



HAL
open science

L'apprentissage de la logique à la maternelle par le biais d'un jeu

Camille Léothaud-Cuscusa

► **To cite this version:**

Camille Léothaud-Cuscusa. L'apprentissage de la logique à la maternelle par le biais d'un jeu. Education. 2020. dumas-03128889

HAL Id: dumas-03128889

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03128889>

Submitted on 2 Feb 2021

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.

Année universitaire 2019-2020

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

Mention *Premier degré*

L'apprentissage de la logique à la maternelle par le biais d'un jeu

Présenté par Camille LEOTHAUD-CUSCUSA

Mémoire de M2 encadré par Michèle GANDIT

Remerciements

Je tiens à remercier tout particulièrement ma directrice de mémoire, Mme Michèle Gandit, qui m'a accompagnée et guidée tout au long de ce travail de recherche et d'expérimentation et sans qui, rien n'aurait été possible.

Je tiens également à remercier mes élèves qui ont participé avec enthousiasme à l'expérimentation et qui sont donc aussi acteurs de ce mémoire.

Introduction	
1. Présentation didactique et théorique du jeu LOGIKVille	1
1.1 Cadre théorique et présentation du jeu LOGIKVille	1
1.2. Eléments de logique pouvant être utilisés pour résoudre les cartes	4
2. Eléments théoriques	6
2.1. Elements de théorie des situations didactiques selon Brousseau	6
2.2. Situations d’actions, de validation et de formulation à l’école maternelle	10
2.3. La nécessité de l’apprentissage du symbolisme selon Bruner	11
3. Problématique et hypothèses	13
4. Analyse de la séquence a priori	14
5. Résultats et analyse a posteriori de la séquence	22
6. Discussion et Conclusion	29
Bibliographie	33
Annexes	34

Introduction

L'apprentissage de la logique en maternelle peut soulever des questions. Pourtant les nouveaux programmes de l'école maternelle publiés au bulletin officiel édition spéciale datant du 26 mars 2015 font mention d'une section nommée : « Apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes », et plus spécifiquement décrivent des « situations (*où les élèves*) font appel à leurs connaissances, font l'inventaire de possibles, sélectionnent. Ils tâtonnent et font des essais de réponse ». L'apprentissage de la logique, sans jamais être énoncé directement, paraît être important. Comment faire apprendre la logique et permettre à des élèves de maternelle de développer des compétences dans le domaine de la logique ? Passer par le jeu paraît être une solution convaincante. En effet, également mentionné dans les programmes, dans un des axes nommé « Apprendre en jouant », le jeu devient un moyen pour apprendre la logique aux plus jeunes élèves.

Dans le cadre de ce mémoire, j'ai choisi de me questionner et de m'intéresser à l'apprentissage de la logique et plus particulièrement l'apprentissage de la logique chez les enfants de maternelle au travers d'un jeu : le jeu LOGIKVille. L'expérimentation de ce mémoire aura pour objectif de se questionner sur le rôle du jeu, des situations d'action, de formulation et de validation quant à la capacité des élèves à produire des raisonnements logiques et donc à développer la compétence « raisonner » .

Nous effectuerons dans un premier temps une analyse didactique et théorique du jeu LOGIKVille, puis nous verrons les apports théoriques nécessaires pour définir le cadre de l'étude avant d'analyser a priori la séquence proposée. Nous pourrons ensuite détailler les résultats de l'étude et analyser a posteriori la séquence. Nous discuterons ensuite ces résultats et cette analyse avant de conclure.

1. Présentation didactique et théorique du jeu LOGIKVille

La séquence proposée est construite autour d'un jeu de logique : le jeu LOGIKVille. Nous allons commencer par définir ce qu'est un jeu, puis présenter le jeu LOGIKVille en particulier et enfin définir quelques éléments de logique inhérents à l'utilisation de ce jeu.

1.1 Cadre théorique et présentation du jeu LOGIKVille

On peut définir le jeu de cinq manières différentes selon Brousseau (1998). Premièrement on peut le définir comme une activité humaine sans but premier, autre que le divertissement et le plaisir que va en retirer le joueur. Ce sont les notions de plaisir et de joueur qui échangent avec le milieu qui définissent une activité comme un jeu. Le joueur ne doit pas avoir d'autre but que de jouer, il effectue l'activité de manière « gratuite ». Deuxièmement Brousseau (*ibid.*) définit le jeu

comme l'organisation de l'activité : les règles du jeu pour gagner ou perdre. C'est le « game ». Le jeu peut aussi être défini comme « ce qui sert à jouer, les instruments du jeu » (1998, p. 82). De plus, Brousseau définit le jeu comme « la manière dont on joue » (1998, p.82), c'est le « play ». Enfin le jeu peut être défini comme « l'ensemble des positions entre lesquelles le joueur peut choisir dans un état donné du jeu », c'est donc l'ensemble des « coups » possibles que le jeu propose.

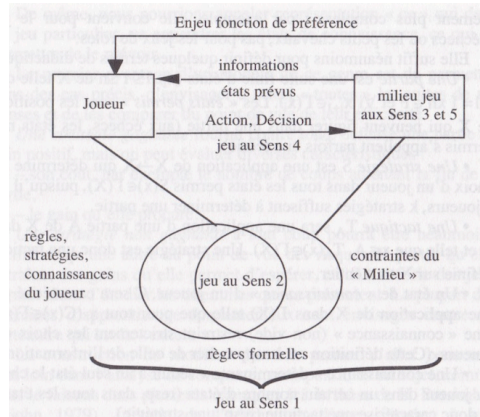


Figure 1 - Schéma explicatif des différents sens du jeu selon Brousseau (1998, p.83)

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons travaillé en adaptant le jeu LOGIKVille. Ce jeu de société a été créé par Avi Winer et Miki Ganor et édité pour la première fois en 2011 par la maison d'édition Asmodée. Le but de ce jeu est de résoudre des énigmes logiques à l'aide d'indices donnés sous la forme de symboles. Les énigmes se présentent sous la forme de maisons et de personnages qu'il faut placer dans les maisons, en respectant des contraintes. Il faut donc, pour le joueur, être à la fois capable de lier le symbole à l'information puis être capable d'utiliser l'information pour trouver le placement du personnage (plusieurs procédures peuvent être envisagées). Le jeu est composé de quatre-vingt-quatre cartes numérotées dont le niveau de difficulté est croissant d'après les auteurs. Chaque carte indique au joueur le nombre de maisons dont il aura besoin ainsi que le nombre et le type de personnages qu'il doit prendre pour résoudre l'énigme. Les énigmes peuvent utiliser entre trois et cinq maisons et entre trois et dix personnages. Chaque énigme possède une unique solution.

Les dix personnages se divisent en deux catégories : cinq personnages humains symbolisés par un métier et une couleur (pompier rouge, maçon jaune...) et cinq personnages animaux de couleur différentes. Chaque personnage humain est dans une maison différente et chaque personnage animal est dans une maison habitée par un personnage humain.



Figure 2 - personnages utilisés lors de la séquence



Figure 3 - Une carte classique du jeu

Dans le cadre de la séquence les cartes ont été retravaillées d'un point de vue graphique : chaque carte a été refaite pour faire apparaître explicitement tous les personnages impliqués dans les énigmes ; elle a été agrandie et plastifiée et une aide symbole a été créée et mise à disposition des élèves durant les phases de réalisation (entraînement et évaluation).

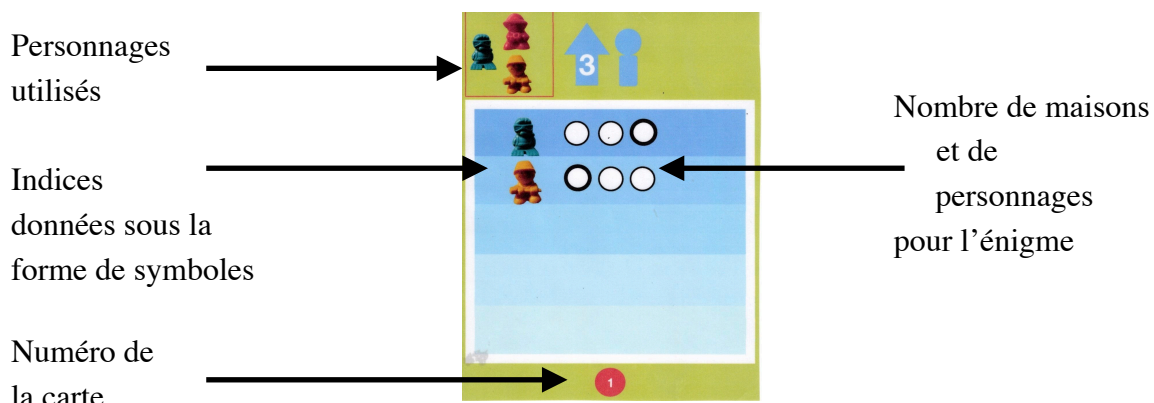


Figure 4 - Une carte modifiée graphiquement et donnée aux élèves

Sept symboles sont utilisés, avec les significations suivantes :

Symboles	Signification
○ ○ ○	« la figurine vit dans la maison indiquée » est représenté par un cercle en gras.
○ ○ ○	« la figurine ne vit pas dans la maison indiquée » représenté par un cercle marqué d'une croix.
○○	« les figurines sont voisines » représenté par deux cercles tangents extérieurement.
○○	« les figurines ne sont pas voisines » représenté par deux cercles tangents extérieurement marqués d'une croix.
A ◁ ▷ B	« la figurine A est placée de ce côté par rapport à la figurine B » est représenté par deux flèches.

Figure 5 - Tableau de signification des symboles

1.2. Eléments de logique pouvant être utilisés pour résoudre les cartes

Il apparaît intéressant de définir quels éléments de logique et quels types de raisonnements peuvent utiliser les élèves en tâchant de résoudre les énigmes logiques.

*Propriété et négation d'une propriété

Selon le dictionnaire Hachette, on peut définir une propriété comme un énoncé affirmant une information propre à quelque chose (un objet). Dans le cas du jeu LOGIKVille on admet comme objets : les personnages (exemple : le maçon jaune) et comme propriétés : les indices donnés sous formes de représentations symboliques du placement des personnages (exemple : le maçon habite dans la maison du milieu). La négation d'une propriété est observée dans certaines cartes. En effet, par exemple dans le cas de ce jeu, on peut avoir la propriété P1 le personnage jaune habite dans la maison 1 ou la négation de la propriété qui peut être NP1 : le personnage jaune n'habite pas dans la maison 1.

* Raisonnements logiques

Pour résoudre les problèmes proposés par les cartes le joueur peut utiliser diverses procédures possibles de résolution basées sur différents raisonnements souvent imbriqués les uns dans les autres.

- Un de ces raisonnements peut être qualifié de raisonnement par essais/erreurs. On peut définir ce qu'on appelle raisonnement par essais/erreurs par la succession de modifications et d'ajustements d'une solution initiale pour résoudre un problème.
- Par exemple, pour la carte 1 (présentée en figure 4) : prenons le cas où le joueur place les personnages en premier avant de lire les indices. Il décide de placer le personnage vert dans la première maison (de la gauche vers la droite), le personnage jaune dans la deuxième maison et enfin le personnage rouge dans la troisième maison. Il va commencer à lire les propriétés.
- La première ligne nous donne la propriété vraie suivante P1 : le personnage vert habite dans la 3ème maison. Le joueur va donc se rendre compte de son erreur et va faire un nouvel essai, cette fois en modifiant le placement du personnage vert, qu'il va placer dans la troisième maison en échangeant avec le personnage rouge.
- Il va lire la propriété vraie P2 : le personnage jaune habite dans la première maison. Le joueur va se rendre compte de son erreur et va faire un nouvel essai, cette fois en modifiant le placement du personnage jaune, qu'il va placer dans la première maison en échangeant avec le personnage rouge. Le joueur ajuste sa réponse en fonction des informations progressives qu'il va recevoir et fonctionne donc par essais / erreurs.

- Le joueur peut également produire un raisonnement par disjonction de cas. On peut le définir comme le raisonnement qui permet de traiter les différents cas sans en oublier aucun en envisageant les différentes solutions possibles.

- Par exemple : pour la carte 1 qui concerne 3 personnages (le vert, le jaune, et le rouge).

- La ligne 1 donne la propriété P1 : le personnage vert habite dans la 3ème maison

- Deux cas sont alors possibles et il n'y en a pas d'autres :

- Soit le personnage jaune habite dans la première maison et le personnage rouge habite dans la deuxième maison.

- Soit le personnage rouge habite dans la première maison et le personnage jaune habite dans la deuxième maison.

- La ligne 2 permet de trancher entre ces deux cas car elle apporte une information supplémentaire, à savoir la propriété vraie P2 : le personnage jaune habite dans la 1ère maison.

- Enfin le raisonnement déductif est utilisé. On peut le définir comme une suite de pas de raisonnement. Un pas de raisonnement est organisé en trois parties : une proposition de départ, une proposition d'arrivée et une règle qui justifie le passage de la proposition de départ à la proposition d'arrivée. Une proposition est ici associée à une propriété comme définie précédemment.

- Prenons l'exemple pour la carte n°1.

- La première ligne nous donne la proposition vraie suivante P0 : le personnage vert habite dans la 3ème maison (de la gauche vers la droite).

- On peut en déduire d'autres propositions vraies, comme par exemple,

P1 : le personnage rouge n'habite pas dans la troisième maison.

P2 : le personnage jaune habite dans la 1ère ou bien dans la 2ème maison.

- La règle qui justifie le passage de P0 à P1, c'est la règle implicite du jeu, à savoir que :

- * tout personnage, en jeu d'après la carte, habite dans une maison et dans une seule,

- * et toute maison contient un personnage et un seul.

On peut considérer que le raisonnement déductif est un enchaînement de tels pas de raisonnement. Par exemple, pour la carte n°1 : la deuxième ligne donne la proposition vraie P4 suivante : le personnage jaune habite dans la 1ère maison. Donc de P0 et P4, on déduit que le personnage rouge habite dans la maison du milieu. Dans le contexte de cette carte n°1, on peut aussi énoncer des propositions fausses, comme, par exemple : le personnage jaune n'habite pas dans la 1ère maison.

On fait l'hypothèse que le modèle implicite de raisonnement correspondant au jeu renferme la règle selon laquelle une proposition est soit vraie, soit fausse. La négation d'une proposition vraie (respectivement fausse) est une proposition fausse (respectivement vraie).

Plusieurs raisonnements logiques valides peuvent être utilisés par les joueurs pour répondre au problème posé par chaque carte.

2. Eléments théoriques

2.1. Elements de théorie des situations didactiques selon Brousseau

Le jeu LOGIKVille va permettre à l'enseignant de proposer à l'élève différentes situations : des situations où l'élève va jouer et construire son raisonnement, des situations où l'élève va pouvoir expliquer son raisonnement, et des situations où l'élève va pouvoir vérifier la validité de sa proposition et éventuellement essayer de comprendre pourquoi il s'est trompé. Ces situations qui vont se succéder peuvent être définies comme des situations d'action, de formulation et de validation telles que Brousseau (*ibid.*) les a décrites. Selon Brousseau (*ibid.*), on peut définir une situation comme un problème proposé par l'enseignant et les processus mis en oeuvre par les élèves pour résoudre ce problème. On peut décrire les situations en analysant les systèmes à partir des échanges entre les protagonistes : élèves, professeur et milieu. On peut observer deux types de situations à l'école : les situations didactiques et les situations adidactiques. Dans le cas de cette expérimentation, les élèves vont jouer à un jeu qui va leur permettre de s'engager dans des raisonnements et de développer certaines compétences, il paraît alors intéressant de s'intéresser particulièrement aux situations adidactiques.

Dans une situation adidactique, selon Brousseau, « l'élève apprend en s'adaptant à un milieu qui est facteur de contradictions, de difficultés, de déséquilibres [...] Ce savoir, fruit de l'adaptation de l'élève, se manifeste par des réponses nouvelles qui sont la preuve de l'apprentissage. » (*ibid.*, p. 48-49). Ces situations adidactiques sont donc l'occasion de provoquer chez l'élève un besoin et une nécessité à utiliser et intégrer des savoirs. L'élève apprend dans le but de faire quelque chose et non pas simplement apprendre pour apprendre dans un unique objectif didactique. La situation proposée à l'élève doit lui permettre de s'engager dans un raisonnement qu'il sait pouvoir mener à bien « sans faire appel à des raisons didactiques » (*ibid.*, p.50). Les situations proposées aux élèves dans le cadre de cette séquence autour du jeu LogikVille peuvent être définies comme adidactiques : les élèves jouent à un jeu et produire un raisonnement devient un moyen efficace pour gagner le jeu.

Dans les différentes situations proposées aux élèves, pour leur permettre d'ajuster leurs actions, certaines rétroactions particulières vont être utilisées. Ces rétroactions ou feed-back sont

définis par Brousseau comme « une influence de la situation sur l'élève. » (*ibid.*, p.31). Cette influence peut revêtir deux aspects : positif ou négatif et a une valeur de « sanction ». C'est cette « sanction » qui va permettre à l'élève de valider ou d'invalider une solution ou une hypothèse. Ce feed-back doit être conçu comme un moyen explicite pour l'élève de se positionner face à la situation. Toujours selon Brousseau le feed-back induit par la situation « doit être étroitement lié à l'apprentissage que l'on essaie de provoquer ». (*ibid.*, p.31).

Ainsi chaque carte du jeu LOGIKVille va permettre de créer plusieurs situations : jouer et raisonner, expliquer son raisonnement et vérifier la validité du raisonnement.

Décrivons premièrement les situations dites « d'action ». Selon Brousseau (*ibid.*) on peut définir une situation d'action comme une situation où chaque action de l'élève sur le milieu lui renvoie une information qui lui permet, grâce au feed-back, de modifier, ajuster et réajuster ou confirmer sa première action et d'en effectuer une seconde. A chaque action de l'élève, selon Brousseau « la situation se modifie ... Au bout de quelques coups, la sanction survient : la partie est gagnée ou perdue » (*ibid.*, p. 29). Dans le cadre du jeu LOGIKVille, les situations d'actions sont les moments où l'élève joue et place les personnages. L'élève effectue donc une action à l'aide de chaque carte, qui lui apporte des informations. Le feed-back peut permettre à l'élève de modifier le placement erroné d'un personnage et donc d'ajuster son action sur la situation au coup suivant.

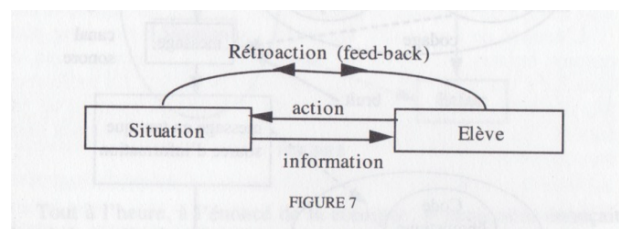


Figure 6 - Schéma situation d'action selon Brousseau 1998 page 32.

On appelle dialectique de l'action la succession de ces situations d'actions qui vont permettre à l'élève de développer des stratégies efficaces mais surtout d'apprendre à raisonner. Dans le cadre du jeu LOGIKVille, l'élève peut, à force de jouer, complexifier son raisonnement et passer d'une stratégie où l'élève choisit le placement d'un personnage aléatoirement, à un raisonnement plus construit. La transition entre ces stratégies peut se faire, selon Brousseau, « en rejetant intuitivement une stratégie antérieure » (*ibid.*, p. 29). La nouvelle stratégie choisie par l'élève sera ensuite testée lors du jeu, c'est à dire « mise à l'épreuve de l'expérience ». Les interactions successives de l'élève avec le milieu sont qualifiées par Brousseau (*ibid.*) de dialectique de l'action. Cette dialectique de l'action se base sur deux principes : premièrement « l'élève est capable d'anticiper sur les résultats de ses choix » et deuxièmement les stratégies construites et

utilisées par l'élève sont décrites par Brousseau comme « en quelque sorte des propositions confirmées ou infirmées par l'expérience dans une sorte de dialogue avec la situation » (*ibid.*, p. 29).

Les élèves utilisent des stratégies de résolution dont ils n'ont pas forcément conscience ou qu'ils n'ont pas la capacité de formuler. Ce phénomène est décrit par Brousseau (*ibid.*) comme le modèle implicite. Les élèves utilisent donc ce modèle implicite de la logique naturelle pour résoudre les défis des cartes. La dialectique de l'action selon Brousseau (*ibid.*) existe bien avant que l'élève soit capable de formuler ses raisonnements. Dans le cadre d'une étude avec des enfants qui peuvent rencontrer des difficultés à verbaliser, cette dialectique de l'action apparaît pertinente, et on peut supposer que certains élèves utiliseront un modèle implicite de logique, au moins au début.

Un deuxième type de situation qui sera créée à partir du jeu LOGIKVille est une situation de formulation. Le modèle de Brousseau (*ibid.*) quant aux situations de formulation, adapté au jeu LOGIKVille, implique que l'élève n'est pas simplement capable de jouer avec une stratégie de logique naturelle (en employant le modèle implicite) mais qu'il est capable de formuler son raisonnement, de « l'argumenter » (en utilisant des mots clés tels que « car », « parce que », « donc ») et d'anticiper le succès ou l'échec de celui-ci. En formulant son raisonnement l'élève accède à deux rétroactions : une rétroaction immédiate et orale de lui même ou formulée par l'enseignant, lors de la formulation de la stratégie (est-ce compréhensible ? Est-ce possible ?) et une rétroaction finale du milieu sur l'élève (le positionnement des personnages est-il correct ? Pourquoi ?). Le simple fait d'utiliser le langage, même composé de phrases basiques, avant d'effectuer l'action constitue selon Brousseau (*ibid.*) la dialectique de la formulation.

Un troisième type de situation est décrit par Brousseau (*ibid.*) : les situations de validation. Les cartes du jeu LOGIKVille vont permettre de créer également ce type de situation. Les situations didactiques de validation ont pour objectif de développer la capacité de l'enfant à posséder une « attitude de preuve ». Ces preuves doivent être mises à l'épreuve de l'autre par différentes rétroactions possibles décrites par Brousseau (*ibid.*). Cette confrontation créée lors de la situation didactique de validation doit permettre aux enfants de ne pas accepter des preuves fausses/insuffisantes et de remplacer une théorie erronée par une théorie correcte. La dialectique de la validation s'attache, par le biais de situations d'action ou de formulation, à permettre à l'élève de découvrir ses erreurs et d'affiner son raisonnement.

D'un point de vue plus général on peut penser que confronter les élèves à ces situations d'action, de formulation et de validation leur permet de développer ce que Brousseau (*ibid.*) qualifie

d'attitude de preuve. En effet le « passage de la pensée naturelle à l'usage d'une pensée logique comme celle qui régit les raisonnements mathématiques, s'accompagne de la construction, du rejet et de la reprise de différents moyens de preuve : rhétoriques, pragmatiques, sémantiques ou syntaxiques » (*ibid.*, p.40). Il en va de même chez l'enfant, toutes proportions gardées. L'apprentissage de l'enfant en logique n'est pas basé sur l'apprentissage de simples « savoirs » mais de compétences à acquérir pour pouvoir utiliser ces savoirs, pour être capable d'accepter ou de réfuter une hypothèse ou une stratégie dans le cadre d'une situation problème, ce qui « exige une attitude de preuve » (*ibid.*, p. 40). Une telle capacité n'est pas innée mais nécessite une construction progressive par le biais de situations telles que Brousseau (*ibid.*) les développe et telles que le jeu LOGIKVille permet de les concevoir.

Le jeu va permettre de construire des situations adidactiques. Il apparaît pertinent de se questionner alors sur la dévolution de telles situations. La dévolution, selon Brousseau (*ibid.*), est le processus qui permet à l'élève de s'approprier le problème jusqu'à sa résolution complète. La dévolution de situations adidactiques, comme celles proposées dans cette expérimentation, peut se diviser en plusieurs étapes ordonnées de résolution :

-L'approche purement ludique : les élèves découvrent le jeu, les personnages, ils ne cherchent pas spécifiquement à les placer correctement mais simplement à les manipuler et à jouer. On peut dire que cette étape précède la dévolution.

-La phase des préférences : les élèves ont compris qu'ils devaient placer les personnages dans les maisons et prennent du plaisir à découvrir s'ils les ont bien placés en observant la correction mais ne font pas encore complètement le lien entre les consignes et le résultat. Ils ne se voient pas comme acteurs du résultat.

-La phase de prise de conscience d'une responsabilité et d'une causalité : c'est le moment où l'élève comprend que ses choix peuvent être différents et que la manière dont il lit les informations et place les personnages détermine de manière causale sa réussite ou son échec au problème proposé. Brousseau (*ibid.*) décrit cette phase comme une étape difficile pour les élèves. En effet, le fait qu'ils comprennent qu'ils sont « responsables du résultat du jeu » n'est pas suffisant. Ils doivent faire le lien avec l'idée que s'ils avaient mieux joué (mis en place une stratégie plus efficace), ils auraient pu obtenir un meilleur résultat.

-La phase des premières anticipations : cette étape est celle où l'élève va commencer à anticiper le résultat de son raisonnement et donc à pouvoir modifier et affiner son raisonnement avant sa prise de décision.

Enfin, selon Brousseau (*ibid.*) on peut parler de dévolution d'une situation adidactique : en effet la dévolution de la situation adidactique est le moment où l'élève est capable de reproduire des succès aux problèmes présentés car il est capable de mettre en place un raisonnement efficace. Cette

dévolution ne peut être que le fruit d'une répétition de tâches qui lui permettent de développer des compétences de raisonnement.

En maternelle, on envisage une étape supplémentaire dans le processus de dévolution, celui du recours à deux espaces pour l'action de l'élève : le micro-espace et le méso-espace.

Brousseau (2000) décrit et caractérise trois types d'espaces, dont deux seront utilisés lors de la séquence :

- « le micro-espace » : c'est l'espace du jeu LOGIKVille tel qu'il est conçu et pensé, et tel que les élèves vont l'utiliser majoritairement.
- « le méso-espace » : c'est l'espace dans lequel se trouve l'élève. Il est acteur de cet espace qu'il peut voir entièrement et concevoir, et dans lequel, toujours selon Brousseau (2000), il peut se déplacer.

2.2. Situations d'actions, de validation et de formulation à l'école maternelle

La présence de situations d'action à l'école maternelle semble évidente puisque c'est par la répétition de ces actions que l'on peut aboutir à la dévolution d'une situation adidactique comme détaillée précédemment. Les situations de formulation et de validation sont plus complexes à intégrer pleinement en maternelle étant donné les difficultés d'expression des sujets. Ces situations seront donc proposées plus ponctuellement et au cas par cas en fonction des élèves.

Les programmes de maternelle du bulletin officiel de 2015 (BOEN n°2, MENE1504759A, 26/03/2015) sont explicites sur le rôle du jeu, du problème et fournissent un cadre structurant pour ce mémoire. Dans la directive « apprendre en jouant » (*ibid.*, p. 4), on peut notamment lire que « le jeu favorise la richesse des expériences vécues par les enfants dans l'ensemble des classes de l'école maternelle et alimente tous les domaines d'apprentissages ». Les jeux, en plus d'être nécessaires au développement du langage et au bien-être des enfants, sont aussi des outils à la disposition de l'enseignant pour viser « explicitement des apprentissages spécifiques ».

Dans la section « Apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes » (*ibid.*, p.4), on peut lire « pour provoquer la réflexion des enfants, l'enseignant les met face à des problèmes à leur portée ». De plus les programmes insistent sur la notion de problèmes « ouverts » avec lesquels les élèves n'ont pas de réponses explicites directes mais au contraire les élèves « recourent des situations, ils font appel à leurs connaissances, ils font l'inventaire de possibles, ils sélectionnent. Ils tâtonnent et font des essais de réponse ». Ce passage souligne l'importance des situations d'action, de la construction de procédures par des situations de formulation et enfin de la présence de situations de validation.

2.3. La nécessité de l'apprentissage du symbolisme selon Bruner

Le jeu va permettre de construire des situations adidactiques construites sur la présence de symboles et d'indices. Ces situations poussent les élèves à utiliser ces symboles pour construire un raisonnement, il apparaît donc intéressant d'observer la posture de l'élève et de s'interroger sur la nécessité de l'apprentissage du symbolisme par des élèves de maternelle mais aussi sur la pertinence de telles situations chez de jeunes élèves.

Bart (1985) revient sur les idées de Jérôme Bruner, psychologue américain, sur la position de l'enfant face à un problème « Bruner considère l'enfant qui apprend comme un chercheur : il cherche à établir des régularités dans ce qu'il vit et essaye de trouver une structure significative pour organiser des éléments a priori sans lien. Il n'apprend pas des faits par cœur mais essaye de voir les relations entre elles » (1985, p. 47). Bart (*ibid.*) semble mettre en avant la posture dans laquelle l'élève se place. L'élève devient donc acteur de la recherche, à force de répétition d'un ou de problèmes, il structure ses procédures de résolution pour les éprouver, les valider ou les invalider. Ce processus lui permet de développer et d'affiner des compétences et des savoir-faire.

Pourquoi enseigner la logique à des enfants de quatre ou cinq ans ? Si la question semble pertinente, c'est que l'on peut douter de la capacité d'un enfant de maternelle à se confronter à des situations de recherche qui peuvent nécessiter des procédures de résolution structurées et complexes. Bart traduit et reformule la pensée de Bruner et explique que « l'idée de base est qu'on peut toujours réduire une notion à son essence et l'exprimer de façon qu'un jeune enfant puisse la saisir, à condition d'avoir préparé l'enfant à l'avance » et que « tout sujet peut être enseigné à tout enfant, quel que soit son âge, sous une forme intellectuellement honnête » (*ibid.*, p. 49).

L'apprentissage de la logique par le jeu LOGIKVille est associé à la nécessité de l'utilisation du symbolisme, en effet, les informations sont données sous formes de symboles. Ce jeu, par le fait qu'il développe des compétences logiques, permet le passage à l'abstraction. Bart (*ibid.*) reprend les découvertes de Bruner qui a référencé trois modes de représentations qui permettent d'apprendre et de passer progressivement du concret à de l'abstrait.

Selon Bart, Bruner explique que « le développement cognitif » est stricto-sensu « l'évolution de ces trois modes » (*ibid.*, p. 51), c'est à dire que pour apprendre, développer, compétences et savoirs, le passage successif et parallèle de ces trois modes semble primordial.

Le premier mode est le mode « enactif ». Ce mode est le premier que les élèves vont utiliser et rencontrer dans leur scolarité : c'est le mode de « l'action », de la « manipulation ». On peut faire le lien avec les situations d'action décrites par Brousseau (*ibid.*). Les élèves vont pouvoir manipuler les personnages et les placer dans les maisons. Le savoir mis en jeu par ce mode est un

« savoir-faire ». L'élève connaît quelque chose car il « sait le faire ». Le passage par ce mode est très important. Le sens du toucher est fortement utilisé pour permettre à l'élève de comprendre son action et son geste. Dans le cadre de ce mémoire la phase de découverte et de manipulation sera très importante. La prévalence de ce mode chez les jeunes sujets justifie la présence dans la séquence de tels moments.

Le second mode de Bruner que décrit Bart (*ibid.*) est le mode « iconique ». C'est le mode de l'apprentissage par l'image ou par la représentation visuelle proche. L'idée selon Bruner est de mentaliser l'image, de la produire cognitivement même si l'objet de recherche n'est pas visible. Bart (*ibid.*) parle d'une « action transformée en image mentale ». D'un point de vue cognitif, on est déjà dans l'abstraction et on doit pouvoir prévisualiser une action ou la représenter par un dessin. En maternelle, le recours au dessin d'une mascotte de la classe installée dans une maison correspond à ce mode ; ce n'est plus de l'action pure comme dans le mode « enactif » mais déjà une représentation (dessin, image) d'une action. Cette représentation de l'action peut être perçue comme le premier pas vers des situations de formulation telles que décrites par Brousseau (*ibid.*).

Le troisième mode est le mode « symbolique », c'est à dire « une « traduction » de la représentation iconique en une représentation abstraite » (*ibid.*, p. 52). Ce mode de représentation utilise des symboles choisis arbitrairement, sans liens évidents ou directs avec la réalité de l'action. Bruner parle de « symboles qui sont déconnectés et arbitraires. Un « mot ni ne désigne son signifié du doigt, ni ne lui ressemble comme « une image » » (*ibid.*, p. 52). Ce mode est le mode des mathématiques par excellence car selon Bart (*ibid.*) il permet une grande condensation d'informations. Ce système de symboles choisis arbitrairement et pourtant porteurs d'un sens accepté par tous est exactement le système choisi dans le jeu de LOGIKVille. C'est la capacité à partir de symboles, d'y associer un sens pour en retirer une information dont on se sert pour construire un raisonnement. En effet les élèves apprennent la signification de ces symboles et « acceptent » de les utiliser dans le cadre du défi logique. On pourra apprécier la capacité des élèves à utiliser ce mode lors des situations de formulation. Le fait de se prêter à cette convention est un premier pas pour les élèves vers l'acceptation d'un système universel : le langage mathématique.

Ces trois modes ne sont pas figés dans le temps, ni liés à l'âge d'un individu mais sont trois modes de représentations qu'il faut utiliser à tout âge pour permettre à un individu de comprendre, apprendre et structurer savoirs et compétences. Selon Bart « faire des progrès dans un domaine donné veut, en général, dire utiliser ces trois modes en progressant d'un mode à l'autre. » (*ibid.*, p. 53). L'idée principale est que ces modes de représentations sont complémentaires et que « leur interaction est primordiale pour l'apprentissage. » (*ibid.*, p. 53).

Bart décrit ainsi la spirale de Bruner : « l'image d'une spirale pour décrire différentes phases de l'acquisition des connaissances : en passant d'un mode de représentation à l'autre, en reprenant

les données par des modes différents et dans des contextes divers la pensée évolue vers une plus grande abstraction. » (*ibid.*, p. 53). Cette spirale comprend les trois modes qui « fonctionnent comme trois systèmes parallèles pour traiter l'information » (*ibid.*, p. 53). Selon Bart, il apparaît primordial de proposer aux élèves alternativement ces trois modes de représentations pour leur permettre de construire de manière stable et solide les compétences souhaitées. Selon Bart « c'est le conflit entre deux modes qui stimule la croissance cognitive. » (*ibid.*, p. 53).

3. Problématique et hypothèses

Notre questionnaire porte sur l'utilisation du jeu LOGIKVille en maternelle. Nous formulons notre problématique de la manière suivante. Dans quelles mesures l'utilisation du jeu LOGIKVille, générant la création de situations d'action, de formulation et de validation, et portant des informations sous forme symbolique, permet-elle à des élèves de moyenne section de construire des raisonnements logiques et donc de développer la compétence « raisonner » ?

Les hypothèses que nous testons sont :

- Des élèves de moyenne section sont capables de comprendre des propriétés sous la forme de symboles pour résoudre un problème de logique dans des situations d'actions.
- L'utilisation du jeu LOGIKVille et la confrontation à une situation adidactique aident les élèves à produire et, dans des situations de formulation, à expliciter un raisonnement pour répondre à un problème.
- Le passage du micro-espace au méso-espace peut aider les élèves à produire un raisonnement logique.
- Des élèves de moyenne section confrontés à des situations de validation sont capables d'appliquer un « contrôle » à leur raisonnement et donc de le valider ou de l'invalidier.

Pour mettre à l'épreuve ces hypothèses, nous avons conçu une séquence de huit séances et nous l'avons expérimentée avec nos élèves de moyenne section de maternelle. L'expérimentation portera donc sur seize élèves de moyenne section dans une classe double niveau de petite et moyenne section de vingt-cinq élèves. Le groupe de moyenne section est un groupe hétérogène : sur seize élèves, trois élèves présentent des facilités et trois autres des difficultés marquées dont une élève qui a d'importantes difficultés langagières.

Nous allons analyser a priori la séquence afin d'anticiper les procédures possibles que les élèves peuvent utiliser, de détailler les séances avant d'en construire une analyse a posteriori.

4. Analyse de la séquence a priori

Dix cartes ont été sélectionnées pour cette séquence. Les cartes sélectionnées pour tous les élèves sont les cartes 1 à 8. Celles prévues additionnellement pour les élèves avec des facilités sont les cartes 10 et 11. Pour résoudre les problèmes proposés par ces cartes les élèves utiliseront trois maisons et donc trois personnages : le pompier rouge, le maçon jaune et le plongeur vert.

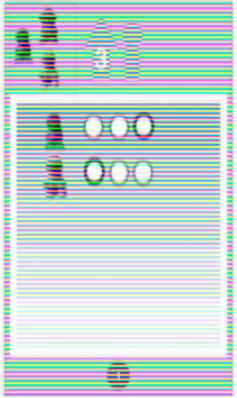
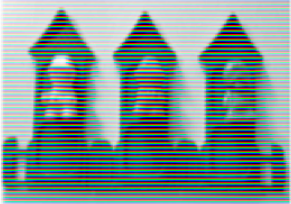
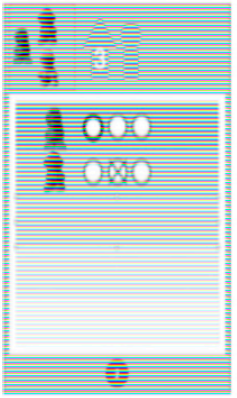
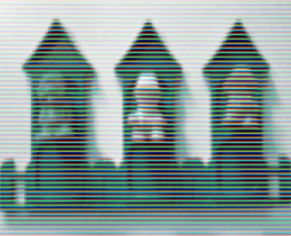

Les cartes ont été choisies selon plusieurs critères :

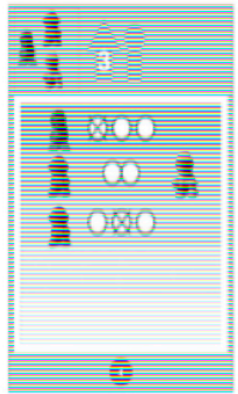
- le nombre de personnages et de maisons,
- la présence de cartes ne comportant que des indices donnés sous la forme de négation des propriétés (cartes 3 et 8),
- la présence de cinq symboles différents,
- le niveau de raisonnements/ procédures attendus.

En fonction des cartes choisies, selon les critères précédents, il apparaît intéressant d'observer les procédures possibles que les élèves peuvent utiliser pour résoudre le problème proposé par chaque carte.

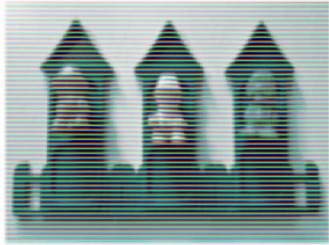
On notera pour toutes les cartes que l'élève peut résoudre le problème proposé par la carte en plaçant correctement les personnages sans lire les consignes ou par essais/erreurs et ces procédures ne seront pas détaillées à chaque fois dans le tableau afin d'en rendre la lecture plus aisée et d'optimiser la taille de celui-ci. On notera également que chaque carte peut permettre de bâtir une situation d'action, une situation de validation et une situation de formulation. La carte elle-même constitue le milieu matériel auquel va être confronté l'élève.

Dans les procédures décrites le terme « proposition » est associé à la notion de propriété définie précédemment.

Carte	Solution	Procédure(s) possible(s) de résolution
 <p>Carte 1</p>		<p>On peut lire la première proposition et placer le plongeur dans la maison de droite, puis placer le maçon dans la maison de gauche et en déduire le placement du pompier dans la maison du milieu. On peut aussi parvenir au même raisonnement en ne suivant pas l'ordre des propositions et placer le maçon en premier, puis le plongeur et en déduire enfin le placement du pompier. Dans les deux cas c'est un raisonnement par déduction.</p>
 <p>Carte 2</p>		<p>On peut lire la première proposition et placer le plongeur en premier dans la maison de gauche, puis lire la deuxième proposition et comprendre que le pompier n'est pas dans la maison du milieu, le placer alors dans la maison de droite puis placer le maçon dans la maison du milieu, ou inversement (placer d'abord le maçon puis le pompier). C'est un raisonnement par déduction.</p>
		<p>On peut lire les deux premières propositions et comprendre que le plongeur et le maçon ne peuvent être placés au milieu, et</p>

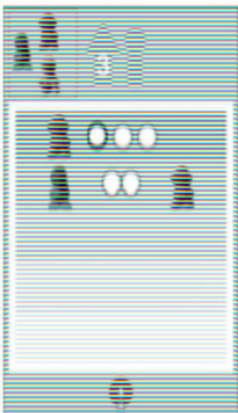


Carte 4

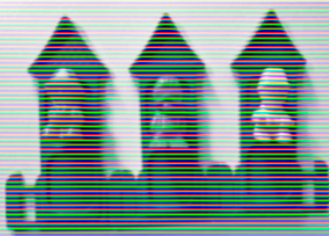


On peut lire les deux dernières propositions en premier, en déduire que le maçon et le pompier sont voisins et que le pompier ne peut pas habiter dans la maison du milieu. On peut alors placer le maçon dans la maison du milieu. Puis à l'aide de la dernière proposition, comprendre que le plongeur ne peut pas être dans la maison de gauche et le placer alors dans la maison de droite. C'est un raisonnement par disjonction de cas et par déduction.

Cette procédure est complexe et on peut penser que la plupart des élèves qui réussiront à résoudre le problème proposé par cette carte produiront un raisonnement par essais/erreurs.



Carte 5

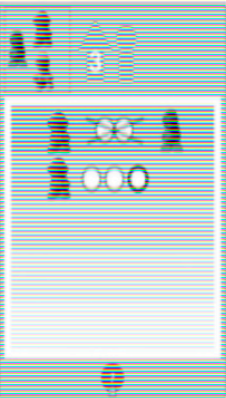
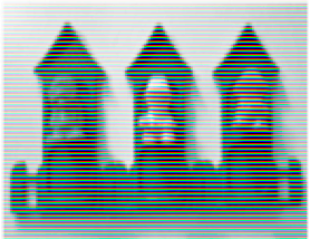
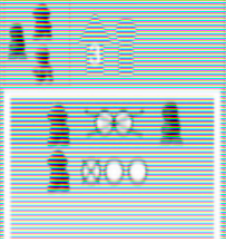



On peut lire la première proposition et placer le pompier dans la maison de gauche. On peut ensuite lire la seconde proposition, comprendre que le pompier et le plongeur sont voisins et placer alors le plongeur dans la maison du milieu. Enfin en déduire le placement du maçon dans la maison de droite. C'est un raisonnement déductif.



On peut lire les deux dernières propositions et comprendre que le plongeur est à la fois voisin du maçon et à la fois voisin du

Figure 7 - Tableau des procédures possibles de résolution des problèmes proposés par les cartes

 <p>Carte 7</p>		<p>On peut lire la première proposition : le plongeur et le pompier ne sont pas voisins et donc placer le maçon au milieu. On peut ensuite lire la seconde proposition et placer le pompier dans la maison de droite et le plongeur dans la maison de gauche. On peut aussi lire la seconde proposition qui est explicite en premier et placer le pompier dans la maison de droite. Puis lire ensuite la première proposition et comprendre que le pompier et le plongeur ne sont pas voisins. On peut alors placer le plongeur dans la maison de gauche par déduction puis le maçon dans la maison du milieu. Dans les deux cas, c'est un raisonnement déductif.</p>
		<p>On peut lire la première proposition, comprendre que le plongeur et le pompier ne sont pas voisins et donc placer le maçon au milieu. On peut ensuite lire la seconde proposition, comprendre que le pompier ne peut pas être dans la maison de gauche, le placer dans la maison de droite et placer le plongeur dans la maison de gauche. C'est un raisonnement déductif</p>

L'objectif final d'apprentissage de cette séquence est, pour les élèves, de mettre en place des procédures logiques pour pouvoir résoudre un problème logique impliquant du symbolisme ainsi que la capacité à exercer un contrôle à un raisonnement. Les objectifs secondaires sont de travailler sur les compétences de latéralisation et de travailler les capacités d'autonomie relatives à la maternelle.

Les capacités travaillées au cours de la séquence sont :

- être capable de comprendre le sens d'un symbole choisi « arbitrairement » après l'avoir déjà étudié.
- être capable de construire un raisonnement qui permet de résoudre un problème (par essais/erreurs ou par disjonction de cas ou par déduction)
- être capable de comprendre une donnée liée à la latéralisation et donc de passer de l'espace de sa feuille à l'espace de résolution du problème (maison des personnages ou cerceau dans le méso-espace lors de la séance 6).
- être capable de comprendre la négation d'une propriété et ses conséquences sur un problème.

La séquence est composée de 8 séances de 30 minutes.

Les pré-requis pour cette séquence sont d'avoir des connaissances relatives au milieu que l'élève doit posséder : connaître et comprendre les termes « voisins/ voisines », « de ce côté », « par rapport » et utiliser et maîtriser la correspondance terme à terme. Il est également important que les élèves possèdent déjà une attitude de travail c'est à dire de réussir à se canaliser pour réaliser une activité cognitivement importante.

Remarque : le matériel sera accessible en libre accès sur les temps d'accueil des semaines précédant la séquence pour les élèves afin qu'ils puissent librement manipuler et se familiariser avec le matériel. La fiche séquence est placée en annexe 1.

*Séances détaillées

La séance 1 est une séance de découverte et d'introduction à la séquence. L'objectif d'apprentissage de cette séance est, pour les enfants, de réussir à associer un symbole à sa signification et de trouver dans quelle maison vit chaque personnage. Cette séance se concentre sur les deux premières étapes de la dévolution d'une situation adidactique selon Brousseau (*ibid.*) : l'approche ludique du jeu mais aussi la phase des préférences. Pour capter l'attention et l'intérêt des enfants, le choix des personnages se porte sur Mimi la mascotte de la classe, Loulou et Groupes deux autres personnages que les élèves connaissent. Les trois maisons du jeu LOGIKVille ont été reproduites à l'identique avec du papier cartonné bleu pour que les élèves puissent manipuler et

passer par le mode enactif. On explique aux enfants que Mimi s'est perdue, et qu'elle ne sait plus dans quelle maison elle habite. Heureusement elle a pu nous laisser des indices : les symboles. Mimi et ses amis doivent retrouver chacun leur maison. Ces trois configurations nous permettront de travailler sur tous les symboles et nous permettront aux élèves de passer alternativement par les mode enactif et iconique, et de commencer à passer par le mode symbolique tels que Bruner et Bart (1985) les ont décrits. Cette séance s'effectue en groupe de 8 élèves, le travail est collectif mais chaque élève doit répondre et s'interroger sur les symboles. Un temps d'interaction entre les élèves est prévu. La séance se conclut par un rappel des symboles et la prise de photos qui permettront de construire la fiche d'aide aux symboles introduite dans la séance 2.

La deuxième séance est une séance de réinvestissement et de mise en contexte des symboles découverts lors de la première séance. L'objectif d'apprentissage pour les élèves est de mémoriser les informations liées aux symboles et de découvrir le matériel du jeu de manière guidée. En effet, les élèves ont eu accès au jeu sur les temps d'accueil afin de découvrir, manipuler et jouer librement avec le jeu, ce qui leur permettra d'être dans une dynamique d'apprentissage lors de cette séance. Les élèves passeront principalement par le mode symbolique. Ils doivent replacer chaque personnage du jeu à l'aide des symboles inscrits sur les cartes 0 et 0' créées. Ces cartes comportent uniquement des indices explicites et n'ont pas pour objectif de permettre aux élèves de produire des raisonnements mais simplement de leur permettre de réinvestir et d'utiliser en contexte les symboles découverts en séance 1. En introduction de la séance, on introduit la carte d'aide symbole créée à l'aide des photos prise en séance 1, ce qui est l'occasion d'un rappel collectif des symboles. Les élèves sont ensuite placés en groupe de quatre élèves : un élève possède la carte 0, un élève la carte 0', un élève la carte solution 0 et un dernier la carte solution 0'. Les élèves tournent et changent de rôle jusqu'à avoir joué tous les rôles. Cette seconde séance est une situation d'action, et on peut s'attendre à voir certains élèves encore être dans la phase de choix par préférence et certains autres commencer la phase de prise de conscience d'une responsabilité et d'une causalité telles que Brousseau (*ibid.*) les a décrites.

La séance 3 est la première séance où les élèves vont être confrontés à des cartes avec des informations implicites, ce qui va les pousser à produire une stratégie, logique ou non, élaborée ou non, pour résoudre l'énigme et trouver dans quelle maison va chaque personnage. L'objectif d'apprentissage de cette séquence est donc de comprendre des informations sous forme de symboles pour résoudre un problème logique et répondre à la question : dans quelle maison habite chaque personnage ? Cette séance est la première séance où les élèves vont devoir passer par le mode symbolique tel que décrit par Bruner et Bart (1985) pour résoudre un problème. La séance débute par une phase collective de rappel des symboles et d'un rappel des règles et consignes. Cette phase

est l'occasion d'une phase de modélisation où l'on peut « mettre un haut-parleur sur sa pensée » et montrer une méthode de résolution d'un problème aux élèves. Les élèves sont ensuite placés en binômes de niveau homogène (carte et solution) et changent de rôle ensuite. Les cartes 1, 2, 4 et 7 sont introduites. Les élèves doivent résoudre les cartes 1, 2 et 7. La carte 4 est donnée aux élèves qui ont plus de facilités ou d'avance.

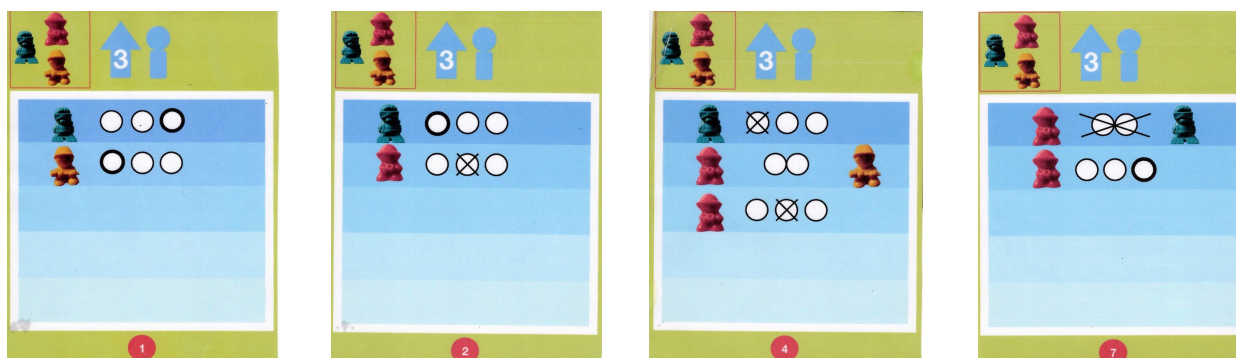


Figure 8 - Rappel cartes 1, 2, 4 et 7

L'élève place les personnages et, quand il valide, il doit le dire à son binôme. S'il ne dit rien, alors son binôme doit lui demander s'il est sûr afin que l'élève « joueur » valide. Si le placement est correct alors l'élève « correcteur » lui donne la correction, et si la solution est incorrecte il lui dit que ce n'est pas la bonne solution. A l'aide de ce feed-back, l'élève « joueur » peut modifier son placement. Au bout de 3 coups, s'il ne trouve pas la bonne réponse, la solution lui est donnée.

La séance 3 est la première séance où les élèves vont être mis en situation d'action, de validation et peut-être de formulation pour certains d'entre eux. On observe que cette séance va également être celle où la plupart des élèves vont passer à la phase de prise de conscience d'une responsabilité et d'une causalité telle que Brousseau l'a décrite (*ibid.*).

Remarque : entre la séance 3 et la séance 4 les élèves ont un accès libre au jeu pour s'entraîner sur des temps d'autonomie en s'inscrivant à l'atelier et doivent tous obligatoirement s'y inscrire au moins une fois. Cet atelier a pour objectif de permettre aux élèves de se trouver confrontés de manière répétée à des situations d'action, afin qu'ils puissent développer des stratégies efficaces éprouvées par l'expérience, d'observer l'attractivité de l'activité sur les élèves et s'il existe un lien entre les élèves ayant le plus répété l'activité et les élèves réussissant le mieux.

La séance 4 est une séance d'évaluation formative. Les élèves sont pris individuellement à part par l'enseignant qui leur propose de résoudre les énigmes proposées par les cartes 1, 2, 4 et 7. L'enseignant remplit une grille d'évaluation (placée en annexe 2) et questionne l'élève sur sa stratégie. C'est lors de cette séance que l'on pourra observer si certains élèves sont capables d'atteindre déjà la phase d'anticipation du résultat comme décrite par Brousseau (*ibid.*). On pourra

également apprécier la capacité des élèves à passer par le mode symbolique lors de cette séance. Celle-ci sera également l'occasion de proposer aux élèves des situations d'action et de formulation. Les situations de validation n'apparaîtront concrètement qu'à partir de la séance 5.

La séance 5 est également une séance où les élèves doivent lire les symboles pour en tirer des informations qui leur permettent de produire un raisonnement pour répondre à l'énigme logique. Au début de la séance, la ritualisation d'un contrôle du raisonnement (relecture et contrôle) sera expliquée aux élèves. De plus la particularité de cette séance est l'introduction de cartes (3 et 8) comportant uniquement des négations des propriétés pour résoudre le problème.

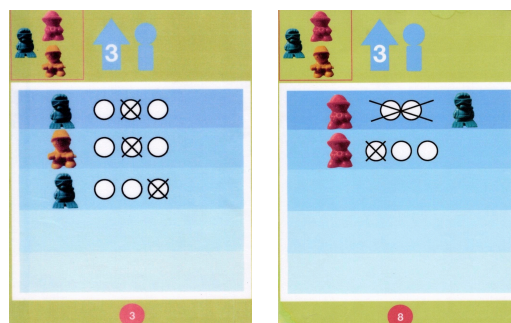


Figure 9 - Rappel cartes 3 et 8

L'objectif d'apprentissage de cette séance est de résoudre les problèmes basés sur les négations des propriétés et d'observer la validité de celles-ci. La tâche des élèves est la même que celle de la séance 3 : répondre à la question « dans quelle maison habite chaque personnage ? ». Les élèves sont placés en binôme. La séance 5 étant dans la continuité de la séance 4, on peut penser que de plus en plus d'élèves parviendront à la phase d'anticipation du résultat décrite par Brousseau (*ibid.*) et on pourra alors parler de dévolution complète d'une situation adidactique.

La séance 6 est une séance de réinvestissement des apprentissages dans un espace différent : les élèves vont passer d'un micro-espace, celui du bureau, à un méso-espace celui de la salle de motricité où ils évoluent. L'objectif d'apprentissage de cette séance est de réinvestir un raisonnement dans un espace différent pour observer si cela facilite le dit raisonnement. La tâche des élèves est de placer leurs camarades dans les bons cerceaux. La séance se déroule en classe entière dans la salle de motricité. Les élèves sont répartis par quatre : trois avec des chasubles bleues, rouges ou jaunes et un joueur. Chaque joueur choisit une carte et doit verbaliser à ses camarades dans quels cerceaux ils doivent se mettre sans les toucher (exemple : « N. tu vas dans le cerceau du milieu »). Quand le joueur pense avoir la solution, il appelle l'enseignante qui invalide ou valide la réponse. Si la réponse est validée alors les enfants inversent les rôles, jusqu'à ce que tous les enfants aient eu le rôle de joueurs. L'enseignante remplit une grille de réussite des élèves. Cette séance propose aux élèves des situations d'action, de formulation et de validation. On

présuppose que la plupart des élèves seront capables de résoudre les problèmes proposés par les cartes en étant confrontés à la dévolution d'une situation adidactique et pourront concentrer leur attention sur le changement d'espace.

Remarque : entre la séance 6 et la séance 7, des temps d'entraînement sur les temps d'autonomie sont proposés aux élèves. Toutes les cartes, sauf la 10 et la 11, sont mises à la disposition des élèves (même la 5 et 6 qui n'ont pas été introduites et seront utilisées en séance 7).

La séance 7 est la séance d'évaluation sommative. L'enseignante a pour objectif d'observer, après six séances, les stratégies et les procédures mises en place par les élèves pour résoudre un problème de logique et leur rapport au mode symbolique de Bruner décrit par Bart (1985). L'enseignant prend chaque enfant individuellement et remplit une grille d'évaluation détaillée (placée en annexe 2). Les cartes utilisées sont les cartes 3, 8, 5 et 6.

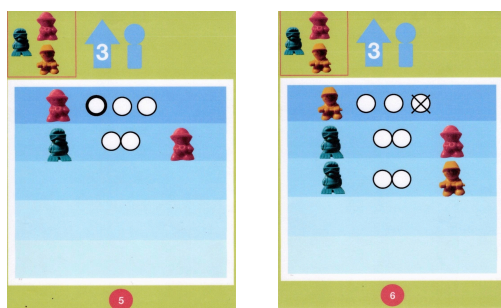


Figure 10 - Rappel cartes 5 et 6

C'est lors de cette séance que l'on pourra observer combien d'élèves seront capables de réussir à résoudre les problèmes proposés par les cartes, en étant confrontés à la dévolution d'une situation adidactique comme décrite par Brousseau (*ibid.*). Cette séance sera l'occasion de proposer aux élèves des situations d'action, de formulation et de validation.

La séance 8 est la suite de la séance 7. Elle permet à l'enseignant de procéder à une remédiation sur les cartes déjà connues avec les élèves en difficultés et à une différenciation avec les élèves qui ont présenté le plus de facilités. Les élèves avec plus de difficultés sont étayés sur certaines cartes. Il est proposé aux élèves qui ont plus de facilités les cartes 10 et 11 qui introduisent un nouveau symbole.

5. Analyse a posteriori de la séquence et résultats

La séquence d'expérimentation n'a été testée que sur 14 élèves en raison d'absences de deux d'entre eux. Cette expérimentation a été conduite en période 3, sur sept semaines.

La première séance de la séquence était une séance de découverte de l'activité qui avait pour objectif pour les élèves d'associer un symbole à sa signification.



Figure 11 - Photographie des maisons et mascottes utilisées en séance 1

Au cours de cette séance, nous avons pu apprécier la compréhension et l'interprétation des symboles par les élèves. Celles-ci étaient correctes pour la plupart des élèves (12/14), comme nous l'avions anticipé. Les élèves ont pu passer alternativement les modes enactif, iconique et symbolique. Cette phase, comme anticipé dans l'analyse a priori, a aussi été l'occasion pour la plupart des élèves de dépasser une approche ludique du jeu et même pour certains de dépasser la phase de choix par préférences comme décrite par Brousseau (*ibid.*), c'est à dire comprendre qu'on ne place pas deux personnages obligatoirement voisins car ils sont « copains » mais parce que les indices l'indiquent par exemple.

La deuxième séance était la première séance de jeu avec le matériel propre à LOGIKVille. L'objectif des élèves était de retrouver et de mémoriser le sens des symboles. Par groupe on a pu observer une bonne mémorisation des symboles pour la moyenne des élèves ; seuls quelques élèves ont connu des difficultés, en particulier avec les symboles « voisins » et « pas voisins ». On peut observer que, comme nous l'avions pensé, les élèves sont majoritairement passés par le mode symbolique de Bruner comme décrit par Bart (1985) et que, la plupart des élèves ont pu dépasser l'étape de la phase du choix par préférences comme prévue par Brousseau (*ibid.*).

La troisième séance était la première séance où les élèves ont été confrontés à des cartes du jeu avec des informations implicites. Cette séance proposait aux élèves une situation d'action telle que Brousseau l'a décrite (*ibid.*) mais aussi une situation de validation. Sur sept binômes, quatre d'entre eux ont demandé la carte 4 et ont fini et réussi chacun après 1, 2 ou 3 essais les problèmes proposés par les cartes 1, 2, et 7. Trois élèves n'ont pas réussi à atteindre la carte 7 et un élève n'a réussi à résoudre que le problème proposé par la carte 1. Deux élèves ont eu des difficultés de compréhension des symboles, ils n'en n'étaient encore pas au mode symbolique de Bruner comme décrit par Bart (1985). Pour une élève, l'enseignante a proposé une situation qui lui a permis de résoudre le problème en repassant par les modes iconique et enactif pour pouvoir réussir à résoudre le problème proposé. Lors de cette séance 3 on a pu observer que certains élèves avaient commencé la phase de prise de conscience d'une responsabilité et d'une causalité en se rendant compte qu'ils

étaient responsables du jeu et que, plus ils prêtaient attention aux indices, plus ils gagnaient facilement. A la fin de cette séance il était proposé en atelier avec inscription les cartes 1, 2, 4 et 7.

La quatrième séance était une séance d'évaluation formative. Chaque élève a été évalué à l'aide de deux types de fiches d'observations (placées en annexe 3).

Carte	Nombre moyen et arrondi d'essais pour réussir (les échecs seront considérés comme 3 essais)	Nombre d'élèves qui n'ont pas réussi	Nombre d'élèves qui un explicitent minimum leur raisonnement	Part des élèves qui explicitent leur raisonnement et lisent chronologiquement les indices	Part des élèves qui choisissent l'indice avec lequel ils commencent	Nombre d'élèves qui ont une relecture	Nombre moyen d'essai nécessaire après un feed-back pour réussir	Nombre d'élèves qui utilisent la carte d'aide
1	1,5	0	8	8/8	0/8	0	1,5	0
2	1,4	1	10	7/10	3/10	0	1,6	0
7	1,6	2	10	8/10	2/10	2	1,3	0
4	1,9	3	10	6/10	4/10	2	1,8	0

Figure 12 - Tableau de synthèse des résultats des élèves obtenus en résolvant les problèmes proposés par les cartes 1, 2, 4 et 7

On observe que la plupart des élèves réussissent à résoudre les problèmes proposés par les cartes 1, 2, 7 et que le problème proposé par la carte 4 est plus compliqué comme nous l'avions anticipé : trois élèves ne réussissent pas du tout à résoudre le problème et en moyenne la plupart des élèves ont besoin d'au moins deux essais. On peut noter que, pour la plupart des élèves, un seul nouvel essai est nécessaire pour obtenir un résultat correct après un feed-back. Il paraît intéressant de noter que deux élèves ont de réelles difficultés : ces deux élèves ne comprennent pas le sens des symboles, ils ne sont pas encore passés au mode symbolique. On observe aussi que, contrairement à ce qui a été supposé, une partie des élèves explicitent déjà leur raisonnement un minimum dans une situation de formulation. De plus une partie d'entre eux ne commencent pas par le premier indice chronologique, mais par l'indice le plus explicite. Enfin on observe que seul deux élèves sont capables de relecture « spontanée » et qu'aucun d'entre eux n'utilise la carte « d'aide symbole ».

Carte	Nombre d'élèves qui un minimum explicitent leur raisonnement	Nombre d'élèves dont le raisonnement non explicité ou peu explicité et non compris par l'enseignante	Nombre d'élèves qui explicitent un raisonnement intelligible	Raisonnement utilisé par élèves : essais erreurs	Raisonnement utilisé par élèves : déduction	Raisonnement utilisé par élèves : disjonction de cas
1	8	6	8	3/8	4/8	1/8
2	10	4	10	4/10	5/10	1/10
7	10	5	9	3/9	5/9	1/9
4	10	8	8	5/8	2/8	1/8

Figure 13 - Tableau de synthèses des types de raisonnements employés par les élèves par carte

On peut observer que sur la partie des élèves qui explicitent un minimum leur raisonnement, tous n'explicitent pas un raisonnement intelligible, en particulier pour les cartes plus complexes. Les élèves qui explicitent un raisonnement clair utilisent les trois types de raisonnements que nous avons anticipés lors de l'analyse a priori de la séquence : essais/erreurs, raisonnement par déduction et raisonnement par disjonction de cas. On peut noter que, comme nous l'avons anticipé, les élèves utilisent majoritairement un raisonnement déductif et par essais/erreurs et que, plus les cartes sont complexes, plus le raisonnement par essais/erreurs est privilégié. Une seule élève est capable de varier le type de raisonnement selon la carte, en choisissant de lire les indices dans un ordre non chronologique et de réussir à tous les coups. Une seule autre élève est capable d'utiliser un raisonnement par disjonction de cas, mais pas sur la carte 4 qui l'oblige à repasser à un raisonnement par essais/erreurs après un feed-back. En comparant les procédures utilisées par les élèves on se rend compte que comme nous l'avons anticipé pour les cartes 1, 2, et 7 les deux procédures utilisées majoritairement sont des procédures par essais/erreurs et déductives (une seule élève a utilisé une procédure par disjonction de cas, ce que nous n'avons pas anticipé). Comme anticipé également, la carte 4 est donc la carte qui a provoqué chez les élèves une utilisation majoritaire d'une procédure de résolution par essais/erreurs et seuls trois élèves ont été capables de formuler des procédures déductives (et par disjonction de cas).

La cinquième séance était une séance avec un déroulement identique à la séance 3. Le rituel de contrôle a été introduit, puis les élèves ont pu travailler avec les cartes 3 et 8. Bien que certains élèves n'aient pas eu de difficultés à « résoudre la carte » on a pu observer chez la majorité des élèves des réactions affectives négatives lors du jeu avec ces cartes (« c'est impossible car il n'y a que des croix », « c'est trop difficile », « je ne sais pas Maitresse car on ne me dit rien de « vrai » »...) et une réticence à résoudre des cartes qui n'étaient pourtant pas plus complexes que les carte 7 ou 5.

La sixième séance avait pour objectif de reproduire dans un méso-espace. les raisonnements produits dans un micro-espace.



Figure 14 - Photographies prise lors de la séance 6 en salle de motricité

Quatre élèves sur quatorze ont réussi à résoudre le problème en changeant d'espace. Pour les autres, plusieurs problèmes ont été observés : compréhension des règles du jeu (les personnages deviennent des élèves, les maisons des cerceaux), latéralisation (passer de la carte au méso-espace), formulation d'une information (pour faire bouger leur camarade d'un cerceau à un autre), aucune formulation de leur raisonnement contrairement à ce qu'on avait observé dans le micro-espace et tentation de jeu (foulard, cerceau, salle de motricité). Les seuls élèves qui ont réussi sont ceux qui avaient déjà des facilités.

Après cette séance, des ateliers avec inscriptions ont été de nouveau proposés avec toutes les cartes.

Elèves	Carte 1	Carte 2	Carte 3	carte 4	carte 5	carte 6	carte 7	carte 8	Nombre inscriptions
<i>M</i>	2	2	3	1	2	2	2	3	17
<i>E</i>	2	2	1	0	1	1	2	1	10
<i>Le</i>	3	3	1	0	2	3	2	2	16
<i>May</i>	3	3	1	1	1	1	1	1	12
<i>A</i>	4	4	4	3	4	3	4	4	30
<i>Li</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	16
<i>S</i>	3	3	2	2	2	2	2	2	18
<i>R</i>	4	2	2	3	1	1	2	2	17
<i>V</i>	4	4	1	3	3	3	2	1	21
<i>El</i>	3	3	2	1	3	3	1	2	18
<i>Lia</i>	2	3	3	2	4	3	3	3	23
<i>C</i>	2	2	1	0	1	0	2	1	9
<i>Es</i>	2	2	1	0	1	1	2	1	10
<i>Lé</i>	2	2	3	1	2	2	2	2	16
TOTAL	38	37	27	18	29	27	29	27	233

Figure 15 - Tableau indiquant le nombre d'inscriptions par élève et par carte.

On observe que les trois quarts des élèves sont passés plus de 16 fois sur ces ateliers, et qu'ils ont pu passer pour s'entraîner en moyenne plus de 2 fois par carte. Les cartes les plus difficiles ont eu moins de succès (carte 4) que les cartes non présentées (5 et 6) car les élèves étaient curieux de les découvrir. Par le biais d'inscriptions nombreuses, on peut observer l'attractivité du jeu proposé aux élèves. En effet, cette activité leur a plu et ils étaient enthousiastes à l'idée de découvrir de nouvelles cartes et de s'entraîner sur des cartes déjà connues. Ce temps d'entraînement était l'occasion pour eux d'être confrontés à une succession de situations d'action, de formulation et de validation afin de construire un raisonnement efficient à chaque fois. On n'observe pas de lien direct entre le nombre moyen d'essais et le nombre moyen d'entraînements par carte (données

placées en annexe 4). Néanmoins on peut noter que la plupart des élèves qui réussissent l'activité se sont plus entraînés que les élèves avec plus de difficultés. Cependant, le lien n'est pas évident à établir ; en effet, on peut supposer que pour certains élèves, la succession de situations d'action leur a effectivement permis de mettre leurs raisonnements à l'épreuve de l'expérience et donc d'affiner et de rendre plus efficaces leurs stratégies de résolution. On peut également supposer que les élèves avec plus de difficultés trouvaient moins de plaisir et d'intérêt à résoudre les problèmes proposés par les cartes et étaient donc moins enclins à réitérer l'expérience. On peut se demander si les entraînements des élèves sur les cartes peuvent les avoir amenés à les mémoriser et à ne plus produire un raisonnement mais simplement replacer de mémoire les personnages. Cela ne semble pas avoir été le cas mais il convient de le signaler quand même.

La septième séance était la séance d'évaluation sommative.

Carte	Nombre moyen et arrondi d'essais pour réussir (les échecs seront considérés comme 3 essais)	Nombre d'élèves qui n'ont pas réussi	Nombre d'élèves qui un explicitent minimum leur raisonnement	Part des élèves qui explicitent leur raisonnement et lisent chronologiquement les indices	Part des élèves qui choisissent l'indice avec lequel ils commencent	Nombre d'élèves qui ont une relecture	Nombre moyen d'essais nécessaires après un feed-back pour réussir	Nombre d'élèves qui utilisent la carte d'aide
3	1,85	3	10	9/10	1/10	7	1,3	1
8	1,64	2	11	9/11	2/11	7	1,25	0
5	1,42	1	11	10/11	1/11	6	1,3	1
6	1,85	2	10	7/10	3/10	8	1,6	1

Figure 16 - Tableau de synthèse des résultats des élèves obtenus en résolvant les problèmes proposés par les cartes 3, 8, 5 et 6

On observe que la plupart des élèves réussissent à résoudre le problème proposé par la carte 5 assez facilement. Comme nous l'avions anticipé le problème proposé par la carte 3 leur pose plus de difficultés. Cependant nous n'avions pas anticipé que les problèmes proposés par les cartes 8 et 6 présenteraient également plus de difficultés. Deux élèves n'arrivent à résoudre qu'un seul problème et en moyenne les élèves ont besoin de plus d'un essai pour réussir chaque carte. Pour les deux élèves présentant le plus de difficultés, les problèmes persistent : le mode symbolique et le lien entre la carte et les maisons (latéralisation). On observe également que ce sont les élèves le plus en difficulté qui ne formulent pas leur raisonnement. La tendance observée précédemment se confirme puisqu'en moyenne plus de 10 élèves formulent un raisonnement minimum lorsqu'on leur demande de le formuler. Une partie des élèves est capable de lire les indices d'une façon à optimiser le raisonnement. Un nombre beaucoup plus important d'élèves effectuent une relecture suite à la ritualisation de celle-ci : placés en situation de validation ils sont capables de valider ou d'invalider leurs raisonnements

Carte	Nombre d'élèves qui un minimum explicitent leur raisonnement	Nombre d'élèves dont le raisonnement non explicité ou peu explicité et non compris par l'enseignante	Nombre d'élèves qui explicitent un raisonnement intelligible	Raisonnement utilisé par élèves : essais erreurs	Raisonnement utilisé par élèves : déduction	Raisonnement utilisé par élèves : disjonction de cas
3	10	6	8	4/8	2/8	2/8
8	11	4	10	4/10	4/10	2/10
5	11	4	10	3/10	6/10	1/10
6	10	5	9	4/9	3/9	2/9

Figure 17 - Tableau de synthèses des types de raisonnements employés par les élèves par carte

La plupart des élèves formulent un raisonnement intelligible. On observe que sur les cartes plus complexes (3 et 6), les élèves ont tendance à privilégier l'utilisation d'un raisonnement par essais/erreurs alors que quand le problème proposé par une carte est plus simple (carte 5) les élèves produisent plus facilement un raisonnement déductif. Le raisonnement par disjonction de cas reste minoritaire. Comme nous l'avions anticipé, les procédures utilisées pour les cartes 3, 8 et 6 sont par déduction et par disjonction de cas. Enfin si nous avons anticipé pour la carte 3 que les élèves utiliseraient majoritairement une procédure par essais/erreurs, nous n'avions pas anticipé que ça serait également le cas pour les cartes 6 et 8. Certains des élèves les plus à l'aise, n'hésitent pas à changer de raisonnement en fonction du type de problème qu'ils rencontrent. Ainsi, en plus d'avoir la capacité à produire un raisonnement logique, certains élèves ont également la capacité de choisir, même s'ils ne sauraient l'expliciter, le type de raisonnement le plus efficace pour leur permettre de résoudre le problème. En échangeant avec les élèves, on peut noter que la majorité d'entre eux ont dépassé la phase d'anticipation des résultats comme décrite par Brousseau (1998).

La huitième et dernière séance était une séance de remédiation et différenciation. Les élèves en difficultés sont repassés individuellement avec l'enseignante afin de déterminer de manière plus précise quelles difficultés ils rencontraient et les cartes 10 et 11 avec le symbole « placé de ce côté » ont été présentées aux élèves présentant plus de facilités.

Pour les élèves en difficultés deux problèmes majeurs ont été soulevés :

1-Pas de lien entre le symbole et le sens (le mode symbolique n'est pas encore atteint).

2-Quand le lien est fait entre le symbole et son sens, pas de capacité à l'appliquer à la situation

Exemple : *Elève : « le personnage vert habite dans ce cercle car il est plus foncé »*

Enseignante : « Montre-moi le cercle plus foncé avec le doigt » (Elève : s'exécute)

Enseignante : « Dans quelle maison habite le personnage vert alors ? »

Elève : il remontre le cercle et n'arrive pas à montrer sur les maisons.

Dans le cadre de la remédiation l'enseignante a remplacé les cercles par des dessins de maison, les résultats des deux élèves concernés par cette difficulté ont été améliorés suite à cette modification du jeu.

Pour la troisième élève en difficulté, une autre difficulté a été soulevée :

-Elle utilise un raisonnement par essais/erreurs mais ne mémorise pas les indices précédents et donc n'a pas de vision générale du problème. Exemple :

-Elève : place aléatoirement ses personnages

-Elève : « le personnage vert n'habite pas dans la maison du milieu » - enlève le personnage vert du milieu et le met à la place du personnage rouge.

-Elève : « Le personnage jaune n'habite pas dans la maison du milieu » - pas de changement à faire

-Elève : « le personnage vert n'habite pas dans la maison de droite » - enlève le personnage vert de droite et le met à la place du personnage rouge dans la maison du milieu sans plus tenir compte de l'indice 1.

A la relecture l'élève échange uniquement les personnages vert et rouge et se retrouve face à la même situation en « boucle ».

Pour les élèves avec plus de facilités : l'ajout des deux nouvelles cartes et du nouveau symbole n'a posé aucun problème à ces élèves qui ont tous réussi en un seul essai à résoudre les problèmes proposés par les cartes. On peut noter que la séance de remédiation prévue était trop courte, il aurait fallu faire éventuellement deux séances de remédiation. De plus le choix des fiches 10 et 11 en différenciation n'était pas pertinent : en effet les élèves pouvaient résoudre le problème proposé par ces cartes même en se trompant sur le sens du nouveau symbole et en l'associant à celui « voisins/voisines ».

6. Discussion et Conclusion

Dans cette partie nous allons revenir sur les hypothèses émises quant à la problématique et détailler les limites inhérentes à cette séquence avant de conclure.

- *Des élèves de moyenne section sont capables de comprendre des propriétés sous la forme de symboles pour résoudre un problème de logique dans des situations d'actions.*

Au vu de la réussite moyenne des élèves, on peut confirmer que la plupart des élèves sont capables de comprendre des informations sous forme symbolique. Les élèves sont capables de comprendre une même information sous trois modes : mode enactif, mode iconique et mode symbolique. Quelques élèves (2) n'ont pas été capables de naviguer entre ces trois modes et nous avons dû les encourager à rester dans le mode iconique pour leur permettre de réaliser l'activité. La plupart des

élèves sont donc capables de se représenter une même information selon les trois modes de Bruner décrit par Bart (1985).

- *L'utilisation du jeu LOGIKVille et la confrontation à une situation adidactique aident les élèves à produire et, dans des situations de formulation, à expliciter un raisonnement pour répondre à un problème.*

Il semble en effet cohérent avec les résultats obtenus de penser que certains élèves de moyenne section sont tout à fait capables de produire des raisonnements logiques. Nous avons observé trois types de raisonnement : par essais/erreurs, par déduction et par disjonction de cas. On peut noter que : dans le cas de problèmes faciles à résoudre les élèves ont utilisé majoritairement des raisonnements déductifs et que quand les problèmes se complexifiaient les élèves ont eu tendance à favoriser l'utilisation d'un raisonnement par essais/erreurs pour répondre au problème. Les élèves qui ont connu des difficultés de logique étaient des élèves qui n'utilisaient qu'un mode de raisonnement (par essais/erreurs) et n'avaient pas de vision globale des indices, ni de stratégie efficace pour résoudre le problème de la succession des indices. L'utilisation du raisonnement par disjonction de cas est restée minoritaire.

L'utilisation du jeu LOGIKVille nous a permis de pouvoir avoir accès aux raisonnements des élèves. En effet, les élèves, sans s'en rendre compte, ont construit des raisonnements pour gagner, et les ont énoncés, assez naturellement d'ailleurs. Le jeu LOGIKVille, a permis de placer les élèves en situation de dévolution d'une situation adidactique, ce qu'il leur a permis de construire leurs raisonnements.

- *Le passage du micro-espace au méso-espace peut aider les élèves à produire un raisonnement logique.*

Les résultats indiquent de manière tranchée que seuls quatre élèves sur quatorze ont été capables de reproduire des raisonnements logiques dans le méso-espace. En effet nous n'avions pas anticipé de telles difficultés : compréhension des règles du jeu, latéralisation beaucoup plus ardue, une formulation obligatoire d'instructions à transmettre à ses camarades, une tentation plus grande de jouer plutôt que réfléchir et enfin aucun accès au raisonnement des élèves. Les élèves étaient confus et seuls ceux qui ont des facilités ont réussi à résoudre un problème proposé par une carte. Cette hypothèse est donc infirmée.

- *Des élèves de moyenne section confrontés à des situations de validation sont capables d'appliquer un « contrôle » à leur raisonnement et donc de le valider ou de l'invalidier.*

Nous avons anticipé que certains élèves appliqueraient un « contrôle » à leur raisonnement et par rétroaction seraient capables de corriger celui-ci ou de le valider. Il convient de noter que les

résultats montrent qu'avant qu'on leur suggère, seuls de rares élèves ont appliqué d'eux même ce contrôle, et uniquement sur des cartes complexes. Placés en situation de validation et après modélisation et ritualisation, presque la moitié des élèves sont capables de valider ou d'invalider leur raisonnement. Cependant, seulement pour une minorité, ce contrôle était efficient et leur permettait de modifier concrètement la situation. Le contrôle est donc possible mais parfois partiel, et souvent non-inné, il convient donc à l'enseignant de se soucier de le faire apprendre. Les situations de validation et la dialectique de validation telles que décrites par Brousseau (1998) sont donc porteuses de sens avec certains élèves mais pas avec tous.

Attachons-nous maintenant à dresser les limites de cette expérimentation.

Premièrement il convient de revenir sur le type de sujets étudiés et la durée de l'expérimentation. La classe étudiée, bien qu'hétérogène, présente tout de même un bon niveau. Les élèves étaient tous francophones, et l'élève avec le plus de difficultés (notamment langagière) a été absente sur toute la période de l'expérimentation et n'a donc pas participé. La durée de l'expérimentation (6 semaines) semble également un peu courte. Ces premières informations à elles seules nous invitent à pondérer les résultats de cette expérimentation et à les regarder de manière critique et nuancée. De plus les fiches d'observations, bien que rigoureuses, peuvent comporter des erreurs car les séances n'étaient pas filmées. Comme dans chaque étude le recueil et la qualité des résultats obtenus doivent également être nuancés. Enfin l'analyse des résultats, comportant toujours un biais cognitif propre à chacun, nous invite également à pondérer les conclusions que nous pouvons tirer de cette expérimentation.

Pour conclure, notre questionnement portait sur l'utilisation du jeu LOGIKVille en maternelle. Notre problématique visait à se demander dans quelles mesures l'utilisation du jeu LOGIKVille, générant la création de situations d'action, de formulation et de validation, et portant des informations sous forme symbolique, permettait à des élèves de moyenne section de construire des raisonnements logiques et donc de développer la compétence « raisonner ». Nous pouvons conclure que l'utilisation du jeu et la confrontation des élèves à des situations d'action, de formulation et de validation a permis à une majorité d'entre eux, de comprendre des informations en passant par les trois modes de Bruner décrit par Bart (1985), de produire des raisonnements, de les expliciter et de les valider ou de les invalider. En effet cette expérimentation tend à montrer que ce jeu, en plus de plaire aux élèves, permet d'avoir un accès aux raisonnements de ceux-ci. Lorsqu'ils se prennent au jeu, leur but devient de gagner, et pour ce faire, de produire des raisonnements efficients. Ils sont donc placés dans une situation de dévolution d'une situation adidactique, qui, par le biais de situations d'actions, souvent de situations de formulation et parfois de situations de

validation, leur permet de construire des savoir-faire et d'apprendre à raisonner. Cette expérimentation permet également de se rendre compte de la difficulté de reproduire des raisonnements dans un espace différent.

A titre personnel, ce travail de recherche et d'expérimentation m'a permis de comprendre l'importance de la dévolution de situations didactiques en mathématiques pour permettre aux élèves d'accéder à des savoirs, savoir-faire et savoir-être. J'ai également pris conscience de la capacité de certains jeunes élèves à construire des raisonnements logiques mais aussi, de la difficulté à avoir accès à ces dits raisonnements, et donc de l'importance de la réflexion autour de la forme de l'activité proposée aux élèves. C'est à l'enseignant de trouver des solutions, tel que le jeu, pour permettre aux élèves de pouvoir exprimer leurs compétences et leurs habilités. Enfin, cette expérimentation m'a permis de me questionner sur la place de la logique dans les mathématiques dès le plus jeune âge et des potentiels bénéfiques que les élèves pourraient en retirer.

Bibliographie

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

Brousseau, G (1998) *La théorie des situations didactiques*, Grenoble : la Pensée Sauvage

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

Brun, J. (1990). La résolution de problèmes arithmétiques : Bilan et perspectives. *Math-Ecole*, 141, p. 2-15.

Programme de l'enseignement maternelle BOEN n°2, MENE1504759A, 26/03/2015

Hachette (2007). Propriété. Dans *Le Dictionnaire Hachette*

Winer, A. Ganor, M. (2009-2010). *LogikVille*

Annexes

Sommaire des annexes

Annexe 1 - Fiche séquence détaillée	35
Annexe 2 - Exemple de grilles d'observation par carte et par élève.	38
Annexe 3 - Exemple de tableau de résultats détaillés par carte et par élève.	41
Annexe 4 - Tableau des données utilisées lien inscription / résultats et graphique.	42

Annexe 1 - Fiche séquence détaillée

Séquence Raisonnements logiques autour du jeu LOGIKville : 8 séances + évaluation formative et sommative en séance 4 et séance 7 à l'aide d'une grille.
Cycle 1, Classe: 16 MS Domaine 4. Construire les premiers outils pour structurer sa pensée

Support: jeu LOGIKville

Domaines étudiés transversalement: Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions, Agir, s'exprimer, comprendre à partir l'activité physique et Explorer le monde

Objectifs visés issu du programme de maternelle du 18-2-2015		Attendus de fin de cycle
<ul style="list-style-type: none"> - Apprendre en jouant - Apprendre en réfléchissant et en résolvant des problèmes - Échanger et réfléchir avec les autres - Utiliser le nombre pour désigner un rang, une position - Se repérer dans le temps et l'espace 		<ul style="list-style-type: none"> - Mobiliser des symboles analogiques, verbaux ou écrits, conventionnels ou non conventionnels pour communiquer des informations orales et écrites - Situer des objets par rapport à soi, entre eux, par rapport à des objets repères - Utiliser le nombre pour exprimer la position d'un objet - Utiliser des marqueurs spatiaux adaptés (devant, derrière, droite, gauche, dessus, dessous...) dans des récits, descriptions ou explications.
Difficultés attendues		Objectifs séquence
<ul style="list-style-type: none"> - Mémoriser les cartes - Associer un symbole à sa signification - Produire un raisonnement « logique » - Lire les symboles et produire un raisonnement progressif en tenant compte de l'ensemble des symboles - Expliciter son raisonnement et sa manière de raisonner 		<ul style="list-style-type: none"> -réussir à associer un symbole à sa signification -mémoriser le sens des symboles -comprendre des informations pour résoudre un problème logique -comprendre et utiliser des propositions négatives pour résoudre un problème -se rendre compte qu'il existe plusieurs manières de raisonner pour un même résultat
Séance	Objectif d'apprentissage principal	Matériel
Séance 1 Découvrir les symboles du jeu 30 Minutes En demi-groupe classe	Réussir à associer un symbole à sa signification	-Jeu LOGIKville agrandi -Symboles agrandis -Mimi -Autres peluches -Appareil photo
Séance tâches élèves et PE		
Tâche élèves : découvrir et réussir à associer un symbole à une information pour trouver dans quelle maison habite un personnage. Tâche PE : présenter les symboles aux élèves, expliciter le lien symbole, information, raisonnement		

<p>Séance 2 Associer les symboles à leur information</p> <p>30 minutes</p> <p>En groupe de 4 élèves</p>	<p>Mémoriser le sens des symboles</p>	<p>Tâche élèves : mémoriser les symboles et les affirmations qui leurs sont associées, lire ses symboles pour placer chaque personnages dans à l'aide de cartes entièrement explicites</p> <p>Tâche PE : Rappel des symboles, présenter la fiche d'aide, donner à chaque groupe une carte 0, une carte 0' et leurs solutions.</p>	<p>-Jeu LOGIKville -Symboles agrandis -Fiche aide symbole individuelle -Carte 0 et 0'</p>
<p>Séance 3 Découvrir les cartes 1, 2 et 4 et 7 du jeu</p> <p>30 minutes</p> <p>En binôme</p>	<p>Comprendre des informations pour résoudre un problème logique</p>	<p>Tâche élèves : Réussir à lire les symboles pour en tirer des informations, produire un raisonnement pour résoudre l'énigme de la carte, vérifier sa réponse et agir selon la correction si sa proposition est fausse.</p> <p>Tâche PE : Rappel des séances précédentes, des symboles et de la fiche d'aide, modéliser en montrant un exemple de raisonnement en verbalisant, explicitant (haut parleur pensées), passer dans les groupes pour étayer, différencier selon les groupes le niveau des cartes distribuées</p>	<p>-Jeu LOGIKville -Cartes 1 2 4 7 -Cartes solutions 1 2 4 7 -Fiche aide symbole individuelle</p>
<p>Séance 4 Entraînement sur les cartes déjà connues et évaluation formative</p> <p>30 minutes</p> <p>Individuel et en demi-groupe classe</p>	<p>Comprendre des informations pour résoudre un problème logique</p>	<p>Tâche élèves : Réussir à lire les symboles pour en tirer des informations, produire un raisonnement pour résoudre l'énigme de la carte, vérifier sa réponse et agir selon la correction si sa proposition est fausse, s'entraîner en autonomie pour la partie entraînement.</p> <p>Tâche PE : En individuel avec chaque élève : remplir la grille d'évaluation, questionner l'élève, l'étayer si besoin. En collectif: rappel symbole et modélisation, bilan guidé des différentes procédures observées.</p>	<p>-Jeu LOGIKville -Cartes 1 2 4 7 -Cartes solutions 1 2 4 7 -Fiche aide symbole individuelle -Grille évaluation</p>
<p>Séance 5 Découvrir les carte 3 et 8 du jeu évaluation informelle formative</p> <p>30 minutes</p> <p>Binômes</p>	<p>Comprendre et utiliser des propositions négatives pour résoudre un problème</p>	<p>Tâche élèves : Comprendre qu'une/des proposition(s) négative(s) permet(tent) de résoudre un problème logique autant qu'une proposition positive, résoudre l'énigme logique à l'aide des symboles.</p> <p>Tâche PE : Rappel des séances précédentes, des symboles et de la fiche d'aide, passer dans les groupes pour étayer, différencier selon les groupes le niveau des cartes distribuées, bilan propositions négatives.</p>	<p>-Jeu LOGIKville -Cartes 3 8 -Cartes solutions 3 8 -Fiche aide symbole individuelle -Grille évaluation</p>

<p>Séance 6 Réinvestir les symboles et les raisonnements dans un contexte différents</p> <p>30 minutes</p> <p>En groupe classe entier</p>	<p>Réinvestir un raisonnement logique dans un espace différent</p>	<p>Tâche élèves : Réussir à lire les symboles pour réussir à trouver dans quel cerceau mettre les autres élèves, réussir à appliquer un raisonnement dans un autre type d'espace, vérifier sa réponse et agir selon la correction si la proposition est fausse.</p> <p>Tâche PE : Rappel symboles, présenter le matériel en salle de motricité et faire le lien entre ce matériel et celui utilisé en classe, étayer les élèves, les guider si besoin.</p>	<p>-Symboles agrandis -Chasuble de 3 couleurs -Cerceaux bleus -Cartes 1 2 4 7 3 8</p>
<p>Séance 7: Evaluation sommative à l'aide des cartes 5, 6</p> <p>30 minutes</p> <p>Individuel</p>	<p>Comprendre des informations pour résoudre un problème logique</p>	<p>Tâche élèves : Réussir à lire les symboles pour en tirer des informations, produire un raisonnement pour résoudre l'énigme de la carte, vérifier sa réponse et agir selon la correction si sa proposition est fausse, expliciter (ou essayer) son raisonnement.</p> <p>Tâche PE : En individuel avec chaque élève : remplir la grille d'évaluation, questionner l'élève, l'étayer si besoin.</p>	<p>-Jeu LOGIKville -Cartes 5 6 -Cartes solutions 5 6 -Fiche aide symbole individuelle -Grille évaluation</p>
<p>Séance 8: Remédiation et différenciation, introduction des cartes 10 et 11 pour les élèves avec facilités</p> <p>30 minutes</p> <p>Binôme et demi-groupe classe</p>	<p>Se rendre compte qu'il existe plusieurs manières de raisonner pour un même résultat Et Comprendre des informations pour résoudre un problème logique</p>	<p>Tâche élèves : Résoudre une énigme logique en produisant un raisonnement logique à l'aide de symboles connus, vérifier sa réponse et agir selon la correction si sa proposition est fausse, expliciter (ou essayer) son raisonnement..</p> <p>Tâche PE : Rappel des séances précédentes, des symboles et de la fiche d'aide, passer dans les groupes pour étayer, différencier selon les groupes le niveau des cartes distribuées et reprendre avec les élèves le plus en difficultés les cartes 5 et 6 pour remplir la fiche d'évaluation post remédiation.</p>	<p>-Jeu LOGIKville -Cartes 1 2 4 7 3 8 5 6 remaniées (mêmes informations, couleurs différentes) -Cartes solutions remaniées -Cartes 10 11 -Cartes solutions 10 11 -Fiche aide symbole individuelle -Grille évaluation</p>

Annexe 2 - Exemple de grilles d'observation par carte et par élève.

Par carte : carte 1.

Carte X Groupe jaune

0/4 0/1

Elève	Nombre d'essais pour réussir la carte	Placement correct au hasard Non=0 Oui=1	Départ maisons nues (0) ou personnages placés aléatoirement (1)	Si explicité, premier indice utilisé/ lu	Première figurine placée	Relecture des symboles avant de demander la correction = contrôle	Utilisation de la fiche d'aide symbole	Première solution trouvée	Changements effectués lors des essais suivants
FT	1	Non	Non	A	Vert	NON	NON	Bonne	
FD	2	Non	Aleatoire	Aer	V	NON	NON	Fausse RJV	JRV
FO	5	Non	Non	X0	Rouge	NON	NON	VJR	VRS RJV → Bloqué
FA	1	Non	Non	Aer	V	Non	Non	JRV	
FI	1	Non	Non	X	V	Non	Non	OK	
FE	1	Non	Non	Aer	V	Non	Non	br	
VF	1	Non	Non	Non	V	Non	Non	br	

Carte	Réussie ou non	Nombre d'essais pour réussir	Procédure de résolution	Difficultés rencontrés
1	OUI	1	Bleu puis jaune donc déduction	
2	OUI	2	Vert puis jaune à gauche mais s'appareille rouge pas possible milieu Ph! Bloque sur pb car ne veut plus change	Après refait ok. déduction
3	OUI	2	Rouge aux milieu puis JV chyt après 2nd relecture	Ne lit pas tous les indices.
4	OUI	2	→ Pose le vert → point aux milieu → donc rouge. Essais/Erreurs	essai 2 → essai 1 nasal.
5	OUI	2	R et place les 2 autres sans regarder déduction	Pb lecture 2nd indice

Grille observation générale élève

6	OUI	4	J puis R au niveau (a course de suite!) R à D et V <u>deduction</u> <u>contrôle</u>	Réussite ou non	Carte
7	OUI	4	Royé c'est la raison. V x R "Pas à côté" donc ✓ pour jouer.	<u>deduction.</u>	1
8	OUI	3	Arrêt au losard et dit oui -> Pb -> relit unique le premier indice.	pour relit les 3 <u>PAS EXPLICITE</u>	Pb lectures indices. pas soluble
10					3
11					4

Pb: vitène | Pas contrôle mais a bonne shot
deduction → P + Contrôle milieu.

Annexe 3 - Exemple de tableau de résultats détaillés par carte et par élève.

Par carte : carte 1

Elevés	Nombres d'essais pour réussir la carte	Placement correct au hasard *	Départ maisons nues (0); personnages placés aléatoirement (1)	Si explicité, premier indices utilisé/lu	Première figurine placée	relecture des symboles avant de demander la correction*	utilisation fiche d'aide symboles*
<i>E</i>	1	0	0	1	Vert	0	0
<i>R</i>	2	0	1	1	Vert	0	0
<i>C</i>	5	0	0	0	Rouge	0	0
<i>L</i>	1	0	0	1	Vert	0	0
<i>Li</i>	1	0	0	1	Vert	0	0
<i>Es</i>	2	0	0	1	Vert	0	0
<i>V</i>	1	0	0	1	Vert	0	0
<i>M</i>	1	0	0	1	Vert	0	0
<i>S</i>	1	0	1	1	Vert	0	0
<i>Lis</i>	1	0	0	1	Vert	0	0
<i>A</i>	2	0	0	1	Jaune	0	0
<i>Ma</i>	1	0	0	1	Vert	0	0
<i>Em</i>	1	0	0	1	Vert	0	0
<i>Le</i>	1	0	0	1	Vert	0	0

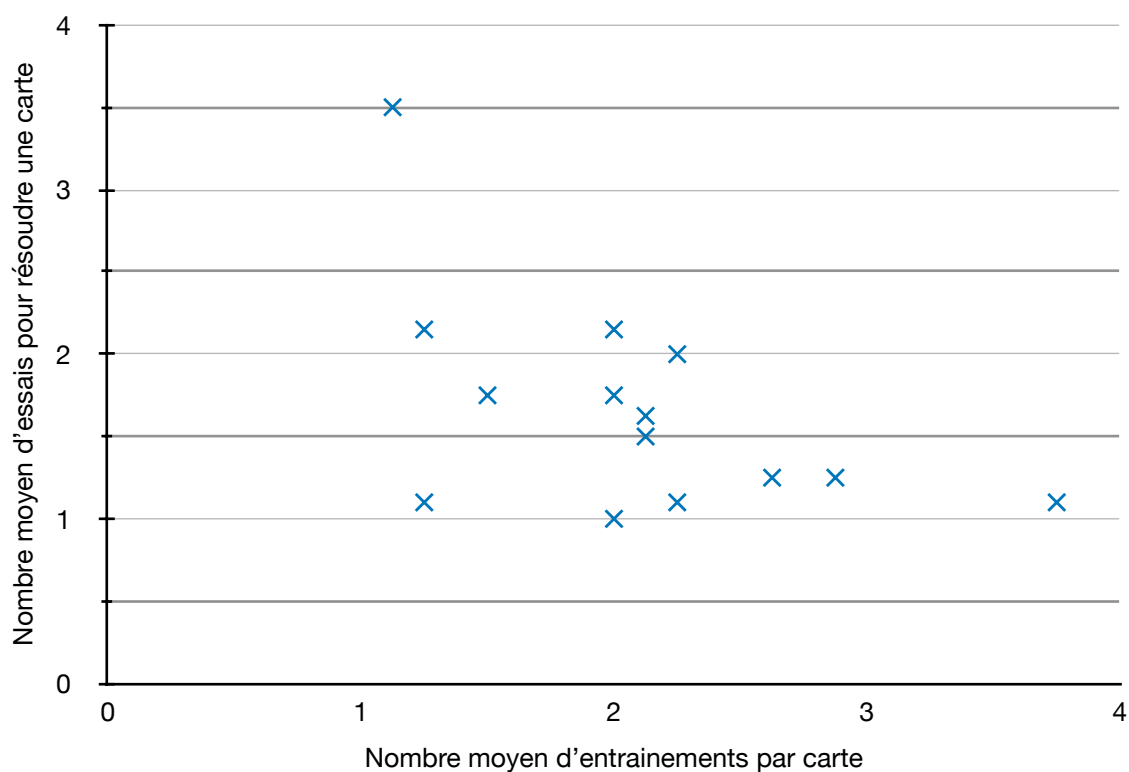
Par élève

numéro de carte	Réussie (oui=1;Non=0)	Nombre d'essais	Procédure de résolution
1	1	1	Déduction
2	1	2	Déduction
3	1	2	Essais/erreurs
4	1	2	Non explicité clairement
5	1	2	Essais/erreurs
6	1	1	Déduction
7	1	1	Déduction
8	1	3	Non explicité clairement
Nombre d'essai moyen		1,75	

Annexe 4 - Tableau des données utilisées lien inscription / résultats et graphique.

Elève	Nombre d'entraînement moyen par carte	Nombre d'essai moyen pour résoudre une carte
<i>E</i>	2,25	1,1
<i>R</i>	2,125	1,625
<i>C</i>	1,125	3,5
<i>Lia</i>	2,875	1,25
<i>Es</i>	1,25	2,15
<i>V</i>	2,625	1,25
<i>M</i>	2,125	1,5
<i>Sa</i>	2,25	2
<i>Li</i>	2	1
<i>A</i>	3,75	1,1
<i>May</i>	1,5	1,75
<i>Em</i>	1,25	1,1
<i>L</i>	2	2,15
<i>Le</i>	2	1,75

Graphique en nuage de points représentant le nombre d'essais moyen pour résoudre une carte en fonction du nombre moyen d'entraînements par carte



Année universitaire 2019-2020

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

Titre du mémoire : L'apprentissage de la logique à la maternelle par le biais d'un jeu

Auteur : Camille LEOTHAUD-CUSCUSA

Résumé : Sans être jamais énoncé directement dans les programmes, l'apprentissage de la logique en maternelle semble pourtant être important. Mais comment permettre à de jeunes élèves de développer des compétences logiques ? Sont-ils capables de produire, de formuler et de valider des raisonnements ? Pour réfléchir à ces questions, nous avons construit une séquence à partir du jeu LOGIKVille, avant de l'analyser a priori puis a posteriori. Les objectifs de ce mémoire sont d'observer les raisonnements logiques des élèves, leur rapport au mode symbolique, et d'observer l'importance des situations d'action, de formulation et de validation au travers de ce jeu. Les résultats nous indiquent que, placés dans des situations d'action, de formulation et de validation les élèves sont capables de produire des raisonnements logiques basés sur des symboles. Ces situations nous permettent d'avoir accès aux raisonnements des élèves. Enfin, passer par le jeu permet de rendre ces situations très attractives pour les élèves. Pour conclure, l'apprentissage de la logique et l'utilisation de symboles peuvent être pertinents dès la maternelle. Confronter les élèves à la dévolution de situations adidactiques semble être important et c'est à l'enseignant d'être attentif de proposer ce genre de situation en mathématiques dès l'école maternelle.

Mots clés : Mathématiques - Logique - Ecole Maternelle MS - Jeu - Situations d'action - Situations de formulation - Situations de validation - Mode symbolique - Dévolution de situations adidactiques

Abstract : Even though it's not directly mentioned in the Program of nursery school, learning logic from the youngest age seems to be important. How can we help young student to build capacities and skills in the logic area ? Can they produce logical reasoning ? Can they formulate and validate them ? To reflect on these questions, we have built a work sequence based on the game LOGIKVille, and we have analyzed it a priori and a posteriori. The work objectives are : to observe the logical reasoning of students, to observe how students use the symbolic mode and finally to observe the importance of the situations of action, formulation and validation. Results show us that when student are placed in situations of action, formulation and validation they can produce logical reasoning based on symbols. Therefore such situations made them (*the logical reasoning*) available for us. Finally, using games can help students to engage in the activity. To conclude, learning logic and using symbols can be pertinent even with young student. Confront them to the devolution of adidactic situations is very important and the teacher has to pay it attention.

Keywords : Mathematics - Logic - Nursery school - Game - Situations of action - Situations of formulation - Situations of validation - Symbolic mode - Devolution of adidactic situations.