HAL
open science

Exploitation pédagogique des robots de plancher programmables dans la construction de la structuration de l'espace d'enfants de 3-4 ans : des Bee-Bots® en Petite Section

Julie Mion

To cite this version:

Julie Mion. Exploitation pédagogique des robots de plancher programmables dans la construction de la structuration de l'espace d'enfants de 3-4 ans : des Bee-Bots® en Petite Section. Sciences de l'Homme et Société. 2019. dumas-02445916

HAL Id: dumas-02445916

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02445916v1

Submitted on 20 Jan 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université de Bordeaux- ESPE d'Aquitaine

Master Métiers de l'enseignement, de l'Education et de la Formation

Mention Premier degré

Exploitation pédagogique des robots de plancher programmables dans la construction de la structuration de l'espace d'enfants de 3-4 ans

Des Bee-Bots® en Petite Section

Mémoire présenté par **Julie MION**

Sous la direction de **Carine REYDY**

Année universitaire : 2018-2019

Remerciements

Je tiens à remercier ma directrice de mémoire, Mme Carine Reydy, pour les documents et pistes de réflexion qu'elle a portés à mon attention, ses conseils éclairés et son soutien tout au long de la construction de ce travail.

Mes remerciements vont également au département de Mathématiques de l'ESPE de Bordeaux pour le prêt des Bee-Bots® nécessaires à la réalisation de ce travail en classe.

Enfin, je souhaiterais exprimer toute ma gratitude à mes proches qui m'ont toujours soutenue, en particulier au cours de cette année d'alternance riche et éprouvante.

Table des matières

Remerciements....3

Index des Figures....7

Index des Tables....7

INTRODUCTION....9

PREMIÈRE PARTIE : CADRE THÉORIQUE....11

I. Intérêt fondamental de l'acquisition précoce de la structuration spatiale et temporelle et du vocabulaire associé....11

II. Acquisition de la structuration spatiale et temporelle....12

A. Notion d'espace....12

B. Structuration spatiale....14

III. Des robots de plancher programmables dans l'apprentissage de la structuration de l'espace et du temps....15

A. La robotique pédagogique....16

B. Un bref historique de la robotique pédagogique "micro-monde"....18

C. Différentes exploitations pédagogiques des robots de plancher programmables....20

SECONDE PARTIE : PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE....23

I. Problématique : La mise en œuvre de situations d'apprentissage utilisant les robots de plancher programmables dans une visée de décentration de l'élève de 3-4 ans facilite-t-elle la conceptualisation dans l'espace de déplacements ?....23

II. Méthodologie....25

A. Les élèves de la classe de Petite Section n°2 de E.M.PU. de la Plaine à Artigues-près-Bordeaux, année 2018-2019....25

B. Espaces et matériel employé, Moyens d'observation....26

C. Séquence d'apprentissage....29

TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION....31

I. Analyse des séances 2, 3, 4 et 5 : Apprentissage du maniement du Bee-Bot®....31

II. Analyse des séances 6 et 7 : Expérimenter le déplacement sur un quadrillage de 3*3 cases avec son corps.....34

III. Séance 8 : Trouver comment produire le déplacement du Bee-Bot® pour qu'il parte d'un point de départ connu et parvienne à un point d'arrivée connu sur un quadrillage de 3*3 cases.....35

IV. Réaménagement de la fin de la séquence : passage d'un quadrillage de 3*3 cases à une ligne de 4 cases.....36

V. Séance 9bis : Trouver comment produire le déplacement du Bee-Bot® pour qu'il parte d'un point de départ connu et parvienne à un point d'arrivée connu sur une ligne de 4 cases 36

VI. Analyses comparées de la séance 1 "Pré-test : Comment l'élève déplace-t-il Boucle d'Or sur un quadrillage de 4*4 cases ?" et de la séance 10 "Evaluation : Comment l'élève produit-il et verbalise-t-il le déplacement de Boucle d'Or sur un quadrillage de 4*4 cases ?".....37

CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....41

Références Bibliographiques.....43

Table des Annexes.....45

Index des Figures

Figure 1 :

Le jouet programmable Bee-Bot et son interface de commandes.....16

Figure 2 :

Espace "Regroupement" de la classe de PS n°2 et aménagement de cet espace avec le tapis 3*3 destiné au déplacement des élèves.....27

Figure 3 :

Tapis vierges "élèves", tapis "Bee-Bot®" et tapis "Boucle d'Or" en configuration ligne de 4 cases.....28

Index des Tables

Table 1 :

Résultats des tests réalisés en séances 1 et 10 concernant l'identification de la case d'arrivée, les procédures de déplacement sur un quadrillage et la verbalisation associée aux déplacements réalisés.....38

INTRODUCTION

Pour assurer la Réussite de TOUS les élèves, une entrée précoce dans les apprentissages fondamentaux est bénéfique. Or, l'École maternelle est le lieu de la construction de ces savoirs fondamentaux, en particulier de la conceptualisation première de l'espace et du temps. Par ailleurs, nous vivons dans un monde où la perception de l'espace et du temps s'est profondément modifiée du fait de l'entrée dans nos vies des nouveaux outils numériques, et en particulier des outils de communication et d'accès à l'information. Professeur des Écoles Stagiaire en Petite Section cette année, je désirai proposer à mes élèves des situations d'apprentissage articulant leur vécu propre et la manipulation d'outils numériques qui font aujourd'hui partis du monde dans lequel nous évoluons. Ceci étant, je ne tenais pas à leur proposer des outils numériques qu'ils connaissaient déjà.

Le choix de l'outil numérique s'est porté sur des robots de plancher programmables, les Bee-Bots®, qui sont à la fois assez éloignés des outils manipulés à la maison et très attractifs avec un mode de fonctionnement relativement intuitif adapté aux jeunes enfants. Ces outils sont traditionnellement utilisés en classe à partir de la Moyenne, voire de la Grande Section pour construire une certaine structuration de l'espace et donner aux élèves des premières notions de programmation. Toutefois, avec les adaptations pédagogiques nécessaires, je désirai voir si ces outils pouvaient être déjà proposés à des élèves de Petite Section.

Dans ce contexte, la problématique suivante émerge alors : La mise en œuvre de situations d'apprentissage utilisant les robots de plancher programmables dans une visée de décentration de l'élève de 3-4 ans facilite-t-elle la conceptualisation de déplacements dans l'espace ? Cette question se doit d'être interrogée sous la double observation des procédures construites par les élèves lors d'activités visant à leur faire produire des déplacements dans un espace topologique et du langage associé aux déplacements qu'ils produisent.

Pour répondre à cette question, le cadre théorique sera d'abord posé : l'intérêt fondamental de l'acquisition précoce de la structuration spatiale et temporelle et du vocabulaire associé sera exposé, les modèles théoriques de l'acquisition de la structuration spatiale et temporelle seront rappelés, puis des études utilisant des robots de plancher programmables dans l'apprentissage de la structuration de l'espace et du temps seront présentés. Dans un second temps, nous verrons ensemble comment l'utilisation des Bee-Bots® en articulation avec un jeu dans lequel les élèves se déplacent à la place du robot a permis de commencer à construire une certaine structuration de l'espace topologique pour les élèves de la classe.

PREMIÈRE PARTIE : CADRE THÉORIQUE

I. Intérêt fondamental de l'acquisition précoce de la structuration spatiale et temporelle et du vocabulaire associé

En ce début de XXIème siècle, l'École de la République est confrontée à un enjeu majeur, celui d'assurer la réussite de tous. En effet, la loi de Refondation de l'École de la République du 8 juillet 2013 insiste sur la nature inclusive de l'école, ce qui doit en faire le lieu de cette réussite. Il s'agit de "permettre à tous les enfants, à tous les jeunes de s'insérer pleinement dans la société, d'être acteurs, chercheurs, responsables, autonomes, de se former à devenir citoyen dans une démocratie"[1]. Or, il a été montré qu'un facteur prépondérant de prédiction de la performance scolaire future est la maîtrise des compétences mathématiques et langagières des enfants au cours de leur quatrième année (Duncan *et al.*, 2007). Cette étude est une méta-analyse de 6 études longitudinales portant sur des cohortes américaines, anglaises et québécoises (*in fine*, N = 36 000).

Il parait donc fondamental de s'intéresser au développement des compétences mathématiques à l'école maternelle, et ce, dès la Petite Section. Selon Catherine Berdonneau, "le bagage mathématique que l'enfant est capable de se constituer de deux ans et demi à cinq ans et demi est substantiel, et couvre plusieurs champs : la formation de l'esprit logique, l'enrichissement du domaine numérique, la structuration de l'espace et la découverte de la géométrie, l'approche de la mesure sont autant d'aspects sur lesquels l'école maternelle est en mesure de faire progresser l'enfant [...]." (Berdonneau, 2007). Toutes ces composantes des compétences mathématiques sont reprises dans les programmes de 2015 pour le Cycle 1[2]. En effet, dans la partie consacrée au domaine 4 "Construire les premiers outils pour structurer sa pensée", il est écrit que "l'école maternelle doit conduire progressivement chacun à comprendre que les nombres permettent à la fois d'exprimer des quantités (usage cardinal) et d'exprimer un rang ou un positionnement dans une liste (usage ordinal).", mais aussi que "[dans cette école, les élèves] construisent des connaissances et des repères sur quelques formes et grandeurs. L'approche des formes planes, des objets de l'espace, des grandeurs, se fait par la manipulation et la coordination d'actions sur des objets." Les programmes insistent aussi sur le fait que, dans le développement de ces compétences, les compétences langagières (en tant que moyens d'apprentissage) sont également

[1] Rapport du Conseil économique, social et environnemental, Marie-Aleth Grard, *Une école de la réussite pour tous*, mai 2015 : https://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/154000367.pdf

[2] Programme d'enseignement de l'école maternelle : http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=86940

à prendre en considération. Il est en effet écrit : " Cette approche est soutenue par le langage : il permet de décrire ces objets et ces actions et favorise l'identification de premières caractéristiques descriptives." Le domaine "Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions" réaffirme aussi la place primordiale du langage à l'école maternelle comme condition essentielle de la réussite de toutes et tous. Or, l'acquisition d'un vocabulaire spatial et temporel précis et adapté semble assurer une meilleure maîtrise des capacités de communication verbale chez les jeunes enfants (Leroyer, 2005).

En croisant ces éléments, il devient clair que développer la structuration spatiale et temporelle et assurer l'acquisition du vocabulaire associé chez de jeunes enfants apparaissent comme des leviers intéressants dans un contexte où l'École de la République vise la réussite pour tous.

II. Acquisition de la structuration spatiale et temporelle

L'apprentissage de la structuration de l'espace et du temps démarre dès la Petite Section de maternelle. En effet, la construction de la représentation de l'espace et du temps est très progressive. Cette construction est également conjointe : le sujet s'empare de l'espace, de ses déplacements ou des déplacements d'autrui dans l'espace, construisant ainsi les premières notions de temporalité. Les déplacements d'objets au sein de l'espace apparaissent donc comme des apprentissages majeurs dans le développement cognitif de l'enfant. Mais comment se définit cet espace expérimenté par l'individu ?

A. Notion d'espace

L'espace au sens mathématique est défini comme étant "un ensemble sur lequel on a défini une structure (algébrique et/ou topologique)"[3]. Un espace topologique repose sur une organisation des objets dans l'espace. Dans cet espace, sont posés des rapports de voisinage, de séparation, d'ordre et de succession et d'emboîtement. Un espace de type algébrique, l'espace euclidien métrique, lui, est caractérisé par les relations quantitatives entre les objets et les espaces.

Jean Piaget a théorisé la conceptualisation de ces différents espaces mathématiques au cours du développement cognitif de l'enfant (Piaget & Inhelder, 1948). Les stades de développement qu'il propose peuvent être articulés aux concepts mathématiques d'espace comme suit[4] :

---

[3] Dictionnaire LAROUSSE : http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/espace/31013

[4] Document de synthèse, Jean-Michel Guilhermet, *Les stades de la structuration de l'espace chez l'enfant*, décembre 2011 : http://www.ac-grenoble.fr/eps1/IMG/pdf/notion_d_espace.pdf

- En articulation avec l'espace topologique, se place le stade du vécu ou stade sensori-moteur. C'est le moment de la construction de l'espace perceptif. L'enfant perçoit les objets entre eux dans l'espace, et par rapport à lui. Il vit physiquement les situations et développe des capacités à traiter les informations en conséquence. Ce stade est caractérisé par la construction du schème de l'objet permanent et la construction de l'espace proche. Le stade suivant, stade du perçu ou stade préopératoire est le stade de la réversibilité (décentration). Il est également en lien avec l'espace topologique. C'est le moment de la construction de l'espace représentatif. L'enfant perçoit les objets à partir d'un autre point de vue que le sien. Il commence à percevoir les situations spatiales et les orientations avec un début de mémorisation. Il commence à penser l'espace en dehors de lui-même, il peut se le représenter sans s'y déplacer. L'espace représentatif apparaît en premier lieu sous une forme intuitive qui se caractérise par des représentations imagées et statiques et par une difficulté à expliquer les transformations. Ces stades se construisent ordinairement jusqu'à 5-6 ans.

- Suite à ses premières intuitions spatiales, viennent des intuitions euclidiennes, liées à la coordination des objets entre eux, et projectives qui ajoutent l'apparition de perspectives et de différents points de vue. Au cours du stade du conçu correspondant à cette construction de l'espace projectif, l'enfant peut représenter l'espace en dehors de tout déplacement. Il y a décentration de la personne et de la pensée par rapport à l'espace. L'individu peut alors aborder les notions de perspective, de lecture de plan, de représentation des volumes, de latéralité, d'horizontalité et verticalité, de repérage dans un espace bidimensionnel. Cela se construit ordinairement jusqu'à 10-11 ans.

L'espace mathématique qui va intéresser les enseignants de maternelle est donc l'espace topologique en lien avec les stades de développement sensori-moteur et pré-opératoire. Dans ce contexte, si l'on cible la maîtrise de la conceptualisation des déplacements d'un objet dans l'espace, les enfants passent de description de positions, de déplacements (au cours du stade sensori-moteur) à une identification des transformations des positions et des déplacements des objets (au cours du stade pré-opératoire). Ils arrivent alors à composer les déplacements successifs visibles puis invisibles d'objets. C'est le début de l'abstraction. Dans le cadre de ce mémoire, c'est cette transformation de compétence qui est visée par l'action didactique de l'enseignant.

Ces capacités s'intègrent dans des espaces d'échelles différentes. En effet, selon Brousseau, il existe trois types d'espaces perçus : le micro espace, le méso espace et le macro-espace. Ces trois types d'espace sont définis par la relation que le sujet entretient avec eux. Le sujet se situe

ainsi à l'extérieur du micro espace dont il a une vue complète (un exemple de micro espace : une maquette de la salle de classe). L'individu se situe à l'intérieur du méso espace, mais en contrôle l'ensemble par la vision (exemples de méso espaces : la salle de classe, la cour de récréation, la salle de motricité...). Un certain niveau de conceptualisation est nécessaire pour coordonner des points de vue différents. Enfin, dans le macro-espace, le sujet se situe à l'intérieur et ne peut l'appréhender en une seule fois. La coordination des points de vue se fait mentalement dans le but de construire une vision globale de cet espace (exemples de macro-espace : l'espace de l'école, du quartier, de la ville) (Brousseau, 2001).

B. Structuration spatiale

La construction des concepts d'espace et de temps passe donc par l'expérience sensori-motrice de l'enfant, mais également par l'interaction langagière qu'il entretient avec ses pairs et des adultes (Lurçat, 2015). En effet, la structuration de l'espace est très longue et fait intervenir la perception en relation étroite avec le langage permettant de verbaliser les actions motrices réalisées. Cette verbalisation assure la construction de la représentation mentale et donc par suite de la conception. Certains chercheurs définissent alors la structuration de l'espace par de multiples capacités que l'enfant acquiert au fur et à fur des différents stades piagétiens : " la capacité de se situer, de se déplacer, de s'orienter dans son environnement ; la capacité de situer, d'organiser, de déplacer, de concevoir les choses du monde proche ou lointain ; la capacité de construire un monde réel ou imaginaire." (De Lièvre & Staes, 2000).

Les programmes de l'école maternelle du 26 mars 2015 insistent sur l'importance de l'expérimentation par le corps pour aider les enfants à passer de l'espace vécu à l'espace représenté et donc à structurer l'espace en parvenant à une décentration progressive. Ainsi, si l'on s'intéresse spécifiquement aux déplacements d'un objet dans l'espace dans le cadre de la structuration de l'espace, une exploitation didactique intéressante est celle du "jeu de l'enfant-robot" (Greff, 1998). La première activité de ce jeu consiste à construire, à verbaliser, à expliciter des programmes faisant effectuer des parcours à "l'enfant-robot" sur un quadrillage posé au sol. Elle repose sur un matériel simple : des cartes conçues pour être montrées aux enfants quand ils jouent le rôle du robot et qui déterminent des actions (avancer, reculer, pivoter à droite, pivoter à gauche...). Ainsi, un paquet de cartes détermine un parcours précis et constitue un "programme", chaque carte étant une instruction de ce programme. Tout l'intérêt de cette activité réside dans ce que l'enfant vit les parcours programmés avec son corps. En parallèle de cette exploitation didactique, il y a mémorisation du vocabulaire en situation, ainsi que l'instauration d'un vécu commun à la classe porteur de sens et de motivation. Lors de

l'activité suivante, les enfants construisent leurs représentations de l'espace en passant au déplacement d'un avatar volumique sur une maquette quadrillée à partir des cartes instructions rencontrées. S'ensuivent alors des activités de décodages et de codages de parcours. Dans le premier cas, suivant une représentation séquentielle des cartes-instructions et la connaissance de la position de départ de l'avatar, les élèves doivent trouver la position d'arrivée de celui-ci. Dans le second cas, connaissant les positions de départ et d'arrivée de l'avatar, les élèves doivent reconstituer sous forme séquentielle un ensemble de cartes-instruction pouvant permettre à l'avatar de se rendre du début à la fin du parcours. Il est à noter que le code permet un langage d'évocation, différencié du moment de l'action et réinvestissant le vocabulaire appris en situation. Ainsi "représenter l'espace" consiste plus précisément en la construction d'un code commun restituant des déplacements. Ce code est nécessaire à l'élaboration de consignes orales précises de déplacement. L'analyse de l'exploitation pédagogique de ce jeu montre que les notions de séquentialité et de repérage dans l'espace et le temps sont développées à l'issue de la séquence (Greff, 1998). La poursuite logique de ce travail passe par l'exploitation de robots de plancher fonctionnant avec des commandes analogues à celles des cartes-instruction. Voyons alors quels sont ces objets manipulables et les scénarios d'exploitations pédagogiques qui en ont été faits dans les classes.

III. Des robots de plancher programmables dans l'apprentissage de la structuration de l'espace et du temps

Les instructions officielles préconisent d'amener les élèves à expérimenter les notions par le biais d'expérimentation à partir de situations de la vie réelle et de la manipulation d'objets. En se plaçant à l'articulation entre le scénario didactique du jeu de "l'enfant-robot" et l'utilisation de robots de plancher programmables, nous sommes tout à fait dans cette mouvance. L'expérimentation de l'espace pourrait alors passer par la découverte et la manipulation de robots programmables ayant les mêmes facultés que les élèves : avancer, reculer, pivoter. Le document d'accompagnement "Vers les mathématiques : quel travail en maternelle ?" (2002)[5], propose en effet ce pilotage d'objets programmables afin de permettre à l'enfant de se décentrer.

Parmi les outils de la robotique pédagogique figure le jouet programmable Bee-Bot[6] qui présente une interface de commandes sur le dos (Figure 1). Ce robot de plancher programmable

[5] Document d'accompagnement des programmes de 2002 : http://dpernoux.chez-alice.fr/Docs/vers_les_math.pdf

[6] Site de la société *Easytis* : https://www.easytis.com/fr/tts/257-robot-beebot-eco-taxe-005-ht-5500051111007.html

est utilisable par des élèves de Cycle 1 et a fait l'objet de diverses exploitations pédagogiques dans des classes de maternelle.

Figure 1 : Le jouet programmable Bee-Bot et son interface de commandes

Notons toutefois que les représentations initiales des enfants sur ces jouets programmables varient en fonction de leurs âges. Les plus petits (4-5 ans) forment des conceptions animistes où le Bee-Bot est considéré comme un animal, alors que les élèves un peu plus âgés (5-6 ans) forment des représentations plus conformes aux aspects du jouet en tant que robot (Misirli & Komis, 2012).

Ces nouveaux outils pédagogiques dérivent de la tortue LOGO introduite dès les années 1970 dans les classes (Papert, 1981). L'avantage majeur de la robotique pédagogique, telle qu'actuellement entrée dans certaines pratiques de classe, se situe dans le fait que les élèves ne voient plus uniquement le résultat de leur programme sur un écran, comme c'était le cas avec le langage LOGO ou avec des logiciels tels que Scratch, mais bel et bien sur un robot qui va avancer, tourner, reculer, parler, etc. de manière concrète (Bugmann & Karsenti, 2018).

Avant d'entrer dans les exploitations pédagogiques possibles des robots de plancher programmables, intéressons-nous à ce que recouvre la notion de robotique pédagogique.

A. La robotique pédagogique

D'après Eric Greff, "[la robotique pédagogique] vise principalement l'acquisition de connaissances et de compétences dans des domaines comme les sciences expérimentales, la technologie et/ou l'informatique. Elle se caractérise par un usage pédagogique des robots tant dans ses aspects technologiques qu'informatiques, en prenant en compte les aspects d'analyse, de contrôle et de modélisation des différents éléments de l'objet cybernétique." (Greff, 2016). Cela recouvre deux grands domaines, la robotique pédagogique "technologique", dans laquelle

les élèves sont amenés à imaginer et à construire eux-mêmes le robot qu'ils programmeront par la suite, et la robotique pédagogique "micro-monde", dans laquelle les élèves utilisent des robots du commerce possédant un mode de programmation simple, adapté aux élèves.

Selon Martial Vivet, un des pionniers de la robotique pédagogique francophone, la robotique "micro-monde" perd certes la compréhension technico-logique du fonctionnement du robot, mais elle permet de partir d'objets concrets pour agir sur les représentations mentales que les élèves ont de la machine. Cette approche repose sur la théorie de l'apprentissage basée sur le constructivisme selon Papert (Vivet & Leroux, 1993). Différents types de robots entrant dans ce domaine ont été exploités dans les classes. Tout d'abord, les robots de type "grue" se déplacent dans un espace à trois dimensions : rotations au niveau de la tour ; translations horizontales (déplacement du chariot sur la flèche) et verticales (palan). Ensuite, les "bras manipulateurs 3 axes" peuvent effectuer des rotations, selon un axe vertical, à partir de la base au sol. "Leur bras est articulé en 2 parties. L'élément raccordé à la base peut prendre une position plus ou moins verticale. La partie supérieure reliée à l'articulation effectue, à partir de celle-ci, un mouvement situé dans le même plan que celui du demi-bras inférieur. À l'extrémité du demi-bras supérieur, se situe la pince mobile pouvant s'ouvrir et se fermer." (Greff, 2016). Enfin, les robots de sol sont des outils programmables pour lesquels les instructions fournies se traduisent par un déplacement.

L'année 2013 marque l'apparition d'un nouveau champ, la robotique pédagogique "comportementale". Deux nouveaux robots ont été conçus de sorte que l'utilisateur puisse choisir initialement le comportement que le robot pourra adopter dans sa tâche. Ainsi, le Roamer Too[7] possède une interface de commande interchangeable dont la complexité est plus ou moins importante et qui joue donc ainsi sur les capacités de déplacement du robot. Une interface sommaire (avancer, reculer, tourner d'un quart de tour, attendre) induira un comportement sommaire, alors qu'une interface plus complexe induira un comportement enrichi. De son côté, le robot Thymio II[8] présente différents comportements que l'utilisateur peut choisir. Ainsi, il peut être "amical", programmé pour suivre un objet devant lui, "peureux", programmé pour reculer si on l'approche, "explorateur", un mode dans lequel il explore l'espace tout en détectant les obstacles et les trous... D'un point de vue pédagogique, il ne s'agit plus tant de programmer le robot que de comprendre comment ce dernier fonctionne (Lehmans, 2017).

Parmi l'ensemble des trois champs de la robotique pédagogique, c'est la robotique "micro-monde" qui nous intéresse. Cette dernière s'est développée dans la lignée de Seymour Papert,

---

[7] Site de la société *Valient technology* : http://www.valiant-technology.com/us/pages/roamertoohome.php

[8] Site des concepteurs (Ecole Fédérale Polytechnique de Lausanne) : https://www.thymio.org/fr:thymio

disciple de Jean Piaget, s'est enrichie du langage Logo et a bénéficié des travaux conjoints de Martial Vivet et Pierre Nonnon.

B. Un bref historique de la robotique pédagogique "micro-monde"

Seymour Papert était héritier du constructivisme piagetien et a conduit dans les années fin 70 - début 80 un projet au Massachusetts Institute of Technology (MIT) de "learning without teaching", qui fait du langage de programmation un "objet avec lequel penser" (Lehmans, 2017). Il a ainsi développé le langage informatique Logo associé à une tortue de sol avec l'idée qu'"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). L’ordinateur n’est présent que pour permettre de construire des réalités dans des environnements divers : les micro-mondes à l’aide du langage spécialement conçu à cet effet. L’apprenant, enfant ou adulte expérimenté est le principal acteur de son apprentissage. Toutefois, le langage logo dépasse la simple programmation d'un robot de plancher. C'est un langage de programmation complet et puissant. Tortue et graphisme ne sont qu'une des manières d'aborder le Logo et la programmation. Logo est un langage :

- interprété/pseudo-compilé : selon les versions, les instructions sont exécutées immédiatement ou font l'objet d'un travail de reconnaissance préalable par le logiciel ;
- impératif : il décrit une suite d’instructions à exécuter les unes après les autres ;
- procédural : il comporte éventuellement des blocs de calculs (fonctions ou procédures) désignés par un nom explicite ;
- peu typé : les variables peuvent tour à tour contenir un mot, une liste, un nombre, un booléen ou un nom de couleur.[9]

Le fait que Logo soit un langage interprété (toute commande est immédiatement exécutable) est un avantage. Il permet la mise en œuvre d’une pensée fonctionnelle dans laquelle l’esprit considère des fonctions complexes comme des combinaisons de fonctions simples. Ce type de démarche mentale structurante assure de pouvoir embrasser des situations complexes. Pour résoudre un problème avec un tel outil, il faut commencer par analyser la situation à décomposer, le travail qu'il faudra faire exécuter à la machine en unités de traitement. Effectuer cette décomposition, conceptualiser les différentes sous-tâches utiles, ainsi que leur agencement mutuel, est une compétence cognitive fondamentale. Par ailleurs, dans le langage Logo, les possibilités offertes pour nommer les objets (par le biais des noms de procédures) permettent de

[9] Article Encyclopédique Vikidia : https://fr.vikidia.org/wiki/Langage_LOGO

jouer en permanence, lors de la résolution de problèmes, entre le plan conceptuel et l'expression au plan linguistique des concepts manipulés par l'individu utilisant ce langage. "[La] relation permanente entre concevoir et nommer ce qui est conçu est essentielle dans toute activité de construction. Les choses deviennent présentables, explicitables à un maître, un camarade, une machine, dès lors qu'elles sont nommées, que l'on s'est fabriqué le vocabulaire nécessaire pour en parler." (Vivet, 2000).

Ainsi, le Logo, langage de programmation puissant, recouvre des concepts plus larges encore. Il peut être vu comme un système informatique associé à une certaine philosophie de l'éducation. Martial Vivet le voit comme "un outil semblant pouvoir faciliter l'acquisition de l'esprit de recherche, la démarche inductive, la discipline mentale dans une activité intellectuelle." (Vivet, 2000).

Martial Vivet, pionnier de la robotique pédagogique "micro-monde", avait développé le cadre théorique suivant dans la relation apprenant-objet programmable :

- l'apprenant a besoin d'interfaces plus intuitives ;

- l'espace et le temps posent problème à l'utilisateur, car ils s'entrelacent ;

- l'écran est un outil de travail qui mérite circonspection, il convient de s'interroger sur la capacité de rétention d'informations seulement reçues par ce biais. Les robots au contraire sollicitent l'activité sensori-motrice du sujet et pas seulement sa mémoire visuelle ;

- l'acteur pluriel est fortement présent dans sa problématique. Cela implique une coopération entre maîtres et élèves. Martial Vivet se demande même s'il ne faut pas créer des "processus permettant coapprentissage simultané de la personne et de la machine par gestion d'un dialogue". (Perriault, 2000).

Les travaux de Martial Vivet l'ont conduit à valider le fait que la manipulation pendant quelque temps, sous contrôle d'un animateur compétent, d'un système ouvert type Logo peut être source d'une meilleure assimilation des outils et méthodes informatiques. Par la suite, il n'est plus très difficile d'écrire les primitives Logo permettant de manœuvrer, par exemple, un robot manipulateur. Dans cette veine, la "tortue de plancher permet d'aborder des problèmes riches, mais qui se limitent à la géométrie plane. Bien souvent d'ailleurs, cette tortue de plancher n'a été utilisée qu'avec de jeunes enfants pour aider à la résolution de problèmes en facilitant l'identification de l'élève à la tortue." (Vivet, 2000).

Pour aller plus loin dans les limites de l'exploitation de cet outil, il faut noter qu'il existe certains chercheurs avec des points de vue nuancés sur l'utilisation du langage Logo dans la

résolution de problèmes. Ainsi, Marcel Crahay écrit "Croire que programmer en langage Logo peut développer une aptitude générale à résoudre des problèmes, c'est commettre la même erreur que d'attribuer au latin la faculté de développer l'esprit logique et les capacités de raisonnement" (Crahay, 1987).

C. Différentes exploitations pédagogiques des robots de plancher programmables

Dans le cadre de son travail et à la suite du développement du jeu de "l'enfant-robot", Eric Greff, s'est intéressé à l'utilisation d'un véritable robot de plancher et les apports d'activités centrées autour de ces outils sur les apprentissages premiers suivants :

• la structuration de l'espace (repérage dans le plan, latéralisation, représentation de trajets…),

• la structuration du temps (chronologie, séquentialité, anticipation…),

• la construction du nombre (estimation, comparaison de distances, fonction du nombre…),

• l'action dans le monde (conduite motrice, prise de repères),

• l'acceptation et le respect de règles du jeu (« vivre ensemble »),

• la communication (lexicale, syntaxique, graphique…).

Ce chercheur a conduit une expérimentation au cours de laquelle il s'agissait pour les élèves de résoudre des problèmes de pivotement simples (ils devaient faire passer le robot d'une orientation A à une orientation B soit en faisant faire un quart de tour, soit un demi-tour, soit sans rotation) puis avec utilisation de quilles complexifiant les problèmes ("passer de l'orientation A à l'orientation B sans faire chuter les quilles") (Greff, 2000).

Il conclut que "l'utilisation du robot programmable est un atout essentiel qui permet de valider immédiatement la solution proposée. Dès lors que son maniement ne constitue plus un problème, le robot offre l'indéniable intérêt d'un objet cybernétique, à la programmation rigoureuse, qui permet de vérifier (ou d'infirmer), de manière prégnante, les hypothèses avancées."

Depuis le début des années 2000, un matériel fiable, financièrement abordable pour l'école primaire et reprenant les caractéristiques de Logo est disponible à l'achat en France. Il s'agit du Bee-Bot®. Ce dernier a fait l'objet de diverses exploitations pédagogiques expérimentales. Notons par exemple les travaux de Komis et Misirli (Komis & Misirli, 2011, 2012). Dans leur étude, les objectifs pédagogiques sont les suivants :

- Les enfants se familiarisent avec les commandes de direction et d'orientation (avancer, reculer, droite, gauche) ainsi qu'avec les commandes de manipulation (démarrer et vider la mémoire) à l'aide de cartes de séquences de commandes qui les représentent.

- Les enfants utilisent des commandes de direction et d'orientation de manière séquentielle (une par une) et de manière automatisée (une série de commandes).

- Les enfants programment le jouet programmable (de manière séquentielle et automatisée) dans l'espace par rapport à des points de repère.

Les chercheurs concluent que "l'approche de scénarisation pédagogique étudiée dans cette recherche se révèle appropriée dans le contexte de la robotique éducative. Analyser l'application d'un scénario complet (des situations didactiques, des stratégies, du matériel approprié, etc.) au lieu de tester des interventions ponctuelles, effectuées souvent par les chercheurs et non par les enseignants de la classe, permet à notre étude de fonder des réponses confirmées dans le terrain et d'avancer des nouveaux questionnements de recherche. Notre approche est validée de manière qualitative et exploratoire dans des conditions réelles en classe." Ils notent que dans ce contexte, "les enfants, avec l'aide didactique de leurs enseignantes, ont réussi en grande partie à mener à terme les activités du scénario et à atteindre ses objectifs. En somme, les élèves sont capables à construire des programmes séquentiels à la base des commandes visuelles (dispositif de cartes à programmer) et à les transférer sur l'interface tangible du jouet programmable dans un contexte de classe encadré par des approches didactiques appropriées. Néanmoins, il parait que le développement des compétences de programmation (pensée algorithmique, séquence, notion de mémoire) nécessite un besoin de contextualisation adéquate au biais de scénarisation pédagogique pour motiver de manière efficiente les jeunes enfants." Ainsi, si leur étude montre que ce matériel pédagogique semble propice aux apprentissages pour des élèves de maternelle, le rôle de l'enseignant est indispensable pour concevoir des séquences adaptées visant des objectifs précis, mais aussi pour dégager et institutionnaliser les savoirs en jeu avec les élèves. Il est nécessaire de tisser le sens des apprentissages avec les apprenants pour assurer la motivation leur permettant de s'approprier de façon efficace la construction de leurs connaissances et compétences.

SECONDE PARTIE : PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE

I. Problématique : La mise en œuvre de situations d'apprentissage utilisant les robots de plancher programmables dans une visée de décentration de l'élève de 3-4 ans facilite-t-elle la conceptualisation dans l'espace de déplacements ?

La structuration de l'espace dès le plus jeune âge est essentielle à la construction de l'individu. Les enfants de 3-4 ans perçoivent dans l'espace leurs propres déplacements et les déplacements d'autrui. Si on considère un espace sur lequel on a défini une structure topologique, les élèves perçoivent l'organisation des objets dans l'espace, les rapports de voisinage, les rapports de séparation, ceux d'ordre et de succession. Il s'agit alors de construire par-dessus cette perception empirique une abstraction, une conceptualisation. Dans le modèle proposé par Jean Piaget, il s'agit de passer, dans cet espace topologique, du stade du vécu ou stade sensori-moteur dans lequel se construit l'espace perceptif au stade du perçu ou stade pré-opératoire. Ainsi du vécu physique, associé au traitement des informations où les relations des objets entre eux sont perçus par rapport à soi, l'apprenant va progressivement amorcer une décentration qui va lui permettre de construire un espace représentatif où la perception d'un objet se fait à partir d'un autre point de vue que le sien. Il perçoit les situations spatiales et les orientations des objets entre eux et commence à mémoriser ces informations pour s'en construire une représentation mentale.

Dans le cadre de ce travail, en tant qu'enseignante, je vise donc une transformation de compétence de mes élèves de petite section : passer d'un vécu de l'espace perceptif à un début de maîtrise de conceptualisation des déplacements d'un objet dans l'espace et de description de positions, de déplacements. Cela s'appuie sur une capacité à identifier les transformations des positions. Pour assurer la construction de cette compétence, une première étape est de proposer des situations pédagogiques dans lesquelles les déplacements successifs des objets sont visibles. La manipulation des robots de plancher programmables est donc tout à fait intéressante dans cette perspective.

Traditionnellement, les Bee-Bots® ne sont pas utilisés en petite section, mais plutôt à partir de la moyenne voire de la grande section[10]. Cela est très vraisemblablement lié à la nécessité d'abstraction nécessaire à l'utilisation de codes pour représenter les déplacements. Ces codes

[10] Mémoire MEEF2 ESPE Aquitaine, Sarah Beaudoux, *Un robot pédagogique au service de la structuration de l'espace*, 2017 : http://doc.espe-aquitaine.fr/memoires/docs/2017/212024112017.pdf

servent dans les scénarios pédagogiques proposés de supports à la construction puis la verbalisation des déplacements produits ou à produire.

Dans un objectif de construction **précoce** des compétences de conceptualisation des déplacements dans l'espace et de manipulation du vocabulaire associé, en lien avec l'enjeu fort de "Réussite pour tous" de l'École de la République, ce mémoire propose que l'exposition des élèves aux robots de plancher programmables soit amorcée dès la petite section. Pour ce faire, il conviendra de lisser les difficultés liées à l'appropriation du code.

Ce point de difficulté en tête, nous pouvons alors poser la problématique suivante : La mise en œuvre de situations d'apprentissage utilisant les robots de plancher programmables dans une visée de décentration de l'élève de 3-4 ans facilite-t-elle la conceptualisation dans l'espace de déplacements ?

Le présent travail vise alors à étudier un scénario pédagogique fait pour assurer à l'apprenant une acquisition précoce de la structuration spatiale et temporelle ainsi que l'acquisition du vocabulaire associé. Les questionnements associés au scénario pédagogique proposé seront alors :

1/ Est-ce que l'objectif de structuration de l'espace des enfants de 3-4 ans associée à la manipulation d'un robot de plancher fonctionne sans exposition à un codage "formel" des déplacements ?

2/ Est-ce que cela est bénéfique pour les apprentissages liés à l'anticipation de la tâche à réaliser et à sa verbalisation ?

Dans cette étude, l'espace topologique sera simplifié, réduit à un quadrillage de trois cases sur trois. Ainsi, dans un premier temps, les élèves seront amenés à explorer l'espace avec leur propre corps pour répondre à une consigne : se déplacer sur le quadrillage pour aller d'un point A à un point B. Après cette découverte de l'espace et l'acquisition du vocabulaire associé en situation, le même problème sera transposé à un robot de plancher programmable. Ce transfert, tout en assurant une poursuite de la manipulation, obligera les élèves à se décentrer pour identifier l'enchaînement des actions nécessaires au déplacement et pour commencer à parler des actions réalisées, les nommer, les expliquer, les mettre en rapport avec le matériel utilisé. En effet, les robots de plancher programmables appartiennent à la robotique pédagogique "micro-monde" conceptualisée par Seymour Papert, héritier du constructivisme piagétien. Avec ces outils, les robots de sol programmables, les instructions fournies se traduisent par des déplacements successifs ce qui sollicite l'action sensori-motrice de l'apprenant et non pas que de sa mémoire visuelle (ce qui serait le cas s'il était confronté à un écran). En termes

d'apprentissages, en programmant ces outils, on en arrive à réfléchir sur sa propre action, ce qui rend l'apprenant acteur. De plus, toute commande étant immédiatement exécutable, la construction d'une pensée fonctionnelle est assurée : les fonctions complexes sont pensées comme des combinaisons de fonctions simples. A priori, la difficulté de ces apprentissages sera contrebalancée par l'attrait de l'outil numérique choisi : le Bee-Bot®.

II. Méthodologie

A. Les élèves de la classe de Petite Section n°2 de E.M.PU. de la Plaine à Artigues-près-Bordeaux, année 2018-2019

Le scénario pédagogique a été mis en œuvre à l'École Maternelle Publique de la Plaine d'Artigues-près-Bordeaux (33). Cette ville est une commune « jeune », au sens où on compte environ 10 % de personnes âgées alors que la tranche de 0 à 19 ans représente plus du quart de la population. Par ailleurs, elle a bénéficié de l'arrivée de milliers de nouveaux venus entre 1975 et 1990 qui se sont enracinés. Trois-quarts des habitants d'Artigues-près-Bordeaux exercent une activité dans le secteur tertiaire. Pour autant, les résidents n'appartiennent pas aux couches sociales les plus aisées. Si les catégories sociales dites intermédiaires sont les plus nombreuses, on relève aussi la présence de nombreux ouvriers et employés. Enfin, les titulaires de la fonction publique sont fortement représentés avec un peu plus du quart de la population active[11]. L'E.M.PU. de la Plaine est l'une des deux écoles maternelles de la commune et comporte six classes : 2 PS, 1 PS/MS, 1 MS, 1 MS/GS et 1 GS. Étant Professeur des Écoles Stagiaire dans cette école, l'ensemble du travail a été réalisé avec les élèves de la classe de Petite Section n°2 en fin de quatrième et début de cinquième période de cette année 2018/2019, soit sur les 24ème, 26ème et 28ème semaines d'enseignement. La classe est composée de 27 élèves âgés de 3 à 4 ans : 12 filles et 15 garçons. Deux élèves sont arrivés dans la classe en cours de ce travail, respectivement en 25ème semaine d'enseignement (♀) et en 27ème semaine d'enseignement (♂). De plus, la classe a vécu une épidémie de varicelle au cours de la mise en œuvre de la séquence d'apprentissage. De nombreux élèves ont donc été absents sur des durées plus ou moins longues. Le tissage entre les différentes séances de la séquence proposée a donc été particulièrement soigné pour que tous les élèves puissent s'approprier les apprentissages en cours de construction.

Par ailleurs, Vassilis Komis et Anastasia Misirli ayant mis en évidence l'importance de la scénarisation pédagogique dans l'appropriation du fonctionnement des robots pédagogiques par

[11] Article Wikipédia, consulté le 04 mai 2019 : https://fr.wikipedia.org/wiki/Artigues-près-Bordeaux#Les_habitants_d'Artigues-près-Bordeaux

les jeunes enfants, l'action conduite ici a été construite de façon à faire vivre diverses situations didactiques et diverses stratégies de résolutions pour les élèves. Il ne s'agit pas d'une intervention ponctuelle, décrochée et donc dénuée de sens. De plus, afin de contextualiser les apprentissages, la séquence construite a été liée au projet de période de la classe. En période 4, nous travaillions autour de l'album de jeunesse *Les trois ours* de Byron Barton. Dans ce cadre, tous les déplacements travaillés dans la séquence dans l'espace topographique de référence partaient d'une case représentant la forêt de l'album pour arriver à une case figurant la maison des trois ours (et cela quel que soit l'"objet" déplacé : la figurine de Boucle d'Or, l'élève lui-même ou le Bee-Bot®). Pour les élèves, en tâche finale, le Bee-Bot® ("l'abeille") doit aider Boucle d'Or à trouver son chemin de la forêt jusqu'à la maison des trois ours.

En ce qui concerne le niveau global des élèves, à l'entrée dans la séquence, vingt-deux élèves ne présentent pas de difficultés majeures dans les apprentissages, quatre semblent plus en difficulté dans différents domaines d'apprentissage de la maternelle (langage, structuration de la pensée...) et un n'a pas encore réellement pu être pleinement évalué dans le contexte de classe du fait d'une arrivée tardive dans l'école.

Par rapport à la structuration de l'espace de nos élèves, de nombreuses activités et rituels ont été conduits au cours des trois premières périodes :

- l'appropriation des différents lieux de l'école et des espaces de la classe (en particulier les espaces "jeux" de la classe et le matériel associé) ;

- des jeux de déménageurs avec identification de zones précises dans lesquelles réaliser des actions données et des parcours de motricité pour lesquels les élèves doivent identifier le début et la fin en activités physiques ;

- la réalisation de mini-parcours reflétant le vécu en salle de motricité à l'aide de mini matériel de motricité (un premier travail de décentration) ;

- l'utilisation répétée d'un jeu magnétique "Promenade au parc" permettant de travailler le vocabulaire spatial : *dans, sur, sous, au-dessus, en dessous, à côté ;* ***avancer vers****...,* ***reculer vers****...,* ***pivoter vers****...*

B. Espaces et matériel employé, Moyens d'observation

La séquence a exclusivement été vécue en classe. Les différentes séances ont été conduites dans l'espace "Regroupement" qui assure suffisamment d'espace pour placer les tapis nécessaires aux activités faisant vivre le déplacement sur un quadrillage aux enfants ainsi que

pour permettre la manipulation des Bee-Bots®. Cela permet également de s'affranchir des perturbations liées à une modification de l'environnement extérieur aux méso-espaces ou aux micro-espaces proposés aux élèves au cours des différentes situations pédagogiques. De plus, les tapis ont toujours été orientés de la même manière pour faciliter le transfert des informations collectées sur les tapis destinés aux déplacements des élèves vers les tapis destinés aux déplacements des Bee-Bots® ou de la figurine de Boucle d'Or.

Figure 2 : Espace "Regroupement" de la classe de PS n°2 et aménagement de cet espace avec le tapis 3*3 destiné au déplacement des élèves

Afin de pouvoir analyser les situations pédagogiques proposées aux élèves dans cet espace, certaines séances ont été filmées à l'aide de mon téléphone portable. Ces vidéos et des fiches d'observables remplies en cours d'activité sur d'autres séances, sont le support de l'observation et de l'évaluation des élèves. En termes d'organisation, cela signifiait aussi qu'un adulte était toujours présent avec les élèves au cours de leurs explorations, manipulations, recherches... que ce soit l'ATSEM ou moi. Ce contrôle d'un adulte de référence permettait de s'assurer du respect du matériel numérique par les élèves et de réguler des comportements parasites liés au partage des Bee-Bots® entre les élèves.

Les Bee-Bots® ont été utilisés, soit en regroupement, soit lors d'ateliers tournant de 4 à 5 élèves. Dans ce cadre, deux robots pédagogiques ont été suffisants pour conduire l'ensemble des activités.

Enfin, au niveau du matériel, nous disposions de tapis aux trois échelles travaillées : celle des élèves (ce sont les élèves qui se déplaçaient sur un quadrillage), celle des Bee-Bots® (le quadrillage était dimensionné pour leurs déplacements ; cases de 15*15cm), celle de la figurine de Boucle d'Or (un Playmobil® représentant ce personnage était déplacé sur un quadrillage).

Ces tapis ont été construits pour deux configurations : un quadrillage de 3*3 cases et une ligne de 4 cases. Sur chacun des tapis, les cases "départ" et "arrivée" sont figurées, respectivement par la représentation de la forêt de l'album *Les trois ours* et par la maison des trois ours. Par ailleurs, deux versions de chacun des tapis ont été fabriquées : une "vierge" où toutes les cases sont blanches sauf les cases "départ" et "arrivée" et une sur laquelle figurent des images (tirées également de l'album) dans chacune des cases. La seconde version permet dans un premier temps de faciliter la communication, la verbalisation des déplacements des différents objets sur les quadrillages.

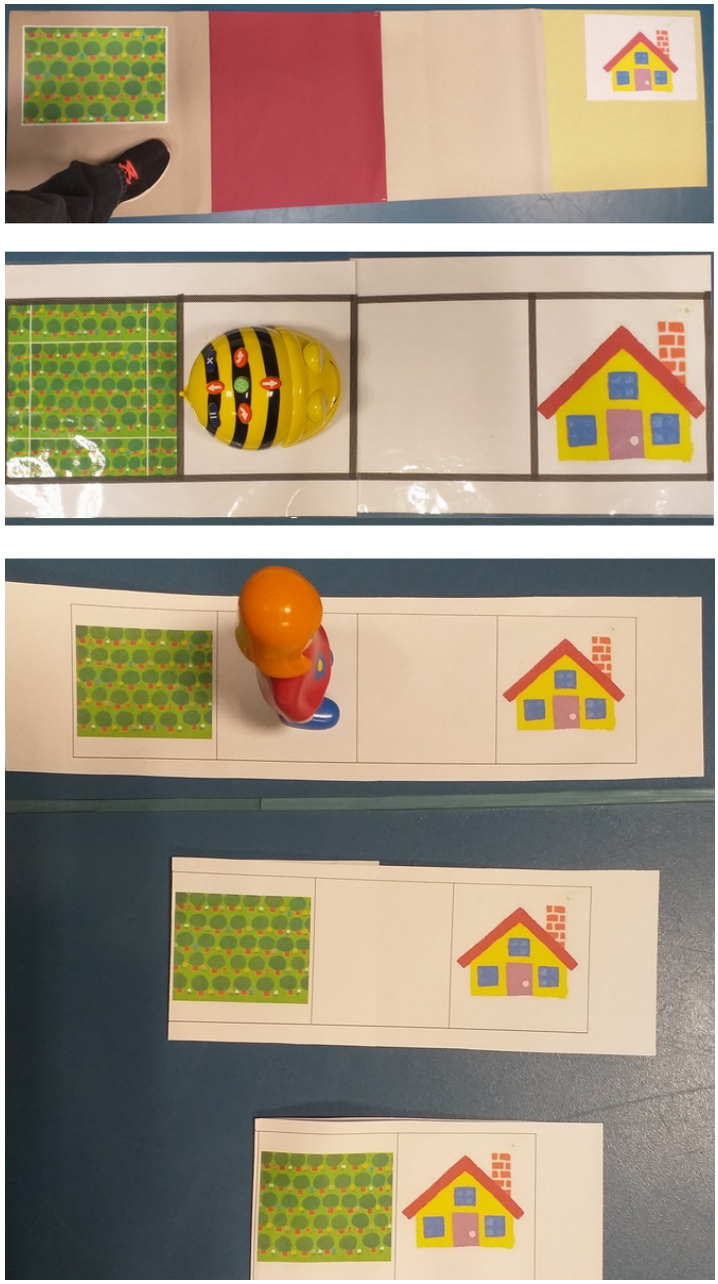


Figure 3 : Tapis vierges "élèves", tapis "Bee-Bot®" et tapis "Boucle d'Or" en configuration ligne de 4 cases

C. Séquence d'apprentissage

Le but de cette séquence d'apprentissage est de transformer le vécu de l'espace perceptif en un début de maîtrise de conceptualisation des déplacements d'un objet dans l'espace et de description de ses positions, de ses déplacements. Ainsi, pour évaluer si cette séquence d'apprentissage est bénéfique aux élèves, j'ai choisi de leur faire vivre une situation de référence dans laquelle ils doivent déplacer la figurine de Boucle d'Or sur un quadrillage de 4*4 cases pour qu'elle puisse aller "***de** la forêt **jusqu'à** la maison des trois ours*" ou qu'elle puisse "*partir **de** la forêt pour arriver **à** la maison des trois ours*" (cf. Annexe 1, Matériel de la situation de référence : quadrillage de 4*4 cases et figurine de Boucle d'Or). Au cours de cette activité, sont observés :

- les performances des élèves quant au respect de la consigne ;

- les procédures de déplacement mises en oeuvre (un seul saut, déplacement sur les cases, déplacements verticaux/horizontaux vs déplacements en diagonale...) ;

- la verbalisation associé eaux déplacements réalisés ;

- quand l'occasion se présente, l'anticipation et la verbalisation associée à un déplacement ultérieur.

Cette situation est prévue pour être vécue deux fois au cours de la séquence, une fois en début et une fois en fin de séquence. L'efficacité du scénario pédagogique est alors évaluée à l'aune de l'évolution des résultats globaux obtenus par les élèves lors des deux tests réalisés. La grille d'observables est pensée pour évaluer autant "le faire" (les procédures mises en œuvre pour réaliser la tâche demandée) que "le dire" (la trace de l'activité cognitive de l'élève, "*comment je fais ?*") (cf. Annexes 2 et 3, Grilles d'observables de la situation de référence conduite et évaluée en séance 1 et en séance 10).

Pour accompagner la transformation de compétences et donc a priori un meilleur taux de réussite aux résultats du second test, différentes situations pédagogiques sont proposées aux élèves. Tout d'abord, il y a des situations dans lesquelles ils peuvent expérimenter le déplacement sur des quadrillages de 3*3 cases avec leurs corps (séances 6, 7 et 9 ; cf. Annexe 4, Fiche de préparation de séquence). Ces situations prennent place dans un méso-espace, l'élève est plongé dans l'espace qu'il explore et expérimente ainsi des perceptions sensori-motrices. Ensuite, il vit des situations de planification, d'anticipation de déplacement des Bee-Bots® (séances 8 et 9). Ces situations prennent place dans un micro-espace, l'élève peut embrasser l'ensemble de l'espace, ainsi que l'objet se déplaçant dans cet espace d'un seul coup

d'œil. Cette modification de point de vue, ainsi que les interactions langagières suscitées par les activités, doivent alors lui permettre de transférer les expériences et les informations perçues d'un espace à l'autre. L'idée est de construire une représentation mentale de l'espace topologique (quadrillage de 3*3 cases) propice à la verbalisation des actions motrices (propres ou liées à autrui) réalisées. Ainsi, on passe des compétences "Savoir se situer", "Savoir se déplacer", "Savoir s'orienter vers" à "Savoir situer", "Savoir déplacer", "Savoir orienter". Il est également nécessaire pour l'élève de construire les compétences "Savoir organiser des objets dans l'espace" et "Savoir concevoir les étapes d'un déplacement". Enfin, trois verbes d'action sont associés aux diverses activités vécues par les élèves : avancer, reculer et pivoter vers.

Au cours de la séquence, quatre séances (séances 2, 3, 4 et 5 ; cf. Annexe 5, Fiche de préparation de la séance 3) sont prévues pour permettre l'appropriation du maniement des Bee-Bots aux élèves. En effet, il est primordial qu'au cours des séances 8 et 9 les élèves ne soient pas freinés dans leurs intentions de déplacement des robots par une méconnaissance du fonctionnement de ces outils.

TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les analyses et interprétations seront conduites bloc de séances par bloc de séances :

- les séances correspondant à l'apprentissage du maniement du Bee-Bot® ;

- les séances d'exploration motrice du quadrillage de 3*3 cases ;

- les séances de transposition des expériences vécues sur le quadrillage vers la planification de la programmation du Bee-Bot® pour lui faire réaliser un déplacement contraint (points de départ et d'arrivée connus) ;

- la confrontation des résultats obtenus lors du pré-test puis lors du test d'évaluation.

I. Analyse des séances 2, 3, 4 et 5 : Apprentissage du maniement du Bee-Bot®

Ces temps pédagogiques correspondent à l'appropriation du mode de fonctionnement du robot de plancher programmable par les élèves. Par ces séances, je vise l'autonomie des élèves dans la manipulation de l'outil numérique. Ils doivent pouvoir le faire se déplacer avec une intention, c'est-à-dire programmer à l'aide de l'interface de commande un déplacement voulu. Cela se décline en deux sous-objectifs pour ce bloc de séances. Tout d'abord, à l'issue de ces séances, les élèves doivent pouvoir associer les commandes de direction et d'orientation (avancer, reculer, pivoter à droite, pivoter à gauche) aux déplacements correspondants réalisés par le Bee-Bot®. Ensuite, ils doivent avoir perçu qu'il y a une séquentialité dans l'entrée des commandes de direction et d'orientation puis la commande d'exécution du programme (le bouton GO). La particularité de l'approche que j'ai choisie, c'est que le support de cette compréhension est exclusivement oral (pour la séquentialité des entrées des commandes de direction et d'orientation, il s'agit d'une litanie de verbes d'action que l'on compare, il n'y a pas le support visuel d'un code formel).

Avant d'entrer dans ces apprentissages, il est important de mettre en place le contexte d'utilisation de cet outil de façon ludique. C'est l'objet de la séance 2 au cours de laquelle un premier regroupement est conduit. Un Bee-Bot® est présenté avec la question suivante : "*A votre avis, qu'est-ce que c'est ?*". Les premières réponses obtenues concernent la forme générale de l'objet : *"C'est un animal."*, *"Une abeille !"*, *"Une petite bête."*... Ces premières réactions confortent les observations d'Anastasia Misirli et Vassilis Komis qui notent que les enfants de moins de 5 ans ont des conceptions animistes autour du fonctionnement du Bee-Bot®. Ces conceptions semblent perdurer au cours des premières observations de déplacement, jusqu'à ce

certains élèves commencent à percevoir que le robot ne se déplace pas de sa volonté propre, mais répond aux commandes qu'ils lui donnent. Cette prise de conscience a pu apparaître à divers moments des différentes séances, et ce, jusqu'à la séance 5, malgré les fréquents étayages en particulier au cours de la séance 4, répétée plusieurs fois. Dans la troisième étape de cette séance, chaque commande de direction et orientation est, en effet, associée à l'observation d'un déplacement particulier. Toutefois, il est à noter qu'en parallèle de la personnification de l'objet, les élèves perçoivent bien ces différents attributs mécaniques ou électroniques : les roues, les interrupteurs de démarrage, les boutons de l'interface de commande.

Outre la forme attractive du robot pédagogique qui a permis un attachement émotionnel des élèves et un enthousiasme face à la nouveauté et à la fonctionnalité de l'outil, c'est aussi l'explicitation de la tâche finale qui assure la mise en place d'un contexte motivant propice à l'entrée dans les apprentissages. Pour les élèves, ils doivent avec cette abeille aider Boucle d'Or à trouver un chemin menant de la forêt jusqu'à la maison des trois ours. La grande majorité des élèves est ainsi investie dans les tâches proposées.

L'idée autour de ce bloc de séances est que le maniement du robot ne soit plus un obstacle pour les élèves. Dans un premier temps, les élèves doivent donc se familiariser avec les commandes de direction et d'orientation, ainsi qu'avec les commandes de manipulation. Ils doivent *in fine* être capable de le manier en fonction d'une intention. Cela est grandement facilité par le fait que l'interface de commande située sur le dos du robot est très intuitive. Toutefois, si tous les enfants ont bien perçu la distinction entre les commandes permettant de translater le robot et celles permettant sa rotation, il a encore des confusions entre les commandes "avancer" et "reculer". Certains élèves ne perçoivent pas la différence de direction des flèches symbolisant les commandes. Ensuite, dans l'enthousiasme entourant la manipulation des robots, il est parfois difficile à certains élèves de n'entrer qu'une ou deux commandes de direction et d'orientation pour pouvoir ensuite observer la réaction de l'outil numérique. Ainsi, en début de séance 3 (cf. Annexe 5, Fiche de préparation de la séance 3), plusieurs élèves ne laissent pas le programme se terminer, appuient sur d'autres touchent alors que le robot est toujours en mouvement, le soulèvent de terre... Dans le premier temps de la séance, ces comportements ont été peu régulés (excepté les cas de non-respect de l'outil numérique) puisqu'ils participent aussi de la manipulation libre du matériel. Puis l'action des élèves a été de plus en plus contrainte en leur demandant de prêter attention à ce qu'ils *"demandaient à l'abeille"* (programmaient) et à ce qu'ils observaient en appuyant sur tel ou tel bouton. En canalisant ainsi progressivement la tâche des élèves, la conduite du regroupement de la quatrième séance a été facilitée. Les élèves ont, en effet, été très attentifs aux éléments dégagés de leurs premiers tests de manipulation et

une bonne dizaine s'est emparée des connaissances institutionnalisées autour des commandes de direction et d'orientation dès la première conduite de cette séance. Cette séance a en effet été répétée trois fois pour s'assurer de l'appropriation des notions par le plus grand nombre. J'ai ainsi pu commencer à introduire progressivement la situation d'apprentissage de la séance suivante (l'atelier semi-dirigé) dans lequel les élèves doivent faire se déplacer le Bee-Bot® selon une commande précise. Ainsi, lors des regroupements, des élèves viennent montrer ce qu'ils proposent pour répondre à la tâche proposée et nous discutons ensemble de l'adéquation ou non de la solution proposée. Cela explique sans doute la grande réussite des élèves lors de la séance 5. Tous savent faire se déplacer le Bee-Bot® et tous parviennent à programmer un déplacement précis de deux "pas" en avant. Seuls cinq élèves éprouvent des difficultés pour programmer un déplacement précis de deux "pas" en avant suivi d'un pivotement. Il est possible que ces élèves perçoivent les commandes d'orientation (de pivotement) comme des commandes de déplacement latéral et ne comprennent donc pas lorsque l'ATSEM leur demande de faire "pivoter" / "tourner" le robot.

En ce qui concerne le second objectif de ce bloc de séance - percevoir la séquentialité entre l'entrée des commandes de direction et d'orientation et la commande d'exécution du programme - les élèves ont vite compris que dès qu'ils appuyaient sur la touche "GO" le Bee-Bot® commençait son déplacement à condition qu'ils aient au préalable appuyé sur des flèches. Cela a aussi été particulièrement verbalisé lors de la phase d'institutionnalisation et concourt à la réussite des élèves en séance 5. Le choix a par contre été fait de déléguer le nettoyage de la mémoire à l'adulte. En effet, cette commande présente déjà un obstacle conceptuel chez les élèves de grande section. La manipulation réalisée est donc explicitée chaque fois qu'elle est exécutée, mais non laissée à la charge des élèves.

Il est vrai qu'un plus grand nombre de séances consacrées à la manipulation du Bee-Bot® aurait été souhaitable pour que tous les élèves puissent devenir totalement autonomes dans la manipulation de ce dernier. Toutefois, au vu des résultats déjà obtenus, la contrainte temporelle de mise en œuvre de la séquence ne devrait pas peser trop lourd dans l'efficacité finale de l'action pédagogique menée. Une attention particulière de l'adulte sera nécessaire lors de la conduite de la séance 9 pour lever les éventuels obstacles résiduels dans la manipulation des Bee-Bots® qui n'auraient pas été mis à jour lors de la séance 5.

II. Analyse des séances 6 et 7 : Expérimenter le déplacement sur un quadrillage de 3*3 cases avec son corps

Au cours de ces deux séances, les enfants vivent avec leurs corps l'espace représenté. Ils doivent se déplacer sur un quadrillage de 3*3 cases pour aller de la case représentant la forêt jusqu'à la case représentant la maison des ours. En séance 6, ce sont les camarades qui guident "l'enfant-robot" de case en case. Les "enfant-robots" sont en action dans l'environnement qui les entoure. Il est attendu d'eux à la fois une conduite motrice, une prise de repères, une acceptation et un respect des règles du jeu. Les "guides" communiquent aux "enfant-robots" les déplacements à réaliser grâce aux images placées sur les différentes cases. Tous les élèves de la classe se prêtent volontiers au jeu et sont très attentifs, même si les plus petits parleurs ne prennent pas spontanément la parole pour guider l'"enfant-robot". Dans un premier temps, les élèves utilisent leurs doigts et des déictiques ("ici", "là"...) pour guider. Puis après que je leur ai rappelé qu'"on ne [montrait] pas avec son corps, mais qu'on [disait] avec sa bouche" et formulé avec eux "X avance sur la case de "Maman ours"", ils se mettent rapidement à produire les commandes appropriées pour guider leur camarade. À partir d'une même configuration, plusieurs chemins différents ont été proposés. Cette activité vise à permettre aux élèves de commencer à structurer l'espace du fait de la nécessité de se repérer dans le plan, de celle de se représenter les trajets. Mais de façon conjointe, les élèves commencent aussi à structurer le temps. En effet, il y a une certaine séquentialité dans les actions à réaliser et une nécessité d'anticipation pour pouvoir proposer des trajets répondant à la consigne initiale. En seconde partie de séance, les élèves doivent rappeler le trajet qui a été parcouru par leur camarade venant de jouer le rôle de l'"enfant-robot". Cette étape est très difficile pour les élèves. Lors du premier regroupement, un seul est parvenu à reconstruire le bon trajet oralement. Heureusement, j'ai pu faire vivre cette même séance sur plusieurs regroupements. Mais si le fait d'aider son camarade à se déplacer dans le quadrillage devient de plus en plus aisé pour la majorité des élèves, seul cinq sont *in fine* capables de restituer oralement le trajet parcouru après sa réalisation. Peut-être est-ce le passage à la verbalisation qui pose problème, mais comme je n'ai pas proposé aux élèves de restituer le trajet parcouru au moyen du corps ou par la gestuelle, je n'ai pas les moyens d'infirmer ou non cette hypothèse.

La séance suivante, la séance 7 a été conçue de façon à ce que <u>tous</u> les élèves puissent expérimenter les déplacements sur le quadrillage de 3*3 cases qu'ils ont découvert en regroupement où seuls certains élèves ont pu jouer le rôle de l'enfant-robot. En effet, les programmes de 2015 stipulent que le passage par le corps en vue de l'acquisition des notions spatiales est primordial. Ce qui va dans le sens de Guy Brousseau pour qui l'enfant a besoin de

vivre des expériences pour comprendre et se représenter le méso-espace, cet espace au cœur duquel se situe l'élève, mais dont il en contrôle l'ensemble par la vision. Tous les élèves parviennent à se déplacer de la case de la forêt jusqu'à la case de la maison en avançant de case en case et pivotant sur eux-mêmes lorsque cela est nécessaire. Toutefois, seuls 17 élèves sur les 27 parviennent à verbaliser leurs déplacements en même temps qu'ils les réalisent, et cela, avec un guidage constant de ma part. Il semble que cette séance aurait mérité de nombreuses répétitions pour que les élèves puissent réellement s'emparer de la compétence "décrire ses positions et décrire son déplacement sur le quadrillage".

III. Séance 8 : Trouver comment produire le déplacement du Bee-Bot® pour qu'il parte d'un point de départ connu et parvienne à un point d'arrivée connu sur un quadrillage de 3*3 cases

Dans cette séance conduite en regroupement, les élèves doivent proposer le programme permettant au Bee-Bot® de se déplacer de la case présentant la forêt jusqu'à la case présentant la maison des trois ours. Plusieurs regroupements ont été prévus pour pouvoir complexifier de plus en plus la tâche à accomplir : commencer avec une ligne de 4 cases qu'il est ensuite possible de transformer en L pour complexifier le déplacement avant de passer à un quadrillage de 3*3 cases. Toutefois, il est vite apparu que le déplacement sur la ligne simple pose déjà problème aux élèves. L'idée de la séance est que les élèves induisent le déplacement du robot sur le quadrillage, sachant que le robot se déplace de case en case. Il est alors possible d'utiliser les commandes de direction et d'orientation de manière séquentielle (une commande - un déplacement) puis construire progressivement une utilisation plus automatisée (une série de commandes entrées les unes après les autres - un déplacement). La programmation se construit dans l'espace par rapport à des points de repère. De plus, l'utilisation du robot programmable permet de valider immédiatement la solution proposée. Malgré cela, de nombreux élèves ne transposent pas ce qu'ils ont appris lors de la manipulation du robot, en particulier la capacité à programmer avec une intention le déplacement du robot. D'autres ont du mal à anticiper le déplacement réel, en particulier anticiper de combien de cases doit se déplacer l'"abeille" pour parvenir à destination, avec comme difficulté majeure le fait qu'il y a bien 4 cases, mais qu'il ne faut avancer que trois fois.

J'ai choisi de conduire ce regroupement dans un premier temps pour faire émerger collectivement les procédures de résolution du problème, pour que l'ensemble des élèves puisse y être confronté une première fois. Mais il est vite apparu que cela n'est pas judicieux considérant la complexité de la tâche et le jeune public. La grande majorité des élèves ne se

sentait pas concernée et avait juste envie de venir manipuler le Bee-Bot®, mettant à mal mon objectif de les sensibiliser aux questionnements et procédures de résolution. Avec une meilleure connaissance du jeune enfant, j'aurai sans doute évité cet écueil. À la fin toutefois, un de nos élèves très performant dans le Domaine 4 des Programmes de l'école maternelle "Construire les premiers outils pour structurer sa pensée" a pleinement explicité puis montré le programme correct pour que le Bee-Bot atteigne la case arrivée sur la ligne de 4 cases ("avancer", "avancer", "avancer", "GO"). Si les élèves ont alors tous manifesté leur enthousiasme face à la réussite, cette séance n'a clairement pas été efficace pour l'ensemble du groupe classe et s'est donc révélée non judicieuse.

IV. Réaménagement de la fin de la séquence : passage d'un quadrillage de 3*3 cases à une ligne de 4 cases

Compte tenu de l'échec de la séance 8, j'ai choisi pour la 28ème semaine d'enseignement de changer mon fusil d'épaule et de repenser la séance 9. Cela a été fait afin de proposer une situation problème accessible à un petit groupe d'élèves pour que tous puissent s'emparer des apprentissages visés par la situation pédagogique. Ainsi en lieu et place d'un problème portant sur un quadrillage de 3*3 cases, celui-ci est transposé sur une ligne de 4 cases. En outre, pour que les élèves puissent réellement rechercher ensemble et expérimenter, ils ont à leur disposition lors de cet atelier dirigé, les tapis à trois différentes échelles : à l'échelle de l'enfant, à l'échelle du Bee-Bot® et à l'échelle de la figurine de Boucle d'Or.

V. Séance 9bis : Trouver comment produire le déplacement du Bee-Bot® pour qu'il parte d'un point de départ connu et parvienne à un point d'arrivée connu sur une ligne de 4 cases

Les élèves repartis par groupes de 4 ou 5 (atelier dirigé) ont donc pour tâche de programmer le Bee-Bot® afin qu'il se déplace de la case présentant la forêt à la case présentant la maison espacées de deux cases. Ils peuvent manipuler le Bee-Bot® mis à leur disposition, mais également tester cette situation sur un tapis à leur échelle ou déplacer la figurine de Boucle d'Or sur une ligne dans la même configuration. L'idée est qu'ils puissent transposer ce qu'ils expérimentent sur le méso-espace du tapis à leur échelle ou sur le micro-espace du matériel à l'échelle de la figurine au problème qui leur est posé.

Sur les six groupes d'atelier dirigé, quatre sont parvenus à programmer convenablement le Bee-Bot®, cela en fonctionnant par essai-erreur ou en recomptant le nombre de pas qu'eux-mêmes ont à produire sur le tapis à leur échelle. En début de séance, j'ai en effet particulièrement

insisté sur la ressemblance des différents tapis. A contrario, un des groupes propose systématiquement un programme dans lequel le robot doit avancer 4 fois malgré mes nombreuses propositions de revenir tester le nombre de pas qu'eux-mêmes ont à produire sur le tapis ou mon questionnement "Il a avancé une fois de trop, que peut-on faire pour qu'il ne sorte pas du tapis ?". Quant au dernier groupe, du fait d'une journée de grève, il n'a été composé que de deux enfants qui se trouvent être des élèves un peu plus en difficulté. Ainsi, l'un de ces élèves n'a en fait pas construit le mode de fonctionnement du Bee-Bot® et persiste à appuyer frénétiquement sur les touches ce qui le conduisait à effacer son programme avant même de pouvoir lancer son exécution (il faut aussi noter que cette séance a été programmée après le retour des vacances, la dernière manipulation du robot a alors eu lieu trois semaines plus tôt). Ce comportement a résisté à mes tentatives de régulation et de démonstration. Le second élève semble quant à lui bien avoir compris qu'il faut trois "pas" pour avancer de la case "départ" à la case "arrivée" mais il appuie trois fois sur des flèches différentes et non uniquement sur la flèche "avancer". Avec un temps de remédiation approprié, il n'est sans doute pas loin de réussir à résoudre le problème.

Aucun groupe ne s'est emparé de la figurine de Boucle d'Or et du tapis à son échelle comme d'un outil de résolution, cela s'est, au contraire, avéré être source de distraction.

En termes de langage, les enfants interagissaient entre eux pour construire une stratégie adaptée à la résolution du problème qui leur a été posé (sauf dans le dernier groupe). Par contre, à ce moment de la séquence, je dois toujours leur verbaliser la description des positions et des déplacements produits que ce soit par eux-mêmes ou par le Bee-Bot®.

VI. Analyses comparées de la séance 1 "Pré-test : Comment l'élève déplace-t-il Boucle d'Or sur un quadrillage de 4*4 cases ?" et de la séance 10 "Evaluation : Comment l'élève produit-il et verbalise-t-il le déplacement de Boucle d'Or sur un quadrillage de 4*4 cases ?"

Au cours de ce travail, les questionnements professionnels initiaux étaient donc :

1/ Est-ce que l'objectif de structuration de l'espace des enfants de 3-4 ans associée à la manipulation d'un robot de plancher fonctionne sans exposition à un codage "formel" des déplacements ?

2/ Est-ce que cela est bénéfique pour les apprentissages liés à l'anticipation de la tâche à réaliser et à sa verbalisation ?

Pour répondre à ces questions, j'ai donc choisi de faire vivre à mes élèves de Petite Section une situation de référence dans laquelle ils doivent déplacer la figurine de Boucle d'Or sur un quadrillage de 4*4 cases pour qu'elle puisse aller "***de** la forêt **jusqu'à** la maison des trois ours*" ou qu'elle puisse "*partir **de** la forêt pour arriver **à** la maison des trois ours*" (cf. Annexe 1, Matériel de la situation de référence : quadrillage de 4*4 cases et figurine de Boucle d'Or). Au cours de cette activité, sont observés :

- les performances des élèves quant au respect de la consigne ;

- les procédures de déplacement mises en oeuvre (un seul saut, déplacement sur les cases, déplacements verticaux/horizontaux vs déplacements en diagonale...) ;

- la verbalisation associée aux déplacements réalisés.

J'avais prévu d'inclure une seconde phase pour tester les compétences des élèves sur l'anticipation de la proposition d'un déplacement que je n'ai finalement pas menée.

La situation de référence a été testée en séance 1 avec 23 élèves sur les 27 (4 ayant été absents ou pas encore arrivés dans l'école) et en séance 10 avec 24 élèves sur les 27 (cf. Annexes 2 et 3, Grille d'observables). Les résultats sont présentés ici sous forme de table.

	A l'arrivée, Boucle d'Or positionnée devant et non sur la case	Un seul saut du départ à l'arrivée	Sauts de case en case, mais avec des déplacements en diagonales et pré-saut	Sauts de case en case, mais avec des déplacements en diagonales	Sauts de case en case	Sauts de case en case, avec un pré-saut + rotation de la figurine	Sauts de case en case + rotation de la figurine	Aucun langage	Utilisation de déictiques	Mention des cases "départ" et/ou "arrivée"	"Elle avance 1 fois, puis 2..."	"Elle avance 1 fois, puis 2..." + "Elle tourne"
Séance 1	**6/23**	**19/23**	**2/23**	**1/23**	**1/23**	**0/23**	**0/23**	**19/23**	**4/23**	**0/23**	**0/23**	**0/23**
Séance 10	**0/24**	**2/24**	**4/24**	**3/24**	**7/24**	**2/24**	**6/24**	**8/24**	**12/24**	**2/24**	**2/24**	**0/24**

Table 1 : Résultats des tests réalisés en séances 1 et 10 concernant l'identification de la case d'arrivée, les procédures de déplacement sur un quadrillage et la verbalisation associée aux déplacements réalisés.

Concernant l'identification de la case d'arrivée, l'ensemble des élèves testés en fin de séquence ont compris que la figurine devait être posée sur la case présentant la maison et non pas devant, ce qui n'était pas forcément évident pour tous au début de ce travail.

Les résultats font aussi clairement apparaître la transformation de compétence des élèves dans leurs procédures de déplacement sur un quadrillage. En effet, d'un contingent de 19 élèves sur 23 réalisant un seul saut du départ à l'arrivée lors du premier test, seul deux utilisent encore cette procédure en fin de séquence. Tous les autres ont identifié qu'il été attendu d'eux qu'ils déplacent la figurine de case en case. Trois élèves avaient spontanément adopté ce mode de déplacement lors du premier test. Il semble que ces derniers soient acculturés aux jeux de société dans le cadre familial, ce qui pourrait expliquer ce début de construction de compétence. En tâche finale, sur les 22 élèves ayant identifié la possibilité de se déplacer de case en case sur un quadrillage, les performances varient suivant un spectre. 7 élèves sur les 22 utilisent des sauts en diagonale, 6 élèves sur les 22 réalisent un saut sur-numéraire avant de commencer le déplacement (une erreur courante que l'on peut observer sur les jeux de plateau avec de jeunes enfants). Enfin, il est à noter que 8 de ces élèves transposent le déplacement observé avec le Bee-Bot à la figurine de Boucle d'Or (déplacement de case en case verticalement et horizontalement et rotation).

En ce qui concerne les compétences langagières associées aux déplacements, si de plus en plus d'élèves acceptent de verbaliser au cours de leur action (de 4 élèves sur 23 à 16 élèves sur 24), la grande majorité utilise des déictiques "ici", "là"... Seuls 2 élèves mentionnent les cases de départ et d'arrivée et 2 autres exposent le nombre de fois qu'ils font avancer Boucle d'Or.

Ainsi, il semble que la grande majorité des élèves commence à s'approprier la conceptualisation de l'espace topologique sous forme de quadrillage. Cela semble confirmer que chez l'enfant de 3-4 ans manipuler un robot de plancher sans exposition à un codage "formel" des déplacements permet toutefois de commencer à structurer l'espace. Par contre, il est fort probable que cette absence de code formel soit délétère dans l'appropriation de la verbalisation des déplacements. En effet, le code est en fait le support du langage et choisir de ne le garder que sous sa forme orale ne semble pas permettre aux élèves de s'en emparer.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'objet de la mise en œuvre du scénario pédagogique proposé dans ce mémoire est de construire chez les élèves de 3-4 ans par-dessus une perception empirique de l'espace un début d'abstraction et de conceptualisation de l'espace topologique. Le support pédagogique de la transformation de compétence visée est l'utilisation des robots de plancher pédagogiques, les Bee-Bots®. Pour aller plus loin et asseoir pleinement l'ébauche de conceptualisation de l'espace topologique de tous les élèves, il est proposé dans ce travail une articulation entre la manipulation effective de ces robots et le vécu kinesthésique, proprioceptif des élèves mis dans la même situation que les robots. Les espaces topologiques sont simplifiés, réduits à un quadrillage de 3 cases sur trois. Toutefois, pour adapter ce travail à un public de Petite Section, j'ai fait le choix d'extraire des situations d'apprentissages proposées le codage "formel" (sous forme de symboles) des déplacements du robot. Le support de commande (dans le cas où le code doit être donné à un élève) ou d'observation du déplacement passant alors exclusivement par la forme orale : "avancer", "reculer", "pivoter". La première question soulevée dans le cadre de cette mise en œuvre pédagogique est alors : est-ce que l'objectif de structuration de l'espace des élèves de 3-4 ans associée à la manipulation d'un robot de plancher fonctionne sans exposition à un codage "formel" des déplacements ? Lorsque l'on compare les performances des élèves confrontés à la situation de référence (déplacer une figurine sur un quadrillage de quatre cases sur quatre), il apparaît que 22 élèves sur les 24 testés en fin de séquence avancent de case en case, percevant bien l'espace conceptuel qui leur est proposé. Parmi ces 22 élèves, 15 transfèrent les modes déplacements observés sur les robots : avancer de case en case (un pas à la fois), pivoter vers la cible. Cela se fait avec différents degrés de réussite : 7 ne pivotent pas la figurine, 2 ajoutent un pré-saut avant de commencer le déplacement. Ainsi, la séquence proposée présente bien une certaine efficacité dans la transformation de compétence des élèves en ce qui concerne leur capacité à déplacer un objet sur un quadrillage d'un point A à un point B. Cela traduit une ébauche de conceptualisation de l'espace topologique chez mes élèves. Malgré tout, pour conduire tous les élèves à réellement s'approprier la nouvelle compétence, plus de temps aurait été nécessaire. Il est à noté que je me suis inscrite dans une contrainte temporelle ayant choisi de coupler la séquence d'apprentissage au projet *Les trois ours* que nous avions avec ma binôme. De fait, la mise en œuvre effective du scénario pédagogique s'est tenue sur trois semaines et s'est accommodée de la coupure des vacances de printemps. Dans un contexte nettoyé de ces contraintes, je pense qu'un plus grand nombre de séances consacrées à la manipulation du Bee-Bot® aurait été souhaitable pour que tous les élèves puissent devenir

totalement autonomes dans la manipulation de ce dernier et la compréhension fine du mode de programmation d'un déplacement anticipé avec ce dernier.

Ensuite, sachant que la séquence évacue la présentation et l'appropriation d'un code, la seconde question que l'on peut se poser dans le cadre de ce mémoire est : Est-ce que cela est bénéfique pour les apprentissages liés à l'anticipation d'un déplacement à réaliser et à sa verbalisation ? Finalement, j'ai choisi de ne pas placer les élèves dans des situations d'anticipation, mais de coller à du langage de situation et c'est ce qui a été effectivement testé dans la situation de référence. Or, il est apparu que les élèves n'avaient pas pu, par la séquence d'apprentissage conduite, s'approprier le langage situationnel leur permettant de décrire les positions de l'objet déplacé (2 élèves le font sur 24 testés) ou leur permettant de décrire le déplacement de l'objet sur le quadrillage (2 autres élèves parlent d'avancer une fois, deux fois...). Plusieurs raisons peuvent expliquer cet échec. Je pense qu'il n'était pas judicieux leur de la première exposition des enfants à la situation dans laquelle ils jouent eux-mêmes le robot de proposer un tapis avec des images sur chaque case. Je pensais simplifier l'entrée dans la tâche et permettre aux enfants de progresser ensuite vers le langage attendu qui était "avancer", "reculer", "pivoter vers", mais semble que je les aie au contraire noyés dans une surabondance de détails. De plus, plutôt que la terminologie "avance d'un pas", il aurait été pertinent de rester sur "avance une fois" plus cohérent avec le déplacement propre du robot. Ensuite, je suis convaincue qu'un plus grand nombre de répétitions de ce jeu avec chaque élève avec les verbalisations appropriées des positions et des déplacements aurait été bénéfique et aurait permis d'améliorer les performances globales du groupe classe. Le temps de mise en œuvre du scénario pédagogique a là aussi joué en sa défaveur. Enfin, il n'est pas exclu que l'absence d'exposition des élèves à un code "formel" ne permettent pas aux élèves de se constituer des images mentales, et que sans ces images, ils ne puissent pas produire le langage attendu. Toutefois, en l'état actuel des choses, il est impossible de confirmer cela. Il conviendrait d'abord de conduire la séquence avec un nombre approprié de répétitions avant de pouvoir apporter des éléments de réponse au second questionnement.

Ainsi, par rapport à la problématique générale du mémoire - La mise en œuvre de situation d'apprentissage utilisant les robots de plancher programmables dans une visée de décentration de l'élève de 3-4 ans facilite-t-elle la conceptualisation des déplacements ? - il semble en effet possible de conduire si tôt de telles séquences d'apprentissage, mais une attention particulièrement soutenue doit absolument être portée au langage de situation soutenant les activités des élèves.

Références Bibliographiques

BEAUDOUX, S. (2017). *Un robot pédagogique au service de la structuration de l'espace*. Mémoire MEEF2 ESPE Aquitaine : http://doc.espe-aquitaine.fr/memoires/docs/2017/212024112017.pdf

BERDONNEAU, C. (2007). *Mathématiques actives pour les tout-petits*. Hachette éducation.

BROUSSEAU, G. (2001). Les propriétés didactiques de la géométrie élémentaire. L'étude de l'espace et de la géométrie. In *Les propriétés didactiques de la géométrie élémentaire; l'étude de l'espace et de la géométrie.* 67-83.

BUGMANN, J. et KARSENTI, T. (2018). *Quand les robots entrent en classe*. Formation et Profession, 26(1), 142-145.

CRAHAY, M. (1987). Logo, un environnement propice à la pensée procédurale. *Revue française de pédagogie*, 80(1), 37-56.

DE LIÈVRE, B., & STAES, L. (2000). *La psychomotricité au service de l'enfant: notions et applications pédagogiques*. De Boeck.

DUNCAN, G. J., CHANTELLE, J., DOWSETT, C. J., CLAESSENS A., MAGNUSON, K., HUSTON, A. C., KLEBANOV, P., PAGANI, L. S., FEINSTEIN, L., ENGEL, M., BROOKS-GUNN, J., SEXTON, H., DUCKWORTH, K., and JAPEL, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428-1446.

GREFF, E. (1998). Le "jeu de l'enfant-robot" : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants. *Sciences et Techniques Educatives*. Hermes, 5(1), 47-61.

GREFF, E. (2000). Résolution de problèmes en GS autour des pivotements à l'aide du robot de plancher. *Grand N*. n°68, 7-16.

GREFF, E. (2016) Robotique pédagogique : et si on changeait de paradigme ?. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 63(3), 301-310.

KOMIS, V., & MISIRLI, A. (2011). Robotique pédagogique et concepts préliminaires de la programmation à l'école maternelle: une étude de cas basée sur le jouet programmable Bee-Bot. *Sciences et technologies de l'information et de la communication en milieu éducatif: Analyse de pratiques et enjeux didactiques,* New Technologies Editions, 271-281.

KOMIS, V., & Misirli, A. (2012). L'usage des jouets programmables à l'école maternelle: Concevoir et utiliser des scénarios pédagogiques de robotique éducative. *Revue Skholê*, 17, 143-154.

LEHMANS, A. (2017). De l'informatique éducative au robot émancipateur. *Hermès, La Revue*, 78(2), 132-138.

LEROYER, L. (2005). S'approprier le vocabulaire spatial et temporel par "le faire et le dire". *Grand N*. n°75, 31-43.

LURÇAT, L. (2015). *L'enfant et l'espace: le rôle du corps*. PUF.

MISIRLI, A., & KOMIS, V. (2012). *Jeux programmables de type Logo à l'école maternelle*. Adjectif : http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article140&lang=fr

PAPERT, S. (1981). *Jaillissement de l'esprit: ordinateurs et apprentissage*. Flammarion.

M.E.N. (2015). Programmes de l'école maternelle, B.O spécial n°2 du 26 mars 2015.

M.E.N. (2003). Document d'accompagnement des programmes. Téléchargeable en ligne : http://dpernoux.chez-alice.fr/Docs/docs.htm

PERRIAULT, J. (2000) Martial, souvenirs et repères théoriques. *Sciences et techniques éducatives*, 7(1), Education et informatique. Hommage à Martial Vivet. 276-280.

PIAGET, J., & INHELDER, B. (1948). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. PUF.

VIVET, M., & LEROUX, P. (1993). Relations in the triangle leamer-teacher-micro-robots based learning environment, *10th International conference on technology and education, MIT*, 21-24 mars,1993.

VIVET, M. (2000) Des robots pour apprendre. *Sciences et techniques éducatives*, 7(1), Education et informatique. Hommage à Martial Vivet. 17-60.

Table des Annexes

Annexe 1 : Matériel de la situation de référence.....46

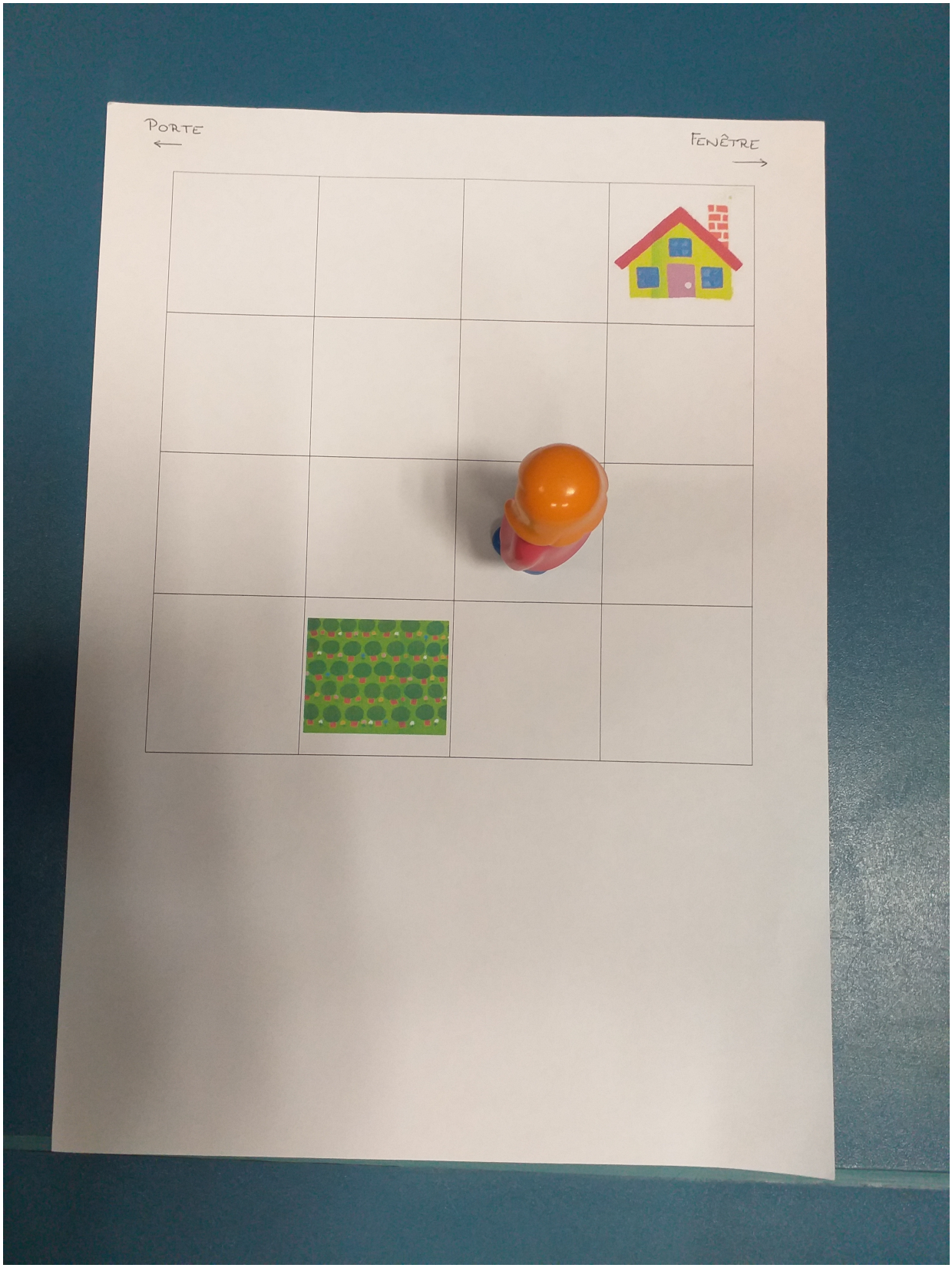
Annexe 2 : Grille d'observables du pré-test de la séance 1.....47

Annexe 3 : Grille d'observables de l'évaluation de la séance 10bis.....48

Annexe 4 : Fiche de préparation de séquence.....49

Annexe 5 : Fiche de préparation de la séance 3.....54

Annexe 1 : Matériel de la situation de référence



Annexe 2 : Grille d'observables du pré-test de la séance 1

	A l'arrivée, Boucle d'Or positionnée devant et non sur la case	Un seul saut du départ à l'arrivée	Sauts de case en case mais avec des déplacements en diagonales et pré-saut	Sauts de case en case mais avec des déplacements en diagonales	Sauts de case en case	Sauts de case en case, avec un pré-saut + rotation de la figurine	Sauts de case en case + rotation de la figurine	Aucun langage	Utilisation de déictiques	"elle avance 1 fois, puis 2..."	"elle avance 1 fois, puis 2..." + "elle tourne"
AAR.	X	X						X			
ADA.		X						X			
ALA.	X	X						X			
AMI.		X						X			
ELY.	X	X							X		
EVA.		X						X			
GAB.			X						X		
KIM.		X						X			
LOU		X						X			
LUC		X						X			
LYA	X	X						X			
MAD.		X						X			
MAÏ.		X							X		
MARG.	Abs.										
MARI.	Abs.										
MARLE.		X						X			
MARLO.	Abs.										
MAU.	Abs										
MIL.		X						X			
NAY.					X				X		
NOA		X						X			
NOA.	X	X						X			
NOE.				X				X			
RAP. B.	X	X						X			
RAP. G.		X						X			
SEL.		X						X			
THE.			X					X			

Annexe 3 : Grille d'observables de l'évaluation de la séance 10bis

	A l'arrivée, Boucle d'Or positionnée devant et non sur la case	Un seul saut du départ à l'arrivée	Sauts de case en case mais avec des déplacements en diagonales et pré-saut	Sauts de case en case mais avec des déplacements en diagonales	Sauts de case en case	Sauts de case en case, avec un pré-saut + rotation de la figurine	Sauts de case en case + rotation de la figurine	Aucun langage	Utilisation de déictiques	"elle avance 1 fois, puis 2..."	"elle avance 1 fois, puis 2..." + "elle tourne"
AAR.			X					X			
ADA.					X				X		
ALA.	Abs.										
AMI.				X				X			
ELY.							X		X		
EVA.			X					"elle va jusqu'à la maison"			
GAB.						X			X		
KIM.							X	"elle est d'abord dans la forêt, puis elle arrive à la maison"			
LOU	Abs.										
LUC				X					X		
LYA					X				X		
MAD.		X							X		
MAÏ.					X				X		
MARG.					X			X			
MARI.					X			X			
MARLE.			X						X		
MARLO.				X					X		
MAU.							X		X	X	
MIL.					X					X	
NAY.	Abs.										
NOA							X		X		
NOA.		X							X		
NOE.							X	X			
RAP. B.			X					X			
RAP. G.					X				X		
SEL.							X	X			
THE.						X		X			

Annexe 4 : Fiche de préparation de séquence

Domaine 5 : Explorer le monde - Se repérer dans le temps et l'espace		
Aidons Boucle d'Or à arriver jusqu'à la maison des trois ours !		
Petite Section	Période 4	**10 séances** : 4 regroupements, 2 ateliers dirigés, 1 atelier semi-dirigé, 3 temps en individuel
Attendu de fin de cycle Dans un environnement bien connu, réaliser un trajet, un parcours à partir de sa représentation (dessin ou codage)		
Transversalité Domaine 5 : Utiliser des objets numériques : robot de plancher pédagogique (Bee-Bot®) Domaine 1 : Parler de l'action qu'on a réalisé, la nommer, l'expliquer, la mettre en rapport avec le matériel utilisé.		
OBJECTIFS Savoir déplacer un objet sur un quadrillage, Savoir anticiper un tel déplacement. Objectif langagier Savoir décrire les positions, les déplacements d'un objet sur un quadrillage.		
Séances : organisation, durée	**Objectifs**	**Déroulement / Supports**
1/ **Déplacer Boucle d'Or de la forêt à la maison des trois ours (sur un quadrillage 4*4)** *Individuel (accueil / lever de sieste)* > 2 min	Pré-test : prise des représentations initiales des élèves. **> Déplacer un objet sur un quadrillage d'un point A à un point B.** **> Décrire les positions de l'objet, décrire le déplacement de l'objet sur le quadrillage.**	1/ Faire verbaliser les élèves : que voient-ils en termes de matériel ? 2/ Leur demander de montrer comment Boucle d'Or part de la forêt pour arriver à la maison des trois ours, puis de décrire comment ils ont fait. Consigne : *"Montre moi comment Boucle d'Or va **de** la forêt **jusqu'à** la maison des trois ours."* ou *"Fais partir Boucle d'Or **de** la forêt pour arriver **à** la maison des trois ours."* Matériel : Feuille A4 présentant un quadrillage de 4*4 cases, Figurine de Boucle d'Or, grille d'observables
2/ Présentation du Bee-Bot® *Regroupement* > 10 min	**> Découvrir un nouvel outil numérique, un robot Bee-Bot®.** **> Décrire cet outil.**	1/ Découvrir le Bee-Bot® : décrire ce nouvel objet, formuler des hypothèses sur son utilisation, son fonctionnement. 2/ Tester certaines hypothèses proposées. 3/ Faire vivre les mêmes déplacements que le Bee-Bot® à certains volontaires. 4/ Bilan de ce qui a été dit et explicitation du lien entre ce nouveau matériel et le projet de période

		"L'abeille va venir aider Boucle d'Or à aller de la forêt jusqu'à la maison des trois ours". Matériel : 1 Bee-Bot®, 1 photo en A4 de l'interface de commande, feuille A4 présentant un quadrillage de 4*4 cases, Figurine de Boucle d'Or
3/ **Manipulation libre du Bee-Bot®** *Atelier dirigé* > 15 min	> **Découvrir les commandes de direction et d'orientation (avancer, reculer, pivoter à droite, pivoter à gauche) et les commandes de manipulation du Bee-Bot®.** > **Décrire le déplacement du Bee-Bot® au cours de son exécution.**	1/ Rappel des caractéristiques du Bee-Bot® mises en évidence lors de la séance 2. 2/ A tour de rôle, chaque enfant essaie de faire se déplacer le Bee-Bot®. [Penser à verbaliser puis à faire verbaliser les déplacements obtenus en situation] Consigne : *"Montre moi comment on peut faire pour demander à l'abeille de se déplacer."* 3/ Facultatif, demander à certains enfants de faire avancer puis tourner le Bee-Bot®. (niv. 1 : successif ; niv. 2 : séquentiel) PE : prend en charge la remise à zéro de la mémoire entre chaque enfant (ce temps est explicité à chaque fois) Matériel : 2 Bee-Bots®, grille d'observables
4/ **Mise en commun des observations faites sur le Bee-Bot®** *Regroupement* > 15 min	> **Associer les commandes de direction et d'orientation (avancer, reculer, pivoter à droite, pivoter à gauche) aux déplacements correspondant réalisés par le Bee-Bot®.** > **Percevoir la séquentialité entre l'entrée des commandes de direction et d'orientation et la commande d'exécution du programme.** > **Décrire le**	[Institutionalisation de la séance 3] 1/ Rappel de la séance 3, faire verbaliser ce qui a été appris : "demander à l'abeille d'avancer, de reculer, de pivoter." 2/ Faire comprendre qu'il existe une séquentialité dans l'entrée des commandes (d'abord les commandes de direction et d'orientation puis la commande d'exécution du programme : GO) pour que le Bee-Bot® puisse se déplacer. 3/ Faire comprendre que chaque commande de direction et orientation est responsable d'un déplacement particulier du Bee bot®. [verbaliser puis faire verbaliser les déplacements obtenus en situation] 4/ Commencer à faire percevoir que, si on ajoute de nouvelles commandes de direction et d'orientation sans avoir remis à zéro la mémoire, les nouvelles commandes s'ajoutent aux précédentes.

	déplacement du Bee-Bot® au cours de son exécution.	PE : la remise à zéro de la mémoire est explicité à chaque fois qu'elle est réalisée. Matériel : 2 Bee-Bots®
5/ **S'approprier le maniement du Bee-Bot®** *Atelier semi-dirigé* > 15 min	Réinvestir les notions institutionalisée en séance 4 : > **Associer les commandes de direction et d'orientation (avancer, reculer, pivoter à droite, pivoter à gauche) aux déplacements correspondant réalisés par le Bee-Bot®.** > **Percevoir la séquentialité entre l'entrée des commandes de direction et d'orientation et la commande d'exécution du programme.** > **Décrire le déplacement du Bee-Bot® au cours de son exécution.**	A tour de rôle, chaque enfant doit : 1/ ...essayer de faire se déplacer le Bee-Bot®. [Penser à verbaliser puis à faire verbaliser les déplacements obtenus en situation] Consigne : *"Montre moi comment on fait pour demander à l'abeille de se déplacer."* 2/ ...essayer de faire se déplacer le Bee-Bot® selon une commande précise. [Penser à verbaliser puis à faire verbaliser les déplacements obtenus en situation] Consigne : *"Montre moi comment on fait pour demander à l'abeille :* - d'avancer une fois ; - d'avancer deux fois (obs. : codage successif ou anticipé ?) ; - d'avancer puis de pivoter." ATSEM : toute intervention de l'adulte sur la commande du Bee-Bot® est explicité à chaque fois. Matériel : 2 Bee-Bots®, grille d'observables
6/ **Se déplacer de la forêt à la maison des trois ours (sur un quadrillage 3*3) (1)** *Regroupement* > 10 min	**> Se déplacer sur un quadrillage d'un point A à un point B.** > **Faire déplacer un camarade sur un quadrillage d'un point A à un point B.** **> Décrire ses positions (ou les positions d'autrui), décrire son déplacement (ou le déplacement d'autrui)**	2 ou 3 démonstrations : *"X est devenu l'abeille ! Il ne peut plus qu'avancer, reculer ou pivoter."* 1/ Faire déplacer son camarade partant de la forêt pour arriver à la maison des trois ours. Consigne : *"Il faut que nous le guidions pour qu'il parte **de** la forêt et arrive **à** la maison des trois ours."* 2/ Demander de se rappeler le déplacement réalisé par l'élève et faire verbaliser le trajet emprunté après son exécution.

	sur le quadrillage.	3/ Demander si on peut proposer un autre déplacement pour un nouvel élève. Matériel : 1 tapis 3*3 à l'échelle d'élèves, (facultatif : 1 Bee-Bot®)
7/ **Se déplacer de la forêt à la maison des trois ours (sur un quadrillage 3*3) (2)** *Individuel (accueil / lever de sieste)* > 2 min	**> Se déplacer sur un quadrillage d'un point A à un point B.** **> Décrire ses positions (ou les positions d'autrui), décrire son déplacement (ou le déplacement d'autrui) sur le quadrillage.**	Faire déplacer l'élève de la forêt à la maison des trois ours en le faisant verbaliser ses déplacements en situation. Consigne : *"Tu es devenu l'abeille, montre moi comment tu peux te déplacer pour aller de la forêt jusqu'à la maison des trois ours."* Matériel : 1 tapis 3*3 à l'échelle d'élèves
8/ **Trouver comment produire le déplacement du Bee-Bot de la forêt à la maison des trois ours (sur une ligne de 4 cases ; sur un quadrillage 3*3)** *Regroupement* > 10 min	> **Programmer le déplacement du Bee-Bot® suivant une intention.** > **Décrire le déplacement du Bee-Bot® au cours de son exécution.**	1/ Faire déplacer le Bee-Bot® partant de la forêt pour arriver à la maison des trois ours (ligne de 4 cases). Consigne : *"Il faut que nous le programmions pour (que nous lui demandions) qu'il parte **de** la forêt et arrive **à** la maison des trois ours."* 2/ Demander de se rappeler le déplacement réalisé par le Bee-Bot® et faire verbaliser le trajet emprunté après son exécution. 3/ Faire déplacer le Bee-Bot® partant de la forêt pour arriver à la maison des trois ours (quadrillage 3*3). Consigne : *"Il faut que nous le programmions pour / (que nous lui demandions) qu'il parte **de** la forêt et arrive **à** la maison des trois ours."* 4/ Demander de se rappeler le déplacement réalisé par le Bee-Bot® et faire verbaliser le trajet emprunté après son exécution. 5/ Demander si on peut proposer un autre déplacement. Matériel : 1 tapis de 4 cases à l'échelle de Bee-Bots®, 1 tapis 3*3 à l'échelle de Bee-Bots®, 1 Bee-Bot®
9/ **Trouver comment produire le déplacement du Bee-Bot de la forêt à la maison des trois**	> **Programmer le déplacement du Bee-Bot® suivant une**	1/ Faire déplacer le Bee-Bot® partant de la forêt pour arriver à la maison des trois ours (quadrillage

ours (sur un quadrillage 3*3) *Atelier dirigé* > 10 min	**intention.** > **Décrire le déplacement du Bee-Bot® au cours de son exécution.**	3*3). Consigne : *"Il faut que nous le programmions pour (que nous lui demandions) qu'il parte **de** la forêt et arrive **à** la maison des trois ours."* 2/ Demander de se rappeler le déplacement réalisé par le Bee-Bot® et faire verbaliser le trajet emprunté après son exécution. 3/ Demander si on peut proposer un autre déplacement. Matériel : 1 tapis 3*3 à l'échelle de Bee-Bots®, 1 Bee-Bot®
10/ **Verbaliser le déplacement de Boucle d'Or de la forêt à la maison des trois ours (sur un quadrillage 4*4)** *Individuel (accueil lever de sieste)* > 2 min	Test : évaluation finale. **> Déplacer un objet sur un quadrillage d'un point A à un point B.** **> Décrire les positions de l'objet, décrire le déplacement de l'objet sur le quadrillage.**	1/ Demander à l'élève de montrer comment Boucle d'Or part de la forêt pour arriver à la maison des trois ours, puis de décrire comment il a fait. Consigne : *"Montre moi comment Boucle d'Or va **de** la forêt **jusqu'à** la maison des trois ours."* ou *"Fais partir Boucle d'Or **de** la forêt pour arriver **à** la maison des trois ours."* Matériel : Feuille A4 présentant un quadrillage de 4*4 cases, Figurine de Boucle d'Or, grille d'observables

Annexe 5 : Fiche de préparation de la séance 3

Niveau : Petite section ; Période 4	**Domaine d'apprentissage : 5, Explorer le monde - Se repérer dans l'espace**
Séquence : Aidons Boucle d'Or à arriver jusqu'à la maison des trois ours !	

Séance 3, Manipulation libre du Bee-Bot®.				**Durée : 15 minutes**
Objectifs Découvrir les commandes de direction et d'orientation (avancer, reculer, pivoter à droite, pivoter à gauche) et les commandes de manipulation du Bee-Bot®. Objectif langagier : Décrire le déplacement du Bee-Bot® au cours de son exécution.				
Modalités	**Dispositif/ Activité**	**Consignes**	**Critères de réussite**	**Matériel / Supports**
Atelier dirigé	**1. : Mise en activité** Rappel de ce qui a été verbalisé en regroupement lors de la découverte de ce nouvel outil numérique : un objet électronique avec un bouton marche-arrêt, différents boutons sur le dos, des roues... Rappel des hypothèses formulées sur son utilisation, son fonctionnement.	**"Comment peut-on allumer ce petit robot "abeille" ?"** **"Montre moi comment on peut faire pour demander à l'abeille de se déplacer."** **"Qu'observe-t-on lorsque que l'on appuie sur les boutons au dos de l'abeille ?".**	1/ Allumer / Eteindre le robot ; 2/ Comprendre que le robot se déplace grâce aux commandes de déplacement. 3/ Comprendre que pour que le robot se déplace il faut d'abord appuyer sur les flèches puis sur le bouton GO.	Bee-Bot® : touches "pause" et "effacement de la mémoire" condamnées.
Variables	**2. : Manipulation libre des robots par les élèves** Chacun a tour de rôle va s'approprier la manipulation du robot et tester tout ce qui lui passe par la tête dans le respect du matériel. Quand tout le monde a manipulé, rapide bilan sur le mode de fonctionnement (1/ appuyer sur les flèches ; 2/ appuyer sur le bouton vert (GO)	**Rôle de l'enseignante**	**Comportements à réguler**	
- Etayage plus ou moins important en fonction des actions des élèves ; - +/- de critères		- Veiller au respect de l'outil numérique ; - Répartir et réguler les moments de manipulation (4/5 élèves pour 2 robots) : un élève à la fois par Bee-Bot®, les autres observent ; - Amener les élèves manipulant à prendre peu à peu conscience des conséquences de leurs	Appuie sur les boutons de l'interface de commande frénétiquement ; n'attend pas la fin du déplacement pour soulever / récupérer le Bee-Bot.	

d'observation.	**3. : Commencer à manipuler suivant une contrainte : seul un ou deux déplacements programmés avant de lancer le robot** Les autres se déplacent dans l'espace à l'annonce des touches enfoncées par l'élève manipulateur. On compare son propre déplacement avec celui du robot.	actions sur l'interface de commande (ex : si j'appuie sur la flèche pointant vers la tête de l'abeille puis sur le bouton vert, elle avance "d'un pas") ; - Donner des critères précis d'observation aux élèves ne manipulant pas - Réguler les mouvements des élèves mimes ; - Verbaliser les déplacements obtenus en situation.		
Différenciation Faire plus ou moins verbaliser aux élèves les actions qu'ils sont en train d'accomplir et les déplacements du robot ou prendre en charge cette verbalisation.				
Remédiation À un élève n'obtenant jamais de déplacement : Montrer un déplacement simple : Effacer la mémoire, appuyer sur les commandes "avancer" puis GO. Le lui faire mimer, verbaliser en mimant puis verbaliser simplement. Lui redemander de faire la même chose avec la commande "reculer".				

Résumé

Les robots de plancher programmables sont entrés dans les classes, en particulier pour permettre aux élèves d'acquérir une nouvelle conception de l'espace dépassant leur perception empirique de ce dernier. Ces outils peuvent-ils être proposés dès la Petite Section de Maternelle ? Quelles sont les adaptations pédagogiques à prévoir pour un si jeune public ?

S'il semble, en effet, possible de conduire si tôt des séquences d'apprentissage articulant manipulation du robot et vécu par l'élève de situations le plongeant à la place du robot, il est important de souligner qu'une attention particulièrement soutenue doit être portée au langage de situation surtout si le choix est fait de ne pas exposer les élèves à un codage "formel" des déplacements.

Mots-clés

Structuration de l'espace, Robot de plancher programmable, Bee-Bot®, Maternelle