

# BEEBOTS ET BLUEBOTS EN CLASSE : ANALYSE DE PRATIQUES PROFESSIONNELLES

**Cécile BERROUILLER**

PREC ESPE d'Aix Marseille Université

[cecile.berrouiller@univ-amu.fr](mailto:cecile.berrouiller@univ-amu.fr)

**Pierre EYSSERIC**

PRAG, ESPE d'Aix Marseille Université

COPIRELEM

[pierre.eysseric@univ-amu.fr](mailto:pierre.eysseric@univ-amu.fr)

### Résumé

Au cours de l'année scolaire 2016-2017, dans le cadre d'un dispositif de formation continue basé sur l'accompagnement d'équipes d'enseignants appelé « Chantier mathématique » (Eysseric, 2018), nous avons travaillé avec une vingtaine d'enseignants qui ont utilisé dans leurs classes de petits automates (les Beebots et les Bluebots) dans le cadre des apprentissages mathématiques relatifs au repérage et aux déplacements dans le plan (voir [Chantier Maths - Robotique pédagogique - Marseille 6](#)). Nous avons proposé dans cet atelier un travail d'analyse de quelques pratiques professionnelles à partir des observations (données filmées) lors d'une séance dans les classes (cycles 1 et 2) de ces PE. L'attention portée à la dimension sémiotique de l'activité mathématique (Assude, 2018) a guidé ce travail : repérage des registres d'ostensifs en jeu dans les situations d'apprentissage proposées, des types de signes convoqués dans ces activités mathématiques. Les analyses effectuées nous ont conduits à questionner les apprentissages réalisés par les élèves dans ces situations, la valeur ajoutée apportée par l'utilisation des artefacts tels que les robots dans les apprentissages relatifs au repérage spatial, l'intérêt d'une initiation à la programmation par le biais de ces activités.

L'atelier a débuté par un bref temps d'appropriation du matériel (Beebots et Bluebots) par les participants. Ce moment leur a permis d'identifier les connaissances et compétences en jeu dans les situations d'apprentissage articulées autour de la programmation du déplacement d'un robot. Il est intéressant à propos de ce moment de l'atelier de relever les divers registres sémiotiques utilisés par nos collègues dans la résolution du petit problème qui leur était proposé. Ce sera l'objet de la première partie de ce compte-rendu.

Les participants ont ensuite visionné par groupes plusieurs vidéos provenant de classes de cycle 1 et 2. Ils devaient les analyser en s'intéressant plus particulièrement aux supports des déplacements, aux modalités de codage, aux registres sémiotiques et à la plus-value apportée dans les apprentissages par l'utilisation de ces robots. Nous présenterons dans une deuxième partie ces analyses que les petits groupes ont mutualisées au cours de l'atelier.

Enfin nous concluons ce compte-rendu en présentant nos propres analyses de quelques situations filmées telles que nous les avons proposées et mises en discussion en fin d'atelier.

---

## I - PRISE EN MAIN DU MATÉRIEL

---

### 1 Appropriation des robots par les participants

Un premier temps divisé en deux phases a permis tout d'abord de confronter les participants à l'outil comme pourraient l'être des élèves à travers une manipulation libre puis de mettre en évidence les connaissances et compétences en jeu par la résolution d'un défi.

#### 1.1 Découverte du fonctionnement des robots



Figure 1. Bluebot et Beebot

La découverte par manipulation libre des robots Beebots et Bluebots est proposée sans réelle consigne à raison d'un robot pour 4 ou 5.

Cette première phase d'appropriation du matériel permet de mettre en évidence les différentes commandes des robots et les actions qui en découlent :

- quatre commandes de déplacement :  
« avance », « recule », « pivote à droite » (à 90°) et « pivote à gauche » (à 90°) ; les élèves doivent appuyer autant de fois sur les touches que de déplacements souhaités ;
- deux commandes fonctionnelles :  
vider la mémoire de programmation « X » et lancer le programme « Go » ;
- une commande intermédiaire :  
pause d'une seconde dans la programmation, rarement utilisée en maternelle ;
- la longueur régulière des pas du robot ;
- les touches  avec le sens de « pivoter » à différencier de « tourner » (sens courant de la flèche dans les exercices sur quadrillage : tourner et avancer d'un pas en une même action).

## 1.2 Mise en situation : résolution d'un petit problème

**Défi :** « Ecrire un programme qui permettra au BlueBot ou au Beebot de se rendre jusqu'au drapeau » → **Ecrit individuel**

The diagram shows a 4x5 grid with columns labeled A, B, C, D, E and rows labeled 1, 2, 3, 4. The start cell is at (1, A) with a robot icon. A forbidden cell is at (2, A) with a red 'X'. Mandatory passage cells are at (2, B) and (2, D) with green arrows pointing up. The goal cell is at (4, C) with a checkered flag icon. A legend on the left shows a green arrow for 'Passage obligatoire dans le sens de la flèche' and a red 'X' for 'Case interdite'.

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					

Figure 2. Diapositive présentant le défi

Pour faire suite à la découverte de l'objet, un défi est proposé : écrire un programme qui permet au Beebot ou au Bluebot de se rendre d'une case départ dans laquelle le robot est positionné et orienté à une case « arrivée » en passant par des cases obligatoires et en évitant une case interdite.

Cette mise en situation a pour objectifs de mettre en évidence les connaissances et compétences en jeu dans les situations d'apprentissages autour de la programmation des robots et de relever les différents registres sémiotiques utilisés par les participants.

### *Les connaissances et compétences mises en jeu qui sont apparues*

Cette mise en activité a permis de mettre en évidence quelques connaissances importantes dans des situations utilisant les Beebots ou les Bluebots :

- les Bluebots ou Beebots sont des objets orientés (présence des yeux qui indiquent l'avant du robot) ;
- la prise de repère se fait par rapport au robot et non par rapport à soi ;
- les déplacements du robot sont relatifs et non absolus : souvent dans les tâches proposées sur quadrillage, les flèches représentent des déplacements absolus vers le haut, le bas, la droite ou la gauche ;
- l'absence de correspondance action du robot et changement de case : la commande « pivote » permet au robot de pivoter sur place, sans avancer (et donc sans changer de case sur quadrillage).

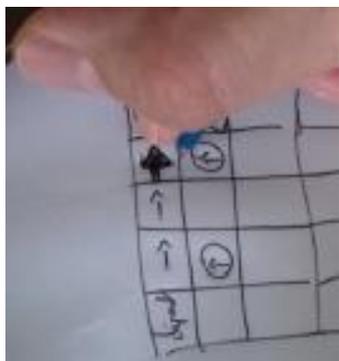
Les situations d'apprentissage avec ces artefacts vont faire travailler les élèves sur les compétences

- prendre des repères spatiaux (grâce à la taille du robot, ces repères peuvent être pris en un seul regard ; le travail s'effectue dans le micro-espace) ;
- comprendre la nécessité d'un code commun pour communiquer ;
- anticiper le déplacement du robot lors du codage du déplacement ;
- coder le déplacement d'un robot ;
- lire un code et le saisir.

La maîtrise de ces deux dernières compétences implique de différencier le sens de la trajectoire et le sens de l'écriture du code (conventionnellement le code va être écrit de gauche à droite alors que le déplacement s'effectue dans quatre directions).

## Différents codages apparus chez les participants

Il nous a semblé intéressant de relever les différents types de codage qui ont été utilisés par les participants au cours de cette activité car on retrouvera cette variété dans les codes utilisés spontanément par les élèves ou proposés par les enseignants à leurs élèves. D'autre part, on va retrouver derrière ces codes certains des registres sémiotiques présents dans les situations de classe analysées dans la seconde partie de l'atelier (le registre langagier, le registre du dessin et celui des instructions machines).

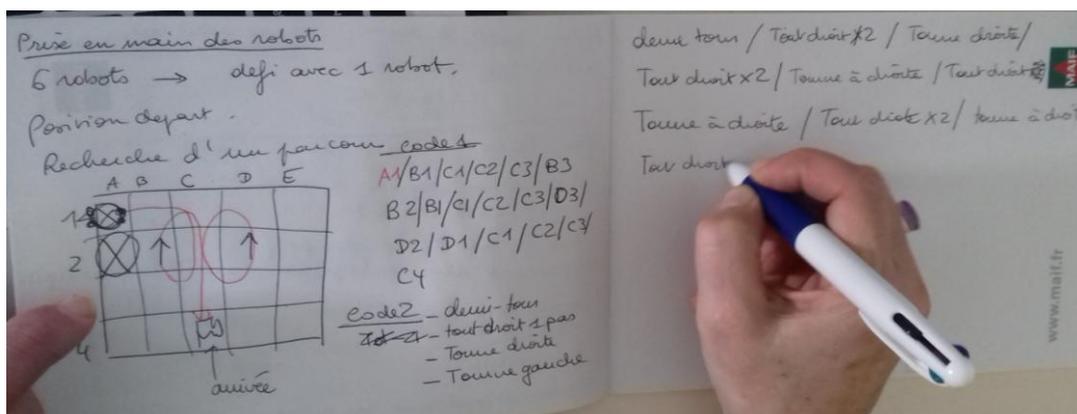


Les signes utilisés (des flèches sur un quadrillage retracé) sont encore très liés au dessin du parcours : on n'est pas encore dans le registre des instructions machines.

Case déc:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Reculer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Reculer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Tourner de 90° à gauche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Avancer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Avancer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Pivoter de 90° à droite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Avancer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Pivoter de 90° à droite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Avancer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Avancer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Pivoter de 90° à droite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Avancer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Avancer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Pivoter de 90° à droite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ici seul le registre langagier est présent : on a une succession de commandes verbales saisies verticalement dans un tableau (verbes à l'infinitif et indication de rotation en degré).

On peut relever un changement lexical important : pour la troisième instruction, le verbe « tourner » est utilisé et il est par la suite remplacé par le verbe « pivoter » qui traduit mieux le séquençage du mouvement par le robot.



Sur le document ci-dessus, apparaissent plusieurs registres :

- on commence par un dessin du parcours ;
- puis la succession des cases que le robot doit parcourir est codée en numérotant les lignes de 1 à 4 et les colonnes de A à E ;
- enfin on trouve une succession de commandes verbales écrite en lettres dans le sens de l'écriture (exemple : tout droit 2 / tourne droite...).



On voit sur l'image ci-dessus deux écritures successives du même programme par la même personne : d'abord dans le registre langagier puis dans le registre des instructions machines avec utilisation des nombres pour éviter les répétitions d'un code.

Lors de l'atelier, on a aussi pu assister à des mouvements d'épaule des participants et des mouvements de mains pour confirmer les déplacements relatifs du robot et la prise de repère par rapport au robot. Le registre de l'action n'est donc pas absent même si les photographies présentées ne le donnent pas à voir.

Enfin la mise en activité des participants a mis en évidence le rôle important des erreurs dans ces situations ; celles-ci permettent d'avancer dans l'apprentissage grâce aux rétro-actions apportés par le matériel lors de la mise en œuvre des programmes préalablement écrits. Ce sont donc des aller-retour entre le registre de l'action et des registres plus symboliques qui permettent à chacun d'avancer dans la résolution du problème.

---

## II - ANALYSE DES VIDÉOS DE CLASSE DANS L'ATELIER

---

Au cours de l'année scolaire 2016-2017, une vingtaine d'enseignants issus de cinq écoles de deux circonscriptions de Marseille se sont engagés dans un dispositif de formation continue basé sur l'accompagnement d'équipes (voir Eysseric, 2018) appelé « chantier mathématique ». Dans ce cadre, les PE de ces écoles avaient choisi de travailler autour des apports potentiels de l'utilisation d'automates pour les apprentissages mathématiques. Dans les classes de cycle 1 et de cycle 2, les enseignants ont essentiellement travaillé sur le repérage et les déplacements dans le plan et nous les avons accompagnés avec le concours d'une ERUN (Enseignante Ressource pour les Usages du Numérique) dans la conception, la mise en œuvre et l'analyse de situations d'apprentissage intégrant l'utilisation de Beebots ou de Bluebots. Au cours de cet accompagnement, nous avons pu recueillir quelques traces du travail de ces enseignants sous forme de photographies ou de petits films.

### 1 Les vidéos proposées dans l'atelier

Les sept petits films sur lesquels nous avons travaillé étaient de courts extraits des pratiques observées dans les classes de ce « chantier mathématiques » ; à l'exception de l'un d'entre eux, les images étaient présentées sans commentaire et/ou montage.

Afin de guider le travail d'analyse effectué en petits groupes dans l'atelier, nous avons proposé quatre items : les supports des déplacements, les modalités de codage, les registres sémiotiques et la plus-value.

#### 1.1 Vidéo 1 : déplacement d'un Beebot en ligne droite en PS

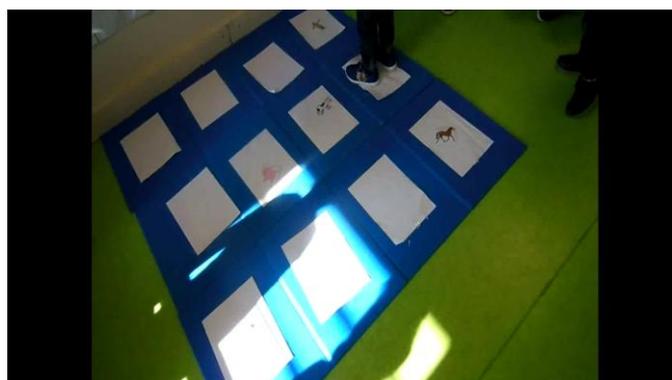
Dans ce film d'une durée de deux minutes, les élèves de PS doivent faire avancer le Beebot sur une piste constituée de carrés de couleur dont les dimensions correspondent à la longueur du pas de l'automate. Il faut faire avancer le Beebot jusqu'à la case de la couleur demandée.



### 1.2 Vidéo 2 : déplacement d'un « enfant robot » en MS

Ce film de quatre minutes a été présenté avec des sous-titres car les propos des élèves ne sont pas très audibles. Un enfant donne une liste d'instructions à un autre (« l'enfant-robot ») qui doivent le conduire sur une case d'un quadrillage au sol préalablement choisie mais non connue de l'« enfant-robot ». Les instructions doivent indiquer comment on se déplace et ne pas désigner par des mots et/ou des gestes les cases sur lesquelles on se déplace.

On peut remarquer des images d'animaux sur certaines cases : elles sont utilisées par l'enseignante pour indiquer la case d'arrivée à l'élève qui donne les instructions ; si on n'a pas ce type de repère (qui pourrait être remplacé par des couleurs), certains élèves oublient la case visée pendant qu'ils donnent les instructions.



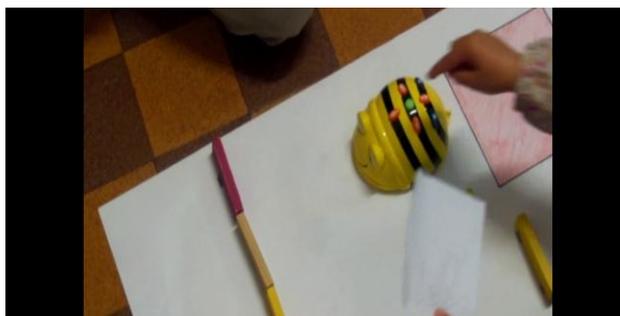
### 1.3 Vidéo 3 : déplacement d'un Bluebot sur quadrillage en MS

La piste utilisée dans cette classe est un quadrillage représentant divers éléments d'une ferme ; la longueur du côté d'une case correspondant à la longueur d'un pas de l'automate. Il s'agit d'un support proposé par les diffuseurs des Bluebots et Beebots. Dans ce film de cinq minutes, les élèves doivent saisir sur le Bluebot les instructions pour qu'il se déplace de son point de départ à une partie de la ferme indiquée par l'enseignante ; il est aussi possible d'imposer à l'élève en plus du lieu d'arrivée, un point de passage intermédiaire obligatoire (par exemple : « aller voir les chevaux en passant devant les moutons »).



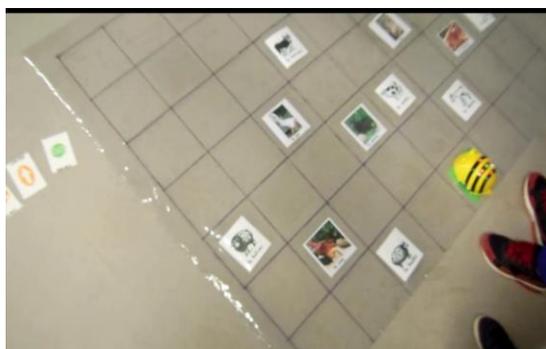
### 1.4 Vidéo 4 : déplacement d'un Beebot sans quadrillage en GS

Dans ce film de trois minutes, on voit un groupe d'enfant travaillant en autonomie avec un Beebot. Ils doivent trouver la liste des instructions à donner à l'automate pour qu'il se déplace de la case « départ » à la case « arrivée » d'une piste « labyrinthe » balisée par des Kaplas. Ici le déplacement s'effectue sur une piste non quadrillée. Les instructions doivent être transmises par les élèves à l'enseignante sous forme d'un message écrit. Pour valider le travail effectué, l'enseignante saisira sur le Beebot la liste des instructions données sur le message et on lancera le déplacement du Beebot.



Le choix d'un support non quadrillé a au départ été fait pour ne pas donner aux élèves la longueur du pas du Beebot car l'enseignante avait prévu de le faire estimer aux élèves dans une autre séquence. Mais ce choix s'est révélé intéressant pour éviter l'obstacle rencontré sur les supports quadrillés ; nous y reviendrons dans la partie Analyse.

### 1.5 Vidéo 5 : codage et décodage du parcours d'un Beebot en GS



Le Beebot se déplace ici sur une piste quadrillée. Les dimensions des cases correspondent à la longueur du pas de l'automate. Sur certaines des cases du quadrillage, se trouvent des animaux ; pour chaque animal, on va trouver une case avec le mâle et une case avec la femelle ; la case verte représente le point de départ du Beebot.

Le travail proposé aux élèves dans ce film de presque neuf minutes s'appuie sur une situation de communication : un élève choisit un couple d'animaux et, à l'aide de cartes codant les instructions du Beebot, il doit indiquer à un autre élève le parcours à faire effectuer au Beebot pour qu'il aille successivement sur les cases des deux animaux choisis en partant de la case « départ ».



Il y a donc un élève qui code le déplacement et un autre qui le saisit pour faire déplacer le Beebot. Si ces deux tâches sont correctement réalisées, l'élève décodeur doit pouvoir découvrir le couple d'animaux choisi en observant le déplacement du Beebot.

### 1.6 Vidéo 6 : tracer un carré avec un Bluebot en CP

Dans ce petit film, les élèves de CP doivent donner à un Bluebot une liste d'instructions pour que celui-ci fasse le tour d'un carré (c'est-à-dire le programmer pour qu'il « trace » un carré) sur une piste quadrillée dont les dimensions des cases correspondent à la longueur du pas de l'automate.



### 1.7 Vidéo 7 : utilisation d'un code écrit en CP



Les élèves utilisent la même piste quadrillée que dans la vidéo précédente. Cette fois le parcours à faire effectuer au Bluebot leur est fourni par l'intermédiaire d'un message écrit comportant des flèches codant des déplacements ; ils doivent utiliser ce message pour prévoir le point d'arrivée du Bluebot lorsqu'on lui aura implémenté cette liste d'instructions.

La validation du décodage se fera par le déplacement du Bluebot..



## 2 Analyses des vidéos par les participants

### 2.1 Les supports des déplacements

La discussion a porté principalement sur deux variables repérées pour les supports utilisés : le nombre de dimensions du support (déplacement sur une ligne droite ou déplacement dans une portion de plan) et la présence ou non d'un quadrillage.

Toutes les vidéos proposent un support bidimensionnel pour les déplacements à l'exception de la vidéo 1 où les déplacements s'effectuent en ligne droite.

L'intérêt de ce support simplifié est de limiter les types de déplacements effectués par le Beebot : a priori, on n'utilise pas les instructions de pivotement et on se limite à avancer ou reculer.

La piste dans la vidéo 1 est constituée de cinq cases, chacune d'une couleur différente. Le lien entre la taille de la case et la longueur d'un pas reste implicite mais une fois que les enfants ont compris qu'un pas du Beebot permet de passer d'une case à une autre, l'activité se limite à un dénombrement de cases (nombre de cases du début de la piste à la case choisie).

Ce support semble surtout permettre une découverte du Beebot et du lien entre l'action sur certaines touches et le déplacement de l'automate. Mais les relations entre boutons d'actions, cases et déplacement sur la piste devraient être davantage explicitées.

Lorsque le support est bidimensionnel, il s'agit presque toujours d'un quadrillage dont les cases carrées ont un côté de longueur égale à celle d'un pas de l'automate. Plusieurs remarques sont apparues au sujet de ces supports quadrillés :

Tous les enseignants ont proposé un déplacement sur les cases du quadrillage ; aucun n'a proposé un déplacement le long des lignes du quadrillage.

La question de la longueur du pas de l'automate est entièrement prise en charge par l'enseignant alors que l'utilisation d'un support non quadrillé conduit les élèves à estimer la longueur d'un pas pour anticiper l'effet des instructions saisies sur le déplacement de l'automate. À ce sujet, signalons que le choix d'un support non quadrillé par l'enseignante de la vidéo 4 a été en partie motivé par le travail d'estimation de la longueur d'un pas de la Beebot qu'elle avait prévu dans sa progression.

Le quadrillage induit un problème pour gérer les changements de direction qu'on ne retrouve pas dans la classe qui utilise un support non quadrillé : les élèves croient souvent que le fait d'appuyer sur la commande « à droite » ou « à gauche » va faire passer l'automate d'une case à une autre. Nous reviendrons au paragraphe 2.3 sur l'analyse de cette difficulté.

## 2.2 Les modalités de codage

Dans les situations où un codage des déplacements de l'automate est utilisé, les participants ont relevé plusieurs variables :

- La présence d'un codage des quatre mouvements possibles pour l'automate sur des cartes préparées par l'enseignant et mises à la disposition des élèves. Ceux-ci doivent aligner les cartes correspondant aux instructions à saisir sur le Beebot afin d'obtenir le parcours souhaité. Les cartes proposées comportent toutes une flèche ; pour savoir à quelle action correspond une carte il faut l'orienter correctement et pour cela, il faut s'appuyer sur la « lecture du mot « BEE BOT » figurant au bas de chaque carte.

La vidéo montre que ce n'est pas toujours évident pour les élèves : certains utilisent uniquement les cartes « avance » en modifiant l'orientation en fonction du déplacement souhaité.



- L'utilisation d'un code écrit donné par l'enseignant sous forme de flèches dessinées sur une feuille avec quatre orientations possibles, les différents signes étant alignés suivant les conventions de l'écriture (c'est-à-dire de gauche à droite).
- La production d'un codage écrit par les élèves eux-mêmes qui, dans la vidéo 4, codent les ordres à donner à la Beebot par une suite de flèches dessinées sur leur feuille.
- Enfin, l'enseignante, dans la vidéo 3, ajoute un code de couleur sur la Bluebot pour « aider » à la distinction gauche/droite : on va dire « tourner du côté bleu » au lieu de dire « tourner à droite ». On peut se demander s'il s'agit vraiment d'une aide ou au contraire d'un code supplémentaire que les élèves vont devoir s'approprier.

Il ressort de ces premières analyses, l'importance, pour ce codage écrit des actions de l'automate, d'une explicitation des conventions d'écriture : orientation des cartes, sens de lecture des messages.

### **2.3 Les registres sémiotiques**

Le principal point relevé dans l'atelier a été la non congruence entre deux registres en présence dans les situations sur quadrillage : la représentation du parcours au travers de la suite des cases traversées par l'automate d'une part et la liste des touches sur lesquelles on appuie pour communiquer à l'automate le parcours à effectuer d'autre part.

En effet, un changement de cases correspond parfois à une action (avancer ou reculer), tantôt à deux actions (à droite puis avancer ou à gauche puis avance) ; cela conduit certains élèves (comme on l'a remarqué au paragraphe 2.1) à oublier une action « avancer » lors des changements de direction. Ce phénomène se produit aussi bien lorsque l'élève donne directement les ordres à l'automate que lorsqu'il les code en passant par l'intermédiaire du registre des cartes codes ou des codes écrits sur une feuille message.

Cette non congruence des registres a conduit les enseignants des classes avec lesquelles nous avons travaillé à adopter une plus grande précision lexicale lors de l'utilisation du registre de l'oral pour formuler les déplacements des automates. Plutôt de dire « tourner à droite » ou « tourner à gauche », on va choisir une formulation congruente avec le séquençage du mouvement par le robot en utilisant « pivoter à droite » ou « pivoter à gauche » pour les changements de directions. Ainsi, on a deux types d'actions des beebots et bluebots : celles qui le font changer de direction sans changer de case (pivoter) et celles qui le font changer de case sans changer de direction (avancer ou reculer). Et le mouvement non séquencé de « tourner à droite » se décomposera en « pivoter à droite » puis « avancer ».

### **2.4 La plus-value**

Se poser la question de la plus-value apportée par l'introduction dans les classes d'un travail ces automates, c'est ici se demander en quoi ces situations améliorent les apprentissages mathématiques pour lesquels on sollicite ces artefacts. Les échanges au cours de l'atelier ont fait apparaître des différences importantes pour l'appréciation de cette plus-value en fonction des différentes situations proposées.

#### ***Déplacement ligne en PS (vidéo 1)***

Ici la situation proposée permet essentiellement un début d'appropriation de l'artefact mais elle n'apporte rien en ce qui concerne les compétences mathématiques en jeu (déplacement sur une piste, dénombrement des cases).

#### ***Déplacement d'un enfant-robot ou d'un Bluebot sur quadrillage en MS (vidéos 2 et 3)***

La comparaison entre les deux situations favorise l'appréciation de la plus-value apportée par l'artefact : celle-ci se situe essentiellement au niveau du séquençage de l'action imposé par l'automate ; celui-ci permet de mieux distinguer les passages d'une case à une autre des changements de direction.

#### ***Codage des déplacements en GS (vidéos 4 et 5)***

Le fait de donner les instructions de déplacements à un automate et non à un autre élève contraint à davantage de précision dans le codage ; en effet, il ne peut pas y avoir de place pour l'implicite comme ce pourrait être le cas entre deux élèves qui se comprendraient tout en employant des formulations incorrectes.

Enfin l'introduction des artefacts dans les situations d'apprentissage proposées est un des ressorts du caractère auto-validant de celles-ci.

### *Travail en classe de CP (vidéos 6 et 7)*

La plus-value apportée par l'artefact apparaît moins nettement dans ces deux situations.

La mise en œuvre de la situation de la vidéo 7 en remplaçant le Bluebot par un élève ne changerait pas grand-chose car ici la validation avec ou sans artefact repose entièrement sur l'enseignante.

Dans la situation « faire le tour du carré » de la vidéo 6, l'introduction de l'artefact oblige les élèves, comme dans les situations proposées en GS, à formuler ces instructions sans implicites. De plus, on fait ici le tour d'un carré dont on n'a aucune trace ; cela peut conduire les élèves à penser le carré autrement : comme itération 4 fois d'une même séquence d'action et non plus comme un dessin ayant certaines régularités.

---

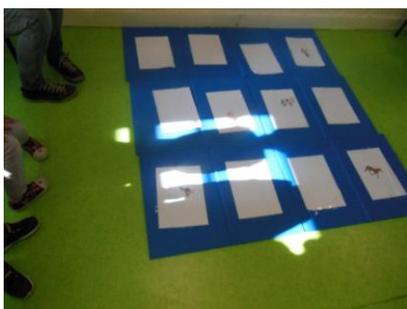
## III - ÉLÉMENTS D'ANALYSE PROPOSÉS

---

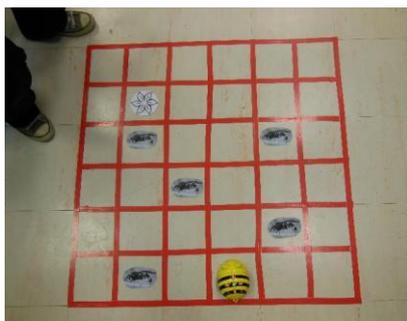
Dans la dernière partie de l'atelier, nous avons proposé aux participants un regard :

- la variété des supports utilisés dans les différentes classes avec lesquelles nous avons travaillé avec les avantages et inconvénients de chacun d'eux ;
- les différentes modalités de codage rencontrées dans les classes afin de réfléchir à leur pertinence ;
- nos analyses de certaines des situations sur lesquelles les participants ont travaillé dans l'atelier.

### 1 Les supports pour les déplacements



Des cases rectangulaires au sol dont les dimensions correspondent approximativement à la longueur du pas d'un enfant.



Un quadrillage au sol non mobile avec des cases carrées aux dimensions du pas d'un Beebot. Un écueil de ce type de piste pourrait être la prise de repère extérieur à la piste pour les déplacements du Beebot (par exemple : vers la porte...) alors qu'il s'agit ici de penser les déplacements du point de vue du Beebot.



Un quadrillage au sol mobile avec des cases carrées aux dimensions du pas d'un Beebot. De plus chaque case est une pochette transparente susceptible de recevoir une image ; cela permettra de construire des parcours sur ce quadrillage.



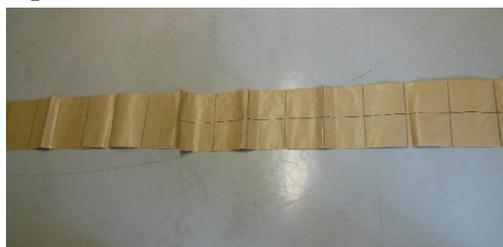
Un quadrillage au sol mobile avec des cases carrées aux dimensions du pas d'un Beebot. Des images ont été placées sur certaines des cases afin de servir d'indicateurs pour les parcours à faire effectuer au Beebot.



Un quadrillage au sol mobile avec des cases carrées aux dimensions du pas d'un Beebot. Cette piste est commercialisée par les diffuseurs des Beebots et Bluebots. Elle met en scène différents lieux dans une ferme et le robot va effectuer des déplacements de l'un à l'autre. Cette volonté d'ancrer la situation dans une réalité trouve vite ses limites, par exemple lorsqu'on voit des parcours du robot le conduisant à traverser les murs.

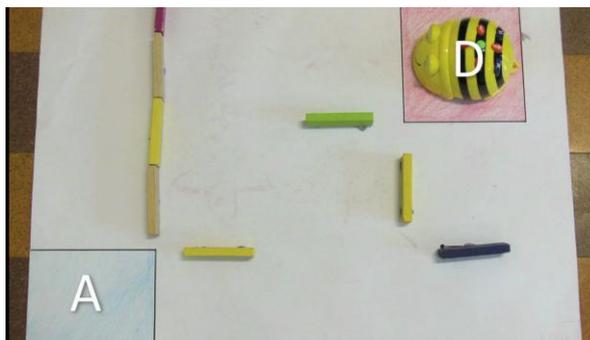


Comme précédemment, on a ici un quadrillage mobile avec des cases carrées aux dimensions du pas d'un Beebot mais celui-ci n'est plus utilisé au sol : il est posé sur une table. De plus, des accessoires sont utilisés pour indiquer le parcours à effectuer (aller chercher les fleurs) et dans certaines situations, on n'utilise qu'une colonne, afin de ne travailler que sur les commandes « avancer » et « reculer ».



Ces deux pistes correspondent à une volonté des enseignants de ne pas aborder tout de suite les pivotements à droite et à gauche et de commencer la prise en main du robot par des déplacements en ligne droite. Cependant la piste de gauche comporte deux lignes de cases : on n'a pas perçu de véritable intérêt à ce type de support intermédiaire entre la ligne de cases et le rectangle quadrillé.

De plus il semble important de remarquer que la piste en ligne (image de droite ci-dessus) n'empêche pas l'utilisation du pivotement : une fois le Beebot arrivé sur la case jaune, pour revenir à son point de départ, on peut le faire reculer mais on peut aussi le faire pivoter deux fois du même côté puis avancer.



Sur cette dernière photo, on a un parcours balisé prenant la forme d'un labyrinthe sans cases dessinées en dehors de celle du départ et celle de l'arrivée. Remarquons que les baguettes servant au balisage ont une longueur sans lien avec celle du pas du Beebot.

Ce type de support va permettre de déconnecter la situation des tâches "classiques" de déplacement sur un quadrillage avec prise de repères absolus et non relatifs au sujet qui se déplace – tâches qui relèvent seulement du repérage des lignes et des colonnes et qui déboucheront à plus long terme sur le repérage d'un point par abscisse et ordonnée. Avec un Beebot, on travaille sur le repérage par rapport au sujet en mouvement.

De plus ce type de support évite aux élèves d'associer chaque mouvement du robot à un changement de case : dans les classes utilisant un support quadrillé, cela a systématiquement posé un problème pour l'appropriation des instructions de pivotement que les élèves de cette classe n'ont pas rencontré.

## 2 Les modalités de codage

On a retrouvé dans les classes, la variété des codages rencontrée chez les participants au cours de la première partie de l'atelier. Nous revenons ci-dessous sur certains d'entre eux.



Des cartes sur lesquelles on retrouve les différentes commandes des Beebots et Bluebots mais avec un graphisme modifié. De plus, l'orientation des cartes est donnée implicitement par le texte "BEE BOT" placé au bas de chacune des cartes. L'illustration ci-contre montre que cet implicite est loin d'être automatiquement partagé par les élèves.



Sur cette deuxième illustration, on voit même que les élèves n'ont pas du tout perçu la nécessité de disposer de 4 cartes différentes pour coder les différents déplacements : la même carte est utilisée en changeant son orientation, aussi bien pour indiquer d'avancer que pour indiquer de pivoter.



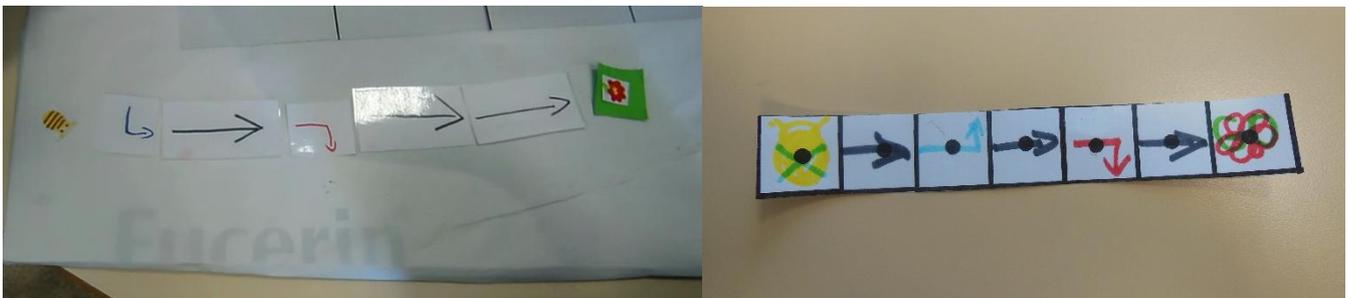
Dans cette classe, les cartes utilisées pour coder les déplacements n'utilisent aucune flèche.

Deux registres différents sont utilisés :

- Pour les instructions « avancer » et « reculer », on trouve sur la carte, écrite en majuscule, la première lettre du mot utilisé pour dire l'instruction.
- Pour les instructions de pivotements, on trouve un code couleur : le rectangle rouge sur la carte indique un pivotement à gauche et le rectangle bleu un pivotement à droite.

On peut remarquer qu'alors que le mouvement d'avancée ou de recul est évoqué symboliquement par les lettres utilisées sur les cartes, le mouvement de pivotement n'est pas du tout évoqué sur les cartes correspondantes ; le code utilisé vise uniquement à distinguer les directions "gauche" et "droite".

L'utilisation des couleurs se veut une aide au repérage de la droite et de la gauche ; mais ne substitue-t-on pas à l'appropriation du lexique gauche-droite, l'appropriation d'un code supplémentaire dont rien ne prouve d'une part qu'il sera plus simple à intégrer, d'autre part qu'il aidera à l'acquisition du lexique relatif à la latéralisation ?

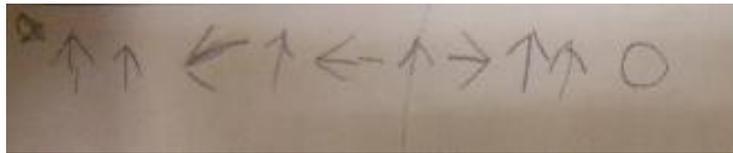


Sur la photo de gauche ci-dessus, on voit les différentes sortes de cartes dont disposent les élèves pour coder les déplacements du robot :

- Des cartes avec une flèche droite de couleur noire : celles-ci servent à coder les mouvements en avant du robot ; on peut remarquer que les élèves disposent ces cartes en positionnant les flèches suivant le sens d'écriture alors que dans les cartes de la page précédente, la convention utilisée était « flèche vers le haut pour avancer », « flèche vers le bas pour reculer ». Ce positionnement est tout à fait conforme avec le code utilisé par la PE pour transmettre aux élèves un programme de déplacement du Bebot (voir photo de droite ci-dessus).
- Des cartes avec une flèche coudée pour coder les pivotements. Pour renforcer la distinction gauche-droite, la différence d'orientation du pivotement est redoublée sur ces cartes par un code couleur (bleu pour la gauche et rouge pour la droite) ; celui-ci est rappelé par des gommettes de couleur collées sur les Beebots utilisés.

On peut aussi remarquer sur la photo de droite une contradiction entre les sens de déplacement du Beebot induits par les codes utilisés sur les deux premières cases du programme donné aux élèves : sur la première case, le Beebot est dessiné avec la tête vers le haut de la feuille et sur la deuxième case, on trouve une flèche droite placée dans une direction orthogonale au sens du robot sur la première case ; cela pourrait laisser croire que le Beebot change de direction alors qu'il n'en est rien.





Sur la photo ci-dessus, on voit les codes utilisés par des élèves de GS pour coder les instructions à donner au Beebot pour lui faire effectuer un parcours dans un labyrinthe sur support non quadrillé. Seules des flèches droites sont utilisées. La signification de celles-ci change en fonction de l'orientation donnée à la flèche : vers le haut pour avancer, vers la gauche ou vers la droite pour les pivotements. Ce code ressemble à celui souvent utilisé dans les classes pour coder des déplacements sur un quadrillage : dans ce cas, toutes les flèches utilisées indiquent un changement de case et l'orientation de la flèche fournit la direction du déplacement. Ici le même code est employé en un sens très différent puisque les flèches à gauche et à droite n'indiquent plus des directions absolues de déplacement mais donnent le sens de pivotement du robot : la direction dans laquelle le robot va se déplacer va être relative à sa position. La lecture de ce code n'a pas posé de problème à l'intérieur du petit groupe qui l'avait produit mais on peut se demander comment il serait interprété par un élève le recevant sans avoir participé à sa production.

### 3 Analyse de trois vidéos de classe

#### 3.1 Déplacement d'un enfant-robot sur les cases d'un quadrillage

Dans cette vidéo (classe de MS), coexistent deux registres :

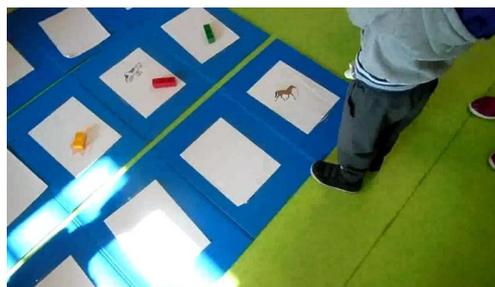
- le registre du corps avec les mouvements effectués : avancer, reculer, de combien de cases, tourner (pivoter), de quel côté ;
- le registre langagier avec les instructions données pour réaliser un parcours.

Plusieurs modalités sont observées :

1. Instructions données une à une par l'élève à celui qui se déplace.
2. Instructions données globalement : « l'élève programme l'élève-robot pour qu'il arrive sur une case préalablement choisie ou indiquée par la PE ».



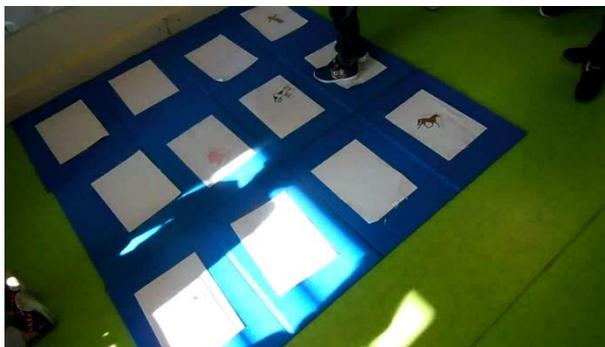
3. Visualisation préalable du parcours à indiquer en plaçant un lego dans chacune des cases du parcours.



4. Un élément susceptible de changer la modalité : l'élève-robot sait-il où il doit arriver ou la cible n'est-elle connue que de son instructeur ?

On voit dans le film que passer du discours à l'action est loin d'être évident.

Si l'élève-robot connaît la cible, le discours de l'instructeur peut entrer en conflit avec la représentation qu'il a du parcours à effectuer.



Le marquage par les légos du parcours, s'il est une aide pour l'instructeur, peut donc s'avérer un obstacle à l'écoute du discours de l'instructeur par l'élève-robot.

De même, l'élève instructeur peut être tenté de substituer le geste (montrer où il faut aller) au verbe (dire les déplacements à effectuer).

Pour le pivotement, on rencontre une difficulté particulière dans le passage du discours à l'action :

- Pour pivoter vers la droite (vers le gant<sup>61</sup>), je commence par bouger la jambe gauche (celle qui n'est pas du côté du gant).

Ainsi, le discours entendu peut entrer en conflit avec le discours « intérieur » de la verbalisation des mouvements effectués.

### 3.2 Déplacement d'un Bluebot sur les cases d'un quadrillage

On trouve cette fois quatre registres :

- le registre de l'action : avancer, reculer, de combien de cases, tourner (pivoter), de quel côté ;
- le registre langagier : verbalisation des instructions données au robot et description du trajet ;
- le registre du parcours dessiné sur le support quadrillé ;
- le registre des instructions machines : les différentes touches et leur effet sur la Blue-Bot.

Le registre de l'action était déjà présent dans la vidéo précédente mais une différence importante apparaît lorsqu'on passe de l'enfant au robot : les déplacements du robot sont séquencés c'est-à-dire que chaque instruction correspond à un mouvement alors que les déplacements de l'enfant ne le sont pas naturellement ; il en résulte que pivotement et changement de cases ont tendance à se fondre en un seul mouvement lorsque c'est l'enfant qui se déplace sur le quadrillage.

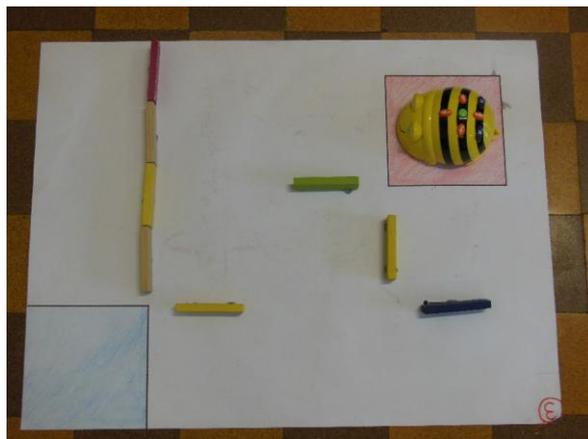
Les flèches des boutons de programmation sont souvent lues par les élèves non pour le mouvement qu'elles codent mais comme indicatrices d'une direction de déplacement.

Cela est renforcé par la non congruence entre les deux derniers registres. En effet le dessin du parcours sur le support quadrillé conduit l'élève à lire le parcours comme une succession de cases parcourues sans prendre en compte l'orientation du robot. Or la suite des instructions machines n'est pas en correspondance terme à terme avec celle des cases parcourues : lorsque le robot avance ou recule, on a cette correspondance case/instruction mais ce n'est plus le cas dès lors qu'on a des pivotements puisqu'on a alors des instructions machines non associées à un changement de case.

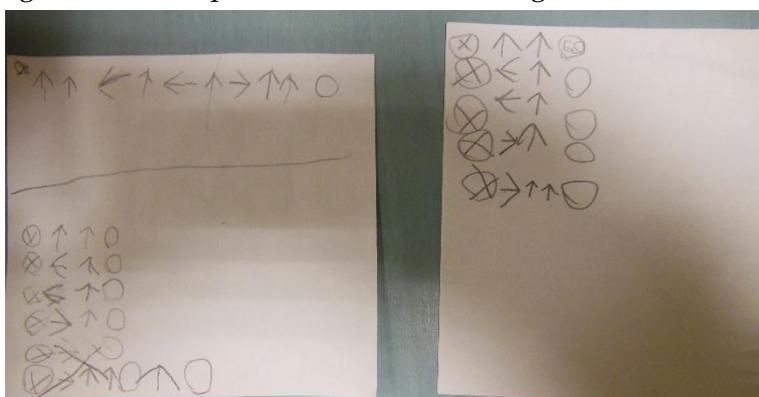
---

61 Dans cette classe de MS, l'enseignante met un gant à la main droite de l'élève qui se déplace afin d'aider à la distinction des deux mains.

### 3.3 Déplacement d'un Beebot sans quadrillage



Dans cette dernière vidéo, un nouveau registre apparaît, celui du code avec les signes utilisés par les élèves pour écrire le programme du déplacement de la case rouge à la case bleue.



L'absence de quadrillage lève le problème de non congruence repéré dans la vidéo précédente puisque le dessin du parcours n'est plus lu par les élèves comme une succession de cases. Cela semble favoriser le recentrage des élèves sur une lecture des déplacements avec pour référent le robot. On le voit dans la vidéo lorsque les élèves modifient l'orientation de la feuille sur laquelle ils ont codés le parcours pour la faire coïncider avec l'orientation du robot.

---

## IV - PERSPECTIVES

---

À l'issue de cet atelier, force est de constater l'ampleur du travail restant à effectuer autour des apports potentiels de ces artefacts (Bluebot, Beebot et autres robots programmables) aux apprentissages mathématiques à l'école.

Il s'agit d'une nouveauté dans les programmes qu'une part importante des enseignants comme des formateurs n'a pas encore totalement investie et le travail d'analyse des quelques expérimentations existantes a seulement été amorcé.

Ce vaste chantier devrait pouvoir se poursuivre en explorant deux directions :

- reprendre les travaux effectués dans les années 80 autour des robots de sol en les confrontant aux avancées de la recherche relative à la didactique des savoirs mathématiques en jeu lors de l'utilisation de ces artefacts à l'école ;
- approfondir le travail d'analyse autour des vidéos d'enseignants intégrant ces artefacts dans leur pratique afin de produire des ressources utilisables en formation.

---

## V - BIBLIOGRAPHIE

---

Assude, T. (2018). Relations entre systèmes sémiotiques, milieux et techniques mathématiques : malentendus, hybridité, inventivités – Conférence, *Actes du 44<sup>e</sup> colloque COPIRELEM, Épinal 13-15 Juin 2017*.

Eysseric, P. (2018). Les chantiers Mathernelle : une formation continue des PE par l'accompagnement d'équipes – Communication C37, *Actes du 44<sup>e</sup> colloque COPIRELEM, Épinal 13-15 Juin 2017*.

<http://www.marseille-6.iem.13.ac-aix-marseille.fr/spip/spip.php?article487>, page internet du chantier mathématique et robotique pédagogique, circonscription de Marseille 06.