mais Simon se retrouve seul au moment où il vérifie son programme sur le Blue-Bot. Après avoir visionné son second extrait de vidéo, nous leur avons fourni : 1) le synopsis de l'épisode avec la transcription des échanges oraux entre l'enseignante et Simon ; ainsi que 2) des photographies légendées de la situation, enfin 3) des représentations codées d'une vue de dessus de la situation (Figure 11). Alors que dans la situation précédente, comme Alice est dans la case et tournée dans la bonne direction, Simon se repère par transfert, ici d'autres connaissances sur la structuration de l'espace apparaissent : s'orienter par rapport à un objet mobile, dans le cas de la latéralisation.

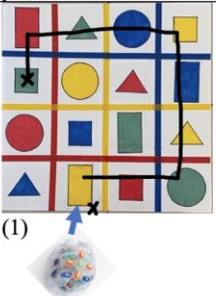
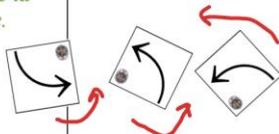
<p>Simon décide de son parcours.</p>  <p>(1)</p>	<p>21'45 – 22'04 (19 s) Simon cherche la première carte à positionner</p> 		
<p><i>Simon n'a pas travaillé ce parcours en amont sur le tapis « taille enfant » avec ses cartes. L'orientation du Blue-Bot est vers le carré bleu (sens de la flèche bleue).</i></p>	<p><i>Simon a pris une carte « PIVOTER A GAUCHE », il la tient à l'envers pour que la carte indique la direction à prendre.</i></p> 	<p><i>Il n'est pas convaincu par son premier choix. Il cherche parmi les cartes « PIVOTER » devant lui.</i></p>	<p><i>Il essaye à nouveau avec « PIVOTER A GAUCHE » en tenant la carte à l'envers.</i></p>

Figure 11. Difficulté de Simon pour orienter une carte « pivoter » – échange entre Simon et l'enseignante. Remarque : Simon indique avant cet épisode le trajet qu'il choisit ; ce dernier a été indiqué sur le tapis vu du dessus pour comprendre l'activité de Simon.

Dans le milieu matériel de cette seconde situation, les éléments présents sont : Blue-Bot, cartes, chemin choisi. Simon cherche la carte « pivoter à droite » pour le déplacement du Blue-Bot. L'élève choisit la carte « pivoter à gauche » mais l'oriente dans la bonne direction à prendre pour le Blue-Bot. L'enseignante va intervenir pour essayer de l'aider à choisir la bonne carte (Figure 12).

Nous pouvons ici faire le parallèle avec le début de l'extrait précédent (Figure 13). L'enseignante propose une aide initiale de même type que lors de l'épisode précédent avec le même conflit potentiel d'orientation (« effet miroir ») qui se traduit par une absence de réponse de la part de l'élève. L'enseignante tente alors de réguler en prenant la « bonne » main de l'élève mais cela ne suffit pas à lever la difficulté rencontrée dans la recherche de l'instruction à verbaliser – ni même la recherche de l'instruction de codage – la connaissance spatiale à mobiliser – relevant d'un repérage « extérieur » à soi / orienté – n'étant pas convoquée. Ceci permet au passage de montrer que l'épisode vécu en amont avec une élève jouant le rôle d'un robot n'a pas permis la construction d'une connaissance immédiatement transférable pour le travail avec le Blue-Bot.

22'04 – 23'01 (57 s) Difficulté sur les cartes « PIVOTER »				
E : « Tu veux lui faire faire quoi ? » – Simon indique du doigt la case à côté du Blue-bot.	E : « Donc maintenant tu tournes à ... » – E lève la main droite, Simon la regarde, il est face à elle.	E : « Regarde ... – E prend le bras droit de Simon et lui lève.	E : « Elle doit être ici ... – E prend le Blue-bot et la fait pivoter vers la droite d'un quart de tour. S : Ah oui à gauche ! E : Ah non // S : droite // E : oui droite.	E : « Elle est où la flèche pour tourner à droite – Simon lui la carte « PIVOTER A GAUCHE » à l'envers la flèche montre la direction droite. – Non c'est pas à droite ça. »

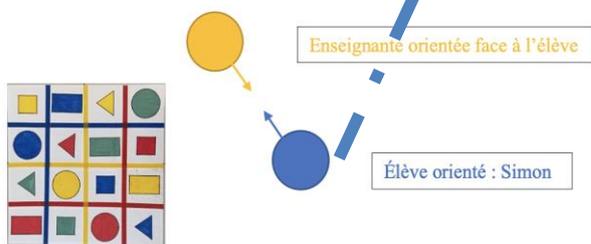


Figure 13. Conflit d'orientation : « Effet miroir ».

Nous retrouvons Simon un peu plus tard lors de sa programmation (Figure 14). Il se retrouve confronté à nouveau au choix d'une commande « pivoter », cette fois à gauche. L'enseignante est à nouveau confrontée à la gestion de différentes orientations (Figure 15).

23'29 – 23'58 (29 s). Simon est confronté à un nouveau déplacement « pivoter ».	23'58 – 28'32 (4'34)	25'01	25'09 – 25'29 (20 s)

Figure 14. Nouvel échange entre l'enseignante et Simon.

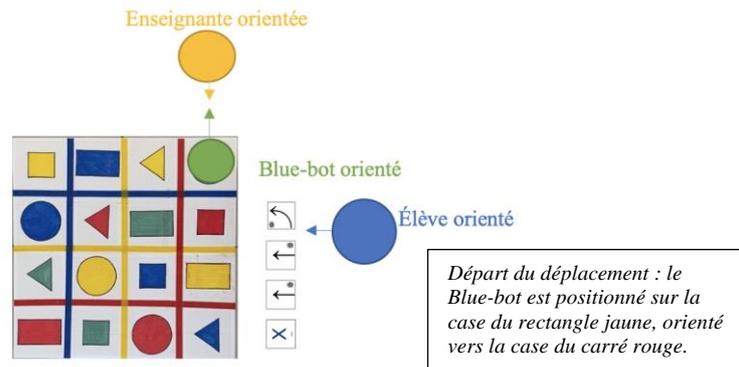


Figure 15. Positions relatives : Enseignante, Blue-bot, Élève.

Lors de la précédente situation, Simon était bien orienté comme le Blue-Bot ; mais cette fois, c'est l'enseignante qui le positionne dans l'orientation du Blue-Bot (Figure 16).

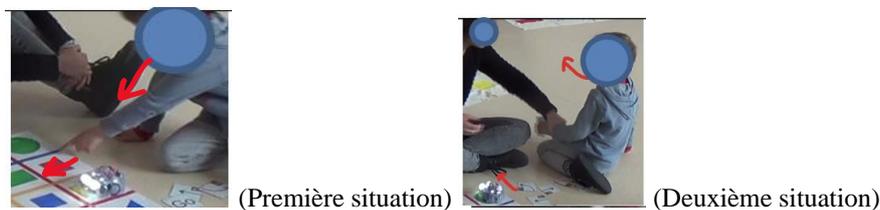


Figure 16. Positions relatives entre Simon et le Blue-bot.

Ce faisant fait le lien entre Simon et le Blue-bot, entre le bras gauche de l'élève et la touche « pivoter à gauche » du Blue-Bot (Figure 17).

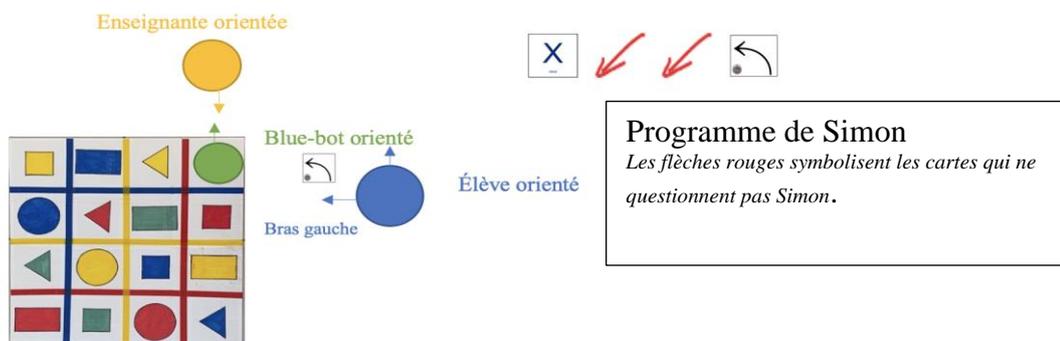


Figure 17. Nouvelles positions relatives.

L'aide de l'enseignante a donc évolué. Elle s'assure cette fois d'une orientation de l'élève, identique à celle du Blue-Bot et elle ne se réfère plus à son propre corps mais bien à celui de l'élève. Ceci permet alors de faire émerger à la fois la formulation attendue « à gauche » allant de pair avec un geste avec la main permettant de « conserver » la mémoire de cette instruction – même quand l'élève se repositionne comme initialement devant le tapis. Il nous semble qu'ici émerge le rôle d'un « objet intermédiaire » (la main de l'élève) sur lequel les épisodes de classe analysés par la suite permettront précisément de revenir : cet intermédiaire permet à l'élève de s'approprier une nouvelle connaissance pour se repérer dans un espace orienté, repéré par rapport à un objet mobile.

### 1.3 Commentaires

Pendant notre atelier, le milieu matériel est questionné. Celui-ci est dense pour Simon lors de la première vidéo. Les participants ont échangé sur la nature du milieu des situations observées – s'accordant à dire

que le milieu ne jouait pas vraiment le rôle de système antagoniste – y compris dans le cas d'instructions données à « un-e élève pair-e » dans le premier exemple car l'anticipation par Alice du sens dans lequel pivoter (main gauche levée) a permis à Simon de produire la réponse attendue mais sans construire les connaissances visées transférables.

## 2 Des objets intermédiaires permettant une entrée dans la littératie associée aux connaissances spatiales et/ou informatiques

Nous poursuivons avec les participants en reprenant les observations des deux mêmes épisodes de la situation précédente. Nous reprenons avec eux notre hypothèse d'un objet intermédiaire « la main » pour coder une instruction, en précisant le rôle qu'il semble jouer à l'issue de ce dernier épisode où il est apparu pour la première fois pour Simon. Nous proposons une focale sur des parties du synopsis du dernier épisode avec la transcription des échanges oraux entre l'enseignante et Simon ; ainsi que des photographies légendées d'autres situations proposées lors des séances 7, 8 et 9 (Figures 18 à 22).

### 2.1 Utilisation du robot pédagogique Blue-Bot

			23'01 – 23'04 (3 s)	[...]
				
E : « Alors on a dit la flèche qui va à droite – <i>E pointe la flèche du doigt, Simon la positionne au début de son parcours.</i> –	E : « ça veut dire qu'elle va faire ça – <i>E prend le Blue-bot et la fait pivoter à droite.</i> – Ensuite ... »	<i>Simon pose une carte « AVANCER ». E pointe du doigt la nouvelle position du Blue-bot après les deux ordres.</i> E : « Ensuite ... »		

Figure 18. Utilisation du Blue-Bot comme objet intermédiaire.

Nous reprenons l'observation du dernier épisode. Nous nous intéressons à l'activité réelle de l'élève (Figure 18). Ici il n'y a pas d'anticipation du programme : l'élève, guidé par les interventions de l'enseignante, utilise finalement une programmation pas à pas. En effet l'enseignante simule les déplacements successifs du Blue-Bot après que l'élève dépose une carte pour coder chaque déplacement élémentaire. La situation lui permet de déterminer un « bon » programme.

**2.2 Utilisation de la « main » ou du « doigt orienté » une entrée dans la littérature des savoirs spatiaux (et informatiques ?)**

Dans la suite, lors de la séance 5 (Annexe 3), Simon va utiliser sa « main » pour trouver une instruction suivante dans le codage (Figure 19).

25'09 – 25'29 (20 s)	
	
<p><i>Simon mime la direction « gauche » avec le bras ; mais il utilise son bras droit. Il a des difficultés à faire le lien entre les deux.</i></p> <p>E : « vers la gauche ou vers la droite ? » – <i>Simon montre une carte « PIVOTER A DROITE »</i> – Non ça c’est à droite ... la gauche c’est celui-là ... – <i>E prend la carte « PIVOTER A GAUCHE » et la positionne à la suite du programme.</i></p>	

Figure 19. Utilisation de la main comme objet intermédiaire.

Ce geste va devenir un intermédiaire récurrent dont Simon va user dans d’autres situations et lors de travaux individuels pour programmer la séquence complète (Figure 20). Sa main lui permet de simuler le déplacement du Blue-Bot avant de choisir la touche de commande qui correspond sur le clavier tangible.

		
Simon doit programmer un pivotement du Blue-bot. Sa main simule la position du Blue-bot à l'étape précédente.	Sa main simule la position souhaitée après le pivotement. Elle va vers le bouton de la flèche de gauche du Blue-bot.	Simon valide la touche « PIVOTER A GAUCHE » du Blue-bot. (Ce qui est le bon choix)

Figure 20. Utilisation de la main comme objet intermédiaire (2) lors de la séance 5.

Nous avons ensuite proposé aux participants de découvrir deux autres moments où Simon va utiliser sa « main » ou son « doigt orienté ». Lors de la séance 8, Simon travaille sur papier (Figure 21). L’objectif est de coder le déplacement choisi par l’élève pour simuler un trajet entre une case « départ » et une case « arrivée » à l’aide de cartes flèches collées sur une feuille sans la présence du robot. L’autre moment a lieu lors de la séance évaluative où Simon doit déterminer et entrer une séquence d’instructions complètes à l’aide du clavier tangible du Blue-Bot avant la validation par le déplacement du robot sur le tapis (Figure 22).

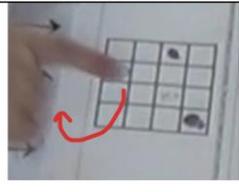
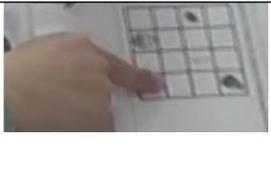
				
Simon choisit la première commande « PIVOTER A DROITE ». Il colle sa commande sur la feuille.	Puis il positionne son doigt sur le quadrillage à la place du Blue-bot.	Sa main pivote pour simuler la nouvelle position du Blue-bot.	Il choisit alors la commande « AVANCER ».	Son doigt suit à nouveau le chemin pour connaître la commande suivante.

Figure 21. Utilisation de la main comme objet intermédiaire (3) lors de la séance 8.

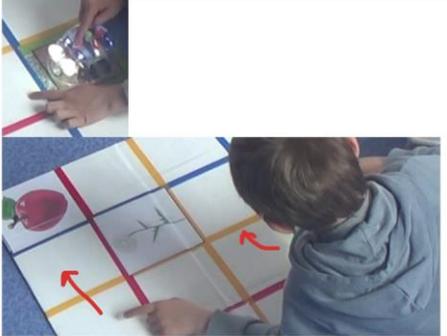
Premier chemin à la fleur – Réussite en une fois	Second chemin à la pomme – Réussite en une fois
	

Figure 22. Utilisation de la main comme objet intermédiaire (4) lors de la séance évaluative.

Ces gestes « de la main » ou « du doigt » mobilisant une ressource corporelle liée à la main ou doigt de l'élève relevant de l'oralité mais permettant une *entrée littératiée* dans les savoirs spatiaux visés, notamment ceux liés au repérage allocentré. Nous qualifions ces gestes d'intermédiaires au regard de ce qu'ils semblent permettre du point de vue d'un continuum entre oralité et littératie décrit dans les travaux de Laparra et Margolinas (2016). En effet, le groupe classe pratique des échanges verbaux ou non, sur et à l'aide d'objets du monde en utilisant ses gestes « de la main » ou « du doigt », leurs ressources corporelles à disposition, de façon 'fortement routinisées' : *oralité*. L'organisation est liée aux objets du monde et aux configurations dans lesquels ces objets sont présents. Il se meut et agit dans un environnement qui organise les corps et les objets du monde selon des ressources fournies par l'écrit, ici l'ensemble des cartes représentant le code commun utilisé avec un usage raisonné et organisé : *littératie* (Laparra et Margolinas ; 2016).

Ces intermédiaires constituent aussi possiblement des leviers pour passer d'un codage « pas à pas » (celui convoqué sur les tapis par Simon) à un codage plus séquentiel, vers une programmation d'une suite d'instructions, comme le travail de Simon sur papier semble l'illustrer.

### 2.3 Commentaires

Pendant notre atelier, les participants ont échangé sur les différents exemples. Ceux-ci montrent comment l'enseignante a permis la construction d'un intermédiaire qui aide l'élève lors des différents exercices à résoudre. Cet intermédiaire lui permet de dépasser les difficultés liées à la compréhension du repère mobile. Il est même évolutif suivant les supports.

### 3 Deux littératies concurrentes : représenter un chemin ou coder un programme

#### 3.1 Conflits de représentation

Nous avons proposé aux participants deux courts extraits de vidéo : celui de Mathis et d’Emma pour illustrer un autre résultat sur l’utilisation des cartes de codage pour coder un déplacement imaginé pour le Blue-Bot.

Le premier épisode se situe lors de la séance 4 de la séquence (Annexe 2) au moment d’un temps de travail en binôme où Mathis a choisi un trajet entre une carte « départ » et une carte « arrivée ». Le synopsis de l’épisode avec la transcription des échanges oraux entre l’enseignante et Mathis permet d’illustrer le premier conflit de représentation (Figure 22).

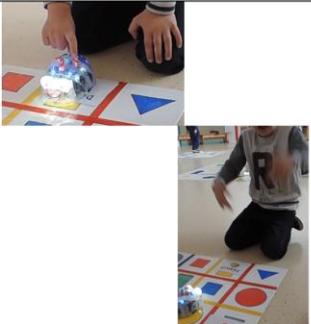
0'00	0'38	1'06	1'30
			
<i>Mathis code le déplacement que doit suivre le Blue-bot en utilisant les cartes de codage. Puis il essaye de coder le robot mais appuie sur les touches trop rapidement en oubliant d’effacer la mémoire.</i>	E : « Ton chemin n’est pas le bon Mathis. Il faut le laisser terminer. // L’enseignante positionne le Blue-bot sur la case « Départ ». // Alors qu’est-ce qu’on commence par faire ? » Mathis appuie sur « X » : effacer la mémoire. E : « Oui ... » Mathis entre son programme : Avancer Avancer Pivoter à gauche	<i>Le Blue-bot s’arrête trop tôt.</i> E : « Est-ce-qu’on a réussi ? ... // Mathis secoue la tête // Non on n’a pas réussi ... Allez on recommence. »  Mathis reprend le Blue-bot, le positionne correctement sur la case « Départ ».	<i>Mathis corrige son programme :</i> Avancer Avancer Pivoter à gauche Pivoter à gauche <i>La correction par l’élève n’est pas concluante. Il a une mauvaise compréhension de la commande « pivoter ».</i>

Figure 23. Lien entre le chemin suivi et le programme à construire.

Dans ce premier temps, nous pouvons entrevoir la difficulté d’appropriation du code utilisant les flèches en regardant l’exemple de l’emploi de la carte « pivoter » (Figure 23). En effet Mathis semble attendre de la commande « pivoter à gauche » qu’elle permette au robot de se déplacer vers la gauche sur le tapis alors que cette commande se traduit par une rotation du Blue-Bot sur lui-même. Nous voyons aussi dans le programme construit avec les cartes sur le sol par Mathis, le double aspect porté par les cartes de commande (Figure 24). De fait, elles doivent traduire les commandes du robot mais pour l’élève, elles traduisent le trajet que celui-ci va suivre. Il trace sur le sol le chemin à suivre par le Blue-Bot. Il fait d’abord correspondre les trois cartes « avancer » chacune avec une case du tapis, il construit le dessin de la ligne de la trajectoire suivi.

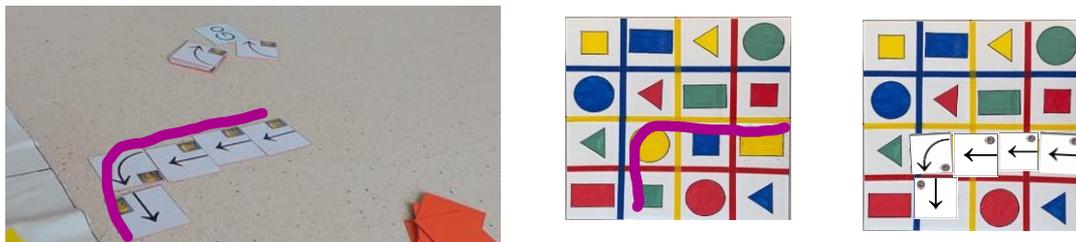


Figure 24. Image du programme de Mathis.

Le second épisode montre Emma qui quant à elle, code le chemin à parcourir directement sur le grand

tapis (Figure 25). Elle propose une suite d'instructions, les cartes indiquent des déplacements d'une case à l'autre mais cette suite d'instructions n'est pas le codage du trajet en tant qu'une séquence d'instructions programmables en une seule fois sur le cadran tangible ; l'utilisation de la carte « pivoter à droite » le montre en l'utilisant pour coder un pivotement à gauche.

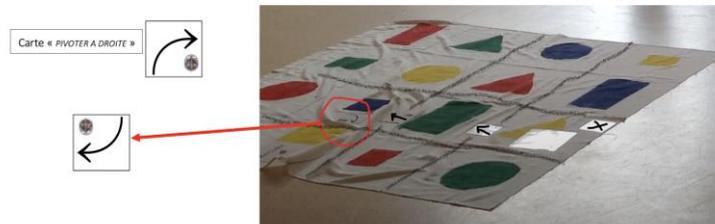


Figure 25. Cartes de programmation positionnées sur le grand tapis.

Nous pouvons toutefois observer ici une première avancée dans l'interprétation du code car les cartes sont positionnées non pas dans une case du tapis mais entre deux cases.

La représentation d'un chemin soit sur le quadrillage, soit à côté de celui-ci, prime pour les élèves ; mais dans certains cas des rétroactions du milieu – par exemple l'échec du programme chez Simon – peuvent permettre de faire évoluer les stratégies. Nous avons pu observer que cela n'est pas immédiat chez Mathis qui code deux fois « pivoter à gauche » pour « pivoter à gauche » « avancer ». Chez Emma toutefois, nous analysons un premier pas vers une programmation valide. Sans lui permettre tout fois l'accès à une étape utile pour élaborer un programme qui relèverait d'instructions ou d'une séquence d'instructions, Emma donne une « place particulière » à la carte « pivoter » pour dépasser l'idée qu'elle associe aussi une commande « avancer » : dans la case du carré bleu. Elle continue à « représenter » un chemin mais semble dépasser partiellement l'interprétation erronée de l'instruction « pivoter à droite/à gauche » fréquemment rencontrée chez les élèves. Toutefois Emma semble encore avoir du mal à gérer l'interaction entre des connaissances spatiales dans la situation observée – en se trompant sur l'orientation à « coder » (à gauche) qui irait de pair avec celle représentée sur le tapis.

### 3.2 Commentaires

Cette interprétation erronée anticipée par les participants de l'instruction « pivoter à droite/à gauche » est donnée à travers les extraits. Toutefois de notre propre point de vue, elle n'est pas totalement imputable à l'usage d'un quadrillage. Il nous semble que ce sont davantage deux littératies concurrentes qui semblent se retrouver en conflit du point de vue des élèves : celle de la représentation d'un chemin lié au déplacement du robot et celle de la suite d'instructions à donner au robot. Ce que donnent à voir les études de cas présentées, c'est que certains aspects de la littératie liée à la représentation d'un chemin sont à dépasser et ce, du point de vue de la littératie sous-jacente aux savoirs informatiques – pour interpréter ces cartes comme des « commandes » pour le robot, soit des instructions programmables. Le temps de l'atelier n'a pas permis d'aller jusqu'à la présentation d'autres études de cas. Une autre étude de cas non présentée lors de l'atelier montre toutefois que pour d'autres élèves qu'Emma, ce dépassement peut donner lieu à l'émergence d'un autre intermédiaire pour passer d'une littératie (celle de la représentation du chemin) à une autre : la création d'une « pile » (au sens matériel du terme, organisation verticale de cartes) de deux instructions différentes « pivoter à droite/à gauche -avancer » qui peut permettre une entrée dans la littératie propre aux savoirs informatiques. Un des élèves de GS à l'origine d'une telle « pile » dans nos observations a d'ailleurs été un des tout premiers élèves de la cohorte à dépasser la programmation du robot « pas à pas » en CP.

### III - CONCLUSION

---

En conclusion, lors de l'atelier, nous avons pu partager avec les participants notre problématique de recherche, des aspects méthodologiques présents dans les matériaux donnés à étudier lors de l'atelier comme le codage des instructions, la description de gestes intégrés dans les transcriptions et des premiers résultats de recherche.

La séquence proposée dans l'atelier a permis tout d'abord de montrer les difficultés liées à la latéralisation des élèves ; les conflits d'orientation vécus par les élèves sont présents dans les séances avec le Blue-bot. Cette première partie de l'atelier a ainsi questionné le milieu matériel présent. Celui est extrêmement complexe et souvent peu explicité, sa compréhension est laissée à la charge des élèves. Nous avons pu illustrer le fait que les élèves construisent spontanément des gestes qui constituent de notre point de vue des intermédiaires entre oralité (les ressources étant corporelles) et littératie (projection d'un déplacement à coder à l'écrit) pour s'approprier de nouvelles connaissances spatiales liées au repérage allocentré qui devient nécessaire pour anticiper le déplacement du Blue-Bot. Ces intermédiaires présents de manière récurrente dans nos observations s'avèrent évolutifs suivant les milieux des situations didactiques et les difficultés ressenties par les élèves.

Ces premiers résultats de recherche convergent avec certains constats faits par ailleurs, par certains participants ayant observé des expérimentations avec les robots pédagogiques de plancher à des niveaux similaires (GS ou CP). Le caractère délicat de l'interprétation de la commande « pivoter à droite et/ou à gauche » par les élèves a été mis en avant, et ce, tant du point de vue des connaissances spatiales (ce qui renvoie au point précédent) que de celui des connaissances informatiques visées. Ce que certain-e-s participant-e-s ont vu comme lié à l'usage d'un quadrillage dans les situations observées (entravant l'interprétation valide de la « commande » pivoter), nous le voyons davantage lié à la présence (concurrentielle) d'une autre littératie que celle strictement liée aux savoirs informatiques – celle liée à la représentation d'un chemin, chemin qu'il s'agit d'ailleurs bien « d'anticiper en quelque sorte » (par ailleurs requis dans cette situation). Ce travail de recherche en cours vise précisément à approfondir les conditions des apprentissages à la fois informatiques et spatiaux qui interagissent fortement dans les situations observées d'enseignement et d'apprentissage avec le Blue-Bot.

## IV - BIBLIOGRAPHIE

Barrue C. et Vigot N. (2016). Jouets programmables comme outils cognitifs : pratiques pédagogiques de stagiaires professeurs des écoles. *DIDAPRO6*.

<https://didapro6.sciencesconf.org/83332/DIDAPRO.CBarrue.pdf>

Baron, G.-L. et Bruillard, E. (2001). Une didactique de l'informatique ? *Revue française de pédagogie*, 135, 163-172.

Berrouiller, C. et Eysseric, P. (2018). Bee-bots et Blue-bots en classe : analyse de pratiques professionnelles. *Actes du 45ème Colloque de la COPIRELEM*. Blois : ARPEME.

<https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/WO/IWO19006/IWO19006.pdf>

Berthelot, R. et Salin, M.H. (2000). L'enseignement de l'espace à l'école primaire. *Grand N* (65), pp. 37 - 59.

Bossuet G. (1986). *L'accord LOGO, Vol. 2*. Université Paris VI, 1986.

Bossuet G. (1987). *L'accord LOGO, Vol. 3*. Université Paris VI, 1986.

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

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

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

Fénichel M., Pauvert M. et Pfaff N. (2004). *Donner du sens aux mathématiques. Tome 1 Espace et géométrie*. Bordas pédagogie.

Greff E. (1999). En quoi le robot Algor constitue-t-il un objet didactique original ? *La revue de l'Epi* n°93.

Greff E. (2001). Résolution de problème en GS autour des pivotements à l'aide du robot de plancher. *Grand N* (68). pp. 7 à 16.

Komis, V. et Misirli, A. (2013). Etude des processus de construction d'algorithmes et de programmes par les petits enfants à l'aide de jouets programmables. In : Drot-Delange, B. ; Baron, G.-L. & Bruillard, E. *Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) en milieu éducatif*, 2013, Clermont-Ferrand, France.

Laparra M. et Margolinas, C. (2016). *Les premiers apprentissages scolaires à la loupe : Des liens entre énumération, oralité et littératie*. De Boeck, p.175, Le point sur... Pédagogie, 978-2-8041-9527-4.

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

Papert, S. (1981). *Jaillissement de l'esprit, Ordinateurs et apprentissage*. Flammarion Edition.

Peres, J. (1987). *Recherches menées à l'IREM de Bordeaux sur l'utilisation de la tortue de sol LOGO à l'école maternelle*. Université de Bordeaux.

Pierrard A. (2002). *Faire des mathématiques à l'école maternelle*. Scéren CRDP Grenoble.

Temperman, G., Durant, C. et De Lièvre, B. (2019). Programmer pour s'orienter, s'orienter pour programmer. *Review of science, mathematics and ICT education*, 13(1), pp.73-92.

Touloupaki, S. Baron, G.L. et Komis, V. (2018). Un apprentissage de la programmation dès l'école

primaire : le concept de message sur ScratchJr. *Didapro 7 – DidaSTIC. De 0 à 1 ou l'heure de l'informatique à l'école*, Feb 2018, Lausanne, Suisse. [\(hal-01753125\)](#)

Verjat I. (1994). Confrontation de deux approches de la localisation spatiale. *L'année psychologique*, vol. 94, n°3. pp. 403-423.

## V - ANNEXE 1 : SEQUENCE PEDAGOGIQUE

Séquence pédagogique BLUE-BOT			
Domaine	Explorer le monde		
Sous-domaine	Se repérer dans le temps et dans l'espace → l'espace		
Objectifs	Anticiper un parcours, coder un déplacement, être capable de remettre en cause, d'ajuster son résultat, résoudre des problèmes		
Objectifs langagiers	Utiliser le vocabulaire topologique : pivoter à gauche, pivoter à droite, avancer, reculer		
Prérequis	Vocabulaire topologique : gauche, droite		
9 séances			
Séances	Objectifs	Déroulement	Durée
Séance 1 : découverte	Se déplacer sur un quadrillage	En binôme : L'élève pioche 4 cartes formes géométriques (ou plus) et doit se déplacer sur le quadrillage pour se rendre sur chaque forme correspondant à ses cartes. Puis il place ses cartes dans l'ordre du chemin parcouru et donne des consignes à un camarade pour qu'il le réalise à son tour.	35 min
Séance 2 : découverte des robots pédagogiques	Découvrir les Blue-bot S'approprier les Blue-bot en comprenant son fonctionnement	L'enseignante lit une histoire pour accueillir le Bee-bot (car pas encore le matériel Blue-bot). Un groupe d'élèves de grande section décore les capes pour leur Blue-bot. L'autre groupe va résoudre une situation problème ; il faut aider le Blue-bot à comprendre les fonctions sur son dos : aller à la coccinelle ou à la fleur. Le mode 'pas à pas' permet d'expliquer chaque fonction du Blue-bot. Il faudra insister sur le virage à gauche et à droite : le Blue-bot pivote sur elle-même et l'importance de la touche « X » ou « CLEAR » avant de rentrer un nouveau programme pour effacer la mémoire du Blue-bot. Chaque enfant amène le Blue-bot sur la coccinelle ou la fleur, puis la pomme. Ensuite l'enseignante échange les groupes.	40 min
Séance 3 : codage des parcours	Se déplacer sur un quadrillage Coder un parcours	Retour sur le jeu n°1 et la nécessité de garder la trace des codages avec les cartes ou les écrire. En binôme, un élève crée un parcours et l'inscrit dans son tableau de bord. Il se déplace sur le parcours en suivant son tableau de bord, en parallèle son camarade doit remplir le tableau de bord grâce aux formes et couleurs. La validation se fait par comparaison des tableaux de bord. <i>Intégration du codage par flèches par comparaison avec le Blue-bot : aller d'un point à un autre, mettre les cartes dans l'ordre et venir l'essayer sur le Blue-bot. (non fait)</i>	35 min
Séance 4 et 5 : codage du parcours	Anticiper un déplacement Coder un déplacement	<b>Un élève est le Blue-bot. L'autre lui donne des ordres grâce à ses cartes flèches pour coder les déplacements du Blue-bot. Le but est d'aller d'un point à un autre grâce aux cartes « DEPART » et « Arrivée ».</b> <b>Ensuite, l'élève essaye leur programme sur le Blue-bot.</b>	35 min
Séance 6 : sur papier	Anticiper un déplacement	Chaque élève a une feuille sur laquelle est dessiné le quadrillage du Blue-bot ; le but est de déterminer le programme permettant au Blue-bot d'aller de la maison à la coccinelle, à la fleur ou à la pomme. Pour indiquer le programme, chaque élève colle les cartes « Flèches » pour coder des déplacements dans le bon ordre et en optimisant les déplacements.	35 min
Séance n°7 : codage	Identique séance 4 et 5		35 min
Séance n°8 : sur papier	Identique séance 6		35 min
Séance 9 : bilan	Bilan individualisé → chaque élève doit déplacer le Blue-bot de la maison vers la coccinelle, la fleur et la pomme, avec le moins de déplacements possibles sans utiliser le mode de programmation 'pas à pas'. Découverte de l'application Blue-bot sur la tablette numérique.		30 min

## VI - ANNEXE 2 : SYNOPSIS DE LA SEANCE 4

Durée	Modalités de travail : salle de motricité	Étapes de l'activité
0'00 - 6'28 (6'28)	Regroupement (Coin regroupement)	Rappels des différentes commandes du Blue-Bot - échanges oraux entre l'enseignante et les élèves.  Consignes : « <i>Un élève sera le Blue-bot. Son camarade va donner des ordres au Blue-bot après avoir placé les cartes flèches correspondant au chemin voulu. Ensuite on échange !</i> »
6'29 - 31'02 (24'33)	Dyades	Consigne : « Un point de départ et un point d'arrivée sur les tapis Formes géométriques - Taille « enfant » (Figure 1) et Taille « Blue-Bot » (Figure 2) - sont positionnées. Vous devez programmer grâce aux cartes de déplacements le chemin entre le départ et l'arrivée. Puis vous vérifierez votre programme sur le Blue-Bot sur son tapis. »  Les cases « départ » et « arrivée » sont positionnées sur le grand tapis et le tapis du Blue-Bot.  Chaque élève programme un chemin dans un premier temps sur le grand tapis en utilisant les cartes, puis programme le Blue-Bot pour valider son travail. L'enseignante valide le travail sur la programmation du Blue-Bot.
31'03- 32'00 (58 s)	Regroupement (Coin regroupement)	Fin - Rangement du matériel

## VII - ANNEXE 3 : SYNOPSIS DE LA SEANCE 5

Durée	Modalités de travail : salle de motricité	Étapes de l'activité
0'00 - 2'54 (2'54)	Regroupement (Coin regroupement)	Consignes : « <i>Avec les mêmes règles, vous allez devoir programmer le Blue-bot pour qu'il aille du départ à l'arrivée. Un élève va placer les cartes, l'autre va programmer le Blue-bot. Ensuite on échange !</i> » + Jeu d'essai avec un binôme.
2'54 - 29'58 (27'04)	Dyades	Consigne : « Un point de départ et un point d'arrivée sur les tapis Formes géométriques - Taille « enfant » (Figure 1) et Taille « Blue-Bot » (Figure 2) - sont positionnées. Vous devez programmer grâce aux cartes de déplacements le chemin entre le départ et l'arrivée. Puis vous vérifierez votre programme sur le Blue-Bot sur son tapis. »  Les cases « départ » et « arrivée » sont positionnées sur le grand tapis et le tapis du Blue-Bot.  Chaque élève programme un chemin dans un premier temps sur le grand tapis en utilisant les cartes, puis programme le Blue-Bot pour valider son travail. L'enseignante valide le travail sur la programmation du Blue-Bot.
29'54 -30'45 (51 s)	Regroupement (Coin regroupement)	Fin - Rangement du matériel