Université de Montréal

Une intervention en mathématiques en milieu défavorisé s'articulant sur le jeu : contribution au développement de compétences mathématiques chez les enfants

par
Catherine Tourigny

Département de didactique
Faculté des sciences de l'éducation

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de maîtrise ès arts
en didactique option mathématiques

janvier, 2004

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Université de Montréal

Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Une intervention en mathématiques en milieu défavorisé s'articulant sur le jeu :

contribution au développement de compétences mathématiques chez les enfants

présenté par :

Catherine Tourigny

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Gisèle Lemoyne
Président-rapporteur

Louise Poirier
Directrice de recherche

Nadine Bednarz
Membre du jury

Résumé

Notre recherche vise à éclairer l'enseignement des mathématiques auprès des élèves de milieu défavorisé. Plusieurs rapports (Brais, 1991, Hrimech, 1993) font état des difficultés d'apprentissage que rencontrent ces élèves. Ces difficultés se dévoilent dès les premières années de scolarisation du primaire et donnent lieu à des échecs scolaires répétés et conséquemment, à l'établissement d'un rapport négatif aux savoirs (Charlot et al., 1992). Les études réalisées auprès des élèves en milieu défavorisé (Ginsburg et al., 1981, Giroux, 1984, Perrin-Glorian, 1993) mettent en évidence le peu de mobilité de connaissances développées par les élèves ainsi que le manque de situations complexes de référence. Dans le contexte de la mise en application du nouveau curriculum au Québec (MEQ, 2001), ces difficultés nous ont amenée à élaborer une intervention visant le développement des compétences mathématiques chez les élèves de milieu défavorisé. L'actualisation d'un programme basé sur les compétences nécessite des changements dans la pratique de l'enseignement. Les auteurs du programme du préscolaire et de la version provisoire du programme (2000) font état de l'intérêt que présente le jeu dans le développement global de l'enfant ainsi que dans les compétences mathématiques. L'action éducative que nous avons mise sur pied a donc pris son ancrage dans l'utilisation du jeu.

Nous avons tout d'abord situé notre problème de recherche dans son contexte d'origine, pour ensuite clarifier les difficultés que rencontrent les élèves de milieu défavorisé ainsi que les particularités dont on doit tenir compte lors d'un enseignement mathématique dans ce milieu. À partir d'un cadre théorique ciblant les fondements de notre intervention (les différentes théories du jeu, la place du jeu dans l'apprentissage et dans le nouveau curriculum ainsi que les fondements de l'approche), nous avons observé le développement des compétences mathématiques à travers trois jeux, tirés d'une banque de jeu intitulée *Le jeu et l'apprentissage des mathématiques au premier cycle du primaire* (Modulo, 2002). L'expérimentation s'est déroulée dans une classe de première année du deuxième cycle (troisième année) à l'école Léonard-De Vinci de la Commission scolaire de Montréal. Les données recueillies (enregistrements vidéo, traces écrites et observations en classe) permettent de voir comment les composantes particulières des compétences mathématiques ciblées s'actualisent dans chacun des jeux

Nos résultats nous amènent à constater que tous les jeux expérimentés, sous chacune des composantes, contribuent selon l'analyse de nos données et dans un contexte bien précis, au développement des trois compétences mathématiques ciblées: compétence à résoudre des situations problèmes mathématiques, compétence à raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques et compétence à communiquer à l'aide d'un langage mathématique. Cependant, certaines limites au niveau de la collecte des données nous amènent à considérer le caractère relatif et conditionnel de nos résultats.

Notre recherche permet donc d'explorer la contribution au développement des compétences mathématiques d'une intervention s'articulant autour du jeu, en donnant des pistes pour contrer les difficultés d'apprentissage en mathématiques pour les élèves issus de milieu défavorisé.

MOTS CLÉS : didactique des mathématiques; enseignement au primaire, enseignement par le jeu, milieu défavorisé; intervention en mathématique; développement de compétences.

Summary

The goal of our research is to shed light on learning mathematics through games for underprivileged children. Much studies (Brais, 1991, Hrimech, 1993) refer to the learning difficulties that these pupils encounter. These difficulties appear as early as the first years of primary school and are responsible for repeated school failures. A negative outlook towards learning in general is establishment (Charlot et al., 1992). The studies done with underprivileged children reveal the low learning mobility achieved by these pupils and the lack of reference to complex situations. With the implementation of the new curriculum in Quebec (MEQ, 2001), these difficulties led us to elaborate an intervention to develop mathematic competencies for underprivileged children. The actualization of a program based on competencies needs a change in teaching practices. The authors of the preschool program and the preliminary version of the program (2000) refer to the interest presented by games in the global development of the child as well as in the development of competencies in mathematics. The educative action that we undertook was based on the theory of games use in teaching.

We started by situating our research program in its original context, after which we clarified the difficulties encountered by the underprivileged children. We also took into consideration the specificities of mathematic teaching in this context. We observed the development of competencies in mathematics using three games taken from *Le jeu et l'apprentissage des mathématiques au premier cycle du primaire* (Modulo, 2002) using a theoretical framework guiding our intervention. The experimentation took place in a grade three class at *Léonard-De Vinci school* of the Montreal school board. The collected data enabled us to see how the specific components of the chosen competencies were developed in each game.

Our results, based on the analysis of the collected data, allowed us to see that all the experimented games, contributed in a specific context to the development of the three selected competencies in mathematics: 1.solving problems, 2.reasoning with mathematic concepts and processes, 3. communicating with mathematical language.

Our research allowed us to explore the contribution of games in the development of competencies in mathematics. This gave us ways to enable underprivileged pupils to overcome their learning difficulties in mathematics.

KEY WORDS: mathematics didactic, primary school, teaching games, underprivileged children, mathematics intervention, competencies development.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier ma directrice, la professeure Louise Poirier, pour m'avoir permis de vivre de multiples expériences reliées à la didactique des mathématiques et m'avoir initiée au monde de la recherche dès le début de mes études en enseignement. Je la remercie pour nos intéressantes discussions sur la pédagogie, la didactique et la vie en général. Je tiens à souligner sa grande implication et son apport auprès des enseignants et enseignantes sur le terrain afin de leur faire découvrir leurs forces et leur donner confiance en leurs idées.

Je tiens également à remercier la professeure Nadine Bednarz, sans qui je ne pourrais écrire ces remerciements aujourd'hui. Elle m'a transmis sa passion, m'a initiée à la communauté de recherche internationale mais surtout, elle m'a fait bénéficier de sa remarquable expertise, son écoute et m'a encouragée et soutenue à chaque instant de cette aventure. Malgré son rayonnement et ses multiples implications, elle a pris le temps de m'accompagner et de me faire cheminer à chacune de nos rencontres.

Je tiens tout spécialement à remercier Giselle Roy-Lussier, qui m'a ouvert la porte de sa classe et qui a partagé avec moi sa grande expérience et son professionnalisme à travers de belles discussions. Je remercie mes collègues et mes amies pour leur présence et tous les petits mots doux qui m'ont poussée à persévérer.

J'adresse une grande reconnaissance à mes parents pour leur présence, leur amour, le respect de mes choix, leurs innombrables encouragements ainsi que leur très grande disponibilité pour s'occuper avec autant d'amour de ma petite Charlotte lors de ma rédaction.

Finalement, un merci très spécial à mon conjoint Martin pour son amour, sa patience, sa présence, son ouverture d'esprit et tous ces regards complices qui me permettent de croire en ce que je suis. Merci à ma Charlotte pour son sourire et sa joie de vivre qui m'ont motivée à terminer ma rédaction pour pouvoir profiter de ce qu'elle est et de partager de nouveaux rêves ensemble.

AVANT-PROPOS

Les mathématiques jouent un rôle fondamental dans toutes sortes de domaines (biologie et botanique, médecine, finance, droit , économie …) et font de plus en plus partie, sans que nous en soyons nécessairement conscients, de notre environnement quotidien (voir à ce sujet Actes du colloque Mathématiques, an 2000). Les enfants, adultes de demain, vivent ainsi dans un monde de plus en plus mathématisé et technologisé dans lequel ils sont appelés, et les exemples à l'appui sont nombreux (cartes bancaires, utilisation de statistiques, de graphiques dans les médias, jeux de loterie …), à agir mathématiquement. La formation de base exige en ce sens un changement de perspective majeur, si elle veut contribuer à ce que tous puissent s'approprier de manière critique ce monde mathématisé, et ce, de manière à pouvoir y jouer pleinement leur rôle de citoyen averti. Une telle éducation mathématique doit mettre l'accent sur la complexification des compétences et savoirs des élèves, construits en contexte, et non sur l'amenuisement de l'écart entre ce qu'ils savent et un certain savoir mathématique décontextualisé à transmettre (Larochelle et Bednarz, 1994).

Le nouveau curriculum récemment mis en application au Québec (MEQ, 2001) s'inscrit dans une telle perspective, en mettant de l'avant chez les élèves le développement de compétences en mathématiques: compétence à résoudre une situation problème, compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique, compétence à raisonner à l'aide de concepts et processus mathématiques, et ce, à tous les niveaux. Son actualisation implique d'importants changements dans les pratiques d'enseignement mettant en jeu un rapport différent aux savoirs, ces derniers étant davantage vus comme des ressources à mobiliser dans l'action lors de situations complexes de référence (Perrenoud, 1997). Dans la version provisoire (2000) du programme de l'école québécoise, nous retrouvions le jeu dans différentes sphères d'apprentissage. Au préscolaire, les auteurs du programme ont défini la place du jeu comme ceci : «Le jeu occupe une place prédominante à l'éducation préscolaire, étant acquise sa contribution importante au développement global de l'enfant. En jouant, l'enfant s'exprime, expérimente, construit ses connaissances, structure sa pensée et élabore sa vision du monde. Par ses activités ludiques, il apprend à être, à interagir avec les autres, à résoudre les conflits et il développe son imagination et sa créativité. » (Programme préscolaire, 2000, p.61) Dans la section réservée aux travaux personnels des élèves, les concepteurs du programme proposaient aux enseignants du deuxième cycle de faire inventer des jeux à caractère mathématique dans le but de les présenter à leurs camarades. Nous croyons qu'il devient essentiel d'initier les élèves dès le préscolaire à divers jeux mathématiques afin de les familiariser avec les différentes caractéristiques des jeux pour ensuite être en mesure de créer leurs propres jeux. Ayant participé à la rédaction d'une banque de jeux visant l'apprentissage des mathématiques au primaire (Modulo, 2002), nous avons été confrontée à la difficulté de rédiger les règles d'un jeu. La proposition faite par les auteurs du nouveau programme nécessite donc, selon notre expérience, des habiletés relatives à la rédaction de règles et à la fragmentation des étapes d'un jeu. Au niveau des pistes d'enrichissement, les concepteurs nous proposaient d'explorer différents jeux éducatifs de stratégies au premier et deuxième cycle ainsi que de fabriquer des jeux exploitant le vocabulaire mathématique pour le deuxième cycle. Ces propositions confirment nos intérêts de recherche et montrent l'importance de s'attaquer à la question de l'apport des jeux dans l'apprentissage des mathématiques au primaire, dans le contexte entourant l'implantation de la réforme du curriculum.

Toutefois cette éducation mathématique pour tous, préparant les élèves à comprendre cet apport des mathématiques dans leur propre vie, et à agir de façon critique, pose un certain nombre de défis : Comment en effet rejoindre tous les élèves ? Comment prendre en compte les difficultés que vivent certains de ces élèves en mathématiques, les échecs répétés qu'ils rencontrent en ce domaine ? Quelles sont les pistes d'intervention qui permettent de rejoindre un enseignement mathématique différencié ? Voici donc le défi auquel on souhaite s'attaquer entre autre par le jeu.

Plusieurs rapports provenant d'études conduites sur l'île de Montréal font état des problèmes que rencontrent les élèves de milieux défavorisés qui font face à des difficultés importantes dans leurs apprentissages et qui présentent souvent un retard scolaire marqué (Brais, 1991, Hrimech, 1993). Ces difficultés prennent leur ancrage dès les premières années du primaire, souvent dans les apprentissages de base en mathématiques, donnant lieu chez les enfants à des échecs scolaires répétés et instituant chez ces derniers un rapport négatif aux savoirs et à l'apprentissage (Charlot et al., 1992). Les études réalisées à ce sujet auprès d'enfants en milieux défavorisés (Ginsburg et al. , 1981, Giroux, 1984, Perrin-Glorian, 1993) mettent en évidence le peu de mobilité des connaissances développées par les élèves, une notion abordée dans un contexte apparaissant alors difficile à utiliser dans un autre contexte. Les élèves manquent de situations complexes de référence, les amenant à se replier sur la recherche d'une opération à effectuer, une règle à appliquer, ce qui constitue pour eux une économie de pensée. Un certain rapport aux mathématiques et à l'apprentissage est ici en jeu, se manifestant entre autres dans la résolution de problèmes. Ces travaux pointent également d'autres difficultés (difficultés langagières, difficultés de travail en groupe…) et montrent la complexité pour l'enseignant de l'intervention dans ces milieux et les défis qu'elle pose. Ces difficultés nous ont donc amenée à considérer une action éducative en milieu défavorisé visant le développement de compétences en mathématiques chez les enfants. Celle-ci prend son ancrage dans l'utilisation du jeu.

Nous situerons tout d'abord notre problème de recherche dans son contexte d'origine, pour ensuite clarifier les difficultés rencontrées par les élèves de milieu défavorisé auxquelles nous avons cherché à nous attaquer et conséquemment les particularités que doit comporter une intervention en enseignement des mathématiques dans un tel contexte.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

«Comprendre l'échec individuel d'individus appartenant massivement aux mêmes catégories sociales. Comprendre quel sens cela représente pour un enfant d'aller à l'école et d'y apprendre des choses. Considérer l'école comme un lieu de formation, d'acquisition de savoirs et de compétences, y compris lorsqu'on l'analyse comme un lieu de différenciation sociale» (Charlot 1992, p.28)

CHAPITRE I
PROBLÉMATIQUE

1.1 Origine du questionnement/Problématique de départ

L'origine de cette recherche est multiple : d'une part nous souhaitions depuis quelque temps poursuivre les travaux réalisés dans le cadre d'une recherche collaborative sur l'apport des jeux sur l'enseignement des mathématiques. Lors de l'élaboration de ces travaux, étant étudiante au Baccalauréat en enseignement préscolaire et primaire et stagiaire, nous n'avions pas eu la chance d'expérimenter à notre guise la banque de jeux mise sur pied par l'équipe de chercheuses du Cirade et des enseignantes de niveau premier cycle du primaire de la Commission scolaire de Montréal. De plus, nous étions préoccupée depuis le début de notre carrière d'enseignante par les différentes voies d'amélioration de l'enseignement, plus particulièrement en mathématiques, pour les élèves de milieu socioculturel défavorisé. En effet, notre enseignement s'était fait uniquement dans ces milieux depuis le début de notre pratique. Comme enseignante à statut précaire, nous avions eu à enseigner à plusieurs niveaux, en classe combinée ou régulière, à des élèves éprouvant de très grandes difficultés d'apprentissage et de comportement. Les différentes problématiques auxquelles nous avions été confrontées à travers ces expériences nous ont donc amenée à revoir nos méthodes d'enseignement en mathématiques et à explorer plusieurs possibilités tel que l'enseignement par le jeu.

Au cours de l'année scolaire 2000-2001, nous avons été libérée de notre tâche d'enseignante pour occuper le poste d'enseignante ressource à l'école Léonard-De Vinci de la Commission scolaire de Montréal. La direction de l'école cherchait un moyen de soutenir les vingt enseignants et enseignantes au niveau pédagogique et didactique. Pour ce faire, notre directeur a procédé à l'engagement d'une conseillère pédagogique et d'une enseignante ressource à temps plein. Notre mandat, à titre d'enseignante ressource, était de créer des projets en collaboration avec les enseignants et enseignantes, tout en respectant leurs besoins, en vue de les inciter à implanter le nouveau programme du Ministère de l'éducation dans leur classe. Cette tâche était plus ou moins ardue selon le désir d'implication des enseignants mais surtout selon leur attitude face aux changements majeurs annoncés par cette réforme curriculaire. Les projets devaient être d'assez courte durée et le soutien était limité car nous devions déservir l'ensemble du personnel enseignant (20 enseignants et enseignantes) de façon équitable. Il est à noter que la mobilisation des enseignants était très variable au sein de l'école. En effet, ceux-ci venaient de vivre une fusion forcée de deux écoles, attachées à deux commissions scolaires différentes (CECM et CEPGM). Cette fusion avait laissé derrière elle beaucoup d'amertume, de conflits pédagogiques, d'insatisfactions de la part des parents, la perte de matériel didactique lors du déménagement, un manque de coordination au niveau de la nouvelle direction, la perte de collègues qui avaient changé d'école. Ces conditions n'étaient aucunement facilitantes pour l'implantation du nouveau programme qui demandait un investissement réel de la part des enseignants en poste. Comme nous avions participé à plusieurs recherches collaboratives sur l'apprentissage des mathématiques au niveau des classes d'accueil, des milieux défavorisés, notamment en regard de l'utilisation potentielle des jeux en mathématiques, nous avons décidé de réinvestir cette expertise dans le cadre de nos nouvelles fonctions. Par conséquent, les projets que nous avons cherchées à développer en collaboration avec les enseignants étaient en grande majorité reliés à l'apprentissage des mathématiques.

La présente recherche donne suite à la demande, au mois de février 2001, d'une enseignante de troisième année de l'école Léonard-De Vinci, qui avait fait les constats suivants relativement à des difficultés importantes rencontrées par les enfants de son groupe, et souhaitait s'impliquer dans une intervention qui puisse améliorer les apprentissages des élèves. Plusieurs élèves de sa classe présentaient des difficultés d'apprentissage en mathématiques. Elle avait constaté de manière plus globale, un manque de motivation de la part d'une grande majorité de ses élèves face aux apprentissages scolaires en général. Ceux-ci avaient de la difficulté à travailler en équipe et manifestaient beaucoup d'intolérance et d'agressivité les uns envers les autres autant en classe qu'à l'extérieur. Au niveau des difficultés plus spécifiques en mathématiques, ils disposaient de peu de ressources (recours à peu de stratégies, souvent limitées) et de graves difficultés en lecture, ce qui rendait la résolution de problèmes très ardue. Le réinvestissement des apprentissages dans un contexte nouveau était très problématique. Ils demandaient sans cesse à l'enseignante de leur donner une ligne directrice. Cette insécurité des élèves ressentie par l'enseignante la freinait dans l'animation d'objectivations axées sur les stratégies des élèves lors des retours collectifs sur les problèmes résolus. Elle se limitait alors (même si ce n'était nullement là son intention première) à faire des retours très brefs souvent centrés sur les résultats plutôt que sur la démarche. Pour contrer ce non-investissement des élèves dans la tâche en mathématiques, elle faisait mention de tentatives qu'elle avait fait d'intégration de jeux commerciaux en classe. Lors de ces tentatives, elle avait toutefois observé des difficultés similaires. Les élèves ne semblaient pas être habitués à jouer en respectant les règles du jeu. Ils avaient notamment beaucoup de difficulté à lire et appliquer les règles décrites sur la boîte du jeu. Une fois le jeu démarré, plusieurs équipes voulaient changer de jeu avant même la fin d'une partie.

Ce portrait, qui peut sembler à prime abord négatif des difficultés des élèves à s'investir dans une tâche mathématique qui leur était proposée, a constitué le point de départ de notre intervention. Leurs difficultés plus spécifiques à l'égard de la compréhension de problèmes ou de jeux, et de leur résolution, se manifestent entre autres dans le recours à des stratégies peu élaborées. Le désir de l'enseignante de trouver des pistes d'intervention possibles pour ses élèves, cherchant à les faire progresser, son intérêt pour des interventions non-standards, telles le jeu, nous ont conduit davantage à développer une intervention allant en ce sens. C'est ainsi que l'enseignante ressource et l'enseignante régulière ont travaillé en collaboration à la mise sur pied et l'expérimentation en classe d'une intervention cherchant à prendre en compte les difficultés des enfants. Nous tenterons de mieux comprendre dans un premier temps, les difficultés des élèves par les recherches réalisées sur le sujet. Nous abordons ainsi l'élaboration d'une intervention s'articulant sur le jeu, ceci en vue d'en mieux saisir les fondements, en tentant de mieux comprendre les difficultés des élèves pour pouvoir, comme l'explique si bien Charlot, «lire en positif l'histoire et la situation scolaire des enfants afin de comprendre ce qui s'y passe, ce qui y advient, ce qui s'y produit» (Charlot, 1992, p.33). Notre analyse permettra d'en comprendre la dynamique afin de trouver des voies d'amélioration à cette situation très complexe.

1.2 Difficultés rencontrées par les élèves en milieu défavorisé : une analyse de la situation

1.2.1 Un premier portrait global : divers facteurs en cause

Plusieurs auteurs (Brais, 1991, Hrimech et al., 1993, Lautrey, 1980) ont tenté de mettre en lien les difficultés scolaires des élèves en étudiant le phénomène d'abandon scolaire. Selon Hrimech (1993), le décrochage scolaire[1] (qui vient éclairer, sous un certain angle, les difficultés globales rencontrées par les élèves en milieu défavorisé) des élèves montréalais serait dû à trois facteurs principaux : les facteurs personnels, les facteurs issus du milieu familial ainsi que les facteurs qui concernent l'école elle-même.

Au niveau personnel (l'élève), on retrouve entre autres le peu d'estime de soi, les attentes faibles et irréalistes des élèves, les attitudes négatives vis-à-vis l'école et le manque d'assiduité. En ce qui a trait aux facteurs familiaux et sociaux, le statut socio-économique et la faible scolarisation des parents ainsi que la mauvaise communication entre les membres de la famille et l'école sont quelques uns des éléments qui expliqueraient ce phénomène. «La défavorisation métropolitaine de Montréal met en lumière la relation défavorisation et taux de diplômation. 99,7% des écoles fréquentées par les élèves les plus pauvres (dans le premier 10% selon l'indice de défavorisation du Conseil scolaire de l'île de Montréal) se retrouvent parmi les dernières quant au taux de diplômation.» (Hrimech et al, 1993, p.xiii).

Certains auteurs (Hrimech et al., 1993, Lautrey, 1980) pensent que les variables familiales ont un effet indirect sur le décrochage scolaire. Elles influencent le rendement scolaire, qui lui, affecte directement le décrochage scolaire. Lautrey montre que «les conditions de vie et de travail liées au statut socio-économique des parents déterminent dans une certaine mesure leurs pratiques éducatives et, à leur tour, celles-ci influencent le développement de l'enfant» (Lautrey, 1980, p.18) Dans cette recherche, Lautrey montre que «les pratiques éducatives» est une variable intermédiaire entre la classe sociale et le développement cognitif de l'enfant. Il semble que

[1] Les difficultés vécues par les élèves dans différents domaines, et à répétition, sont à la source du décrochage scolaire.

«l'attitude de l'enfant face aux perturbations cognitives varie selon le système éducatif dans lequel il vit» (Giroux, 1984, p.23). Les résultats de recherches de Giroux (1984) sur les connaissances et habiletés mathématiques montrent que :

> «Chez les enfants admis en première année à Montréal, les différences de comportement entre les sujets de milieu défavorisé et les sujets de milieu favorisé semblent aussi relever du système de valeur des parents. Les valeurs véhiculées en milieu défavorisé donnent priorité à l'acquisition de certaines connaissances reliées directement aux contenus scolaires (par exemple, la séquence des nombres). La souplesse cognitive qui permet à l'enfant l'élaboration de plusieurs interprétations d'un même problème et par conséquent de diverses stratégies de résolution de problèmes est possiblement moins investie dans l'éducation familiale de ce milieu que le sont certaines connaissances scolaires.» (Giroux, 1984, p.115)

Lévesque (1979), Perrenoud (1970), Jenck (1972), Pourtois (1979) et Giroux (1984) reconnaissent tous ce lien établi entre le milieu socioculturel et le développement cognitif de l'enfant.

L'école, facteur auquel nous nous attarderons plus particulièrement dans le présent travail, semble jouer un rôle important dans l'abandon scolaire des élèves montréalais. En effet, l'absence de collaboration[2] entre l'école et la famille, les programmes inadaptés, l'indifférence des pairs et les faibles résultats surtout en mathématiques et en français en sont des facteurs.

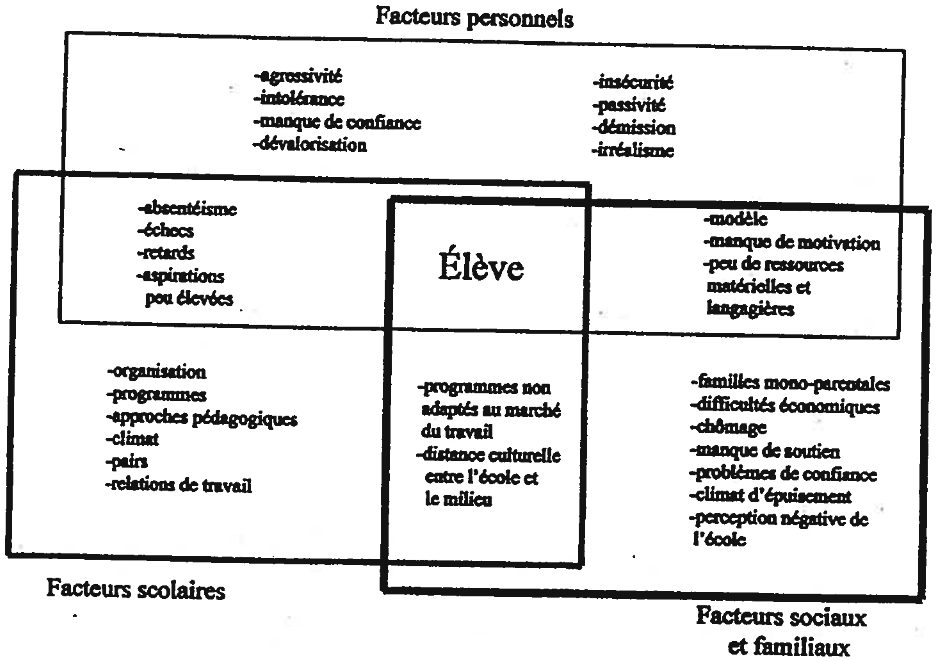
Selon nous, ce qu'il est intéressant de retenir pour notre recherche est que :

> «Ces facteurs ne sont pas tous des causes au sens strict de ce terme, car dans un phénomène aussi complexe que le décrochage, la causalité n'est pas linéaire et simple mais plutôt circulaire et multiple. ... ce n'est pas l'indigence elle-même qui provoque l'abandon mais plutôt ce sont des comportements qu'on retrouve dans beaucoup de familles pauvres qui expliquent mieux l'abandon scolaire : par exemple, l'indifférence des parents devant le résultat scolaire de leurs enfants, l'absence de soutien pour les devoirs à la maison, bref, le manque de ressources personnelles et sociales associées à la pauvreté économique.» (Hrimech et al, 1993, p.10)

[2] L'enfant tente de s'adapter à deux cultures différentes, celle de la famille et de l'école, à plusieurs égards dans ce cas contradictoires. Les tensions rencontrées sont sources de difficultés pour ce dernier.

Les rapports des recherches de Lévesque et West (1986), de Wehlage (1989a) tout comme.ceux de l'Association canadienne des administrateurs et administratrices scolaires (ACAS, 1992) (voir tableau 1 Les facteurs de l'abandon scolaire) soutiennent cette théorie en expliquant l'interdépendance des multiples variables concernant les trois sources de facteurs décrits précédemment. La combinaison de tous les facteurs énumérés et présentés dans les tableaux accroît le risque d'abandon scolaire.

Tableau 1 Les facteurs de l'abandon scolaire (Lévesque et West)



Lévesque et West, *Le décrochage scolaire: une perspective holistique*. Université Laval, p.42
tiré de Hrimech et al. (1993)

Dans le document publié par le Conseil scolaire de l'île de Montréal intitulé *Recherches sur la psychologie de l'enfant en milieu défavorisé* nous retrouvons une description des observations des difficultés langagières faites par les éducateurs depuis quelques années chez les enfants de milieu défavorisé. Ils notent que les enfants de ces écoles de l'île de Montréal s'expriment moins aisément par le langage, leur vocabulaire étant plus limité, leurs structures de phrases étaient souvent très pauvres et stéréotypées. Il semble aussi aux enseignants que les approches pédagogiques utilisées réussissent très peu à transformer et à enrichir ce langage premier ou naturel. D'autre part, le langage étant un instrument privilégié de développement mental (les travaux de Piaget le démontrant très bien) et le français constituant non seulement un objet d'apprentissage mais un facteur important pour l'apprentissage des autres disciplines (mathématiques, histoire, géographie, etc.), il va de soi que l'analyse de ce facteur doit être plus poussée. L'étude conclut toutefois à l'absence de relation entre le rendement scolaire de l'élève et son répertoire verbal indépendamment du fonctionnement intellectuel de l'enfant. Les chercheurs observent plutôt que les élèves plus faibles ont une moins bonne compréhension de plusieurs structures syntaxiques et syntagmatiques. (Caouette et Bourbeau, 1976)

Certains auteurs, comme Taba et Elkins (1968), vont plus loin en reconnaissant que l'école augmenterait l'écart ou les difficultés langagières de l'élève en milieu défavorisé.

> «Deviation in cultural background naturally creates a discontinuity between the cognitive, perceptual, and emotional development of the child and the school curriculum and expectations. This discrepancy is not merely a result of a deficit in academic skills. It is also a discrepancy in orientation to langage as a medium of communication» (Taba-Elkins, 1968, p.9)

Les travaux de Ginsburg (1972) portent notre attention sur les interventions relatives aux difficultés langagières en milieu défavorisé. Selon l'auteur, il ne faut pas axer nos interventions sur l'enrichissement du répertoire verbal mais plutôt sur le développement global de l'intelligence. Comme tous les autres enfants, ils ont besoin d'un environnement qui stimule les habiletés langagières qu'ils possèdent et qui permet au langage de se développer. Les travaux de Kohl (in Ginsburg, 1972) viennent soutenir les propos de Ginsburg en affirmant qu'un enseignement différencié est possible et nécessaire pour les enfants de milieu défavorisé.

Plusieurs auteurs font état également des problèmes soulevés par les interactions sociales entre élèves en milieu défavorisé. Charlot (1992) relate des observations intéressantes au sujet des difficultés rencontrées. «Régine Sirota a étudié les réseaux de communication dans la classe à travers les interactions verbales. Elle a remarqué que les élèves des milieux populaires ont généralement un comportement de retrait, de repli et d'attente.» (Charlot, 1992, p.23). Les difficultés engendrées par les interactions sociales sont d'autant plus perceptibles lorsqu'il s'agit de travailler en équipe. En effet, Taba et Elkins ont étudié les interactions sous l'angle du plan affectif. Dans le cadre de leur recherches, ces derniers ont interrogé des enseignants qui ont remarqué que leurs élèves pouvaient accomplir beaucoup plus lorsqu'ils travaillaient en équipes de deux ou en petits groupes. Cette organisation permettait de répondre à la grande demande d'attention et d'affection de ces élèves tout en permettant aux enseignants d'aider les élèves éprouvant des difficultés en circulant dans les groupes (Traduction libre d'un extrait de Taba-Elkins, 1968, p.19). Giroux (1984), de son côté, a mis l'accent sur l'étude des interactions au plan cognitif. Selon Giroux (1984), «par le biais des interactions sociales, l'enfant s'offre la possibilité de confronter ses points de vue avec ceux des autres.» (Giroux 1984, p.35) Elle a notamment observé que dans un très court laps de temps, «grâce à l'interaction sociale, les enfants de milieux défavorisés, progressent rapidement, atteignent le même niveau de raisonnement logique que celui atteint spontanément par les enfants de milieux favorisés». (Giroux,1984, p.35)

Comme le démontre Giroux, les enfants de milieux défavorisés placés sous certaines conditions progressent rapidement et tendent à rejoindre les autres. Nous pouvons en comprendre que les élèves de milieux défavorisés ont les mêmes capacités que les autres. Pourtant, de plus grandes difficultés ressortent. Comme nous avons peu d'emprise sur les facteurs personnels ou liés au milieu familial, il serait intéressant de mieux comprendre les facteurs en ce sens reliés à l'école. Les travaux de Charlot et son équipe (1992) nous semblent éclairer la question du rapport au savoir ainsi que du sens de l'école pour l'élève.

1.2.2 Sens de l'école et du savoir enseigné pour les élèves de milieu défavorisé

Comme mentionné précédemment, les difficultés académiques rencontrées par les élèves de milieu défavorisé apparaissent au tout début de la scolarisation, plus particulièrement dans les apprentissages de base en mathématiques. Ces difficultés entraînent souvent des échecs scolaires répétés et contribuent à instaurer un rapport négatif au savoir et à l'apprentissage chez ces élèves (Charlot et al., 1992).

Dans l'ouvrage École et savoir dans les banlieues et ailleurs, Charlot (1992) et son équipe ont étudié le rapport au savoir et à l'école par l'étude d'histoires scolaires de centaines d'enfants de milieux populaires, afin de redéfinir et remettre en cause la fatalité de l'échec scolaire. Ces recherches soulèvent plusieurs questions que nous nous sommes posées au cours de notre travail : Comment l'école est-elle vécue par les enfants de milieux populaires ? Quels rapports l'élève établit-il avec le savoir ? Quel sens présente l'école et le savoir pour l'élève ? Charlot aborde notamment les relations entre la mobilisation scolaire et les compétences cognitives, sujet qui rejoint directement nos préoccupations de recherche. Charlot questionne les problèmes de l'efficacité des pratiques quotidiennes en classe, de la construction effective des savoirs et des compétences cognitives. Ces interrogations nous amènent à nous poser la question suivante : Est-ce que le rapport au savoir de l'élève a un impact sur la transférabilité des apprentissages et la mobilisation des élèves ? (Charlot, 1992)

À ce stade, il serait important de définir les termes *rapport au savoir* et *mobilisation* afin de mieux comprendre les enjeux de la problématique. La notion de *rapport au savoir* telle que décrite par Charlot (1992) englobe les notions de singularité, du sens et du savoir. C'est un champ de recherche très complexe car on s'attarde à «l'ensemble d'images, d'attentes et de jugements qui portent à la fois sur le sens et la fonction sociale du savoir de l'école, sur la discipline enseignée, sur la situation d'apprentissage et sur soi-même». (Charlot 1992)

> «Poser la question du sens, c'est s'obliger à une lecture en positif de la réalité sociale et scolaire, en se refusant à interpréter immédiatement cette réalité en termes de manques, de lacunes, de «handicaps»… Comprendre c'est d'abord analyser sa logique propre, sa genèse spécifique. Cela implique que l'on étudie l'échec ou la difficulté scolaire, non pas comme absence de réussite, mais comme expérience, événement spécifique, ayant une forme de rationalité. » (Charlot, 1992, p.33)

Nous commençons donc à comprendre l'importance de donner du sens aux apprentissages scolaires. Nous verrons par cette citation comment Charlot lie sens et mobilisation dans la réalité scolaire.

> «Le fait de pouvoir donner sens à ce qui s'apprend à l'école est mobilisateur. Si un enfant peu mobilisé sur l'école y découvre, malgré tout, des choses qui l'intéressent, y acquiert des compétences, y réussit, il peut avoir envie de continuer à apprendre, construire de nouveaux projets de vie, restructurer et son identité et son rapport à l'école. Mais il se peut également, comme le note J. Ogbu, que les rapports sociaux lui interdisent de valoriser socialement les compétences acquises (Ogbu, 1978). En ce cas, ou bien le savoir fait suffisamment sens en lui-même pour que la mobilisation scolaire perdure, ou bien l'enfant oscille entre mobilisation et démobilisation ou bien il renonce.» (Charlot, 1992, p.27)

Nous croyons qu'il est nécessaire au-delà de comprendre les liens entre ces différentes notions de bien définir la *mobilisation scolaire*. Pour ce faire, nous nous référerons toujours aux écrits de Charlot qui définit les processus de mobilisation et de non mobilisation à l'école du côté de l'élève tout comme celui de l'enseignant. Par ces exemples, nous serons en mesure de mieux saisir ce processus.

> «Trois processus de mobilisation ou de non mobilisation à l'école ressortent dans l'analyse des discours des élèves : travailler pour passer, résister à la séduction des copains qui déconnent, aimer le professeur et la matière, apprendre; éventuellement : comprendre, s'intéresser, se sentir encouragé par ses bonnes notes, rivaliser avec les camarades. Du côté du professeur (porteur des effets cognitifs) : faire des cours intéressants, réexpliquer patiemment, faire des contrôles, conseiller des lectures, être cool, parler avec les élèves et organiser parfois des sorties. Il y a là un processus, un ensemble de phénomènes en interaction dans le temps. Le processus est trop complexe pour que la responsabilité puisse en être attribuée à un seul type de phénomène ou d'acteur.» (Charlot, 1992, p.61)

Nous croyons, tout comme en fait état Charlot (1992), que c'est cette articulation d'une mobilisation sur l'école et d'une mobilisation à l'école qui soit la voie de la réussite pour les enfants de milieu défavorisé.

> «Il faut arriver à mobiliser sur l'école les élèves qui ne l'ont pas été en dehors de l'école. Les élèves qui ne sont pas mobilisés sur l'école ne sont pas en manque, ils sont mobilisés sur autre chose : leurs problèmes familiaux, l'envie d'être grands, l'attente impatiente de la vie professionnelle.» De ce point de vue, on ne pense pas que les jeunes manquent de mobilisation et par conséquent que l'école ne peut rien faire pour eux. Il faut chercher qu'est-ce que l'école peut faire pour mobiliser les jeunes et contrebalancer les forces qui tendent à les détourner de l'école.» (Charlot, 1992, p.72)

Tout en tenant compte de l'importance du *rapport au savoir* dans la planification de nos interventions, nous devons comprendre les difficultés rencontrées dans l'apprentissage des mathématiques en milieu défavorisé afin de répondre adéquatement, selon la réalité du milieu, aux objectifs académiques poursuivis dans le cadre de notre recherche.

1.2.3 Difficultés plus spécifiques rencontrées par les élèves de milieu défavorisé en mathématiques

Les études réalisées au sujet de l'apprentissage des mathématiques auprès d'enfants en milieux défavorisés (Ginsburg et al, 1981, Giroux, 1984, Perrin-Glorian, 1993) mettent en évidence le peu de mobilité des connaissances développées par les élèves, une notion abordée dans un contexte apparaissant alors difficile à utiliser fans un autre contexte.

Les recherches de Taba et Elkins (1968), qui font référence aux travaux de Piaget (1950) et Hunt (1961), montrent que le développement global de l'intelligence abstraite dépend de l'abondance d'expériences relatives aux opérations concrètes présentées à l'enfant. Plus variées seront les stimulations et plus nombreuses seront les situations qui engendreront des modifications au niveau de la conceptualisation, plus mobile et différenciée deviendra la structure mentale. Le fait d'être confronté à une variété de situations réelles amènera l'enfant à développer des meilleures habiletés à faire face à de nouveaux défis.

Les travaux de Perrin Glorian (1993) ont montré que le manque de situation complexe de référence, en milieu défavorisé, amène les élèves à se replier sur la recherche d'une opération à effectuer, une règle à appliquer, ce qui constitue pour eux une économie de pensée. Ces règles et algorithmes représentent pour eux un moyen sécurisant d'obtenir des réponses rapidement, sans avoir à élaborer une démarche complexe. Les règles appliquées et les algorithmes leur permettent de se libérer d'une certaine façon de la responsabilité qu'ils ont face à leurs connaissances car ils peuvent plaider le fait que leur enseignant a déjà dit ou appliqué cet algorithme. D'ailleurs, Perrin-Glorian (1993) a observé que dans la construction de règles de fonctionnement, ils prennent en compte seulement une partie de l'information relative à l'apprentissage d'une nouvelle notion. Un certain rapport aux mathématiques et à l'apprentissage est ici en jeu, se manifestant entre autres dans la résolution de problèmes. En effet, Perrin Glorian (1993) a observé certaines difficultés relatives à la résolution de problèmes. Les élèves n'ont pas tendance à lire globalement les problèmes, ils cherchent plutôt une techniques à appliquer ou une réponse juste. De plus, ces élèves perçoivent la résolution d'un problème comme étant une façon d'effectuer des opérations, sans entrevoir les opérations comme étant un outil pour résoudre le problème. Ses observations montrent notamment que ces élèves ont de la difficulté à mobiliser leurs connaissances lors de la résolution d'une situation. Elle donne l'exemple de la difficulté qu'ils ont à prendre en compte les propriétés géométriques lorsqu'ils résolvent un problème numérique. Ce peu de flexibilité au niveau des connaissances, vient accentuer le caractère persistant des difficultés qu'ils rencontrent. Dans certains cas, Perrin-Glorain (1993) note que certaines difficultés ont tendance à ressurgir, à être récurrentes même lorsqu'on les croit surmontées. C'est le cas de la conception erronée que les élèves ont au sujet de la liaison ente la variation de l'aire et du périmètre. Ces travaux pointent également d'autres difficultés (difficultés langagières, difficultés de travail en groupe...) et montrent la complexité pour l'enseignant de l'intervention dans ces milieux et les défis qu'elle pose, au niveau de la prise en compte des difficultés récurrentes ainsi que de la mobilisation des connaissances dans le but de permettre leur réinvestissement. Nous devrons donc garder en tête, dans l'élaboration de notre intervention, l'importance de varier les situations que l'on présente aux élèves ainsi que la complexification de celles-ci afin de les pousser à aller plus loin dans leur raisonnement.

1.3 Pistes d'intervention en fonction des difficultés rencontrées en milieu défavorisé

À la lumière de nos lectures, nous avons répertorié quelques pistes d'intervention susceptibles de guider une intervention en milieu défavorisé, cherchant à s'attaquer aux difficultés des élèves.

Comme première piste, Hrimech et son équipe (1993), dans leur étude sur l'abandon scolaire des élèves de l'île de Montréal, émettent certaines pistes d'intervention globale. En effet, selon leurs propos, il est indispensable de repenser l'école afin de l'améliorer, pour qu'elle réponde mieux aux besoins des enfants. La collaboration avec la famille, en intervenant au niveau social et communautaire serait un moyen d'intervention à privilégier. Comme notre recherche est axée sur les difficultés rencontrées par des élèves d'un groupe en particulier plus spécifiquement en mathématiques et que notre rôle en tant qu'intervenant doit se limiter à la classe comme telle, nous ne pourrons tenir compte de cette suggestion dans le cadre de la présente recherche. Nous croyons cependant qu'il serait intéressant de penser à cette proposition lors d'une période de prolongement ou de réinvestissement de notre projet d'intervention.

Les travaux de Giroux (1984) en mathématiques pointent également une piste intéressante au niveau du rôle de l'élève face à ses apprentissages en le plaçant en situation forçant un engagement cognitif dans la tâche, pour provoquer une complexification de ses connaissances.

En dernier lieu, nous avons retrouvé dans le document publié par le Conseil scolaire de l'île de Montréal intitulé *Recherches sur la psychologie de l'enfant en milieu défavorisé* des recommandations claires à savoir que les enseignants en milieu défavorisé doivent recourir à des approches pédagogiques visant à développer les ressources d'apprentissage de ces enfants. (Caouette, C., Bourbeau. G., 1976, p.40) Les recherches de Taba et Elkins (1968) appuient les suggestions du rapport de Caouette et Bourbeau (1976).

> «But unlocking the hidden potential requires a radical change in curriculum and teaching on all levels. Both materials and the methods of teaching need to be aligned with the psychological realities of culturally disadvantaged children. While essentially the learning processes of the culturally disadvantaged do not differ from learning processes generally, the particulars for generating these processes do. For example, while all children learn better when the content of curriculum is tuned to their own experience as a point of departure, for culturally disadvantaged this is a sine qua non if any motivation at all is to be generated. » *(Taba-Elkins, 1968, p.15)*

Dans la mise au point d'interventions qui prennent en compte les difficultés des élèves en mathématiques en milieu défavorisé, plusieurs points centraux ressortent de l'analyse qui précède :

- Nécessité de placer les élèves dans des situations forçant un engagement cognitif dans la tâche. La mobilisation des élèves dans les apprentissages mathématiques (Charlot, 1984) apparaît ici un enjeu de l'intervention.
- Nécessité de travailler à la mise en place chez les élèves de certaines compétences mathématiques, notamment la compétence de communication (en lien avec les difficultés langagières) et la compétence de résolution de problèmes (en lien avec la compréhension d'un certain énoncé, l'émergence et la complexification de stratégies). Il s'agit ici de développer chez les élèves un ensemble de ressources, de développer chez ces derniers une certaine mobilité opératoire.
- Nécessité de travailler à la mise en place entre les élèves d'interactions sociales productives de sens.

Le jeu apparaît, en lien avec ce qui précède, une piste intéressante à explorer, et ce à plusieurs égards : il y a là place au développement de situations complexes de référence pour les élèves, à l'émergence et à la complexification de stratégies de résolution, à l'explicitation de stratégies par ces derniers (compétence de communication). Le jeu est aussi une piste intéressante à explorer pour permettre la mobilisation cognitive et affective des élèves dans la tâche. Un tel potentiel n'est toutefois possible que s'il repose sur une analyse soignée a priori des jeux et de leur contribution, et sur une analyse de l'approche pédagogique sous-jacente à mettre en place.

Dans le chapitre suivant, le cadre théorique, nous situerons les fondements de notre intervention, en présentant tout d'abord les différentes théories du jeu, pour ensuite préciser la place du jeu dans l'apprentissage des mathématiques. Étant donné l'origine de notre problème, nous situerons à cette occasion le jeu dans le nouveau curriculum récemment mis en application au Québec (MEQ 2000-version provisoire et septembre 2001-version officielle). Puis, nous préciserons la voie que nous emprunterons quant aux fondements de l'approche sur laquelle s'appuiera notre intervention didactique.

CHAPITRE II

CADRE THÉORIQUE

CHAPITRE II
CADRE THÉORIQUE

Au cours de ce chapitre, nous présenterons tout d'abord les différentes conceptions du jeu et de son rôle, en regard de différents courants théoriques, pour ensuite préciser notre positionnement et la place du jeu dans l'apprentissage des mathématiques. Étant donné l'origine de notre problématique, nous situerons le jeu en lien avec certaines compétences dans le nouveau curriculum récemment mis en application au Québec (MEQ 2001). Puis, nous préciserons la voie que nous emprunterons quant aux fondements de l'approche sur laquelle s'appuiera notre intervention didactique.

1. Conceptions du jeu et de son rôle : différents courants théoriques

Avant d'aborder le rôle et la place du jeu en éducation, nous préciserons tout d'abord le concept du jeu et ses caractéristiques, à travers quelques définitions qu'on en retrouve.

1.1 Le concept de jeu / quelques caractéristiques

Legendre, dans son Dictionnaire actuel de l'éducation (1993, 2e édition) associe le jeu éducatif à un système «conçu pour susciter l'acquisition de connaissances et le développement d'habiletés chez l'apprenant» (p.766). Il se base sur les écrits de Benoît, Marcotte et St-Pierre (1987) pour décrire quatre caractéristiques essentielles du jeu: «1) un élément de conflit, de lutte soit entre les joueurs, soit contre la chance, ou contre le meneur de jeu; 2) un élément de contrôle, supposant un ensemble de règles simples ou complexes, fixes ou souples; 3) un temps d'arrêt, une fin; 4) un aspect d'artifice qui fait que le jeu, quoique analogue à la vie, n'est pas la réalité.» Finalement, le jeu éducatif présenterait selon lui une cinquième caractéristique associée à la détermination d'un objectif d'apprentissage. Dans le Petit Larousse illustré (1998), la définition du jeu, conçue avant tout comme loisir, est la suivante : «activité non imposée à laquelle on s'adonne pour se divertir, en tirer un plaisir». Le petit Robert dictionnaire de la langue française (1995) décrit de son côté le jeu comme étant «une activité organisée par un système de règles définissant un succès et un échec, un gain et une perte». Danvers nous propose une définition tout autre dans le dictionnaire

700 mots-clés pour l'éducation (1992) retenant l'idée du jeu qui «consiste à la nécessité de trouver, d'inventer immédiatement une réponse qui est libre dans les limites des règles».

Ces ouvrages renvoient à différentes conceptions du jeu (associées à une activité de loisir, au plaisir, à la créativité, à une activité organisée à l'intérieur de règles ...) relatant plusieurs aspects qui caractérisent à leur façon le jeu. Brousseau (1986) rapporte quelques définitions du jeu qui s'appliquent de façon toute particulière à la didactique des mathématiques. «Le jeu est l'organisation de cette activité sous un système de règles définissant un succès et un échec, un gain et une perte». C'est aussi «ce qui sert à jouer, les instruments du jeu», «la manière dont on joue». On fait référence ici aux stratégies utilisées. Enfin, «l'ensemble des positions entre lesquelles le joueur peut choisir dans un état donné du jeu». (Brousseau, 1986). Dans notre recherche visant l'utilisation du jeu à des fins d'apprentissage, nous porterons une attention particulière aux éléments suivants : le contrôle à l'intérieur d'un système de règles plus ou moins complexes; la possibilité d'inventer, de créer des stratégies à l'intérieur de ce système organisé, la liberté et bien sûr le plaisir de s'adonner à cette activité. Il ne faut pas perdre de vue, comme le note Brousseau (1986), que certaines conditions sont nécessaires au jeu : avoir un partenaire, un milieu, une loi de la nature qui s'oppose dans une certaine mesure à ce que les joueurs obtiennent le résultat attendu en tout temps. (Brousseau, 1986, p.83) Ces éléments guideront notre choix des jeux et plus particulièrement nos interventions auprès des élèves.

1.2 Différents courants théoriques associés au jeu

Quelques auteurs ont élaboré des théories en nous présentant le jeu comme étant une activité diamétralement opposée au travail ou comme composante liée au développement de l'enfant.

1.2.1 Le jeu opposé au travail

Dans les perspectives théoriques développées ici, une certaine conception sous-jacente du jeu et de son rôle est mise de l'avant, associée avant tout à une activité de loisir. Dans cette conception du jeu, deux perspectives théoriques se démarquent : la théorie de la récréation et la théorie du surplus d'énergie. Les auteurs de la théorie de la récréation, Leif et Delay (1965), présentent le jeu comme étant une activité qui permet à l'enfant fatigué de se reposer autant intellectuellement que physiquement. Selon ces auteurs, le jeu devrait viser le divertissement permettant ainsi à l'enfant de retourner au travail. La théorie du surplus d'énergie stipule que le jeu s'inscrit au niveau des besoins secondaires de l'Homme. Celui-ci devrait assouvir ses besoins primaires pour pouvoir se reposer et faire le plein d'énergie. Dans le cas où ce temps de repos se prolonge, un surplus d'énergie se crée dans l'organisme. Le jeu sert alors d'agent libérateur de cet excès d'énergie.

1.2.2 Le jeu et le développement de l'enfant

Certains auteurs présentent le jeu comme étant un facteur important favorisant le développement global de l'enfant (Piaget, Vigotsky, Freud, Hall, Groos, Buehler, Erickson, Winnicott). La contribution du jeu dans le développement de l'enfant se fait tant au niveau moteur, au niveau socio-affectif, qu'au niveau cognitif. (Lemoine et Sartiaux, 1997)

a) Le jeu, composante importante du développement des habiletés manuelles chez l'enfant

La participation à certains jeux entraîne l'enfant à développer des habiletés particulières au niveau de la motricité. Hall (1902), Groos (in Bruce, 1991) et Buehler (1935) font état de cet aspect du jeu par lequel l'enfant développe des habiletés manuelles en explorant l'espace qui l'entoure et en manipulant les objets de son environnement. Hall (1902) dans sa théorie de la récapitulation, affirme que l'enfant se sert du jeu pour revivre inconsciemment les préoccupations de ses ancêtres à travers la récapitulation des étapes de la phylogenèse. Le jeu lui permet de revivre les principales activités qui ont marqué l'évolution de l'Homme, comme par exemple les activités motrices. De son côté Groos (in Bruce, 1991) se base sur les fondements du darwinisme pour soutenir sa théorie du préexercice. À travers l'étude des comportements de différents animaux, il a défini le jeu comme étant déterminant dans la maturation de l'organisme de l'humain. Selon Groos, le jeu permet à l'enfant de développer, de façon naturelle et spontanée, les habiletés qui lui seront nécessaires lorsqu'il atteindra l'âge adulte. Un troisième auteur, Buehler (1935), note deux idées distinctes quant au développement des habiletés manuelles chez l'enfant. Il pointe premièrement l'importance de la manipulation d'objets comme source d'apprentissage et montre aussi que les interactions sociales en place dans le jeu sont des conditions essentielles aux divers apprentissages.

b) Le jeu, composante importante du développement socio-affectif de l'enfant

Le jeu contribue notamment au développement socio-affectif de l'enfant en lui donnant l'occasion de se décentrer de son propre point de vue et parfois même d'anticiper le jeu de son adversaire. Freud (1920-1922), Erickson (1974) et Winnicott (1971) ont porté une attention à cet aspect dans leurs recherches concernant le jeu.

Selon Freud (1920-1922), le plaisir est au centre du jeu de l'enfant. L'enfant se sert du jeu pour baisser les tensions engendrées par certains événements de la vie. Il contrôle les événements stressants par la répétition d'un jeu. Chaque répétition procure à l'enfant l'impression de maîtriser et de dominer un événement stressant. De passif il prend un rôle actif dans la maîtrise des événements déplaisants auquel il peut être confronté. L'activité ludique l'entraîne à se libérer de certaines expériences traumatisantes en modifiant la réalité selon ses propres désirs. Pour Erikson (1974), le développement affectif s'étend tout au long de notre vie sur 9 stades. À travers chacun des stades, l'humain est confronté à une situation conflictuelle qu'il doit résoudre pour passer au stade suivant sans perturbation. Selon lui, le jeu permet à l'enfant d'affronter les échecs par le développement de l'initiative. Erikson s'est inspiré des théories psychanalytiques pour énoncer que c'est par le jeu que les enfants mettent à jour leurs pensées et leur inconscient. De son côté, Winnicott (1971) prétend que le jeu permet à l'individu de se découvrir en tant que personne par le biais de ses créations. Ensuite, l'individu qui joue place certains éléments du monde extérieur au service de ses rêves en les investissant de ses émotions. Par ce fait, il fait un lien entre son «moi» et le monde qui l'entoure. Pour Winnicott, le jeu constitue la source de la construction de l'expérience de l'homme.

c) Le jeu, composante importante du développement cognitif de l'enfant

Comme Piaget et Vygotsky nous l'ont montré, le jeu contribue fortement au développement cognitif de l'enfant. Par le jeu, il est amené à réinvestir ses connaissances antérieures en faisant des liens, des associations. À travers cette activité, l'enfant est encouragé à s'engager dans un processus de résolution de problème. Il fait donc appel à son sens de l'observation, à son jugement critique, à la déduction ainsi qu'à son esprit de synthèse. S'il est appelé à faire des retours sur ses expériences antérieures, il doit aussi anticiper constamment le jeu de son adversaire. L'anticipation est un processus important dans l'élaboration de nouvelles stratégies car elle oblige l'enfant à se décentrer de son jeu pour se projeter dans celui de son camarade.

Piaget (1970), dans sa théorie sur le développement de l'intelligence, accorde une très grande importance au jeu. Selon sa théorie, le jeu permet à l'enfant de faire des liens entre son expérience, sa connaissance et sa compréhension. Le jeu qui permet à l'enfant d'expérimenter des situations parfois exemptes de contraintes et de sanctions, constitue un aspect essentiel à l'équilibre affectif de l'enfant. À travers le jeu, l'enfant part de ses connaissances antérieures pour construire de nouvelles connaissances. Dans ses travaux, il nous propose une évolution du rapport au jeu chez l'enfant. En effet, du jeu d'exercice, présent au stade sensori-moteur (avant 2 ans), il passe au jeu symbolique. Ce dernier se résume selon Piaget à l'égocentrisme pur. L'enfant peut, par exemple, reproduire des activités de la vie courante et ce, sans les appliquer à un contexte particulier. Un peu plus tard, il se décentrera et arrivera à appliquer cette activité à quelqu'un d'autre que lui. Lorsque l'enfant est âgé de 7 à 11 ans, il progressera vers les jeux de règles. Ces jeux, qui impliquent la participation d'autrui, amènent l'enfant à prendre en considération l'autre. À l'intérieur des jeux de règles, Piaget distingue 4 stades de pratique des règles : le stade moteur ou individuel, le stade égocentrique, le stade de la coopération et le stade de la codification. La dernière catégorie de jeux consiste en des jeux de construction et de création. Il est important de spécifier que ceux-ci ne sont pas plus évolués que les jeux de règles mais qu'ils font appel à des habiletés différentes. En fait, ils se situent entre le jeu et l'imitation ou plutôt entre le jeu et la création. (Piaget, 1970)

Vygotsky (1978) a aussi accordé au jeu une place centrale dans sa théorie. Selon cet auteur, le jeu institue une zone proximale de développement dans laquelle les individus fonctionnent au plus haut niveau de leurs capacités. Tout comme Piaget, Vygotsky note la progression graduelle des jeux vers la réalisation de jeux de règles. Comme l'auteur place la culture et les interactions sociales comme élément essentiel au développement du jeu, ce dernier représente une excellente situation d'épanouissement du langage et des habiletés de communication. Vygotsky note l'importance du jeu dans le développement du vocabulaire, de la verbalisation, du langage ainsi que de la compréhension orale. Selon lui, par le jeu l'enfant développe sa capacité d'attention et de concentration tout en lui permettant de perfectionner ses stratégies de résolution de problèmes. Pour Vygotsky le développement du jeu est directement lié au contexte social ainsi qu'aux interventions de l'adulte. (Vygotsky, 1978)

On perçoit, à travers ce qui précède, le rôle central que joue le jeu dans le développement moteur, affectif et cognitif de l'enfant. Plus spécifiquement, en regard de notre recherche et de la mise au point d'une intervention s'articulant sur l'utilisation du jeu en mathématiques, certains éléments retiennent notre attention, plus particulièrement en regard de la contribution cognitive du jeu. L'idée de réinvestissement dans le jeu de connaissances antérieures, encourageant à faire des liens, des associations, le dépassement de ces connaissances et la construction de connaissances nouvelles (déséquilibre/rééquilibre) ainsi que les processus de décentration et d'anticipation ont été explicités par Piaget et constituent des pistes intéressantes pour aborder notre recherche (ils guident le choix des jeux / la manière de les approcher en classe / l'analyse éventuelle de ce qui s'y passe). Vygotsky aborde des aspects intéressants pour fonder notre intervention. Le rôle central des interactions sociales dans le jeu, le jeu comme lieu d'épanouissement de la communication et de développement d'habiletés langagières ainsi que le jeu comme zone proximale de développement de connaissances présentent des éléments fort intéressants dans l'élaboration de notre intervention. Dans les sections qui suivent il sera question de la place du jeu dans l'apprentissage des mathématiques, ce qui nous amènera à clarifier et approfondir les fondements de l'intervention.

2. Le jeu et l'apprentissage des mathématiques

Nous avons vu les différentes théories sur le jeu telles que proposées par différents auteurs. Nous tenterons maintenant de voir quelle place occupe le jeu dans l'apprentissage ou plutôt quels pourraient être les apports du jeu dans les apprentissages, plus spécifiquement au niveau des apprentissages mathématiques.

L'intérêt pour le jeu dans l'apprentissage s'est fait sentir très tôt. Plusieurs pédagogues ont intégré celui-ci dans leurs approches avec les enfants. Ainsi, même si dans certains pays industrialisés, le jeu était perçu comme futile, Clarapède (1916) avait montré l'intérêt du jeu en éducation auprès d'handicapés mentaux. Célestin Freinet (1956) accordait une place prédominante au jeu dans les écoles dans ses travaux sur la pédagogie active. Pour lui, le jeu était source d'enthousiasme, de créativité et de découverte. Comme nous l'avons vu précédemment, les études en psychologie génétique menées par Piaget ont mis en évidence l'apport du jeu dans le développement cognitif de l'enfant. Ces progrès accomplis par la psychologie ont fait comprendre que la pédagogie ne pouvait se limiter à la transmission de techniques en vue de bien « remplir les têtes » des enfants mais plutôt qu'elle devait miser sur la construction de connaissances par l'enfant par le biais de la manipulation concrète afin de progresser vers les représentations abstraites et intellectuelles (Raabe, 1979). Le jeu est alors apparu dans les approches pédagogiques mises en place dans les écoles, notamment au préscolaire.

Le jeu est présent chez l'enfant dès son tout jeune âge. Comme nous l'avons vu, dès le stade sensori-moteur, l'enfant apprivoise son environnement par le jeu. Les jeux avec règles, comme ceux qui seront utilisés dans notre recherche, constituent un moyen privilégié pour l'enfant d'appréhender les valeurs culturelles de la société à laquelle il appartient. Les ethnologues s'intéressent d'ailleurs à tout ce phénomène des différenciations locales des jeux et à la présence de variantes d'un même jeu dans les diverses parties du monde. Ils se demandent d'ailleurs si un jeu peut être unique et inventé à un moment et dans un lieu donné. Comment un jeu se transporte d'un endroit à un autre dans le monde ? Est-il possible qu'il puisse tout simplement être utilisé de la même façon par différentes sociétés ? Indépendamment des variantes culturelles, le jeu avec règles constitue une véritable micro-société à travers laquelle l'enfant apprend à se percevoir par rapport aux autres et à lui-même. (Raabe, 1979) Le fait de se soumettre à des contraintes et d'évoluer à travers ces contraintes, est loin d'être une tâche facile pour les jeunes enfants. Comme nous le montrent Gagnebin et al (1997), «Le jeu constitue une capacité dont l'organisation interne, l'enjeu justement, conduit à spécifier et à ajuster ses procédures en fonction du but, sans le concours d'un jugement adulte». Ce sont ici les apprentissages sociaux qui sont pointés, composante importante des apprentissages à mettre en place en milieu défavorisé, en particulier en mathématiques.

Le jeu représente un aspect particulièrement intéressant pour les enseignants. Par l'observation et le questionnement des enfants qui jouent, l'enseignant est placé devant une source immense de données quant au développement de l'enfant tant au niveau intellectuel, affectif, que psychomoteur. Les données recueillies lui permettront de mieux planifier son enseignement en développant des stratégies pédagogiques adaptées à ses élèves. De plus, le jeu permet l'instauration d'un climat propice à la communication entre les élèves ainsi qu'entre l'enseignant et l'élève. (Raabe, 1979)

Tout en respectant le rythme d'évolution de l'enfant, l'enseignant peut favoriser l'apport du jeu à l'apprentissage. Il doit tout d'abord comprendre qu'il a un rôle de guide en favorisant le questionnement, tout en évitant de donner la réponse attendue par l'élève. Il devra mettre en place une organisation par laquelle il propose des modèles nouveaux, des défis et qui favorise la créativité, le progrès et le développement des connaissances. Pour que le jeu soit source d'apprentissage, l'enseignant doit toutefois faire une analyse préalable afin d'identifier en quoi les jeux choisis permettront aux enfants d'atteindre certains objectifs qu'il s'est fixé (Raabe, 1979). Pour permettre une telle analyse, et cibler des jeux plus précis, un retour sur les travaux ayant porté un regard sur les jeux, en lien avec l'apprentissage des mathématiques, apparaît intéressant.

2.1 Importance du jeu dans l'apprentissage des mathématiques

Comme nous le verrons, Steffe et Wiegel (1994), Merenda (1995), Leonard et Tracy (1993), Bortuzzo et Poirier (2002) ont reconnu au jeu un apport particulier au niveau de l'apprentissage des mathématiques.

Tout d'abord, notons les conclusions de Bortuzzo et Poirier (2002) dans leur recherche sur l'importance du jeu dans l'acquisition du concept de nombre en classe maternelle, qui met en évidence deux points en particulier. Premièrement, selon leurs observations, la motivation développée par le jeu serait un facteur qui favoriserait l'apprentissage des mathématiques ici visées. En effet, en donnant plus de sens à ce qu'il apprend, l'élève intégrerait mieux les nouvelles connaissances. De plus, l'utilisation du jeu serait une source de motivation intéressante ayant des répercussions importances sur le développement de stratégies, car les élèves ont tous le même désir de gagner et conséquemment, d'améliorer leurs stratégies.

Le fait que différents jeux traitent d'une même idée mathématique serait un facteur qui faciliterait le transfert des apprentissages. Cependant, leurs résultats ne donnent pas à la motivation la seule explication de l'évolution des élèves.

Les interactions sociales joueraient un rôle important dans le développement de nouvelles connaissances. Bortuzzo et Poirier (2002) stipulent que l'élève à qui l'on donne la chance d'argumenter, d'expliquer, de justifier ses différentes stratégies est un élève qui apprend. «Ce n'est pas en donnant la bonne réponse aux élèves plus faibles qu'on les aide à évoluer.» (Bortuzzo et Poirier, 2002, p.30). Ces conclusions vont de pair avec la position du nouveau programme d'études québécois ainsi qu'avec la perspective socioconstructiviste que nous définirons ultérieurement (Bortuzzo et Poirier, 2002).

Les études de Steffe et Wiegel (1994) nous montrent que l'apport premier du jeu en mathématiques réside dans la motivation qu'il suscite chez l'élève ainsi que dans le sentiment de satisfaction personnelle. Par le jeu, l'enfant évolue à son rythme en se basant sur ses connaissances antérieures. Leonard et Tracy (1993) appuient les propos des auteurs précédents en affirmant que les jeux mathématiques permettent à l'enfant de faire un lien entre l'apprentissage de concepts mathématiques et un environnement agréable, positif. Le plaisir qu'entraîne le jeu amène les enfants à mobiliser toutes leurs habiletés pour résoudre les problèmes auxquels ils sont confrontés sur le plan cognitif. Ces travaux viennent appuyer le fait que le jeu peut instituer un rapport positif à l'apprentissage des mathématiques. De plus, le caractère imprévisible du jeu oblige les élèves à se réajuster, à anticiper le jeu de leur adversaire et par le fait même à développer de nouvelles stratégies.

Comme nous l'avons vu dans la problématique, il est important pour les enfants de donner du sens à leurs apprentissages afin qu'ils puissent les réinvestir dans d'autres contextes. Selon Merenda (1995), étant donné que lorsque l'enfant joue, il est laissé à lui-même dans la recherche de solutions, le jeu lui permettra de mieux comprendre le sens des connaissances acquises et des stratégies développées. Elle stipule notamment, qu'il est intéressant de présenter aux enfants différents jeux qui abordent une même notion mathématique afin qu'ils puissent réinvestir leurs apprentissages. Ce qui reprend l'idée du développement à travers plusieurs jeux d'une certaine mobilité opératoire, de la capacité de passer d'un cadre à l'autre, de s'adapter à un nouvel environnement en réinvestissant les connaissances et les habiletés acquises.

Nous nous sommes d'ailleurs intéressée à un projet mené sur la mise en place d'ateliers de jeux mathématiques dans une école primaire de France (Peltier, M., 2000-2001, p.34). Dans le rapport d'expérimentation, Marie-Lise Peltier, maître de conférence en didactique des mathématiques à l'IUFM de Rouen, fait état de l'évolution du projet qui avait comme objectif non seulement de motiver les élèves mais de favoriser l'acquisition et la maîtrise de compétences mathématiques par des élèves qui présentaient, aux yeux de leurs enseignants, un manque de motivation. À travers la description de la genèse du projet, nous sommes en mesure de constater les objectifs spécifiques qu'avaient priorisé les enseignants. Il est intéressant de constater que certains objectifs étaient liés aux difficultés mathématiques mais que le choix d'utiliser des jeux de société était principalement justifié par le développement d'objectifs transversaux tels que : «développer la socialisation, l'autonomie, le respect des autres, le respect des règles, des objets, l'entraide». (Peltier, M., 2000-2001, p.34) Nous voyons ici l'idée du développement d'habiletés au plan social, les interactions constituant un point d'appui à l'apprentissage des mathématiques. Les enseignants misaient sur ces objectifs de par le fait qu'ils remarquaient chez «leurs élèves issus d'un milieu très défavorisé, des comportements instables, agités, irrespectueux, souvent agressifs, voire même violents». (Peltier, M., 2000-2001, p.34) L'analyse de leurs deux années d'expérimentation les a conduits à constater la contribution des jeux mathématiques au développement d'habiletés sociales chez les élèves.

Tout comme Raabe (1979), l'auteur note «l'importance d'accompagner l'introduction de jeux mathématiques par une profonde réflexion conduisant à une articulation forte entre les différentes activités mathématiques proposées aux élèves et donc à une nécessaire réorganisation des progressions et des séances quotidiennes.» (Peltier, p.39) La question qui est posée ici est donc celle de l'articulation des jeux avec la séquence d'enseignement des mathématiques usuelle. Comment mieux intégrer les jeux aux autres activités d'enseignement ? Comment en tirer partie dans les activités subséquentes ou préalables ?

Dans cette perspective, une autre question importante qui se pose est celle d'une meilleure articulation également avec les travaux à la maison. Tregaskis (1991) a mené une étude concernant l'impact de la participation des parents à des jeux mathématiques à la maison avec leur enfant. Les résultats de sa recherche se sont avérés très positifs. Les parents et les enfants ont manifesté un très grand intérêt envers le projet. Chez les élèves, les jeux auraient amélioré leur niveau de confiance envers leurs habiletés mathématiques en plus de montrer une nette progression en ce qui a trait aux connaissances mathématiques proprement dites. Du côté des parents, la recherche a montré une grande implication de ces derniers. Certains parents ont même tenté d'inventer des variantes aux jeux proposés, ce qui s'avère être très bénéfique au niveau de l'utilisation des jeux comme outil pédagogique.

Sur le plan plus spécifique de l'enseignement des mathématiques, Brousseau est un de ceux qui a le plus utilisé le jeu comme support à l'apprentissage. Dans sa théorie des situations didactiques (Brousseau, 1986), le jeu apparaît comme une modélisation clé de la notion même de situation didactique, au sein de sa théorie. L'activité bien connue de la course à vingt (Brousseau, 1986) telle qu'elle a été mise en scène, expérimentée et analysée, permet de bien comprendre le rôle qu'il accorde au jeu dans ses phases d'action, de formulation et de validation.[3] Ce sont effectivement des éléments qui seront repris dans notre intervention. Brousseau (1986) fait notamment une distinction intéressante entre le jeu et la réalité. Le jeu contrairement à la vie au sens où il demande au joueur le même genre de façons d'agir, d'émotions et de motivations. Il se distingue toutefois de la réalité car le jeu nous permet de contrôler certaines conditions qui, dans la réalité, bloquent et échappent au joueur. Cependant, Brousseau explique l'importance de ne pas tout contrôler car dans un jeu où l'élève commanderait toutes les possibilités, tous les résultats, et gagnerait à tout coup, «le jeu n'offrirait aucune incertitude, et ne laisserait la place à aucune simulation des incertitudes de son modèle.» (Brousseau 1986, p.83). Pour Brousseau «l'élève ne peut apprendre qu'en produisant, en faisant fonctionner et en faisant évoluer les (ses) connaissances». (Brousseau 1988, p.325)

[3] La course à 20, telle que conçue par Brousseau , est un exemple de jeu qui sera exploité différemment lors des différentes phases.

À la lumière des propos tenus par certains auteurs (Bortuzzo, Brousseau, Ginsburg, Leonard et Tracy, Steffe) plusieurs éléments se dégagent quant à l'apport du jeu à l'apprentissage des mathématiques.

Les jeux permettent :

- de donner du sens aux mathématiques en liant expérience, connaissance et compréhension. Ils contribuent à intégrer de nouvelles connaissances, et au développement de stratégies; (Bortuzzo 2002 / Brousseau 1986,1988);
- une coopération entre pairs, ce qui provoque entres autres, dans certains cas, un conflit socio-cognitif propice à l'apprentissage (Bortuzzo 2002). Les interactions sociales sont ici au cœur de l'apprentissage, dans les phases d'actions (devant le jeu), de formulation (explication de stratégies) et de validation (Brousseau 1986);
- de créer des défis à la mesure des élèves étant donné que le niveau de difficulté peut être augmenté progressivement; ainsi, les élèves pourront raffiner leurs stratégies au fur et à mesure que le jeu évolue (Bortuzzo 2002);
- de revoir une même notion sous des formes différentes, ce qui favorise le réinvestissement des connaissances et le développement d'une certaine mobilité opératoire. (Bortuzzo 2002);
- d'instituer un rapport positif aux savoirs mathématiques et à l'apprentissage (Steffe 1994, Leonard et Tracy 1993);
- de construire des connaissances mathématiques et des modèles implicites dans l'action (Brousseau1986);
- de développer la compétence de communication à l'aide du langage mathématique lors de l'explicitation de différentes stratégies permettant de gagner (modèle explicite). (Brousseau, 1986).

Comme nous l'avons mentionné dans le premier chapitre, le nouveau programme du MEQ donne une place centrale à certaines compétences en mathématiques. À travers ce qui précède, on voit se dessiner la compétence de communication, qui sera au centre de l'intervention lors des retours sur le jeu. La résolution de problèmes est une autre compétence centrale du programme. En effet, la première compétence que l'on retrouve dans le programme de mathématiques est la compétence à résoudre une situation problème. Pour compléter l'analyse précédente, un retour sur le lien éventuel entre le jeu et la compétence à résoudre des problèmes en mathématiques apparaît pertinent à regarder.

2.2 Le jeu et la résolution de problèmes en mathématiques

Certains auteurs (Gagnebin, Guignard, Jacquet, 1997) nous montrent le lien étroit qui existe entre le jeu et la résolution de problèmes dès les premières années de vie d'un enfant. «C'est par le jeu que l'enfant tente de résoudre les problèmes que lui pose son environnement et d'apprivoiser les situations de la vie courante qui l'intriguent ou qui le choquent. On peut dire que le jeu est en quelque sorte la première forme de modélisation d'une réalité trop complexe : l'enfant en sélectionne et en reproduit certains éléments qu'il manipule à sa convenance.» (Gagnebin, Guignard, Jacquet, 1997, p.51) On retrouve ici un élément collé à la compétence à résoudre des problèmes, celui de la construction d'une certaine représentation de la situation (MEQ, 2001). Lors du Congrès Maths monde (2000) tenu à Québec à l'occasion de l'année internationale des mathématiques, Bednarz, Poirier et Tourigny ont présenté certains liens qui existent entre le jeu et la résolution de problèmes dans leur conférence intitulée *Le jeu et l'apprentissage des mathématiques au premier cycle du primaire*.

En premier lieu, elles ont indiqué que le jeu, tout comme la résolution de problèmes, permet de développer des stratégies et de les raffiner, complexifier pour qu'elles deviennent de plus en plus performantes. De plus, tout comme pour la résolution de problèmes, la collaboration (jeu d'équipe) et la communication sont indispensables dans le jeu. Elles donneront lieu à la formulation pour d'autres de ses stratégies. On retrouve là d'autres composantes de la compétence à résoudre des problèmes (MEQ, 2001). (Bednarz, Poirier, Tourigny, Québec 2000)

Étant donné les liens que nous venons de rapporter entre le jeu et la résolution de problèmes, nous avons trouvé un grand intérêt pour un projet relatif à la résolution de problèmes qui a été mis sur pied en 1988 par Ellen Adiv de la CEPGM. Dans l'introduction, elle relate les recherches de Lester (1982, 1983) qui donne quelques conseils aux enseignants quant à leur approche relative à la résolution de problèmes. Elle dénote l'importance de mettre l'accent sur un climat positif dans la classe où le défi est présent sans être frustrant, un dispositif qui met l'emphase sur la recherche de solutions plutôt que sur l'obtention de la bonne réponse. De plus, elle suggère que les élèves soient encouragés à discuter du problème et à proposer des stratégies de résolution avant même de procéder aux calculs comme tels. Ellen Avid (1988) propose notamment que les élèves explicitent leurs solutions au tableau afin de pouvoir discuter des différentes stratégies avec les autres élèves de la classe. Finalement, afin d'inciter les élèves à trouver différentes façons de résoudre le problème, Lester propose aux enseignants de souligner l'effort des élèves qui ont risqué une nouvelle solution en acceptant des réponses inhabituelles.

Ces différents conseils relatifs à l'enseignement de la résolution de problèmes sont transférables à un enseignement des mathématiques par le jeu. Il est important de noter que l'approche proposée par Lester (1982-1983) rejoint les conclusions de Bortuzzo (2002) quant à l'apport du jeu à l'enseignement et à l'apprentissage des mathématiques.

Les éléments qui précèdent fondent l'utilisation du jeu dans l'enseignement et le rôle qu'il est susceptible de jouer dans l'apprentissage des mathématiques, en lien avec notamment des compétences mathématiques chez les élèves, telles la résolution de problèmes et la communication mais également dans la mobilisation des élèves dans la tâche et la construction d'un rapport positif aux savoirs mathématiques.

Au-delà du jeu, il reste toutefois à préciser les fondements de notre intervention, sur le plan pédagogique et didactique, en regard des approches qui seront favorisées s'articulant sur ces jeux. La perspective sur laquelle nous nous appuyons, qui trouve ses fondements chez Piaget (1970), Vygotsky (1978) et Brousseau (1986-1988), sera maintenant précisée.

3. Approche socioconstructiviste de l'apprentissage

Le socioconstructivisme est né suite à l'intérêt des chercheurs pour le développement de l'intelligence. Cette perspective socioconstructiviste conjugue des éléments du constructivisme classique (Piaget 1970) avec les théories sociocognitives (Doise-Mugny, 1981 et Perret-Clermont, 1980), les perspectives développées par Vygotsky (1978) et la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1986). Dans la perspective socioconstructiviste issue de l'école de

Genève (Doise-Mugny, 1981 et Perret-Clermont, 1980) différents types d'interactions peuvent être prises en compte :

- Les interactions menant à un conflit sociocognitif;
- Les situations d'action dans lesquelles les élèves sont appelés à agir (élaboration de stratégies dans l'action);
- Les situations de communication, visant à provoquer une explicitation des stratégies et contribuant à rendre explicite les conventions sur lesquelles l'enfant s'appuie
- Les situations de validation donnant lieu à des confrontations de points de vue qui s'exprimeront à travers un débat entre les élèves.

L'approche socioconstructiviste, sur laquelle se base le nouveau programme du MEQ, fait sienne une certaine position épistémologique en regard de l'enseignement et de l'apprentissage.

- **L'apprentissage** fait référence à « un processus d'adaptation interactive à travers une participation active (lequel processus produit récursivement la culture ici plus spécifiquement on parle d'une certaine culture de mathématisation qu'on cherche à créer au sein de la classe) » (Bauersfeld, 1994) De plus, l'idée d'adaptation, de mise à l'essai de conceptions et de stratégies (dans le jeu) qui fonctionnent localement seront réajustées, voire même rejetées (Brousseau, 1986).

- **L'enseignement**, dans cette perspective, « désigne la tentative d'organiser chez les élèves un processus interactif de réflexions impliquant de la part de l'enseignant (ici de la chercheure) une différenciation conceptuelle continue (une certaine lecture du réseau conceptuel, des stratégies que se construisent les élèves) et une réalisation d'activités s'articulant sur cette analyse ». (Bauersfeld, 1994)

- **Le groupe** (et non plus l'individu) est envisagé comme lieu de savoir (les interactions multiples intervenant au sein de la classe sont constitutives de l'apprentissage, dans les situations de jeu). Les élèves seront amenés à relier ou mettre en contraste des idées, en plus de les justifier et d'argumenter.

Les approches retenues visent la mise en place d'une certaine structuration sociale de la classe, laissant place à des confrontations et des discussions où les élèves peuvent exprimer leurs positions. Nous concevons donc l'enseignement comme un phénomène social, dans lequel les interactions entre enfants (et entre enfants et enseignant) prennent place, et donnent lieu à une discussion autour des stratégies élaborées et à un certain processus de négociation.

Nous conclurons ce chapitre en nous donnant des balises précises quant aux principes à respecter dans notre intervention au niveau de l'enseignement par le jeu.

4. Enseigner par le jeu / objectif de recherche

Le potentiel de l'intervention qui sera élaborée dépend d'une part du choix des jeux et d'autre part des approches d'exploitation des jeux. Certaines conditions sont favorables et d'autres sont nécessaires. Voici donc les objectifs qui guideront notre démarche d'enseignement par le jeu tout au long de cette recherche.

Tout au long de notre expérimentation, nous nous donnons les conditions d'intervention suivantes :

- Favoriser la participation active des élèves (phase d'action : élaboration de stratégies, de modèles implicites dans l'action par les enfants, durant le jeu)
- respecter le rythme et les différences individuelles (permettre à tous les enfants de s'engager dans cet apprentissage)
- favoriser l'interaction des élèves entre eux (de manière à contribuer à une complexification des stratégies mises en place, à leur explicitation dans des situations de communication)
- rejoindre la motivation intrinsèque à apprendre, et mettre en place des conditions de réalisation favorables (instituer ainsi un autre rapport aux mathématiques et à l'apprentissage).

À ce stade de la recherche, nous croyons utile de formuler notre objectif de recherche. Suite à la présentation de notre problématique et de notre cadre théorique, l'objectif de notre étude consiste à explorer l'intérêt éventuel que présentent certains jeux[4], à cerner leur potentiel pour l'apprentissage, plus spécifiquement en lien avec le développement de certaines compétences en mathématiques.

Nous croyons que l'expérimentation de quelques jeux mathématiques, menés dans une perspective socioconstructiviste, dans cette classe pourrait nous aider à répondre à notre objectif de recherche. Dans le chapitre suivant, nous présenterons la méthodologie que nous avons choisie et qui nous permettra de répondre aux différents aspects de notre objectif de recherche.

[4] Les jeux retenus dans le cadre de l'intervention seront précisés au chapitre suivant.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

CHAPITRE III
MÉTHODOLOGIE

Au cours de ce chapitre, nous présenterons tout d'abord les conditions d'expérimentation, en précisant le milieu de l'école, les profils des élèves. Nous présenterons ensuite les conditions de l'observation et de recueil des données. Puis, nous préciserons les critères qui nous ont guidé dans le choix des jeux expérimentés, pour ensuite en faire une analyse a priori. Nous conclurons ce chapitre en explicitant les conditions d'exploitation des jeux sélectionnés tout en portant une attention particulière à l'adaptation de l'intervention en contexte.

1. Conditions d'expérimentation

1.1 Milieu de l'école

L'expérimentation s'est déroulée à l'école Léonard-De Vinci de la commission scolaire de Montréal située dans le quartier Saint-Michel. Selon les récentes données publiées dans le document *Vivre Saint-Michel en santé, Développement des communautés locales - Portrait de concertations des quartiers* (2000), 41 % des résidents du quartier sont nés hors pays. De plus, 48% des résidents du quartier Saint-Michel vivent sous le seuil de faible revenu. Au niveau de l'école, plus de la moitié des élèves qui la fréquentent sont nés au Canada. Les langues les plus fréquemment parlées à la maison, par ordre d'importance, sont le français, le créole, l'espagnol et quelques langues asiatiques. Au niveau du Conseil scolaire de l'île de Montréal, pour l'année scolaire 2000-2001, l'école Léonard-De Vinci a été identifiée comme étant une école de milieu défavorisé. De plus, l'école bénéficie de plusieurs subventions dues au faible revenu de sa clientèle. En effet, le Soutien à l'école montréalaise et l'Opération Solidarité sont deux programmes qui soutiennent les projets et les initiatives des enseignantes de l'école. Un service de dîner chaud à 0,50$ et de collations (substitut de déjeuner) est notamment offert aux élèves de cette école.

1.2 Profil des élèves de la classe

La classe dans laquelle s'est déroulée l'expérimentation est constituée de 21 élèves répartis comme suit : 9 filles et 12 garçons. Ils sont de différentes origines ethniques[5] : 7 haïtiens, 5 hispanophones, 5 francophones, 2 chinois, 1 vietnamien et 1 turc. La classe est de niveau troisième année primaire mais les élèves y sont âgés entre 8 et 9 ans. Selon les dossiers académiques, trois élèves sont identifiés comme ayant des troubles de comportement, un élève a une déficience intellectuelle légère (évaluation en cours) et sept élèves ont une évaluation en orthopédagogie qui révèle des difficultés d'apprentissage légères (1 an de retard) ou graves (plus de deux ans de retard académique). Nous tenons à spécifier que les élèves ayant des troubles de comportement bénéficient de rencontres au besoin avec la psycho-éducatrice, la travailleuse sociale, la psychologue et/ou le technicien en éducation spécialisé. Il est à noter que les services sont très limités vu la très grande demande au niveau de l'école. Les budgets relatifs aux services de soutien étant limités à un certain nombre d'élèves par école, seulement quatre des élèves de cette classe qui présentent des difficultés d'apprentissage sont vus régulièrement par une orthopédagogue. Le service d'orthopédagogie étant limité, l'équipe école se voit amenée à choisir quelques-uns des élèves dans le besoin et à réévaluer en cours d'année leur progression.

2. Conditions de l'intervention et du recueil des données

L'enseignante avec laquelle nous avons collaboré a plus de 25 ans d'expérience en enseignement et ce à différents niveaux scolaires. Elle a déjà été enseignante ressource et a été approchée, à maintes reprises, pour être conseillère pédagogique. Elle est reconnue dans l'école pour son sens de l'initiative et son intérêt pour les projets innovateurs. Dans le cadre de la réforme du curriculum, elle travaille en collaboration avec le MEQ pour l'expérimentation de plusieurs projets et outils d'évaluation (année scolaire 2000-2001).

---

[5] La problématique à laquelle s'attaque ce travail est celle des difficultés des élèves en mathématiques en milieu défavorisé. Le caractère multiethnique n'a pas été pris en compte dans l'analyse de manière spécifique. Il vient bien sûr renforcer certaines difficultés, notamment à l'égard du langage, mais ne constitue pas un élément spécifique à ce milieu (les difficultés langagières par exemple, et les autres difficultés signalées, se retrouvent en milieu défavorisé à réalité francophone). Prendre en compte le caractère multiethnique, notamment à l'égard des conceptions des élèves en mathématiques en lien avec le jeu, donnerait lieu à un autre type de recherche, tout aussi complexe que celle développée ici.

L'intervention s'est déroulée sur huit semaines. Trois jeux ici ont été expérimentés couvrant huit séances d'environ une heure à une heure et demi chacune, filmées sur vidéo. Des traces écrites par les enfants ont par ailleurs été recueillies. L'analyse des données recueillies se fera principalement à partir d'une étude des séances filmées et des observations faites en classe en cours de situation. Des discussions suscitées avec les élèves ainsi qu'avec l'enseignante tout au long du projet rendront complète l'analyse. Comme la chercheure travaillait à temps plein dans cette même école, plusieurs entretiens informels se sont déroulés avec l'enseignante en dehors des heures de classe ou des rencontres de planification allouées au projet de recherche. Voici la description des différentes sources de données qui ont été recueillies au cours du projet et qui serviront de base à l'analyse.

- *1 entretien semi directif avec l'enseignante au début du projet et 1 entretien semi directif avec l'enseignante à la fin du projet*

Les entretiens se sont déroulés, en tête-à-tête, dans le local de l'enseignante ressource lors des périodes de planification de l'enseignante. Au préalable, nous avions dressé une liste de sujets que nous voulions aborder au début et à la fin du projet. Tout au long des entretiens, nous avons gardé des traces écrites des propos de l'enseignante. Nous qualifions donc les entrevues de semi directives car nous avions élaboré un canevas d'entrevue souple afin de laisser place à l'improvisation en cours d'entrevue[6]. L'objectif principal de la première rencontre était d'identifier les besoins et les attentes de l'enseignante face à notre intervention. Le second entretien, qui s'est tenu à la fin du projet, se voulait un retour sur l'évolution des élèves dans l'intervention au niveau du rapport au savoir et des compétences mathématiques développées. Nous tenions aussi à questionner l'enseignante quant aux pistes d'amélioration ou de prolongement qu'elle entrevoyait suite au projet.

- *8 rencontres en classe (durée entre 1h00 et 1h30).*

La cueillette des données a été rendue possible grâce aux observations en classe de la chercheure. Ces observations ont été faites dans le cadre d'animation, de co-animation avec l'enseignante ainsi que par l'enregistrement vidéo des séances. Nous sommes consciente

[6] Le lecteur trouvera le condensé des entretiens ainsi que le protocole d'entrevue en Annexe I.

que l'introduction d'appareils peut contaminer la situation dû au fait qu'ils sélectionnent l'image dans un champ de caméra, ce qui réduit la quantité et la qualité du matériel. Les données informelles recueillies lors des entretiens avec l'enseignante, le fait de changer la personne qui filme les séances ainsi que la variation au niveau des modes d'animation, avaient pour but de réduire les effets produits par l'enregistrement vidéo. Suite à chacune des rencontres, nous avons rédigé un journal de bord qui consistait, en la prise de notes manuscrites des éléments qui ont retenu notre attention afin de guider notre intervention pour la rencontre subséquente et ultérieurement, pour l'analyse des séances filmées.

Les situations présentées aux élèves étaient un compromis entre celles proposées par la chercheure et celles que mène habituellement l'enseignante. Comme la demande d'intervention venait de l'enseignante qui avait des besoins spécifiques, la chercheure a dû prendre en compte le fait de ne pas gêner l'apprentissage des élèves ni de faire baisser les résultats tout en respectant les objectifs d'apprentissage relatifs à cette période de l'année. De plus, elle a dû prendre en considération les difficultés des élèves de la classe en mathématiques. Il n'était donc pas toujours possible de reproduire les situations telles qu'elles avaient été préparées par la chercheure car la participation active de l'enseignante dans la planification et au cours des séances implique qu'elle reste maître de sa classe, de ses élèves et en quelque sorte de la conduite de son enseignement. En travaillant en collaboration avec l'enseignante à toutes les étapes de l'expérimentation, nous avons ensemble réajusté, au fur et à mesure, les situations en tenant compte de ses attentes et des réactions des élèves à chacune des situations. Ces réajustements ont donné lieu à plusieurs variantes comme nous le verrons dans la *Description de l'intervention* en page 48 du présent document. On est ici en recherche collaborative. Les situations sont co-produites par la chercheuse et l'enseignante lors des phases d'intervention, retour sur l'intervention et réajustement (Desgagné, 1997)

3. Choix des jeux

Une sélection de différents jeux a été effectuée par l'équipe, à partir d'une banque de jeux élaborée au préalable (Bednarz et al., 2002), de façon à en faire ressortir les pistes d'exploitation possibles en classe et leur potentiel pour les apprentissages mathématiques.

Trois jeux ont été retenus pour cette intervention en fonction de leur richesse, de leur complémentarité (deux jeux de stratégie et un jeu numérique) et de leur ouverture sur plusieurs stratégies : Barrage, Saute-mouton et Cinq en ligne. La fiche descriptive de chacun des jeux ainsi que les planches de jeu, telles que retrouvées dans le document *Banque de jeux à exploiter avec les enfants du premier cycle du primaire* (Bednarz et al, 2002*)*, se retrouvent en Annexe II. Il est à noter que les règles du jeu et les planches de jeu sont celles qui ont été utilisées dans le cadre de notre expérimentation. Toutefois, nous y avons ajouté les variantes proposées par les enfants au cours de la séquence d'enseignement, telles que décrites dans la partie *Description de l'intervention* du présent document.

Le premier jeu, **Barrage**, est un jeu de stratégie où chacun des joueurs place, à tour de rôle, un jeton sur une planche de jeu. Lorsque leurs neuf jetons respectifs sont déposés, chacun déplace à tour de rôle un jeton en suivant les lignes. Si un joueur place ses jetons de façon à ce qu'il en ait trois en ligne, cela forme un barrage et il peut alors enlever un jeton à son adversaire. Pour gagner, un joueur doit capturer sept jetons de son adversaire ou bloquer celui-ci de façon à ce qu'il ne puisse plus bouger aucun jeton.

Le deuxième jeu, **Saute-mouton**, est un jeu de stratégie. Le jeu débute avec la planche couverte de jetons sauf pour un emplacement. Chacun des joueurs, mange, à tour de rôle, un jeton sur la planche en sautant par-dessus (comme au jeu de Dames). Il est possible de faire plus d'un bond du même coup, ce qui permet de manger plus d'un jeton. Le but du jeu est de vider la planche de tous les jetons.

Le troisième jeu, **Cinq en ligne**, est un jeu numérique qui se joue sur une grille sur laquelle sont écrits différents nombres (le choix des nombres varie selon le niveau des enfants). Chaque joueur lance 2 dés et place un jeton sur le nombre correspondant à la somme, la différence ou le produit des points sur les dés. Il verbalise alors l'opération (anticipe son résultat) et dépose un jeton sur le résultat de façon à former une ligne verticale, horizontale ou diagonale avec ses jetons.

4. Analyse préalable des jeux

L'analyse préalable de ces jeux (cf Tableau 2) permet d'expliciter le lien potentiel entre les jeux, leur exploitation anticipée et les difficultés que permet éventuellement de prendre en compte une telle exploitation(difficultés identifiées dans le chapitre 1) ainsi que les compétences susceptibles d'être développées par le jeu (cf tableau 4). Les jeux que nous avons mis à l'essai, par leur nature et la gestion de classe qui les accompagne, ont pour objectifs d'amener les élèves à se décentrer de leur propre point de vue, pour prendre en compte le point de vue des autres et anticiper un ensemble de stratégies possibles.

En premier lieu, Le jeu ***Barrage*** se caractérise par le fait qu'il force la décentration (ajustement à l'autre) et amène l'enfant à développer une vision globale du jeu en anticipant les différentes possibilités tant offensives que défensives. En ce sens il constitue une forme de modélisation d'une certaine réalité complexe. À travers ce jeu, on travaille à changer le rapport aux mathématiques et à l'apprentissage de l'enfant en l'exposant à une situation mathématique dans laquelle il fait face à une multitude de réponses et où il ne peut appliquer une règle à tout coup. Nous sommes ici plus près des situations complexes de références que ces enfants auront à vivre, ces derniers étant appelés à mobiliser dans l'action un ensemble de ressources structurantes, et en ce sens de situations propres au développement de certaines compétences (résoudre des problèmes, raisonner…) Le jeu **Saute-mouton** amène l'élève à anticiper le jeu de son adversaire ainsi qu'à faire un choix entre les différentes possibilités de manger un jeton. Dans ses déplacements, il doit toujours avoir en tête le but du jeu qui est de vider la planche, ce qui nécessite une anticipation du jeu à long terme. La comparaison avec le jeu **Barrage** nous amène à voir qu'il travaille le même type de stratégies mais de façon plus simple. Lors de l'anticipation, l'élève fait face à une réalité beaucoup plus simple car les possibilités de jeu sont plus limitées. Les règles du jeu étant moins complexes, l'enfant doit tenir compte de moins de contraintes dans la planification de son jeu. Finalement, le jeu **Saute-mouton** se joue en une seule étape car les jetons sont disposés sur la planche dès le début du jeu, tandis que dans le jeu **Barrage,** les élèves doivent placer eux-mêmes les neuf jetons. Cette étape demande autant de réflexion que le fait de déplacer les jetons pour faire des Barrages.

En ce qui concerne le jeu ***Cinq en ligne (cf tableau 2)***, il oblige l'enfant à une « estimation » du résultat (ordre de grandeur de celui-ci) tout en développant des habiletés de calcul mental et le force à faire un choix stratégique d'opérations, en fonction des nombres présents sur la grille. L'enfant est forcé de prendre en compte un ensemble de données d'une complexité de plus en plus grande. Cet élément nous permet de faire un lien avec le potentiel que présentent ces situations pour le développement de la compétence de résolution de problèmes (tel que décrit en page 35 du chapitre précédent).

5. Exploitation des jeux

Outre ces caractéristiques, l'exploitation des jeux demeure un élément central dans notre intervention. Pour chacun des jeux présentés, l'intervenant met en place une certaine structuration sociale de la classe pour optimiser l'importance des interactions sociales entre les enfants. Afin de favoriser ces interactions, il est possible de faire chacun des jeux soit en grand groupe, soit en deux sous-groupes ou encore en équipes de deux tout en privilégiant des retours collectifs. Les difficultés sociales et langagières rencontrées par les enfants de milieux défavorisés sont ainsi prises en compte et la compétence de communication susceptible d'être développée dans l'exploitation des différents jeux, les élèves étant amenés à prendre en considération les différents points de vue, à expliquer leurs stratégies et à argumenter leurs choix tout au long du jeu. Le tableau 2 résume les caractéristiques des jeux et de leur exploitation en les mettant en lien avec les difficultés rencontrées chez les enfants de milieu défavorisé (telles que décrites dans la problématique). Il est intéressant de consulter le tableau 4 qui décrit les compétences et composantes du nouveau programme (MEQ, 2001) susceptibles d'être développées par les jeux expérimentés. Ce tableau est tiré du livre *Banque de jeux pour l'apprentissage des mathématiques au primaire* dont nous avons fait mention précédemment.

Tableau 2 Analyse préalable des jeux

Les jeux et leur exploitation : quelques caractéristiques	**Difficultés prises en compte chez les enfants**
Les jeux sont riches et ouvrent sur plusieurs stratégies **Barrage et Saute-mouton** :	***Rapport aux mathématiques et à l'apprentissage :*** On travaille à contrer une certaine idée de

Force la décentration (ajustement à l'autre), anticipation (vision globale du jeu) pour jouer de façon offensive et défensive. **Cinq en ligne :** Oblige à une estimation du résultat, un choix d'opérations pertinentes, développe des habiletés de calcul mental, force aussi un choix stratégique (en fonction des nombres sur la grille).	ce qu'est une situation en maths (on a une réponse ou pas, recherche d'une règle à appliquer) ***Absence de situations complexes de référence** : on travaille à construire une réalité complexe de référence* Les jeux forcent une prise en compte d'un ensemble de données, et d'une complexité de plus en plus grande.
Leur exploitation : Une certaine structuration sociale de la classe dans laquelle les interactions sociales entre les enfants sont importantes : - Jeu en grand groupe (2 sous-équipes) - Jeu en équipe de deux - Retour collectif	***Difficultés sociales et langagières prises en compte*** L'exploitation force une prise en compte de différents points de vue, une explication des stratégies par les enfants, une argumentation.

6. Description de l'intervention

Tel que mentionné précédemment, ces différents jeux ont été expérimentés sur 8 rencontres, d'une durée approximative d'une heure à une heure et demi chacune à raison d'une ou deux rencontres par semaine, du mois de mars au mois de mai, auprès d'un groupe d'élèves de troisième année d'une école de l'île de Montréal en milieu défavorisé afin d'explorer l'intérêt éventuel que suscitaient ces jeux chez les enfants et de voir leur richesse pour l'apprentissage. Il est à noter que tout au long de cette démarche avec l'enseignante, nous avons eu le souci d'être à l'affût du moindre intérêt ou de la moindre force manifestée par les élèves de cette classe afin d'axer notre intervention sur leurs besoins et sur leur potentiel. Vous remarquerez donc dans la description de notre intervention que suite à chacune des séances, nous avons modifié notre planification afin de tenir compte des remarques des élèves face au projet en cours. Ainsi le jeu ***Barrage*** a été joué une première fois en grand groupe suivi d'un retour collectif. Ensuite, les élèves ont proposé de nouvelles règles au jeu initial. De plus, ils ont démontré un intérêt pour créer leur propre planche de jeu. Les intervenants ont alors préparé une tâche de lecture qui a permis aux élèves de réaliser leur planche de jeu tout en utilisant des notions de mesure et de géométrie[7]. Cette activité a été suivie par l'élaboration d'une seconde tâche de lecture qui répondait au désir de l'enseignante de réinvestir les notions mathématiques vues en cours d'étape. Pour ce faire, nous avons élaboré ensemble un barème de correction afin de pouvoir porter un jugement quantitatif qui sera pris en compte lors du jugement de fin d'étape. La troisième rencontre a mis en évidence l'importance pour les enfants de partager leurs stratégies lors d'un retour collectif. La séquence s'articulant sur le jeu Barrage s'est donc tenue sur trois séances. Il faut mentionner qu'une de ces séances était une séance mixte **Barrage/Saute-mouton**. La moitié des élèves de la classe jouaient à Barrage et l'autre moitié à Saute-mouton. En effet, le jeu **Saute-mouton** s'est tenu sur deux séances. Une première séance où les élèves ont joué en équipe de deux avec les règles initiales du jeu, suivie d'un retour collectif animé par le chercheur. La deuxième séance était la séance mixte **Barrage/Saute-mouton.**

Dans le tableau 3, nous voyons apparaître le jeu Triangles qui a été joué en équipes de deux sans aucune modification majeure par rapport aux règles prévues au départ. Cependant, l'activité préalable, élaborée en collaboration avec l'enseignante, telle que décrite sur la fiche descriptive du jeu s'est avérée beaucoup plus longue que prévue. Nous nous sommes rendue compte que pour plusieurs élèves la notion de triangle n'était pas complètement acquise. Lors de la discussion de groupe au sujet des propriétés du triangle, les élèves ont argumenté plusieurs conceptions erronées. Cette séance met donc en évidence les conceptions erronées des élèves au départ reliées au concept de triangle. Comme le jeu n'a pas pu être joué plus de dix minutes, nous avons décidé de le retirer de l'analyse étant donné le peu de données recueillies.

En ce qui a trait au jeu **Cinq en ligne**, plusieurs variantes ont été suggérées par les enfants. En effet, dès la première rencontre les élèves ont proposé des nouvelles règles, en référence au jeu Barrage, ce qui venait complexifier le jeu. À la fin de cette séance, ils ont manifesté le désir d'inventer leur propre grille[8]. Les deux autres séances ont porté sur l'expérimentation des nouvelles règles élaborées par les enfants et de leur grille, ainsi que sur la pertinence du choix

---

[7] Le lecteur trouvera la tâche de lecture présentée aux élèves en Annexe III.
[8] Le lecteur trouvera la grille vierge en Annexe IV.

des nombres sur leur grille (développement du jugement critique) par les enfants appelés à jouer avec ces grilles; justification par l'enfant de sa grille et des critères sous-jacents. En ce qui a trait aux règles inventées par les élèves, deux suggestions principales ont été retenues et expérimentées. La première variante au jeu consistait à jouer avec des jetons de même couleur mais en ajoutant un dé en cours de jeu afin de complexifier les opérations de calcul mental et d'obliger une décomposition plus exhaustive. La seconde variante proposée consistait à ce que chaque joueur utilise des jetons de couleurs différentes. Tout comme dans le jeu Barrage, les joueurs pouvaient ainsi bloquer leur adversaire afin qu'il ne puisse pas compléter une ligne de 5 jetons consécutifs. Cette suggestion vient ajouter une difficulté stratégique en plus des habiletés de calcul mental. La séquence s'articulant sur Cinq en ligne s'est déroulée sur 3 séances (1ere séance : jetons de même couleur et ajout d'un dé en cours d'activité; 2eme séance jetons de deux couleurs différentes; 3eme séance : les élèves jouent avec les grilles inventées).

Le tableau qui suit présente en détails le déroulement de l'intervention ainsi que les différentes adaptations au jeu construites en contexte et s'articulant sur les productions et suggestions des élèves.

Tableau 3 : Adaptation de l'intervention en contexte[9]

Ren.	Jeu	Organisation	Adaptations
1	Barrage	Grand groupe/ Règles prévues au départ	Aucune (Phase d'action)
2	Saute-mouton	Grand groupe	Retour collectif portant un peu plus sur les stratégies.
3	Barrage/Saute-mouton	Classe divisée en deux	Ouverture à de nouvelles règles inventées par les enfants. **Désir manifesté dans cette séance*

[9] Il est à noter que toutes les adaptations viennent des suggestions des enfants lors des retours.

		Équipes de deux	*d'avoir leur propre planche de jeu*
4	Barrage (construction d'un jeu)	Équipes de deux	Construction d'une planche de jeu par les enfants à partir d'une tâche de lecture (de manière à pouvoir avoir leur propre jeu).
5[10]	Les triangles	Équipes de deux	▪ Activité préalable très longue (conception du triangle erronée). ▪ Puis jeu, tel que prévu
6	Cinq en ligne	Équipes de deux	Jetons de même couleur et ajout d'un dé en cours d'activité. **Désir manifesté par les élèves dans cette séance d'inventer une grille et de complexifier les règles en référence au jeu Barrage.*
7	Cinq en ligne	Équipes de deux	Jetons de deux couleurs différentes (première variante introduite par les élèves).
8	Cinq en ligne (grille inventée)	Équipes de deux	Les élèves jouent avec leur propre grille. Retour portant sur la création de la grille (jugement critique)

Dans la prochaine section de notre recherche, nous observerons le développement des compétences mathématiques à travers les trois jeux expérimentés. Pour ce faire, nous ferons une comparaison entre nos observations et le tableau 4 sur les jeux pointant, en lien avec ces jeux, le développement de compétences mathématiques particulières du programme issu du livre *Le jeu et l'apprentissage des mathématiques au premier cycle du primaire* (Modulo, 2002). Nous verrons ainsi comment des composantes particulières de ces compétences s'actualisent dans chacun des jeux.

Tableau 4 : Jeux contribuant au développement des compétences mathématiques du programme

COMPÉTENCE 1 Résoudre une situation-problème mathématique

COMPOSANTES DE LA COMPÉTENCE

- Décoder les éléments de la situation-problème (développer un engagement réfléchi dans la situation).

Jeux

Le domino 6, 7, 8 ou 9	Toujours 12	Jeu de Nim
Jeu de dés	Les carrés et les triangles	Saute-mouton
Trois en ligne	Dernier bloc	Napoléon
La suite des cartes	Jeu de capture	Dames chinoises
Jeu de la pyramide	Le combat dans l'île	Labyrinthe junior
Referme les boîtes	Le barrage	Domain

- Appliquer différentes stratégies en vue d'élaborer une solution (envisager une solution gagnante, anticiper différentes solutions possibles).

Jeux

Jeu des mariages	Toujours 12	Le combat dans l'île
Le domino 6, 7, 8 ou 9	Les carrés et les triangles	Le barrage
Jeu de dés	Dernier bloc	Les barres
Questions et réponses	Jeu de capture	Jeu de Nim
Trois en ligne	Jeu d'ombres	Napoléon
La suite des cartes	Bingo des ombres	Dames chinoises
Jeu de la pyramide	Tic-tac-toe géant	Labyrinthe junior
Referme les boîtes	Les coccinelles et les bourdons	Domain

- Modéliser la situation-problème (émettre des conjectures, se représenter les données, etc.).

Jeux

Le domino 6, 7, 8 ou 9	Jeu d'ombres	Jeu de Nim
Questions et réponses	Bingo des ombres	Saute-mouton
La suite des cartes	Tic-tac-toe géant	Napoléon
Jeu de la pyramide	Les coccinelles et les bourdons	Dames chinoises
Toujours 12	Le combat dans l'île	Jeu de mémoire
Les carrés et les triangles	Le barrage	Labyrinthe junior
Dernier bloc	Les barres	Domain
Jeu de capture		

[10] Ce jeu ne sera pas considéré dans l'analyse. Il sera donc traité ponctuellement.

■ Valider la solution (se fait dans l'action, par confrontation à d'autres possibles, etc.)

Jeux

Jeu de capture	Le combat dans l'île	Napoléon
Jeu d'ombres	Le barrage	Labyrinthe junior
Bingo des ombres	Les barres	Domain

■ Partager l'information relative à la solution (explicitation des solutions, justification, argumentation).

Jeux

Jeu de la pyramide	Referme les boîtes	Jeu de Nim

COMPÉTENCE 2 **Raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques**

COMPOSANTE DE LA COMPÉTENCE

■ Justifier des actions ou des énoncés en faisant appel à des concepts et à des processus mathématiques.

Arithmétique

- Sens et écriture des nombres naturels inférieurs à 100; sens des opérations sur les nombres naturels.

Jeux

Jeu de dominos	Jeu de dés	Referme les boîtes
Jeu des mariages	Jeu de la pyramide	Toujours 12
Le domino 6, 7, 8 ou 9		

- Opérations sur les nombres (mise en place de processus personnels pour les opérations d'addition et de soustraction):
  – décomposition additive du nombre

Jeux

Jeu des mariages	Jeu de la pyramide	Toujours 12
Le domino 6, 7, 8 ou 9	Referme les boîtes	

  – reconstruction du terme manquant

Jeux

Le domino 6, 7, 8 ou 9	Toujours 12

Il est à noter que le jeu Cinq en ligne est une variante de Trois en ligne. Les règles sont les mêmes mais la planche de jeu est plus complexe.

– approximation du résultat d'une opération

Jeux

Jeu de dés
Trois en ligne
Jeu de la pyramide
Referme les boîtes
Toujours 12

– propriétés des nombres naturels (nombres pairs, impairs, etc.)

Jeux

Jeu de dés
Questions et réponses

– ordre sur les nombres naturels

Jeux

Questions et réponses
La suite des cartes

Géométrie

– figures planes (travail sur les polygones, plus spécifiquement identification, description du carré, du triangle)

Jeux

Les carrés et les triangles
Dernier bloc

– frises et dallage (réflexion)

Jeu

Jeu de capture

– frises et dallages (production de dallage)

Jeux

Dernier bloc
Domain

– espace (repérage d'objets et de soi dans l'espace, repérage dans le plan)

Jeux

Tic-tac-toe géant
Les coccinelles et les bourdons
Le combat dans l'île
Le barrage
Saute-mouton
Napoléon
Dames chinoises
Labyrinthe junior

– solides

Jeux

Jeu d'ombres
Bingo des ombres

COMPÉTENCE 3 Communiquer à l'aide du langage mathématique

COMPOSANTE DE LA COMPÉTENCE

- Interpréter ou produire des messages à caractère mathématique.

Jeux

Jeu de dominos	Questions et réponses	Jeu de la pyramide
Le domino 6, 7, 8 ou 9	Trois en ligne	Referme les boîtes

Repères culturels : Jeu d'ombres (pourrait être mis en lien avec un travail autour des ombres); Dames chinoises (pourrait être exploité en lien avec les jeux développés dans différentes cultures); Labyrinthe junior (pourrait être mis en lien avec l'idée de labyrinthe)

CHAPITRE IV

ANALYSE DES RÉSULTATS

CHAPITRE IV
ANALYSE DES RÉSULTATS

Pour procéder à l'analyse des données recueillies, nous avons conçu une grille (voir Annexes VI et VII) à partir d'éléments guidés par l'analyse des compétences du programme, tout en effectuant un retour constant aux données. Cette grille a donc été élaborée dans un va et vient entre les données recueillies et certaines balises fournies par les compétences (celle-ci sera décrite plus précisément en 4.1). Dans notre cadre théorique, l'exploration de l'intérêt éventuel que présente le jeu pour le développement de compétences mathématiques, nous a amenée à faire ressortir plus précisément les éléments suivants: le jeu permettrait à l'élève d'élaborer des stratégies, de les raffiner, de les expliciter et de les confronter à celles des autres (aspects qui, nous le verrons plus loin, rejoignent la compétence à résoudre des problèmes en mathématiques). Il favoriserait également par le biais des interactions sociales entre les enfants, au moment du jeu ou lors de retours collectifs sur le jeu, l'explicitation des solutions et la discussion des différentes stratégies mises de l'avant (rejoignant certains aspects nous le verrons plus loin de la compétence de communication en mathématiques). Le jeu permettrait aussi la mise en place de conditions favorisant la mobilisation des élèves dans la tâche et le développement d'un rapport positif face aux savoirs mathématiques et à l'apprentissage. On peut donc entrevoir à travers ce qui précède le lien entre le jeu et le développement de compétences particulières en mathématiques. Ces éléments motivent l'attention plus particulière que nous accorderons dans l'analyse au concept de compétence. Cherchant à rendre compte du développement des compétences mathématiques à travers l'expérimentation de trois jeux, notre grille d'analyse s'appuiera, plus spécifiquement, sur les composantes des compétences en mathématiques susceptibles d'être rejointes par nos jeux.

1. Grille d'analyse des jeux

Avant de présenter les compétences disciplinaires qui ont servi d'assise à notre grille d'analyse, nous croyons qu'il est important de reprendre globalement la notion de compétence. Les travaux portant sur la notion de compétence (Jonnaert, 2002, Carbonneau, Legendre, 2002, Le Boterf, 2001, Pallascio, Lafortune, Laurence, Gaudreault, 1999, Perrenoud, 1997, Rey, 1996, Abrantès,

2001) font état de quelques caractéristiques qui nous apparaissent essentielles à la compréhension du concept de compétence.

« La compétence n'est pas qu'une simple addition de savoirs, mais la capacité de mettre en interactions divers savoirs et d'autres types de ressources en fonction de l'usage varié que l'on peut en faire suivant les situations… L'élève élabore graduellement ses compétences à travers l'utilisation contextualisée de ressources et de connaissances variées. » (Carbonneau et Legendre, 2002, p.13)

Ce qui précède met bien en évidence que la compétence ne peut être considérée comme une simple accumulation de savoirs, s'inscrivant en cela en rupture avec le programme ancien du primaire (MEQ, 1980). Cette entrée par les compétences fait par ailleurs apparaître l'idée centrale d'une élaboration en contexte, la compétence apparaît comme la « Capacité d'agir efficacement dans un type défini de situations » (Perrenoud, 1997)

Cette perspective d'un savoir-agir développé en contexte est celle retenue par le programme de formation de l'école québécoise (MEQ, 2001, 2003) : « un savoir-agir fondé sur la mobilisation et l'utilisation efficaces d'un ensemble de ressources. » (MEQ, 2001, p.4). La compétence mobilise un ensemble de ressources tant internes (acquis scolaires, expériences, habiletés, intérêts,…), qu'externes (les pairs, l'enseignant, la littérature, …) et elle se déploie dans un contexte (action contextualisée) présentant un certaine complexité (d'où la différence avec le savoir-faire qu'on applique isolément). La compétence est évolutive car elle peut progresser indéfiniment. (MEQ, 2001, p.5) Par cette idée de savoir-agir, la compétence devient ainsi indissociable des contextes dans lesquels elle se manifeste et des situations qu'elle permet de traiter (MEQ, 2001). « Les notions de ressource et de situation se révèlent d'entrée de jeu, les pivots de l'approche suggérée par le MEQ » (Jonnaert, 2002, p 35)

Nous retenons donc que la compétence se déploie dans un contexte; c'est une action contextualisée. Elle se fonde sur un ensemble de ressources, elle est de l'ordre d'un savoir mobiliser en contexte. Ces ressources peuvent être des savoirs, des savoirs faire, des attitudes. En fait, la compétence n'est ni un savoir, ni un savoir-faire, ni une attitude... mais elle se manifeste quand une personne utilise ces ressources pour agir. « Une compétence suppose, au delà de la mobilisation et de la sélection, que les sujets organisent ces ressources diverses en réseaux opératoires pour traiter une situation. Cette organisation en réseau des ressources mobilisées est importante. Il ne s'agit donc pas d'une somme de ressources que le sujet empilerait, mais bien d'un ensemble de ressources pertinentes qui, articulées entre elles, permettent le traitement efficace de la situation. » (Jonnaert, p 36)

En mathématiques plus spécifiquement, trois compétences à développer ont été retenues par le programme de formation. La compétence est dans le cas de notre intervention mobilisée par l'élève dans un contexte réel d'action que constitue le jeu. Voici donc quelles sont les composantes retenues plus spécifiquement qui serviront à analyser le déploiement de ces compétences par les élèves à travers le jeu. Notre grille est basée sur le développement de certaines composantes (plus spécifiquement activées dans les jeux) que l'on peut relier aux trois compétences mathématiques : Résoudre une situation problème, raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques et communiquer à l'aide du langage mathématique.

Pour chacune de ces compétences, nous avons identifié des composantes ainsi que des indicateurs qui sont liés à ces composantes (permettant d'opérationnaliser le repérage de celles-ci dans l'action). Le choix des composantes et l'élaboration des indicateurs ont été faits dans un va et vient avec les données recueillies.

Dans les paragraphes qui suivent, nous procéderons à une description détaillée des éléments de notre grille, qui nous ont servi à faire une analyse successive des trois jeux expérimentés : Barrage, Saute-mouton et Cinq en ligne, sous l'angle des potentialités sur lesquelles débouche chacun des jeux.

1.1 Description des composantes et de leurs indicateurs

1.1.1 Compétence à résoudre des situations problèmes mathématiques

La compétence à résoudre des situations problèmes peut être reprise dans le cadre des jeux. En effet le jeu, tout comme la situation problème, se caractérise par certains éléments qu'on peut jusqu'à un certain point rapprocher au fait qu'on y retrouve un but à atteindre (but du jeu) versus une question à résoudre, une tâche à réaliser ou une solution à trouver (stratégies à trouver pour gagner et atteindre le but du jeu) versus des stratégies permettant de résoudre le problème, en tenant compte ici de certaines contraintes (les règles du jeu) versus les données du problème. Le développement de cette compétence actualisée ici dans le jeu va demander à l'élève, tout comme dans une situation problème, à s'engager dans un processus où il devra faire preuve de compréhension en décodant les éléments de la situation proposée (notamment les règles du jeu et son but), s'organiser autour d'une représentation qu'il se fait de la situation (on ne lui dit nullement comment s'engager dans le jeu et avancer…), élaborer une solution en développant des stratégies appropriées, valider ses stratégies dans l'action et les partager avec les autres en les communiquant au besoin (lors des retours en grand groupe). La résolution de cette situation implique la mise en place de stratégies qui mobilisent dans certains cas, des savoirs. Ainsi, au cours du jeu, comme dans la résolution de problèmes, l'enfant est amené à réaliser une suite d'opérations de décodage, de modélisation, de vérification, d'explicitation et de validation. De ce fait, il s'engage dans un processus dynamique qui implique l'anticipation de stratégies, de retours constants en arrière et le développement d'un jugement critique. (MEQ, 2003)

Suite à la description du sens de la compétence à résoudre des situations problèmes mathématiques, reprise dans le cas du jeu, nous avons retenu plus spécifiquement, en lien avec nos données, trois dimensions liées à : l'interprétation du jeu, aux stratégies mises en place et à l'explication de ces stratégies ou leur validation. Celles-ci correspondent à chacune des étapes par lesquelles les élèves sont passés dans l'expérimentation des jeux.

- Un premier éclairage en lien avec cette compétence est amené par **l'interprétation du jeu**, c'est-à-dire la dimension correspondant à la première composante du Programme

(MEQ, 2003, p.127), le décodage des éléments de la situation. Il s'agit ici de développer un engagement réfléchi dans le jeu en le décodant par la compréhension des règles et du but du jeu. Nous avons ici mis en évidence dans ce décodage des indicateurs de non compréhension et des indicateurs de compréhension par l'élève, pouvant se manifester par des actions posées par l'élève dans le jeu et (ou) par ses propos. À titre d'exemple d'un indicateur de compréhension, dans le cas du jeu Barrage, un élève enlève un jeton à son adversaire suite à un barrage. Un indicateur de non compréhension serait plutôt un élève qui déplace un jeton qui fait partie d'un Barrage.

- Un deuxième éclairage en lien avec la compétence est amené par les **stratégies mises en place** par les élèves en cours de jeu. Cette dimension correspond à la troisième composante du Programme (MEQ, 2003, p.127), l'application des différentes stratégies en vue d'élaborer une solution. Il s'agit ici d'envisager des solutions gagnantes et d'anticiper différentes stratégies possibles pour progresser dans le jeu. Pour nous aider dans l'analyse de cette composante, nous avons ici mis en évidence comme indicateurs :
  - la position spatiale des jetons utilisés dans le jeu[11] donnant un indice d'une présence ou non de stratégie utilisée par l'élève. Cet indicateur pourrait être observé dans le cas où les adversaires jouent chacun de leur côté de la planche sans se soucier du jeu de l'autre, on observe ici un jeu parallèle par la position des jetons, ou, à l'opposé, par une position imbriquée des différents jetons des joueurs, le jeu semblant ici prendre en compte ce que fait l'adversaire.
  - la position des jetons utilisée par rapport à l'adversaire donnant un indice de la prise en compte ou non du jeu adverse, et de la situation plus globale du jeu. Par exemple, nous pourrions observer dans le jeu Barrage un joueur qui place ses jetons afin de contrer un Barrage éventuel de son adversaire.
  - la mise en place d'une idée de stratégie possible (l'élève nous indique par ses actions ou ses propos qu'il a en tête une stratégie, il anticipe une stratégie de jeu ...). Par exemple, un élève peut chercher à faire un Barrage par des déplacements successifs de ses jetons.

[11] Dans les jeux utilisés, la position des pions sur la planche de jeu est un élément intéressant à considérer pour comprendre la stratégie utilisée par l'élève.

- Dans un troisième temps, nous avons identifié une phase spécifique dans le jeu que nous avons décrit comme étant **l'explication et la validation**. Cette dimension correspond d'abord à la quatrième composante de la compétence, la validation de la solution. Elle vient se manifester autant dans l'analyse du jeu que dans l'argumentation des joueurs face au jeu. Elle correspond aussi à la cinquième composante du Programme (MEQ, 2003, p.127), c'est-à-dire le partage de l'information relative à la solution (explicitation des solutions, justification et argumentations). Un indicateur à titre d'exemple de la présence de cette composante est l'explication ou l'argumentation d'un élève qui décrit pourquoi ce n'est pas un Barrage en s'appuyant sur les règles du jeu.

1.1.2 Compétence à raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques

La deuxième compétence analysée est celle liée au développement du raisonnement. C'est en fait la capacité à «formuler des conjonctures, à critiquer à justifier ou à infirmer une proposition faisant appel à un ensemble de savoirs mathématiques» (MEQ, 2003, Programme du secondaires, p.18). Le raisonnement mathématique que vise à développer le programme de l'école primaire québécoise renvoie à 3 types de raisonnement: le raisonnement déductif, inductif et créatif.

Tel que défini dans le Programme de formation de l'école québécoise : « le raisonnement est déductif, dans la mesure où l'élève doit apprendre à dégager une conclusion sur la base des données d'une situation problème. Il est inductif dans la mesure où on demande à l'élève de dégager des règles ou des lois à partir des observations. Il est créatif, parce que l'élève doit imaginer des combinaisons d'opérations pour trouver diverses réponses à une situation problème. » (MEQ, 2003, p.124) Le développement de cette compétence demande de présenter aux élèves des situations qui vont les amener à se questionner, à faire des liens entre les éléments de la situation et à chercher des réponses à leurs questions. (MEQ, 2003, p.128)

Il est important de spécifier que dans le cadre de notre analyse, nous avons retenu plus spécifiquement le raisonnement déductif. Parmi les raisonnements précédents, celui qui semble en effet plus particulièrement activé dans le jeu, à la lumière de nos données, est le raisonnement logique, de type déductif. L'élève est amené à penser un enchaînement d'actions possibles, en anticipant les effets de ses actions : si je fais ceci, puis ceci, il va se passer ceci… si je fais ceci, et ceci, on aura alors ceci... Nous chercherons à identifier la présence d'un tel raisonnement à travers les propos des élèves lorsqu'ils expliquent leur stratégie ou qu'ils **se prononcent sur un choix dans le jeu**. L'indicateur de cette composante réside dans la présence de l'expression si… alors…, indicateur spécifique à la verbalisation d'un raisonnement logique, de type déductif.

1.1.3 Compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique

La compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique se définit sous deux angles distincts. Le premier est celui de l'apprentissage d'un nouveau vocabulaire et de la compréhension du sens des mots reliés aux mathématiques. Le deuxième, réside en l'appropriation de la démarche de justification, c'est-à-dire la compétence à expliquer avec précision et justesse son raisonnement ou sa démarche. (MEQ, 2003, p.124) « La communication peut intervenir à différentes étapes d'une démarche : lorsque les élèves s'approprient une situation problème à résoudre, présentent leurs pistes de solution, confrontent leurs points de vue ou font part de leurs résultats. » (MEQ, 2003, p.132)

Cette compétence à communiquer, dans notre cas, sera plus spécifiquement ciblée à différentes phases du jeu :

- En premier lieu, nous retrouvons **la communication par les élèves de la finalité du jeu.** Cette composante a été observée à travers des indicateurs sur les défis que les élèves se donnent par rapport au jeu. Dans certains cas, les élèves pourraient décider de développer de nouvelles stratégies plutôt que de chercher à gagner.
- La deuxième composante est liée à la **communication des stratégies** utilisées par les enfants, que l'on peut observer entre autres à travers les stratégies d'équipe présentées (stratégies collectives). Lors du retour, un élève décrit les stratégies que son co-équipier et lui ont développé pour faire un Barrage. L'utilisation du « nous » lors de la communication est un indicateur de la communication d'une stratégie d'équipe.

Ces deux composantes sont liées à l'interprétation de messages, composante du Programme (MEQ 2003, p.133). Il s'agit alors «d'exprimer ses idées au moyen du langage mathématique en tenant compte des règles et des conventions qui s'y rattachent ainsi que du contexte, de valider un message pour en améliorer sa compréhension, … » (MEQ 2003, Programme du secondaire, p.24)

- La troisième composante est **l'explication de stratégies individuelles utilisées**. Des indicateurs apparaissent lors du retour sur le jeu lorsque l'enfant par exemple reconstruit mentalement le jeu en pointant les positions sur la planche, en décrivant la démarche qu'il a utilisé pour faire un Barrage ou en éviter un.

- Cette compétence de **communication** se retrouve également dans l'élaboration **par les enfants d'une variante** au jeu présenté. Un indicateur de cette composante se présente lorsque l'enfant s'invente d'autres règles du jeu ou change la finalité du jeu. L'élève peut par exemple inventer une nouvelle règle qui attribue des points en fonction des Barrages effectués pour déterminer le gagnant de la partie.

Ces composantes sont reliées à la production de messages à caractère mathématique dans le sens où l'élève « choisit, selon le contexte, les éléments du langage mathématique appropriés au message (nombre, position spatiale, …) et sélectionne des modes des représentation selon l'objet du message et l'interlocuteur » (MEQ 2003, Programme du secondaire, p.24), dans ce cas-ci, par exemple, il utilise la planche de jeu.

2. Analyse de chaque jeu sous l'angle des potentialités qu'il présente en termes de développement de compétences

Nous avons procédé à l'analyse de chacun des trois jeux individuellement en fonction des éléments de notre grille décrits précédemment. Nous indiquerons donc les manifestations de chacune des composantes en nous appuyant sur des extraits du verbatim de notre expérimentation (transcriptions vidéos/productions des enfants), et ce pour chacun des trois jeux.

2.1 Analyse du jeu Barrage[12]

Le jeu Barrage s'est déroulé sur trois séances : Une première où tous les élèves jouaient à Barrage et une deuxième où la classe était divisée en deux, la moitié jouait à Barrage et l'autre à Saute-mouton. La troisième séance résidait en la construction d'une planche de jeu par les enfants à partir d'une tâche de lecture (suite à leur demande, de manière à pouvoir avoir leur propre jeu). Nous aborderons l'analyse des trois compétences en relevant les extraits de verbatims des deux premières séances[13], identifiés par des nombres correspondant à la séquence sur le vidéo, qui viennent appuyer certaines manifestations observées du développement de ces compétences dans le jeu. Les élèves étant placés en dyade, seront identifiés par des couples de lettre (A-B, C-D, …) lors de leurs échanges.

2.1.1 Compétence à résoudre des situations problèmes mathématiques

2.1.1.1 Composante 1 : l'interprétation du jeu

Au niveau de la première composante, **l'interprétation du jeu** certains éléments sont ressortis au niveau des indicateurs de compréhension chez le joueur B de la dyade AB, dyade que nous allons suivre tout au long du jeu. À travers ses actions, on peut en effet observer que cet élève a cherché à faire un Barrage.

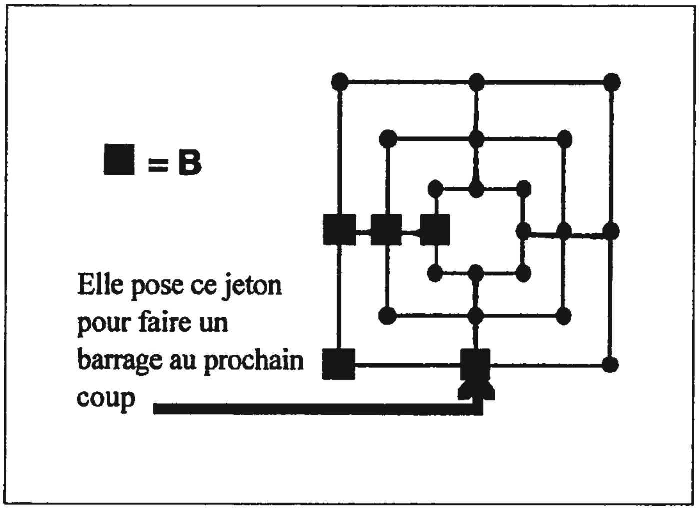
En plaçant un nouveau jeton sur la planche de jeu à un endroit stratégique pour faire un Barrage au prochain tour (Figure I), le joueur B du duo A-B montre ainsi une certaine compréhension du but du jeu, c'est-à-dire placer trois jetons en ligne droite pour effectuer un Barrage.

---

[12] Nous nous centrerons dans cette analyse sur certains joueurs plus spécifiquement ciblés par la caméra et qui seront suivis tout au long de la séance. Ainsi, deux dyades seront le point de mire: A-B, G-H. Nous complèterons cette analyse avec d'autres enfants également observés.

[13] Celles où s'est réalisée le jeu plus précisément.

Figure I : Planche de jeu Barrage_ Duo A-B



Le joueur B montre de plus sa compréhension des règles du jeu par ses actions en enlevant un jeton à son adversaire (joueur A) lorsqu'il complète un Barrage. Le jeton enlevé est choisi par B (deux jetons consécutifs sur une même ligne droite) car il représente un danger éventuel que son adversaire fasse un Barrage. Ce deuxième indice nous montre que le joueur B tient compte de l'adversaire, anticipant ce qu'il pourrait faire. Plusieurs indices montrent ici une bonne interprétation du jeu de la part du joueur B. Un exemple semblable (extrait 1423) a été observé dans le duo K-L. Le joueur K fait un Barrage et le dit à voix haute. Ensuite, elle choisit d'enlever un jeton de son adversaire qui était susceptible de faire un Barrage. Voici une manifestation de la compréhension des règles du jeu par le joueur K.

Après avoir observé le duo E-F, le chercheur les questionne sur les raisons qui guident leurs choix dans leurs déplacements. Par les réactions verbales du joueur E nous notons des indices de compréhension du but du jeu. Il choisit les jetons qu'il va manger afin qu'il puisse vider la planche sans en laisser deux dispersés sur la planche.

Extrait du verbatim (0598) Duo E-F (questionnement du chercheur) :

E et F regardent le jeu attentivement.

— Ch : « A quoi vous pensez lorsque vous regardez le jeu ? »

— E : « Je pense qui je vais manger. »

— Ch : « Tu penses qui tu vas manger. Qu'est-ce que tu te dis quand tu choisis qui est-ce que tu vas manger ? »

— E : « Je regarde les jetons. »

— Ch : « Pourquoi ? »

— E : « Je veux voir qui je veux manger. »

— Ch : « Tu veux voir qui tu veux manger. Qu'est-ce que ça change que tu manges un ou bien l'autre ? »

— E reste en silence.

— Ch : « Est-ce que ça change quelque chose. Pourquoi tu décides qui tu vas manger ? »

— E : « Parce que si on se fait tromper après il mange encore 2 ou 3 jetons qu'on ne peut pas manger. »

— Ch : « Pardon ? »

— E : « Parce que si la… comme un exemple, il reste encore 4 jetons après je l'ai mangé, après il reste 3 jetons; le jeton qui est ici, un jeton ici et un qui est ici (il pointe sur la planche des positions séparées). »

— Ch : « Tu veux que tes jetons restent collés pour pouvoir les manger. Alors, c'est ça que tu regardes quand tu manges ? »

— E : « Oui. »

À l'opposé, au niveau des indicateurs d'interprétation du jeu, nous avons relevé d'autre part, pour l'autre joueur A de la dyade A-B, des exemples de non compréhension dans le jeu du duo A-B. À travers ses actions, le joueur A montre à trois reprises sa non compréhension des règles du jeu :
Après avoir fait un Barrage, A pige un jeton que B avait retiré de sa planche de jeu et oublie de dire Barrage (règle du jeu).

Extrait du verbatim (0089) :

— A fait un Barrage.

— B : « Allez, dis Barrage ! »

— A : « Barrage » et il pige un jeton sur la table du côté de B.

— B : « Non, pas là-dedans ».

— A enlève un jeton au hasard.

Les réactions de A aux propos de B (l'adversaire), sont dans l'extrait précédent (enlever un jeton au hasard) des indicateurs de non compréhension des règles du jeu.

Un peu plus loin, A déplace un jeton de son adversaire qui fait partie d'un Barrage et ce, à deux reprises malgré la réaction verbale de B.

Extrait du verbatim (0166) :

— Les jetons sont posés.

— B déplace son jeton.

— À son tour, A déplace un jeton de B qui fait partie d'un Barrage.

— B : « Non pas celui-là ! »

Le fait de répéter une même action qui ne respecte pas les règles du jeu, malgré les réactions verbales de l'adversaire, pourrait être, selon nous, un nouvel indicateur de non compréhension.

Dans les quatre extraits du duo G-H qui suivent, le silence des deux joueurs nous démontre de part et d'autre une incompréhension de certaines règles du jeu.

Extrait du verbatim (0934) :

— G déplace un jeton qui fait partie d'un Barrage pour en faire un nouveau. H ne dit rien.

Extrait du verbatim (1061) :

— H déplace le jeton de G (déplacement du jeton de son adversaire) et G ne dit rien. Ils continuent leur jeu.

Extrait du verbatim (1121) :

— H tente d'enlever un jeton qui fait partie d'un Barrage sans aucune réaction de son adversaire (G).

Extrait du verbatim (1183) :

— H tente encore une fois d'enlever un jeton qui fait partie d'un Barrage sans aucune réaction de son adversaire (G).

Cette même situation d'incompréhension des règles s'est représentée dans le duo S-T. À trois reprises, T a tenté d'enlever ou de déplacer un jeton qui fait partie d'un Barrage (extraits 2623, 2707, 3013). Le fait de faire un Barrage et d'oublier d'enlever un jeton à son adversaire fait partie notamment de nos indicateurs de non compréhension des règles. Cette manifestation a été observée dans le jeu du duo M-N. Le joueur M a, à deux reprises, oublié d'enlever le jeton de son adversaire suite à un Barrage (extraits 3093 et 3118).

Un peu plus tard (extrait 1074), des indices de non compréhension des règles de la part du joueur H sont observés. Le joueur H croit avoir fait un Barrage mais il n'a pas respecté la règle voulant que pour faire un Barrage, les joueurs doivent poser les trois jetons sur une ligne droite et que les jetons doivent être reliés pas des traits. Dans ce cas, les jetons n'étaient aucunement reliés par un trait continu. D'ailleurs l'explication, par le joueur G, du non respect de cette règle sera reprise un peu plus loin au cours de la présente analyse (voir explication/validation).

Nous avons également relevé une manifestation particulière d'incompréhension du but du jeu de la part du joueur A, qui ne s'intègre pas dans les indicateurs précédents. Dans cet extrait, provoqué par l'intervention de la chercheure, le joueur A tente de continuer à jouer même si le jeu ne présente plus aucune possibilité de faire un Barrage (Figure II).

Extrait du verbatim (0232) :

— Chercheur : « Tu ne peux plus jouer ? »

— A : « Quoi ? »

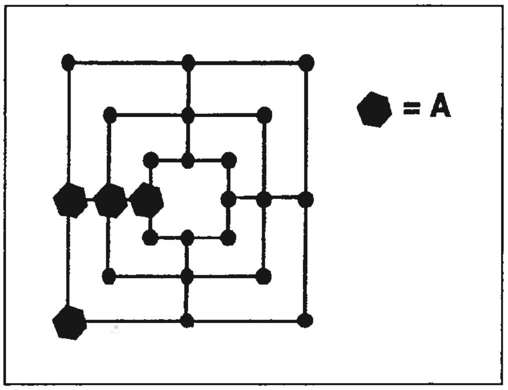
— Chercheur : « Peux-tu encore faire un Barrage ? »

— A ne dit rien et regarde le jeu.

— Chercheur : « Peux-tu en faire un autre ? »

— A ne répond pas. (fin de l'enregistrement).

Figure II : Planche de jeu Barrage_ Extrait 0232_Duo A-B

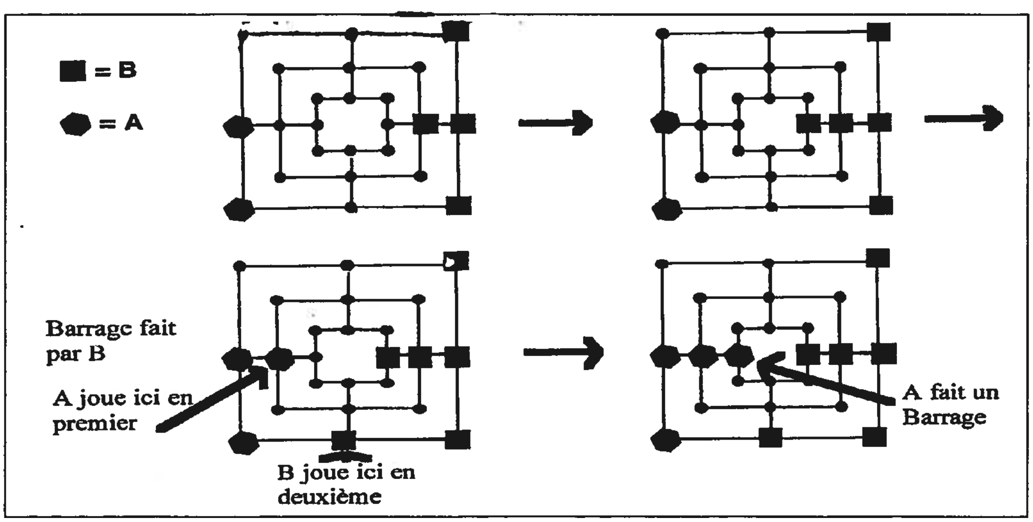


2.1.1.2 Composante 2: mise en place de stratégies

La deuxième composante réside en la **mise en place de stratégies** dans le jeu par les élèves. Nous avons relevé des manifestations de cette composante à travers la position spatiale des jetons sur le jeu de chacun des élèves.

Tout d'abord, l'on observe au début de la séance de Barrage une situation de jeu parallèle dans le jeu du duo A-B. Comme si la planche de jeu était divisée en deux, chaque joueur dépose ses jetons de son côté sans tenir compte du jeu de son adversaire. B fait un Barrage et ensuite A fait un Barrage de son côté. Les joueurs arrivent par cette stratégie à faire des Barrages consécutifs sans intervenir dans le jeu de l'autre.

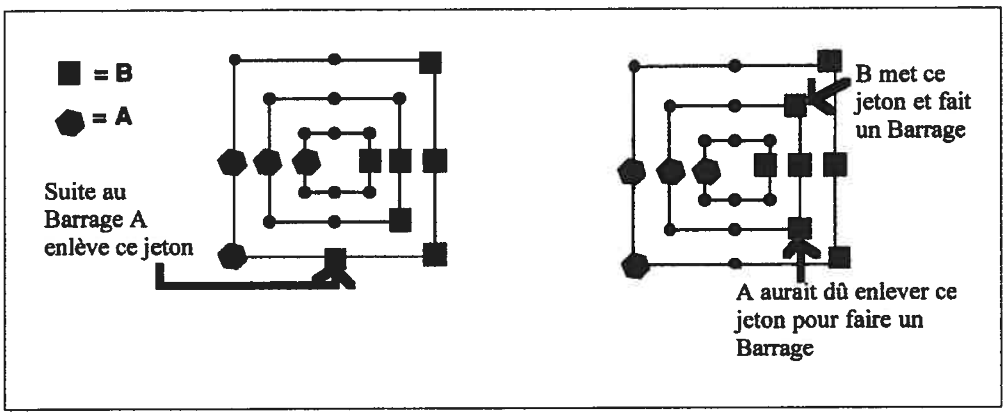
Figure III : Planche de jeu Barrage_ Duo A-B



Par la suite dans le jeu, une certaine progression va se faire sentir chez un des joueurs de la dyade (B) chez qui on observera une prise en compte de l'adversaire, alors qu'à l'opposé le joueur A restera centré sur son propre jeu. En observant en effet la position des jetons par rapport à l'adversaire nous avons des indications quant à la prise en compte, dans le jeu, de l'adversaire, notamment lorsque le joueur arrive ou non à contrer un Barrage éventuel.

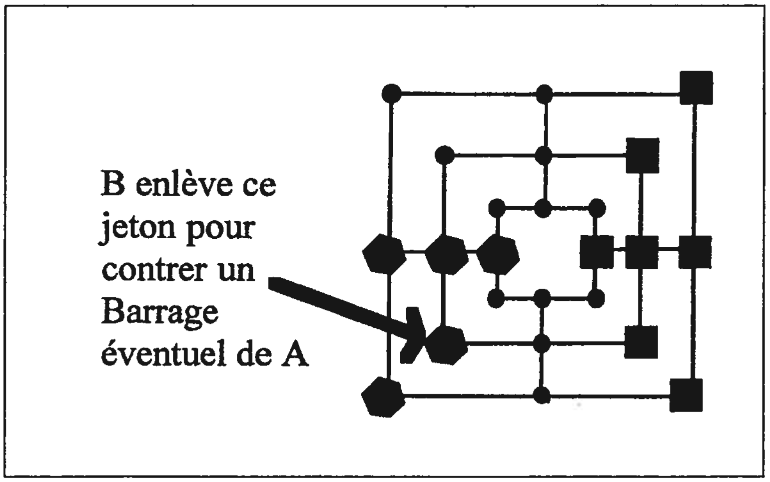
Ainsi la Figure IV ci-dessous nous montre A qui, suite à un Barrage, ne pense pas à contrer un Barrage éventuel de l'adversaire en enlevant un jeton. Il ne regarde pas les jetons de B qui est en position de faire un Barrage au coup suivant, ce qu'il va effectivement faire. Il n'y a donc aucune prise en compte par A du jeu de l'adversaire.

Figure IV : Planche de jeu Barrage _ Extrait 0098_ Duo A-B



À l'opposé, la **Figure V** nous montre le joueur B qui, suite à un Barrage, enlève un jeton à A. Contrairement au cas décrit précédemment, B choisit chez l'adversaire un jeton susceptible de former un Barrage, et donc prend en compte le jeu de son adversaire pour contrer un Barrage éventuel.

Figure V : Planche de jeu Barrage _ Extrait 0110_ Duo A-B



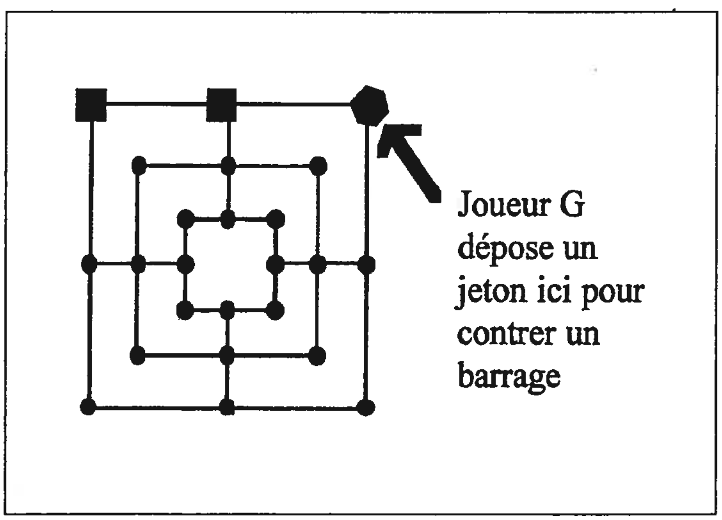
Un peu plus tard, le joueur G, du duo G-H, nous démontre une prise en compte des jetons par rapport à son adversaire à travers ses actions et sa réponse à la question du chercheur. Elle pose un jeton (cf Figure VI) afin de contrer un barrage éventuel.

Extrait du verbatim (0789) :

— Ch : « Pourquoi tu déposes un jeton ici ? »

— G : « Pour la bloquer. »

Figure VI _ Planche de jeu Barrage_ Extrait 0789_ Duo G-H



Lors du retour mixte Saute-mouton/Barrage, l'élève K a clairement décrit sa prise en compte du jeu de son adversaire en expliquant comment elle a anticipé les déplacements possibles de l'autre et aussi comment elle est arrivée à contrer un Barrage éventuel.

Extrait du verbatim (1996 à 2093) K-L

— K : « Puis on a trouvé des trucs (elle lève la planche et pointe). Moi, je commence toujours par le milieu (cf Figure X- position 1). Après l'autre personne va mettre son jeton ici et après on sait qu'il va essayer de faire un Barrage ici (cf Figure X- position 3) (ligne du bas), donc on met un jeton ici (cf Figure X- position 4) ou on le met là ou là parce qu'elle peut faire un Barrage là ou là. (cf Figure XI)

— K : « Après le truc c'est de penser où elle pourrait mettre son jeton… où elle pourrait faire son Barrage là ou là (cf Figure XI)

— K : Moi j'ai pensé et j'ai mis mon jeton là et après elle a mis son jeton là et après elle a joué et après j'ai fait un Barrage. (cf Figure XII)

— K continue son explication : « Quand on joue et elle met un jeton au milieu. On met un jeton à la gauche et elle va toujours mettre son jeton à la droite.

— Ch : « Alors tu as regardé chaque fois qu'elle joue c'est quelque chose qui revient ça. »

— K : « C'est comme ça que je peux la bloquer. »[14]

Nous pouvons enfin observer chez d'autres enfants, à travers le jeu, l'anticipation de stratégies possibles. Ce dernier indicateur de la mise en place de stratégies tient au fait que le joueur a entrevu la possibilité d'une stratégie. Dans l'expérimentation, le joueur T cherche à faire un Barrage par des déplacements successifs.

Extrait de verbatim (2493) Duo S-T :

– T cherche à faire un Barrage à plusieurs reprises. Il joue sur toute la planche.

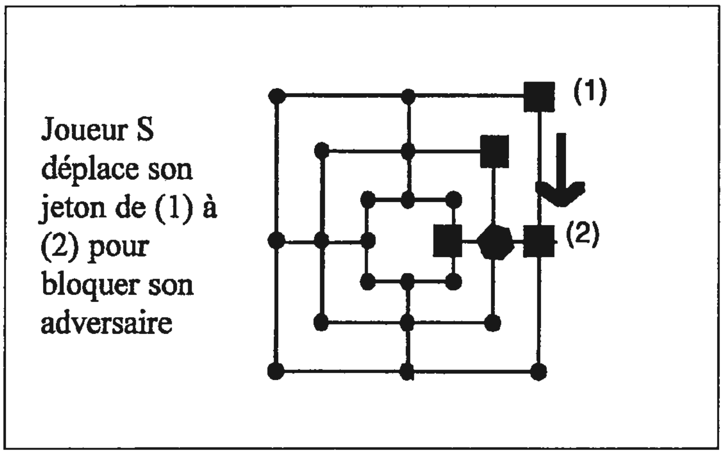
---

[14] L'intégral de cet extrait ainsi que les figures qui y sont liées se retrouvent dans la section *2.1.3 Compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique* car nous trouvions plus pertinent d'appuyer le développement de cette compétence par l'ensemble de l'extrait.

Un peu plus tard, c'est au tour de son adversaire, S d'anticiper des stratégies. Au cours de cet extrait, il déplace un jeton afin de bloquer l'élève T pour qu'elle ne puisse plus bouger. Ensuite, il démontre qu'il peut anticiper le jeu de l'autre et ses propos sont confirmés par l'élève T

Extrait du verbatim (2838) :
L'élève S déplace un jeton pour bloquer son adversaire.

Figure VII : Planche de jeu Barrage _ Extrait 2838_ Duo S-T



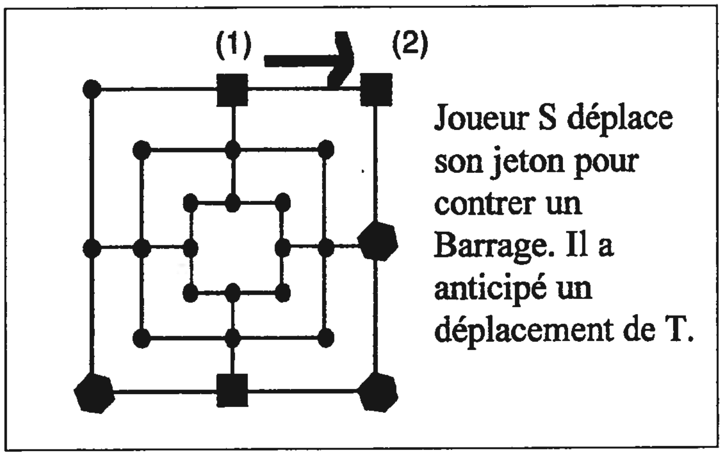
Extrait du verbatim (2860 -Suite) :

— Ch demande à S : « Une fois que tu as fait un Barrage, ton but c'est quoi ? »
— S : « De la bloquer pour qu'elle ne puisse plus bouger. »

Extrait du verbatim (2863) :

— S: « Elle voulait venir ici. « (en pointant la planche)
— Ch à T : « Est-ce que c'est ça que tu voulais faire ? »
— T fait un signe positif de la tête.
— Ch : « Il t'a vu jouer. C'était une belle stratégie de vouloir venir comme ça. »

Figure VIII : Planche de jeu Barrage_ Extrait 2863_ Duo S-T



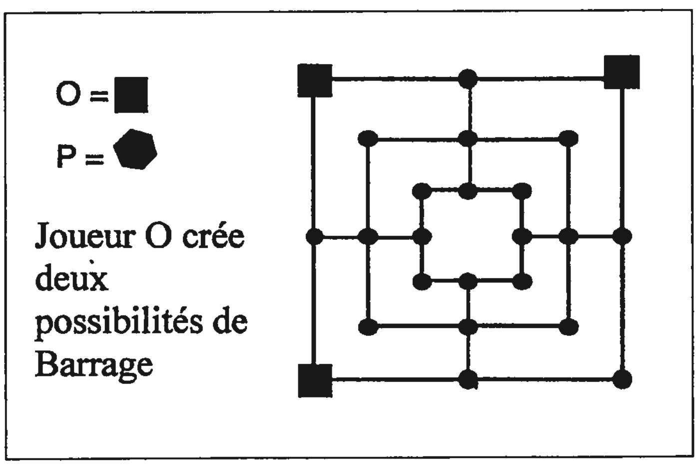
Dans ce second extrait le joueur O a identifié une suite de coups qui lui donnent la possibilité de faire deux Barrages.

Extrait du verbatim (1774) :

— Ch : « Est-ce que vous avez trouvé des stratégies dans ce jeu-là ? »

— O : « Oui, je mets un jeton là, un là et un là et je peux faire deux Barrages. »

Figure IX : Planche de jeu Barrage _ Extrait 1774_ Duo O-P



Il est à noter que nous avons observé cette stratégie à plusieurs reprises dans les différentes équipes car c'est une stratégie connue pour le jeu Tic Tac Toe. Certains élèves auraient donc réinvesti une stratégie qu'ils connaissaient dans ce nouveau jeu.

2.1.1.3 Composante 3 : l'explication/validation

La troisième composante reliée au développement de la compétence en résolution de problèmes est **l'explication/validation**. Cette composante est mise en évidence lorsque les enfants, dans l'action, se prononcent sur le jeu de l'autre. Par exemple, dans cet extrait (duo G-H), le joueur H croit avoir fait un Barrage. Le joueur G explique la raison pour laquelle ce n'est pas un Barrage en appuyant son argumentation sur les règles du jeu, dans ce cas présent le fait de poser les trois jetons sur une ligne droite et que les jetons soient reliés par des traits. Ce même extrait nous démontre des indices de compréhension des règles à travers les réactions verbales du joueur G.

Extrait de verbatim (1074): duo G-H

— H dit « Barrage ».

— G : « Non, ce n'est pas un Barrage »

— H : « Oui ! »

— Chercheur s'adressant à G : « Pourquoi ce n'est pas un Barrage ? »

— G : « Parce qu'il n'y a pas de ligne entre. Il faut que les trois jetons soient sur la même ligne mais ici il manque une ligne. »

2.1.2 Compétence à raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques

Aucun indicateur de développement de cette compétence n'a été relevé lors de notre expérimentation dans le cadre de ce jeu (pour les parties filmées sur vidéo). Nous tenons tout de même à conserver cette compétence dans notre grille d'analyse car des exemples pourraient ressortir dans l'analyse du jeu Saute-mouton.

2.1.3 Compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique

Dans le cadre de notre expérimentation, les indicateurs liés au développement de cette compétence se sont manifestés plus particulièrement lors des retours en grand groupe suite au jeu (phase d'objectivation). À ce moment précis, les élèves étaient invités à verbaliser aux autres élèves les stratégies qu'ils avaient utilisées en cours de jeu et les difficultés qu'ils avaient rencontrées. Les extraits de verbatim (1952 à 2100) sont puisés au cours de cette phase d'objectivation.

2.1.3.1 Analyse sous plusieurs composantes

Dans ce premier extrait nous verrons apparaître des indicateurs de plusieurs composantes (communication d'une finalité, communication d'une stratégie d'équipe, explication par l'enfant de sa stratégie en s'appuyant sur la planche et communication d'une variante du jeu, et tout ça à travers les paroles du duo K-L. Nous avons ici choisi de découper cet extrait (1952 à 2100) afin de bien saisir le détail de l'analyse du duo K-L. Lors du retour collectif de la séance mixte Barrage/Saute-mouton l'élève K du duo K-L a présenté une **variante du jeu** en terme de **finalité.** Au cours de l'extrait (1967), nous pouvons observer la **communication d'une finalité** ainsi que la **communication d'une variante** du jeu. Ensuite, l'élève K a présenté la **stratégie d'équipe** qu'ils ont développée en jouant. Au tout début de l'extrait (1996), on remarque l'utilisation du *On* (au sens du Nous) qui décrit le fait que ce soit une stratégie d'équipe plutôt que personnelle. Nous remarquerons dans ce même extrait que le joueur K lève la planche de jeu Barrage pour pointer afin de présenter le développement de la stratégie à ses camarades. Ce comportement est un indicateur de l'utilisation de la troisième composante de cette compétence, en l'occurrence l'**explication de sa stratégie en s'appuyant sur la planche :** elle reconstruit le jeu en pointant sur la planche, en anticipant le mouvement de l'autre qu'elle contrôle a priori (extrait 2019, 2025 et 2042). Voici donc les extraits de verbatims qui viennent appuyer l'analyse du duo K-L .

Extrait du verbatim (1952) Retour en grand groupe sur la séance mixte Barrage et Saute-mouton :

(Les enfants sont assis à leur bureau avec leur partenaire, devant leur planche de jeu.)

— (introduction de l'extrait : 1952) Ch : « Par rapport à Barrage maintenant. Est-ce qu'il y en a qui ont développé des trucs ou des stratégies ? »

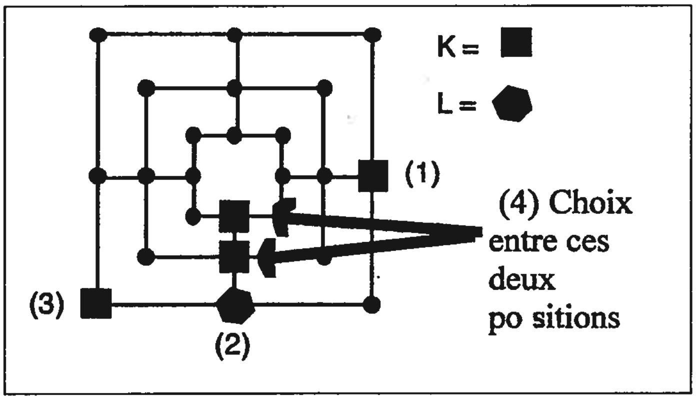
— K et L lèvent la main.

— (1967) K : « *Nous* on a pris une feuille et on écrit à chaque fois qu'on fait un Barrage, on écrit les points. Par exemple, s'il y a 6 points ou 7, c'est lui qui va commencer en premier ou en dernier. »

— (Suite 1996) K : « Puis on a trouvé des trucs (elle lève la planche et pointe). Moi, je commence toujours par le milieu (1). Après l'autre personne va mettre son jeton ici et après on sait qu'il va essayer de faire un Barrage ici (3) (ligne du bas), donc on met un jeton ici (4)

— (Suite extrait 2019) ou on le met là ou là parce qu'elle peut faire un Barrage là ou là (5).

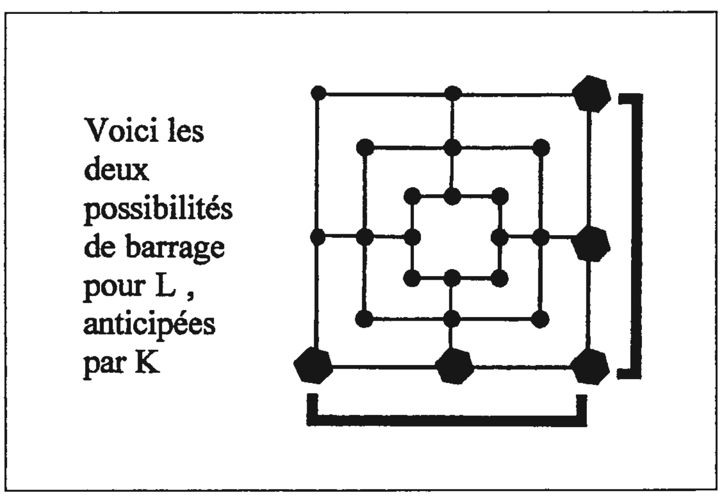
Figure X : Planche de jeu Barrage_ Extrait 1996_ Duo K-L



Extrait du verbatim (2025) : Suite de l'explication de la stratégie d'équipe par K

— K : « Après le truc c'est de penser où elle pourrait mettre son jeton… où elle pourrait faire son Barrage là ou là (voir Figure XI). »

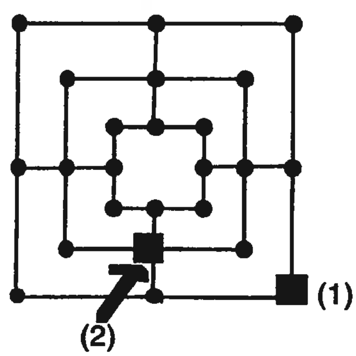
Figure XI : Planche de jeu Barrage _ Extrait 2025_ Duo K-L



Extrait du verbatim (2025) : Suite de l'explication de la stratégie mais l'explication devient personnelle.

— K : Moi j'ai pensé et j'ai mis mon jeton là (voir Figure XII) et après elle a mis son jeton là et après elle a joué et après j'ai fait un Barrage.

Figure XII (2025 suite) K-L



Jeux de K pour contrer les barrages anticipés dans l'extrait 2025

Extrait du verbatim 2063 : Suite de l'objectivation par rapport au duo K-L

— Ch : Tu as vraiment regardé toujours si elle va faire un Barrage à l'horizontale ou est-ce qu'elle va faire un Barrage à la verticale. Tu as toujours cherché à la bloquer là-dedans.

— (2092) K continue son explication : « Quand on joue et elle met un jeton au milieu. On met un jeton à la gauche et elle va toujours mettre son jeton à la droite.

— Ch : « Alors tu as regardé chaque fois qu'elle joue c'est quelque chose qui revient ça. »

— K : « C'est comme ça que je peux la bloquer. »

— Ch : « Je te félicite c'est très très bien. Je félicite tous ceux qui sont allés chercher dans leur tête et qui ont observé, comme Sabine et les deux garçons ici, et qui ont pensé quand ils ont joué. Ils n'ont pas joué pour jouer, ils ont réfléchi. Vous allez voir ça va vous aider grandement.

2.1.3.2 Composante 3 : l'explication de stratégies en s'appuyant sur la planche

Nous avons également observé tout comme pour la dyade précédente **l'explication de stratégies chez certains joueurs en s'appuyant sur la planche**. L'élève O, du duo O-P, a reconstruit le jeu en pointant sur la planche de jeu ce qu'il avait fait.

Extrait du verbatim (1774) :

— Ch : « Est-ce que vous avez trouvé des stratégies dans ce jeu-là ? »

— O: « Oui, je mets un jeton là, un là et un là et je peux faire deux Barrages. » (cf Figure IX)

2.1.3.3 Composante 4 : la communication d'une variante du jeu

Finalement, la dernière composante relative à la compétence de communication est la **communication d'une variante du jeu**. Cette composante a trait à la capacité des élèves à inventer une variante au jeu, cas où un joueur inventerait de nouvelles règles pour un même jeu. Dans le cas du jeu Barrage, un couple d'élèves s'est inventé un système de pointage afin de déterminer celui ou celle qui commencera le prochain jeu. Cette règle de fonctionnement ne concerne pas le jeu comme tel mais il vient jouer sur la conception de la finalité du jeu, tel que décrit précédemment.

Extrait du verbatim (1952) Retour en grand groupe sur la séance mixte Barrage et Saute-mouton :

(Les enfants sont assis à leur bureau avec leur partenaire, devant leur planche de jeu.)

— (introduction de l'extrait : 1952) Ch : « Par rapport à Barrage maintenant. Est-ce qu'il y en a qui ont développé des trucs ou des stratégies ? »

— K et L lèvent la main.

— (1967) K : « Nous on a pris une feuille et on écrit à chaque fois qu'on fait un Barrage, on écrit les points. Par exemple, s'il y a 6 points ou 7, c'est lui qui va commencer en premier ou en dernier. »

2.1.4 Synthèse globale

En ce qui a trait au jeu Barrage, nous avons observé certains indices d'actualisation de deux des trois compétences ciblées pour l'analyse. Au niveau de la compétence à résoudre des situations problèmes, nous avons observé des indices précis d'interprétations du jeu. À travers les actions sur le jeu, les élèves B et K ont démontré à plusieurs reprises une bonne compréhension des règles du jeu. Les réactions verbales du joueur E nous ont aussi permis d'observer sa compréhension des règles car il a soulevé le non respect des règles de son adversaire. Nos observations nous ont permis de constater des indices de non compréhension des règles chez les joueurs A et T. Leurs actions ainsi que les réactions verbales de A démontrent qu'ils ne saisissent pas les règles relatives à la construction d'un Barrage principalement. Le fait de répéter les actions erronées malgré les réactions verbales de leur adversaire et du chercheur vient appuyer les observations faites face à leur incompréhension. Les actions du joueur A ont ajouté un indicateur à notre grille d'observation car ce dernier a tenté de continuer à jouer même si le jeu ne présentait plus aucune possibilité de faire un Barrage. Le silence des joueurs G et H suite aux questions posées par le chercheur nous permet de croire à une certaine incompréhension des règles du jeu.

Au niveau de la mise en place de stratégies, composante observée à travers la position spatiale des jetons sur le jeu, nous avons remarqué un jeu parallèle chez le duo A-B. Toutefois, en cours de jeu, le joueur B a tenté de contrer un Barrage éventuel en déplaçant ses jetons. Cet indicateur démontre un glissement du jeu parallèle vers une certaine prise en compte du jeu de l'autre. Les joueurs G et K ont notamment pris en compte le jeu de leur adversaire dans leurs actions en tentant de contrer un Barrage éventuel. Les joueurs S et T ont, tous les deux, anticipé la possibilité de stratégies en tentant un Barrage par déplacements successifs et en déplaçant un jeton dans le but de bloquer leur adversaire.

Au niveau de la composante d'explication/validation, le joueur G, dans l'action, s'est prononcé sur le jeu du joueur H en expliquant pourquoi il n'avait pas fait de Barrage en s'appuyant sur les règles du jeu.

Le jeu Barrage semble donc présenter un potentiel ouvrant sur la mobilisation dans l'action de ressources liées au développement de stratégies et à leur validation.

En ce qui concerne la deuxième compétence, raisonner à l'aide de concepts et processus mathématiques, aucune observation n'a été faite lors de l'analyse du verbatim de l'expérimentation. Toutefois, notre méthode de collecte de données ne nous permettant pas de suivre l'ensemble des équipes, nous ne pouvons nous prononcer quant au développement de cette compétence dans le jeu Barrage.

Au niveau de la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique, le retour en grand groupe sur la séance mixte Barrage et Saute-mouton nous a permis d'observer, dans un même extrait, l'ensemble des composantes relatives à cette compétence. Les joueurs K et L ont verbalisé leurs stratégies en faisant un retour sur leur jeu à l'aide de la planche de jeu. De plus, ils ont communiqué la finalité du jeu et exposé une stratégie d'équipe. Ils ont terminé en communiquant une variante au niveau de la détermination du gagnant. Un peu plus tard, le joueur O a notamment reconstruit son jeu en pointant sur la planche afin de communiquer une stratégie qu'il a réinvestie du jeu Tic Tac Toe. On observe donc la richesse que présente le jeu et son exploitation du point de vue de la compétence de communication.

2.2 Analyse du jeu Saute-mouton

Le jeu Saute-mouton s'est déroulé sur deux séances. Une première où tous les élèves jouaient à Saute-mouton et une deuxième où la classe était divisée en deux, la moitié jouait à Saute-mouton et l'autre à Barrage. Tout comme nous l'avons fait dans l'analyse du jeu précédent, nous aborderons chacune des composantes des trois compétences analysées en relevant les extraits de verbatims qui viennent appuyer les manifestations observées. Nous notons certaines modifications au niveau des manifestations sous-jacentes aux indicateurs car, bien évidemment, le jeu Saute-mouton présente des règles différentes et donc des possibilités de jeu et de déplacements différents. Les élèves placés en dyade, seront identifiés par des couples de lettre (E-F, G-H, …) lors de leurs échanges.

2.2.1 Compétence à résoudre des situations problèmes mathématiques

2.2.1.1 Composante 1 : l'interprétation du jeu

Au niveau de la première composante, **l'interprétation du jeu,** certains éléments sont ressortis au niveau des indicateurs de compréhension

L'observation du duo I-J (extrait 1354), nous amène à percevoir des indices de compréhension du joueur J, tout comme la non compréhension de la part du joueur I. Dans cet extrait, le joueur J montre à I le chemin qu'il avait fait en remettant les jetons au bon endroit et en lui montrant ce qu'il aurait dû faire. Il s'agit ici d'un déplacement sans suivre les lignes (liens entre les points sur la planche).

Dans ce même duo, nous pouvons observer des manifestations de compréhension des règles du jeu par le fait que le joueur I questionne son adversaire afin de vérifier sa propre compréhension des règles, et ensuite applique tout de suite ce qu'il venait de confirmer afin de manger un jeton.

Extrait du verbatim (1373) :

— I demande à J : « Est-ce que je peux prendre lui ? (en pointant le jeton sur le coin inférieur droit du triangle) »

— J : « Bien oui »

— I mange le jeton au-dessus de celui qu'il avait pointé.

— J : Ah!

Au niveau des indicateurs d'interprétation du jeu, nous avons constaté la non compréhension d'une règle du jeu de la part du joueur I. A deux reprises (extrait 1351), il déplace un jeton sans suivre les lignes de la planche de jeu. Ensuite, comme nous l'avons mentionné précédemment (extrait 1354), I a dû se faire expliquer par son adversaire qu'il doit suivre les lignes lors de ses déplacements.

2.2.1.2 Composante 2 : stratégies mises en place

Au niveau des **stratégies mises en place**, une manifestation propre à Saute-mouton, est apparue en cours de jeu par rapport à la position spatiale des jetons sur le jeu. Nous avons observé un jeu parallèle sur toute la planche, c'est-à-dire que chacun leur tour les joueurs font un bond ou deux sans prendre en considération le jeu de l'adversaire, ni la finalité du jeu qui est de vider la planche.

Dans l'extrait (1620), on peut voir les joueurs M et N jouer de façon parallèle. Elles mangent, à tour de rôle, à une très grande vitesse des jetons sans aucun temps de réflexion apparent. M a la possibilité de manger trois jetons à la fois mais elle ne le fait pas et ne le voit pas.

Un peu plus tard dans un autre duo, le joueur R est centré sur le nombre de jetons qu'il mange sans se soucier des stratégies de jeu, d'anticiper ou d'arriver à faire des choix stratégiques.

Extrait du verbatim (2255) : Duo Q-R

R saute par-dessus un jeton sans regarder les autres possibilités.

— Ch : « Est-ce qu'il y a une raison pour que tu joues ce jeton-là en particulier ? »

— R : « Non, ça me tentait. »

— CH : « Pourquoi tu n'as pas joué celui-là ? »

— R : « Ça ne me tentait pas. »

Suite du jeu parallèle (2360) Q mange deux jetons de R et il finit la partie.

— Ch : « Avais-tu vu qu'il allait te manger les deux fois ? »

— R : « Moi, j'ai mangé ces deux-là ! »

En observant la position des jetons par rapport à l'adversaire, nous avons des indications quant à la prise en compte du jeu de l'adversaire, notamment dans les déplacements à faire pour manger ou pour éviter de se faire manger. Au cours de l'observation du duo E-F, nous avons vu un joueur qui choisit quel jeton manger pour ne pas se faire manger. Il est à noter que l'explicitation de cette stratégie a été provoquée par un questionnement de la part du chercheur.

Extrait du verbatim (0534) :

On voit E qui pointe des jetons et regarde différentes possibilités.

— Chercheur : « Pourquoi as-tu choisi de jouer ce jeton-là ? »

— « Si je joue lui, F peut me manger après »

Cette même situation s'est reproduite avec le joueur I (duo I-J) qui ne voulait pas permettre à son adversaire de manger deux jetons du même coup (par bonds). Il a donc décidé d'en manger un et d'arrêter. Il ne lui servait à rien d'en manger un deuxième, si sa position d'arrêt permettait à son adversaire de remanger deux jetons.

Extrait du verbatim (1228) :

— I : «Je ne voulais pas qu'il m'en mange deux. »

— Ch : «Qu'est-ce que tu as décidé de faire ? »

— I : «J'ai décidé d'en prendre un et puis j'ai arrêté. »

L'idée était bonne mais il n'avait pas anticipé toutes les possibilités car un peu plus tard (extrait 1287) son adversaire lui en mange deux de suite. Par contre, I aura retenu et réinvesti la stratégie de J car dans l'extrait 1313, il fait un double saut à son tour.

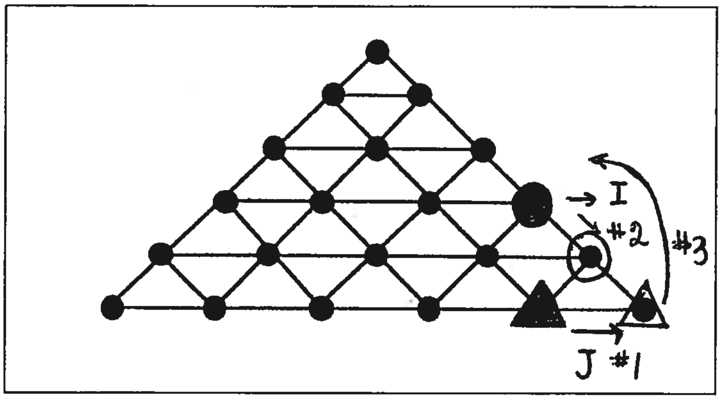
Dans un autre cas, un joueur prend en compte la position des jetons par rapport à son adversaire mais cette fois-ci, il anticipe un déplacement possible de l'autre qui pourrait lui permettre de manger un jeton au coup subséquent.

Extrait du verbatim (1420) :

— Ch : « Pourquoi as-tu décidé de le mettre là (en pointant une position sur la planche). »

— J : « S'il le met là, alors je pourrais le manger. »

Figure XII _Planche de jeu Saute-mouton_ Extrait 1420_ Duo I-J



Il est à noter que les extraits 0534 et 1420 seront repris au cours de cette analyse car, tous deux contiennent des indices d'un raisonnement déductif de type si… alors….

Nous pouvons ensuite observer, à travers le jeu, l'anticipation de stratégies possibles par les enfants. Ce dernier indicateur de la mise en place de stratégies tient au fait que le joueur a entrevu la possibilité d'une stratégie. Dans le jeu **Saute-mouton**, certains joueurs ont découvert et expérimenté la possibilité de manger plusieurs jetons en faisant des bonds successifs. Le joueur J (du duo I-J, a initié cette stratégie au cours de l'extrait 1287 en sautant par-dessus deux jetons. Son adversaire, le joueur I, a répété cette stratégie au cours de l'extrait 1313.

Extrait du verbatim (1287) :

J : Dommage ! Je vais faire un double (sauter par-dessus deux jetons).

2.2.1.3 Composante 3 : l'explication/validation

La troisième composante reliée au développement de la compétence en résolution de problèmes est **l'explication/validation**. Aucune observation n'a été faite un lien avec cette composante particulière dans le cadre de notre expérimentation du jeu Saute-mouton.

2.2.2 Compétence à raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques

2.2.2.1 Composante 1 : se prononcer sur un choix dans le jeu

Pour analyser le développement de cette compétence, et plus spécifiquement ici le raisonnement déductif, nous avons cherché à identifier les extraits où un joueur **se prononce sur un choix fait dans le jeu** en utilisant un raisonnement de type si…alors…. Lors de l'analyse du jeu du duo E-F, le joueur F s'est prononcé sur un choix dans le jeu suite au questionnement du chercheur. L'indicateur d'un raisonnement déductif de type si… alors... a été prononcé par le joueur F en voulant justifier le déplacement d'un jeton.

Extrait du verbatim (0534) :
On voit E qui pointe des jetons et regarde différentes possibilités.

— Chercheur : « Pourquoi as-tu choisi de jouer ce jeton-là ? »

— E : « Si je joue lui, F peut me manger après »

Suite au questionnement du chercheur, le joueur J du duo I-J, a fait de même en expliquant son déplacement par un raisonnement déductif de type si…alors…

Extrait du verbatim (1420) :

— Ch : « Pourquoi as-tu décidé de le mettre là? (en pointant une position sur la planche). »

— J : « S'il le met là, alors je pourrais le manger. » (rf Figure XII)

Nous observons dans ces deux cas une amorce de raisonnement déductif.

2.2.3 Compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique

Tout comme dans Barrage, les indicateurs liés au développement de cette compétence se sont manifestés plus particulièrement lors des retours en grand groupe suite au jeu (phase d'objectivation). À ce moment précis, les élèves étaient invités à verbaliser aux autres élèves les stratégies qu'ils avaient utilisées en cours de jeu et les difficultés qu'ils avaient rencontrées. Les extraits de verbatim sont puisés au cours de cette phase d'objectivation.

2.2.3.1 Composantes 1 et 2 : finalité du jeu et stratégies d'équipes présentées

Lors du retour sur la séance mixte Barrage/Saute-mouton, nous avons pu voir trois des composantes de la compétence se manifester à travers les paroles du duo I-J. I a débuté en **présentant une stratégie d'équipe** en utilisant le « Nous » lors de la communication (extrait 1820) pour ensuite expliquer cette même stratégie en s'appuyant sur sa planche de jeu Saute-mouton (extrait 1846). Finalement, son coéquipier, J, a expliqué aux autres enfants qu'ils s'étaient donnés comme but de trouver de nouvelles stratégies plutôt que de chercher à gagner à tout prix, indicateur que nous relions à la **finalité du jeu** (extrait 1883).

Extrait de verbatim (1801) Retour en grand groupe sur la séance mixte Barrage et Saute-mouton :

(Les enfants sont assis à leur bureau avec leur partenaire, devant leur planche de jeu.)

— Ch : «Par rapport à Saute-mouton, est-ce qu'il y a quelqu'un qui a appris quelque chose ou qui a trouvé une stratégie particulière qu'il pourrait partager avec les autres ?»

— I et J font signe de la tête. I (élève éprouvant beaucoup de difficulté scolaire) se lève.

— (1820) I : « *Nous* on a trouvé comment faire des triples et des doubles[15]. *Nous deux* on a essayé de faire des choses puis on a trouvé des trucs pour faire des triples. »

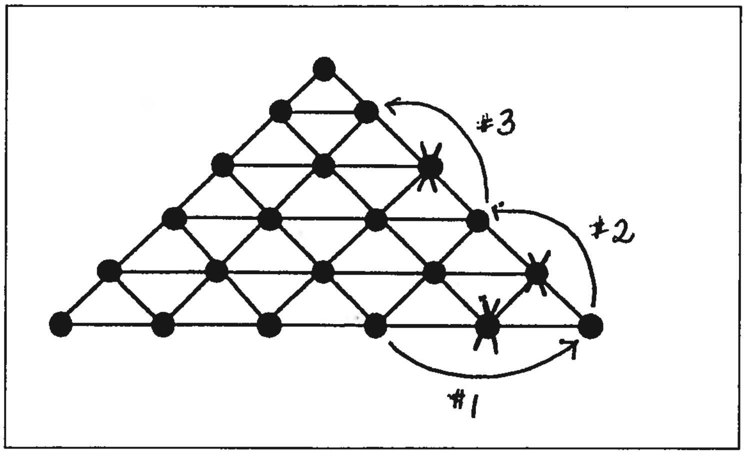
— Ch : « Qu'est-ce que tu as fait comme déplacement pour trouver des triples ? »

---

[15] L'expression « faire des doubles ou des triples » signifie le fait de manger deux ou trois jetons à la fois, par bonds successifs (comme au jeu de Dames).

— (1846) I lève et montre sa planche de jeu Saute-mouton et la pointe. Il dit : Moi et J, tout à l'heure, il y avait un jeton ici, ici et ici (voir Figure XIII)

Figure XIII _ Planche de jeu Saute-mouton_ Extrait 1784_Duo I-J



J a fait comme ça et comme ça. (Il pointe les bonds faits sur la planche.) Il a trouvé des triples. »

— Ch : « Alors vous vous êtes donnés un défi. Vous avez dit Nous on est capable d'en manger 1 à la fois, 2 à la fois et 3 à la fois pour que ça devienne plus difficile. Bravo, vous avez même réussi.

— (1883) J lève la main.

— J : « Nous, ça ne nous importait pas combien il y allait en rester à la fin. Seulement, on voulait avoir la stratégie pour les triples. S'il y en a un qui gagne, ça ne nous importe pas. Tout ce qu'on veut savoir, c'est comment fait des triples.

— Ch : « Pour arriver à en manger trois ! S'il y en a un qui gagne ou l'autre, ça ne vous dérangeait pas ? »

— J : « Non »

— Ch : « C'est bien ça. C'est ça du travail d'équipe. On va arriver à le développer. De toute façon, ça va te rester dans la tête (en parlant de la stratégie développée) et ça va te servir pour une prochaine fois. »

Ce même discours est ressorti en cours de jeu après questionnement du chercheur (extrait 1544)

— I-J jouent à Saute-mouton

— Ch : « Qu'est-ce que vous voulez réussir à faire les gars ? »

— J : « On voudrait réussir à faire des triples. »

— Ch : « Qu'est-ce que ça veut dire faire des triples ? »

— J : « Pour avoir trois jetons d'un seul coup. »

— Ch : « C'est votre but ? »

— J : « Oui » et il se remet à jouer.

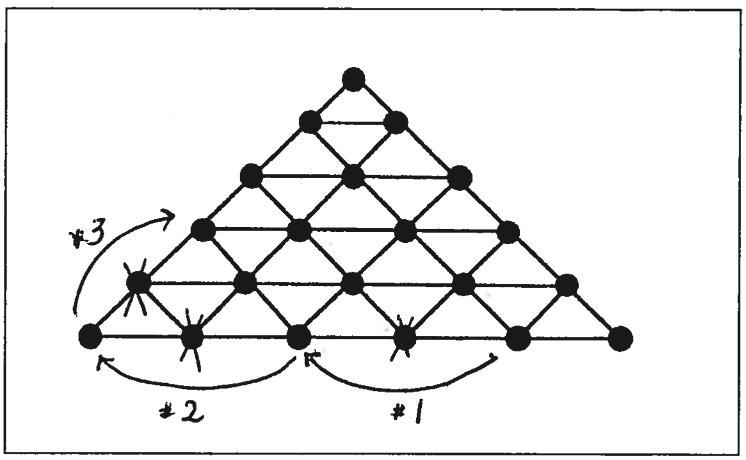
Un peu plus tard… (Extrait 1784)

— Ch : « Avez-vous trouvé comment les gars ?

— J : « Oui, on vient. Comme ça (1), après on vient ici (2) et après comme ça (3). »

— Ch : « C'est beau ça ! »

Figure XIV _ Planche de jeu Saute-mouton_ Extrait 1786_ Duo I-J



2.2.4 Synthèse globale

L'analyse du jeu Saute-mouton nous a permis d'observer l'actualisation des trois compétences ciblées sous l'angle des composantes décrites précédemment. Tout d'abord au niveau de la compétence à résoudre des situations problèmes, plusieurs indices ont été soulevés quant à l'interprétation du jeu des joueurs I et J. La compréhension des règles du jeu de la part du joueur J a pu être observée à travers ses multiples interventions ayant pour but d'expliquer au joueur I les règles incomprises par ce dernier. Le joueur I a commis plusieurs infractions relatives aux règles du jeu Saute-mouton, conséquemment, son adversaire l'a repris systématiquement en argumentant à partir des règles du jeu.

Au niveau des stratégies mises en place, une situation de jeu parallèle a été observée chez les joueurs M et N qui faisaient des bonds sans considérer le jeu de l'autre, ni même la finalité du jeu, en l'occurrence de vider la planche de jeu. Par leurs actions, à l'opposé les joueurs E et I ont démontré une certaine prise en compte de leur adversaire en choisissant quel jeton manger pour ne pas se refaire manger. Le joueur J a, quant à lui, anticipé un déplacement possible de son adversaire et anticipé des stratégies possibles, permettant de manger plusieurs jetons à la fois en faisant des bonds successifs (comme dans le jeu de Dames).

Au niveau de la compétence à raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques, nous avons porté notre analyse sur les joueurs E et J qui se sont prononcés sur un choix dans le jeu suite au questionnement du chercheur. Leur argumentation avait pour but de justifier le déplacement d'un jeton. Pour ce faire, ils ont utilisé une amorce de raisonnement déductif de type si…alors… .

La compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique a été observée lors des retours en grand groupe sur le jeu. Tout comme dans le cas du duo K-L dans le jeu Barrage, les joueurs I et J ont fait un retour sur leur jeu en communiquant une stratégie d'équipe ainsi que la finalité du jeu qu'ils se sont donnés. Nous soulevons donc, dans un même extrait, la présence des deux composantes sous-jacentes à la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique.

On perçoit bien à travers ce qui précède les potentialités sur lesquelles ouvre donc le jeu Saute-mouton. Sont surtout actualisées les deux compétences à résoudre des situations problèmes et à communiquer, et de manière plus restreinte, un certain raisonnement déductif.

2.3 Analyse du jeu Cinq en ligne

L'expérimentation du jeu Cinq en ligne s'est déroulée sur deux séances. Lors de la première séance, les enfants ont joué en dyade en suivant les règles de base données par le chercheur. Lors du retour, certains élèves ont demandé s'ils pouvaient créer leur propre grille. Lors de la deuxième séance, les élèves ont joué sur les grilles qu'ils avaient inventées. Tout comme nous l'avons fait dans l'analyse des deux premiers jeux, nous aborderons chacune des composantes des compétences analysées en relevant les extraits de verbatims qui viennent appuyer les manifestations observées.

Nous notons certaines modifications au niveau des manifestations sous-jacentes aux indicateurs car, bien évidemment, le jeu Cinq en ligne présente des règles différentes et donc des possibilités de jeu et de déplacements différents. Pour ce jeu, nous avons arrêté notre analyse sur deux compétences particulières soient la compétence à résoudre des situations problèmes ainsi que la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique. Contrairement au jeu précédent, aucun extrait n'a révélé la présence d'indicateurs reliés au développement de la compétence à raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques. Cependant, comme le jeu Cinq en ligne est un jeu qui travaille le domaine numérique, nous avons observé des indicateurs de mobilisation de ressources particulières dans le jeu, liées à des savoirs. Nous tenterons donc d'identifier les savoirs mobilisés à travers le développement des compétences travaillées dans le jeu. Les élèves placés en dyade, seront identifiés par des couples de lettre (E-F, G-H, …) lors de leurs échanges.

2.3.1 Compétence à résoudre des situations problèmes mathématiques[16]

2.3.1.1 Composante 1 : stratégies mises en place

Au niveau de la première composante, **les stratégies mises en place**, certains éléments sont ressortis nous donnant des indicateurs que les élèves n'avaient développé aucune stratégie. Dans

[16] Il est important de spécifier que la composante 1 : l'interprétation du jeu, ne sera pas reprise dans le jeu Cinq en ligne car les règles sont très simples et les élèves ont tous compris le jeu du premier coup.

les extraits présentés, la même situation est observée chez différents élèves qui débutent en effectuant un calcul et cherchent ensuite le nombre correspondant à leur résultat sur la planche de jeu, ou ne portent tout simplement pas attention à la planche de jeu.

Lors de la séance du jeu Cinq en ligne avec la planche originale, les joueurs jouaient avec trois dés et une seule couleur de jetons. Ils ont reçu la consigne de combiner les opérations d'additions, de soustractions et de multiplications. L'extrait (0980) du duo G-H nous démontre que les deux joueurs effectuent leur calcul et cherchent ensuite le nombre sur la planche. Certains passages indiquent qu'à quelques reprises, le chercheur doit leur rappeler la présence de la grille et l'intérêt de s'y référer.

Extrait du verbatim (0980) Duo G- H

— G : « 5 et 4 : 5,4 et 3 = 12» (elle ne regarde pas la planche)

— Ch : « Est-ce que ça fait absolument 12 ? Est-ce que tu peux utiliser quelque chose de plus intéressant pour toi +, -, X ? »

— G : « Je peux faire 9X3 »

— Ch : « 9X3 ça fait combien ? »

— G (longue hésitation) : « 27 »

— Ch : « Est-ce qu'il y a un 27 sur la planche ? »

— G : « Non. »

— Ch : « Regarde ce que tu as besoin sur la planche. Qu'est-ce que tu aurais besoin sur la planche quoi pourrait t'aider à gagner ? »

— G : « Un 17 »

(Le nombre 17 est effectivement un nombre qui pourrait lui permettre de gagner)

— Ch : « Un 17. Est-ce qu'il y a d'autre chose qui pourrait t'aider à gagner ? »

— G : « 14 »

— Ch : « Où le 14 ? »

— G : « Ici »

— Ch : « Est-ce qu'il y a un moyen de faire un 17 ou un 14 avec ce que tu as ? (5-3-4) »

15	Jeton	***17***	Jeton	Jeton	Jeton	***14***	Jeton

(G regarde dans les airs pendant quelques secondes)

— Ch : « Moi je vois que tu peux faire un 17. Ça veut dire que tu es capable de gagner. »

— G : « On as-tu le droit de faire des divisions ? »

— Ch : « Oui. L'important c'est de cibler un chiffre et de voir comment je peux y arriver. »

...

— Ch : « 17 tu es capable de l'avoir. »

— Ch : « Est-ce que si tu les additionnes ça fait 17 ? »

— G : « Non »

— Ch : « Qu'est-ce que tu peux faire d'autre que toutes les additionner ? »

— G : « Là j'ai 12 (en les additionnant) mais 12 est plus P ?? que 17. »

— Ch : « Alors qu'est-ce que tu peux faire ? »

...

— Ch : « Tu peux mélanger les +, - et X. »

— G : « On ne peut pas le faire avec une soustraction. »

— Ch : « Tu peux en multiplier deux ensemble et en soustraire 1. »

On observe ici les difficultés des élèves à imaginer une autre combinaison de calculs qui leur donne 17. Celle additive, la plus facile pour eux, est tout d'abord ce qui sera effectué, et ensuite on cherche sur la grille un nombre correspondant. Dans la suite de l'extrait, le joueur G prend la relève en trouvant une combinaison d'opérations avec les chiffres sur le dé, en utilisant l'addition et la multiplication. Cependant, en aucun temps ce joueur n'a fait référence à la grille de jeu car sa concentration est limitée au calcul d'un résultat. Somme toute, le joueur G n'arrive pas à trouver ce résultat dû à ses limites au niveau de ses habiletés en calcul mental.

Suite de l'extrait (0980)

— H : « J'ai une idée 4X8 (8 est la somme de 5+3). »

— Ch : « Ça donnerait quoi ? »

— H : « 36. »

— Ch : « Est-ce que 4X8 me donne 36 ? »

— H : « Euh ! Non. »

— Ch : « 2X8 ça donne combien ? »

— H : « Euh ! 16. »

— Ch : « 2X16 ? »

— H : « Je ne sais pas. (G regarde en arrière) »

Dans la suite de l'extrait, il est à noter que malgré la centration de G sur la technique de calcul, l'élève démontre une certaine stratégie de calcul en tentant de trouver une réponse à 2X16.

Suite de l'extrait du verbatim (0980)

— Ch : « Est-ce qu'il y a un moyen que tu pourrais prendre pour le savoir ? »

(G compte sur ses doigts)

— G : « 2X16 ça donne 32. »

— Ch : Comment t'as fait pour le trouver ?

— G : « J'ai appris que les multiplications dans la table 2. Le chiffre que tu vois au milieu, mettons 2X16. Le chiffre que tu vois au milieu tu l'additionnes +16. La réponse de 16+16 =32. »

Une fois la réponse trouvée, G se réfère à sa planche de jeu pour se rendre compte que le nombre n'est pas présent sur la grille. Le joueur G tente donc à deux reprises de faire des multiplications mais une fois de plus les extraits du verbatim nous démontrent ses limites au niveau du calcul qui la mènent à tenter des calculs sans même se référer aux chiffres apparaissant sur son dé (5-4 et 3).

Suite de l'extrait de verbatim (0980)

— Ch : « Est-ce que 32 ça se peut sur ta planche ? »

— G : « Non. »

— Ch : « Tu as vérifié 8X4, est-ce que tu peux faire autre chose ? »

— G : « 2X9 » (impossible avec ses dés)

— Ch : « 2X9 ça fait combien ? »

— G : « Ah non pas 2X9, 2X8 » (Toujours impossible avec 5-4-3)

— Ch : « Où tu le trouves ton 2 ? »

(G reste en silence et regarde dans les airs sans répondre.)

Fin de l'extrait (0980 à 1115)

L'extrait qui suit nous donne un autre exemple d'un joueur (T) qui fait ses calculs et qui ne regarde pas la planche pour orienter son choix d'opération. Dans la première partie de l'extrait, le joueur T nous indique son intérêt pour les additions, ce qui démontre sa limite au niveau de ses habiletés de calcul. L'intervention du chercheur rappelle au joueur T de regarder sa planche de jeu.

Extrait du verbatim (1201)

— Ch à T : « Est-ce que tu en fais des multiplications ? »

— T : « Des fois »

— Ch : « Pourquoi ? »

— T : « Parce que j'aime les additions. »

— Ch : « Tu aimes les additions. Est-ce que tu es bonne en multiplication. »

T ne répond pas. T brasse les dés et obtient 5-5-3

— T : « 13 »

— Ch : « Est-ce que ça peut faire autre chose que 13 ? »

— T : « Oui »

— Ch : « Est-ce que tu vas regarder sur ta planche si tu peux faire autre chose ? »

T regarde sur la planche.

Dans l'extrait qui suit, l'élève P utilise l'addition de façon automatique. Il dit que la combinaison d'opérations lui donnerait plus de chance de gagner mais il ne comprend pas pourquoi. Le chercheur tente donc de lui expliquer en lui donnant un exemple sur sa planche de jeu mais il ne semble pas voir la pertinence de varier les opérations. Ce passage nous indique que le joueur P effectue une addition avec les chiffres sur le dé pour ensuite rechercher la somme obtenue sur la planche de jeu.

Extrait du verbatim (1437) –Cinq en ligne inventé

— P : « 5-4-3, 5+4=9+3=12. »

— Ch : « Est-ce que tu es certain que les additions c'est le mieux pour ta planche ? »

— P : « On peut faire des moins aussi. » (Il ne regarde pas la planche)

— Ch : « Pourquoi ce serait mieux de faire des choix d'opérations ? »

— P : « Pour avoir plus de chance de gagner. »

— Ch : « Pourquoi tu as plus de chance ? »

— P : « Je ne sais pas. »

— Ch : « Si par exemple, je dis 3 chiffres additionnés donnent 10 et multiplié donnent 24. Est-ce que ça a valu la peine que tu vois les multiplications ? »

...

Jeton	Jeton	24	Jeton	Jeton

— Ch : « Oui parce que ça te permet de faire 5 en ligne et d'avoir plus de possibilités. »

Les extraits précédents montrent comment les limites sur le plan du calcul viennent ici bloquer l'avancement dans le jeu, et le développement de stratégies. Nous avons toutefois observé chez certains enfants des indicateurs de stratégies à travers le jeu. Dans ce cas, un élève part d'un nombre sur la planche et fait ensuite le choix des opérations qui lui permettront d'arriver à ce nombre.

Extrait du verbatim (0827)

— J : « Tantôt lui il a eu les mêmes dés. Est-ce que je peux faire la même opération encore ? »

— Ch : « Est-ce que ça va t'aider à faire 5 en ligne. »

— J : « Ça va m'aider parce qu'il m'en manque 2. Lui, il va m'aider et après avec un autre total, je penserais l'avoir. »

— Ch : « Qu'est-ce que tu veux arriver à avoir…Qu'est-ce que tu ferais comme opération avec le 5, le 2 et le 1 ? »

— J : « Comme tantôt, 2X5 =10 +1. Je le mets ici, il me manque plus qu'à avoir 17 et j'en fais 5. »

Dans cet autre cas, l'élève observe la répétition d'un même nombre sur la planche et prend la position la plus intéressante pour faire Cinq en ligne. Il est à noter que l'élève adopte une stratégie que l'on pourrait qualifier d'intermédiaire. Il effectue toujours une addition en premier lieu avec les chiffres apparaissant sur le dé pour ensuite rechercher un nombre intéressant sur la planche. Le choix du nombre sur la planche lui permet alors de modifier sa chaîne d'opérations comme il l'explique dans l'extrait qui suit. Si le nombre choisi se répète, il s'arrête donc à voir le choix le plus intéressant (voir exemple illustré par la section de planche).

Extrait du verbatim (1283)-Cinq en ligne inventé

— S : « On regarde les additions en premier parce qu'on le fait et on regarde si c'est un trop petit chiffre ou si c'est un gros chiffre on le rapetisse parce qu'il y a des gros chiffres qu'on n'a pas dedans. »

— Ch : « Quand tu as le choix entre 2 nombres pareils lequel vas-tu choisir ? »

— …

— Ch démontre sur la planche deux nombres pareils.

— S : « 20 ici pour faire 5 en ligne. »

Jeton	Jeton	Jeton	***20***	18	29

— Ch : « Exactement. »

2.3.1.2 Composante 2 : l'explication /validation

Au niveau de la deuxième composante de notre grille concernant la compétence à résoudre des situations problèmes, **l'explication et la validation**, nous avons retenu entre autres des éléments qui nous montrent la présence d'une certaine *analyse du jeu* de la part des élèves. Dans l'exemple qui suit, l'élève J regarde l'ensemble du jeu et exprime plusieurs possibilités à partir de ses observations

Extrait du verbatim (0827) :

— J : « Tantôt lui il a eu les mêmes dés. Est-ce que je peux faire la même opération encore ? »

— Ch : « Est-ce que ça va t'aider à faire 5 en ligne. »

— J : « Ça va m'aider parce qu'il m'en manque 2. Lui, il va m'aider et après avec un autre total, je penserais l'avoir. »

— Ch : « Qu'est-ce que tu veux arriver à avoir…Qu'est-ce que tu ferais comme opération avec le 5, le 2 et le 1 ? »

— J : « Comme tantôt, 2X5 =10 +1. Je le mets ici, il me manque plus qu'à avoir 17 et j'en fais 5. »

Dans la suite de l'extrait il observe toujours l'ensemble de la planche et le jeu de son adversaire et lui propose des opérations à effectuer. De plus, il termine en argumentant la solution qu'il a mise de l'avant pour le joueur I qui ne semble pas savoir quoi jouer.

Suite de l'extrait du verbatim (0827) :

— I obtient 4-6-6. Il regarde sans rien faire.

— I : « 4+4+6=16 »

— J : « J'ai une idée pour lui. »

— Ch : « C'est quoi ? »

— J : « 4X6 ça va faire 24. Si on fait -6 ça va égaler 18 et il pourra le mettre quelque part d'autre.»

— Ch : « Est-ce que ce serait mieux 18 que 16 ? »

— J explique à I à quoi il doit penser : « Moi j'ai mis le 11 parce qu'il me reste juste le 17. Toi si tu le mets ici ou ici, il faut que tu trouves la bonne affaire. Ici ou ici, ça ne va pas te servir. Si tu prends le 16, peut-être qu'il pourrait t'aider. »

Lors du retour en grand groupe au sujet de l'expérimentation des planches Cinq en ligne inventées, le joueur J (le même que dans les extraits précédents) nous montre son analyse du jeu en démontrant qu'il réfléchit aux multiples options qui s'offrent à lui lorsqu'il obtient un nombre. Il voit ainsi l'avantage d'avoir placé sur une planche inventée plusieurs fois le même nombre.

Extrait du verbatim (1572) :

— J : Ça devient plus difficile pour nous car les nombres sont souvent réfléchis comme il y un 9 ici, un autre là et un autre là. On a plusieurs possibilités de le mettre comme ici à 4 endroits. On n'a pas seulement besoin de placer sur une place, on peut varier.

— Ch : Tu peux varier. Le fait de répéter des nombres ça vous aide.

Un second extrait nous donne des indicateurs de *validation*. En effet, lors de l'expérimentation de leur grille inventée, certains élèves ont expliqué les raisons pour lesquelles certaines grilles produites n'étaient pas adéquates ou ce qui les rendait intéressantes. L'élève G du duo G-H, nous donne deux raisons pour lesquelles la grille produite par l'élève H n'est pas adéquate (voir grille de l'élève H en Annexe). Dans un premier temps, elle nous explique le non respect des contraintes données par le chercheur c'est-à-dire l'utilisation de nombres qui se situent entre 9 et 36.

Extrait du verbatim (1371) :

— G en décrivant la planche inventée par H : « Elle a fait 11-12-13-14 et elle l'a fait jusqu'à 88. Elle fait ses nombres en ordre. »

— Ch : « Pourquoi G ce n'est pas bon ? »

— G : « J'ai deux raisons. Elle a arrêté à 88 pis elle n'est pas supposée arrêter à 88. Elle est supposée écrire des nombres de 9 à 36. Elle a écrit ses nombres en ordre. »

Ensuite, elle nous explique que sa co-équipière n'a pas respecté certaines règles implicites de construction de la grille qui sont intéressantes pour le jeu, comme par exemple la répétition de mêmes nombres. Il est à noter que l'élève G a soulevé cette règle implicite qui n'avait pas été donnée par le chercheur ou l'enseignante auparavant.

Suite de l'extrait du verbatim (1371) :

— G : « Elle n'a pas écrit 12 deux fois. Si je joue et je pogne 12 ben si elle joue pis elle pogne 12, elle ne peut pas le mettre. »

— Ch : « C'est donc plus intéressant d'avoir la répétition des nombres. Tu peux aussi décider lequel va être le mieux pour faire 5 en ligne. »

Lors du retour sur la séance de jeu Cinq en ligne avec les grilles inventées, l'élève K du duo K-L soulève une règle de construction de la grille implicite qui, selon elle, permet au joueur de faire plus facilement Cinq en ligne. Elle appuie son argumentation en comparant le choix des nombres aux nombres présents sur la grille originale.

Extrait du verbatim (1504) retour sur Cinq en ligne inventé :

— Ch : « Il y en a après quelques minutes de jeu, ils tournent leur planche et arrêtent de jouer. J'aimerais savoir pourquoi. »

— K : « Parce que la planche de L c'est difficile de faire 5 en ligne car elle n'a pas pris tous les nombres. Il y a des nombres qu'elle n'a pas et ces nombres-là ce sont des nombres qui étaient dans l'autre grille avant. »

2.3.2 Compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique

2.3.2.1 Composante 1 : explication de l'argumentation

Dans le jeu Cinq en ligne, la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique a été observée plus spécifiquement dans l'expérimentation de la grille inventée par les élèves. **La communication de l'argumentation**, que nous identifions dans ce cas comme étant la première composante de la compétence, a été perçue à travers la démonstration que certains élèves ont faite quant au fonctionnement ou au non fonctionnement de la grille inventée. Les extraits reliés aux indicateurs de cette compétence sont les mêmes que ceux cités dans la composante validation de la compétence à résoudre des problèmes. À travers leurs propos les élèves ont validé la grille (éléments soulevés dans la partie validation) en donnant des exemples pour appuyer leur argumentation (voir texte souligné ci-dessous).

Extrait du verbatim (1371) retour sur Cinq en ligne inventé

— G : « J'ai deux raisons. Elle a arrêté à 88 pis elle n'est pas supposée arrêter à 88. Elle est supposée écrire des nombres de 9 à 36. Elle a écrit ses nombres en ordre. »

Un peu plus tard :

— G : « Elle n'a pas écrit 12 deux fois. Si je joue et je pogne 12 ben si elle joue pis elle pogne 12, elle ne peut pas le mettre. »

Extrait du verbatim (1504) retour sur Cinq en ligne inventé

— K : « Parce que la planche de L c'est difficile de faire 5 en ligne car elle n'a pas pris tous les nombres. Il y a des nombres qu'elle n'a pas et ces nombres-là ce sont des nombres qui étaient dans l'autre grille avant. »

2.3.2.2 Composante 2 : retour sur les grilles construites

Lors de la communication, nous avons fait une objectivation, c'est-à-dire un **retour sur les grilles construites**. Nous voulions alors faire ressortir les éléments les plus intéressants sous forme de principes à la base de la construction d'une grille. Plusieurs extraits traités précédemment nous ont démontré que les élèves ont ressorti certaines règles implicites comme le choix des nombres (extrait 1504 –élève K, extrait 1371- élève G), la répétition des nombres (extrait 1371- élève G) et l'ordre de grandeur des nombres (extrait 1371- élève G) en cours d'expérimentation.

Nous nous arrêterons maintenant aux principes ressortis lors du retour sur les grilles construites. Dans un premier temps, les mêmes propos tenus par l'élève G dans l'extrait 1371 ont été répétés suite à la demande du chercheur. Nous ne trouvons donc pas pertinent de les reprendre. Cependant, dans cet extrait, que nous avons observé un peu plus tôt, le joueur J montre la complexité et l'intérêt de la répétition d'un même nombre sur une planche de jeu.

Extrait du verbatim (1572)

— J : « Ça devient plus difficile pour nous car les nombres sont souvent réfléchis comme il y un 9 ici, un autre là et un autre là. On a plusieurs possibilités de le mettre comme ici à 4 endroits. On n'a pas seulement besoin de placer sur une place, on peut varier. »

— Ch : « Tu peux varier. Le fait de répéter des nombres ça vous aide. »

Suite à ces propos, le joueur A, du duo A-B, a énoncé que sa grille était facile à cause du choix et de la répétition du 9. Elle n'a cependant pas été en mesure de nous expliquer pourquoi.

Extrait du verbatim (1623) :

— A : « Ma grille est plus facile parce qu'il y a des 9. »

Ce dernier extrait a conclu la séance de retour sur les grilles inventées. Le joueur R nous explique que l'ordre de grandeur des nombres entraîne une certaine complexité due au fait de varier et de combiner les opérations.

Extrait du verbatim (1633) Duo Q-R :

— R: « Moi c'était de 9 à 19 et lui de 9 à 36. De 9 à 36 on se mêle avec des additions et des multiplications. »

— Ch : « Aimes-tu mieux sa grille ou la tienne ? »

— R: « Sa grille parce que j'aime les choses un peu plus difficiles. »

— Ch : « Pourquoi avais-tu choisi de faire ta grille comme ça ? »

— R: « Je voulais faire comme la première grille que vous nous aviez présentée. »

2.3.2.3 Composante 3 : verbalisation sur une variante du jeu

La dernière composante en lien avec la compétence de communication est **la verbalisation sur une variante du jeu.** Dans un premier temps, nous retrouvons les variantes proposées par les élèves lors de la première séance de jeu Cinq en ligne, à travers les propos du chercheur lors de l'introduction de la séance expérimentant les grilles inventées. Le chercheur reprend alors les propos du joueur Q qui avait demandé s'il pouvait jouer avec des jetons de couleurs différentes afin de pouvoir bloquer son adversaire comme dans le jeu Barrage. Cette variante a donc été reprise et mise à l'essai par certains élèves.

Extrait du verbatim (1131) :

— Ch : « Tous ceux qui m'ont donné des feuilles, j'ai fait à l'ordinateur votre grille. Ça devient votre jeu. Aujourd'hui ce qu'on va faire c'est qu'on va voir si vos grilles sont plus intéressantes ou moins intéressantes que celles qu'on avait au départ. Vous allez me dire si oui ou non c'est intéressant. Maintenant, la première fois on a joué avec des jetons tout le monde de la même couleur. Vous m'avez dit que ça serait peut-être intéressant de jouer avec des jetons de 2 couleurs différentes pour pouvoir se bloquer comme dans Barrage. Je vous donne le choix de jouer avec des jetons de même couleur ou de jouer avec des jetons de couleurs différentes, selon ce que vous trouvez intéressant avec vos propres grilles. »

Le jour de l'expérimentation de Cinq en ligne (planche originale), un élève était absent, ce qui occasionna un nombre impair d'élèves. Les élèves I et J ont proposé d'intégrer un élève à leur équipe. Voici donc la variante du jeu qu'ils ont inventée afin de solutionner leur problème. Nous tenons à souligner la verbalisation de l'anticipation des difficultés liées aux contraintes de leur variante.

Extrait du verbatim (1176)- Trio I-J- autre élève -Cinq en ligne inventé :

— Ch : « Les gars ici vous aviez un problème parce que vous étiez trois et que vous ne vouliez pas jouer deux contre un. Qu'est-ce que vous avez décidé de faire ? »

— J : « On joue tout le monde contre. »

— Ch : « Un contre l'autre avec 3 couleurs de jetons Qu'est-ce que vous pensez que ça va faire 3 couleurs de jetons ? »

— J : « Ça va être beaucoup plus difficile. Là il va y en avoir deux contre un mais en même temps tout le monde contre. Si je commence à faire une ligne lui il va me bloquer et après l'autre il peut le bloquer. Ça va être dur. »

— Ch : « Jouez et après je vais revenir vous voir pour savoir si vos prédictions ont été bonnes. »

En dernier lieu, nous avons observé une variante non pas aux règles du jeu mais au choix de la planche de jeu lors de la deuxième séance de Cinq en ligne. Cet extrait démontre une certaine préférence des élèves pour l'expérimentation de leur propre planche de jeu.

Extrait du verbatim (1299) -Cinq en ligne inventé

— Ch : « Vous, qu'est-ce que vous faites pour décider qui commence ? »

— Autre élève : « On brasse les dés et celui qui gagne prend la planche qui lui appartient. »

2.3.3 Ressources mobilisées dans le jeu : recours à certains savoirs

Le jeu Cinq en ligne est un jeu numérique, contrairement aux deux autres qui sont des jeux de stratégies. Conséquemment, pour arriver à observer le développement de compétences, nous avons fait ressortir les savoirs essentiels qui ont été mobilisés par le jeu Cinq en ligne, en l'occurrence certaines **stratégies de calcul**. On voit dans ce jeu l'importance de la mobilisation des savoirs dans le développement des compétences : « La compétence n'est pas qu'une simple addition de savoirs, mais la capacité de mettre en interactions divers savoirs et d'autres types de ressources en fonction de l'usage varié que l'on peut en faire suivant les situations… L'élève élabore graduellement ses compétences à travers l'utilisation contextualisée de ressources et de connaissances variées. » (Carbonneau-Legendre, 2002, p.13) Nous observerons principalement les difficultés rencontrées par le biais de plusieurs exemples de limites chez les élèves: l'erreur de calcul, la fixation sur une seule chaîne d'opération (dans la majorité des cas, l'addition), l'incapacité d'entrevoir les différentes chaînes d'opérations en fonction d'un nombre sur la planche et finalement, l'incompréhension des consignes numériques et les limites de leur planche de jeu.

2.3.3.1 L'erreur de calcul

Les erreurs de calcul dans le jeu Cinq en ligne sont très problématiques chez les élèves qui sont peu habiles ou qui ont peu de stratégies de dépannage au niveau du calcul mental. L'enfant doit alors se fier à ses habiletés limitées pour tenter de trouver un résultat à partir des chiffres sur le dé. Dans le cas où l'élève verbalise son calcul et fait une erreur, l'adversaire qui s'en rend compte est dans le droit de lui demander de passer son tour. Nous constatons ainsi dans l'extrait qui suit une erreur de calcul dans une chaîne d'additions très simple. Le joueur I perdra son tour de jeu tant qu'il n'arrivera pas à effectuer un calcul correctement.

Extrait 0827 – Joueur I:

— « I obtient 4-6-6. Il regarde sans rien faire. »

— « I : 4+4+6=16 »

— … (un peu plus tard)

— « I : 6+6 ça fait 14 plus 4 ça fait …16 (erreur) »

Les erreurs de calcul peuvent se produire à plusieurs endroits plus ou moins complexes. Ainsi, le joueur H a tenté une chaîne d'opérations combinant une addition et une multiplication. Nous constatons donc que ses habiletés en calcul sont plus élevées que celles du joueur I car il sait ce que fait 2X8 mais il montre peu de stratégies de dépannage au niveau du calcul de 4X8. Le joueur H ne sera donc pas en mesure de continuer son jeu, freiné par ses difficultés au niveau du calcul.

Extrait 1056 - Joueur H :

— « H : J'ai une idée 4X8 (8 est la somme de 5+3). »

— Ch : « Ça donnerait quoi ? »

— « H : 36. »

— « Ch : Est-ce que 4X8 me donne 36 ? »

— « H : Euh ! Non. »

— « Ch : 2X8 ça donne combien ? »

— « H : Euh ! 16. »

— « Ch : 2X16 ? »

— « H : Je ne sais pas. (G regarde en arrière) »

2.3.3.2 La fixation sur une seule chaîne d'opérations

Nous avons observé à plusieurs reprises des élèves qui ne partent pas des nombres sur la planche mais qui font systématiquement une addition des trois chiffres apparaissant sur leur dé, sans penser au résultat et en conséquence à la chaîne d'opérations qui serait la plus stratégique.

Dans l'extrait qui suit le joueur G additionne, sans même regarder la planche de jeu, les trois nombres obtenus et obtient la somme 12.

Extrait du verbatim 0980 – Joueur G

— G : « 5-4 et 3=12 » (elle ne regarde pas la planche)

L'extrait qui suit nous donne un second exemple de deux joueurs qui sont centrés sur l'addition. Il est intéressant d'entendre la réponse du joueur T qui justifie l'utilisation fréquente des additions en disant qu'elle aime cette opération et refuse de dire si elle est habile avec les multiplications.

Extrait du verbatim (1201)- Joueurs T et S :

— Ch : « L'avez-vous dit à voix haute ? »

— T : « Non »

— Ch : « Il faut le dire à voix haute. »

— S : « 6+3+3=12 » (il met son jeton sur le 12)

— Ch à T : « Est-ce que tu en fais des multiplications ? »

— T : « Des fois. »

— Ch : « Pourquoi ? »

— T : « Parce que j'aime les additions. »

— Ch : « Tu aimes les additions. Est-ce que tu es bonne en multiplication. »

— T ne répond pas

— T brasse les dés et obtient 5-5-3

— T : « 13 »

— Ch : « Est-ce que ça peut faire autre chose que 13 ? »

— T : « Oui. »

— Ch : « Est-ce que tu vas regarder sur ta planche si tu peux faire autre chose ? »

— T regarde sur la planche.

— T : « En diagonale ? »

— Ch : « Oui ça peut être en diagonale. »

— Ch à S : « Toi est-ce que tu vois quelque chose qui pourrait aider T. »

— S ne répond pas mais il brasse les dés.

Nous avons également trouvé intéressant de donner l'extrait suivant dans lequel I justifie le recours aux additions par le fait que le jeu devient plus long, car les possibilités de nombres sont beaucoup plus restreintes que s'il combinait les opérations.

Extrait du verbatim (1465) Duo I-J:

— J : À tous les jours il manque 1 point et il gagne tout le temps seulement avec des additions (en parlant de I).

— Ch : I tu ne vas pas chercher d'autre chose ?

— I : Non

— Ch : Est-ce que c'est assez pour toi 1 point ou tu voudrais en chercher plus ?

— I : C'est assez 1 point.

— Ch : Tu n'aimerais pas le battre plus souvent ?

— I : Mais si tu fais des additions plus souvent, le jeu va être plus long et avec des multiplications et des soustractions, le jeu est très vite.

— Ch : Si tu fais des additions tout le temps tu ne t'améliores pas au niveau des stratégies parce que le choix est très limité. Tandis que si tu mélanges les opérations tu peux avoir plusieurs choix et décider du nombre qui est le meilleur pour faire les 5 en ligne. Qu'est-ce que t'en penses ?

— I : Oui

— Ch : La chance ne te fait pas apprendre

2.3.3.3 Incapacité d'entrevoir les différentes chaînes d'opérations en fonction d'un nombre sur la planche

Dans les deux extraits qui suivent, la chercheure observe le joueur G depuis un moment et tente de l'accompagner dans sa recherche de stratégies. Plutôt que de partir des chiffres sur le dé, la chercheure lui propose de regarder sa planche et d'identifier un nombre qui lui permettrait de gagner. Une fois de plus, le joueur G se voit limité dans son jeu par ses difficultés au niveau du calcul mental. Cette fois, elle connaît le résultat souhaité et les chiffres sur les dés, mais elle ne possède pas de stratégie de calcul pour émettre différentes possibilités de combinaisons d'opérations en fonction du nombre obtenu.

Extrait du verbatim 1002 – Joueur G

— Ch : « Regarde ce que tu as besoin sur la planche. Qu'est-ce que tu aurais besoin sur la planche quoi pourrait t'aider à gagner ? »

— G : « Un 17 »

— Ch : « Un 17. Est-ce qu'il y a d'autre chose qui pourrait t'aider à gagner ? »

— G : « 14 »

— Ch : « Où le 14 ? »

— G : « Ici. »

— Ch : « Est-ce qu'il y a un moyen de faire un 17 ou un 14 avec ce que tu as ? »(5-3-4)

— (G regarde dans les airs pendant quelques secondes)

— Ch : « Moi je vois que tu peux faire un 17. Ça veut dire que tu es capable de gagner. »

— G : « On as-tu le droit de faire des divisions ? »

— Ch : « Oui. L'important c'est de cibler un chiffre et de voir comment je peux y arriver. »

— …

— Ch : « 17 tu es capable de l'avoir … »

— Ch : « Est-ce que si tu les additionnes ça fait 17 ? »

— G : « Non. »

— Ch : « Qu'est-ce que tu peux faire d'autre que toutes les additionner ? »

— G : « Là j'ai 12 (en les additionnant) mais 12 est plus P que 17. »

— Ch : « Alors qu'est-ce que tu peux faire ? »

— …

— Ch : « Tu peux mélanger les +, - et X. »

— G : « On ne peut pas le faire avec une soustraction. »

— Ch : « Tu peux en multiplier deux ensemble et en soustraire 1. »

Un peu plus tard Extrait du verbatim (1101) – le joueur G tente des calculs pas faisables avec ses dés :

— Ch : « Est-ce que 32 ça se peut sur ta planche ? »

— G : « Non »

— Ch : « Tu as vérifié 8X4, est-ce que tu peux faire autre chose ? »

— G : « 2X9 » (impossible avec ses dés)

— Ch : « 2X9 ça fait combien ? »

— G : « Ah non pas 2X9, 2X8 » (Toujours impossible avec 5-4-3)

— Ch : « Où tu le trouves ton 2 ? »

— (G reste en silence et regarde dans les airs sans répondre.)

2.3.3.4 L'incompréhension des consignes numériques et des limites de leur planche de jeu

Les indicateurs reliés à la non compréhension des consignes données par le chercheur au niveau du domaine numérique (9 à 36) à respecter lors de la création des grilles ont été observés en cours de jeu lors d'un questionnement du chercheur ainsi que lors du retour en grand groupe. De plus, l'observation de la grille confirme l'incompréhension du joueur H (voir Annexe V- grille inventée par le joueur H), telle que décrite par le joueur G dans cet extrait.

Extrait du verbatim (1306) Duo G-H :

— G en décrivant la planche inventée par H : « Elle a fait 11-12-13-14 et elle l'a fait jusqu'à 88. Elle fait ses nombres en ordre. »

— Ch : « Comment ça se fait que tu as fait jusqu'à 88 ? »

— H : « Madame la stagiaire j'avais fini à 36 et elle a dit de recommencer. J'avais commencé par 9 et après c'était fini à 36 et les autres carrés n'étaient pas remplis, pis là elle a dit de recommencer. »

— Ch : « Aurais-tu pu la remplir avec des nombres de 9 à 36 ou tu devais continuer après ? »

— …

— Ch : « Tu ne sais pas. »

— H : « Non »

Nous pouvons observer dans la réplique du joueur H qu'il n'a pas compris pourquoi sa grille ne respecte pas les consignes. Selon lui, il a suivi les consignes données par la stagiaire. En fait, le joueur H avait compris à la base qu'il devait utiliser des nombres de 9 à 36 mais il n'a pas saisi l'importance de la disposition des nombres et la répétition possible des mêmes nombres (règle implicite soulevée par le joueur G précédemment). Il a donc écrit la suite des nombres 9 à 36 et a arrêté lorsqu'il a atteint 36, en laissant des cases vides. Un tel comportement montre une limite au niveau de la compréhension du jeu Cinq en ligne. Conséquemment, la grille inventée par le joueur H ne lui permet pas de jouer, mais l'exercice de construction de la grille s'avère un bon indicateur pour l'évaluation de la compréhension du joueur H et met en évidence ses limites au niveau des stratégies de calcul.

Dans l'extrait qui suit, nous observons que le questionnement relié à la construction de la grille, ainsi que les grilles elles-mêmes, peuvent nous donner des indications quant à la compréhension des joueurs face aux règles de construction de la grille (tant explicites qu'implicites) ainsi que sur le niveau de développement de leurs stratégies de calcul. Dans ce cas, le chercheur avait remarqué la grille construite par le joueur F qui présentait les nombres de 1 à 18, sous forme de suite numérique. L'absence de réponse des deux joueurs au sujet de la construction de la grille pourrait nous indiquer que les élèves ne se sont pas rendus compte des limites des grilles construites.

Extrait du verbatim (1601)- Duo E-F :

— (En s'adressant à E et F) « Ici, est-ce que les deux grilles allaient aussi bien ? Est-ce qu'il y avait une différence entre la grille d'E et la grille de F ? »

— …

— Ch : « Il n'y avait aucune différence ? Les nombres étaient de 9 à 36, variés et se répétaient ? »

— …

— Ch : « F, tu as mis des chiffres de 9 à 36 ? »

— …

2.3.4 Synthèse globale

L'analyse du jeu Cinq en ligne fait ressortir des éléments différents des deux jeux précédents. La référence à des savoirs numériques fait ici ressortir l'importance des savoirs dans le développement des compétences, et les limites qu'elles amènent au développement dans ce cas de stratégies. Néanmoins, tout comme dans les deux premiers jeux, deux compétences sont ici actualisées. La composante reliée à l'interprétation du jeu ou décodage, ne figure pas sur notre grille d'analyse de ce jeu car les règles sont très simples pour des élèves de deuxième cycle. Il est à noter que si ce jeu était présenté à des élèves plus jeunes (avec quelques variantes) il pourrait être pertinent d'analyser leur interprétation du jeu. Nous avons donc débuté notre analyse par la mise en place de stratégies. Nous retrouvons ici des élèves qui ne présentaient aucune stratégie apparente et des élèves qui démontraient certaines stratégies. Les joueurs G, H, T et O n'ont eu recours à aucune stratégie apparente. Pour certains, ils partaient d'un résultat pour ensuite regarder la grille. Pour d'autres, en aucun temps, ils ne faisaient référence à la grille Cinq en ligne. Certains étaient centrés sur les techniques de calcul tandis que d'autres avaient recours à l'addition de façon systématique. À l'opposé, le joueur J a eu recours à plusieurs stratégies au cours du jeu. D'une part, il partait d'un nombre sur la planche pour ensuite faire un choix d'opérations. D'autre part, il observait la répétition d'un nombre sur la planche et réfléchissait à la position la plus intéressante. Le joueur S a utilisé une stratégie que nous qualifions d'intermédiaire. Il débute par l'addition, se réfère à la grille pour choisir un nombre et réajuste sa chaîne d'opérations en fonction de l'ordre de grandeur du nombre choisi. Au niveau de l'explication /validation, le joueur J démontre une très bonne analyse du jeu. Il regarde l'ensemble du jeu puis exprime plusieurs possibilités. En d'autre temps, il observe le jeu de son adversaire pour lui proposer des opérations à effectuer en argumentant ses propositions. Lors du retour en grand groupe, il verbalise sa réflexion quant aux multiples options qui s'offrent à lui lorsqu'il obtient un nombre avec les dés. La composante de validation est ressortie de façon plus spécifique à travers les indicateurs de développement de la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique. Les joueurs G, K, J et R ont expliqué leur argumentation face aux règles de construction de leur grille ou au fonctionnement de la grille inventée. Certaines règles explicites et implicites de construction de la grille sont alors ressorties. Lors du retour de la première séance de Cinq en ligne, le joueur Q a proposé une variante au chercheur en voulant ajouter des jetons de couleurs différentes afin de pouvoir bloquer l'adversaire comme dans le jeu Barrage. Cette variante a été expérimentée lors de la deuxième séance de Cinq en ligne. Le joueur J a par ailleurs soulevé l'intérêt d'ajouter un troisième joueur en expliquant les répercussions de cette contrainte en terme de complexité dans le jeu.

On voit donc là, à travers ce qui précède, les potentialités que présente également ce jeu pour le développement des compétences à résoudre des situations problèmes mathématiques et à communiquer à l'aide du langage mathématique.

L'observation des limites au niveau des habiletés de calcul nous donne par ailleurs des indices intéressants en lien avec le développement de ces compétences. En fait, les élèves qui ont de la difficulté à mobiliser leurs savoirs, sous forme ici de stratégies de calcul, sont confrontés à des limites dans le jeu. Les stratégies de calcul, étant la clé du succès dans le jeu Cinq en ligne, les élèves qui éprouvent des difficultés sont alors pénalisés dans l'ensemble du jeu. Par exemple, le joueur G ne pourra anticiper le choix d'un nombre sur la planche car il ne possède pas les habiletés de calcul nécessaires à l'anticipation des différentes chaînes d'opérations qui lui permettraient d'atteindre ce nombre. Ces joueurs doivent donc trouver une opération avec laquelle ils sont confortables et répéter cette opération avec les chiffres obtenus sur le dé. Ensuite, ils regardent sur la planche si le nombre y est présent. Dans le cas où le nombre est présent mais pas répété, aucune possibilité de stratégie ne s'ouvre à eux.

Nous tenons à faire ressortir ici des attitudes d'élèves face aux difficultés rencontrées qui illustrent bien les propos de Perrin-Glorian (1993) cités un peu plus tôt. Il est ainsi intéressant de soulever le fait que les élèves T et G sont des élèves qui éprouvent de grandes difficultés scolaires, et que tous les deux ont tenté de ne pas répondre ou de répondre en tentant de satisfaire la chercheure. Perrin-Glorian (1993) soulève le fait que les élèves ayant des difficultés d'apprentissage essaient constamment de deviner les attentes de l'enseignant à leur égard. Cette attitude montre un manque de confiance en eux-mêmes. Ils n'aiment pas se retrouver dans une situation d'échec alors ils ont tendance à ne pas répondre aux questions dont ils ne savent pas les réponses plutôt que de se retrouver dans le tort ou en situation d'échec. Une situation semblable s'est produite suite au questionnement des joueurs E-F et G-H, tous les quatre ayant de grandes difficultés scolaires. Devant le questionnement de la chercheure face à la pertinence de leur grille, les joueurs ont préféré ne pas répondre plutôt que de se tromper ou de verbaliser leur incompréhension.

Perrin-Glorian (1993) a notamment observé que les élèves en difficulté ont tendance à s'appuyer sur des règles ou algorithmes donnés par l'enseignant afin de justifier leurs erreurs. De cette façon, la responsabilité relative aux connaissances revient à l'enseignant plutôt qu'à l'enfant. Le joueur H a réagi de cette façon lorsque la chercheure a soulevé son erreur quant aux nombres choisis pour construire sa grille. Il a répondu qu'il avait utilisé les bons nombres dans un premier temps (mais il n'avait pas complété la grille) et que la stagiaire lui avait fait recommencer autrement. Par cette argumentation, le joueur H se déresponsabilise de son incompréhension.

Dans le dernier chapitre, interprétations et conclusion, nous procéderons à une analyse, par duo de joueurs, du développement des compétences mathématiques à travers les trois jeux expérimentés. Dans un deuxième temps, nous ferons un retour sur l'analyse a priori à partir du tableau 4 (Jeux contribuant au développement de chacune des compétences mathématiques du programme du premier cycle du primaire, tiré du livre banque de jeux à exploiter avec les enfants au premier cycle du primaire (2002)) et de l'analyse de nos résultats. Nous terminerons en faisant état des projets qui ont suivi notre recherche, des limites de celle-ci ainsi que des questions qui restent.

CHAPITRE V

INTERPRÉTATIONS ET CONCLUSION

CHAPITRE V
INTERPRÉTATIONS ET CONCLUSION

Pour procéder à l'interprétation des résultats, nous ferons une analyse transversale (analyse pour un même duo afin de noter s'il y a évolution et de la caractériser) du développement des compétences des duos A-B, G-H, I-J au cours des trois jeux expérimentés. Nous tenterons alors de faire ressortir les indicateurs de développement des compétences ciblés dans nos grilles d'analyse. Dans un deuxième temps, nous effectuerons une comparaison, pour chacun des jeux expérimentés, entre les données du Tableau 4 : Jeux contribuant plus particulièrement au développement de chacune des compétences mathématiques du programme du premier cycle du primaire, tiré du livre *Le jeu et l'apprentissage des mathématiques chez l'enfant: Banque de jeux à exploiter avec les enfants au premier cycle du primaire* (2002) et l'analyse de nos résultats. Nous conclurons ce chapitre en identifiant les limites de notre recherche ainsi qu'en faisant un retour sur les activités de réinvestissement qui ont suivi notre recherche au sein de l'école. Enfin, nous ouvrirons sur certaines questions pour des recherches futures.

1. Analyse transversale, par duo, du développement des compétences mathématiques

Cette analyse transversale se fera avec trois duos (A-B, G-H, I-J) pour lesquels nous avons plusieurs extraits. La lecture transversale des verbatims nous a permis de faire ressortir le développement de certains indicateurs liés aux trois compétences suivantes : compétence à résoudre des situations problèmes mathématiques, compétence à raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques et compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique. Pour compléter l'analyse du jeu Cinq en ligne, nous avons également observé la présence de stratégies de calcul. Il est à noter que cette lecture a aussi fait ressortir des lacunes ou difficultés relatives au développement de ces compétences.

1.1 Analyse transversale du duo A-B

La lecture transversale des verbatims a fait ressortir des indicateurs de la compétence à résoudre des situations problèmes mathématiques et ce, à travers l'ensemble des jeux : plus précisément, dans un des cas (joueur B) elle fait ressortir une évolution à travers les jeux, dans l'autre cas (joueur A) des indices de non-compréhension.

En ce qui a trait au joueur A, nous avons ainsi remarqué une certaine récurrence chez ce dernier au niveau des difficultés en lien avec l'interprétation du jeu. En effet, à trois reprises durant le jeu Barrage le joueur A a démontré, par ses actions, une incompréhension des règles du jeu. Après avoir fait un Barrage, le joueur A pige un jeton que B avait retiré du jeu, il déplace ensuite un jeton de son adversaire qui fait partie d'un Barrage et tente de continuer à jouer même s'il n'a plus aucune possibilité de jeu (cf Figure II). Au niveau de la mise en place de stratégies, le joueur A montre peu de capacité à se décentrer de son propre jeu. Il fait des Barrages, sans jamais anticiper ou prendre en compte le jeu de son adversaire pour contrer un Barrage éventuel. Il joue de façon parallèle tout au long de la partie. Aucun extrait n'a été relevé dans son cas dans le jeu Saute-mouton en lien avec cette compétence. Cependant, lors du retour en grand groupe sur les grilles inventées dans le jeu Cinq en ligne, le joueur A fait part de sa constatation au sujet de la facilité de sa grille, dû au choix et à la répétition du chiffre 9. Il n'est toutefois pas en mesure d'argumenter ses choix. Par ces propos, nous constatons une certaine compréhension des règles implicites de construction de la grille mais il y a chez cet élève une certaine difficulté au niveau de l'explication, de l'argumentation, composante de la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique. S'il y a développement d'une certaine compétence, celle-ci demeure donc dans son cas très limitée.

En ce qui a trait au joueur B, plusieurs indicateurs au niveau de la compétence à résoudre des situations problèmes mathématiques nous donnent au contraire des indices de sa capacité à interpréter le jeu et à progresser au niveau de la mise en place de stratégies. En effet, le joueur B respecte les règles du jeu dans le cas de Barrage comme par exemple le retrait, à deux reprises, d'un jeton de son adversaire en effectuant un choix stratégique en fonction du danger éventuel que représentait ce jeton. Le choix de ce jeton nous démontre notamment sa capacité à anticiper le jeu de son adversaire, indice de la mise en place de stratégies. Les réactions verbales face à l'incompréhension du joueur A sont également des indicateurs de compréhension des règles du jeu de la part de B. Nous avons observé la progression de B au niveau de la prise en compte de son adversaire (mise en place de stratégies). D'un jeu parallèle, il glisse vers un jeu sur la planche en entier en tentant de contrer un Barrage éventuel par le déplacement de ses jetons. Aucun extrait n'a pu être observé dans son cas dans les jeux Saute-mouton et Cinq en ligne.

1.2 Analyse transversale du duo G-H

L'analyse transversale des verbatims du Duo G-H porte sur le déroulement des jeux Saute-mouton et Barrage. Il est à noter que les joueurs de ce duo sont des élèves identifiés comme ayant des difficultés d'apprentissage et ont tous les deux un suivi en orthopédagogie depuis le début de leur scolarisation. Selon les évaluations orthopédagogiques, le joueur H accuse des retards de deux ans en français et en mathématiques et, lors de l'expérimentation, il était en investigation psychologique pour évaluer ses habiletés intellectuelles. Dans ce cas (joueur G), on peut observer l'évolution à travers le jeu, dans l'autre cas (joueur H) un certain nombre de difficultés l'empêchent de progresser dans le jeu.

En ce qui a trait au joueur G, plusieurs indicateurs nous donnent des indices de son développement au niveau de la compétence à résoudre des situations problèmes mathématiques. À deux reprises, il réagit aux erreurs du joueur H en expliquant pourquoi les jetons posés ne forment pas un Barrage. Pour ce faire, il s'appuie sur les règles du jeu. En plus de la compréhension des règles du jeu, il démontre une prise en compte du jeu de son adversaire à travers ses actions ainsi qu'à travers les réponses qu'il donne aux questions du chercheur. Il tente de contrer un Barrage éventuel de H (voir Figure VI) et explique pourquoi il dépose son jeton à un endroit précis.

Des indicateurs de la composante de validation ressortent par ailleurs chez le joueur G lors de l'expérimentation de la grille Cinq en ligne inventée. Le joueur H ayant construit une grille qui ne respecte pas les règles de construction de la grille données par le chercheur, le joueur G, en cours de jeu, nomme deux raisons pour lesquelles la grille de H n'est pas adéquate. Dans un premier temps, il soulève une erreur au niveau de l'ordre de grandeur des nombres mais ce qu'il est intéressant de voir c'est que son deuxième argument porte sur le choix des nombres ainsi que la répétition de ceux-ci. En aucun cas, la chercheure n'a mentionné ou fait ressortir ce critère de construction de la grille. Par contre, celui-ci est très pertinent et permet effectivement de faire avancer le jeu. Le joueur G a donc dû observer la grille originale présentée lors de la première séance, en a dégagé une règle implicite, pour ensuite réinvestir celle-ci et reconnaître l'absence de cette condition dans la grille de son adversaire.

En ce qui concerne le joueur H, nous avons dénoté, à travers ses actions, des indices de non compréhension des règles du jeu Barrage. À plusieurs reprises, il a dit Barrage sans en faire un et a enlevé un jeton qui ne faisait pas partie du jeu. Dans le jeu Cinq en ligne, cette incompréhension s'est décelée à travers le non respect des règles de construction de sa grille inventée (voir Annexe V). De plus, en aucun cas elle n'a été en mesure d'argumenter ses choix. Ses réponses aux questions du chercheur se traduisent souvent par un long silence et un regard fuyant. Son attitude rejoint les observations de Perrin-Glorian (1993) concernant les élèves en difficulté qui refusent de répondre plutôt que de se tromper ou répondent en s'appuyant par les règles énoncées par l'enseignante.[17]

Nous avons dénoté par ailleurs certaines lacunes ou limites au niveau des savoirs relatifs aux habiletés de calcul chez les joueurs G et H. En plus de ne pas être en mesure d'effectuer des opérations simples, les deux joueurs n'utilisent pas de stratégie de dépannage au niveau du calcul mental. Devant une difficulté, ils préfèrent détourner leur attention ou simplement jouer en effectuant des additions avec les chiffres sur les dés. Leurs limites ont un effet certain sur le développement de stratégies, en ce qui a trait au jeu Cinq en ligne. Les deux joueurs effectuent leur calcul pour ensuite chercher le nombre sur la planche. À deux reprises, la chercheure a tenté de montrer la possibilité de faire des multiplications au joueur G. L'exercice a été très long et difficile, pour terminer avec un résultat qui n'apparaissait pas sur la grille, des calculs infaisables avec les chiffres apparaissant sur les dés ou une incapacité à anticiper les différentes opérations possibles en fonction d'un résultat précis. Contrairement au jeu Barrage qui est un jeu de stratégie, dans le jeu Cinq en ligne les joueurs sont freinés par leur manque d'habiletés au niveau du calcul mental.

[17] Les attitudes des joueurs G et H en lien avec les travaux de Perrin-Glorian (1993) ont été explicitées lors de la synthèse globale (section 2.3.4, page 110) du présent mémoire.

1.3 Analyse transversale du duo I-J

L'analyse transversale des verbatims des joueurs I-J s'est tenue sur l'ensemble des trois jeux expérimentés. Nous débuterons en soulignant que le joueur I est un élève ayant des difficultés d'apprentissage et de comportement. Cependant, il a manifesté un intérêt particulier lors des périodes consacrées au jeu. Il demandait à son enseignante de jouer plus souvent et de pouvoir montrer aux autres élèves de l'école les règles des jeux. Le joueur J, pour sa part, a de la facilité à apprendre.

Plusieurs indices au niveau du développement des compétences ont été observés chez ce duo. Cependant, nous tenons à souligner la richesse de la dynamique qui s'est établie, tout au long de l'expérimentation, entre les joueurs I et J. Au cours du jeu Barrage le joueur I a démontré des indices de non compréhension du jeu (interprétation du jeu). Dans les deux cas, J a pris le temps de lui montrer sur la planche ce qu'il n'avait pas fait correctement. Il a su faire un retour en arrière dans le jeu et montrer ce qu'il aurait pu faire tout en respectant les règles du jeu. Il a notamment montré un indicateur de développement de la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique, en appuyant son explication sur la planche de jeu. À la suite de ces explications, nous avons pu observer que le joueur I a respecté cette règle qui était auparavant incomprise. Au niveau de la mise en place des stratégies, deuxième composante de la compétence à résoudre des situations problèmes, il est intéressant de montrer là aussi l'influence du joueur J sur le joueur I. À deux reprises, le joueur J a initié des stratégies qui ont été réinvesties par le joueur I un peu plus tard dans le jeu. Par exemple, dans le jeu Saute-mouton, le joueur J a pris en compte le jeu de son adversaire en décidant d'arrêter son jeu et d'anticiper le nombre de jetons que son adversaire pourrait lui manger s'il atterrissait sur l'une ou l'autre des cases. Le joueur I aura retenu sa stratégie, ce qui lui permet de faire un double saut à son tour. Le joueur J par ailleurs a réinvesti des stratégies du joueur I lors du jeu Cinq en ligne. Ayant obtenu les mêmes chiffres sur le dé, il demande s'il peut faire les mêmes opérations faites par I précédemment. Au niveau de la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique, le joueur J a verbalisé une variante au niveau de la finalité du jeu. Ensemble, ils s'étaient donnés comme but de trouver de nouvelles stratégies plutôt que de chercher à gagner à tout prix. Tous ces exemples nous donnent des indicateurs au niveau du développement des compétences mathématiques chez ces deux élèves mais révèlent surtout la complicité qui s'est établie et développée entre ces deux élèves ayant de grands écarts au niveau des apprentissages scolaires. Les jeux leur ont permis de se rapprocher, de cheminer ensemble dans un partage de stratégies plutôt que vers une certaine forme de compétition.

L'analyse individuelle du verbatim du joueur J nous donne de multiples indices au niveau du développement de compétences mathématiques. Ce joueur est le seul chez qui nous avons observé des indicateurs pour chacune des trois compétences mathématiques analysées. Nous émettons l'hypothèse que la richesse de son argumentation, de la verbalisation de ses stratégies et son aisance à communiquer nous ont permis de saisir une telle variété d'indices. Les indicateurs reliés à la compétence à résoudre des situations problèmes ont été relevés au niveau de l'interprétation du jeu. À travers ses explications au joueur I qui ne comprenait pas certaines règles du jeu Barrage, nous déduisons une bonne compréhension des règles. En ce qui a trait aux stratégies mises en place, le joueur J a su prendre en compte la position des jetons de son adversaire en anticipant une possibilité de déplacement de celui-ci qui lui permettrait de manger un jeton au coup subséquent (extrait 1420). Dans cet extrait, il explique au chercheur son anticipation en s'appuyant à nouveau sur la grille. Dans le jeu Saute-mouton, le joueur J a découvert une nouvelle stratégie en mangeant plus d'un jeton à la fois en faisant des bonds successifs (stratégie initiée au cours de l'extrait 12887). Dans le jeu Cinq en ligne, nous avons relevé un indicateur de stratégie à travers le jeu du joueur J car il était un des seuls joueurs observés à choisir un nombre sur la planche et à anticiper les possibilités d'opérations qui lui permettront d'arriver à ce nombre. Son aisance au niveau des stratégies de calcul a été observée à travers la combinaison des opérations faites en cours de jeu (extrait 0827). Lors du retour en grand groupe du jeu Cinq en ligne inventé, il montre sa capacité d'analyse du jeu exprimant sa réflexion quant aux multiples options qui s'offrent à lui lorsqu'il obtient un nombre sur le dé. En ce qui a trait à la compétence à raisonner à l'aide de processus et de concepts mathématiques, le joueur J a expliqué le déplacement de ses jetons par un raisonnement déductif de type si…alors…Finalement, nous tenons à souligner la richesse de sa verbalisation tout au long de l'expérimentation. Un exemple en particulier illustre bien notre analyse. Lors de l'expérimentation du jeu Cinq en ligne un élève était absent, ce qui a occasionné un nombre impair d'élèves. Les joueurs I et J ont proposé d'intégrer un troisième joueur à leur équipe. Le joueur J a donc verbalisé l'anticipation des difficultés liées à la contrainte d'ajout d'un troisième joueur et, conséquemment, d'ajout d'une autre couleur de jetons (extrait 1176).

Nous terminerons avec le joueur I qui, tout au long de l'expérimentation a su démontrer un bon sens de l'observation et surtout une grande capacité à réinvestir rapidement les conseils de son co-équipier. Les interactions sociales ont donc joué dans son cas un rôle clé dans le développement de compétences. Rappelons qu'il s'agissait ici d'un élève en difficulté. Le jeu a déclenché un engagement, une mobilisation importante dans la tâche. Ainsi, lors du retour de la séance mixte Barrage/Saute-mouton, il a présenté aux autres élèves une stratégie d'équipe pour ensuite expliquer cette même stratégie en utilisant un langage très précis. Il a su recréer les déplacements successifs en pointant ceux-ci sur sa planche de jeu Saute-mouton. Le joueur J a fait face toutefois à certaines difficultés lors du jeu Cinq en ligne. Il a fait plusieurs erreurs de calcul en utilisant toujours des additions simples. Tout comme les joueurs G-H, il a été freiné dans le cas de ce jeu, dans le développement de stratégies par son manque d'habiletés en calcul mental.

Nous remarquons donc, dans l'ensemble de cette analyse transversale des verbatims, une forte présence d'indicateurs liés au développement de compétences chez certains élèves, notamment de la compétence à résoudre des problèmes. Nous sommes cependant très conscients que les limites occasionnées par notre méthode de collecte de données peuvent influencer nos résultats car nous ne pouvions avoir une vue globale des élèves pour chacun des jeux expérimentés.

2. Analyse comparative entre le tableau 4 (analyse préalable des jeux) et l'analyse de nos résultats

Dans les paragraphes qui suivent, nous procéderons à une analyse comparative entre le tableau 4 Jeux contribuant plus particulièrement au développement de chacun des compétences mathématiques du programme du premier cycle du primaire, tiré du livre *Le jeu et l'apprentissage des mathématiques chez l'enfant: Banque de jeux à exploiter avec les enfants au premier cycle du primaire* (2002) et l'analyse de nos résultats. Les jeux choisis dans ce livre avaient été d'abord développés pour des élèves du premier cycle du primaire, nous avons donc tenté d'observer comment ces jeux pouvaient permettre le développement de compétences mathématiques. Une telle analyse des jeux en termes du potentiel pour le développement de compétences chez des élèves du premier cycle avait été faite et cette analyse nous permettra d'avoir un regard sur les compétences mathématiques qui étaient ciblées dans ce livre et celles qui sont ressorties de notre expérimentation.[18] Afin de permettre une meilleure compréhension de cette analyse comparative, nous avons inséré le tableau 4 en plusieurs parties, chacune en lien avec la compétence analysée dans notre grille.

2.1 Développement de la compétence à résoudre des situations problèmes

Tableau 4a : Jeux contribuant au développement de la compétence à résoudre une situation-problème mathématique

COMPÉTENCE 1 Résoudre une situation-problème mathématique

COMPOSANTES DE LA COMPÉTENCE

■ Décoder les éléments de la situation-problème (développer un engagement réfléchi dans la situation).

Jeux

Le domino 6, 7, 8 ou 9
Jeu de dés
Trois en ligne
La suite des cartes
Jeu de la pyramide
Referme les boîtes
Toujours 12
Les carrés et les triangles
Dernier bloc
Jeu de capture
Le combat dans l'île
Le barrage
Jeu de Nim
Saute-mouton
Napoléon
Dames chinoises
Labyrinthe junior
Domain

■ Appliquer différentes stratégies en vue d'élaborer une solution (envisager une solution gagnante, anticiper différentes solutions possibles).

Jeux

Jeu des mariages
Le domino 6, 7, 8 ou 9
Jeu de dés
Questions et réponses
Trois en ligne
La suite des cartes
Jeu de la pyramide
Referme les boîtes
Toujours 12
Les carrés et les triangles
Dernier bloc
Jeu de capture
Jeu d'ombres
Bingo des ombres
Tic-tac-toe géant
Les coccinelles et les bourdons
Le combat dans l'île
Le barrage
Les barres
Jeu de Nim
Napoléon
Dames chinoises
Labyrinthe junior
Domain

■ Modéliser la situation-problème (émettre des conjectures, se représenter les données, etc.).

Jeux

Le domino 6, 7, 8 ou 9
Questions et réponses
La suite des cartes
Jeu de la pyramide
Toujours 12
Les carrés et les triangles
Dernier bloc
Jeu de capture
Jeu d'ombres
Bingo des ombres
Tic-tac-toe géant
Les coccinelles et les bourdons
Le combat dans l'île
Le barrage
Les barres
Jeu de Nim
Saute-mouton
Napoléon
Dames chinoises
Jeu de mémoire
Labyrinthe junior
Domain

[18] Pour ce faire nous nous appuierons sur des observations faites en cours d'analyse sur certains joueurs en particulier. Nous ne reprendrons pas chacun des exemples de façon exhaustive car nous avons déjà procédé à une analyse globale de chacun des jeux qui permet au lecteur de resituer le développement des compétences chez les joueurs, pour les trois jeux.

■ Valider la solution (se fait dans l'action, par confrontation à d'autres possibles, etc.).		
Jeux		
Jeu de capture	Le combat dans l'île	Napoléon
Jeu d'ombres	Le barrage	Labyrinthe junior
Bingo des ombres	Les barres	Domain
■ Partager l'information relative à la solution (explicitation des solutions, justification, argumentation).		
Jeux		
Jeu de la pyramide	Referme les boîtes	Jeu de Nim

Au niveau de la première compétence, trois composantes du tableau se retrouvent dans notre grille d'analyse : décoder les éléments de la situation problème (l'interprétation du jeu), appliquer différentes stratégies en vue d'élaborer une solution (la mise en place de stratégies) et valider la solution/partager l'information relative à la solution (l'explication/validation).

Au niveau de la première composante, décoder les éléments de la situation problème, nous retrouvons la contribution des trois jeux qui ont fait le sujet de notre expérimentation, soit : Cinq en ligne (variante de Trois en ligne), Barrage et Saute-mouton. L'analyse des jeux Barrage et Saute-mouton nous a permis d'observer des indicateurs de développement de cette composante, tel que décrit dans la synthèse globale de chacun de ces jeux. Par ailleurs, nous n'avons pu observer l'interprétation du jeu dans le jeu Cinq en ligne car nous ne l'avions pas intégré dans notre grille d'analyse vu la simplicité des règles de ce jeu en fonction de l'âge des élèves. Tout comme le soulève le tableau, les indicateurs de compréhension et de non compréhension des règles nous ont permis d'observer le développement de cette composante dans notre expérimentation.

Au niveau de la deuxième composante de cette compétence, appliquer différentes stratégies en vue d'élaborer une solution, nous retrouvons la contribution de deux des trois jeux expérimentés soit : Cinq en ligne et Barrage. L'analyse des jeux Barrage et Cinq en ligne nous a permis effectivement d'observer le développement de la mise en place de stratégies à travers l'observation de la position spatiale des jetons ainsi que la présence ou l'absence de stratégies apparentes. Contrairement aux données du tableau 4a, notre analyse nous a permis d'observer des indicateurs de développement de cette composante dans le jeu Saute-mouton. Les joueurs E, F, I et J ont démontré par leurs actions une certaine prise en compte du jeu de leur adversaire en anticipant un déplacement possible de l'autre ou en anticipant des stratégies possibles.

Au niveau de la troisième composante prise en compte dans notre analyse, valider la solution et partager l'information relative à la solution, nous retrouvons dans le tableau 4, la contribution d'un seul jeu, soit : Barrage. L'analyse du jeu Barrage nous a permis d'observer des indicateurs de développement la composante explication/validation à travers l'argumentation du joueur G. Tout comme dans le tableau 4, le jeu Saute-mouton ne s'est pas avéré comme étant un jeu qui contribue au développement de cette composante. Cependant, l'observation de l'analyse du jeu et de l'argumentation des joueurs G, J et K nous a donné des traces de développement de la composante explication/validation, données qui étaient absente du Tableau 4.

2.2 Développement de la compétence à raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques

Tableau 4b : Jeux contribuant au développement de la compétence à raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques

COMPÉTENCE	2 Raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques
COMPOSANTE DE LA COMPÉTENCE	
■ Justifier des actions ou des énoncés en faisant appel à des concepts et à des processus mathématiques.	

En ce qui a trait à la contribution des jeux expérimentés au développement de la compétence à raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques, nous ne pourrons effectuer d'analyse comparative car le tableau 4 ne cible aucun jeu en particulier. Nous pouvons tout de même soulever que notre analyse nous a permis d'observer des indicateurs sous-jacents au développement de cette compétence à travers le jeu Saute-mouton. Les joueurs F et J se sont prononcés sur un choix dans le jeu suite au questionnement du chercheur en utilisant un raisonnement déductif de type si…alors…

2.3 Développement de la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique

Tableau 4c: Jeux contribuant au développement de la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique

COMPÉTENCE 3 Communiquer à l'aide du langage mathématique

COMPOSANTE DE LA COMPÉTENCE

- Interpréter ou produire des messages à caractère mathématique.

Jeux

Jeu de dominos	Questions et réponses	Jeu de la pyramide
Le domino 6, 7, 8 ou 9	Trois en ligne	Referme les boîtes

Au niveau de la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique, le tableau 4 nous donne une seule composante, soit : interpréter ou produire des messages à caractère mathématique. Selon le tableau, seul le jeu Cinq en ligne contribue au développement de cette compétence. Dans l'élaboration de notre grille d'analyse, nous avons considéré quatre composantes sous-jacentes au développement de cette compétence. L'analyse des trois jeux expérimentés sous l'angle des quatre composantes suivantes : communication de la finalité du jeu, présentation des stratégies d'équipes, explication des stratégies en s'appuyant sur la planche et la communication d'une variante du jeu, nous a permis d'observer la présence de plusieurs indicateurs de développement de la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique. Les joueurs G, I, J, K, M, Q et S ont démontré par la verbalisation de leur démarche, de leurs stratégies et le partage des variantes qu'ils ont inventées, des indices quant à la contribution des jeux Barrage, Saute-mouton et Cinq en ligne au développement de la compétence à communiquer à l'aide du langage mathématique.

2.4 Ressources mobilisées dans le jeu : savoirs

Tableau 4d : Jeux contribuant à l'acquisition de certains savoirs essentiels

– approximation du résultat d'une opération

Jeux

Jeu de dés	Jeu de la pyramide	Toujours 12
Trois en ligne	Referme les boîtes	

– propriétés des nombres naturels (nombres pairs, impairs, etc.)

Jeux

Jeu de dés	Questions et réponses

– ordre sur les nombres naturels

Jeux

Questions et réponses	La suite des cartes

En ce qui a trait à la contribution des jeux expérimentés dans l'acquisition de savoirs essentiels, le tableau 4 révèle la contribution du jeu Cinq en ligne en Arithmétique au niveau de l'approximation du résultat d'une opération. Comme le tableau 4 a été pensé en fonction du jeu Trois en ligne, chez des élèves de premier cycle, nous avons adapté cette composante en l'élargissant aux stratégies de calcul mental au niveau des opérations d'addition, de soustraction et de multiplication. Notre analyse nous a permis de constater l'impact des limites au niveau de habiletés en calcul mental sur le développement de stratégies diverses relatives au jeu. Le manque d'habileté en calcul mental de certains joueurs les a freiné dans le développement de compétences étant donné qu'ils devaient mobiliser toute leur concentration à effectuer des opérations simples.

Nous constatons que tous les jeux identifiés dans le tableau, sous chacune des composantes contribuent, selon notre analyse, au développement des trois compétences mathématiques tirées du Programme de formation de l'école québécoise (2001). Cependant, notre analyse nous révèle certains ajouts quant à la contribution des trois jeux expérimentés et ce, pour chacune des trois compétences. Il serait intéressant d'explorer la contribution des jeux proposés dans le tableau 4 à travers une recherche à plus grande échelle et l'intérêt éventuel de ces jeux sur le développement des compétences mathématiques chez les élèves en général en milieu défavorisé, tout comme chez les élèves issus de milieu favorisé.

3. Conclusion

En conclusion, dans cette recherche, nous avons exploré l'intérêt éventuel de trois jeux dans le développement de compétences mathématiques chez des élèves issus de milieu défavorisé, de niveau deuxième cycle. La présente recherche étant menée dans le cadre de notre travail comme enseignante-ressource à l'école Léonard-De Vinci, nous avons dû faire face à certaines contraintes tout au long de l'expérimentation. Dans le paragraphe qui suit, nous énoncerons certaines limites de notre recherche afin de remettre nos résultats en contexte et de montrer le caractère relatif et conditionnel de nos interprétations.

Tout d'abord, notre expérimentation s'est déroulée auprès d'une classe de deuxième cycle dans une école en particulier et ce, sur une période de huit semaines. Notre échantillon est donc assez restreint et la période sur laquelle nous avons observé le développement des compétences est susceptible d'influencer les résultats. Pour reprendre les propos de Carbonneau et Legendre (2002) cités précédemment :

> « La compétence n'est pas qu'une simple addition de savoirs, mais la capacité de mettre en interactions divers savoirs et d'autres types de ressources en fonction de l'usage varié que l'on peut en faire suivant les situations… L'élève élabore graduellement ses compétences à travers l'utilisation contextualisée de ressources et de connaissances variées. » (Carbonneau-Legendre, 2002, p.13)

Cette élaboration graduelle des compétences aurait donc bénéficié d'une plus longue période d'observation. Nous tenons aussi à souligner les limites de notre méthode de collecte de données. Les séances ont été filmées par le chercheur qui, en plus d'animer, transportait la caméra sur son épaule. En aucun temps, nous n'avons été en mesure d'observer l'ensemble des élèves, ce qui a eu pour conséquence de limiter notre échantillon à quelques élèves, qui n'ont d'ailleurs pas été observés tout au long des trois jeux. Nous croyons tout de même que l'échantillon observé, les quelques traces écrites ainsi que les nombreuses discussions avec l'enseignante nous ont permis d'explorer l'intérêt des jeux chez ce groupe d'élèves.

Il est important pour nous de mentionner les réinvestissements qui ont suivi la présente recherche. Étant enseignante dans l'école, nous avons été à l'écoute des idées des élèves de la classe et nous avons mis en place certaines activités visant l'ouverture à d'autres domaines. En premier lieu, les élèves ont participé à un projet sur la vie de Léonard-De Vinci afin de développer l'appartenance à leur école du même nom. L'enseignante est partie de l'intérêt que les jeunes avaient manifesté envers la création des planches de jeux, pour les amener à créer des inventions pour résoudre un problème de la vie courante, tout comme le faisait Léonard-De Vinci. Ensuite, lors de la soirée Portes ouvertes de l'école, les élèves de la classe devaient présenter leur projet. Ils ont décidé de réserver une table sur laquelle les parents étaient invités à venir jouer aux jeux Barrage, Saute-mouton et Cinq en ligne contre leurs enfants. Cet événement a suscité beaucoup d'intérêt de la part des parents de toute l'école et surtout beaucoup de fierté pour les élèves de cette classe qui gagnaient la partie contre les adultes. Plusieurs parents ont manifesté leur surprise devant la compétence de leur enfant et la façon dont ils leur expliquaient leurs stratégies de jeu. Les jeux créés en classe ont été placés dans une chemise et donnés régulièrement en devoir à la maison. Les parents nous ont transmis le plaisir qu'ils avaient à jouer en famille plutôt que d'argumenter autour des devoirs. Nous croyons que de telles initiatives peuvent contribuer à la motivation des élèves et à contrer le décrochage scolaire. Pour reprendre les propos de Himrech (1993), la collaboration avec la famille, en intervenant au niveau social et communautaire serait un moyen d'intervention à privilégier. Au niveau de l'école, nous avons créé un projet de jumelage entre les classes afin que tous les élèves aient la chance d'expliquer le jeu à un autre élève. Le projet a pris une telle ampleur que nous avons dû, avec les enfants, inventer des variantes pour adapter les règles aux différents groupes d'âge.

Cette recherche nous a permis d'explorer plusieurs aspects du développement des compétences mathématiques, du jeu comme outil didactique ainsi que de la problématique reliée à l'intervention en milieu défavorisé. Cependant, de multiples questions nous animent en vue d'une recherche future et nous terminerons ce mémoire en ouvrant sur ces questions. Comment prendre en considération les difficultés récurrentes des élèves ? Comment contribuer à une mobilisation, à un réinvestissement des connaissances construites en cours d'apprentissage par le biais du jeu ? Comment évaluer le transfert des connaissances dans d'autres situations mathématiques ? Comment éviter la rupture entre les savoirs construits en contexte par les élèves et les savoirs tels qu'institutionnalisés par l'enseignant ? Comment faire en sorte que les élèves en milieu défavorisé se sentent responsables de leurs apprentissages et qu'ils s'impliquent dans la recherche de solutions sans chercher à s'accrocher à une règle ou un algorithme ? Comment motiver les élèves par le biais de leurs apprentissages ? Comment amener les parents des élèves issus de milieu défavorisé à s'impliquer davantage dans l'apprentissage de leurs enfants ? Et dans la vie scolaire de l'école ?

BIBLIOGRAPHIE

Adiv, Ellen (1988). *Problem solving skills.* Montréal : Conseil scolaire de l'île de Montréal

Association canadienne des administrateurs et des administratrices scolaires (1992). *Jusqu'au bout. Guide de prévention de l'abandon scolaire à l'intention des commissions scolaires/conseils scolaires.* Toronto : Shanning and McCall Consulting Ltd.

Bauersfeld, H. (1994) *Réflexions sur la formation des maîtres et sur l'enseignement des mathématiques au primaire.* Revue des sciences de l'éducation, 20(1), p.175-198.

Bednarz, N., Poirier, L. (2002) *Le jeu et l'apprentissage des mathématiques chez l'enfant: Banque de jeux à exploiter avec les enfants au premier cycle du primaire.* Montréal: Édition Modulo. Revue Préscolaire, 40(3), p.22-30.

Bednarz, N., Poirier, L. (1996). *Un apprentissage mathématique qui s'articule sur les représentations développées par les enfants.* Actes du congrès de la Commission internationale pour l'étude et l'amélioration de l'enseignement des mathématiques (CIEAEM), Toulouse, France, p.146-152.

Bednarz, N., Poirier, L., Tourigny, C. (2000). *Conférence «Le rôle du jeu dans l'apprentissage des mathématiques»*, Congrès *Des mathématiques pour le monde*, Québec.

Berndt, T.J., Ladd, G.W. (eds) (1989). *Peer relationships in child development.* New York : John Riley & Sons.

Bortuzzo, J., Poirier, L. (2002). *L'importance du jeu dans l'acquisition du concept de nombre en classe maternelle*

Bortuzzo, J. (2001). *Le jeu et l'acquisition du concept de nombre en classe de maternelle, Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de licenciée en Sciences de l'éducation,* Université Catholique de Louvain, 118 pages.

Brais, Y. (1991). *Retard scolaire au primaire et risque d'abandon au secondaire.* Gouvernement du Québec: Ministère de l'éducation, Direction de la recherche.

Brousseau, G. (1986). *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques*. Thèse de doctorat d'état en didactique des mathématiques. Université de Bordeaux 1.

Bruce, T. (1991). *Time to play in early childhood education*. London : Holder et Stoughton.

Bruner, J. (1983). *Child's talk : learning to use language*. Oxford : Oxford University Press.

Buehler, Ch. (1935/1960). *From the birth to maturity. An outline of psychological development of the child.* 8th impression, London : Routledge et Kegan.

Caouette, C., Bourbeau, G., *Recherches sur la psychologie de l'enfant de milieu défavorisé*. Conseil scolaire de l'île de Montréal, p. 6-40.

Carbonneau, Michel et Legendre, Marie-Françoise, Pistes pour une relecture du programme de formation et de ses référents conceptuels, Vie pédagogique, no 123, avril-mai 2002 p.13

Charlot et al.(1992). *École et savoir dans les banlieues et ailleurs*. Paris: Armand Colin.

Clarapède, E. (1916). *Psychologie de l'enfant*. Genève : Kundig.

Danvers, Fr. (1992). *Dictionnaire 700 mots-clés pour l'éducation*. Lille : Presses universitaires de Lille.

Desgagné, S. (1997) *Le concept de recherche collaborative : l'idée d'un rapprochement entre chercheurs universitaires et praticiens enseignants*. Revue des Sciences de l'éducation, 23(2), p.371-393.

Doise, W. et Mugny, G. (1981). *Le développement social de l'intelligence*. Paris : Interéditions.

Erikson, E.H. (1974), *Enfance et société*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.

Freinet, C. (1956). *Les méthodes naturelles de la pédagogie moderne*. Paris : Éditions Bourrelier.

Freud, S. (1920-22). *Beyond the pleasure principle : group psychology and other works*. London : The Hogarth Press.

Garton, A.T. (1992). Social interaction and the development of language and cognition. Lawrence Erlbaum Ass. Publishers, UK.

Ginsburg, H. (1972), *The myth of deprived children. Poor children's intellect and education* . Prentice-Hall, Inc., Englewwod Cliffs : Cornell University, p.93-189.

Ginsburg, H. Russel, R.L. (1981). *Social Class and Racial Influences on early mathematical thinking.* Monographs of the Society for Research in Child Development, 46, 1-55.

Giroux, J. (1984).*Connaissances et habiletés mathématiques selon le milieu socio-culturel d'enfants admis en première année primaire.* Mémoire de maîtrise en éducation, Montréal: Université de Montréal.

Gutton, P. (1988). *Le jeu chez l'enfant : essai psychanalytique*. Collection Echo. Paris : G.R.E.U.P.P., 176p.

Legendre, Rénald (1993). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. 2e édition. Montréal : Guérin.

Le petit Larousse illustré (1998). Dictionnaire. Paris : Larousse-Bordas.

Le petit Robert : dictionnaire de la langue français (1995). Paris : Le petit Robert.

Hrimech, M. et al. (1993). *Étude sur l'abandon scolaire des élèves du secondaire sur l'île de Montréal.* Montréal: Conseil scolaire de l'île de Montréal.

Jencks, C. (1973). *A reassesment of the effect of family and schooling in America*. New York : Basic books.

Lautrey, J. (1980).*Classe sociale, milieu familial, intelligence*. Paris : Presses universitaires de France.

Larochelle, M., Bednarz, N. (1994). *À propos du constructivisme et de l'éducation*. Revue des sciences de l'Éducation, 20(1, 5-20)

Leif, J. et Delay, J. (1965). *Psychologie et éducation*, tome 1. Paris : Nathan

Lemoine, A. et Sartiaux, P. (1997). *Des mathématiques aux enfants. Savoirs en jeu(x).* Bruxelles : De Boeck.

Leonard, L.M. & Tracy, D.M. (1993). Using games to meet the standards for middle school students. *Arithmetic Teacher, 40*(9), p.499-503

Lévesque, M. (1979). *L'égalité des chances en éducation.* Québec : Conseil supérieur de l'éducation.

Lévesque, J. et West, W. (1986). *Le décrochage scolaire : une perspective holistique*. Mémoire de maîtrise non publié. Québec : Université Laval.

Math (2000). *Fascinantes et universelles les mathématiques au quotidien.* Montréal: Centre de Recherches Mathématiques de l'université de Montréal.

Merenda, R.C. (1995). A book, a bed, a bag : interactive homework for «10». *Teaching Children Mathematics*, 1(5), p.262-266

MEQ (2000). *Programme de formation de l'école québécoise (préscolaire et premier cycle : version définitive; deuxième et troisième cycle : version provisoire)*. Gouvernement du Québec; Ministère de l'Éducation.

MEQ (2001). *Nouveau curriculum de mathématiques au primaire*. Gouvernement du Québec; Ministère de l'Éducation.

MEQ (2002). *Nouveau curriculum de mathématiques au secondaire*. Gouvernement du Québec; Ministère de l'Éducation.

Palacio-Quintin (1987). *Apprendre les mathématiques, un jeu d'enfant*. Montréal : Presses de l'Université du Québec.

Peltier, M.-L. (2000-2001). Les jeux mathématiques sont-ils la panacée à la démotivation des élèves ?, *Grand N*, 67, p.33-40

Perrenoud, P. (1970). *Stratification socio-culturelles et réussite scolaire*. Genève : Droz.

Perrenoud, P. (1997). *Construire des compétences dès l'école*. ESF Éditeur.

Perrin-Glorian, M. J. (1993). *Questions didactiques soulevées à partir de l'enseignement des mathématiques dans des classes faibles. Recherches en didactique des mathématiques*, vol 14, no 12, p. 5-118.

Perret-Clermont, A.-N. (1980). Recherches en psychologie sociale expérimentale et activité éducative … *Revue Française de Pédagogie*, 54, p.30-38.

Piaget. J. (1970//1945). *La formation du symbole chez l'enfant*. 1ère édition, Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.

Poupart, Jean (1981). *La méthodologie qualitative en sciences humaines : une approche à redécouvrir*, In Apprentissage et socialisation, vol.4, no 1, p.46.

Pourtois, J.P. (1979).*Comment les mères enseignent à leur enfant*. Paris : Presses universitaires de France.

Raabe (1979). *L'enfant et le jeu : approches théoriques et applications pédagogiques*. Paris : Unesco

Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking*. New York : Oxford University Press.

Steffe, L.P. & Wiegel, H.G. (1994). *Cognitive play and mathematical learning in computer microworlds*. Journal of research in Childhood Éducation, 8 (2), p.117-131.

St-Pierre, L., Marcotte, M., Benoît, F. (1987). *Jeux et apprentissage : Guide sur l'intégration du jeu en classe*. Québec : Ministère de l'éducation, Direction générale de l'évaluation et des ressources didactiques, Directions du matériel didactique, 53p.

Taba, H., Elkins, D. (1968). *Teaching strategies for the culturally disadvantaged*. Chicago : Rand McNally education serires, 295 p.

Tregaskis, O. (1991). Parents and mathematical games. *Arithmetic teacher*, no38 (7), p.14-16.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA : Harvard University Press.

Wehlage, G.G. (1989). *Reducing the risk : Schools as Communities of support*. New York : Falmer Press.

Winnicott, D.W. (1971). *Playing and reality*. London : Tavistock Publications

Annexes

Annexe I

Protocole d'entrevue avec l'enseignante

Type d'entrevue: semi-directive

Au début du projet

1. Depuis le début d'année, quelles observations avez-vous faites
concernant les interactions sociales entre les élèves de votre classe ?

2. Comment qualifieriez-vous l'attitude de vos élèves par rapport aux apprentissages en général ? par rapport aux mathématiques ?

3. Avez-vous présenté des jeux éducatifs aux élèves de votre classe ? Si oui, de quelle façon vos élèves se sont engagés dans les jeux proposés (motivation, attitude, persévérance) ?

À la fin du projet

1. À ce jour, avez-vous observé des changements chez vos élèves au niveau de :

a) leurs interactions sociales;

b) leur attitude par rapport aux mathématiques; c) leur engagement dans les jeux;

d) leurs apprentissages mathématiques.

Si oui, qu'avez-vous observé ?

2. Commentaires généraux face aux élèves et au projet.

Annexe II

Le barrage

Préalable
Aucun

Nombre de joueurs
2 joueurs

Matériel *(pour chaque groupe de joueurs)*
1 planche de jeu (planche 13, p. 99)

9 jetons par joueur (couleurs différentes)

Règles du jeu

Le but du jeu est de former des barrages pour capturer les jetons de son adversaire.

- À tour de rôle, les joueurs placent un jeton jusqu'à ce que tous les jetons soient sur la planche de jeu. Il y aura des carrés vides. Ensuite, chacun déplace un jeton à tour de rôle, d'un carré à l'autre, en suivant une ligne.
- Si un joueur aligne 3 de ses jetons (sur un axe vertical, horizontal ou diagonal), il forme un barrage; il capture alors un jeton de son adversaire sur la planche de jeu et le garde jusqu'à la fin du jeu. Cependant, il n'a pas le droit d'enlever un jeton d'un barrage de son adversaire.
- Pour gagner, un joueur doit capturer 7 jetons de son adversaire ou bloquer celui-ci de façon qu'il ne puisse plus bouger aucun jeton.

Pistes d'exploitation

Retour collectif

L'enseignante ou l'enseignant fait un retour collectif sur les stratégies de positionnement, de déplacement et d'anticipation utilisées par les enfants (complexité de jouer de façon offensive ou défensive). On peut aussi les questionner sur les éléments à prendre en compte avant de déposer ou de déplacer un jeton sur la planche.

Prolongement

Les élèves pourraient construire une planche de jeu à partir de consignes écrites ou d'un modèle. Cela permettrait de travailler la mesure et la géométrie.

Apport du jeu

Ce jeu et «Le combat dans l'île» développent des habiletés semblables. Cependant, ce jeu est plus complexe en raison du nombre de pièces à prendre en considération et de l'alignement des carrés qui est différent.

Pour favoriser le développement de stratégies, l'anticipation

- On peut inviter les enfants à changer de partenaire. Ils seront ainsi confrontés à de nouvelles manières de faire, ce qui forcera l'évolution de leur propre jeu, l'élaboration de nouvelles stratégies; on peut, par exemple, jumeler un enfant fort avec un autre fort et un faible avec un autre faible.
- On peut arrêter le jeu à un moment donné et faire anticiper les déplacements que l'enfant pourrait faire (voir les différentes possibilités).

Variantes

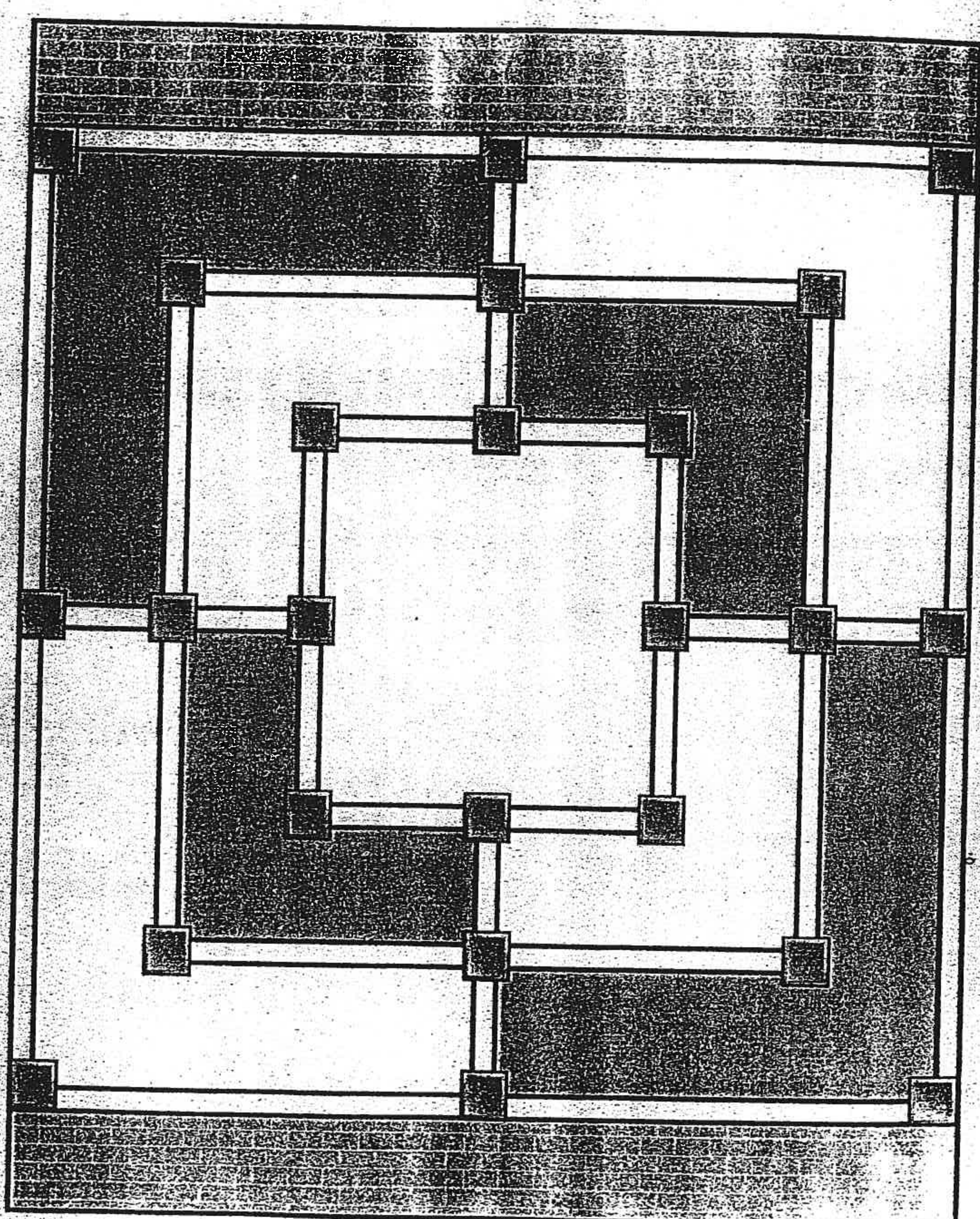
- Dans le jeu initial, le nombre de coups n'est pas limité au départ. On peut, dans un deuxième temps, se limiter à 10 coups à partir du moment où tous les jetons sont placés pour réussir à coincer le loup.
- On diminue le nombre de coups lorsque les enfants deviennent plus habiles (par exemple, 5 coups).

Apport du jeu

- Développe le raisonnement combinatoire : repérage de différentes séquences de déplacements possibles.
- Développe l'anticipation : déplacements possibles en fonction de ce que l'autre pourrait faire; anticipation de différents déplacements de l'adversaire, de déplacements stratégiques pour bloquer l'adversaire, ce qui favorise la décentration de sa propre stratégie pour tenir compte de celle de l'autre.
- Travaille le repérage spatial dans un plan.

Observations personnelles

Notez vos observations personnelles sur une copie de la fiche disponible sur le site Internet.



Saute-mouton

Préalable
Aucun

Nombre de joueurs
2 joueurs

Matériel *(pour chaque groupe de joueurs)*
1 planche de jeu (planche 14.1, p. 100)

20 jetons

Règles du jeu

Le but du jeu est d'enlever le plus de jetons.

- On place un jeton sur chaque mouton sauf un.
- À tour de rôle, chaque enfant fait passer un jeton par-dessus un autre et enlève ce dernier du jeu; il est essentiel qu'il n'y ait pas de jeton sur le mouton suivant et que le déplacement se fasse le long des lignes. Il est possible de faire plusieurs bonds consécutifs, et donc d'enlever plusieurs jetons d'un même coup.
- Le jeu s'arrête lorsqu'il devient impossible de jouer ou s'il ne reste qu'un jeton sur la planche.
- Le gagnant est celui qui a enlevé le plus de jetons.

Piste d'exploitation

L'enseignante ou l'enseignant peut faire un retour sur les stratégies (choix des jetons à éliminer pour libérer des cases tout en limitant le jeu de son adversaire).

Variantes

- Ce jeu peut se jouer avec 14 jetons (planche 14.2, p. 101) si on enlève la dernière rangée.
- On peut aussi jouer à deux en ayant chacun sa planche de jeu.
- On peut jouer à deux en changeant le but du jeu (coopératif). Les joueurs doivent alors tenter d'éliminer le plus de jetons sur la planche. Le jeu devient ainsi très stratégique.

Apport du jeu

Développe les stratégies en fonction du déplacement de l'adversaire (choix du déplacement le plus avantageux pour capturer les jetons, etc.).

Observations personnelles

Notez vos observations personnelles sur une copie de la fiche disponible sur le site Internet.

■ Ce jumelage oblige les forts à un réajustement: si l'enfant a une stratégie gagnante, il n'est pas sûr de pouvoir gagner automatiquement; son adversaire en a peut-être une meilleure.

■ Pour les faibles, on remarque aussi une évolution: si on jumelle deux élèves faibles au début, celui qui gagne est appelé à jouer avec un plus fort que lui. L'enfant est donc amené ainsi à aller plus loin dans ses interactions avec d'autres.

Variantes

■ On peut aussi jouer d'une autre façon: celui qui ramasse le dernier jeton perd.

■ On peut également jouer avec n'importe quel nombre de jetons (ou de bâtonnets) répartis en n'importe quel nombre de rangées, pourvu qu'il y ait toujours un jeton de plus d'une rangée à la suivante. Chaque joueur peut enlever un ou plusieurs jetons, mais ceux-ci doivent provenir de la même rangée.

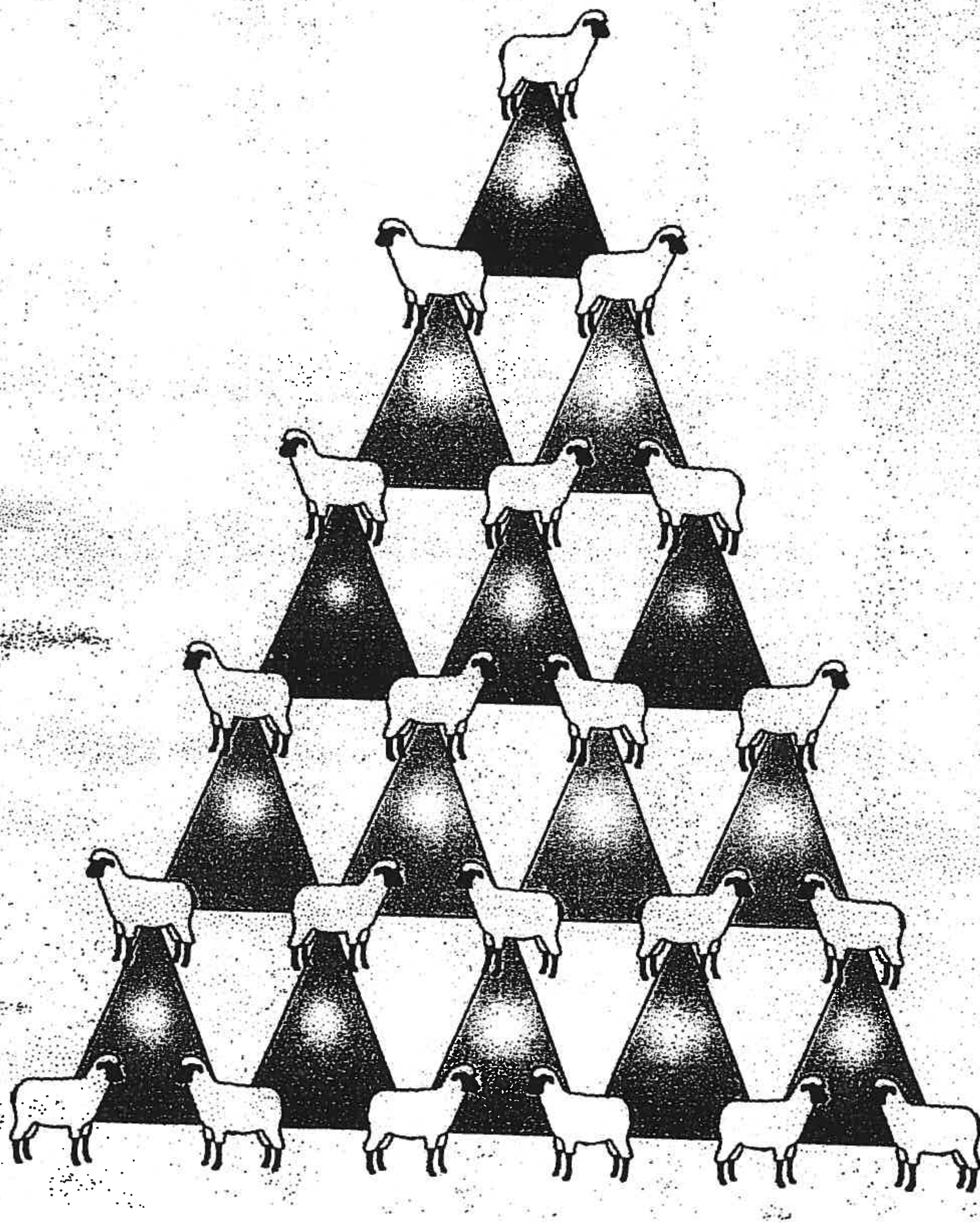
■ **Pour les élèves plus avancés** Il faudrait ici introduire des variantes dans les nombres (enlever un ou plusieurs jetons par rangée) afin de susciter la découverte de nouvelles stratégies gagnantes.

Apport du jeu

- Développe l'anticipation (en fonction du nombre de jetons dans chacune des rangées et de leur position).
- Suppose la décentration pour envisager ce que l'autre peut faire.
- Après avoir joué un certain nombre de fois, devrait conduire à découvrir le moyen de toujours gagner (il y a plusieurs stratégies gagnantes).
- Amène l'élève à expliciter ses stratégies gagnantes et à expliquer pourquoi ces stratégies fonctionnent (faire expliciter pourquoi s'il arrive à ça, il est sûr de gagner).

Observations personnelles

Notez vos observations personnelles sur une copie de la fiche disponible sur le site Internet.



Trois en ligne

Préalables

Pouvoir calculer la somme et la différence de petits nombres

Nombre de joueurs

2 joueurs

***Matériel** (pour chaque groupe de joueurs)*

1 planche de jeu (choisir parmi les planches 4.1 à 4.3, p. 75 à 77)

- *Des jetons de couleurs différentes pour chaque joueur*
- *2 dés*

Règles du jeu

Le but du jeu est de placer 3 jetons en ligne à la verticale, à l'horizontale ou en diagonale.

- À tour de rôle, chaque joueur lance les dés et place un jeton sur le nombre correspondant à la somme ou à la différence des points sur les deux dés.
- Il verbalise la somme ou la différence avant de placer son jeton. S'il fait une erreur, son adversaire a le droit de commenter, et il passe son tour.
- Le premier joueur qui place 3 jetons en ligne à la verticale, à l'horizontale ou en diagonale gagne.

Piste d'exploitation

- L'enseignante ou l'enseignant distribue une grille vierge à chaque enfant (planche 4.4, p. 78) en lui indiquant l'ordre de grandeur des nombres à placer sur la grille (1 à 30, par exemple).
- Chacun crée sa propre planche de jeu.
- Le jeu se déroule selon les mêmes règles.
- On fait ensuite un retour collectif sur les avantages et les inconvénients des grilles construites par les enfants. La grille était-elle intéressante ou non ? On discute des critères sur lesquels les enfants se sont appuyés pour construire leur grille. Quels nombres ont-ils choisis ? Ont-ils répété le même nombre sur une même grille ? Comment ont-ils positionné les nombres les uns par rapport aux autres ?

Variantes

- On peut jouer avec des jetons de la même couleur, chaque enfant jouant à tour de rôle. Le premier qui place 3 jetons en ligne gagne.

- Il est possible de varier le nombre de dés utilisés (selon l'ordre de grandeur des nombres sur la planche de jeu). On peut aussi varier les opérations utilisées afin de simplifier ou de complexifier le jeu (par exemple, l'addition et la soustraction, la multiplication ou la division, etc.). On pourra créer à cet effet d'autres grilles à l'aide de la grille vierge (planche 4.4, p. 78).

Apport du jeu

- Permet d'exercer les habiletés de calcul sur les nombres (+, –).
- Met en jeu une certaine stratégie : l'enfant doit faire le choix le plus avantageux (somme ou différence, et position sur la grille) pour réussir à contrer l'adversaire et placer 3 jetons en ligne.

Observations personnelles

Notez vos observations personnelles sur une copie de la fiche disponible sur le site Internet.

Cinq en ligne

12	11	13	12	11	10	13	9
14	13	11	9	15	12	10	14
16	15	12	17	10	14	18	19
13	19	10	14	16	15	17	11
18	16	14	19	17	12	9	13
14	11	19	15	13	18	16	12
15	13	17	11	16	10	14	9
17	10	18	14	13	19	12	15

Annexe III

Le barrage

Tu aimerais peut-être avoir TON jeu de barrage. Alors, je te propose de t'en fabriquer un. Suis les instructions et tu auras le tien.

1- Prends une feuille blanche.

2-En haut, au centre, écris le nom du jeu.

3- Pour faire le rectangle extérieur:

a) Trace à la mine,avec ta règle,une droite horizontale de16 cm de longueur.

b)Trace de chaque côté, une droite qui mesure 1dm et 4 cm.

c) Ferme ton rectangle par une ligne de la même longueur que celle du haut.

d) Fais un petit cercle noir aux quatre coins et un autre au milieu de chacune des lignes.

4- À l'intérieur de ce grand rectangle, tu dois faire un autre rectangle:

a) À partir des cercles noirs, ceux du centre, trace 4 petites lignes qui mesurent chacune 3 cm.

b) À l'extrémité de chacune de ces lignes, fais 4 cercles noirs.Ils seront situés au centre des droites qui formeront le rectangle intérieur.

c)Trace maintenant les côtés de ce rectangle. Le périmètre mesure 38cm. Le côté supérieur mesure 1dm.

d) N'oublie pas de faire les quatre cercles noirs à chacun des 4 coins.

5) Il ne reste plus qu'à faire la dernière forme, un carré. Il est à l'intérieur des 2 rectangles.
a) Son périmètre mesure 16 cm.
b) Lui aussi a 8 petits cercles. Ceux du centre sont reliés par une ligne qui mesure 2cm, aux cercles du deuxième rectangle.
c) Les autres cercles sont aux 4 coins.

6- Pour jouer, tu auras besoin de 18 jetons. La moitié sera d'une couleur et les autres jetons d'une couleur différente.Tu peux t'en acheter ou tu peux en fabriquer. Ils ne doivent pas être beaucoup plus gros que tes cercles.

7- Si tu veux le conserver longtemps, je te suggère de prendre une de tes feuilles de couleur et de coller ta feuille blanche dessus.

8- N'oublie pas de signer ton nom à l'arrière du jeu.

9- Pour qu'il soit encore plus résistant, tu peux nous le prêter pour qu'on puisse le plastifier.

10- Voilà, tu es prêt à jouer.

BON BARRAGE!

Annexe IV

Nom : ______________________________

Cinq en ligne

Invente ta propre grille en écrivant, dans chacune des cases, un nombre qui se situe entre 9 et 36. Bonne chance !

Annexe V

Grille inventée par le joueur S
Cinq en ligne

13	30	15	9	12	14	20	23
35	21	22	28	12	15	22	34
13	20	12	16	18	30	9	10
20	26	28	36	33	21	20	19
21	23	20	30	31	36	35	34
19	18	13	11	20	34	32	11
10	13	15	17	20	11	34	35

Grille inventée par le joueur T
Cinq en ligne

14	15	13	11	12	10	9	16
21	22	23	24	19	17	16	14
15	17	21	24	25	25	20	19
9	17	14	23	17	24	19	16
13	30	26	30	29	27	9	13
24	25	29	23	17	25	19	15
29	9	17	24	20	19	17	9

Grille inventée par le joueur H
Cinq en ligne

9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
60	63	64	65	66	68	69	70
81	82	83	84	85	86	87	88

Grille inventée par le joueur J
Cinq en ligne

17	19	13	14	27	21	29	30
26	23	36	25	9	18	13	23
18	31	10	15	27	10	25	24
15	18	14	18	29	18	19	36
9	36	27	11	12	9	22	18
13	11	24	20	9	17	10	27
23	32	28	12	25	22	14	33

Annexe VI

Grille d'analyse : Barrage et Saute-mouton

Compétence : Résoudre des situations problèmes mathématiques

Composantes	Indicateurs
A. Interprétation du jeu : Décodage du jeu/compréhension des règles du jeu et du but du jeu	**<u>Indicateurs de compréhension :</u>** **Actions :** - Cherche à faire un barrage - Enlève un jeton quand il y a un barrage
	<u>Indicateurs de non compréhension :</u> **Actions :** - Déplace un jeton de son adversaire - Pige des jetons enlevés sur la table - Déplace un jeton qui fait partie d'un Barrage **Réactions verbales de l'adversaire** **Tente de continuer de jouer même sur plus aucune possibilité de faire un Barrage.**
B. Stratégies mises en place	**Position spatiale des jetons sur le jeu :** - Chacun son bord (chacun jour pour soi ou jeu parallèle - Jouent sur toute la planche - <u>Saute-mouton : jeu parallèle sauf sur toute la planche (chacun son tour fait un bond sans anticiper)</u> **Position des jetons par rapport à l'adversaire :** - contrer un barrage éventuel - anticiper un déplacement possible de l'autre - <u>Saute-mouton : se sauver pour ne pas se faire manger</u> - <u>Choisir quel jeton on mange pour ne pas se refaire manger</u>

	Idée d'une stratégie possible : - Cherche à faire un barrage par des déplacements successifs. - Cherche à sauter par-dessus plus d'un jeton par bonds successifs
C. Explication/validation	**Analyse du jeu :** - Analyse des différentes possibilités **Argumentation :** - Explication de pourquoi ce n'est pas un barrage en s'appuyant sur les règles.

Compétence : Raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques

Composantes	Indicateurs
A. Se prononcer sur un choix dans le jeu	**Si… alors…**

Compétence : Communiquer à l'aide du langage mathématique

A. Finalité	**Défis qu'ils se donnent :** - Trouver des stratégies plutôt que chercher à gagner.
B. Stratégies d'équipe présentées	**Utilisation du « nous » lors de la communication**
C. Explication de sa stratégie en s'appuyant sur la planche (en pointant)	**L'enfant se reconstruit le jeu en pointant sur la planche :** - Anticipe le mouvement de l'autre qu'elle contrôle a priori
D. Variante au jeu (qu'ils se sont construits)	**L'enfant s'invente d'autres règles**

Annexe VII

Grille d'analyse : Cinq en ligne

Compétence : résoudre des situations problèmes

Composantes	Indicateurs
A. Stratégies mises en place :	<u>**Aucune stratégie apparente :**</u> — Font des calculs et vont chercher le nombre sur la planche (met en évidence la limite de calcul) <u>**Indicateurs de stratégies :**</u> — Partent d'un nombre sur la planche et font le choix d'une opération — Observent la répétition d'un même nombre et prennent la position la plus intéressante
B. Explication/validation	<u>**Analyse du jeu :**</u> — Regardent l'ensemble du jeu et expriment plusieurs possibilités <u>**Validation :**</u> — Explication de pourquoi la grille produite n'est pas adéquate : Non respect des contraintes données par le chercheur (ordre de grandeur des nombres 9 à 36) Non respect des règles explicites et implicites de construction de grilles qui sont intéressantes pour le jeu (la répétition des nombres).

Compétence : Communiquer à l'aide du langage mathématique

A. Explication de l'argumentation	<u>**Démonstration que la grille fonctionne ou pas :**</u> —
B. Retour sur les grilles construites (éléments les plus intéressants)	<u>**Principes à la base de la construction de la grille :**</u> — Choix des nombres — Répétition d'un nombre — Ordre de grandeur des nombres
C. Verbalisation sur une variante du jeu	— Explication de pourquoi une variante rend le jeu plus complexe (3 joueurs, 3 couleurs de jetons ou 2 couleurs de jetons).

Ressources mobilisées dans le jeu : savoirs
(dans la compétence, il y a des savoirs mobilisés)

A. Stratégies de calcul	Présence de stratégies de calcul : Difficulté au niveau du calcul : — Partent de leur habileté et c'est ce qui les guide.