

Apprentissage de la logique à la maternelle

Gaëlle Gandit

▶ **To cite this version:**

Gaëlle Gandit. Apprentissage de la logique à la maternelle. Education. 2017. dumas-01693828

HAL Id: dumas-01693828

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01693828

Submitted on 26 Jan 2018

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.

École supérieure du professorat et de l'éducation
Académie de Grenoble

UNIVERSITÉ Grenoble Alpes

UNIVERSITÉ SAVOIE MONT BLANC

Année universitaire 2016-2017

Master *Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation*

Mention *Premier degré*

Apprentissage de la logique à la maternelle

Présenté par Gaëlle GANDIT

Mémoire de M2 encadré par Damien JACQUEMOUD

Attestation de non-plagiat

Je soussigné(e) (Prénom NOM)

Gaëlle GANDIT

Auteur du mémoire de master 2 ou de l'écrit scientifique réflexif (MEEF-PE) / MEEF-SD / MEEF-EE / MEEF-PIF (entourez la mention et indiquez le titre du mémoire)

Apprentissage de la logique à la maternelle .....

déclare sur l'honneur que ce mémoire est le fruit d'un travail personnel, que je n'ai ni contrefait, ni falsifié, ni copié tout ou partie de l'œuvre d'autrui afin de la faire passer pour mienne.

Toutes les sources d'information utilisées et les citations d'auteur ont été mentionnées conformément aux usages en vigueur.

Je suis conscient(e) que le fait de ne pas citer une source ou de ne pas la citer clairement et complètement est constitutif de plagiat, que le plagiat est considéré comme une faute grave au sein de l'Université, pouvant être sévèrement sanctionnée par la loi.

Fait à Annemasse
Le 11 mai 2017

Signature de l'étudiant(e)



Autorisation de diffusion électronique d'un mémoire de Master 2 MEEF dans la base DUMAS[1]

Autorisation de l'étudiant(e)

Je soussigné(e) Gaëlle Gandit
auteur et signataire du mémoire de niveau Master 2, intitulé :
Apprentissage de la logique à la maternelle.

, agissant en l'absence de toute contrainte,
☒ **autorise** ☐ **n'autorise pas** [2]

le Service Interétablissement de Documentation de l'Université Grenoble Alpes-Grenoble INP à le diffuser, sans limitation de temps, sur la base DUMAS en texte intégral.

- Je certifie la conformité de la version électronique déposée avec l'exemplaire imprimé remis au jury.
- Je m'engage à signaler les documents pour lesquels je ne détiens pas les droits de reproduction et de représentation ou les autorisations afférentes. Ces documents devront être masqués ou retirés de la version diffusée sur la base DUMAS par les auteurs.
- La présente autorisation de diffusion n'a pas de caractère exclusif. L'auteur conserve par conséquent toutes les possibilités de cession de ses droits et de diffusion concomitante de son mémoire.
- Je renonce à toute rémunération pour la diffusion effectuée dans les conditions précisées ci-dessus.
- Conformément à la loi « informatiques et libertés » du 6 janvier 1978, modifiée en 2004, je pourrai à tout moment modifier cette autorisation de diffusion par simple lettre ou courriel à la BUPE : membupe@univ-grenoble-alpes.fr

Fait à Annemasse..... le 11 mai 2017

Signature de l'étudiants(e),
Précédée de la mention « bon pour accord »
« Bon pour accord »



[1] La base DUMAS (Dépôt Universitaire des Mémoires Après Soutenance) est en accès libre à l'adresse : http://dumas.ccsd.cnrs.fr/
NB : le mémoire sera diffusé sur Dumas si la note obtenue pour l'écrit est supérieure ou égale à 16/20 et si l'auteur et le responsable de mémoire en donnent l'autorisation

[2] Entourer la mention choisie

1 Etat de l'art 1

1.1 Qu'est ce qu'une situation-problème et notamment en maternelle 1

1.1.1 Différents types de problèmes à l'école 4
1.1.2 Les obstacles liés aux situations-problèmes 5

1.2 Une situation-problème sous la forme d'un jeu 6

1.2.1 Les variables didactiques 8
1.2.2 La dévolution du problème (jeu) aux élèves 9
1.2.3 Différents modes de représentation d'une connaissance selon Bruner 10
1.2.4 Différents types d'espaces 10
1.2.5 Quelques éléments de logique et de raisonnement 11

2 Problématique 13
3 Méthodologie 13

3.1 Contexte de l'étude 13
3.2 Analyse a priori : la séquence 14

4 Analyse a posteriori et résultats 26
5 Discussion et conclusion 35
6 Bibliographie 39
7 Présentation des annexes 40

INTRODUCTION

« Apprendre en jouant » et « Apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes » font partie, entre autres, des recommandations préconisées par les programmes de maternelle (B.O, 2015). Nous nous sommes alors demandé s'il était possible de concilier ces deux volets, en proposant aux élèves de résoudre un problème par le jeu. Le jeu occupe une place centrale à l'école maternelle et depuis ces dernières années celle-ci est d'autant plus importante et nécessaire pour les apprentissages, quel que soit le domaine visé. A la lecture des programmes (*Ibid.*), bien que la résolution de problèmes soit recommandée, nous nous apercevons qu'il n'y a aucune occurrence des mots de « logique » et de « raisonnement » dans les textes officiels. A partir de ce constat, nous faisons le choix de nous intéresser à une situation-problème sous la forme d'un jeu en maternelle, qui ne fait travailler ni la numération, ni les formes et les grandeurs, mais plus particulièrement la logique et le raisonnement.

Pour ce faire notre réflexion partira des écrits existants. Nous nous appuierons sur des livres, des documents officiels, des articles de recherches ainsi que sur le jeu qui s'intitule LOGIKville, celui proposé aux élèves. Cette réflexion nous conduira à décrire la méthodologie utilisée pour réaliser notre expérimentation puis il importera de présenter et d'analyser les résultats obtenus.

1 Etat de l'art

1.1 Qu'est ce qu'une situation-problème et notamment en maternelle

Un problème peut se caractériser par une situation où l'élève se trouve dans une posture instable c'est-à-dire dans « une situation de déséquilibre cognitif » (Pierrard, 2011). En effet, l'élève n'a pas accès immédiatement à la solution souhaitée. Cette démarche est à construire avec lui notamment en recourant à des échanges (entre pairs et avec l'enseignant). L'objectif étant d'apprendre aux élèves à résoudre des problèmes.

D'après Brun, un problème peut se définir comme étant « une situation initiale avec un but à atteindre, demandant à un sujet d'élaborer une suite d'actions ou d'opérations pour atteindre ce but. Il n'y a problème que dans un rapport sujet / situation, où la situation n'est pas disponible d'emblée, mais possible à construire ».

Brousseau (1998) parle quant à lui de situation problématique comme étant une situation qui « laisse le sujet en charge d'obtenir par la mise en œuvre de choix ou d'actions dont il a la responsabilité ».

Champagnol (1974) puis complété plus tard par Charnay précisent les choix et la posture des enseignants quant à l'utilisation des problèmes dans leur enseignement. En effet trois utilisations ressortent : « le problème comme critère de l'apprentissage », « le problème comme mobile de l'apprentissage » et « le problème comme moyen de l'apprentissage ». La première utilisation peut s'apparenter à une pédagogie explicite dans la mesure où les savoirs sont transmis par l'enseignant souvent sous forme d'une leçon. Celui-ci montre aux élèves les savoirs souhaités. L'élève les assimile et les met en œuvre dans des exercices similaires (exercices d'entrainements). Le problème considéré comme « mobile d'apprentissage » met l'accent sur les expériences vécues par les élèves. L'idée est de leur permettre de faire des liens et de créer des analogies entre ce qu'ils connaissent et les savoirs visés. Enfin le troisième modèle est celui qui s'utilise comme « moyen d'apprentissage » : c'est celui-ci qui correspond à notre vision. En effet, c'est l'enseignant qui crée les conditions de départ et fait en sorte que l'élève soit confronté directement à un problème dont il ne dispose pas immédiatement de la solution. Il est donc en posture de recherche et doit mettre en œuvre des procédures pour parvenir au résultat souhaité. Ainsi, l'élève va progressivement, au fil des problèmes proposés, construire son savoir. Ces propos rejoignent ce que dit Brousseau (1998). Il faut cependant être vigilant quant à la difficulté du problème proposé comme nous le verrons dans la partie qui concerne les obstacles.

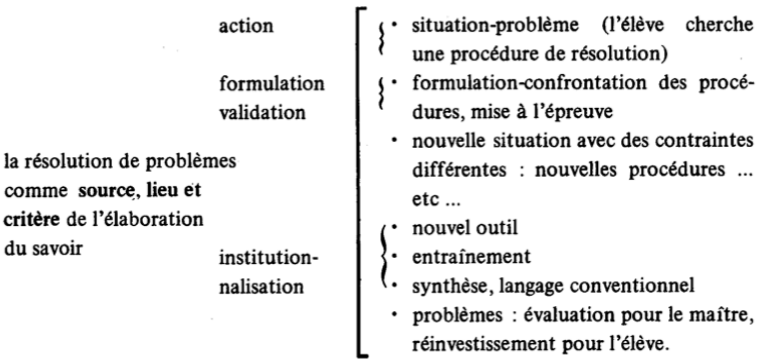


Figure 1 : le problème comme moyen d'apprentissage (Charnay)

Dans son schéma (figure 1), Charnay reprend les phases *d'action*, de *formulation* et de *validation* explicitées par Brousseau (1998), où c'est l'élève qui doit agir, formuler et valider. Charnay ajoute la phase d'institutionnalisation au cours de laquelle c'est l'enseignant-e qui prend davantage la main. Cet auteur reprend les idées de Brousseau (1998) et de Douady (1986).

Brousseau (1998) distingue dans ses recherches trois types de situations : les situations dites *didactiques*, les *adidactiques,* enfin celles qu'il qualifie de *non didactiques*. Une situation au sens de Brousseau (*ibid*., p. 58), cela signifie un problème et tout ce qui peut accompagner sa mise en œuvre en classe. Les premières, les situations *didactiques* apparaissent dès lors qu'il y a intention d'enseigner un savoir de la part d'une tiers personne (l'enseignant-e) vers une autre personne (l'élève ou l'enseigné). Ensuite une *situation adidactique* se caractérise par le fait que le-a professeur-e retient une partie du savoir : « […] entre le moment où l'élève accepte le problème comme sien et celui où il produit sa réponse, le maitre se refuse à intervenir comme proposeur des connaissances qu'il veut voir apparaître » (*Ibid*.). Ainsi une situation est qualifiée de la sorte lorsque qu'il s'agit de la construction et l'acquisition d'une nouvelle connaissance, non explicitée **au départ** par l'enseignant-e. Dans une situation *adidactique* c'est le milieu qui fournit une rétroaction aux élèves sans que l'enseignant-e n'intervienne. Une *situation adidactique* est donc une *situation didactique.* L'auteur relève l'existence de différentes situations *adidactiques* qui varient selon le milieu considéré. Elles sont au nombre de trois : il parle de *situation d'action*, de *formulation* et de *situation de validation*. Le premier type de situation est lié au comportement qu'adopte l'élève avec son milieu, à ce qu'il fait réellement : « c'est une situation où la connaissance du sujet se manifeste seulement par des décisions, par des actions régulières et efficaces sur le milieu » (*Ibid*.). Ensuite, la confrontation entre élèves, essentiellement pour faire expliciter les méthodes utilisées et les résultats obtenus (solutions du problème) fait partie pour l'auteur de la *situation adidactique de formulation d'une connaissance*. Enfin, le dernier type de situation *adidactique*, qualifiée de *validation*, correspond à un travail sur la preuve des résultats obtenus, à leur justification. La confrontation des arguments est une étape importante pour l'obtention d'un consensus au niveau de la classe ou d'un groupe d'élèves. Ce type de situation apparaît surtout dans la deuxième et la troisième séance de notre séquence où les élèves sont par groupe de deux et sont amenés à échanger sur leurs résultats.

Dans notre expérimentation, ce sont des situations *d'action* et de *validation* qui sont mises en avant. En effet étant donné l'âge des élèves (4, 5 ans, moyenne section de maternelle), il est difficile de mettre en œuvre une situation de *formulation*.

Une situation est qualifiée de *non didactique* lorsqu'elle est « non spécifique d'un savoir » (*Ibid*.). D'après la recherche, il est en réalité difficile de mettre en place de véritables *situations adidactiques* complètes. (Bloch et Gibel, 2011, p.199) apportent une précision et parlent de *situation didactique à composante adidactique.* Ces termes correspondent davantage à la séquence proposée ci-après, où nous distinguons des phases d'action et de validation.

Ici ce que nous désignons par situation-problème, c'est une situation didactique qui repose sur un problème (sous la forme d'un jeu, nous y revenons plus loin), un milieu et une mise en œuvre comportant une dimension adidactique avec des phases d'action et de validation.

Nous explicitons ci-dessous différents types de problèmes mathématiques utilisés à l'école.

1.1.1 Différents types de problèmes à l'école

Il existe différents types de problèmes et le choix de ces derniers dépend de l'objectif d'apprentissage visé. Mais quel que soit le problème proposé, l'élève se trouve dans une posture de recherche. Les problèmes peuvent être regroupés en deux catégories. En effet, Les documents d'accompagnements des programmes (2002) emploient les termes de « problèmes pour apprendre » et des « problèmes pour chercher ». Les premiers renvoient à trois types : les problèmes dont l'objectif principal est l'acquisition d'une nouvelle connaissance (phase a « Ancien » et phase b « Recherche nouveau implicite » selon Douady (1986), ceux qui visent le réinvestissement de connaissances déjà construites (phase e « Familiarisation » (ibid. p. 19) et enfin des problèmes plus difficiles qui nécessitent de la part des élèves de mobiliser plusieurs connaissances (phase e « Réinvestissement, ibid. p.19). Les « problèmes pour chercher » sont des « problèmes centrés sur le développement des capacités à chercher », (documents d'accompagnements des programmes, 2002).

Notre expérimentation repose sur un problème pour apprendre de nouvelles connaissances liées au raisonnement en mathématiques (logique), au symbolisme et au repérage dans l'espace.

Nous énonçons dans le paragraphe suivant les obstacles auxquels les élèves peuvent être confrontés lorsqu'une situation problème leur est proposée.

1.1.2 Les obstacles liés aux situations-problèmes

L'enseignant-e doit porter une attention particulière à la difficulté du problème qu'il propose au départ : celui-ci doit se situer selon Vygotski (1978) dans la « zone proximale de développement » de l'élève. Celle-ci se situe entre la zone « d'autonomie » et celle dite de « rupture ». La première renvoie l'idée que l'élève est capable de réaliser la tâche demandée sans l'intervention du professeur-e alors que la deuxième place l'élève dans une posture plus délicate dans la mesure où la tâche demandée sera difficilement réalisable, voire irréalisable, même avec de l'aide. Il s'agit ainsi de trouver un juste milieu entre ces deux zones, c'est-à-dire de proposer à l'élève une tâche à sa portée, se situant dans sa zone proximale de développement, où il est capable de la réaliser en recourant à un étayage. La zone d'autonomie est celle visée à la fin de l'apprentissage permettant ainsi à l'élève de pouvoir réussir seul la tâche sans l'intervention d'un tiers. Cependant cette zone doit être visée seulement en fin d'apprentissage car une tâche trop facile n'inciterait pas l'élève à s'engager dans celle-ci. La zone proximale de développement de chaque élève évolue au fil des connaissances acquises. En Effet, le milieu de l'élève s'enrichit. Il est donc nécessaire pour l'enseignant-e de diversifier ses situations d'apprentissage de manière à permettre aux élèves de progresser et à leur rythme.

Brousseau (1998) développe la notion *d'obstacle épistémologique* et d'erreur et affirme que ces concepts sont proches, au point qu'ils peuvent être parfois confondus. Il s'accorde avec les auteurs Bachelard (1938) et Piaget (1975) sur les sources possibles de l'erreur : elle « n'est pas seulement l'effet de l'ignorance, de l'incertitude, du hasard », il ajoute qu'elle est aussi « l'effet d'une connaissance antérieure, qui avait son intérêt, ses succès, mais qui, maintenant, se révèle fausse, ou simplement inadaptée ». Dès lors, selon ces auteurs, l'erreur fait partie de la catégorie des obstacles que les élèves peuvent rencontrer. A partir de ce constat, l'enjeu du professeur-e est de faire en sorte que les élèves, puissent petit à petit rejeter, franchir les obstacles, pour parvenir à la résolution du problème. C'est ce franchissement d'obstacle qui est avant tout visé par l'enseignant, en proposant des problèmes aux élèves. La notion d'obstacle est complètement liée à la notion de situation-problème.

Brousseau (1998) fait référence à trois sources d'obstacles dont voici leurs caractéristiques : les premières sont qualifiées d'*ontogéniques* ce qui signifie que l'apparition de ces obstacles particulièrement en jeu en maternelle est due à la « limitation du sujet » de ces capacités cognitives. En effet, l'élève à un moment donné ne peut aller au delà de ces aptitudes qui sont conditionnées par son âge et donc par son développement intellectuel. Il

s'agit, à partir de ces propos de porter une attention toute particulière au type et à la difficulté de problèmes que les enseignant-es peuvent proposer à leurs élèves pour ne pas freiner leur engagement en créant des obstacles trop difficiles à surmonter. Une deuxième catégorie concerne ceux *d'origine didactiques* dont l'émergence est due à des « surapprentissages précoces », ils sont liés à la manière d'enseigner. Certains obstacles inhérents à la construction de la connaissance, ceux par lesquels les élèves doivent être confrontés pour progresser et acquérir la connaissance ciblée concernent les *obstacles d'origine épistémologiques*. Du point de vue du professeur-e, l'existence de ces obstacles suscite des interrogations comme la capacité des élèves à les surmonter, leur réaction et la nécessité ou non de provoquer volontairement ces difficultés.

Dans notre expérimentation, la situation-problème proposée aux élèves est sous la forme d'un jeu (le jeu LOGIKville expliqué plus loin).

1.2 Une situation-problème sous la forme d'un jeu

Dans les programmes (B.O, 2015, p. 4), deux axes ressortent du volet qui s'intitule « Une école qui organise des modalités spécifiques d'apprentissage ». Le premier, « Apprendre en jouant », porte une attention toute particulière sur les avantages de recourir à des jeux, quels que soient les domaines d'apprentissages visés, avons-nous déjà dit. Les jeux sous toutes leurs formes permettent aux élèves « d'exercer leur autonomie, d'agir sur le réel, de construire des fictions et de développer leur imaginaire, d'exercer des conduites motrices, d'expérimenter des règles et des rôles sociaux variés » (*Ibid*. p. 4). Ainsi le jeu permet de développer la socialisation, par l'obligation de respecter des règles de conduite (respect des règles et des autres), la manipulation libre et à termes un accès à l'autonomie, c'est-à-dire la possibilité de pouvoir jouer seul(s) sans l'intervention d'un adulte.

Le deuxième volet qui s'intitule « Apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes » (*Ibid*. p.4) met l'accent sur la résolution de problèmes, qui cherche à placer les élèves dans une posture de chercheur les obligeant à se questionner : « ils tâtonnent et font des essais de réponse » (*Ibid*. p. 4).

La résolution de problèmes, tout particulièrement à l'école maternelle, passe par la manipulation de jeux, avons-nous déjà dit. Le jeu proposé dans ce mémoire a notamment pour objectifs de construire des connaissances logiques et spatiales (repères spatiaux), ce qui est conforme à trois des attendus en fin d'école maternelle (B.O. 2015, p. 20), à savoir :

✓ « Situer des objets par rapport à soi, entre eux, par rapport à des objets repères » ;

- ✓ « Se situer par rapport à d'autres, par rapport à des objets repères » ;
- ✓ « Utiliser des marqueurs spatiaux adaptés (devant derrière, droite, gauche, dessus, dessous…) dans des récits, descriptions ou explications ».

Selon Brousseau (1998), le jeu est une notion complexe qui recouvre plusieurs sens : cinq définitions sont attribuées à celle-ci. Tout d'abord, le jeu est pour lui, une « activité physique ou mentale, purement gratuite, […], qui n'a dans la conscience de celui qui s'y livre d'autre fin qu'elle-même, d'autre but que le plaisir qu'elle procure » (p. 82). A travers cette première définition, l'auteur insiste sur le plaisir, émotion qui doit ressortir dès lors qu'un jeu est proposé. C'est le plaisir éprouvé par le joueur qui va orienter le jeu : son aboutissement en dépend. Pour le second sens, il complète cette première définition en reprenant les termes de Lalande (1972) et en qualifiant le jeu de « game » impliquant « un système de règles définissant un succès et un échec, un gain et une perte ». Dans notre jeu, il s'agit de résoudre des énigmes (c'est-à-dire placer les personnages dans les bonnes maisons en suivant une carte où des indices sont représentés). Le « game » représente donc les règles du jeu qui permettent de dire si l'énigme est résolu ou non. Tout jeu présente alors une règle ou une notice explicative qu'il faut respecter, cela implique souvent alors des gagnants et des perdants. Le troisième sens recouvre le matériel, le support utilisé pour jouer. Les figures 1 et 2 montrent le matériel utilisé pour jouer à notre jeu (des maisons et personnages supplémentaires ainsi que d'autres cartes existent dans ce jeu).



Figure 1 : une carte énigme du jeu LOGIKville



Figure 2 : le support du jeu LOGIKville

L'auteur insiste, pour le quatrième sens, sur « la manière dont on joue » qu'il qualifie de « play » impliquant la mise en place par les joueurs de « tactiques » ou de « stratégies » pour arriver à leurs fins. Dans notre jeu, ce sont les procédures mises en œuvres pour résoudre les différentes énigmes. Enfin, le cinquième sens du jeu concerne « l'ensemble des positions

possibles », c'est-à-dire l'ensemble des coups possibles pour résoudre l'énigme pour notre exemple.

Dans le jeu proposé aux élèves, pour notre expérimentation, il s'agit de trouver dans quelle maison habite chaque personnage en s'appuyant sur des indices. Quand les élèves utilisent trois maisons, ils doivent trouver dans quelle maison habitent les trois personnages (figure 2) : dans chaque maison[1], il n'y a qu'une figurine et chaque personnage habite dans une maison. Dans cette configuration, il s'agit de trouver le nombre de possibilités de placer trois personnages à trois places. Les stratégies et réponses de ce jeu seront développées dans l'analyse a priori. Avec trois personnages (un maçon jaune, un plongeur vert et un pompier rouge), il y a exactement six possibilités de placement. En effet, par exemple si nous commençons par le maçon, il y a trois possibilités de places (la maison 1, la maison 2 ou la troisième). Une fois le maçon placé, il ne reste plus que deux possibilités pour le plongeur, puis une fois celui-ci positionné, il ne reste qu'une seule place pour le pompier. Nous avons donc 3*2*1 = 6 possibilités. Lorsque les élèves utilisent quatre personnages (il y a en plus des autres figurines citées-ci dessus, un cuisinier), ils ont à leur disposition quatre maisons. Il y a quatre positions possibles pour la première figurine, trois pour la deuxième puis deux pour la troisième et enfin plus qu'une place pour la dernière. Il y a donc 4*3*2*1 = 24 possibilités pour cette configuration.

Ce qui permet, à partir d'un jeu, de construire une situation-problème, ce sont les différents choix possibles de valeurs des variables didactiques.

1.2.1 Les variables didactiques

Dans une situation-problème, il existe des variables didactiques, c'est-à-dire des variables sur lesquelles l'enseignant-e peut agir de manière à provoquer chez les élèves l'utilisation de certaines procédures au détriment d'autres. Pour Brousseau (1998) « ce seront des variables didactiques dans la mesure où en agissant sur elles, on pourra provoquer des adaptations et des régulations : des apprentissages ». En effet, changer un paramètre d'une situation permet de privilégier certaines procédures au détriment d'autres dans le but de viser des apprentissages nouveaux. Par exemple, à partir du jeu évoqué ci-dessous, la présence, effective ou non d'un personnage dessiné sur la carte « énigme » constitue une variable

[1] Il y a deux étages dans chaque maison : l'étage du haut est réservé aux personnes et celui du bas aux animaux (non utilisés par les élèves).

didactique. Ainsi, le choix des variables didactiques permet la mise en place d'une pédagogie différenciée.

1.2.2 La dévolution du problème (jeu) aux élèves

Brousseau (1998) invente le terme *dévolution* et le définit comme « l'acte par lequel l'enseignant fait accepter à l'élève la responsabilité d'une situation d'apprentissage (adidactique) ou d'un problème et accepte lui-même les conséquences de ce transfert ». En d'autres termes, pour qu'il y ait *dévolution*, il faut faire en sorte que le problème soit celui de l'élève, c'est-à-dire créer toutes les conditions nécessaires pour qu'il se l'approprie afin de faciliter son engagement dans l'action de résoudre le problème.

Dans son article, Perrin-Glorian (1997) s'interroge sur les conditions de la *dévolution* du problème par les élèves et lui attribue deux niveaux différents : le « niveau local » de la *dévolution* qui représente la phase de familiarisation du problème et « la dévolution d'un enjeu d'apprentissage » qui ne survint pas immédiatement. Elle ajoute que la *dévolution* ne doit pas nécessairement apparaître au début de la situation car elle est un processus qui accompagne tout au long la résolution. Elle peut même apparaître selon elle en phase d'institutionnalisation. Mais la *dévolution* peut ne pas émerger ou être fragilisée par des obstacles. L'auteure en définit trois : « le manque de stabilité des connaissances anciennes », « le manque de fiabilité des techniques opératoires […] et donner un coût insupportable aux procédures complexes » (cette difficulté ne sera pas rencontrée dans notre étude, étant donné l'âge des élèves, moyenne section de maternelle). Enfin la troisième concerne la consigne : l'élève peut décider de ne traiter qu'une partie de celle-ci « avec le désir de pouvoir répondre vite ».

Pour qu'il construise une connaissance, le professeur donne à l'élève un problème à résoudre par lui-même. Le professeur ne doit donc pas donner la réponse, mais il a le devoir social que l'élève réussisse. L'enseignant ne doit pas résoudre le problème à la place de l'élève, mais il doit tout de même aider l'élève à le résoudre : c'est ce que Brousseau (1998) appelle le *paradoxe de la dévolution*. Des *feedback* sont donnés aux élèves, l'enseignant se doit d'intercéder à certains moments pour mieux guider les élèves et leur permettre de réaliser les ajustements nécessaires.

1.2.3 Différents modes de représentation d'une connaissance selon Bruner

En maternelle, la manipulation de jeux prend toute sa place et est largement recommandée par les programmes (B.O, 2015) comme déjà dit. Un des objectifs de l'école est d'amener progressivement les élèves vers l'abstraction. Le cheminement vers l'abstraction peut passer par différentes phases (Bruner, 1985). Il parle de trois « modes de représentation du savoir » suivant un continuum situé entre manipulation et abstraction. Tout d'abord il évoque « le mode enactif » qui concerne le stade manipulatoire, étape importante par laquelle l'enfant doit d'abord passer, il doit pouvoir toucher, se familiariser pour s'approprier le savoir. Il ajoute (*Ibid)* que « plus l'enfant est jeune et inexpérimenté, plus il a besoin de manipuler pour accéder à l'information ». En effet, dans notre expérimentation, les élèves de maternelle fonctionnent dans ce mode lorsqu'ils manipulent les personnages et les maisons du jeu. Puis, le mode « iconique » repose sur une représentation de la réalité reconnaissable. Par exemple, une maison du jeu qui est représentée par un carré surmonté d'un triangle isocèle (dessin naïf d'une maison) comme dans la première séance de notre séquence (tableau 1). Un élève se représente une maison en plastique du jeu lorsqu'il voit ce schéma. Sur les cartes « énigmes », lorsqu'il y a aussi les photographies des élèves ou les dessins des personnages cela fait partie également de ce mode. Enfin, le mode symbolique est complètement du côté de l'abstraction. Par exemple, une maison du jeu est représentée sur une carte par un cercle. L'élève doit comprendre, qu'un cercle barré d'une croix signifie que la maison désignée ainsi n'est pas habitée par le personnage concerné. Ces modes sont selon Bruner (1985) trois « systèmes de représentation parallèles » et sont nécessaires pour acquérir une connaissance : il entend par cette appellation que des allers-retours entre ces trois modes sont essentiels.

Le jeu évoque des maisons, des personnages, qui sont représentés par des schémas ou des objets en plastique. Ceci conduit donc à évoquer différents repérages dans l'espace pour l'élève.

1.2.4 Différents types d'espaces

Pour travailler la compétence « se repérer dans l'espace », il est nécessaire de faire explorer aux élèves plusieurs espaces. C'est pour cela que nous proposons aux élèves une séquence avec des changements de modalités (d'environnements) pour faciliter ou complexifier la compréhension du problème. Brousseau (2000) parle de trois modes d'espace différents, du plus petit au plus grand : le *micro-espace*, le *méso-espace* et enfin le *macro-*

espace. Le *micro-espace* concerne l'espace qui est le plus proche de l'élève : celui-ci se situe à l'extérieur de cet espace. En effet l'élève est dans la « manipulation de petits objets » (Brousseau, 2000). Le jeu proposé dans la séquence, tel qu'il est commercialisé repose sur des manipulations dans cet espace. Fait partie du deuxième espace, celui qui s'intitule le *méso-espace* toute « situation où l'enfant doit concevoir ses propres déplacements dans un territoire placé sous le contrôle de sa vue ». L'élève fait donc partie de cet espace, il se situe à l'intérieur de celui-ci. Ainsi, pour faciliter la compréhension du jeu par les élèves, nous situons certaines phases du jeu dans le *méso-espace*. Enfin pour le troisième espace, celui dénommé le *macro-espace*, Brousseau parle de « territoire beaucoup trop grand pour qu'un sujet puisse l'embrasser d'un regard ». Ainsi l'élève ne parvient pas à apercevoir l'ensemble des objets qui le composent, seulement une partie d'entre eux peuvent en être observés. Ce type d'espace ne sera pas traité dans notre étude.

1.2.5 Quelques éléments de logique et de raisonnement

Le jeu proposé LOGIKville fait partie des activités de logique. Il existe différents types de raisonnements : nous ne les développons pas tous, nous ne travaillons ici que le raisonnement déductif et la disjonction de cas. Le raisonnement déductif repose selon Duval (1992-1993) sur une organisation de propositions en pas de raisonnement : d'une proposition découle une autre proposition, le passage de la première à la deuxième étant justifiée par une règle ou une idée. Dans le jeu que nous utilisons, nous ne reconnaissons pas l'organisation déductive en pas ternaires développée par Duval (*Ibid.*), parce que la règle ou l'idée qui justifient un pas est ici complètement implicite. C'est la règle de base du jeu qui justifie la déduction : à savoir que tout personnage en jeu habite dans une seule maison et ne peut habiter en dehors des maisons proposées, que toute maison est occupée par un personnage et un seul. Ce que nous appelons une proposition ici est une suite de représentations iconiques (les dessins des personnages) et symboliques qui a un sens par rapport au jeu et qui est vraie ou fausse. Par exemple une proposition telle que le plongeur n'habite pas dans la maison du milieu est une proposition vraie dans le contexte de la carte n°3. Le maçon habite dans la maison de gauche est une proposition fausse dans le contexte de la carte n°3, mais est une proposition vraie dans le contexte de la carte n°6 (annexes 1 et 2, p. 1 et 2 des annexes). Plus généralement, dans le jeu proposé aux élèves, les propositions (sur les cartes du jeu) apparaissent par exemple sous cette forme : le plongeur vert se situe à la place n avec $n = 1, 2$ ou 3. La proposition est dite négative si par exemple, nous avons : le plongeur vert ne se situe

pas à la place n avec $n = 1, 2$ ou 3. En fonction de la place que l'élève attribue à cette figurine, la proposition est qualifiée de « vraie » ou de « fausse ».

Chaque indice donné par une carte est une proposition. La résolution de l'énigme proposée par une carte passe par un raisonnement déductif à partir des indices proposés, soit pas à pas, soit simultanément. Par exemple, dans le contexte de la carte n°3 (figure 3), sachant que le maçon (en jaune) et le plongeur (en vert) n'habitent pas dans la maison du milieu, on en déduit que c'est le pompier qui y habite. C'est un raisonnement déductif que l'on peut qualifier de simultané. Par contre, si l'on considère, chaque indice l'un après l'autre, on qualifie le raisonnement de pas à pas (voir le détail ci-dessous).

Prenons l'exemple de la carte n°3 du jeu (figure 3).



Figure 3 : une carte énigme du jeu LOGIKville

Trois personnages sont à placer dans leur maison correspondante (un plongeur, un maçon et un pompier). A la lecture des indices de la carte (figure 3), (le cercle barré d'une croix indique que la figurine n'habite pas à l'endroit désigné), nous pouvons dire que : le plongeur vert n'habite pas dans la maison n°2 (ou du milieu) et n'habite pas dans la maison n°3 (ou la plus à droite). Le maçon jaune n'habite pas dans la maison n° 2. Pour résoudre cette énigme, l'élève peut procéder de différentes manières, soit il regarde chaque indice et les traite un par un, soit il prend en considération plusieurs indices en même temps comme le plongeur qui apparait deux fois sur la carte ou l'existence du cercle barré d'une croix sur la maison n°2 pour le maçon et le plongeur. Voici les raisonnements possibles : d'après le premier indice qui dit que le plongeur n'habite pas dans la maison du milieu, nous pouvons dire qu'il habite alors dans la maison n°1 ou dans la n°3. Il s'agit d'un raisonnement par disjonction de cas. Deux cas se présentent alors :

- ✓ 1er cas : le plongeur habite dans la maison n°1. A la lecture du deuxième indice, on sait que le maçon n'habite pas dans la maison n°2, donc c'est le pompier qui habite cette maison.

- ✓ 2ème cas : le plongeur habite dans la maison n°3, on déduit de même que le pompier habite la maison n°2. Mais le troisième indice nous indique que ce cas (le plongeur habite dans la maison 3) est impossible.

Comme nous venons de le voir, il apparaît un troisième point de raisonnement, à savoir la compréhension de la négation d'une proposition. Ainsi il faut comprendre que le plongeur n'habite pas dans la maison du milieu signifie qu'il habite, soit dans la maison de gauche, soit dans la maison de droite.

Dans cet exemple, nous pouvons voir qu'il n'y a que des propositions sous forme négative, celles-ci sont plus difficiles à résoudre que celles qui sont traduites par une phrase à la forme positive.

Il est important de signaler que plusieurs raisonnements corrects sont possibles pour traiter une énigme. Tous sont évidemment valides.

2 Problématique

A la lecture des programmes (B.O n°2 du 25 mars 2015), deux points importants ressortent, comme précédemment évoqués, à savoir « Apprendre en jouant » et « Apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes ». A partir de ce constat, nous choisissons de traiter ces deux axes ensemble. Tout, d'abord, à partir d'une séquence sur le développement du raisonnement par le jeu, proposée aux élèves, nous pouvons alors nous demander si d'une part il est possible de permettre à des élèves de moyenne section de maternelle de comprendre des propositions données sous formes iconique et symbolique. D'autre part, dans quelle mesure sont-ils capables de mettre en œuvre un raisonnement déductif et de comprendre la négation d'une proposition ?

3 Méthodologie

3.1 Contexte de l'étude

Nous utilisons comme échantillon, pour notre étude une classe de moyenne section de maternelle. L'ensemble des élèves a participé : ils sont au nombre de onze et ont entre quatre et cinq ans. Parmi ces élèves, trois d'entre eux présentent des difficultés langagières (deux

d'entre eux parlent le turc et le troisième, nouvellement arrivé parle l'anglais). Ils éprouvent des difficultés à s'exprimer (ce qui est dit n'est pas toujours compréhensible).

Nous avons construit une séquence de six séances s'appuyant sur un jeu nouveau pour les élèves, LOGIKville, comportant des phases d'action et de validation. Nous présentons cette séquence dans un premier temps, dont l'objectif principal est la compréhension du raisonnement déductif, d'abord l'analyse a priori, ensuite l'analyse a posteriori.

3.2 Analyse a priori : la séquence

Le but du jeu proposé est de résoudre des énigmes liées à des contextes présentés par des cartes. Sur ces dernières un certain nombre d'indices sont représentés sous forme iconique et symbolique. Celles-ci obligent donc les élèves à utiliser leurs capacités d'abstraction pour pouvoir trouver la solution. Le jeu complet est composé de quatre-vingt-quatre cartes de défis comportant jusqu'à sept symboles différents, de figurines (personnes et animaux dont le nombre est compris entre 3 et 10) et de maisons (dont le nombre est entre 3 et 5). Sur chaque carte « énigme » est inscrit le nombre de figurines (personnes et animaux) et le nombre de maisons à prendre pour réaliser le défi. Il n'y a qu'une seule et unique solution pour chaque carte. Les cartes sont numérotées de un à quatre-vingt-quatre : la difficulté est à peu près croissante. En effet les premières cartes n'utilisent pas tous les personnages, ni toutes les maisons et un nombre de symboles limité.

Notre séquence (tableau 2 p. 21) repose sur huit cartes seulement, dont quelques unes ne sont pas utilisées avec tous les élèves, certaines n'étant pas adaptées au niveau des élèves de moyenne section. Les personnages utilisés dans la séquence sont le pompier, le maçon, le plongeur, pour les six premières cartes, et le cuisinier pour les suivantes. Sur les cinq maisons proposées par le jeu, ils n'en n'utiliseront que trois (cartes n°1 à n°6) puis quatre (cartes n°39 et n°40 pour certains d'entre eux). Enfin voici la représentation des indices présents sur les cartes, et utiles à la résolution de « l'énigme ». Comme déjà dit, les cercles sur les cartes symbolisent les maisons. Un indice est constitué du dessin d'une ou deux figurines et d'icônes donnant des renseignements sur leur disposition dans les trois ou quatre maisons. Un cercle plus foncé que les autres indique la place où la figurine doit se placer ; un cercle barré d'une croix signifie que le personnage concerné ne peut y habiter et deux cercles adjacents extérieurement signifient que les deux figurines qui sont de part et d'autre de ces deux cercles sont voisines. La figure 4 ci-dessous illustre nos propos avec un exemple de carte.

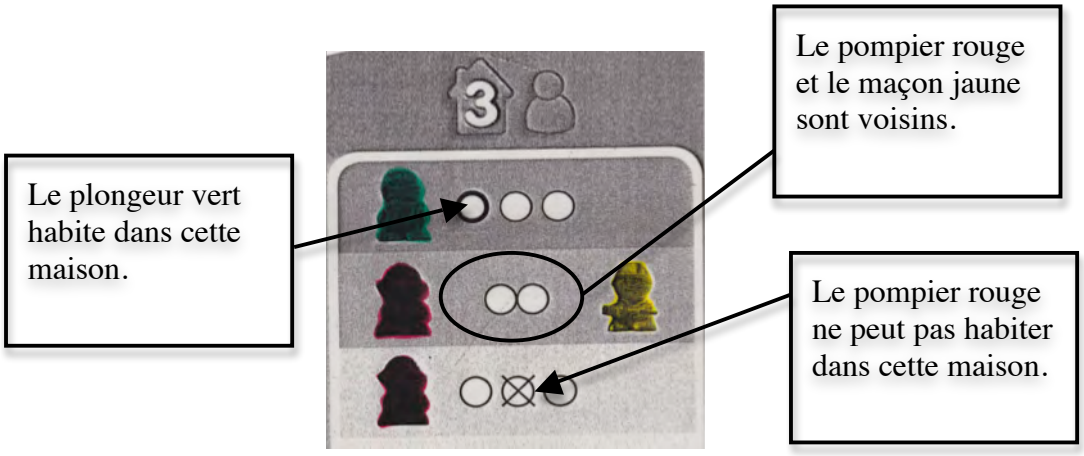


Figure 4 : la signification de tous les indices utilisés dans la séquence (avec l'exemple d'une carte)

Les élèves doivent répondre à une seule question : qui vit dans chaque maison ?

L'objectif d'apprentissage de notre séquence est d'initier les élèves au raisonnement déductif et de comprendre la négation d'une proposition. Un autre objectif est qu'ils puissent jouer tout seuls sans l'intervention de l'enseignante.

LOGIKville est un jeu qui se joue seul mais certaines phases par lesquelles les élèves doivent passer pour se l'approprier et le comprendre peuvent se dérouler par groupe (séances 2 et 3).

Les compétences en jeu dans la séquence sont l'aptitude à conduire un raisonnement déductif et à comprendre la négation d'une proposition, à comprendre le sens des indices (propositions) représentés sous forme symbolique et iconique ainsi que le repérage dans l'espace (latéralisation).

Nous commençons tout d'abord par l'analyse mathématique et didactique de la séquence, passant par la mise en avant des variables, dont certaines sont didactiques, et l'anticipation des procédures des élèves.

Dans cette séquence, nous allons jouer sur sept variables :

- ✓ le nombre de fois où apparaissent les figurines sur la carte. Nous pouvons voir (figure 5) par exemple que le pompier rouge apparait deux fois contrairement au maçon jaune et au plongeur vert qui ne sont présents qu'une fois ;
- ✓ le nombre de symboles variés ou non sur la carte (utilisation de symboles différents ou les mêmes pour toutes les figurines) ;
- ✓ la complexité des symboles : deux cercles adjacents extérieurement sont plus difficiles qu'un cercle foncé sur trois, par exemple ;
- ✓ le nombre de maisons ;

✓ l'utilisation ou non de la bande (figure 6) — explicitée dans la partie des résultats— au dessus des maisons (une bande d'aide est introduite en séance 5, pour les élèves en difficulté) : celle-ci fonctionne comme les boites à compter ;

✓ La qualité (objets plastiques, gommettes, étiquettes-prénoms) des supports utilisés ;

✓ La représentation des personnages : les élèves eux-mêmes, les figurines en plastiques et les gommettes.

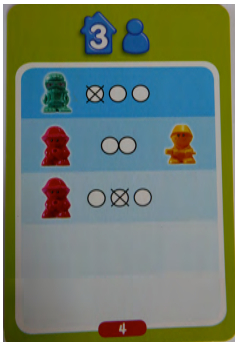


Figure 5 : la carte n°3 du jeu LOGIKville

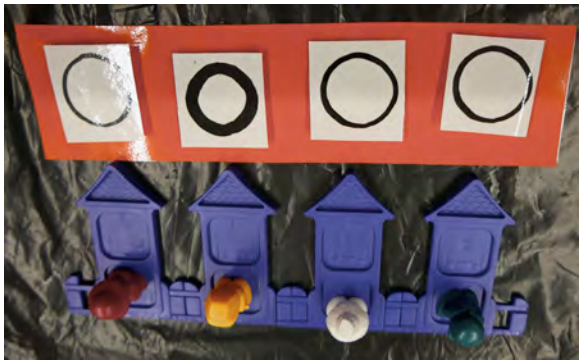


Figure 6 : une bande d'aide pour la correspondance symbole-maison

Evoquons maintenant les procédures envisagées suivant les cartes :

Il ressort de l'ensemble des cartes utilisées, deux types de procédures possibles : toutes les cartes proposées amènent les élèves à utiliser la déduction :

✓ certaines cartes exigent de passer par la négation d'une proposition qui amène à la disjonction de cas puis de recourir à la déduction comme par exemple la carte n°2 expliquée à la page suivante ;

✓ Certaines cartes comportant plusieurs indices sur une même figurine forcent les élèves à recourir à la disjonction de cas et à prendre en considération les deux indices. Le connecteur logique « et » est alors important.

Les huit cartes énigmes utilisées sont celles du jeu qui portent les numéros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 39 et 40 (annexes 1, 2 et 3). La solution unique et les différentes procédures possibles sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

<table>
<tr><th>Cartes proposées aux élèves</th><th>Solution unique</th><th colspan="2">Procédures et raisonnements possibles utilisés</th></tr>
<tr><td>
CARTE 1</td><td></td><td colspan="2">L’élève place le plongeur vert sur la troisième maison puis le maçon jaune sur la maison indiquée (la première). Il en déduit la place du pompier rouge sur la maison du milieu. L’élève peut également choisir de placer d’abord le maçon puis le plongeur (ce qui revient exactement au même).
Dans les deux cas, l’élève a recours à un raisonnement déductif.</td></tr>
<tr><td>
CARTE 2</td><td></td><td>L’élève place le plongeur vert dans la maison la plus à gauche. Il peut lire ensuite le deuxième indice qui consiste à dire que le pompier n’habite pas dans la maison du milieu. L’élève fait immédiatement le complément d’information et place alors le pompier dans la maison la plus à droite, puis place le maçon sur la dernière maison restante, celle du milieu.</td><td>Une autre possibilité est qu’une fois le plongeur placé, voyant que le pompier ne peut pas être sur la maison du milieu, il place directement le maçon sur celle du milieu et met le pompier sur la maison la plus à droite.</td></tr>
<tr><td>
CARTE 3</td><td></td><td colspan="2">L’emplacement des deux figurines (maçon jaune et plongeur vert) peut résulter d’un raisonnement par disjonction de cas, comme déjà évoqué (voir paragraphe précédent).</td></tr>
</table>

 CARTE 4		Le plongeur vert n'habite pas dans la maison la plus à gauche, il habite alors soit dans celle du milieu, soit dans celle qui est la plus à droite. A la lecture du deuxième indice, nous apprenons que le pompier rouge et le maçon jaune sont voisins. Le pompier ne pouvant habiter dans celle du milieu (indice numéro 3), c'est le maçon qui y habite car il est voisin du pompier. Il reste deux places : le vert ne pouvant habiter sur la première, il habite sur la troisième et le pompier sur celle la plus à gauche. **L'élève utilise une procédure disjonctive et déductive.**
 CARTE 5		Le pompier rouge habite dans la maison la plus à gauche, le plongeur vert est voisin du pompier, il habite alors forcément sur la maison du milieu. On déduit la place du maçon jaune dans la dernière maison vide, celle qui se trouve toute à droite. **L'élève utilise une procédure déductive.**
 CARTE 6		Le maçon jaune n'habite pas dans la maison la plus à droite. Il habite donc soit dans celle du milieu soit dans celle de gauche (**disjonction de cas**). L'élève fait un choix et positionne le maçon dans une des deux propositions. Il place ensuite le plongeur et s'assure qu'il soit en même temps voisin du pompier et du maçon. Le plongeur est donc forcément au milieu. Le maçon doit se trouver sur celle la plus à gauche et donc le pompier sur celle la plus à droite. L'élève fait du tâtonnement et a recours à une **procédure de disjonction de cas puis de déduction**.

 CARTE 39		L'élève place le cuisinier sur la quatrième maison, puis place le pompier sur la deuxième. A la lecture du troisième indice, nous nous apercevons que le plongeur ne peut habiter sur la première maison. Par **raisonnement déductif**, l'élève le place sur la troisième. Il reste à placer le maçon : il habite dans la maison restante (la première). L'élève peut choisir de commencer par placer en premier, un autre personnage que le cuisinier par exemple.
 CARTE 40		L'élève place le maçon sur la deuxième maison puis le cuisinier sur la troisième (l'ordre dans lequel l'élève place le maçon et le cuisinier n'a pas d'importance). Le troisième indice informe l'élève que le plongeur est le maçon sont voisins. Le maçon étant déjà placé, il est facile de positionner le plongeur dans la maison voisine, c'est-à-dire la première. Il reste à placer le pompier sur la maison disponible restante, la quatrième. L'élève utilise un **raisonnement déductif**.

Tableau 1 : la solution unique et les différentes procédures

Il est important d'insister sur le fait que la lecture des indices n'est pas forcément linéaire (lecture des indices dans l'ordre d'apparition sur la carte).

Plan de séquence : le développement du raisonnement par le jeu					
Domaines : construire les premiers outils pour structurer sa pensée / explorer le monde / mobiliser le langage dans toutes ses dimensions				**Niveau :** MS **Effectif** : 11	**Nombre de séances : 6**
Objectifs de la séquence : - apprendre la signification des symboles des cartes - utiliser des indices pour trouver le lieu d'habitation des personnages - apprendre le raisonnement déductif - apprendre la négation d'une proposition **Dans les programmes 2015 :** « une école qui organise des modalités spécifiques d'apprentissage : - apprendre en jouant - apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes » **Attendus** (référence aux programmes 2015) : - pratiquer divers usages du langage oral : expliquer, questionner, proposer des solutions, discuter un point de vue - situer des objets par rapport à soi, entre eux, par rapport à des objets repères - se situer par rapport à d'autres, par rapport à des objets repères				**Support pédagogique :** le jeu LOGIKville **Modalités d'évaluation :** **-** évaluation formative Une grille d'observation est complétée par l'enseignant(e) au cours de quelques séances **Difficultés attendues :** - difficulté dans la lecture des indices des cartes (abstraction trop grande) - avoir des difficultés dans le domaine de la latéralisation, du repérage dans l'espace - difficulté dans la prise en compte de l'ensemble des indices **Prérequis :** - maîtriser la correspondance terme à terme	
Séance	**Nature de la séance**	**Organisation classe**	**L'enseignante :** objectifs, rôles	**Les élèves** : compétences, tâches	**Matériel**
S1	Simulation du jeu présenté en S2	- 1 groupe de 3 (les autres sont en autonomie sur autre chose)	**Objectif** : s'approprier le *méso-espace*, trouver dans quelle maison chacun des 3 élèves habitent. **Rôle** : expliquer aux élèves les symboles, observer leurs procédures, valider avec eux la réponse trouvée.	**Compétences** : se questionner, comprendre les indices, trouver la solution. **Tâches** : déchiffrer les indices de la carte, trouver dans quelle maison vit chaque élève.	- 3 maisons dessinées à la craie grasse - cartes 1 et 2 du jeu transformées et agrandies (photos des élèves mises à la place des figurines) - appareil photos - dictaphone
S2	Découverte du jeu	- par binôme (5 groupes mais pas en même temps) - 1 tout seul	**Objectif** : s'approprier le *micro-espace*, trouver dans quelle maison le pompier, le maçon et le plongeur habitent. **Rôle** : présenter les figurines	**Compétences** : se questionner, comprendre les indices (2 symboles utilisés), trouver les deux énigmes. **Tâches** : lire les indices de la carte, placer les trois personnes dans les maisons et comparer	- cartes 1 et 2 du jeu LOGIKville agrandies en A4 (introduction de la carte 3 pour les élèves les plus performants) - 3 maisons, 3 personnes

			du jeu, expliquer à nouveau les symboles utilisés, faire jouer les élèves. Confronter les propositions des élèves. Valider avec eux leurs résultats.	son résultat avec son binôme.	(pompier, maçon et plongeur)
S3	Approfondissement du jeu et découverte d'un autre codage	- par binôme (5 groupes mais pas en même temps) - 1 tout seul	**Objectif** : trouver dans quelle maison le pompier, le maçon et le plongeur habitent. **Rôle** : introduire le nouveau symbole, faire jouer les élèves. Confronter les propositions des élèves. Valider avec eux leurs résultats.	**Compétences** : mémoriser la signification des symboles des cartes, se questionner, comprendre les indices, trouver la réponse attendue. **Tâches** : lire les indices, placer les trois personnes dans les bonnes maisons, comparer son résultat avec son binôme.	- cartes 3 (reprise si déjà utilisée ou introduite) et 5 agrandies - 3 maisons, 3 personnes (pompier, maçon et plongeur)
S4	Entrainement sur les cartes connues et découverte de nouvelles cartes	- 2 élèves jouent seuls : ils ne sont pas côte à côte	**Objectif** : trouver dans quelle maison chaque personnage vit. **Rôle** : observer les élèves, regarder comment ils jouent seuls.	**Compétences** : mémoriser la signification des symboles des cartes, se questionner, comprendre les indices, trouver la réponse attendue. **Tâches** : lire les indices, placer les trois personnes (ou 4) dans les bonnes maisons.	- cartes 5, 6, 39 et 40 (2 jeux) - 3 maisons, 3 personnes (2 jeux) pour les cartes 5 et 6 - 4 maisons, 4 figurines pour les cartes 39 et 40 (2 jeux)
S5	Remédiation pour les élèves en difficulté	Un ou deux élèves selon la difficulté	**Objectif** : trouver dans quelle maison les figurines vivent. **Rôle :** observer les élèves, leur présenter un outil (bande).	**Compétences** : mémoriser la signification des symboles des cartes, se questionner, comprendre les indices, trouver la réponse attendue. **Tâches** : lire les indices, placer les trois personnes dans les bonnes maisons.	- cartes 5 (6, 39 et 40si réussite de la 5) - 3 maisons, 3 personnes - 4 maisons, 4 figurines pour les cartes 39 et 40 (2 jeux)
S6	Réinvestissement à partir d'une carte inconnue (mais symboles connus), utilisant 3 modalités	1 élève (avec 2 PS) pour la 1ère modalité.	**Objectif** : utiliser et transférer les stratégies acquises sur un jeu similaire utilisant trois types de modalités. **Rôle** : observer les élèves.	**Compétences** : mémoriser la signification des symboles des cartes, se questionner, comprendre les indices, trouver la réponse attendue. **Tâches** : lire les indices, placer les figurines.	- carte 4 (mêmes symboles placés différemment pour les 3 modalités) - craie grasse, gommettes - support jeu et figurines

Tableau 2 : le tableau récapitulatif de la séquence

Nous exposons maintenant avec précision la séquence proposée aux élèves. Avant de leur présenter le jeu LOGIKville, nous avons choisi de faire vivre aux élèves une situation réelle – eux-mêmes jouant les rôles des personnages – similaire à ce qui est proposé dans le jeu. En effet, une représentation du jeu dans le *méso-espace*, ici la salle de classe, peut faciliter la compréhension du jeu dans le *micro-espace* de la table.

Voici donc le déroulé de chaque séance.

Nous pouvons considérer la séance 1 comme une séance de découverte, à partir d'une carte agrandie du jeu les élèves doivent chercher dans quelle maison ils habitent (trois maisons sont dessinées à la craie grasse sur le sol de la classe). Les élèves sont par groupe de trois. Nous introduisons dans cette séance les cartes n°1 et n°2 du jeu : celles-ci sont agrandies et sont légèrement modifiées (figures 7 et 8). En effet, les dessins des figurines sont remplacés par des photographies des élèves (leurs étiquettes prénoms). Dans les deux figures ci-dessous, nous apercevons deux « S » pour les étiquettes prénoms, ce sont deux élèves différents dont le prénom commence tous les deux par un « S ». Par la suite nous les distinguons par « S1 » et « S2 ». Nous expliquons aux élèves les symboles de la carte, à savoir : la signification des cercles plus foncés et la signification d'un cercle barré d'une croix.

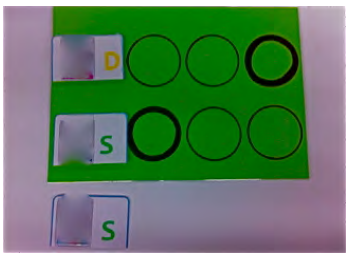


Figure 7 : carte 1 utilisée avec un groupe d'élèves

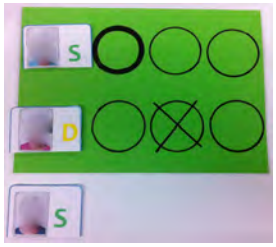


Figure 8 : carte 2 utilisée

Pour introduire cette première séance, une histoire est racontée aux élèves : « J'ai un problème, le facteur est venu me voir. Il a du courrier pour vous mais il ne sait plus dans quelle maison vous habitez. Sur vos boites aux lettres il n'y a plus vos prénoms. Pour qu'il puisse vous donner vos lettres il faut lui dire où vous habitez. Pour cela nous avons des feuilles avec des indices qui nous disent où vous devez habiter. Nous allons essayer de comprendre ensemble les indices ». Voici l'explication donnée pour la carte n°1 : « Vous avez une feuille sur laquelle apparait vos photographies. A côté de celles-ci, vous avez des cercles, certains sont plus foncés que d'autres. Le cercle plus foncé veut dire que celui qui est sur la photographie se trouve dans cette maison. Par exemple, « D » habite dans cette maison

et « S1 » dans celle-ci (l'enseignante pointe du doigt le cercle) ». Nous distribuons ensuite au groupe de trois, la carte n° 1: « Chaque élève vit dans une maison, il n'y a qu'un élève par maison. Dans quelle maison vivez-vous ? « S1 » dans quelle maison habites-tu, « D » dans quelle maison habites-tu et toi « S2 » quelle est ta maison ? Vous devez à l'aide de la feuille trouver vos maisons ».

Les élèves doivent alors se concerter, chercher ensemble et trouver la configuration demandée. L'enseignante les observe puis les fait verbaliser. Une fois qu'une réponse au problème est proposée (lorsque chaque élève est positionné dans une maison), nous leur demandons de nous expliquer leur réponse en utilisant les indices de la carte. Si la solution n'est pas trouvée au premier essai, les élèves continuent jusqu'à l'obtention de la bonne réponse puis ils retournent la carte pour vérifier la solution (figure 9). Les élèves passent ensuite à la deuxième carte, la consigne donnée et le déroulement sont similaires à celui de la carte n°1.



Figure 9 : la solution de la carte n° 1

Une fois la séance 1 réalisée (tous les groupes sont passés), nous mettons à disposition des élèves (au moment de l'accueil), le matériel du jeu LOGIKville (maisons et personnages) de manière à ce qu'ils se familiarisent avec lui : les élèves peuvent manipuler et jouer. Ainsi, au moment de la deuxième séance, ils seront plus concentrés sur la tâche demandée et seront moins incités à jouer avec le matériel car celui-ci aura été découvert en amont.

La séance 2 est donc consacrée à l'introduction du jeu. Nous distribuons le matériel, à savoir les trois personnages (plongeur vert, maçon jaune et pompier rouge), puis les trois maisons. Les deux premières cartes du jeu seront utilisées. Les élèves sont par groupe de deux (ils ont chacun trois maisons et trois personnages) et sont placés côte à côte de manière à faciliter les échanges au moment de la confrontation de leurs réponses (les maisons sont placées dans le même sens). Comme il y a onze élèves, un élève est tout seul pour cette séance.

Nous commençons par raconter une histoire aux deux élèves : « J'ai trois personnes, un pompier rouge, un maçon jaune et un plongeur vert. Après leur journée de travail ils rentrent tous les trois dans leur maison. Mais dans quelle maison habitent-ils ? Pour le savoir nous allons utiliser des cartes avec des symboles que vous avez déjà vus ». L'enseignante introduit la carte n°1 et demande aux élèves s'ils se rappellent de la signification des symboles. De manière à s'assurer que tous aient compris, l'enseignante précise : « La carte n°1 me dit que je sais où le plongeur vert habite : il habite dans la maison qui est ici (nous pointons le doigt sur le cercle correspondant de la carte). Le symbole où le tour du cercle est plus foncé que les autres nous dit où habite la personne qui est à côté. La carte nous dit également où habite le maçon jaune, il habite ici (toujours en montrant du doigt le cercle correspondant). J'ai trois questions à vous poser : dans quelle maison habite le pompier ? dans quelle maison habite le plongeur ? et dans quelle maison habite le maçon ? Attention chaque personne habite dans une maison et dans chaque maison il n'y a qu'un seul habitant ».

Les deux élèves cherchent la solution en manipulant leurs figurines et en les plaçant sur les maisons correspondantes. Une fois une configuration trouvée, l'enseignante fait comparer aux élèves leurs résultats. S'ils proposent la même solution, nous demandons aux élèves d'expliquer comment ils ont fait pour trouver cette solution. Si les réponses trouvées ne se ressemblent pas, ils doivent alors se mettre d'accord pour savoir qui a raison et faire en conséquence, les ajustements nécessaires.

La carte n°2 est ensuite présentée : elle est un peu plus complexe dans la mesure où le deuxième indice montre que le pompier rouge n'habite pas dans la maison du milieu. L'élève doit donc faire le complément de cette information pour trouver l'habitation du pompier. Les phases de recherche, de verbalisation et de validation sont les mêmes que celles réalisées avec carte n°1.

Le déroulement de la séance 3 est relativement similaire à celui de la séance précédente (la consigne est identique) : les cartes n°3 et n°5 sont introduites. Concernant la carte n°5, il y a un nouveau symbole que les élèves n'ont pas encore rencontré, ce qui justifie l'intervention de l'enseignante pour l'introduire : « Sur cette carte, il y a un nouveau symbole que vous n'avez jamais vu : ce sont deux cercles qui sont « collés ». Quand vous les voyez, cela veut dire que les deux personnages qui sont de chaque côté des cercles sont voisins (les deux personnes habitent dans des maisons qui se touchent) ». Le déroulement de la suite de la séance est analogue à celui de la séance précédente.

La séance 4 est une séance d'entrainement : en effet la carte n°5 précédemment utilisée en séance 3 est de nouveau introduite. En cas de réussite, la carte n°6 est proposée. Pour les élèves les plus performants, les cartes n°39 et n°40 sont proposées dans cet ordre. Elles nécessitent l'introduction d'un nouveau personnage (le cuisinier) et donc l'utilisation d'une quatrième maison. Les symboles présentés sur ces cartes sont connus des élèves (cercle dont le contour est plus foncé que les autres et cercle barré d'une croix). Au cours de cette séance, les élèves sont par deux mais nous choisissons de ne pas les installer à côté pour éviter l'incitation à l'imitation (placer les personnages comme l'autre) de l'un avec l'autre élève. Nous les plaçons l'un en face de l'autre et de façon légèrement décalée. Les élèves avancent à leur rythme et l'enseignante intervient séparément avec chacun d'entre eux en les sollicitant individuellement, pour faire verbaliser leur raisonnement.

La séance 5 est consacrée aux élèves qui ont rencontré des difficultés dans les séances précédentes. Il s'agit de leur apporter une aide supplémentaire : un outil est introduit pour faciliter la correspondance entre le symbole (cercle) et la maison comme nous le verrons dans la partie relative aux résultats. L'objectif est de réduire l'abstraction qui existe entre la position du symbole sur la carte et sa maison correspondante en proposant une bande (figure 6 p. 16)

Enfin la sixième et dernière séance représente une séance de réinvestissement. Les élèves sont interrogés chacun à leur tour : nous cherchons à observer la réflexion personnelle de chaque élève. Ils doivent mobiliser les connaissances acquises jusqu'ici. Une nouvelle carte est introduite, la n°4 (les symboles sont tous connus). Elle est utilisée trois fois dans la séance (la carte est modifiée mais les symboles restent identiques, ils apparaissent cependant dans un ordre différent). En effet, nous choisissons de proposer trois modalités différentes (annexe 3) au cours de la séance. La première phase de cette séance est semblable à la séance 1 : trois élèves doivent se placer dans leur maison correspondante. Nous choisissons avec l'élève de moyenne section, deux élèves de petite section de la classe ou deux élèves de la classe voisine selon le jour de passage (tous ne connaissent pas le jeu). C'est l'élève de moyenne section qui place les élèves dans les maisons. La deuxième phase correspond à l'utilisation du jeu (maisons et figurines). Une fois cette étape franchie, une nouvelle carte et un nouvelle modalité sont proposées : l'élève doit positionner les trois gommettes dans le bon rectangle, il a pour consigne de les coller une fois qu'il est certain de sa réponse. Si celle-ci n'est pas correcte, une autre feuille lui est alors distribuée : il essaie jusqu'à l'obtention de la bonne solution.

4 Analyse a posteriori et résultats

Il s'agit dans cette partie de présenter puis d'analyser les résultats de la séquence menée avec les élèves, tout en tenant compte de notre problématique.

La plupart de nos séances ont été enregistrées et filmées ce qui nous permet de faire une analyse assez fine. Pour celle-ci, nous étudions la variable *nombre d'essais par carte réalisés par chaque élève*, ainsi que les interactions entre élèves (qui ont lieu pendant la phase de recherche en séance 1 et pendant les phases de confrontations des résultats dans les séances 2 et 3), la mise en correspondance par le geste des symboles et des objets-maisons (mode symbolique / mode enactif / mode iconique). Nous répertorions aussi certains éléments des procédures des élèves.

Nous rappelons brièvement le déroulement de la première séance : une histoire est racontée pour engager les élèves dans l'activité, puis viennent la présentation et l'explication des symboles de la carte. Ensuite les élèves sont en phase de recherche : ils doivent, par groupes de trois, trouver dans quelle maison chacun habite. Plusieurs essais sont réalisés si nécessaire (figure 10). Une fois la solution trouvée, une phase de validation a lieu comme nous pouvons le voir sur la figure 11.

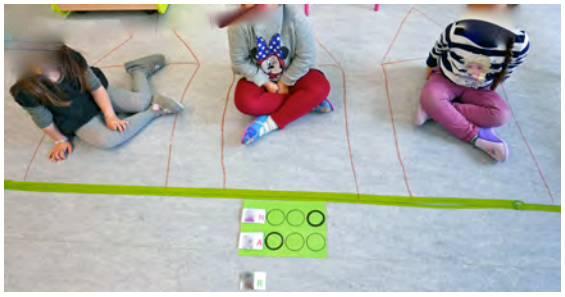


Figure 10 : 1er essai (faux), groupe 4 pour la carte 1



Figure 11 : phase de validation (2ème essai, groupe 1 carte 2)

Voici tout d'abord, un tableau (tableau 3) qui récapitule le nombre d'essais réalisés par chaque groupe de trois, pour trouver la solution des deux cartes proposées :

	Nombre d'essais pour trouver la solution	
	CARTE N°1	CARTE N°2
Groupe 1 : S1, S2, D	2	1
Groupe 2 : M, T, L	1	1
Groupe 3 : B, A, I	1	2
Groupe 4 : N, A, R	2	3

Tableau 3 : le nombre d'essais réalisés par groupe et par carte

A la lecture de ce premier tableau, nous pouvons constater que le maximum de tentatives pour trouver la solution est de trois, elles ont été réalisées par le groupe 4 et concernent la résolution de la carte n°2. Seul un groupe (groupe 2) sur les quatres a trouvé du premier coup les solutions des deux cartes.

Avant la séance 2, le jeu (sans les cartes) est placé sur une table : quelques élèves s'y sont intéressés et l'on manipulé. Comme déjà dit, le jeu tel qu'il est proposé dans le commerce est présenté aux élèves en séance 2. Les cartes n°1 et n°2 sont introduites (elles utilisent les mêmes symboles que celles de la séance précédente). A partir de la séance 2, un tableau avec des critères d'observation est rempli par l'enseignante (tableau 4).

Groupes d'élèves	**Regarde ce que l'autre fait**	**Placements au hasard**	**Essais par carte**		
			Carte 1	**Carte 2**	**Carte 3**
S1			1	1	1
S2			1	2	1
A		Ne regarde pas la carte (réponse juste)	2	1	Pas faite
L			3	2	Pas faite
I			1	4	Pas faite
M			1	2	Pas faite
T	Oui		1	1	Pas faite
D			1	Non trouvé	Pas faite
B	Oui		2	2	Pas faite
N	Oui		2	2	Pas faite
R	Oui	Oui	3	3	Pas faite

Tableau 4 : un extrait de la grille d'observation de la séance 2

Nous pouvons voir que, seulement un groupe de deux est allé jusqu'à la carte n°3, les autres, par manque de temps se sont arrêtés à la carte n° 2. De plus l'énigme posée par cette carte n°3 est résolue du premier coup. Les deux élèves installés côte à côte avaient chacun une

carte « énigme » ainsi que le matériel nécessaire (3 maisons et 3 personnages). Individuellement ils ont proposé une réponse à l'énigme puis ils ont comparé leurs propositions : les deux jeux ont été rapprochés pour faciliter la comparaison comme nous pouvons le voir sur la figure 12. Les échanges dans l'ensemble n'ont pas été constructifs.

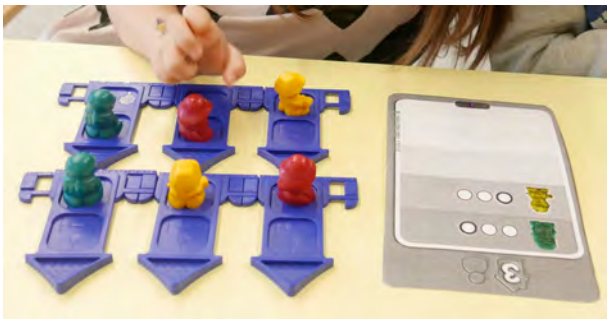


Figure 12 : la phase d'échanges suite aux propositions des deux élèves

D'après le nombre d'essais par carte et par élève (tableau 4), nous pouvons constater que la carte n°1 a été dans l'ensemble mieux réussie. En effet six élèves sur onze ont réussi du premier coup à trouver la solution, trois élèves y sont parvenus au deuxième essai, enfin deux élèves ont obtenu la bonne réponse à la troisième tentative. Sur les six élèves qui ont trouvé au premier essai, pour quatre d'entre eux, il a fallu plus de tentatives pour réussir la deuxième carte. Les deux autres ont réussi du premier coup (comme pour la première carte). Nous avions en effet anticipé que l'« énigme » de cette carte était plus difficile à résoudre. Le recours à la procédure de disjonction de cas induite par le deuxième indice de la carte n°2 semblerait plus complexe. Concernant la carte n°2, seulement trois ont réussi du premier coup (deux qui avaient réussi au premier essai la carte n°1 et un autre élève), un élève est allé jusqu'au quatrième essai et un élève n'a pas trouvé. Cinq élèves sur onze ont réalisé le même nombre d'essais pour les deux cartes.

Une autre information ressort de l'analyse des vidéos (tableau 4 p. 27) : quatre élèves sur onze regardent comment son binôme place ses figurines. Ceci nous conduit à placer, lors de la séance 4, les élèves face à face.

Deux élèves ne regardent pas la carte et placent les personnages au hasard. On peut penser que ces élèves ne sont pas matures, au sens de Bruner, (Barth, 1985) pour la compréhension de ce type de raisonnement. Pour ces élèves la dévolution du problème ne s'opère pas.

Enfin le choix de mettre les élèves par deux pour qu'ils puissent confronter leurs résultats ne semblerait pas pertinent. En effet lorsqu'ils n'obtiennent pas la même configuration, chacun pense qu'il a raison. Il est difficile de les faire échanger : l'explication de leur proposition est véritablement un exercice difficile compte tenu de leur âge et du niveau de langage de certains élèves. Seulement un échange constructif a pu être relevé concernant le groupe R et N, très pertinent : *« R le pompier n'a pas le droit d'habiter au milieu »*. Ces propos renvoient l'idée que l'élève N se situe selon Bruner (Barth, 1985) dans les modes « iconiques » et « symboliques » puisqu'elle parvient à expliquer à sa camarade que le pompier ne peut habiter au milieu, car sur la carte, le deuxième cercle est barré d'une croix.

Concernant la séance 3, les cartes n°3 et n°5 du jeu sont utilisées. Un nouveau symbole sur la carte n°5 est introduit : les deux cercles tangents extérieurement ce qui signifie, rappelons-le, que les personnages de l'indice habitent dans des maisons voisines. Les élèves sont encore par groupe de deux mais les groupes ne sont pas les mêmes.

Intéressons-nous tout d'abord aux deux élèves (S1 et S2) qui ont déjà utilisés en séance 2 la carte n°3. Tous les deux réussissent encore une fois du premier coup comme à la séance précédente où ils étaient ensemble. Ceci confirme l'hypothèse que ces élèves sont entrés dans la compréhension du raisonnement déductif et sont au stade de la représentation symbolique de la connaissance. Le processus de dévolution s'accomplit jusqu'au bout.

Groupes d'élèves	**Essais par carte**	
	Carte 3	**Carte 5**
A	3	2
S2	1 (séance 2) /1	2
S1	1 (séance 2) /1	1
D	1	1
L	2	2
M	3	1
I	2	1
T	3	3
N	1	3
B	3	3
R	4	3

Tableau 5 : un extrait des résultats de la séance 3

Le nouveau symbole introduit (carte n°5) semblerait ne pas représenter de difficulté particulière par rapport à la carte précédemment proposée dans la mesure où neuf élèves sur onze ont recours à moins ou autant de tentatives que pour la carte n°3. Cette dernière a la particularité de comporter trois indices (jusqu'ici ils n'en n'avaient rencontré que deux) : si l'on regarde le nombre d'essais par élève entre la carte n°2 et la carte n°3 (tableau 4 et tableau 5), pour cinq d'entre eux l'ajout d'un indice augmente le nombre de tentatives. On peut interpréter cette augmentation du nombre d'essais comme un accroissement de la difficulté pour les élèves à entrer dans le processus de dévolution du problème. Deux indices concernent la même figurine : le plongeur n'a pas le droit d'habiter dans deux maisons (voir carte n°3, annexe 1). Dans cette séance des paroles rapportées de deux élèves qui ont réussi du premier coup montrent une interprétation intéressante : « Le plongeur n'a pas le droit d'habiter là et là (ne peut pas habiter ici et ici) ». Pour cette même carte, une autre élève nommée R lit le premier indice et dit « le plongeur n'a pas le droit d'habiter au milieu, il a le droit d'habiter ici ou ici ». Cette interprétation est correcte mais l'élève lit indice par indice et n'arrive pas à les assembler entre eux et dégager l'idée que « le plongeur ne peut habiter ici et ici » (trois indices semble être trop importants). Ce nombre d'indices semble bien être une variable didactique.

Une autre information apparait lors de l'introduction de la carte n°5, l'attention des élèves peut être focalisée sur ce nouvel indice, les autres étant laissés de côté. En effet, par exemple A et S2 prennent soin de positionner côte à côte le pompier et le plongeur sans se soucier du premier indice concernant la position précise du pompier. De plus l'indice « être voisin » implique deux configurations possibles : si le pompier et le plongeur habitent dans des maisons voisines, la maison du plongeur peut être à droite comme à gauche de celle du pompier. Sur la carte, les figurines sont placées dans un certain ordre, mais celui-ci n'est pas forcément le même que dans la réponse attendue (la position des figurines). Il faut donc être vigilant car certains élèves se focalisent sur cet aspect et placent les figurines de la même façon que la carte les présente.

Dans la quatrième séance, les élèves sont par deux mais n'échangent plus entre eux, ils avancent chacun à leur rythme. La carte n°5 est reprise puis de nouvelles sont introduites (cartes n°6, n°39 et n°40 pour certains élèves). Le tableau ci-dessous (tableau 6) montre le nombre d'essais réalisés par les élèves sur une carte qu'ils ont déjà rencontrée, la carte n°5. Nous constatons que cinq élèves ont réussi du premier coup. Pour les autres le fait

d'introduire une carte déjà vue ne fait pas diminuer leurs tentatives : plus d'essais ont été réalisés pour deux d'entre eux (L et D).

Elèves	Nombre d'essai(s) sur la carte n°5 (séance 3)	Nombre d'essai(s) sur la carte n°5 (séance 4)
S2	2	1
S1	1	1
M	1	1
N	3	1
R	3	1
B	3	2
A	2	2
T	3	3
D	1	3
L	2	3
I	1	2

Tableau 6 : le nombre d'essais par élève sur la carte n°5 aux séances 3 et 4

La séance 5, celle de remédiation concerne les élèves qui ont rencontré des difficultés dans les séances précédentes comme le refus de placement d'un personnage, ou des difficultés de latéralisation liées à la correspondance entre la position du cercle sur la carte et celle de sa maison correspondante. Trois élèves bénéficient de cette séance (D, R et M). L'élève M éprouve des difficultés de correspondance entre cercle-maison. Nous choisissons la carte n°39 du jeu (annexe 2), dont la solution n'a pas encore été trouvée par cette élève lors de la séance 4. Nous nous intéressons au placement du pompier (figure 13), celui-ci devrait être positionné sur la deuxième maison en partant de la gauche (maisons à l'endroit) comme nous le dit le deuxième indice de la carte. Nous proposons à cette élève, un outil supplémentaire (figure 14) pour permettre d'améliorer cette correspondance entre le codage présent sur la carte et sa maison dans le *micro-espace*. Le cercle plus foncé est au-dessus de la maison dans laquelle doit se situer le pompier. Les différents cercles sont fixés avec un adhésif sur le support de manière à ce qu'on puisse changer de place le symbole en fonction de l'indice travaillé.

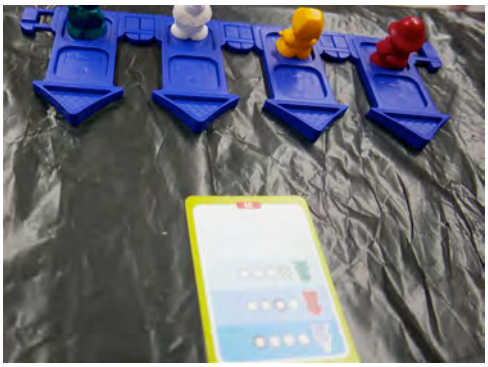


Figure 13 : 1ère proposition de l'élève M pour la carte 3

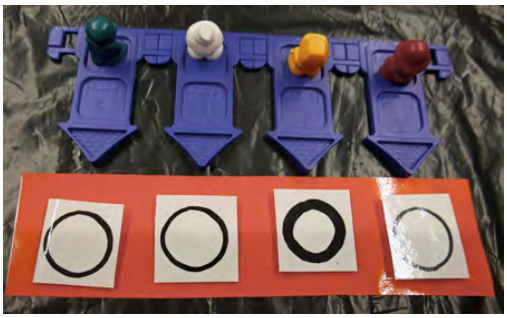


Figure 14 : outil pour la correspondance symbole-maison

Une des difficultés rencontrée par D concerne tout d'abord la compréhension d'un indice : le placement de deux figurines qui sont voisines. La carte n°6 lui est à nouveau présentée. Tout d'abord une des propositions est la suivante : elle place le pompier et le maçon dans la même maison, les personnages sont donc « plus que voisins » et elle se trompe sur les deux personnages qui doivent habiter côte à côte. En effet le plongeur doit être voisin du pompier **et** du maçon. L'élève l'a ensuite bien compris car elle montre les deux configurations possibles en positionnant le plongeur sur la première maison, puis place sur celle du milieu le pompier puis change et positionne sur cette même maison le maçon (refusant de placer une figurine sur la troisième car il y a un cercle barré d'une croix dans l'un des indices). A chaque phase de vérification avec l'enseignante, elle fait en sorte qu'un indice fonctionne : « Est-ce que le pompier et le plongeur sont voisins ? », elle répond « oui » puis de nouveau nous reposons la question, mais en demandant cette fois-ci si le plongeur est voisin du maçon, elle enlève le pompier, puis place le maçon à sa place et ainsi de suite. Elle ne prend pas en considération l'ensemble des indices.

Enfin R, la troisième élève concernée par cette séance commence par la carte n°6. Elle comprend tous les indices de la carte car elle sait les expliquer. A son premier essai, elle place correctement le plongeur pour qu'il soit en même temps voisin du pompier et voisin du maçon mais ne prend pas en compte l'indice concernant le maçon qui l'interdit d'habiter dans la troisième maison. Elle intervertit alors les deux figurines (pompier et maçon) et obtient la réponse attendue.

Une autre carte est alors introduite, la carte n°39 : cette élève ne l'a encore jamais rencontrée. Suite à sa proposition de réponse, au vu de ses explications sur le placement des figurines, nous constatons qu'il y a une confusion entre la première et la quatrième maisons. En effet, le cercle plus foncé que les autres, destiné à la place du cuisinier, concerne la quatrième maison en partant de la gauche. Elle décide de le placer sur la première. Néanmoins elle place les figurines en suivant les indices de la carte (cuisinier puis pompier puis plongeur

et maçon qui n'est pas sur la carte). L'outil proposé à l'élève M est alors de nouveau introduit (figure 14) pour faciliter le repérage dans l'espace. Il est utilisé à trois reprises, une fois pour aider l'élève à placer le cuisinier, une autre pour positionner le pompier, et enfin pour montrer dans quelle maison le plongeur n'a pas le droit d'habiter.

Enfin dans la dernière séance, la sixième, il s'agit avec une même carte (les symboles utilisés sont les mêmes mais disposés de manière différente selon les modalités) de regarder s'il y a des changements d'attitudes de la part des élèves, des stratégies mises en place. Trois modalités (annexe 3) sont utilisées pour cette séance. La première (figure 15) est une carte agrandie et inspirée de la carte n°4 proposée par le jeu : l'élève de moyenne section doit placer dans chaque maison dessinée à la craie grasse sur le sol, ses deux camarades (qui ne connaissent pas les règles du jeu) et lui-même.

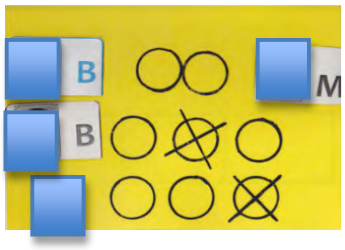


Figure 15 : modalité 1

La deuxième modalité utilisée est le jeu avec les trois figurines, pompier, maçon et plongeur, les maisons et la carte n°4 du jeu. La troisième enfin, est proposée en fin de séance, où une nouvelle carte (figure 16) ainsi que des gommettes et une feuille comportant trois rectangles pour symboliser les maisons (figure 17) sont introduites.



Figure 16 : carte du troisième support



Figure 17 : support utilisé pour coller les gommettes

Le tableau 7, ci-dessous, montre le nombre d'essais réalisés par chaque élève et par type d'espace au cours de la séance. Nous nous apercevons que la première modalité est celle qui a posé le plus de difficultés aux élèves : en effet, six élèves sur onze ont eu besoin d'au

moins trois tentatives dont deux qui n'ont pas pu aboutir à la solution. A propos de la deuxième modalité, cinq élèves ont trouvé du premier coup et trois élèves ont eu recours à plus de trois essais. Enfin concernant la troisième, sept sont parvenus à la solution du premier coup et trois n'ont eu besoin que d'un essai supplémentaire. Le nombre de tentatives concernant le positionnement des trois gommettes est au maximum deux. Le type d'environnement ou de support facilite la réussite de l'élève ou non.

Elèves	**Nombre d'essais / modalité 1**	**Nombre d'essais / modalité 2**	**Nombre d'essais / modalité 3**
A	1 (pas cohérent avec la phase de validation)	4 (essais 2 et 3 identiques)	1
L	2	Plus de 3	1
M	Plus de 3	1	2
N	Plus de 3 (4)	2	1
S1	2	1	1
S2	1	2 (1er essai rapide, doute sur l'observation de la carte)	1
I	3	1	1
D	Plus de 3 (5)	1	1
B	Plus de 3 (5 puis arrêt du jeu)	2	2
T	2	1	2
R	Plus de 3 (5 puis arrêt du jeu)	Plus de 3	Plus de 1 mais non fini

Tableau 7 : nombre d'essais par élève et par modalité

Dans la dernière séance, si notre attention se porte sur les résultats obtenus concernant la troisième modalité (les rectangles et les gommettes), les productions des trois élèves qui n'ont pas réussi au premier essai présentent une similitude (annexe 4). Effectivement, ils ont tous les trois proposé la même solution c'est-à-dire, placé les gommettes rose et bleue à coté l'une de l'autre, ce qui est conforme au troisième indice de la carte. Cependant ils n'ont pas pris en compte les deux autres indices qui interdisaient le placement de la gommette rose au milieu et celui de la noire sur le rectangle le plus à gauche. Ces observations peuvent rejoindre l'argument de la « surcharge cognitive » due à un nombre d'indices trop élevé.

Revenons maintenant sur l'écart entre les résultats de la séance 1 et ceux obtenus lors de la sixième séance (concernant la première modalité), où les maisons sont dessinées par terre. Lors de la première séance seulement un groupe d'élèves a réussi à trouver la solution

au terme de trois essais, si on prend la carte n°2, les autres n'ont eu besoin que d'une voire deux tentatives. Lors de la dernière séance, six élèves ont utilisé trois essais et deux d'entre eux n'ont pu aboutir au résultat. Certes, la carte proposée dans cette dernière séance est plus complexe (plus d'indices) mais cet écart ne peut s'expliquer que par cette seule raison. Effectivement lors de la première séance, les élèves sont par groupe de trois alors que dans la dernière séance, ils sont tout seuls : rappelons que les élèves qui sont avec eux ne connaissent pas le jeu. Ce choix est volontaire, le but étant d'évaluer individuellement les compétences de chaque élève. Pendant la première séance, nous avons observé que tous les élèves de chaque groupe ne participaient pas à la même hauteur. Certains élèves jouent le rôle de guide : les plus confiants s'installent d'abord dans les maisons (ou dictent la conduite aux autres) laissant un choix restreint aux autres devant se mettre dans la (les) maison(s) restante(s). Ce constat n'est pas propre à notre situation, nous rencontrons ces types de comportement dans toutes les situations qui proposent un travail de groupes. Concernant les résultats obtenus avec la modalité utilisant les gommettes, ceux-ci sont très encourageants car seulement trois élèves sur toute la classe n'ont pas trouvé du premier essai (mais n'ont utilisé que deux feuilles au total) la solution.

5 Discussion et conclusion

Nous revenons dans cette partie sur les résultats décrits dans le paragraphe précédent mais de façon générale.

Tout d'abord il est important de garder à l'esprit que le hasard doit être pris en compte dans les résultats obtenus. En effet, certains élèves n'utilisent pas les indices de la carte (même si certains d'entre eux prétendent le contraire) pour placer leurs figurines ou du moins ne les examinent pas suffisamment. Quelques élèves réussissent du premier essai, en ayant recours parfois à cette technique. Celle-ci peut aussi être utilisée par des élèves au cours de tentatives supplémentaires (pour les élèves qui expriment une lassitude car ils ne parviennent pas à trouver la solution, par exemple).

Nous pouvons ajouter que dans le cas où l'élève se rend compte d'un mauvais placement d'un de ses personnages, il peut procéder à un simple échange entre deux figurines ce qui peut permettre d'aboutir à la réponse correcte. Effectivement, il n'y a rien d'étonnant étant donné le peu de possibilités que nous avons avec trois maisons, voire quatre.

Plusieurs éléments ressortent de cette séquence, tout d'abord la signification des trois indices utilisés sur l'ensemble des séances a été globalement bien comprise : les élèves sont capables d'expliquer à l'enseignante ce qu'ils signifient cependant une difficulté concernant l'indice des deux tangents extérieurement, énoncée plus haut est apparue. Une des explications de cet obstacle peut être la suivante : un manque d'explication au moment de l'introduction de ce nouveau symbole. Voyant que certains élèves plaçaient les deux figurines dans le même ordre que sur la carte, nous avons introduit ce symbole aux groupes suivants en insistant sur les deux configurations possibles que cela pouvait entrainer. Une autre difficulté concernant cet indice peut être due à la structure de la maison présentée par le jeu, qui propose deux « étages ». En effet, dans la règle du jeu, le compartiment du bas dans lequel sont représentés des arbres, est prévu pour les figurines qui sont des animaux et celui du dessus, où une table et des chaises sont dessinées, pour les personnes. Nous avons choisi de n'utiliser que trois ou quatre personnes et aucun animal, étant donné l'âge des enfants. Peut-être aurait-il fallu cacher un des deux espaces de manière à ne permettre le placement que d'une seule figurine. L'élève D qui place ses figurines dans les deux étages pour signifier qu'elles sont voisines, justifie son choix en évoquant que l'une des figurines est dehors (dans le compartiment de la maison où il y a les arbres). Notons que cette difficulté n'est apparue que lorsque les élèves utilisaient le jeu sous sa véritable forme (tel qu'il est proposé dans le commerce), et non lors des séances où les maisons étaient représentées à la craie sur le sol de la classe (figure 10 p. 26). Concernant l'indice du « cercle plus foncé », une confusion de langage pour quelques élèves entre « a le droit d'habiter » et « doit habiter » a été relevée.

Il faut être vigilant car la lecture correcte d'indices n'aboutit pas forcément à un placement juste des figurines sur les maisons.

Le symbole des deux cercles tangents extérieurement est difficile à comprendre. Il faut en effet se détacher de la représentation iconique des figurines, par exemple l'une F à droite, l'autre F', à gauche du symbole pour envisager que la réponse puisse être que le personnage représenté par F habite dans la maison à gauche de celle où habite le personnage représenté par F'.

Des élèves (notamment R et M) vont être confrontées à des difficultés de repérage dans l'espace, notamment avec les cartes n°39 et n°40 qui obligent l'utilisation d'une quatrième figurine donc d'une maison supplémentaire par rapport aux autres cartes introduites. En effet, lorsqu'il n'y a que trois maisons : nous désignons l'emplacement des maisons de la manière suivante : « maison du milieu », « maison qui est vers la porte », « maison qui est vers la fenêtre ». Quelques élèves confondent les maisons qui sont aux deux

extrémités, plus précisément attribuent au *cercle* qui se trouve vers la porte, la maison qui est vers la fenêtre. Dans le cas où il y a besoin de quatre maisons, la confusion entre les deux maisons qui sont sur les bords a aussi été observée d'où l'introduction de la bande au dessus des maisons (séance 5). Cependant nous ne parlons plus de maison *du milieu* (terme quand même employé par l'élève R). Cette élève, en particulier, présente des difficultés concernant la correspondance entre le deuxième cercle en commençant par la gauche et la deuxième maison en partant de la gauche : elle fait correspondre le deuxième cercle à la troisième maison par exemple. Pour y remédier, la bande à placer au dessus des maisons est de nouveau proposée (figure 14 p. 32).

Quelques stratégies ont pu émerger au cours de cette séquence comme placer en premier les figurines dans les maisons où nous savons où elles doivent se positionner (utilisation de l'indice « cercle foncé »). En effet, il est nécessaire pour trouver la solution de déceler quels sont les indices les plus importants et de les traiter de manière ordonnée. Pour que les procédures des élèves soient transférables et deviennent alors des stratégies, il est nécessaire de leur proposer régulièrement des séances d'entrainements et dans des contextes différents (par exemple comme dans la dernière séance), sinon nous ne pouvons évoquer le terme de *stratégies*.

D'une manière générale, si l'on se base sur l'ensemble de notre séquence, deux élèves (S1 et S2), voire un peu plus (I et D) (sur nos onze élèves de moyenne section de maternelle), sont capables de rentrer dans un raisonnement déductif grâce au problème proposé. Nous pouvons dire que ces élèves arrivent à manipuler les différents modes enactif, iconique et symbolique. La situation-problème proposée est une situation pertinente pour l'apprentissage du raisonnement déductif. Néanmoins, trois élèves (R, B et L) notamment, restent complètement dans le mode enactif, la compréhension des icones et des symboles reste difficile. En ce qui concerne les résultats satisfaisants obtenus en fin de séance 6, nous pouvons parler de « sursaut ». En effet, la répétition de l'activité (plusieurs séances ainsi que trois modalités proposées dans la dernière séance) aboutit à des résultats qui sont positifs, allant dans le sens d'une compréhension de la part des élèves du raisonnement déductif mais nous ne pouvons pas affirmer d'une manière certaine qu'ils soient représentatifs. Il faut être vigilant et proposer en plus de notre séquence, davantage de séances pour qu'une acquisition des compétences soit observée.

Globalement, au vu des résultats obtenus, la forme négative d'une proposition reste plus difficile à comprendre que celle positive. La proposition sous forme négative est plus complexe à assimiler, dans la mesure où la réponse n'est pas tout de suite accessible

Cette étude nous a permis de comprendre les difficultés que la résolution de problème, en l'occurrence sous forme d'un jeu peut poser à des élèves de moyenne section, dont la verbalisation des procédures est difficilement réalisable.

Un autre point concerne la séquence, celle-ci a été construite dans le souci de faire explorer aux élèves différents domaines, le *méso-espace* et le *micro-espace*. Le choix de proposer trois activités avec des modalités différentes dans la dernière séance a pour objectif l'étude du raisonnement de chaque élève, donc des procédures qui en découlent. Pour amener les élèves à recourir progressivement à l'abstraction, (mode iconique et symbolique), notre choix a été de proposer une activité se situant dans le *méso-espace* (première activité de la séance) puis d'en proposer deux autres dans le *micro-espace*. D'après les résultats obtenus, cette première phase de la séance a été vécue de façon difficile, étant donné le nombre de tentatives observées pour aboutir à la solution. Nous pensions que le *méso-espace* permettrait de faciliter la compréhension de la situation problème mais notre étude en a révélée le contraire, comme nous pouvons le voir dans la dernière séance (tableau 7, p. 34) entre la différence du nombre de tentatives réalisées avec la première modalité et le nombre d'essais pour les deux autres modalités. Il est plus difficile d'entrer dans le raisonnement complètement avec le corps que d'utiliser des figurines par exemple

La séquence proposée pourrait être améliorée, en effet aucune séance d'institutionnalisation (en classe entière) n'a été proposée. Toutes les séances se sont déroulées soit par groupes de trois, soit par deux, soit tout seul. Il aurait peut être fallu proposer entre les séances des phases récapitulatives dans lesquelles les procédures auraient pu être mises en valeur pour l'ensemble des élèves

Enfin, il serait intéressant de voir, en prolongement de ce travail expérimental, si les procédures des élèves, mises en place jusqu'ici peuvent être transférables dans d'autres contextes. D'autres jeux de logique mériteraient donc d'être proposés à des élèves de moyenne section de maternelle.

6 Bibliographie

Bachelard, G. (1938), cité dans Brousseau (1998). *Essai sur la connaissance approchée* (third édition). Paris : Vrin.

Barth, B-M. (1985). Jérôme Bruner et l'innovation pédagogique. In : *Communication et langages*. N°66, 4ème trimestre pp. 46-58.

Bloch, I., Gibel, P. (2011). Un modèle d'analyse des raisonnements dans les situations didactiques, étude des niveaux de preuves dans une situation d'enseignement de la notion de limite, *Recherches en didactiques des Mathématiques*, Vol.31, n°2 pp. 191-228.

Brousseau, G. (1998). Théorie des situations didactiques, *Recherches en didactique des mathématiques*, La pensée sauvage éditions.

Brousseau, G. (2000). Les propriétés didactiques de la géométrie élémentaire. L'étude de l'espace et de la géométrie. *Université de Crète*, Rethymnon, pp. 67-83.

Bulletin officiel spécial n°2 (26 mars 2015). Programme d'enseignement de l'école maternelle, *éduscol*.

Brun, J. La résolution de problèmes arithmétiques : bilan et perspectives.

Charnay, R. Apprendre (par) la résolution de problèmes.

Champagnol, R. (1974). Apperçu sur la pédagogie de l'apprentissage par résolution de problèmes. In : *Revue française de pédagogie*, volume 28, pp. 21-27.

Douady, R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet, *Recherches en dialectique des mathématiques*, 7/2, 5-31.

Fromentin, J., Dossat, L., Houdement, C., Matulik, N., Pigot, G., Planchette, P. (2005). Documents d'accompagnement des programmes, *Mathématiques école primaire* p. 7.

Duval, R. (1992-1993). Argumenter, démontrer, expliquer : continuité ou rupture cognitive ? Petit x N°31 pp. 37-61.

Lalande A. (1972), cité dans Brousseau (1998). *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*. Paris : PUF.

Perrain Glorian, MJ. (1997)

Pierrard, A. (2011). Faire des mathématiques à l'école maternelle. CRDP de l'académie de Grenoble.

Vygotski L., (1978). *Mind in Society : the Development of higher psychological processes*, Cambridge Harvard University Press.

Winner, A., Ganor, M. (2009-2010). LOGIKville (jeu) 84 énigmes à résoudre.

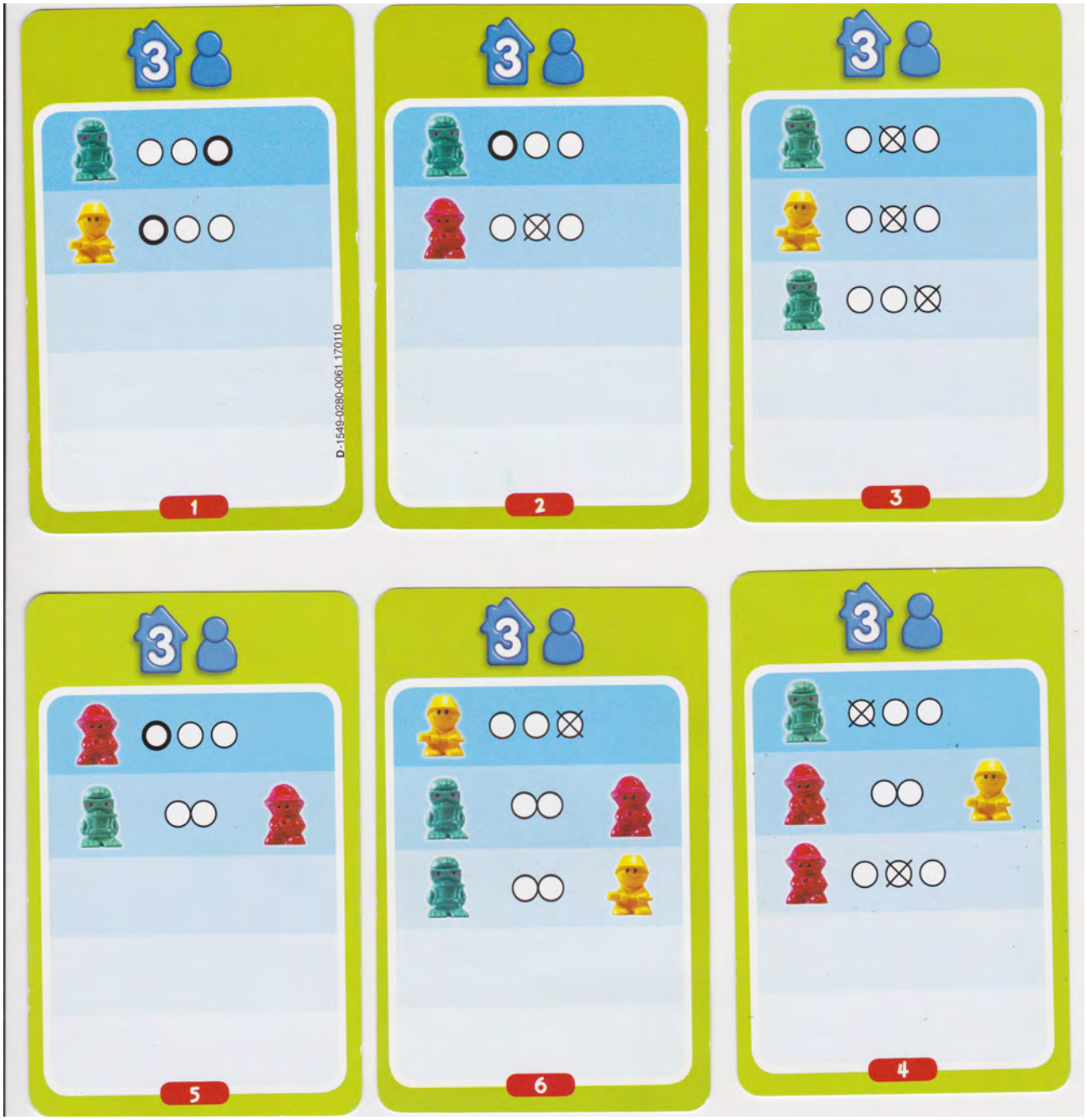
7 Présentation des annexes

ANNEXE 1 : les cartes « énigmes » avec trois maisons et leurs solutions.
ANNEXE 2 : les cartes « énigmes » avec quatre maisons et leurs solutions.
ANNEXE 3 : les trois cartes proposées dans la séance 6.
ANNEXE 4 : la carte ainsi que les résultats de la séance 6 (concernant la modalité 3), des élèves qui ont recours à deux essais pour trouver la solution.

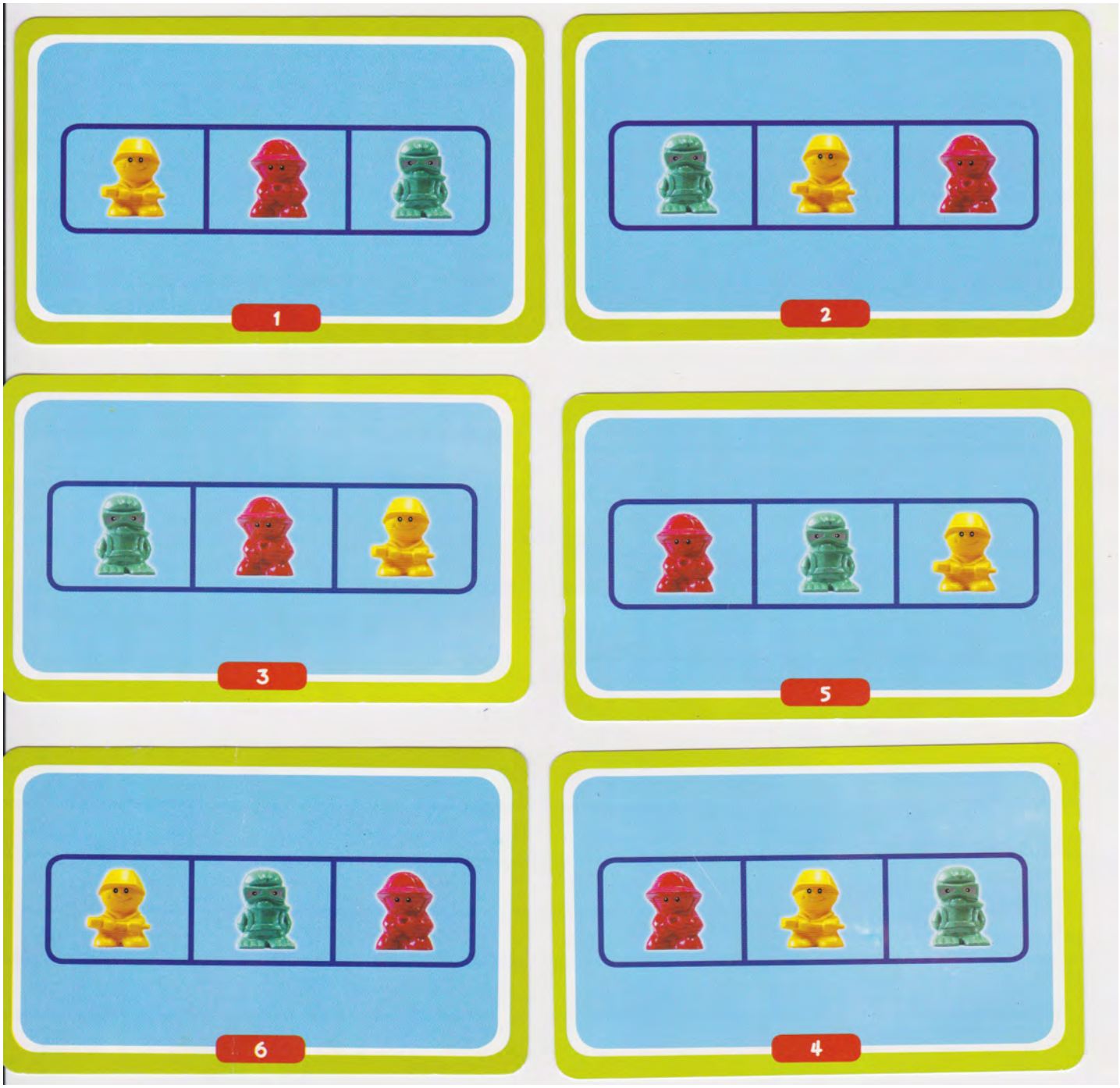
ANNEXES

ANNEXE 1: les cartes « énigmes » avec trois maisons (et trois personnages) (a) et leurs solutions (b).

(a)

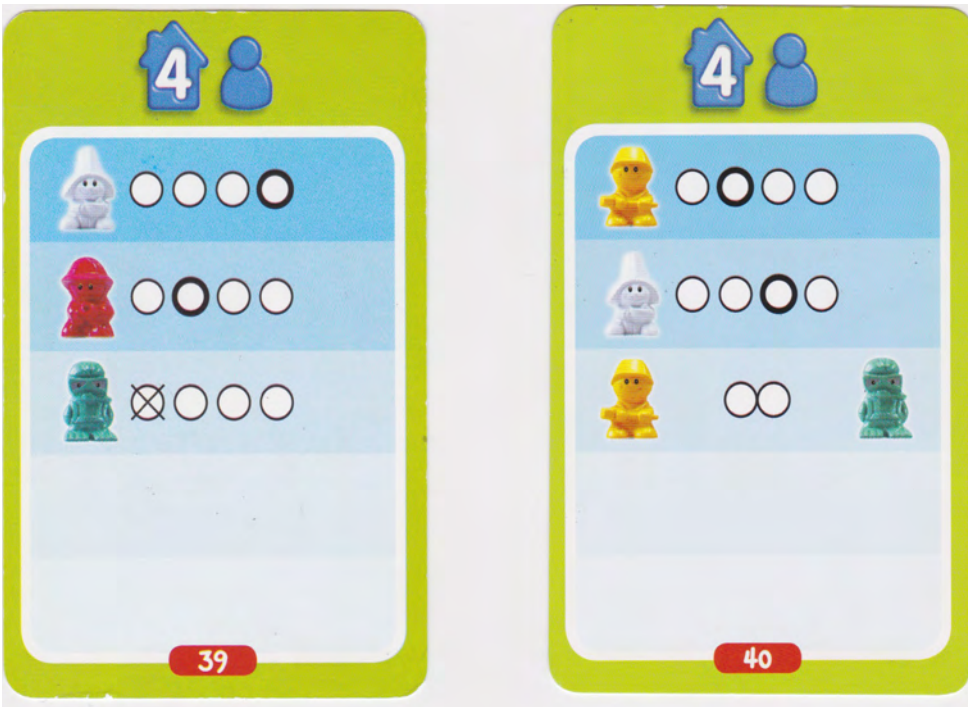


(b)

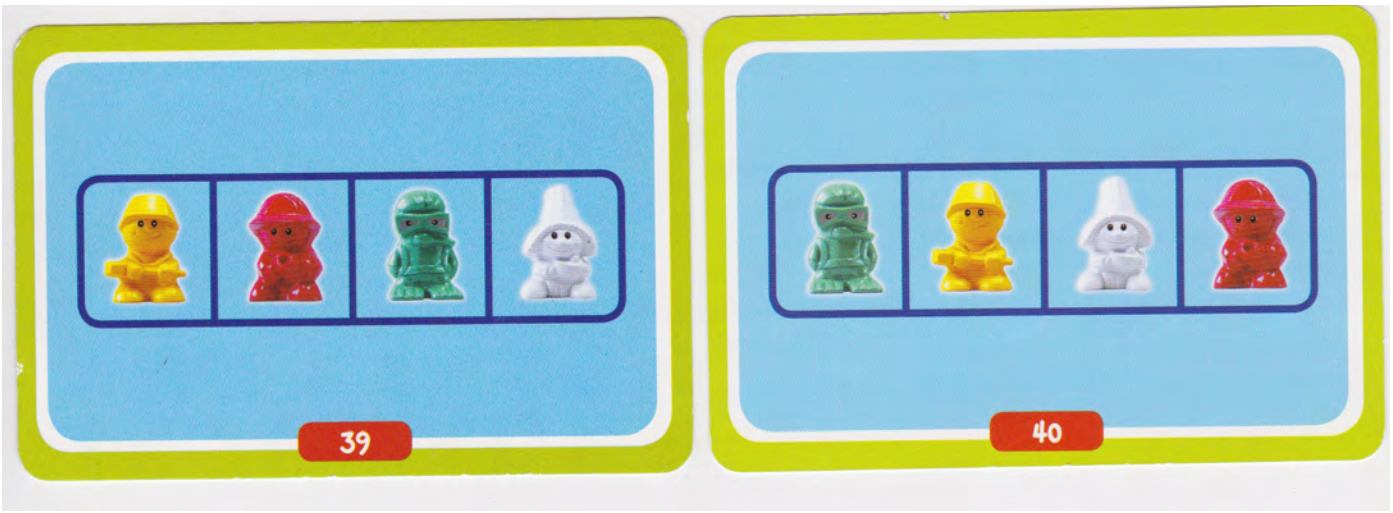


ANNEXE 2 : les cartes « énigmes » avec quatre maisons (a) et leurs solutions (b).

(a)

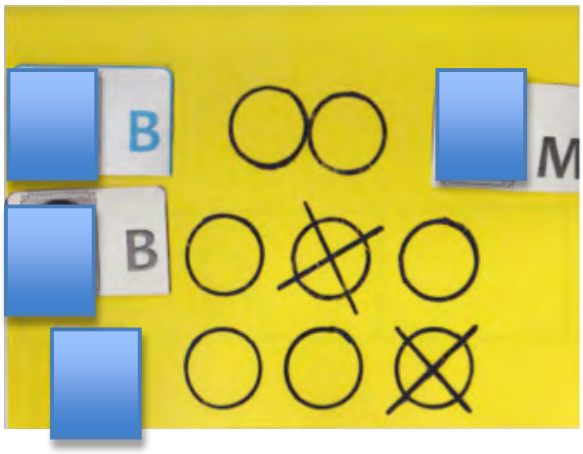


(b)

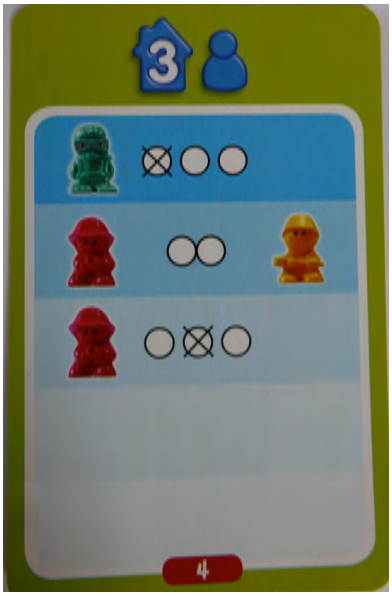


ANNEXE 3 : les trois cartes proposées dans la séance 6.

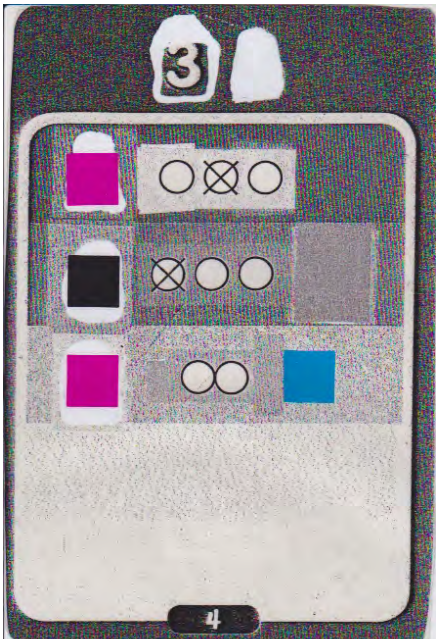
Carte pour la modalité 1



Carte pour la modalité 2

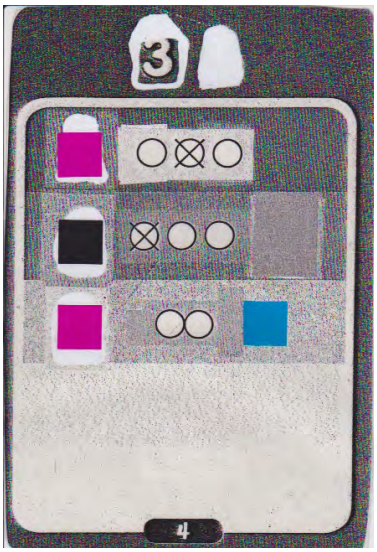


Carte pour la modalité 3



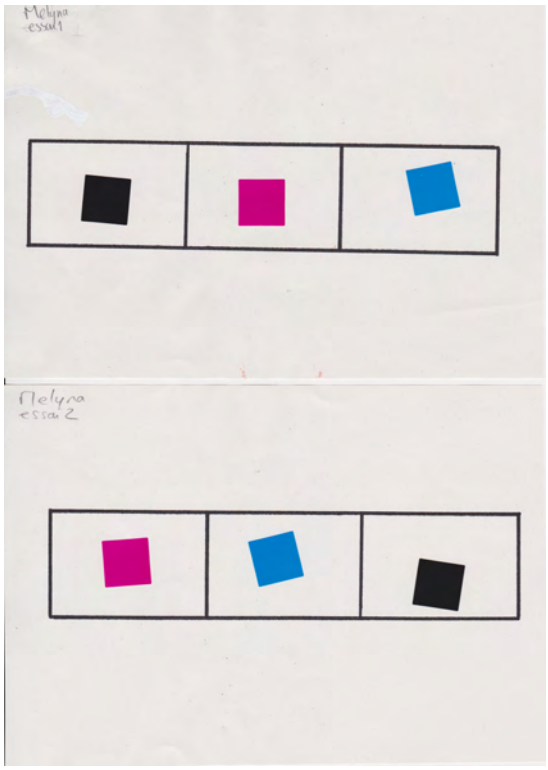
ANNEXE 4 : la carte (a) ainsi que les résultats de la séance 6 (concernant la modalité 3), des élèves qui ont recours à deux essais pour trouver la solution, (b).

(a) Carte proposée aux élèves

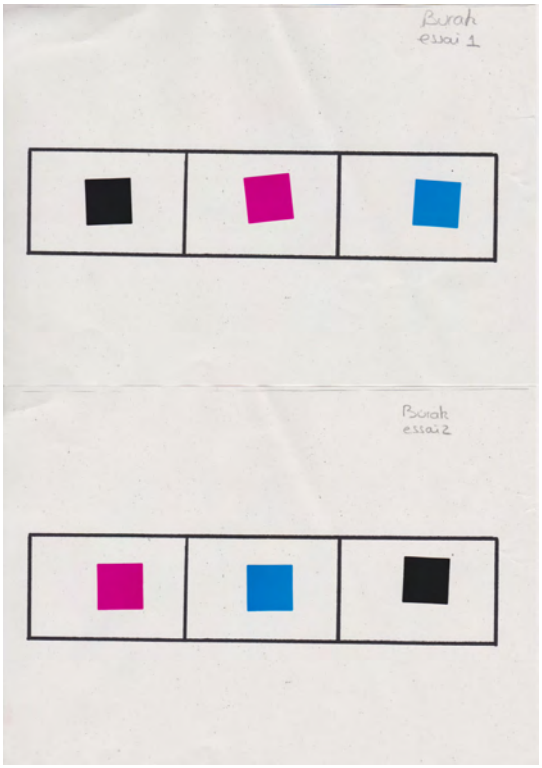


(b) Les productions des trois élèves qui ont fait deux essais

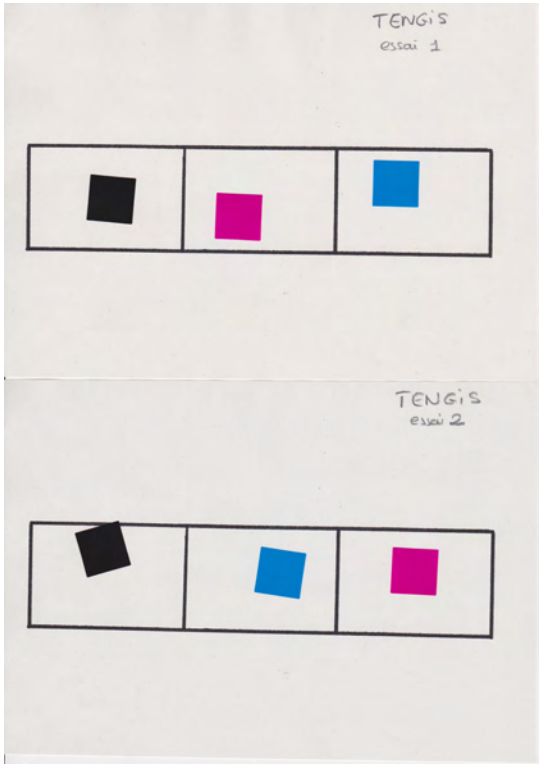
Elève M



Elève B



Elève T



École supérieure du professorat et de l'éducation
Académie de Grenoble

UNIVERSITÉ Grenoble Alpes

UNIVERSITÉ SAVOIE MONT BLANC

Année universitaire 2016-2017

Master 2 *Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation*
Mention Premier degré

Titre du mémoire : Apprentissage de la logique en maternelle
Auteur : Gaëlle Gandit

Résumé : Dans les programmes d'enseignement de l'école maternelle, le jeu et la résolution de problèmes font partie, entre autres, des spécificités d'apprentissages préconisées. Ce constat nous a amené à nous intéresser à ces deux modalités en proposant à une classe de moyenne section de maternelle une séquence fondée sur une situation-problème, prenant appuie sur un jeu du commerce qui s'intitule LOGIKville. Ce jeu de logique qui consiste à placer des figurines dans leur maison correspondante en s'aidant de cartes sur lesquels des indices sont représentés, mobilise des capacités de raisonnement et notamment des capacités de compréhension concernant la disjonction de cas et le raisonnement déductif. Le jeu, dans notre séquence, est présenté sous différentes modalités faisant explorer aux élèves plusieurs espaces, allant du méso-espace au micro-espace. Les résultats principaux de l'expérimentation menée font ressortir une capacité de la part de certains élèves à rentrer dans un raisonnement déductif en manipulant les différents modes enactif, iconique et symbolique. Néanmoins, ces deux derniers modes sont moins accessibles pour d'autres élèves rendant, plus difficile pour eux l'entrée dans le raisonnement déductif.

Mots clés : résolution de problème – jeu de logique – raisonnement déductif – MS d'école maternelle – mode enactif, iconique et symbolique – micro et méso-espace – dévolution.

Summary : In curriculum of nursery school, the game and the problem solving are prominent, that's why we were interested in two specificities of learning. We set up a teaching situation in the second year of nusery school based on problem solving and a game which is called LOGIKville. The goal of this game is to place characters in their house above with the help of indices. This game mobilises thinking capacities in particular the choice between two cases and the deductive thinking. In your teaching situation the game offers different spaces in particular "méso-espace" and "micro-espace". The main results of experimentation point out the capacity of thinking deductive of some pupils passing by different process which are called "enactif", "iconique" and "symbolique". This two last process are more difficult to some of them to enter in deductive thinking.

Key words : problem solving – logic game – the second year of nursery school – deductive thinking– the process "enactif", "iconique" and "symbolique" – thinking "micro and méso-espace" – devolution.