

# RESOLUTION DE PROBLEMES EN GS AUTOUR DES PIVOTEMENTS A L'AIDE DU ROBOT DE PLANCHER

Eric GREFF  
IUFM de Versailles Centre d'Antony

## 1. Questionnement général. Définition du vocabulaire. Cadre théorique

L'objet de cette recherche est d'étudier ce que peuvent apporter aux *apprentissages premiers* les activités centrées autour de l'utilisation d'un véritable robot de plancher.

### 1.1 Les apprentissages premiers

Les apprentissages premiers évoqués sont ceux définis dans les programmes officiels de 1995<sup>1</sup>. Il s'agira pour nous de favoriser plus particulièrement les apprentissages premiers concernant :

- 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...).

L'ouvrage de référence du Ministère de l'Éducation Nationale : « Les cycles à l'école primaire » [MIN 91], indique clairement que l'enfant de l'école maternelle doit s'ouvrir au monde et aux autres :

*« L'enfant adapte son comportement dans une situation où il n'est pas seul, coopère, établit des relations de plus en plus nombreuses, reconnaît l'autre, l'écoute... ».*

*« Il est capable, à l'occasion des activités qui lui sont propres, d'observer, d'interroger, de verbaliser ce qu'il comprend ou de le traduire par un dessin, une ébauche de schéma. Il accepte des activités contraignantes pour acquérir des savoirs nouveaux ».*

*« L'enfant apprend à fixer son attention, à observer, à se concentrer sur une tâche. Il doit pouvoir participer à un projet dont il connaît l'objet. Il comprend et exécute une consigne. Il doit pouvoir mettre en œuvre des stratégies de tâtonnement pour trouver des solutions aux problèmes qui lui sont proposés ».*

Sans les reproduire ici de manière totalement exhaustive, citons également les compétences en rapport avec la construction de l'espace relevées dans les textes officiels [MIN 91] et concernant les enfants du cycle 1 :

*« L'enfant affirme son autorité dans l'espace par rapport aux objets et aux personnes. Il connaît son corps, adapte ses comportements à l'activité exercée et manifeste de l'aisance corporelle ».*

---

<sup>1</sup> Bulletin officiel de l'Éducation Nationale n°5 du 9 mars 1995

*« Au cours d'explorations d'espaces de plus en plus étendus et nombreux, dans des durées diversifiées, l'enfant se situe dans un espace donné (classe, cour, rues, quartier...), sait parcourir un itinéraire simple, se donne des repères et des codes ».*

Le nouveau programme pour l'école maternelle [MIN 95] précise : *« Se repérer dans l'espace, se déplacer selon des consignes strictes, manipuler des indicateurs spatiaux du langage, sont des activités qui s'ordonnent tout au long du cursus de l'école maternelle. L'école maternelle doit permettre à l'enfant de donner un sens à ce repérage en passant de son point de vue à celui de ses camarades au travers d'activités nombreuses et diverses, jouant sur les trajets et parcours, réels ou représentés, et incluant leur description verbale ».*

Nous étudierons, dans ce travail, l'acquisition de ces apprentissages premiers sur les élèves de Grande Section (GS) de l'école maternelle.

## **1.2 Le robot de plancher**

La robotique pédagogique constitue un vaste domaine de recherche. Pour notre part, nous nous attacherons principalement à sa composante « robot de plancher ». En effet, nous nous intéressons plus particulièrement aux robots conçus pour initier l'apprenant à la démarche algorithmique, c'est-à-dire à la décomposition d'une tâche complexe (parcours) en une succession de tâches exécutables (mouvements). Parmi ces machines, la tortue de sol de **Seymour Papert** a fait figure de pionnière. Les buts de son expérience initiale sont clairs : « en apprenant à la tortue à agir ou à « penser », on en arrive à réfléchir sur sa propre action et sa propre pensée » [PAP 81].

Le robot pédagogique est essentiellement fait, comme son nom l'indique, pour comprendre et apprendre [VIV 82], [TAN 87]. Sa ressemblance avec les robots industriels constitue donc une contrainte moins prioritaire que ses visées didactiques. Il permet néanmoins d'aborder l'informatique par un autre biais et selon d'autres contraintes que celles imposées par l'ordinateur, son écran et son clavier. « La manipulation de robots introduit la notion de logique de commande pour atteindre un objectif ou un but » [BOS 87].

De nombreuses expériences relatives à l'utilisation de robots de plancher avec les très jeunes enfants ont été relatées durant les années 80 [BOS 83], [PER 87], [BOU 88]. Nous nous sommes naturellement appuyés sur ces travaux.

## **1.3 Expérimentation**

Nous avons retenu de l'ensemble des instructions officielles concernant les apprentissages premiers les trois axes essentiels constitués par la construction de l'espace et du temps à travers des activités motrices, la construction du nombre et la socialisation. Nous avons déjà à notre disposition une série d'activités dont nous avons étudié et mesuré les apports à la construction de l'espace et à sa représentation [GRE 96b]. Nous y avons notamment observé les acquisitions concernant la latéralisation, la séquentialité, la description et l'explicitation de parcours (précision du langage).

Nous vous proposons ici une série de travaux portant sur les pivotements qui constituent de véritables activités de résolution de problème en Grande Section de l'Ecole Maternelle en utilisant un robot de plancher. Que le robot de plancher soit un excellent support pour la résolution de problème n'est plus à prouver mais peut-être n'est-il pas superflu de le rappeler. Nous présenterons donc une série de situations d'apprentissage et exposerons les différentes stratégies utilisées par les élèves pour répondre aux problèmes proposés. Nous expliciterons plus particulièrement les observations qui nous sont apparues comme relevant typiquement de l'activité de résolution de problème.

#### 1.4 Présentation du matériel pédagogique utilisé : le « Roamer » Valiant / Le « Logor » Nathan

En 1996, nous écrivions [GRE 96b] que si nous avions à concevoir un robot de sol idéal permettant de compléter le travail entrepris avec le « jeu de l'enfant-robot », celui-ci posséderait les caractéristiques suivantes :

- Être un robot de plancher mobile, à intelligence et énergie embarquées (pas de fil, pas d'infra-rouge).
- Être fiable, solide, précis, bien orienté et facile d'emploi.
- utiliser exclusivement les mêmes cartes-instructions que la méthode d'apprentissage.
- accepter d'exécuter globalement un paquet d'instructions (programme) et pas seulement les cartes individuellement.
- Être commercialisé à un prix accessible pour une école (environ 150 € ), donc de conception simple.

Depuis lors, nous avons pu constater (au cours de notre recherche avec le Laboratoire Informatique de l'Université du Maine) que fabriquer un robot de plancher « ex nihilo » n'était pas tâche facile, notamment en ce qui concerne la partie mécanique. Au cours de ce travail de recherche, nous avons été mis en contact<sup>2</sup> avec la société Valiant Technology de Londres qui fabrique, depuis 1988, un robot pédagogique dénommé « Roamer ». Si celui-ci est largement diffusé en Grande-Bretagne ainsi qu'au Québec, il est encore peu connu en France bien que diffusé par la société Nathan sous le nom de Logor depuis 1999. Le robot « Roamer » nous a semblé présenter des similitudes intéressantes avec notre travail et de réels atouts pédagogiques. Il correspond à une partie de notre cahier des charges à l'exception, notamment, de ce qui concerne la lecture globale des cartes-instructions. Notre collaboration future avec la société Valiant permettra, peut-être, de gommer cette différence.

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

également mémoriser des procédures. Notons que le terme employé par le fabricant pour désigner ce produit est « Roamer », ce qu'on pourrait traduire par « randonneur ». Le robot Logor est commercialisé au prix de 300 €.

---

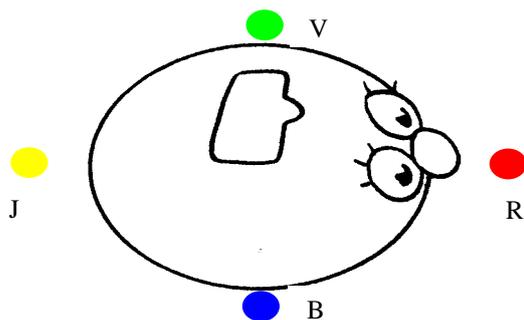
<sup>2</sup> grâce à Benoît Limbos de l'Université Libre de Bruxelles

## 2. Mise en place de l'expérimentation

### 2.1 Objectifs pédagogiques

- résoudre des problèmes, argumenter,
- pratiquer la notion de pivotement,
- aborder les notions de quart de tour, demi tour et tour complet,
- utiliser éventuellement le vocabulaire topologique « à droite », « à gauche ».

### 2.2 Forme de travail



Un robot de type Logor, placé au centre des 4 points cardinaux représentés par des pastilles de différentes couleurs et dirigé vers l'un d'eux.

A chaque nouveau problème posé, les élèves réfléchissent et débattent. Lorsqu'une solution est trouvée, qu'elle soit ou non totalement consensuelle, la programmation et le déplacement du robot permettent de

valider (ou d'invalider) cette proposition. Pour se faire, chaque enfant joue individuellement, à son tour, sous le contrôle du groupe, le rôle du « programmeur » et doit presser, sur le clavier du mobile, la séquence d'instructions qui a été proposée.

**Durée :** 30 minutes par séance.

### 2.3 Les différentes situations proposées

#### a) Pivotements simples

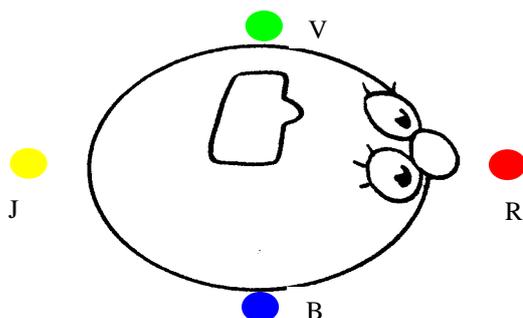
Après quelques manipulations permettant de « réviser » le maniement du robot, il est proposé aux enfants des problèmes de pivotements simples ayant tous la même forme :

**« Pour l'instant le robot « regarde » la pastille de couleur A, que faut-il lui faire faire pour qu'il « regarde » la pastille de couleur B ».**

Dans un premier temps trois problèmes sont proposés qui permettent de passer de l'orientation A à l'orientation B :

- a) en faisant un quart de tour à droite ;
- b) en faisant un demi tour ;
- c) sans rien faire.

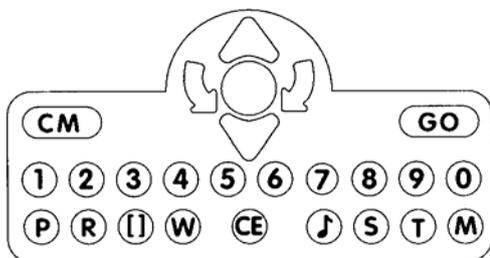
#### • Problème 1



**« Pour l'instant le robot « regarde » la pastille de couleur Rouge, que faut-il lui faire faire pour qu'il « regarde » la pastille de couleur Bleue ? ».**

Contrairement à ce que nous prévoyions, cet exercice n'est pas réussi si facilement par les enfants. En effet, si la consigne a été bien comprise, une confusion sur la nature des flèches de pivotement s'est révélée. Ceci vient de la nature du clavier.

En effet, les enfants ont du mal à faire la concordance entre le sens du quart de tour à



effectuer et le symbolisme de la flèche correspondante.

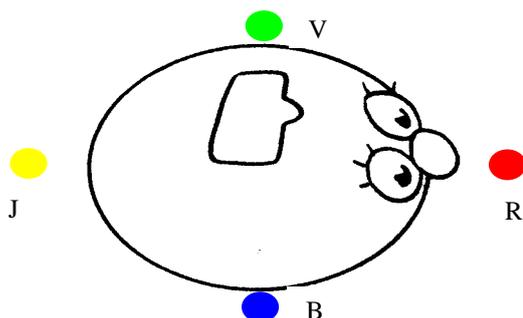
Pour corriger ce problème, nous avons recours, une fois encore, à l'utilisation du corps. Nous suggérons à l'élève de se mettre dans le même sens que le robot, d'effleurer la flèche du clavier avec son doigt, « dans le sens qu'elle montre » et d'amplifier ensuite ce geste pour que le pivotement apparaisse clairement. Cette procédure donne de bons résultats et est ensuite spontanément utilisée par les enfants lorsqu'ils en ressentent le besoin.

Une autre difficulté provient du fait que les enfants tentent de programmer le robot « de l'endroit où ils sont ». Il convient de faire en sorte que l'enfant soit systématiquement « dans le même sens » que le robot lorsqu'il le programme. La possibilité de déplacer son corps pour se mettre, au départ, dans la même position que le robot est alors utilisée et semble prédominante.

Une fois ces questions, non négligeables, élucidées, ce type de problème est facilement résolu.

Lorsqu'on demande aux élèves d'imaginer un autre programme que celui du quart de tour direct, ils trouvent rapidement la procédure faisant faire au robot trois quarts de tour à gauche pour arriver au résultat escompté.

- **Problème 2**



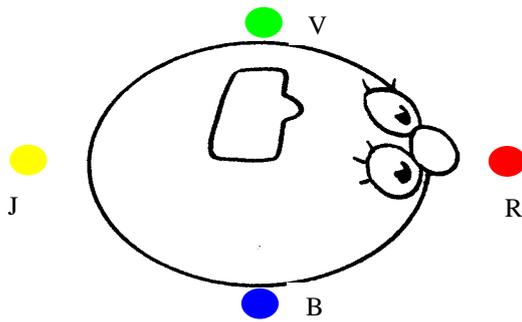
**« Pour l'instant le robot « regarde » la pastille de couleur Rouge, que faut-il lui faire faire pour qu'il « regarde » la pastille de couleur Jaune ? ».**

Ce problème est facilement résolu. Il est vrai qu'on peut facilement se « tromper » de sens de rotation sans que cela ne se voit. Les deux quarts de tour à droite amenant à la même position finale que les

deux quarts de tours à gauche.

A ce propos, la répartition de la volonté des enfants de faire faire au robot « demi-tour à droite » ou « demi-tour à gauche » est équitable.

- **Problème 3**



« Pour l'instant le robot « regarde » la pastille de couleur Rouge, que faut-il lui faire faire pour qu'il « regarde » la pastille de couleur Rouge ? ».

Ce troisième problème apporte un trouble. Le maître formule la consigne comme indiqué, sans laisser voir le côté « malicieux » de la question.

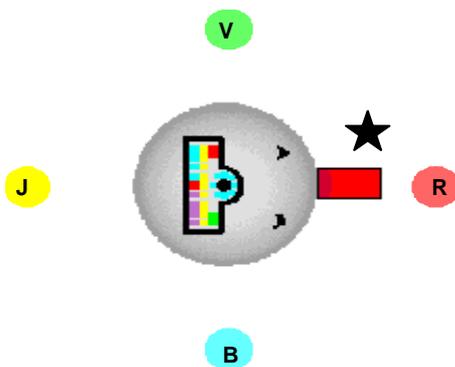
Environ un quart des enfants expriment que le mobile est déjà dans la bonne position ! Deux d'entre eux disent même en riant : « c'est un piège ! ».

Les autres tiennent à manipuler le robot et proposent quatre pivotements « comme ça » (vers la droite) ou « comme ça » (vers la gauche), de manière équitable. Cette solution convient. On peut y voir un probable effet de contrat didactique (« il faut faire quelque chose ») renforcé par le fait que la question contient « que faut-il faire faire ?... », ce qui induit une action même si cette question peut accepter la réponse « rien ! ». On peut également risquer que le plaisir de voir bouger l'objet cybernétique l'a sans doute emporté sur la procédure consistant à « ne rien faire ».

*b) Problèmes avec quilles*

Pour cette nouvelle série de problèmes, nous allons modifier le robot utilisé en fixant une règle en plastique à l'avant de celui-ci afin de simuler sa « langue ». Nous disposons donc d'un robot qui « tire la langue », langue qui non seulement fait rire les enfants mais qui, surtout, fait tomber les quilles placés sur son passage.

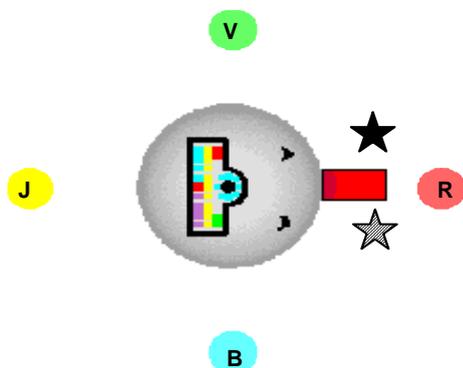
- **Problème 1**



« Pour l'instant le robot « regarde » la pastille de couleur Rouge, que faut-il lui faire faire pour qu'il « regarde » la pastille de couleur Verte sans faire tomber la quille noire ? ».

Ce problème est bien réussi par les enfants qui appréhendent bien la consigne. Là encore, il y a parfois confusion entre le sens dans lequel le robot « doit » tourner (qui est juste) et la flèche à utiliser. L'artifice de la langue permet ici « d'imposer » le sens de rotation du robot.

- **Problème 2**



« Pour l'instant le robot « regarde » la pastille de couleur Rouge, que faut-il lui faire faire pour qu'il « regarde » la pastille de couleur Verte sans faire tomber la quille noire ? ».

La consigne pose ici problème aux élèves (c'est le but recherché !). Beaucoup d'enfants « entendent » qu'aucune quille ne doit tomber.

- Une première solution, à laquelle nous n'avions pas songé, est proposée : L'élève propose que le robot recule d'un pas puis pivote d'un quart de tour à gauche. Cette solution est programmée sur le robot et donne un résultat conforme à la consigne : le robot « regarde » la pastille de couleur verte et la quille noire est toujours debout ! nous ne pouvons que nous incliner devant cette solution astucieuse.
- Nous demandons aux enfants de trouver une autre solution qui n'utilise pas le recul du robot :

Un élève propose de faire pivoter le robot de trois quarts de tour à gauche. Certains de ses camarades s'opposent à cette solution arguant que la quille rayée va tomber. Une discussion s'engage portant sur le fait de savoir si cela correspond ou non à la consigne. Celle-ci est, de nouveau, exprimée par le maître, dans les termes originaux et les enfants admettent que cette solution est convenable. A la fin du mouvement, nous demandons aux enfants de vérifier que la consigne a été respectée en posant successivement les 3 questions suivantes :

- Est-ce que, maintenant, le robot « regarde » la pastille de couleur verte ?  
oui !
- Est-ce que, maintenant la quille noire est toujours debout ?  
oui !
- Est-ce que la consigne a été respectée ?  
oui !

Cette phase de bilan est, bien entendu, essentielle afin de bien s'assurer que la procédure choisie est en accord avec la consigne proposée, et donc, valide.

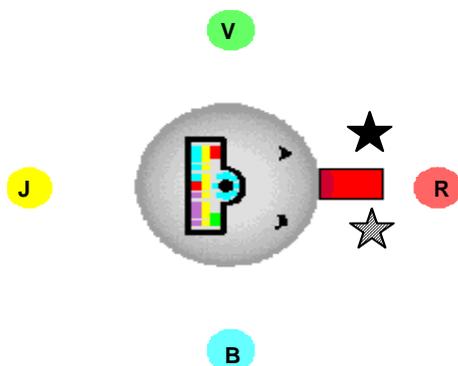
On remarque bien, dans cet exercice, combien la consigne (qui ne dit rien sur la quille rayée) est « interprétée » par les enfants qui « entendent », à tort, que la quille rayée doit, elle aussi, ne pas tomber.

La propriété « ne pas tomber » qu'on veut appliquer à la quille noire va « s'appliquer » aux objets (quille rayée) de la même classe (quille).

Nous nous trouvons donc, semble-t-il, dans un cas « d'extension non justifiée » de propriétés.

De plus l'expression naturelle de la consigne « sans faire tomber » induit une forme négative (ne pas tomber) qui est probablement plus difficile à gérer pour nos jeunes élèves qu'une syntaxe positive (rester debout).

### • Problème 3



« Pour l'instant le robot « regarde » la pastille de couleur Rouge, que faut-il lui faire faire pour qu'il « regarde » encore la pastille de couleur Rouge en ayant fait tomber les 2 quilles ? ».

La consigne pose, ici encore, problème aux élèves :

- La première stratégie, vers laquelle les élèves s'orientent est la suivante :

Faire pivoter le robot à droite pour qu'il renverse la quille rayée puis à gauche pour qu'il fasse tomber la quille noire (ou l'inverse).

Cette solution suppose que l'élève enchaîne trois pivotements successifs, afin que le robot revienne finalement vers le rouge.

- La première solution proposée, sur laquelle un consensus s'établit, consiste en un quart de tour à droite, suivi d'un quart de tour à gauche. Si la quille rayée est effectivement à terre et le robot « regarde » bien vers la pastille rouge, les enfants remarquent facilement que la consigne n'est pas totalement remplie puisque la quille noire n'est pas tombée. Seulement deux des trois éléments de la consigne sont remplis.
- La seconde solution consiste en un quart de tour à droite (pour faire tomber la quille rayée), suivi de deux quarts de tour à gauche (pour faire tomber la quille noire). Là encore, seuls deux des trois éléments de la consigne sont remplis. Cette fois, les quilles sont tombées mais le robot regarde vers la pastille verte et non vers la rouge.
- La troisième solution est bonne : un quart de tour à droite (pour faire tomber la quille rayée), suivi de deux quarts de tour à gauche (pour faire tomber la quille noire) suivi d'un quart de tour à droite (pour regarder vers le rouge).

Le nombre de contraintes à gérer simultanément (trois) est important pour ces élèves de Grande Section. Ce type de problème n'est pas sans rappeler le jeu « quatre » dans lequel il faut gérer simultanément quatre propriétés des objets alors qu'on a toujours tendance à en « oublier » une des quatre.

Ce qui est, ici, facilitant pour les enfants et leur permet de résoudre le problème « par étape », c'est que les trois contraintes vont se « résoudre » de manière séquentielle :

- faire tomber la quille rayée
- faire tomber la quille noire
- revenir vers le rouge

On notera que cette procédure par essais-erreurs successifs permet d'aboutir au bon résultat. Dans ce que nous avons pu observer, l'échec n'est pas inhibiteur mais agit au contraire (comme cela devrait plus souvent être le cas) comme un élément dynamique relançant la recherche.

- Malgré la première voie choisie, un des élèves persiste à utiliser une autre stratégie : Il propose que le robot fasse quatre quarts de tour à droite, programme le robot en conséquence, lance le mobile qui exécute avec succès (par rapport à la consigne) la tâche

demandée. L'élève commente juste, à la fin, son travail par un « et voilà ! » qui laisse les autres enfants, cois.

Afin d'effacer le trouble, nous reprenons les questions désormais rituelles :

- Est-ce que, maintenant, le robot « regarde » la pastille de couleur rouge ?  
oui !
- Est-ce que, maintenant la quille noire est tombée ?  
oui !
- Est-ce que, maintenant la quille rayée est tombée ?  
oui !
- Est-ce que la consigne a été respectée ?  
oui !

### 3. Conclusion

Les situations proposées sont de réelles activités de résolution de problèmes. On y voit avec plaisir ce qu'on souhaiterait voir dans tout cours de mathématiques :

- des enfants chercher avec enthousiasme,
- tenter d'imposer leur idée,
- accepter leurs erreurs,
- prendre en compte les erreurs commises par eux ou d'autres pour finalement réussir,
- proposer une autre stratégie alors que le problème a déjà été résolu,
- être capable de vérifier que le résultat trouvé correspond bien à la consigne énoncée.

Nous avons, en outre, travaillé sur des apprentissages premiers essentiels tels que :

- la construction de l'espace
- la séquentialité,
- l'anticipation,
- le respect des consignes,
- les raisonnements hypothético-déductifs implicites (si le robot pivote à droite alors la quille rouge...).

Nous continuerons de nous interroger sur les différentes questions posées (énoncé et interprétation de la consigne, choix de stratégies, gestion de la surcharge d'informations...) qui sont apparues dans ces activités et que l'on retrouve à d'autres niveaux de l'école primaire... et même au delà.

Dans ce type d'activités, l'utilisation du robot programmable est un atout essentiel qui permet de valider immédiatement la solution proposée. Dès lors que son maniement ne constitue plus un problème, 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. Il constitue un excellent auxiliaire à de véritables activités de résolution de problèmes en Grande Section de Maternelle.

## Bibliographie

- [BAS 81] **BASTIDE Pierre, LE TOUZÉ Jean-Claude**, Prototype d'un dispositif autonome programmable par de jeunes enfants, *Revue Française de pédagogie* n° 56, INRP, 1981
- [BEA 85] **BEAU DE MOULIN S.**, Tortue de sol et apprentissage de symboles en grande section de maternelle, Colloque "l'enfant et l'ordinateur". Rouen, 1985
- [BOS 83] **BOSSUET Gérard**, L'ordinateur à l'école./ L'éducateur, PUF, 1983
- [BOU 88] **BOULE François**, L'informatique, l'enfant, l'école, Armand Colin-Bourrelier, 1988
- [CAL 85] **CALMY-GUYOT Gisèle**, Informaticiens en herbe., Ecole La Fontaine, Meudon, 1985
- [COM 84] **COMBES-TRITHARD Françoise**, Enregistrer, lire, programmer à l'école maternelle, Armand Colin-Bourrelier, 1984
- [DEN 94] **DENIS Brigitte**, *Agir avec la tortue LOGO, agir avec l'ordinateur à l'Ecole Maternelle*, Centre technique de l'Enseignement de la Communauté française, Frameries, Belgique, 1994
- [DUC 93] **DUCHÂTEAU Charles**, *Robotique-Informatique : mêmes ébats, mêmes débats, mêmes combats ?* Actes du 4<sup>ème</sup> Colloque de Robotique Pédagogique, Liège, 1993
- [GRE 95 a] **GREFF Éric**, *Une année de logique et algorithmes avec les 5/6 ans*, Nathan Éducation, 1995
- [GRE 95 b] **GREFF Éric**, *Comment introduire la pensée algorithmique auprès de jeunes enfants à travers le jeu de l'enfant-robot*, Journée sur la recherche à l'IUFM de l'Académie de Versailles, 1995
- [GRE 96 a] **GREFF Éric**, *Les apports du jeu de l'enfant-robot à la didactique de l'informatique*, Actes du 5<sup>ème</sup> Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Monastir, 1996
- [GRE 96 b] **GREFF Éric**, *Le jeu de l'enfant-robot : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants*, Thèse de Doctorat de l'Université Paris VII, Juin 1996
- [HEN 85] **HENAFF Françoise, BASTIDE Anne**, Informaticiens en herbe, École Maternelle Jean de la Fontaine, Meudon, 1985
- [LET 86] **LE TIRILLY Marc**, Quelques visées éducatives : l'enfant programmeur, CNDP, CRDP de Marseille, 1986
- [MIN 91] **Ministère de l'Éducation Nationale**. Direction des Écoles, *Les cycles à l'école primaire*, Cndp, Hachette Écoles, 1991
- [MIN 95] **Ministère de l'Éducation Nationale**. Direction des Écoles. *Programme pour l'école maternelle*, 1995
- [PAP 81] **PAPERT Seymour**, *Jaillissement de l'esprit*, Flammarion, 1981
- [PER 85] **PERES Jacques**, *Recherches en didactique sur l'utilisation de la tortue de sol. Compte-rendu d'une préexpérimentation*, Université de Bordeaux, 1985
- [PER 87] **PERES Jacques**, *Recherches menées à l'IREM de Bordeaux sur l'utilisation de la tortue de sol LOGO à l'École Maternelle*, Université de Bordeaux, 1987
- [PIL 84] **PILLOT Jacqueline et Christian**, L'ordinateur à l'école maternelle, Armand Colin-Bourrelier, 1984