Université de Montréal

Effet d'une approche par le jeu sur l'apprentissage du répertoire mémorisé chez des élèves de deuxième année primaire

Par
Marie Christine Juteau

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 M.A.
en didactique

Avril 2007

Université de Montréal

Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Effet d'une approche par le jeu sur l'apprentissage du répertoire mémorisé chez des élèves de deuxième année primaire

Présenté par :
Marie Christine Juteau

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Madame France Caron
Présidente-rapporteuse

Madame Louise Poirier
Directrice de recherche

Madame Françoise Armand
Membre du jury

Résumé

La recherche qui suit se veut une recherche descriptive à visée évaluative qui s'intéresse à l'effet que peut avoir une approche par le jeu sur l'apprentissage du répertoire mémorisé auprès d'élèves de deuxième année du premier cycle primaire. La didactique des mathématiques préconise actuellement le socioconstructivisme. Ce thème sera abordé, tout comme les différents stades de développement du calcul de l'enfant. Puis, les différentes caractéristiques d'une approche par le jeu sont aussi élaborées.

Un jeu est choisi et adapté afin de respecter les critères établis pour répondre aux balises du socioconstructivisme, les différents stades de développement du calcul de l'enfant ainsi qu'à l'approche par le jeu. Un prétest est administré aux élèves avant de les faire jouer au jeu sélectionné. Puis, un post-test immédiat, suivi de divers post-tests différés sont effectués par les élèves. Le post-test immédiat permet d'observer s'il y a amélioration ou non de la maîtrise du répertoire mémorisé suite aux périodes de jeu. Par la suite, les autres post-tests servent à observer s'il y a maintien ou non de l'apprentissage.

Les différentes séances de jeu étant filmées, il est possible d'observer certaines interactions sociales entre les élèves. Lors du prétest et des différents post-tests, des liens entre les types d'interactions et les différents résultats obtenus sont ensuite établis.

<u>Mots-clés :</u>

Apprentissage du calcul, approche par le jeu, interactions sociales répertoire mémorisé, socioconstructivisme.

Summary

The following research is a descriptive research with an evaluative purpose that focus on the effect an approach by a game on the learning process of memorized repertory could have on a second year student of elementary school. Nowadays, the didactic of mathematics privileges socioconstructivism. That theme will be presented in this research as well as the different stages of the child's arithmetic development. Finally, the diverse characteristics of an approach through a game are elaborated.

One game is chose and adapted to respect the established criterions in order to consider the socioconstructivism markers, the different stages of the child's arithmetic development and the approach through a game. A pre-test is run with the students before they can play the selected game. Then, an immediate post-test followed by diverse differed post-tests are done by the students. The immediate post-test allows to observe if there is an improvement or not of the memorized repertory after the periods of games. Furthermore, the other types of post-tests show if the learning process is maintained or not.

Since the different game's sessions are filmed, it is possible to observe some social interactions between the students. During the pre-test and the different post-tests, many links between the types of interactions and the diverse results obtained can be established.

Key words

Learning process of arithmetic, approach through a game, social interactions, memorized repertory, social constructivism.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des sigles

Les sigles utilisés dans ce mémoire sont généralement bien définis lorsqu'ils sont rencontrés pour la première fois. Toutefois, la liste de chacun d'eux se retrouve ci-dessous avec leur signification.

-	Négatif
?	La chercheuse remarque que l'élève ne sait pas s'il peut jouer.
+	Positif
A	Aide : la chercheuse aide un joueur.
A1	L'élève fournit une explication qui aide un autre joueur
A3	L'élève demande de l'aide
A5	L'élève offre son aide
A7	L'élève refuse l'aide d'un autre joueur
As	L'élève aide un autre élève en fournissant une stratégie
BR	Bonne réponse
B-R	Bonne réponse
Cd	L'élève compte sur ses doigts
CE1	Cours élémentaire 1
CE2	Cours élémentaire 2
CP	Cours préparatoire
D ex	Demande explication : la chercheuse demande au joueur d'expliquer une action.
Dep	L'élève place le premier domino
Drav	L'élève donne une réponse à un joueur avec une explication
Drse	L'élève donne une réponse à un joueur sans explication
Équi	Équipe
Er	L'élève explique ou rappelle une règle du jeu
Ex :	Exemple
F	Féminin
G	Garçon
G1	L'élève déplace le domino d'un autre joueur

Ich	Intervention de la chercheuse
Jdo	L'élève joue en décrivant l'opération
Jmt	L'élève joue au mauvais tour (ce n'est pas à lui)
Jpa	L'élève joue pour un autre joueur sans explication
Jse	L'élève joue sans donner d'explication
M	Masculin
Md	Mauvais domino : la chercheuse indique à l'élève qu'il a placé un domino au mauvais endroit.
M-fa	Moyen-faible
Min	Minute
MR	Mauvaise réponse
M-R	Mauvaise réponse
O	Opération : la chercheuse demande une opération à un joueur.
Oja	L'élève observe le jeu d'un autre joueur
R1	L'élève découvre une erreur qu'il a commise
R2	L'élève ne s'aperçoit pas d'une erreur qu'il a commise
R4	L'élève ne sait pas que c'est à son tour de jouer
Rj	Règle du jeu : la chercheuse rappelle ou explique une règle du jeu.
S	Stratégie : la chercheuse propose une stratégie.
V	Vérification : la chercheuse demande de vérifier si un élève a raison.
Vjp	L'élève vérifie ce qu'un autre joueur a placé

Remerciements

J'aimerais remercier tout particulièrement ma directrice de recherche, **Madame Louise Poirier**. Elle a su me guider, me soutenir et me conseiller tout au long de cette recherche, de la recension des écrits jusqu'à la rédaction finale. Madame Poirier m'a enseigné les étapes à suivre et m'a accompagnée tout au long de celles-ci. Sa disponibilité et sa grande générosité ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

La formulation des objectifs de recherche a été rendue possible grâce à l'aide de tous les étudiants du cours DID 6000 de l'année 2005-2006. Merci à **Madame Françoise Armand** qui était à la barre de ce cours extrêmement formateur. Madame Armand m'a secondée pour trouver les bons mots et les bonnes définitions. Le cours DID 6000 a permis de faciliter la rédaction de l'introduction, du cadre conceptuel et des recherches empiriques de cette recherche.

Je remercie tous les élèves qui ont participé à cette recherche, qui étaient contents de me voir arriver, qui ont bien travaillé et ce, sous l'œil constant de la caméra. Merci beaucoup à l'enseignante de cette classe pour sa disponibilité et pour les nombreux moments de partage.

Je voudrais dire un gros merci très spécial à **Martin**, mon époux, qui a su toujours être là, même lors des sautes d'humeur qui ont accompagné les fins de session et la rédaction de ce mémoire. Martin m'a encouragée tout au long du processus, il était présent quand il le fallait et savait se retirer lorsqu'il sentait que c'était nécessaire. Finalement, un merci tout particulier à **Marc-Antoine** et **Audrey-Maude**, mes deux petits anges. Maman vous dit merci pour votre patience, merci de m'avoir permis de travailler dans le bureau, la porte fermée, pendant que vous étiez avec papa ou grand-maman. Merci à vous, votre support et votre encouragement ont grandement contribué au dénouement de ce mémoire.

Chapitre 1

Problématique

Ce premier chapitre traitera des grandes orientations de notre recherche qui s'intéresse à l'apprentissage du répertoire mémorisé. Les raisons pour lesquelles il semble important de maîtriser ce répertoire seront mentionnées. Une brève analyse de la façon dont est généralement enseigné le répertoire mémorisé en classe sera effectuée. L'apprentissage du calcul sera aussi abordé, afin d'orienter le choix d'intervention qui pourrait permettre aux élèves de maîtriser davantage le répertoire mémorisé. Ensuite, le jeu ainsi que ses différentes composantes seront observés. Finalement, les objectifs de notre recherche seront présentés.

1.1 Thème/Contexte

La recherche entreprise est en didactique des mathématiques et elle cible les élèves du premier cycle primaire. Cette recherche se situe dans le contexte du programme de formation de l'école québécoise (2001) et s'inspire de notre expérience personnelle. Le programme de formation de l'école québécoise vise à donner accès aux élèves à un ensemble spécifique de savoirs, de méthodes et à un langage propre à chacune des disciplines. En ce qui a trait aux mathématiques, trois compétences sont explicitées. Celle qui consiste à raisonner à l'aide de conçepts et de processus mathématiques sera retenue dans cette étude. Cette compétence comporte différentes composantes. Notre attention portera plus particulièrement sur la composante suivante: **appliquer des processus mathématiques appropriés à la situation** (programme de formation de l'école québécoise, 2001, p.130). De plus, à l'intérieur du programme, se retrouvent également les savoirs essentiels regroupés par catégories. L'arithmétique, plus spécialement le répertoire mémorisé sera ciblé, étant donné que ce savoir essentiel peut favoriser l'application de processus mathématiques appropriés, tel que le suggère la composante que nous avons sélectionnée précédemment.

Avant de poursuivre, il est important de préciser ce que l'on entend par répertoire mémorisé. Les concepteurs du programme de formation utilisent l'expression « répertoire mémorisé » lorsqu'ils font référence aux tables d'additions, de soustractions, de multiplications ou de divisions (programme de formation de l'école québécoise, 2001, p.135). Notons que cette expression renvoie à la mémorisation (répertoire *mémorisé*). Le programme de formation demande qu'au premier cycle, les résultats des additions allant de 0+0 à 10+10 et les soustractions correspondantes soient mémorisés, c'est-à-dire, tous les résultats d'additions inférieurs ou égaux à 20 (par exemple : 12+8, 20+0), ainsi que toutes les soustractions dont le premier nombre de l'équation est inférieur ou égal à 20 (par exemple : 19-12, 7-2). Toutes ces opérations s'effectuent avec des nombres dans la catégorie des nombres naturels (nombres entiers positifs).

Toutefois, l'expression répertoire mémorisé ne tient pas compte de différentes façons d'apprendre les tables, elle incite à la mémorisation. Poirier (2001) mentionne que malgré de gros efforts, certains élèves ne pourront jamais savoir tous les faits numériques par cœur. Il existe d'autres façons de travailler les tables. Une des propriétés de l'addition, la commutativité, permet à l'élève de connaître le résultat de 6+5 s'il connaît celui de 5+6 par exemple. De plus, lorsque l'élève maîtrise la propriété des nombres, comme le zéro, il sait qu'un nombre auquel on ajoute ou on enlève zéro demeure inchangé. Les élèves ont la possibilité d'apprendre les tables d'addition en les mémorisant, mais également en ayant recours aux propriétés de l'addition, aux propriétés des nombres ou en utilisant d'autres stratégies personnelles. Bien que nous préférons les termes tables d'addition ou tables de soustraction, l'expression répertoire sera utilisée tout au long de cette recherche afin d'être en harmonie avec le programme de formation.

Tel que mentionné antérieurement, notre expérience personnelle a une influence sur le choix de notre thème de recherche. Nous constatons que les élèves à la fin du premier cycle ne maîtrisent pas suffisamment le répertoire mémorisé. L'apprentissage de celui-ci est souvent expédié en leçons à la maison. En classe, comme nous le verrons ultérieurement, les différentes méthodes d'enseignement pour travailler les additions et soustractions du répertoire mémorisé sont très peu variées.

Avant d'aller plus loin, une description des raisons pour lesquelles il semble important que les élèves puissent maîtriser le répertoire mémorisé et une précision quant à son utilité seront effectuées.

1.2 Pourquoi le répertoire mémorisé ?

La connaissance, ou non, du répertoire mémorisé peut influencer d'autres apprentissages. À titre d'exemple, l'enfant qui ne maîtrise pas le répertoire mémorisé, pour les sommes inférieures à vingt, aura probablement de la difficulté à effectuer de plus grandes additions. De plus, il pourrait lui être plus difficile d'effectuer éventuellement des multiplications et divisions. Ce qui retient également notre attention, c'est que la connaissance du répertoire mémorisé a une importance non seulement sur la seconde compétence mathématique mentionnée plus tôt, mais également sur la première (résoudre une situation-problème mathématique).

Une équipe de didactique des mathématiques, sous la direction de Jacques Colomb (ERMEL, 2001) mentionne que : « L'entraînement systématique à certaines procédures ou la mémorisation de certains résultats permettent en effet de réduire le coût de certaines tâches, d'alléger la charge de travail de la mémoire à court terme. » (ERMEL, 2001, p.17). Ainsi, l'élève qui sait trouver rapidement le résultat des additions et soustractions peut concentrer ses efforts sur le rôle que doit jouer l'addition ou la soustraction dans une résolution de problèmes, plutôt que tenter de trouver une technique qui lui permettra d'effectuer un calcul. La maîtrise du répertoire mémorisé pourrait favoriser la résolution de problèmes.

Après avoir précisé les raisons de l'importance de la maîtrise du répertoire mémorisé, la partie qui suit fait part de nos observations personnelles face aux réelles exigences du programme de formation en ce qui concerne l'apprentissage du répertoire mémorisé. De plus, différentes méthodes utilisées actuellement pour l'enseignement du répertoire mémorisé seront abordées.

1.3 Analyse de la situation actuelle

Le programme de formation de l'école québécoise, tel que déjà mentionné, demande de la part des élèves du premier cycle une mémorisation des additions (0+0 à 10+10) en lien avec les soustractions correspondantes. Une certaine contradiction est relevée ici, car à l'intérieur même du programme de formation, ils insistent sur la mémorisation et non sur la compréhension ou le développement du processus de calcul et ce, malgré le fait que les attentes de fin du premier cycle soient : « ...l'élève imagine et met en place des processus personnels pour les opérations d'addition et de soustraction sur les nombres naturels en calcul mental et écrit. » (Programme de formation de l'école québécoise, 2001, p.131) D'une part, l'élève doit connaître « par cœur » les résultats du répertoire mémorisé et, d'autre part, il a la possibilité d'utiliser des processus personnels de calcul.

Dans notre école ainsi que dans trois autres écoles où nous avons déjà fait de la suppléance, la méthode la plus populaire pour travailler le répertoire mémorisé en classe est l'utilisation de cartes dites « cartes éclair » où sont inscrites additions et soustractions. Ces cartes sont montrées aux élèves qui doivent habituellement trouver le résultat et donner la réponse le plus rapidement possible. Il y a également le « jogging mathématique » qui incite au calcul mental. Durant cet exercice d'une durée d'environ 10 minutes, les élèves doivent répondre à 10 questions sans aucun calcul écrit. Il y a des additions, des soustractions, des questions sur le vocabulaire mathématique et un ou des problèmes à résoudre.

Ce type de calcul (mental) peut cependant être possible seulement si les élèves ont déjà maîtrisé une part importante des résultats des additions et soustractions comme le mentionne Charnay (2002) « Sans connaissance solide des résultats qui sont à la base de tout calcul (mental ou posé), et en particulier une connaissance approfondie des tables d'addition et de multiplication, rien n'est possible. » (Charnay, 2002, p.3) Pourtant, les « cartes éclair » et le « jogging mathématique » sont utilisés en cours d'apprentissage et non pas seulement lorsqu'il y a une connaissance solide du répertoire mémorisé par les élèves.

De plus, ces deux méthodes actuelles (cartes éclair, jogging mathématique) ne s'intéressent peu ou pas aux processus personnels utilisés par les élèves pour trouver la réponse. Elles préconisent davantage la mémorisation de résultats. Les élèves doivent trouver une réponse rapidement pour ne pas perdre le fil des questions ou pour avoir droit à une autre « carte éclair ». Il semble que pour certains élèves, se retrouver devant de telles situations peut être facteur de stress, quoique aucune recherche qui s'intéressait à ces deux méthodes d'apprentissage n'ait été répertoriée.

Par ailleurs, les méthodes utilisées actuellement ne s'inscrivent pas dans les conceptions actuelles de l'apprentissage en didactique des mathématiques. Ces méthodes ne sont pas issues de conceptions constructivistes ou socioconstructivistes comme le proposent différents chercheurs en didactique des mathématiques. Ces conceptions suggèrent entre autres que l'élève n'a pas la « tête vide », qu'il a des conceptions personnelles, qu'il construit son savoir en ayant un rôle actif à jouer dans son apprentissage, ce que nous verrons au chapitre suivant (cadre conceptuel).

Il semble pertinent, suite à ces constatations, de s'intéresser à des moyens à mettre en place pour permettre aux élèves de développer des processus personnels de calcul, des nouvelles stratégies, tout en respectant la conception constructiviste ou socioconstructiviste de l'apprentissage. Quelques élèves réussissent facilement à maîtriser le répertoire mémorisé, ils l'apprennent par cœur. Cependant, de nombreux élèves n'y parviennent pas. Nous posons alors la **question générale** suivante : **quelle approche favoriserait la maîtrise du répertoire mémorisé (des additions et soustractions correspondantes (0+0 à 10+10)) d'élèves du premier cycle primaire?**

Afin d'identifier une approche qui serait efficace à la maîtrise des additions et soustractions du répertoire mémorisé, la position de certains auteurs sur le processus d'apprentissage du calcul sera vue au prochain chapitre.

1.4 Processus d'apprentissage du calcul

Brissiaud (2003), suite à 15 ans de recherche sur le développement du nombre, propose que le développement des compétences numériques qui amènent au calcul passe par l'usage de collections-témoins organisées, les doigts ou les constellations par exemple. En effet, Brissiaud fait une distinction entre compter et calculer. Lorsque l'enfant compte, il utilise une ou plusieurs collections-témoins organisées qu'il dénombre. Afin d'être capable de calculer, l'enfant doit améliorer ses stratégies de comptage, ne plus avoir recours aux collections-témoins organisées. Selon Brissiaud, la récitation répétée, dépourvue de sens pour l'élève, n'aboutit pas à la mémorisation du résultat des tables d'additions. Pour en arriver à connaître les tables d'additions, Brissiaud insiste pour que l'élève ne s'aide plus de l'écriture, qu'il soit capable de pratiquer le « calcul mental ».

Dans le même ordre d'idées, Charnay (2002) s'intéresse aux algorithmes usuels de calcul. Selon cet auteur, pour qu'une technique opératoire soit automatisée, elle doit d'abord être comprise.

> *« La comprendre, c'est lui donner du sens, c'est-à-dire en repérer les étapes et pouvoir expliquer ce qui se passe à chaque étape pour enfin savoir pourquoi la mise en œuvre de ces différentes étapes permet d'aboutir au résultat final. La compréhension facilite à la fois la mémorisation et l'adaptation à des cas particuliers. » (Charnay, 2002, p.3)*

Nous nous intéresserons à différentes façons d'enseigner le calcul qui sont proposées par l'équipe de recherche ERMEL (2001), afin de trouver une approche efficace qui favoriserait la maîtrise du répertoire mémorisé.

Le groupe ERMEL (2001) propose la répétition afin d'enseigner le calcul aux enfants. Selon eux, une forme de répétition est indispensable pour stabiliser une connaissance nouvelle. Cependant, il s'agit d'une répétition qui doit avoir du sens, elle doit avoir la visée de parvenir à maîtriser réellement un savoir-faire. La répétition doit être effectuée au bon moment dans le processus d'apprentissage, lorsqu'il faut rendre une procédure, une technique opératoire plus efficace. La répétition est alors amenée de manière consciente et volontaire.

Toujours selon cette équipe de recherche, les activités d'entraînement ne devraient pas être associées à des activités ennuyantes. Cependant, elles sont toutefois indispensables, c'est pour cela qu'il serait pertinent de varier les approches. Il est possible de faire des activités collectives sous forme d'exercices oraux proposés à l'ensemble de la classe. Il peut également y avoir des exercices de calcul écrits à l'intérieur d'un temps limité. Il est aussi possible de procéder à des jeux en petits groupes ou à des exercices écrits prévus pour des travaux individuels. Le groupe ERMEL (2001) ajoute : « Il existe de nombreux jeux de calcul qui permettent et motivent la mémorisation de certains résultats ou la pratique de certaines procédures » (ERMEL, 2001, p.17). ERMEL précise que ces jeux doivent avoir des règles simples et des objectifs d'entraînement précis.

Bref, les auteurs de cette équipe s'entendent pour dire qu'il importe de comprendre avant d'automatiser pour donner le résultat à une addition ou à une soustraction. De plus, il est possible pour l'élève d'utiliser des collections-témoins pour compter ou encore effectuer un calcul. La répétition peut être un moyen utilisé pour favoriser l'apprentissage du répertoire mémorisé, si elle est effectuée au bon moment, de façon non ennuyante et en lui donnant du sens.

Nous devons alors considérer, dans notre approche visant la maîtrise du répertoire mémorisé, la façon dont les enfants apprennent à calculer (Ont-ils encore besoin de compter à l'aide de collections-témoins ?). De plus, cette approche doit pouvoir s'inscrire à l'intérieur de l'épistémologie du constructivisme ou socioconstructivisme, comme le propose la didactique des mathématiques actuellement (Poirier, 2001, p.3) ainsi que le programme d'études du primaire (programme de formation de l'école québécoise, 2001, p.5).

Nous présenterons le choix de la stratégie retenue suite aux idées proposées entre autres par le groupe ERMEL (2001). Il s'agit du jeu. Cette approche pourrait favoriser l'apprentissage du répertoire mémorisé et elle s'inscrit à l'intérieur des conceptions du constructivisme. Une définition de ce qu'est un jeu dans le domaine de l'éducation sera donnée à l'intérieur de la prochaine section afin de préciser la pertinence de notre choix. Nous expliquerons brièvement l'utilité du jeu pour l'apprentissage du répertoire mémorisé puis, quelques recherches qui appuient notre démarche seront abordées. Notre choix de type de jeu sera également présenté.

1.5 Le jeu

Tel que mentionné plus tôt, les enseignants disposent de peu de méthodes pour travailler le répertoire mémorisé en classe. Il pourrait être intéressant d'enseigner aux élèves différentes stratégies à travers le jeu pour leur permettre de maîtriser davantage le répertoire mémorisé. Le jeu choisi devrait cependant être adapté afin de tenir compte du niveau d'apprentissage du calcul des élèves (comptage et/ou calcul).

Avant de poursuivre, il est de mise d'expliquer ce qu'est un jeu éducatif. Selon le dictionnaire actuel de l'éducation, Legendre (1993) le définit comme suit : « Jeu conçu pour susciter l'acquisition de connaissances et le développement d'habiletés chez l'apprenant. » (Legendre, 1993, p.766)

L'utilisation d'un jeu permettrait de répondre à plusieurs attentes. Tout d'abord, nous recherchons une méthode qui ne soit pas ennuyante pour les enfants, tel que suggéré par ERMEL (2001). Le jeu pourrait susciter l'intérêt de ceux-ci. L'exploitation d'un jeu pourrait également permettre aux élèves de développer des processus personnels de calcul, tel que demandé par le programme de formation (2001, p.131). Le jeu peut également être considéré comme une forme de récitation répétée qui aurait du sens pour l'enfant, puisqu'il répète différentes séquences ou actions dans un contexte qui n'est pas celui auquel il est habitué en classe, tel que proposé par Brissiaud (2003) et ERMEL. Finalement, nous sommes d'avis que le jeu pourrait permettre à l'enfant de développer ses propres connaissances, de les partager, de les construire, ce qui fait partie des principes du socioconstructivisme qui est prôné actuellement en didactique des mathématiques. De plus, Piaget (1970) indique que le jeu permet de faire des liens entre l'expérience, la connaissance et la compréhension de l'enfant. Quant à Vygotsky (1978), il associe le jeu aux interactions sociales. Nous y reviendrons davantage au chapitre suivant.

Le jeu serait donc une avenue à explorer pour favoriser la maîtrise du répertoire mémorisé. Mais y a-t-il déjà eu utilisation du jeu en mathématiques, plus précisément associé au répertoire mémorisé? Dans la prochaine section, quelques recherches ayant abordé le jeu et les mathématiques seront présentées.

1.5.1 Quelques recherches qui ont abordé le jeu et les mathématiques

Il semble pertinent d'envisager la maîtrise du répertoire mémorisé par le jeu puisque cette avenue a très peu été explorée lors de recherches en didactique des mathématiques. Tourigny (2004) a observé la contribution du jeu au développement de compétences chez les enfants d'une classe de troisième année primaire dans une école de Montréal, lors d'une intervention en milieu défavorisé. Celle-ci a montré, dans le cadre de sa recherche, que les élèves ciblés ont acquis des compétences et développé un sentiment d'appartenance. Ortiz (2003) a quant à lui effectué une recherche auprès d'enfants de la maternelle à la cinquième année d'une école de Floride afin de permettre à l'enfant de construire sa propre connaissance, de la mettre en pratique d'une façon ludique (par un jeu). Il a constaté que le jeu a permis aux élèves de pratiquer leurs additions dans un environnement motivant et qu'ils s'encourageaient les uns les autres et se donnaient des défis à relever. Ces recherches ainsi que d'autres recherches empiriques seront présentées de façon plus complète, puis feront l'objet d'une critique à l'intérieur du chapitre de notre cadre conceptuel.

De leur côté, Bednarz, Bourdage, Charpentier, Lartigau, Poirier, Sauvé, Taillon et Tourigny (2002) proposent une banque de jeux pour l'apprentissage des mathématiques, s'adressant principalement aux élèves du premier cycle du primaire, qui résulte d'un projet de recherche collaborative qui s'est déroulé lors des années scolaires 1997-1998-1999. Les jeux proposés ont été retenus, suite à leur analyse et expérimentation, car ils suscitent de l'intérêt chez les enfants, peuvent favoriser l'apprentissage et sont facilement applicables en classe. De plus, les compétences qu'ils visent à développer sont clairement identifiées. Les auteurs ajoutent que « Le jeu participe intégralement au développement de l'enfant et à son apprentissage dans la mesure où il est bien choisi, bien exploité, et que la gestion de classe favorise le questionnement et l'évolution des stratégies élaborées par les enfants. » (Bednarz *et al.*, 2002, p.VIII).

1.5.2 Le choix du jeu

Nous baserons notre choix sur les caractéristiques que doit posséder un jeu éducatif selon Legendre (1993).

Ces caractéristiques sont :

- élément de conflit, de lutte soit entre les joueurs, soit contre la chance, ou contre le meneur de jeu ;
- élément de contrôle, supposant un ensemble de règles simples ou complexes, fixes ou souples ;
- un temps d'arrêt, une fin ;
- un aspect d'artifice qui fait que le jeu, quoique analogue à la vie, n'est pas la réalité.

« Le jeu éducatif présenterait, en plus, une cinquième caractéristique : la détermination d'un objectif d'apprentissage » (Benoît, Marcotte et St-Pierre, 1987 dans Legendre, 1993, p.766).

De plus, notre jeu devra respecter les étapes du développement du nombre et du calcul chez l'enfant. Il respectera ainsi le rythme d'apprentissage de chacun pour permettre aux enfants de jouer selon leurs capacités personnelles. Le jeu pourra avoir l'apparence de collections-témoins (Brissiaud, 2003), ou encore de nombres, afin que les élèves qui ont encore besoin de compter puissent le faire et que ceux qui sont à l'étape du calcul puissent évoluer également.

Il existe des jeux se jouant à un seul joueur (jeu solitaire) et d'autres à deux joueurs, plusieurs joueurs, en grand groupe, ou en équipe. Il semble préférable d'utiliser un jeu qui n'est pas du type solitaire afin de permettre aux élèves de construire leur connaissance en partageant avec les autres, en ayant la possibilité de confronter leurs idées, de démontrer leurs stratégies. Ainsi, notre intervention respecte les balises de la didactique des mathématiques actuelle, celle-ci prône la conception socioconstructiviste de l'apprentissage. L'activité choisie sera inspirée d'un jeu d'équipe, proposé par Bednarz et ses collaborateurs (2002). Il fera l'objet d'une description et d'une analyse plus approfondie à l'intérieur du chapitre sur la méthodologie.

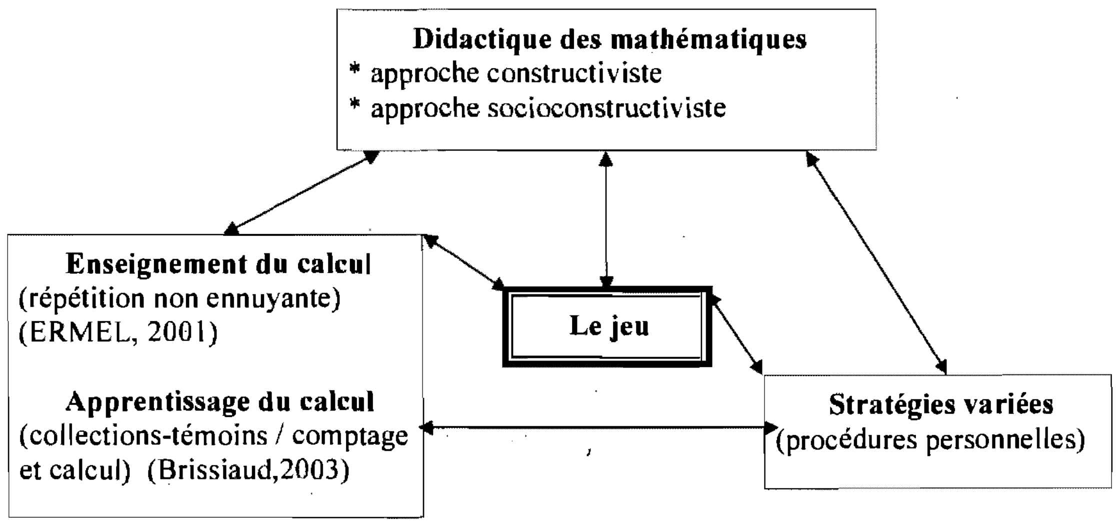
Ayant présenté ce qu'est un jeu, différentes méthodes d'enseignement et d'apprentissage du calcul, nous sommes en mesure d'identifier dans la section qui suit nos objectifs spécifiques de recherche.

1.6 Objectifs de recherche

Ce qui est retenu dans le cadre de notre recherche est que la maîtrise des additions et soustractions (0+0 à 10+10) fait partie d'un processus d'apprentissage. Plusieurs approches peuvent être employées pour que les élèves apprennent le répertoire mémorisé. Nous avons choisi d'utiliser une approche qui semble avoir été peu explorée pour l'apprentissage du répertoire mémorisé, le jeu. En jouant, l'élève sera placé dans des situations où il devra interagir avec son adversaire ou coéquipier. De plus, cela peut lui permettre de développer de nouvelles stratégies et d'expliquer le processus qu'il utilise à ses coéquipiers. Contrairement aux approches actuelles (cartes éclair, jogging mathématique), l'élève ne devrait pas ressentir le stress d'avoir à donner une réponse le plus rapidement possible. Puis, lorsqu'il joue, l'élève n'est pas seul, il s'agit d'une autre façon d'apprendre.

La figure 1 propose quelques liens qui se créent entre les différents éléments abordés à l'intérieur de ce chapitre. Cette figure permet également d'identifier les balises de notre prochain chapitre, le cadre conceptuel.

<u>Figure 1 :</u> Liens entre les différents éléments



Suite à la présentation de ce chapitre, nos **<u>objectifs de recherche</u>** se précisent. D'abord, notre premier objectif sera: **observer les effets d'une intervention fondée sur le jeu mathématique, sur l'apprentissage du répertoire mémorisé d'élèves de deuxième année du premier cycle primaire.**

De plus, comme nous l'avons brièvement abordé à l'intérieur de ce chapitre, des interactions sociales peuvent avoir lieu lors de ce type d'intervention, ce qui peut favoriser l'apprentissage. L'importance de ces interactions entre les élèves sera précisée davantage au chapitre suivant mais nous désirons tout de même ajouter dès maintenant un second objectif à notre recherche qui a trait aux interactions sociales : **décrire les types d'interactions qui se déroulent, dans les équipes, durant les périodes de jeu, afin d'observer l'impact possible de ces interactions sur le développement de connaissances du répertoire mémorisé chez des élèves de deuxième année du premier cycle.**

Bref, ce qui est proposé par le programme de formation et ce qui est actuellement utilisé dans les classes n'offrent pas la possibilité aux élèves d'utiliser des stratégies variées pour l'apprentissage du répertoire mémorisé. Plusieurs auteurs abordent l'apprentissage du calcul en insistant sur le fait que l'enfant doit comprendre avant d'automatiser un calcul. Il doit également franchir plusieurs étapes allant de collections-témoins vers les nombres. L'apprentissage est également favorisé lorsque les élèves se retrouvent devant des situations où ils doivent interagir avec leurs pairs (socioconstructivisme). Ce dernier point sera développé dans le chapitre suivant. Pour ces raisons et aussi parce que d'autres recherches ont montré les bienfaits du jeu sur différents apprentissages mathématiques, une intervention axée sur le jeu est proposée afin de permettre aux élèves de maîtriser les additions et les soustractions tout en étant face à des situations qui favorisent les interactions sociales. Au chapitre suivant (cadre conceptuel), les concepts qui émergent de notre introduction et qui orienteront notre méthodologie seront abordés. Nous présenterons ainsi les conceptions de l'apprentissage en didactique des mathématiques, l'apprentissage et l'enseignement du calcul, le jeu et quelques recherches qui soutiennent notre démarche.

Chapitre 2
Cadre conceptuel et recherches empiriques

Notre cadre conceptuel se divise en quatre sections distinctes nécessaires à la compréhension de nos objectifs de recherche (observer les effets d'une intervention fondée sur le jeu mathématique, sur l'apprentissage du répertoire mémorisé d'élèves de deuxième année du premier cycle primaire et décrire les types d'interactions qui se déroulent, dans les équipes, durant les périodes de jeu, afin d'observer l'impact possible de ces interactions sur le développement de connaissances du répertoire mémorisé chez des élèves de deuxième année du premier cycle). Ce cadre conceptuel permet de définir les concepts clés essentiels au choix du jeu et il appuie l'élaboration de notre méthodologie. En premier lieu, la didactique des mathématiques et les conceptions de l'apprentissage qu'elle préconise actuellement seront exposées. Ensuite, seront abordés l'apprentissage et la connaissance du répertoire mémorisé. Une section sur le jeu suivra et, finalement, la description de quelques recherches viendra appuyer notre démarche.

2.1 Didactique des mathématiques et conceptions de l'apprentissage

À l'intérieur de cette section, nous situerons les grandes orientations de la didactique des mathématiques qui s'appuient sur le constructivisme. Nous tenterons également de faire le point sur les principes du constructivisme ainsi que sur le socioconstructivisme abordés par différents auteurs. La théorie de la zone proximale de développement proposée par Vygotsky (1978), qui nous amènera à développer davantage le concept de « conflit sociocognitif » sera évoquée.

2.1.1 La didactique des mathématiques

Bien qu'il existe plusieurs conceptions de l'apprentissage, la didactique des mathématiques actuelle repose principalement sur une conception constructiviste de l'apprentissage. Cette conception du développement de la connaissance s'appuie sur un cadre théorique principalement piagétien, puis post-piagétien. Selon cette école de pensée, c'est l'enfant qui est l'artisan de ses connaissances. Le développement cognitif de l'enfant est le résultat de l'interaction de ses processus internes et de l'environnement.

Selon Poirier (2001), la connaissance mathématique, « C'est une construction sociale, qui comporte des règles et des conventions, dans laquelle les processus sociaux interpersonnels de dialogue et de critique jouent un rôle fondamental. » (Poirier, 2001, p.3).

Brousseau (1986) ajoute que les connaissances mathématiques évoluent lorsqu'il y a confrontation entre les élèves. Lors de ces interactions où les élèves sont en conflit, ils doivent être en mesure d'expliquer aux autres leurs stratégies, leur démarche. À l'intérieur de ces discussions où chacun explique son point de vue, les stratégies peuvent devenir opératoires et valides aux yeux des autres. Selon Brousseau,

> *« Faire des mathématiques ne consiste pas seulement à émettre ou à recevoir des informations en langage mathématique, même en les comprenant. L'enfant mathématicien doit prendre maintenant vis-à-vis des modèles qu'il a construits une attitude critique. » (Brousseau, 1972 p.64).*

Les interactions entre élèves deviennent alors importantes.

2.1.2 La conception constructiviste

Du point de vue constructiviste, « on suppose que l'apprentissage résulte de constructions mentales de l'apprenant. » (Resnick (1980) dans Johsua et Dupin, 1993, p. 92) Cela implique alors qu'il est activement engagé dans l'élaboration de ses savoirs. Therrien, avec la collaboration de Dionne et Mura (1994) proposent trois principes qui découlent du modèle constructiviste de la compréhension. D'abord, la manipulation occupe une place importante dans l'enseignement primaire. Elle constitue un point de départ à la construction de la compréhension. En « touchant » les concepts, l'enfant peut se les approprier. Selon ces auteurs, « À partir des images physiques naissent les images mentales, et des actions concrètes sont issues les opérations mentales. » (Therrien *et al.* 1994, p. 43). Le second principe est celui de la continuité des apprentissages. Ce principe insiste sur la continuité du passage du monde physique au monde plus spécifiquement mathématique. Par exemple, suite à une manipulation de jetons pour effectuer une addition, il ne faut pas retirer complètement les jetons pour faire un exercice d'addition sur papier, sinon l'enfant pourrait avoir de la difficulté à établir des liens entre ce qu'il a accompli à l'aide du matériel et l'exercice « mathématique » : « On retrouve ici l'idée du sens que l'enfant doit pouvoir attribuer aux mathématiques qu'il fait. » (Therrien *et al.*,1994, p. 44). De plus, le principe de continuité doit également se retrouver entre les différents concepts mathématiques, car « les mathématiques ne sont pas des connaissances disparates, mais bien un réseau de connaissances qui se donnent mutuellement du sens. » (*ibid*). Le dernier principe concerne l'introduction du symbolisme. L'enseignement des mathématiques a déjà été principalement constitué de symboles, les mathématiques étaient surtout faites de notions écrites et de manipulation de symboles. Cependant, il est important que la symbolisation accompagne la construction de la compréhension pour qu'elle puisse se développer et se raffiner à mesure que progresse la compréhension.

Cette conception du constructivisme, devient plus « sociale » avec Doise et Palmonari (1984). Leurs travaux mettent en évidence le rôle des interactions sociales dans l'évolution des processus cognitifs. De plus, les résultats expérimentaux obtenus par ces deux chercheurs suggèrent que les confrontations de points de vue, qui apparaissent au cours d'interactions sociales, sont des déclencheurs de la réorganisation des conceptions de l'enfant qui seront intégrées à de nouvelles structures plus complexes. Finalement, les interactions sociales entre les élèves peuvent favoriser l'apprentissage. Ainsi, l'élève construit son savoir, cette construction pouvant être facilitée par la mise en place de conflits sociocognitifs, d'où le nom de cette autre conception, le **socioconstructivisme**. Le conflit sociocognitif sera présenté un peu plus loin à l'intérieur de la présente section.

2.1.3 La conception socioconstructiviste

Cette conception, inspirée entre autres des travaux de Piaget et de Bachelard, propose que l'acquisition de connaissances est possible grâce à l'interaction entre le sujet et l'objet. Bachelard croit que la tête d'un élève n'est jamais vide. « Quel que soit son âge, l'esprit n'est jamais vierge, table rase ou cire sans empreinte. » (Bachelard, 1975 dans Charnay et Mante, 1995, p.26) L'élève s'est construit ou se construit rapidement des conceptions nouvelles. L'apprentissage ne correspond pas à un empilement de connaissances et ne peut se faire de façon linéaire. Les conceptions que l'élève se construit peuvent parfois être fausses, il doit donc s'en apercevoir, le découvrir. Douady (1986) ajoute également que l'élève donne du sens à une connaissance si elle apparaît comme un outil indispensable.

Poirier (2001) propose quelques balises pour définir le socioconstructivisme. D'abord, un principe fondamental pour Piaget (1972, dans Poirier, 2001) : « c'est en agissant que l'on apprend ». Le rôle actif de l'élève lui permet de prendre part à son apprentissage alors qu'il peut décoder et analyser une situation selon ses propres représentations, conceptions et modèles qu'il a déjà développés. La seconde balise provient de Bachelard (1983, dans Poirier, 2001), qui suggère qu'il est important de s'intéresser aux erreurs des enfants. En effet, puisque l'apprentissage repose sur des connaissances antérieures, l'erreur et les processus utilisés par l'enfant peuvent renseigner sur ses propres représentations. Comme le mentionne Bachelard, l'enfant n'a pas la « tête vide ». La troisième balise, tirée de Piaget, soutient que la connaissance passe par un état d'équilibre à un autre à l'intérieur de phases transitoires où les connaissances antérieures sont remises en question, ce qui provoque un état de déséquilibre. « Afin de surmonter ce déséquilibre, on doit procéder à une réorganisation des connaissances pour les intégrer au savoir antérieur. L'apprentissage n'est alors pas dû à une simple mémorisation, à une juxtaposition de connaissances ou encore à un conditionnement. » (Poirier, 2001, p. 4). Afin de faciliter l'apprentissage, la quatrième balise s'intéresse aux moyens à mettre en place pour provoquer une phase de déséquilibre chez l'élève, soit parce que ses connaissances face à un problème sont insuffisantes, soit parce que les solutions aux problèmes sont en opposition avec son anticipation. Finalement, la dernière balise reconnaît l'importance des interactions sociales dans la classe. Que ce soit à l'intérieur d'un travail d'équipe ou lors de retours avec toute la classe, lorsque l'élève doit expliquer aux autres sa stratégie, il doit préciser sa pensée. De plus, lorsqu'il est confronté à des stratégies différentes de la sienne, il peut graduellement restructurer sa pensée et ainsi peut-être améliorer ses méthodes de travail.

Mugny (1991) distingue les gestes de coopération et les gestes de collaboration qui peuvent survenir dans un travail d'équipe. Il est important de cerner les aspects conflictuels et coopératifs des interactions. De plus, le non-verbal peut également être important à observer. Mugny mentionne à propos de l'analyse du processus des interactions sociales (qu'elle) :

> *« ...décrit avec précision les comportements verbaux et non verbaux mis en œuvre par les différents partenaires pour résoudre les tâches proposées et si, en vue de cerner les aspects conflictuels et coopératifs des interactions, on étudie les comportements dans leurs relations de simultanéité et de succession » (Mugny, 1991, p.148)*

Bales (1950) propose des interactions qui peuvent survenir au sein d'un groupe de travail. Il suggère différents types d'interactions possibles qui émergent de différents problèmes : de communication, d'évaluation, de décision et de réintégration. Bales suggère d'observer les interactions selon deux pôles : la tâche et le climat.

Les interactions sociales sont primordiales et peuvent être à l'origine de remises en question des représentations initiales. Dubois et Dagau (1999) mentionnent que les travaux actuels concernant les interactions sociales se divisent en deux catégories. D'abord, les « interactions dissymétriques de guidage » s'intéressent principalement au tutorat. Il s'agit d'interactions de guidage « les interactions dans lesquelles un sujet naïf est aidé par un sujet expert (adulte ou enfant plus avancé que le naïf) dans l'acquisition d'un savoir ou d'un savoir-faire. » (Gilly, 1995 dans Dubois et Dagau, 1999). La seconde catégorie « interactions symétriques de résolution conjointe » se penche sur les interactions qui se caractérisent par une symétrie des statuts et des rôles entre pairs. Ces recherches ont démontré qu'un bénéfice cognitif peut apparaître même si les partenaires sont de compétence égale. Par contre, « le progrès n'a pas toujours lieu. » (Johsua et Dupin, 1993, p. 108).

> *« C'est lorsque les sujets ne maîtrisent pas encore les coordinations cognitives en jeu dans l'effectuation de la tâche qu'on peut constater cette avance. Par contre la supériorité du groupe n'est plus retrouvée lorsque les coordinations impliquées sont acquises par chacun. » (Perret-Clermont, 1981 dans Johsua et Dupin, 1993, p. 100).*

Vygotsky (1978) a contribué à sa façon au développement du socioconstructivisme. Selon lui, « la vraie direction du développement ne va pas de l'individuel au social, mais du social à l'individuel. » (Vygotsky dans Johsua et Dupin, 1993, p. 106). Il prolonge ainsi sa théorie dans l'hypothèse de l'existence d'une zone proximale de développement.

2.1.4 Zone proximale de développement

La zone proximale de développement est identifiée par Vygotsky (1978) comme étant la distance entre le niveau actuel de développement de l'enfant, déterminé par sa capacité à résoudre un problème seul et le niveau d'un développement potentiel déterminé par sa capacité à résoudre un problème avec l'aide d'un adulte ou la collaboration d'un pair plus avancé. En d'autres mots, la zone proximale de développement est la zone entre ce qu'une personne est capable de faire seule et ce qu'elle peut faire avec de l'aide. Vygotsky propose ce concept suite à l'hypothèse selon laquelle le processus de développement de l'enfant ne coïncide pas avec le processus d'apprentissage. Cela amène à questionner l'enseignement plutôt axé sur la transmission des connaissances de l'enseignant vers les élèves. Vygotsky propose plutôt la création d'une zone proximale de développement, afin de favoriser l'apprentissage. Celle-ci permet d'éveiller une variété de processus internes de développement pouvant s'opérer seulement lorsqu'un enfant interagit avec une personne de son entourage et qu'il peut coopérer avec elle.

2.1.5 Conflit sociocognitif

Les interactions qui ont lieu entre les élèves ou entre les élèves et l'enseignant peuvent générer un processus appelé « conflit sociocognitif ». Meirieu (1995) propose dans son glossaire que le conflit cognitif est une

> *« interaction cognitive entre des sujets ayant des points de vue différents. Pour que l'interaction ait réellement lieu, il convient que chaque sujet prenne en compte le point de vue d'autrui et intériorise le conflit socio-cognitif. Il y a alors conflit de centrations, contradiction et, si elle est surmontée, progression intellectuelle. On observe que de nombreuses situations de communication ne sont pas interactives dans la mesure où les sujets y abandonnent leur représentation ou l'imposent à autrui. La mise en groupe d'apprentissage constitue un dispositif où le mode de fonctionnement sollicite une véritable interaction. » (Meirieu, 1995 p.182)*

Suite à une analyse qualitative de différentes recherches, Johsua et Dupin (1993) distinguent quatre sources différentes ainsi que deux types de conflits sociocognitifs. La connaissance de ces types et sources de conflits seront utiles au regard de notre second objectif de recherche puisque nous nous intéressons aux conflits qui peuvent émerger de différentes interactions entre les élèves au sein de leur équipe ou encore entre les élèves et la chercheuse. Le tableau I de la page suivante, construit à partir des informations recueillies par Johsua et Dupin, présente les sources et types de conflits ainsi qu'une brève explication des sources de conflits.

Ce tableau souligne que les sources de conflits sociocognitifs peuvent varier d'une équipe à l'autre, d'une situation à l'autre. D'une part, l'utilisation d'une mauvaise stratégie, choisie par l'équipe, peut mener à des conflits. D'autre part, au sein de l'équipe, l'élève qui souhaite utiliser ses stratégies, alors qu'un autre élève de son équipe n'est pas d'accord, peut occasionner des conflits. De plus, il est possible de voir des conflits lorsqu'un élève doit remettre en question ses propres stratégies, puisqu'elles ne semblent pas concorder avec celles de ses représentations sociales. Puis, la communication au sein de l'équipe, ou entre les équipes, peut être source de conflits sociocognitifs. Selon Johsua et Dupin (1999), les sources de conflits sociocognitifs peuvent être classées selon deux types. Il y a les conflits qui surviennent entre les équipes (interéquipe). Ces conflits peuvent être associés à la tâche à effectuer. Puis, le fonctionnement à l'intérieur même de l'équipe (intra-équipe) constitue le second type de conflit.

Tableau I : Sources et types de conflits sociocognitifs

<table>
<tr><th colspan="2">Sources de conflits sociocognitifs</th></tr>
<tr><td>Dû au fait que l'équipe est confrontée à l'échec d'une stratégie sur le terrain.</td><td>Lorsqu'une équipe fait un mauvais choix de stratégie, il peut y avoir désorganisation au sein de l'équipe. Si l'équipe constate l'échec de sa stratégie lors du bilan, les joueurs peuvent reconsidérer la situation afin de modifier leur stratégie pour éliminer la possibilité de perdre.</td></tr>
<tr><td>Dû à la confrontation de réponses divergentes qui expriment des centrations de points de vue opposés.</td><td>Ce type de conflit se présente lorsqu'un enfant propose une stratégie qui est en contradiction avec celle d'un équipier. L'inefficacité de la stratégie proposée amène l'enfant à se décentrer de son propre point de vue, s'il a conscience que sa stratégie est inefficace par rapport aux autres proposées.</td></tr>
<tr><td>Dû à une remise en question dans une situation de marquage social.</td><td>Ce genre de conflit peut être rencontré lorsqu'une situation proposée provoque chez l'enfant une contradiction entre sa propre stratégie et celle provenant de l'ensemble des représentations sociales dont l'enfant dispose. Afin de surmonter ce type de conflit, l'enfant doit se décentrer par rapport au but de son activité.</td></tr>
<tr><td>Dû à la communication (dans le jeu de codage-décodage d'une équipe à l'autre)</td><td>Ce conflit peut émerger lorsqu'une équipe est confrontée à des systèmes de codage différents de sa propre équipe. Il permet de faire prendre conscience aux joueurs que différents points de vue peuvent s'affronter.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Les types de conflits sociocognitifs</th></tr>
<tr><td>Conflit inhérent à la tâche (conflit interéquipe)</td><td>Conflit inhérent au fonctionnement intra-équipe</td></tr>
</table>

(inspiré par Johsua et Dupin, 1999)

En résumé, la didactique des mathématiques préconise actuellement une approche constructiviste ou socioconstructiviste. L'importance des interactions sociales et des conflits sociocognitifs qui peuvent en émerger a été abordée. La zone proximale de développement demeure également une préoccupation importante. Nous présenterons maintenant quelques théories de l'apprentissage numérique pouvant favoriser la maîtrise du répertoire mémorisé ainsi que certaines façons de l'enseigner.

2.2 Apprentissage et connaissance du répertoire mémorisé

Tel que mentionné à l'intérieur de l'introduction, le répertoire mémorisé, qui a longtemps porté le nom de « tables d'additions, soustractions, multiplications, divisions », fait l'objet d'un savoir essentiel qui doit être maîtrisé. À la fin du premier cycle, l'élève doit connaître les résultats des additions des nombres naturels de 0+0 à 10+10 ainsi que ceux des soustractions correspondantes. Il paraît important de faire un survol de quelques théories concernant l'apprentissage numérique. Ainsi, le choix et l'orientation de notre jeu pourront être faits en fonction de ces différentes théories. Nous aurons également la possibilité de guider l'enseignement du répertoire mémorisé afin de respecter ces théories, tout en tenant compte de l'approche socioconstructiviste. Pour ces raisons, l'apprentissage numérique, différents types de calcul ainsi que la connaissance du répertoire mémorisé seront abordés à l'intérieur de la prochaine partie.

2.2.1 Apprentissage numérique

Plusieurs auteurs (psychologues, didacticiens) se sont intéressés à l'acquisition du nombre chez l'enfant. Piaget (1941) ne croit pas que l'apprentissage des nombres doive se faire dans l'ordre. Il propose de ne pas faire apprendre la « comptine des nombres par coeur» (chaîne numérique verbale). Il indique plutôt que la construction du nombre est en relation avec le développement de la logique

Toutefois, d'autres auteurs, Fayol (1990) par exemple, proposent que « la mise en œuvre du comptage nécessite le recours à une énumération verbale » (Beckwith et Restle, 1966 dans Fayol,1990, p.23) En effet, Fayol croit qu'il est indispensable de connaître la chaîne numérique verbale afin d'effectuer un comptage correct. De plus, il situe le comptage (compter) comme une habileté qui repose sur une connaissance de l'ordre (ce qui vient avant, après, rang dans la série) et de la cardinalité (quantité, reconnaissance du nombre écrit en chiffre avec sa représentation). Dans le même ordre d'idée, Brissiaud (2003) fait la distinction entre le comptage et le calcul. Bien qu'il utilise des collections-témoins comme le proposait Piaget, Brissiaud s'en sert pour une autre raison, allant au-delà de la conservation, sériation ou inclusion. Les collections-témoins servent de pont entre le comptage et le calcul. « L'étude de l'apprentissage du calcul est donc un aspect particulier de l'étude plus générale de la transition de la collection-témoin au nombre. » (Brissiaud, 2003, p.266).

Suite à ces différentes recherches menées sur l'acquisition du calcul, il semble important de faire la distinction entre le comptage et le calcul. Ainsi, l'adaptation de notre jeu sera faite afin qu'il puisse respecter les différentes étapes de l'apprentissage qui passent du comptage au calcul.

Afin de mieux faire la différence entre le comptage et le calcul, imaginons une situation dans laquelle un enseignant tient 6 jetons dans ses mains. Il cache les jetons pour en ressortir seulement 2. Il demande ensuite aux élèves combien de jetons demeurent cachés. Les enfants qui comptent sont ceux qui se représentent les 6 jetons en créant une collection (constellations, doigts), puis enlèvent 2 objets à leur collection. Ils comptent ensuite les objets restants. Pour d'autres enfants, face au même problème, le résultat sera obtenu directement « dans leur tête », à l'aide des représentations numériques des nombres 6 et 2. Ils n'utilisent pas de collection, ils calculent.

Ainsi, les procédures de comptage nécessitent l'utilisation d'objets (collection-témoins) avec lesquels les enfants peuvent enlever ou ajouter d'autres objets. À l'opposé, calculer, « c'est mettre en relation des quantités, directement à partir de leurs représentations numériques, sans passer par la réalisation physique d'une ou plusieurs collections dont les éléments seraient dénombrés. » (Brissiaud, 2003 p. 149). Brissiaud ajoute également que le développement de bonnes compétences numériques nécessite l'usage de collections-témoins et que cet usage prépare au calcul pensé, qui est à l'opposition du calcul écrit.

Généralement, avant de pouvoir calculer, l'enfant doit être capable de se représenter mentalement la valeur des nombres. S'il en est incapable, il pourra compter, dénombrer des objets d'une collection-témoin. Cependant, il va de soi que le calcul est beaucoup plus rapide que le comptage. Lorsque le programme de formation de l'école québécoise demande que les élèves apprennent le répertoire mémorisé, il serait facile d'exiger qu'ils apprennent les résultats « par cœur ». Toutefois, tel que mentionné précédemment, d'autres stratégies peuvent être employées pour l'apprentissage du répertoire mémorisé. Par exemple, la connaissance des propriétés des opérations ou des propriétés des nombres peut s'avérer efficace pour certains résultats à maîtriser. De plus, notons que la mémorisation est une activité très complexe et ce ne sont pas tous les élèves qui ont les capacités de mémoriser. Lyons (2000) ajoute que si nous sommes dans une perspective constructiviste, l'élève doit en premier lieu élaborer ses propres techniques de calcul. « En jouant avec les nombres avant de mémoriser les tables, nous simplifions le travail de la mémoire et nous nous préparons à construire et à comprendre les techniques de calcul. » (Lyons, 2000, p.1). Ainsi, l'apprentissage du répertoire mémorisé doit être précédé, entre autres, de techniques personnelles de calcul, que l'enfant développera et qui lui seront utiles non seulement pour la maîtrise du répertoire mémorisé mais aussi pour la résolution de problèmes.

Puisqu'il semble peu probable que tous les élèves mémorisent l'ensemble du répertoire mémorisé, mais qu'ils ont la possibilité de développer des stratégies personnelles, notre jeu devra offrir la possibilité de compter des collections-témoins et/ou de procéder à des calculs personnels.

2.2.2 Différents types de calcul

Dans cette section, différents types de calcul seront présentés afin de mieux comprendre l'importance de la maîtrise du répertoire mémorisé à l'intérieur de ces calculs.

Le calcul mental

Lethielleux (1992) aborde le calcul mental pour faire référence à l'effort d'attention, de mémoire, de réflexion sur les nombres et les opérations sur les nombres. Elle distingue le calcul mental du calcul oral qui était autrefois utilisé uniquement pour rendre compte des interrogations orales portant sur les tables d'additions ou de soustractions. Lethielleux ajoute que le calcul oral ne se distingue pas uniquement du calcul écrit par l'absence de l'utilisation d'un papier et crayon. Souvent, pour trouver un résultat lors d'un calcul oral, plusieurs techniques opératoires peuvent être nécessaires alors que, pour le calcul écrit, l'utilisation d'une technique peut demeurer la même pour tout le problème, même si d'autres stratégies peuvent s'avérer plus efficaces. « En calcul oral, chaque individu utilise ou choisit un procédé de calcul en fonction de ses possibilités de mémorisation, de ses habitudes, de ses connaissances. Les expressions calcul pensé, calcul raisonné, calcul réfléchi approfondissent cette distinction. » (Lethielleux, 1992, p.13).

Le calcul automatisé et le calcul réfléchi

Charnay, Mante, Douaire et Valentin (1996) font la distinction entre le calcul automatisé et le calcul réfléchi. Selon eux, un calcul est automatisé lorsque l'élève fait appel à un résultat qu'il a déjà mémorisé ou qu'il se limite à exécuter un algorithme lui aussi mémorisé. Ce type de calcul est en quelque sorte exécuté par réflexe. Cependant, avant de pouvoir effectuer un calcul automatisé, il y a eu un long apprentissage. Au contraire, le calcul réfléchi est celui qui demande à l'élève d'élaborer une procédure spécifique pour un calcul donné, de prendre des décisions personnelles. Ainsi, le répertoire mémorisé, lorsque bien maîtrisé sera utile tant pour le calcul automatisé que pour le calcul réfléchi.

Le groupe ERMEL (1995) aborde aussi le calcul réfléchi. Il le décrit comme un calcul qui vise à construire plus ou moins rapidement des résultats en utilisant des démarches variées. Ce type de calcul est principalement utile pour résoudre des problèmes, puisqu'il permet à l'élève d'être inventif, d'être capable de se débrouiller en utilisant ce qu'il sait des nombres. Les élèves qui maîtrisent déjà tout le répertoire mémorisé auront beaucoup plus de facilité à effectuer un calcul réfléchi. ERMEL ajoute à propos du répertoire mémorisé qu'il fait l'objet d'un apprentissage qui doit être poursuivi aux cycles suivants afin d'aider à la mémorisation ou à la reconstruction très rapide des résultats. Par exemple, en ayant recours à la décomposition des nombres et/ou aux relations entre les nombres.

Bref, tous les enfants n'ont pas le même rythme d'apprentissage. Certains ont la possibilité de calculer le résultat d'une opération tandis que d'autres ont encore besoin de se représenter la valeur des nombres afin de compter pour trouver le résultat. Le répertoire mémorisé, lorsque bien maîtrisé, peut faciliter la résolution de différents problèmes. Dans la prochaine partie, nous observerons si le recours au répertoire mémorisé est une stratégie généralement utilisée par les élèves afin de résoudre différents problèmes. Nous proposerons également différentes approches qui pourraient favoriser la maîtrise du répertoire mémorisé.

2.2.3. Connaissance du répertoire mémorisé

Différentes recherches se sont intéressées à la résolution d'opérations simples ou complexes afin d'observer les différentes modalités de traitement. Fayol (1990) précise qu'il existe deux modalités de traitement différentes. D'abord, une personne qui fait face à un problème de résolution d'opération peut utiliser un système de comptage plus ou moins sophistiqué. C'est ce que Fayol appelle la modalité de « type procédural ». Puis, il est possible que devant le même type de problème, une personne soit capable de récupérer directement en mémoire le résultat. Fayol nomme cette modalité comme étant une « connaissance déclarative ».

Fayol (1990) s'intéresse aux recherches de Geary (1987), Siegler et Srager (1984) et Siegler (1987) qui ont étudié des performances chez l'enfant et à celles de Svenson (1985) qui a étudié pour sa part des performances chez l'adulte. Les résultats obtenus par ces chercheurs montrent que les deux possibilités de modalité sont toujours présentes tant chez l'enfant que l'adulte. Fayol ajoute que « Dans cette perspective, le problème est celui d'une relative dominance de l'une ou l'autre modalité : chez les jeunes, il semble que le procédural l'emporte alors que, chez les adultes, la récupération devient majoritaire. » (Fayol, 1990, p.191) De plus, Kaye, 1986 ainsi que Kaye, Post, Hall et Dineen, 1986 (dans Fayol, 1990) mentionnent que le passage de l'un à l'autre, en ce qui concerne l'addition se produit généralement en troisième ou quatrième année primaire (sauf chez les enfants qui présenteraient des difficultés d'apprentissage).

Dans le même ordre d'idées, Carpenter et Moser (1983) observent les relations entre la structure de différents problèmes présentés à des élèves de première, deuxième et troisième année primaire ainsi que les procédures utilisées par les élèves pour les résoudre. Afin de mieux comprendre le tableau II (page 26) qui présente ces relations entre les structures des problèmes et procédures, suite à une étude longitudinale, un exemple est présenté pour chacun des types de problèmes exposés (séparation, réunion, comparaison et combinaison). Il est à noter qu'il s'agit d'une traduction libre des propos de Carpenter et Moser.

Séparation : Paul avait 8 billes. Puis, il a donné 5 billes à Marie. Combien de billes a maintenant Paul ?

Réunion : Paul avait 3 billes. Marie lui en a donné. Paul a maintenant 8 billes. Combien Marie a-t-elle donné de billes à Paul ?

Comparaison : Paul a 8 billes. Marie a 5 billes. Combien Paul a-t-il de billes de plus que Marie ?

Combinaison : Paul et Marie ont ensemble 8 billes. Paul a 3 billes. Combien Marie a-t-elle de billes ?

Le tableau II de la page suivante présente les résultats obtenus par Carpenter et Moser (1983) afin d'observer quels types de procédures étaient le plus utilisées par les élèves pour résoudre différents types de problèmes. Notre attention sera portée particulièrement sur les deux dernières colonnes (rappel direct et dérivé). Celles-ci font référence à l'utilisation des tables pour résoudre un problème. Le rappel direct étant le recours au répertoire mémorisé (8-3=5) et le dérivé passe par le répertoire mémorisé mais indirectement (8-3 = 6-3+2).

Tableau II: Relations entre structures des problèmes et procédures : résultats d'une étude longitudinale (traduction libre)

			Soustractives		Additives		Mise en correspondance	Récupération	
Problèmes	Niveau	% de réussite	Séparer de	Compter vers l'arrière à partir de	Ajouter	Compter vers l'avant à partir de		Rappel direct	dérivé
<u>Séparation</u> Résultat inconnu	CP	61%	68	1	1	3	0	1	2
	CE1	83%	34	8	1	10	0	20	9
	CE2	95%	9	3	1	12	0	54	13
<u>Réunion</u> Transformation inconnue	CP	57%	2	0	42	12	1	2	4
	CE1	93%	1	2	18	31	0	25	16
	CE2	95%	0	1	6	27	1	48	14
<u>Comparaison</u> Différence inconnue	CP	41%	8	0	3	9	30	1	1
	CE1	70%	11	6	2	17	14	19	7
	CE2	89%	3	3	2	4	2	52	17
<u>Combinaison</u> Partie inconnue	CP	45%	45	0	4	3	0	2	2
	CE1	78%	36	5	0	11	0	20	14
	CE2	91%	6	1	0	13	0	53	18

(d'après Carpenter et Moser, 1983, p.24)

Les résultats présentés dans le tableau II indiquent que près de la moitié des élèves de troisième année (CE 2) ont recours au rappel direct des tables afin de résoudre un problème, peu importe de quel type il est. C'est environ deux fois plus d'élèves qu'en deuxième année (CE1). Les élèves de première année (CP) ont, quant à eux, très rarement recours à cette procédure pour résoudre un problème. Notre étude, s'intéressant plus particulièrement aux élèves de deuxième année, doit tenir compte de cette étude de Carpenter et Moser (1983) puisque lorsque les élèves seront face au jeu, ils n'auront pas nécessairement recours à l'utilisation du répertoire mémorisé. Ils pourront jouer en utilisant d'autres procédures qui devraient les amener graduellement à avoir recours au répertoire mémorisé.

Carpenter, Hiebert et Moser (1983, dans Fayol, 1990) se sont également intéressés à différentes procédures utilisées par des élèves de première année (CP) afin de résoudre différents types de problèmes. Ils ont observé les procédures utilisées par un groupe de 43 élèves en début d'année scolaire ainsi que ce même groupe en fin d'année scolaire. Les résultats quantitatifs de cette étude se retrouvent au tableau III de la page 27.

Tableau III : Types de problèmes et procédures de résolution utilisées par des enfants de CP en début et fin d'année scolaire.

Problèmes	Période de l'année	Séparer	Compter à rebours	Ajouter à	Compter vers le haut	Correspondance	Faits numériques ou dérivés
Séparation	Début	19	9	0	0	4	5
	Fin	22	6	0	0	0	4
Combinaison	Début	9	3	10	3	4	4
	Fin	25	0	3	0	1	6
Comparaison	Début	8	0	2	3	17	4
	Fin	22	2	0	2	7	2
Égalisation	Début	9	0	5	1	15	6
	Fin	19	2	5	2	7	3

(d'après Carpenter, Hiebert et Moser, 1983 pp. 59 et 64, dans Fayol, 1990 p. 200)

Ce qui demeure surprenant dans le tableau III, c'est qu'outre les problèmes de type combinaison où l'on remarque que deux élèves de plus, en fin d'année, ont eu recours aux faits numériques (répertoire mémorisé), pour tous les autres types de problèmes, moins d'élèves ont recours à cette procédure en fin d'année. La procédure qui se présente comme étant la plus populaire est celle qui consiste à séparer, c'est-à-dire selon Fayol (1990) : « le sujet fabrique l'ensemble le plus grand, enlève ensuite le plus petit et compte ce qui reste. » (Fayol, 1990, p.158) Le recours au répertoire mémorisé ne semble pas s'avérer une stratégie populaire auprès des élèves de première année ni en début, ni en fin d'année.

Tel que nous l'avons présenté, le recours au répertoire mémorisé n'est pas l'approche la plus utilisée. C'est surtout en troisième année que les élèves s'en servent plus spontanément pour résoudre différents problèmes. Il serait alors souhaitable que les élèves de deuxième année maîtrisent les résultats du répertoire mémorisé afin, entre autres, d'y avoir recours en résolution de problèmes. De plus, tel que mentionné dans l'introduction, la maîtrise du répertoire mémorisé permet d'alléger la charge de la mémoire à court terme (ERMEL, 2001). Ainsi, l'enfant qui maîtrise le répertoire mémorisé n'a pas à se demander comment trouver la somme ou la différence de deux nombres, il peut plutôt concentrer ses efforts sur le rôle que doit jouer l'opération pour résoudre le problème. Il y a également tous les apprentissages d'additions et soustractions en colonne avec des nombres plus grands qui peuvent causer problème aux enfants qui ne maîtrisent pas bien le répertoire mémorisé, tout comme l'apprentissage des multiplications, divisions et fractions.

Différentes approches ou stratégies peuvent être proposées aux élèves afin de leur enseigner le répertoire mémorisé. Nous désirons présenter des approches qui respectent les principes constructivistes et les orientations de la didactique des mathématiques présentés précédemment. D'abord, pour permettre aux enfants de maîtriser le répertoire mémorisé, Charnay *et al.* (1995) proposent que la répétition pourrait mener à la maîtrise des résultats, surtout si elle s'inscrit dans un contexte motivant, comme dans le cadre de **jeux**.

Tel que mentionné dans l'introduction, le groupe ERMEL (2001) suggère également que les activités d'entraînement ne devraient pas être associées à des activités ennuyantes. Puisqu'elles sont toutefois indispensables, pourquoi ne pas les varier ? Il est envisageable de faire des activités collectives, sous forme d'exercices oraux proposés à l'ensemble de la classe. Il peut également y avoir des exercices de calcul écrits à l'intérieur d'un temps limité. Il est aussi possible de procéder à des **jeux** en petits groupes. « Il existe de nombreux jeux de calcul qui permettent et motivent la mémorisation de certains résultats ou la pratique de certaines procédures. » (ERMEL, 1995, p. 17). Ces jeux doivent avoir des règles simples et des objectifs d'entraînement précis. Il est possible de procéder à des exercices écrits, prévus pour des travaux individuels.

Bref, nous retenons ici qu'il est possible pour l'élève de maîtriser le répertoire mémorisé. Il peut y parvenir en procédant selon ses capacités de mémorisation, habitudes ou connaissances. Il a également la possibilité d'utiliser ses propres stratégies. Parmi les différents moyens pédagogiques existants, le **jeu** semble pertinent puisqu'il tend, entre autres, à respecter la perspective théorique du socioconstructivisme. De plus, suite aux différentes théories de l'apprentissage numérique, nous relevons l'importance de permettre à l'enfant qui en a besoin, de compter à l'aide de collections-témoins. Le choix du jeu devra tenir compte des différents niveaux des élèves, d'où la nécessité de présenter un jeu qui s'inscrit à l'intérieur de la zone proximale de développement de l'enfant et qui respecte l'approche socioconstructiviste.

2.3 Le jeu

Étant donné notre décision d'exploiter une approche orientée par le jeu, pour favoriser l'apprentissage du répertoire mémorisé, cette section sera consacrée entièrement au jeu. Quelques définitions de ce qu'est un jeu seront proposées, différentes théories du jeu seront observées et il y aura présentation de ce que le jeu peut permettre de développer chez l'enfant. Puis, nous poursuivrons avec les bienfaits du jeu pour les apprentissages mathématiques.

2.3.1 Définitions du jeu

D'abord, le dictionnaire Larousse (2002) définit le jeu comme : « 1-Activité non imposée à laquelle on s'adonne pour se divertir, en tirer un plaisir. 2- Activité de loisir soumise à des règles conventionnelles, comportant gagnant(s) et perdant(s) et où interviennent les qualités physiques ou intellectuelles, l'adresse, l'habileté ou le hasard. » (p.568). Le dictionnaire actuel de l'éducation (1993) donne la définition suivante du jeu éducatif: « Jeu conçu pour susciter l'acquisition de connaissances et le développement d'habiletés chez l'apprenant. » (p.766) . Hugon-Derquennes (1977, dans De Grandmont, 1989) fait allusion au plaisir du jeu qui est celui de la liberté et de la découverte personnelle. Bref, comme le mentionne Criton (1997), il n'est pas facile de définir formellement ce qu'est un jeu. De Grandmont (1989) ajoute que la définition donnée à un jeu est teintée des orientations de la personne qui le définit, puisque le jeu est un acte total et global de l'individu. Dans le cadre de cette recherche, nous retiendrons principalement que notre jeu doit être plaisant pour l'enfant. Il devra également comporter des règles et il sera possible de déterminer un gagnant. De plus, il sera conçu afin de susciter l'acquisition de connaissances, le répertoire mémorisé.

Criton (1997) tente de définir quels types d'activités mathématiques peuvent constituer un jeu. Il mentionne alors que les principales activités d'un mathématicien sont la résolution de problèmes et la construction de théories. Il ajoute que dans le jeu mathématique, c'est la résolution de problèmes qui est prépondérante. Cependant, il faut respecter quelques conditions, selon Criton, pour qu'un problème soit considéré comme un jeu : il doit d'abord être accessible au plus grand nombre (formulé dans un langage courant), poser un défi à celui qui le lit (susciter la curiosité) et finalement, amuser, distraire.

Brousseau (1986) propose également certaines conditions à respecter pour qu'un jeu assure le développement de l'enfant. Premièrement, le jeu doit permettre à l'élève d'évaluer la réussite ou l'échec de son action (ce n'est pas seulement l'enseignant qui juge la réussite ou l'échec de l'action de son élève). Deuxièmement, il doit aussi être possible pour le joueur de recommencer l'action en cas d'échec pour vérifier si c'est un mauvais hasard, et d'explorer d'autres possibilités. Troisièmement, les élèves doivent formuler eux-mêmes leurs stratégies et les justifier selon la réussite ou l'échec de celles-ci.

Suite à l'énumération de ces quelques conditions proposées par Criton (1997) et Brousseau (1986) qui seront utiles dans le choix du jeu, nous aborderons maintenant les théories du jeu.

2.3.2 Théories du jeu

Bien qu'il existe de nombreuses théories portant sur le jeu (surplus d'énergie (Spencer, 1860) ; exercice préparatoire (Gross,1900) ; théorie du jeu d'Erikson (1977)), la théorie établie par Piaget (à l'intérieur de laquelle il identifie différentes catégories de jeux) sera retenue pour cette recherche.

La psycho-génétique, développée par Jean Piaget (1945), voit dans le jeu l'expression et la condition du développement de l'enfant. À chaque étape de son développement se retrouve un certain type de jeu. Il ajoute que le jeu constitue un révélateur de l'évolution mentale de l'enfant. Piaget (1976) propose une classification des stades de développement du jeu. Selon cet auteur, l'enfant organise sa pensée en passant par des étapes successives d'organisation qui s'engendrent successivement. Piaget distingue trois grandes catégories de jeux à l'intérieur de cette conception structuraliste de l'intelligence. Le tableau IV présente les stades de développement du jeu à l'intérieur des trois catégories de jeu ainsi qu'une description de celles-ci.

Tableau IV : Stades de développement du jeu

Jeu sensori-moteur (0 à 2 ans)	Au début de ce stade, Piaget mentionne que les activités de l'enfant ne sont pas réellement des jeux puisqu'elles consistent principalement en un développement réflexe, que d'autres auteurs appellent jeux fonctionnels. Piaget indique que le jeu commence lorsqu'il y a l'ajout d'un rapport avec l'entourage.
Jeu symbolique (2 à 7 ans)	C'est à ce stade que se développe l'activité imaginative (faire semblant...). L'enfant a atteint ce stade lorsqu'il peut opérer toutes sortes de combinaisons symboliques : reproduction d'événements de la vie quotidienne, histoires imaginées, participation aux jeux de rôle.
Jeu de règles (vers 7 ans)	L'enfant peut, à ce stade, se représenter le changement d'une situation en une autre, tant dans ses activités ludiques que dans le domaine relationnel.

Piaget (1976)

En plus des stades de développement du jeu, Piaget propose une catégorisation des jeux : jeu de manipulation (ou d'exercices), jeu symbolique, jeu organisationnel (de règles), jeu de construction. Dans le cadre de la présente recherche, nous nous intéresserons au jeu de règles. Ce type de jeu comporte des règles à suivre, chaque enfant a un rôle bien défini et interdépendant. Ce jeu développe l'autonomie et la coopération. Avant d'arriver à ce que les enfants soient capables de jouer ensemble avec plaisir et respectent les règles d'un jeu (atteindre le stade du jeu de règles), ils doivent franchir quelques étapes. D'abord, le jeune enfant qui joue invente ses propres règles, faites pour lui. Ce n'est que lorsque l'enfant tente de gagner contre son adversaire que le jeu devient social. C'est seulement ensuite qu'il pourra jouer avec les autres en tentant de prévoir les situations possibles du jeu afin de gagner, tout en respectant les règles.

2.3.3 Jeu et développement de l'enfant

Piaget et Vygotsky se sont intéressés à la contribution du jeu sur le développement cognitif de l'enfant. En fait, puisque l'enfant est engagé dans un processus complexe du jeu où il doit faire appel à son sens de l'observation, son jugement personnel, il fait inconsciemment des retours sur ses connaissances antérieures. De plus, l'enfant est appelé à anticiper la suite du jeu et ce que son adversaire fera s'il veut demeurer dans une position pour gagner.

Selon la théorie du développement de l'intelligence de Piaget (1970), le jeu offre la possibilité à l'enfant de créer des liens entre son expérience, sa connaissance et sa compréhension. L'enfant part de ses connaissances antérieures pour construire de nouvelles connaissances. Vygotsky (1978) accorde également de l'importance au jeu dans sa théorie. Cet auteur note une progression dans les stades du jeu de l'enfant, vers les jeux de règles. Vygotsky ajoute que la culture et les interactions sociales sont essentielles au développement du jeu. C'est également cet auteur qui propose, tel que mentionné précédemment, une zone proximale de développement. C'est à l'intérieur de cette zone que l'enfant peut résoudre des problèmes avec un peu d'aide (d'un pair ou d'un adulte). Elle représente l'écart entre ce que l'élève peut faire seul et ce qu'il peut faire avec un peu de soutien. Cette notion de zone proximale de développement implique donc que l'enseignement doit être approprié à l'enfant en proposant un défi (un conflit cognitif) raisonnable.

Notre jeu, devra alors se situer à l'intérieur de la zone proximale de développement afin qu'il contribue au développement cognitif de l'enfant. Il sera alors essentiel de vérifier au préalable quelles sont les connaissances du répertoire mémorisé des enfants afin que notre jeu représente un réel défi qui ne soit ni trop exigeant, ni trop facile.

2.3.4. Jeu et apprentissages mathématiques

Bednarz, Bourdage, Charpentier, Lartigau, Poirier, Sauvé, Taillon, et Tourigny (2002) se sont questionnés à propos de l'utilité d'un jeu pour l'apprentissage de notions mathématiques. Il est important de ne pas choisir un jeu de façon aléatoire, mais plutôt de s'assurer qu'il tend à viser le développement des compétences souhaitées. L'enseignant a une grande responsabilité en ce qui a trait à la façon dont le jeu est exploité en classe.

Le jeu permet également de donner davantage de sens aux mathématiques, puisqu'il permet une liaison entre l'expérience, la connaissance et la compréhension de l'enfant. La coopération qui peut émerger entre pairs peut provoquer dans certains cas un conflit socio-cognitif qui est propice à l'apprentissage. Il peut également être intéressant de revoir une notion sous une forme nouvelle, le jeu, afin de favoriser le réinvestissement et/ou l'enrichissement des connaissances (Bortuzzo, 2002 dans Tourigny, 2004).

Faradji (2005) mentionne que le jeu permet de créer entre les joueurs une relation d'équilibre. Il ajoute que les jeux mathématiques se rapprochent de l'activité scolaire parce qu'ils induisent l'un et l'autre une atmosphère propice à la concentration et au dépassement de soi. Ils sont facteurs de progression personnelle. Faradji indique que l'utilisation de jeux permet de réaliser d'autres apprentissages tels que l'apprentissage de la coopération, l'apprentissage de l'expression de la pensée ainsi que l'apprentissage de la démonstration et de l'argumentation.

Bortuzzo et Poirier (2002) soulignent l'importance des interactions sociales qui peuvent se produire lorsque les enfants jouent. Elles ajoutent entre autres qu'un élève qui apprend, qui développe de nouvelles stratégies, en est un qui reçoit des explications, qui prend part aux discussions, qui argumente et qui est amené à préciser le choix de ses stratégies.

En plus des auteurs précédents, d'autres chercheurs se sont intéressés à l'apprentissage par le jeu et les mathématiques. Nous ferons une brève description et analyse de leurs recherches qui seront utiles afin de justifier quelques-uns de nos choix méthodologiques.

2.4 Recherches empiriques portant sur l'apport du jeu

Un bref résumé de quatre recherches (Ortiz, 2003 ; Tourigny, 2004 ; Dumais, 2005 ainsi que Bortuzzo et Poirier, 2002) ayant contribué à l'avancement des connaissances en didactique des mathématiques est présenté. Toutes ces recherches ont utilisé une approche par le jeu afin de permettre aux élèves le développement de connaissances. Nous synthétiserons ensuite ces recherches dans un tableau qui nous sera utile pour en faire une analyse par la suite.

Ortiz (2003) s'est intéressé à l'apprentissage par le jeu principalement pour la motivation et le plaisir qu'il procure en plus de sa grande utilité pour permettre aux enfants de pratiquer différentes procédures. Ortiz ajoute également que le jeu peut aider l'élève à développer et à comprendre des stratégies algébriques. Son principal objectif est de décrire le développement d'un jeu éducatif appelé « Survivor » et de mesurer les effets de ce jeu sur l'apprentissage des opérations de bases, l'exploration de nouvelles idées mathématiques, la pensée algébrique et les différents niveaux de compréhension. Cette recherche a été effectuée dans une école publique de la Floride au printemps 2002. Les élèves étaient répartis dans les classes de façon aléatoire. La recherche est effectuée auprès de six groupes volontaires, du préscolaire à la cinquième année inclusivement.

Pour sa méthodologie, Ortiz (2003) utilise un prétest et un post-test dont le niveau de difficulté est établi avec l'enseignant. Durant le prétest, les élèves peuvent manipuler ou utiliser d'autres stratégies pour trouver le résultat. L'accent est davantage mis sur la compréhension que sur la vitesse. À la suite du prétest, les élèves du premier cycle ont joué en sous-groupes formés au hasard à cinq reprises. À toutes les fois, ils jouaient environ 35 minutes, changeaient de coéquipiers au moins une fois et toute la classe jouait en même temps. À la fin des cinq périodes de jeu (étalées sur deux semaines), le post-test a été administré. Les données quantitatives recueillies ont été traitées statistiquement.

Suite aux observations et analyses, Ortiz (2003) conclut que l'écart entre les résultats du prétest et du post-test au préscolaire et en première année suggère que le jeu a eu un effet positif sur ces élèves dans le domaine de l'apprentissage de base des additions. En deuxième année, les élèves ont également été affectés positivement par le jeu. En ce qui concerne le deuxième cycle, les résultats n'indiquent pas qu'il y a eu une amélioration. Le chercheur croit que les élèves auraient eu besoin de comprendre davantage l'usage des variables dans une multiplication, ce qui a faussé les résultats. Il ajoute finalement que l'usage du jeu aura permis aux élèves de pratiquer leurs opérations dans un environnement motivant et qui comporte un défi. Le jeu a principalement été utile aux élèves du préscolaire et du premier cycle.

Tourigny (2004) propose une intervention en milieu défavorisé s'articulant sur le jeu et visant le développement de compétences mathématiques (tel que demandé par le programme de formation de l'école québécoise). L'expérimentation a été effectuée dans une classe de troisième année d'une école identifiée en milieu défavorisé de la commission scolaire de Montréal. Il s'agit d'une recherche collaborative.

L'intervention a été d'une durée de huit semaines à l'intérieur desquelles trois jeux ont été expérimentés. Chaque semaine comportait une période de jeux d'une durée d'une heure à une heure et demie. L'analyse des données s'est faite principalement à l'aide des observations notées des séances filmées, de quelques traces écrites des élèves et d'entretiens avec l'enseignante. Les jeux sélectionnés provenaient de la banque de jeux élaborée et analysée par l'équipe de Bednarz *et al.* en 2002, dont faisait partie Tourigny. Avant de faire jouer les élèves, l'enseignante mettait en place une structuration sociale afin de favoriser les interactions sociales entre les élèves. Les jeux pouvaient se jouer en grand groupe, en sous-groupes ou en équipes de deux. Les retours collectifs étaient privilégiés.

Plusieurs analyses sont effectuées, dont des analyses transversales par duo afin d'observer le développement des compétences mathématiques (résoudre une situation problème mathématique, raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques, communiquer à l'aide du langage mathématique). Chacun des jeux a également été analysé individuellement. Les résultats obtenus démontrent que suite au premier jeu (Barrage), deux des trois compétences ciblées ont été actualisées (résoudre des situations problèmes et communiquer à l'aide du langage mathématique). Le second jeu (Saute-mouton) a, quant à lui, permis d'observer l'actualisation des trois compétences mathématiques. Le dernier jeu (Cinq en ligne) fait ressortir des éléments différents des 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. » (Tourigny, 2004, p.110). Ce jeu a lui aussi permis d'observer l'actualisation de deux compétences mathématiques. Dans sa conclusion, Tourigny (2004) dresse les limites de sa recherche : la courte durée de l'intervention et le petit échantillon ont pu influencer les résultats obtenus.

Dumais (2005) propose une intervention axée sur le jeu en milieu préscolaire d'une école de la banlieue montréalaise. Son principal objectif est d'observer l'impact de quatre jeux pédagogiques sur le développement du concept de nombre chez des enfants du préscolaire. Les jeux choisis se jouent en équipe de quatre afin de favoriser les conflits cognitifs qui peuvent survenir lors des rencontres, des périodes de jeux. Les interactions entre l'enseignante et les équipes de jeux ainsi qu'entre les joueurs eux-mêmes sont encouragées et souhaitées.

Avant de faire jouer les élèves, une entrevue diagnostique a été effectuée auprès de ceux-ci. Cette entrevue voulait mesurer le degré de maîtrise du concept de nombre des enfants. Par la suite, quatre jeux différents ont été présentés. Les élèves étaient répartis en équipe de quatre et conservaient toujours la même équipe, même lors de changement de jeux. Durant les périodes de jeu, les élèves étaient filmés. Lorsque tous les jeux ont été joués à quelques reprises par toutes les équipes, une seconde entrevue diagnostique a été effectuée afin d'observer si la maîtrise du concept du nombre des élèves était supérieure à celle observée lors de la première entrevue. De plus, tout au long de l'expérimentation, la chercheuse a modifié quelques règlements à ces jeux afin que le niveau de difficulté corresponde à la zone proximale de développement des élèves.

En conclusion, Dumais (2005) précise que

> *« les aspects du concept de nombre travaillés à chaque jeu ont permis de développer davantage ces mêmes connaissances ou habiletés mathématiques chez les enfants à la deuxième entrevue. Inversement, les aspects moins travaillés comme la conservation du nombre ou les comparaisons de collections réelles et dessinées se sont un peu moins développés chez les enfants. »* (Dumais, 2005, p. 380)

Ainsi, les jeux ont permis aux élèves de développer des connaissances. Cependant, le choix des jeux et de leurs règlements demeure une priorité. De plus, le rôle de l'enseignant face aux conflits que peuvent rencontrer les équipes est primordial. Il doit proposer aux élèves différentes stratégies pour résoudre leurs problèmes. L'enseignant doit aussi questionner les élèves afin de favoriser les interactions entre les joueurs de l'équipe. Dumais a également remarqué que l'équipe où les élèves s'étaient le plus améliorés est celle où les encouragements et les échanges positifs étaient les plus présents.

Bortuzzo et Poirier (2002) se sont intéressées à l'importance du jeu dans l'acquisition du concept de nombre en classe de maternelle. Une étude a été menée au printemps 2001 dans une classe de maternelle de seize élèves, d'une école de la commission scolaire de Montréal. L'objectif de cette recherche était d'élaborer et de mettre à l'essai des jeux qui devaient soutenir le développement du concept de nombre ainsi que de ses composantes, chez des élèves de maternelle. Pour la méthodologie, des entrevues individuelles ont précédé les périodes de jeux. Ces entrevues ont permis de dresser un portrait général de l'acquisition du concept de nombre. Elles questionnaient les enfants entre autres sur la connaissance de la comptine des nombres, sur le dénombrement de collections réelles et dessinées, sur la conservation du nombre, sur la comparaison de deux collections ainsi que sur la connaissance de l'aspect ordinal du nombre. Suite aux résultats obtenus, trois différents jeux ont été élaborés et mis à l'essai. Chacun des jeux comportait des objectifs différents et devaient tous être joués en équipe. Quatre groupes différents de quatre élèves chacun ont été créés. Ces équipes sont demeurées les mêmes tout au long des différentes périodes de jeux. Afin de maintenir un certain équilibre, se retrouvaient à l'intérieur des groupes, un élève fort, un moyen et un faible.

Parmi les trois jeux sélectionnés, le « jeu du 15 » présentait différents objectifs : faire la somme de deux dés, faire le compte de jetons accumulés (dénombrer une collection, garder en mémoire une quantité, connaître la suite des nombres). Une première partie a été jouée avec chacun des groupes. Cette séance où chaque équipe a participé a été enregistrée sur cassette. Par la suite, les enfants ont joué avec l'enseignante une fois par semaine durant quatre semaines. Finalement, les chercheuses sont retournées en classe pour une dernière partie qui a aussi été enregistrée. C'est à partir des différents enregistrements que les analyses de différentes stratégies utilisées par les élèves ont été effectuées. Suite à une première analyse, Bortuzzo et Poirier (2002) remarquent que les stratégies des élèves ont évolué entre la première et la dernière partie jouée. Elles notent que les enfants ont fait plus rapidement la somme des deux dés, ils avancent leur pion plus rapidement et ils ont plus de facilité à accumuler les jetons.

Une analyse plus approfondie des stratégies utilisées par les élèves a également été menée. Celle-ci démontre également une progression dans l'utilisation des stratégies. Cette progression a aussi été observée pour les autres jeux. Cela a amené les chercheuses à se questionner : « cette progression dans l'utilisation des stratégies (qui s'est avérée aussi dans les 2 autres jeux) et une meilleure réussite au cours de la dernière partie jouée se limitent-elles aux jeux ou se transfèrent-elles à d'autres situations ? » (Bortuzzo et Poirier, 2002, p. 28). Suite à cette interrogation, Bortuzzo et Poirier ont refait l'entrevue sur le concept du nombre une semaine après la fin des séances de jeux. Le tableau V présente ce qui a été remarqué :

Tableau V : Quelques résultats des élèves lors des deux entrevues

Expérimentation du jeu et stratégies utilisées	Entrevue préalable	Entrevue finale
Conservation	9	15
Dénombrement		
Concret	3	16
Dessiné	6	9
Comparaison		
Se fie à l'apparence	8	1
Connaît l'ordre des nombres	12	15
Ordre des nombres		
+1	11	13
-1	9	13
-2	2	9
L'ajout ou le retrait amène un changement de dizaine	0	5

(Bortuzzo et Poirier, 2002, p.28)

Globalement, une évolution a été remarquée dans les réponses des élèves à la seconde entrevue. Bien que les élèves n'aient pas tous évolué de la même façon, ils ont fait des progrès vers la maîtrise du concept de nombre. Les chercheuses ajoutent également que les élèves qui ont le moins bien réussi lors de la première entrevue sont ceux qui ont le plus progressé. Dans leur conclusion, Bortuzzo et Poirier (2002) mentionnent que le jeu peut devenir source de motivation puisque tous les élèves ont à cœur de gagner. Ils peuvent alors vouloir raffiner leurs stratégies pour qu'elles deviennent plus performantes. Outre la motivation, l'importance des interactions sociales dans le développement de nouvelles connaissances a été observée. Ainsi, tel que mentionné précédemment : « L'élève qui apprend, qui développe de nouvelles stratégies est celui à qui l'on explique, avec qui l'on discute, argumente, et qui est amené à expliquer et à justifier ses stratégies. » (Bortuzzo et Poirier, 2002, p.30).

Le tableau VI de la page suivante présente les caractéristiques générales des différentes recherches. Celles-ci seront utiles pour observer des liens entre les différentes recherches et pour guider nos choix méthodologiques.

Tableau VI : Recherches empiriques portant sur le jeu et l'apprentissage mathématique

Auteur (année)	Bortuzzo et Poirier (2002)	Ortiz (2003)	Tourigny (2004)	Dumais (2005)
Lieu	Montréal	Floride	Montréal	Montréal
Age des sujets	5-6 ans	5 à 11 ans	8-9 ans	5-6 ans
Niveau	Maternelle	Maternelle à 5e	3e année	Maternelle
Méthodologie	Entrevues avant les périodes de jeu / séances de jeux enregistrées (trois jeux différents) (jeux en équipe de quatre) / entrevues après les périodes de jeu	Prétest et post-test / séances de jeux non enregistrées (un jeu) (équipes aléatoires) /	Trois jeux différents. Séances de jeux filmées (jeux individuels, en équipe)	Entrevues diagnostiques avant les jeux / séances de jeux filmées (quatre jeux) (jeux en équipe de quatre) / entrevues diagnostiques après les jeux
Notions travaillées	Acquisition du concept du nombre (comptine des nombres, dénombrement, reconnaissance globale, construction de collection, ordre des nombres, comparaison)	Opérations de base (0+0 à 10+8 en deuxième année avec les soustractions correspondantes)	Les trois compétences mathématiques	Développement du concept du nombre
Résultats	Progression des élèves quant à l'utilisation de stratégies. Jeu associé à la motivation. Importance des interactions sociales.	Résultats supérieurs au post-test pour les élèves de maternelle et premier cycle. Deuxième cycle avec résultats moins concluants (mauvaise compréhension du jeu). Le jeu permet la pratique des opérations et propose différents défis.	Trois compétences actualisées, amélioration dans les différentes compétences. Limites : durée, échantillon	Amélioration dans les équipes où les encouragements étaient présents. Importance du rôle de l'enseignant.

Bref, la recherche de Ortiz (2003) indique que le jeu peut permettre aux élèves de pratiquer le répertoire mémorisé dans un environnement motivant. Bortuzzo et Poirier

(2002) notent également que la motivation favorise l'apprentissage et que le jeu peut devenir source de motivation. De plus, les résultats obtenus par Ortiz au post-test étaient supérieurs à ceux du prétest. Il est donc possible que le jeu ait permis aux élèves de maîtriser davantage le répertoire mémorisé. La recherche de Tourigny (2004) a démontré, dans un échantillon restreint, que les interactions sociales provoquées par les jeux ont permis aux élèves de développer différentes compétences mathématiques. Bortuzzo et Poirier soulignent également l'importance des interactions sociales dans le développement de nouvelles connaissances. Puis, la recherche de Dumais (2005) insiste sur l'importance des relations entre les membres d'une équipe pour favoriser l'apprentissage. Nous remarquons ici que Tourigny, Bortuzzo et Poirier ainsi que Dumais s'intéressent aux relations entre les joueurs, aux conflits cognitifs qui peuvent être rencontrés. De plus, le rôle de l'enseignant demeure également une priorité.

En ce qui a trait à la méthodologie, Ortiz (2003) recueille principalement des données quantitatives puisqu'il s'intéresse essentiellement aux résultats obtenus au prétest en comparaison avec ceux du post-test. Ortiz observe donc les effets immédiats du jeu sur l'apprentissage des tables. Il vérifie s'il y a eu apprentissage mais il ne s'intéresse pas à vérifier si cet apprentissage est maintenu ou non suite à l'arrêt des périodes de jeu. De plus, Ortiz ne cherche pas à observer ce qui s'est passé durant les périodes de jeux. Pour notre recherche, nous souhaitons observer les différentes interactions qui peuvent survenir lors de ces périodes. De plus, nous désirons vérifier s'il y a maintien ou non de l'apprentissage après l'arrêt des périodes de jeu. Notre méthodologie sera davantage orientée comme celles des recherches où les séances de jeu ont été filmées ou enregistrées. Il sera alors possible de recueillir des données qualitatives afin d'observer ce qui se passe lors des périodes de jeu. De plus, Ortiz (2003) et Tourigny (2004) ont fait jouer les élèves en différentes équipes qui pouvaient varier d'une fois à l'autre. Pour notre projet, nous opterons plutôt pour une conservation des équipes tout au long des séances de jeu, comme l'ont fait Dumais (2005) et Bortuzzo et Poirier (2002). L'évolution des interactions entre les membres de chacune des équipes pourra alors être observée.

Avant de conclure ce chapitre qui expose notre cadre conceptuel, le tableau VII indique différentes caractéristiques à respecter pour notre jeu. Ces caractéristiques sont issues du présent cadre conceptuel ainsi que des différentes recherches présentées. Elles tiennent compte également de la didactique des mathématiques, du socioconstructivisme, des théories d'apprentissage, des théories et caractéristiques du jeu. Ces caractéristiques seront utiles pour l'élaboration de notre méthodologie qui se retrouve au chapitre suivant.

Tableau VII : Caractéristiques à respecter pour le choix du jeu :

Caractéristiques:	**Inspirées de :**
Jeu qui favorise les interactions sociales	Bednarz *et al.* (2002)
Jeu qui se situe à l'intérieur de la zone proximale de développement de l'enfant	Vygotsky (1978)
Jeu qui tient compte du stade de développement du nombre de l'enfant ; peut-il calculer ou a-t-il encore besoin d'un support visuel pour compter ?	Brissiaud (2003)
Jeu qui comporte des règles à suivre, où chaque enfant a un rôle bien défini	Piaget (1976)
Jeu accessible au plus grand nombre d'élèves qui propose un défi tout en étant amusant et distrayant	Criton (1997)
Jeu qui permet à l'enfant de formuler ses propres stratégies et de pouvoir vérifier si elles s'avèrent efficaces	Brousseau (1986)

2.5 Objectifs spécifiques de la recherche

La didactique des mathématiques aborde actuellement une approche constructiviste ou socio-constructiviste. Cette approche favorise l'apparition de conflits sociocognitifs qui peuvent faciliter l'apprentissage. Afin de favoriser la maîtrise du répertoire mémorisé, une approche par le jeu est proposée. Cette approche s'inscrit dans une épistémologie socio-constructiviste et permet de respecter la zone proximale de développement des élèves ainsi que leur rythme d'apprentissage, parce que notre jeu offrira différents niveaux de difficulté. Il sera également propice à l'apprentissage du répertoire mémorisé puisque les élèves auront la possibilité d'y avoir recours pour avancer dans le jeu. Bref, tous les concepts et théories que nous avons abordés à l'intérieur de ce chapitre serviront à l'élaboration de notre méthodologie. Juste avant de la présenter, nous désirons faire un rappel de nos objectifs de recherche :

1- Observer les effets d'une intervention fondée sur le jeu mathématique, sur l'apprentissage du répertoire mémorisé d'élèves de deuxième année du premier cycle primaire.

2- Décrire les types d'interactions qui se déroulent, dans les équipes, durant les périodes de jeu, afin d'observer l'impact possible de ces interactions sur le développement de connaissances du répertoire mémorisé chez des élèves de deuxième année du premier cycle.

Chapitre 3
Méthodologie

Suite à l'élaboration du cadre conceptuel, les balises à respecter, afin de proposer un jeu adéquat aux enfants qui pourrait favoriser la maîtrise du répertoire mémorisé, ont été établies. La méthodologie proposée tient compte des concepts présentés au chapitre précédent. À l'intérieur du présent chapitre, le contexte de l'intervention sera décrit. Les outils pour notre cueillette de données seront présentés. La façon dont seront traitées les données quantitatives et qualitatives recueillies sera expliquée. De plus, il y aura description de la mise en place de l'intervention.

3.1 Contexte

Pour débuter, nous donnons un aperçu général du contexte à l'intérieur duquel notre expérimentation a eu lieu. Nous présentons le portrait global de l'école, de la classe, ainsi que des sujets de notre intervention.

3.1.1 Description de l'école

L'école dans laquelle l'intervention a été effectuée est située à Ville-des-Laurentides. Construite en 1998, cette école accueille 306 élèves, de la maternelle à la quatrième année. Un directeur adjoint est présent à l'école une journée entière et quatre demi-journées, pour l'équivalent de trois jours par semaine. La directrice n'est jamais présente à l'école et les décisions relatives à l'école sont prises par le directeur adjoint. Située dans un secteur considéré défavorisé, l'école bénéficie du service d'une orthopédagogue à temps complet ainsi que d'une technicienne en éducation spécialisée environ vingt-six heures par semaine. Le club des petits déjeuners est présent à l'école afin de permettre à plus de quatre-vingt élèves de bénéficier d'un repas avant de commencer la journée. L'école offre également de l'aide aux devoirs trois fois par semaine à cinquante-cinq élèves. Notre choix s'est arrêté sur cette école d'abord, parce que c'est dans cet établissement que nous travaillons depuis 1998, mais surtout car nous connaissons les moyens utilisés pour l'enseignement du répertoire mémorisé. De plus, dans les années précédentes, nous avons pu constater que les élèves en fin de premier cycle éprouvaient des difficultés avec la maîtrise du répertoire mémorisé.

3.1.2 Description de la classe et des sujets

L'expérimentation a eu lieu dans une classe de deuxième année du premier cycle qui compte quinze élèves, six garçons et neuf filles. Parmi les élèves, il y en a quatre qui sont vus en orthopédagogie, à raison d'une ou deux périodes de quarante minutes par semaine. Trois d'entre eux travaillent en français et en mathématiques tandis qu'un élève travaille seulement en français avec l'orthopédagogue.

L'enseignante de cette classe compte douze années d'expérience en enseignement au primaire et est en deuxième année depuis l'ouverture de l'école en 1998. Nous connaissons cette enseignante qui, suite à la description de notre projet, a accepté volontairement que ses élèves participent à l'expérimentation.

À l'intérieur de cette classe, l'apprentissage du répertoire mémorisé est principalement laissé en leçons à la maison. Les « cartes éclair » sont également utilisées afin d'organiser des compétitions entre les élèves de la classe et même avec d'autres classes de deuxième année. Le jeu éducatif est très peu présent. Ils ont joué une fois au bingo. Les autres jeux sont des jeux libres, petites autos ou poupées par exemple, qui servent surtout le vendredi après-midi et qui ne sont pas utilisés avec l'intention d'atteindre un but précis.

Les sujets de l'expérimentation sont treize des quinze élèves de la classe, huit filles et cinq garçons. En fait, deux élèves de la classe ne font pas partie de l'expérimentation étant donné que le parent d'une élève n'a pas autorisé la chercheuse à utiliser les résultats de sa fille, ni à filmer en sa présence. Un autre élève a été absent lors du prétest et a manqué trois périodes de jeu. Les élèves participants sont âgés entre sept et huit ans. Le moins âgé a sept ans six mois et le plus âgé a huit ans sept mois. La moyenne d'âge est de sept ans neuf mois.

3.2 Cueillette des données

Afin de recueillir les données à analyser et à interpréter par la suite, divers outils ont été nécessaires. La sélection de ceux-ci a été faite en fonction des objectifs de recherche établis précédemment. Nous présenterons une description de ces outils qui ont permis la collecte de données quantitatives et qualitatives.

3.2.1 Outils pour données quantitatives

Dans cette partie, nous verrons comment le premier outil, le prétest, est établi. Ce prétest se retrouve à l'annexe 1. Nous présentons son utilité pour la cueillette des données quantitatives afin de répondre à notre premier objectif de recherche : observer les effets d'une intervention fondée sur le jeu mathématique, sur l'apprentissage du répertoire mémorisé d'élèves de deuxième année du premier cycle primaire.

Pour créer notre prétest, nous avons d'abord demandé à l'enseignante quelles parties du répertoire mémorisé avaient déjà été vues par les élèves, puisque l'expérimentation n'a pas eu lieu en début d'année scolaire, elle a débuté en mars 2006. Dans le cadre de la présente recherche, les élèves avaient vu les additions et soustractions du 7, c'est-à-dire, les nombres auxquels on additionne 7, pour que le résultat soit égal ou inférieur à 20, ainsi que les nombres auxquels on soustrait 7, le plus grand nombre étant 20. Ils ont également vu les additions du 8 (exemple :12+8=) ainsi que les additions et les soustractions associées aux nombres entre 0 et 6 inclusivement.

À l'intérieur du prétest, il y a trois sections distinctes. Dans la première section, il est demandé, par écrit, aux élèves de compléter des additions où le second terme est manquant (exemple : 4 + ___ = 10). Toutes les sommes ont le même résultat, dix. C'est suite à une discussion avec l'enseignante, que nous avons déterminé que le nombre utilisé pour le prétest serait le 10. Les complémentaires du dix se retrouvent au milieu de tous les complémentaires à apprendre en deuxième année et ils peuvent proposer de nouvelles stratégies pour apprendre les autres complémentaires. Le but de cette question est de vérifier si les élèves connaissent la complémentarité du nombre qui leur est proposé (par exemple, les complémentaires de 10 sont : 1 et 9, 2 et 8, 4 et 6, ... car lorsqu'on additionne les deux nombres, on obtient 10). Il y a en tout onze additions à compléter dans le prétest. Chacune d'entre elles sera évaluée individuellement et un point sera accordé par bonne réponse, pour un total de onze points. Notre jeu offrira la possibilité aux élèves de trouver les complémentaires du dix. Il est à noter que l'explication des règles du jeu se retrouve plus loin dans ce chapitre.

Dans la seconde section du prétest se retrouvent 15 additions et 15 soustractions. Tout comme pour la première section, un point par bonne réponse sera accordé pour un maximum alloué de 30 points. Parmi les opérations demandées, 60% sont des additions et soustractions qui ont déjà été demandées à l'étude par l'enseignante, puis 40% sont des additions et soustractions qui n'ont jamais été demandées à l'étude, mais qui font partie du répertoire à maîtriser en deuxième année. L'objectif de cette question est de déterminer quel est le niveau de connaissance du répertoire qui doit déjà être su, puis d'observer comment les élèves réussissent, ou non, lorsqu'ils sont face à de nouveaux calculs.

La dernière section du prétest propose quatre problèmes afin d'observer la capacité des élèves à trouver une solution (démarche et réponse). Pour la correction, quatre points seront accordés à la démarche et un point de plus à la réponse pour un total de 20 points. Cette question permet de placer les élèves dans un autre contexte où ils doivent effectuer un calcul où la maîtrise du répertoire mémorisé est utile. Il peut également être possible d'observer s'il semble y avoir un allègement de la charge de la mémoire à court terme (ERMEL, 2001). Le choix des problèmes de cette section s'inspire de différents types de problèmes proposés par Carpenter et Moser (1983) Le premier problème est de type comparaison. Par exemple : combien de poupées de plus ? Le second est de type réunion. Par exemple : combien de billes en tout ? Le troisième est de type comparaison. Par exemple : combien de plus que... ? Puis, le dernier problème combine deux types, réunion et séparation. Par exemple : combien coûtent ? et combien d'argent reste-t-il ou manque-t-il ?

Le prétest pourra également donner un aperçu du temps utilisé par les élèves pour répondre aux questions, puisque chaque section est administrée individuellement, avec des consignes précises. En effet, les élèves ont trois crayons différents à leur disposition : crayon à la mine, rouge et bleu. Pour la première section qui comporte onze complémentaires à trouver, les élèves ont une minute avec le crayon à la mine, une autre avec le crayon rouge et une dernière avec le crayon bleu. L'épreuve est chronométrée et les élèves sont observés afin de s'assurer qu'ils utilisent les bonnes couleurs selon les temps. Pour la seconde section où il y a trente additions et soustractions mélangées, le temps est réparti comme suit : trois minutes avec le crayon à la mine, puis deux autres avec le rouge et trois dernières avec le bleu. La dernière section qui comporte quatre problèmes est administrée un problème à la fois à l'intérieur duquel les élèves auront trois minutes en tout, une par couleur. L'objectif principal de l'utilisation des crayons de couleur est de comparer les temps obtenus lors du prétest avec ceux qui seront obtenus aux différents post-tests. Les élèves qui utilisent des stratégies comme le dénombrement d'objets, de collections-témoins ou qui comptent sur leurs doigts prennent habituellement plus de temps pour effectuer des opérations que les élèves qui se servent de stratégies comme le calcul ou le rappel en mémoire de résultats déjà maîtrisés.

Finalement, un autre objectif du prétest est de déterminer le niveau des élèves. Nous tentons de placer dans la même équipe des joueurs qui ne sont pas tous de même force afin que les plus faibles aient la possibilité de découvrir et d'exploiter les stratégies des plus forts. D'après les résultats obtenus dans la deuxième section du prétest, les élèves sont classés en catégories: « fort » s'ils ont un résultat entre 27/30 et 30/30, « moyen » si leur résultat se situe entre 23/30 et 26/30, « moyen-faible » avec un résultat entre 19/30 et 22/30 et « faible » s'ils obtiennent 18/30 ou moins. Ce prétest a également été présenté à une chercheuse en didactique des mathématiques, ainsi qu'à l'enseignante de la classe, pour vérifier que le niveau du test correspondait bien à celui des élèves.

Le prétest est administré par la chercheuse au retour de la semaine de relâche, en mars 2006. Ce test est effectué dans le local habituel de la classe à tout le groupe simultanément. L'enseignante demeure dans la classe, mais n'intervient en aucun cas. Les consignes des différentes sections sont données par la chercheuse. Celle-ci s'occupe aussi de vérifier le temps afin que les élèves changent la couleur des crayons qu'ils utilisent.

À la suite des périodes de jeu, différents post-tests sont administrés de la façon suivante. D'abord, suite à la dernière période de jeu, les élèves font un post-test immédiat, qui se retrouve en annexe 2. Ce post-test est exactement le même test qu'ils ont fait lors du prétest, avec les différents crayons de couleurs. L'objectif principal de ce post-test est de comparer les résultats avec le prétest afin d'observer si les élèves obtiennent de meilleurs résultats, des résultats égaux ou inférieurs au prétest, de regarder s'il semble y avoir une amélioration de la maîtrise du répertoire mémorisé. Il est également possible d'observer si la vitesse d'exécution est supérieure ou non à celle du prétest, s'ils utilisent des stratégies qui nécessitent moins de temps. Ce post-test sert également de guide afin de sélectionner quelques élèves, qui ont progressé ou régressé. Les équipes de jeu de ces élèves feront l'objet d'une analyse. Cette analyse est utile pour répondre au second objectif de recherche : décrire les types d'interactions qui se déroulent, dans les équipes, durant les périodes de jeu, afin d'observer l'impact possible de ces interactions sur le développement de connaissances du répertoire mémorisé chez des élèves de deuxième année du premier cycle. Il sera possible d'observer si les interactions sociales survenues lors des périodes de jeu ont pu influencer les résultats obtenus aux différents tests. Nous souhaitons également observer quels types d'interactions sont présents lors des périodes de jeu.

Un second post-test, le post-test 2, qui est en annexe 3, est proposé aux élèves environ trois semaines après la dernière période de jeu. L'objectif principal de ce test est d'observer si les résultats demeurent constants, s'ils progressent ou s'ils régressent, étant donné que les périodes de jeu ont cessé. Les sections sont semblables à celles du post-test immédiat. La première section présente les mêmes complémentaires du dix. La seconde section propose des opérations, 15 additions et 15 soustractions qui sont un peu différentes. Le niveau de difficulté est cependant demeuré sensiblement le même. Par exemple, 15+4 est devenu 15+3, 4+9 est devenu 5+9, 11-10 est devenu 11-11, etc. Il a été nécessaire de modifier cette section puisque les élèves ont continué de travailler le répertoire mémorisé à la maison. Le pourcentage d'opérations nouvelles avait diminué. Le second post-test propose des opérations qui respectent la proportion d'équations nouvelles (40%) et déjà étudiées (60%). La troisième section pose quatre problèmes dont la valeur des nombres proposés est différente mais dont l'énonciation des problèmes est identique. Par exemple, Carl a fabriqué 15 boules de neige devient Carl a fabriqué 10 boules de neige. L'utilisation des couleurs demeure pour vérifier le temps nécessaire pour répondre aux questions.

Un dernier post-test, post-test 3, qui se retrouve en annexe 4, est administré environ un mois après le deuxième post-test. Son objectif est le même que pour le second post-test. Il veut permettre la vérification du maintien des connaissances, l'amélioration ou la régression. Ce post-test est établi en apportant des modifications équivalentes à celle du post-test 2. Cependant, le pourcentage des opérations nouvelles et déjà vues dans la deuxième section est de 100% déjà vu. En effet, en raison de la période de l'année où est effectué ce test, tout le répertoire mémorisé a été demandé en étude à la maison.

Les différents post-tests sont administrés dans les mêmes conditions qu'au prétest, c'est-à-dire par la chercheuse, à tous les élèves dans leur local de classe.

3.2.2 Cueillette des données qualitatives

Afin de récolter des données de type qualitatif, nous avons recours à la vidéo. Ainsi, lors des périodes de jeu, tous les élèves sont filmés puisqu'à cette étape, nous ne savons pas encore quelles sont les équipes qui seront constituées des élèves qui auront le plus progressé et/ou régressé. L'observation est utile afin d'identifier les différentes interactions survenues lors des périodes de jeux. Tout au long de l'expérimentation, lorsque les élèves sont en train de jouer, une grille d'observations est remplie.

La grille d'observations se retrouve en annexe 5. Elle permettra de noter les informations qui semblent pertinentes. Par exemple, l'élève A ne sait pas que c'est à son tour de jouer. Bien que les séances vidéo soient analysées par la suite, la grille d'observations complétée durant l'action peut parfois permettre d'observer des détails qui ne seraient pas nécessairement perçus lors du visionnement. De plus, cette grille offre une sécurité en cas de bris de l'appareil vidéo en cours de jeu ou d'analyse.

La grille d'observations permet de déterminer si nous devons modifier le niveau de difficulté du jeu afin qu'il demeure dans la zone proximale de développement des élèves. Elle sert également à noter les points tournants des périodes de jeu, quelques échanges entre les élèves ainsi que les stratégies qu'ils utilisent.

Lors de la cueillette de ces données, les élèves se retrouvent dans un local hors de la classe, selon les disponibilités de l'école. Il y a le local de l'orthopédagogue, qui est très petit, trois élèves ont tout juste de l'espace pour s'asseoir côte à côte. La salle de conférence qui contient une grande table ronde pouvant accueillir 8 adultes a aussi été utilisée, tout comme la bibliothèque qui représente un grand espace. À toutes les périodes, la caméra utilisée est déposée sur une table ou un mobilier à l'arrière de la chercheuse. Les images captées permettent de voir les élèves à partir de leur tête jusqu'à la table de jeu.

3.3 Traitement prévu des données

Les données qualitatives et quantitatives recueillies seront analysées et interprétées au prochain chapitre. Il y aura ainsi traitement des données. La section suivante propose quelques pistes pour leur traitement.

3.3.1 Données quantitatives

Les traces écrites des élèves, c'est-à-dire le prétest et les différents post-tests constituent nos données quantitatives. Nous ferons la moyenne des différents tests. Nous analyserons également le temps nécessaire pour répondre aux questions. Ce traitement des données nous permet de situer chaque élève par rapport au reste du groupe puis, par rapport à lui-même, à la suite des différents post-tests. Ainsi, ce traitement des données quantitatives nous permettra de répondre à notre premier objectif de recherche : observer les effets d'une intervention fondée sur le jeu mathématique, sur l'apprentissage du répertoire mémorisé d'élèves de deuxième année du premier cycle primaire. Nous ajoutons un volet qualitatif à notre analyse de données quantitatives puisque notre attention portera également sur les différents types d'erreurs commises par les élèves ainsi que la fréquence de celles-ci.

3.3.2 Données qualitatives

Les séances vidéo ainsi que la grille d'observations constituent la façon dont nous recueillons les données qualitatives. Pour en faire le traitement, nous observons les extraits vidéo. Au fur et à mesure de l'écoute des extraits, nous notons nos observations en ce qui a trait au contenu mathématique observable et aux gestes mathématiques. Nous nous intéressons également aux différentes interactions sociales.

Lors de la correction du post-test immédiat, trois élèves sont sélectionnés. Ceux-ci sont répartis dans deux équipes, qui feront l'objet d'une analyse de chaque période de jeu. Les équipes choisies sont celles où l'on peut remarquer une amélioration de la part d'au moins un élève et/ou il n'y a pas eu d'amélioration, même une régression de la part d'au moins un élève. Les observations des séances de jeu filmées ont été notées selon ce qui était vu ou entendu lors de l'écoute des vidéo.

Les observations retenues sont codées à l'aide d'un codage mixte, soumis à un contre-codeur, afin d'assurer la fidélité et la validité des codes choisis. Ce codage est effectué à partir du logiciel Word où les éléments retenus sont notés, puis ce qui est pertinent est mis en caractère gras. Finalement, un code est attribué en italique. La liste des codes est créée suite à une première observation des comportements et gestes observables lors des séances vidéo. Cette liste est présentée à l'intérieur du tableau VIII de la page 51. Ce tableau présente une définition des différents codes ainsi qu'un exemple pour chacun.

Tableau VIII : Liste de codes

Codes	Explication du code	Exemple
jse	L'élève joue sans donner d'explication	L'élève place un domino sans rien dire
Jdo	L'élève joue en décrivant l'opération	L'élève place un domino en disant : « 7 et 3 ça fait 10 »
Oja	L'élève observe le jeu d'un autre joueur	L'élève regarde le jeu d'un autre joueur
Vjp	L'élève vérifie ce qu'un autre joueur a placé	L'élève vérifie si le domino placé par un autre est au bon endroit
Drse	L'élève donne une réponse à un joueur sans explication	L'élève dit à un autre élève quel domino placer sans lui expliquer pourquoi
Drav	L'élève donne une réponse à un joueur avec une explication	L'élève dit à un autre élève quel domino placer en lui expliquant la raison. (ex : 6 avec 4 donne 10)
R1	L'élève découvre une erreur qu'il a commise	L'élève s'aperçoit lui-même qu'il a placé un domino au mauvais endroit
R2	L'élève ne s'aperçoit pas d'une erreur qu'il a commise	L'élève place un domino au mauvais endroit sans s'en apercevoir
R4	L'élève ne sait pas que c'est à son tour de jouer	L'élève ne sait pas que c'est à lui de jouer
Er	L'élève explique ou rappelle une règle du jeu	L'élève mentionne une règle du jeu (ex : il faut que le total donne 10)
Jpa	L'élève joue pour un autre joueur sans explication	L'élève place le domino d'un autre élève sans expliquer pourquoi
Jmt	L'élève joue au mauvais tour (ce n'est pas à lui)	L'élève place un domino de son jeu mais ce n'est pas son tour de jouer
A1	L'élève fournit une explication qui aide un autre joueur	L'élève explique, en comptant par exemple, que 3 et 7 font 10
A3	L'élève demande de l'aide	L'élève demande aux autres élèves s'ils peuvent l'aider
A5	L'élève offre son aide	L'élève propose d'aider un autre élève
A7	L'élève refuse l'aide d'un autre joueur	L'élève ne veut pas qu'un autre élève l'aide
As	L'élève aide un autre élève en fournissant une stratégie	L'élève explique une stratégie (ex : tu peux regarder des deux côtés des dominos placés)
cd	L'élève compte sur ses doigts	L'élève compte sur ses doigts
G1	L'élève déplace le domino d'un autre joueur	L'élève déplace un domino déjà placé par un autre joueur (parce qu'il est au mauvais endroit)
dep	L'élève place le premier domino	L'élève est le premier à jouer
ich	Intervention de la chercheuse	La chercheuse intervient dans le jeu

Bref, la grille d'observations et la liste de codes sont utiles afin de répondre à notre second objectif de recherche : décrire les types d'interactions qui se déroulent, dans les équipes, durant les périodes de jeu, afin d'observer l'impact possible de ces interactions sur le développement de connaissances du répertoire mémorisé chez des élèves de deuxième année du premier cycle.

3.4. Choix du jeu

Le jeu utilisé pour l'intervention est maintenant présenté. Il provient de la banque de jeux pour l'apprentissage des mathématiques (Bednarz *et al.* 2002). Ses règles seront expliquées et une analyse des compétences qu'il tend à développer sera effectuée.

3.4.1 Règles du jeu

Ce jeu, d'inspiration du domino traditionnel, propose à l'enfant d'ajouter un domino à la chaîne, non pas parce que la valeur du nombre sur une des deux cases est équivalente à celle d'une autre case déjà en place, mais plutôt pour que la somme ou la différence des deux cases de deux dominos distincts donne le résultat demandé au préalable par l'enseignante, dans ce cas-ci, dix. (Les dominos se retrouvent en annexe 6).

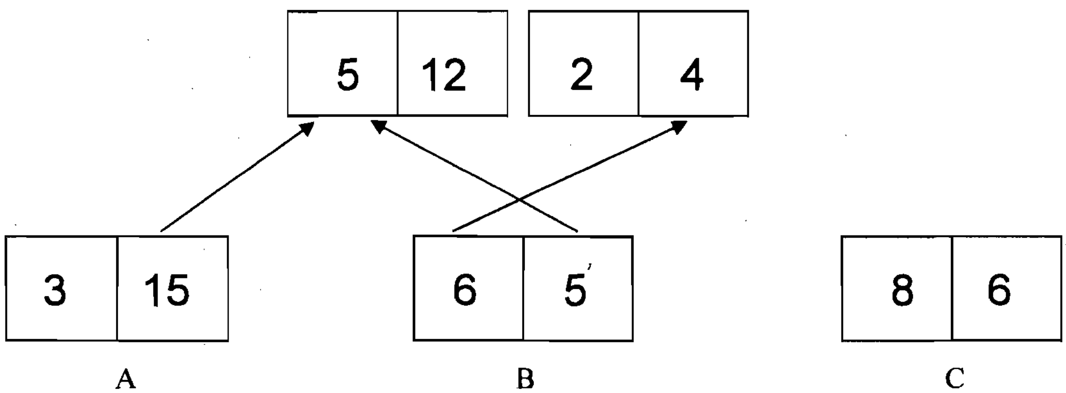
Ce jeu a été choisi puisqu'il permet de travailler la complémentarité des nombres. Ainsi, en y jouant, l'enfant travaille son répertoire mémorisé d'une façon différente. En effet, dans la classe où se déroule l'expérimentation, les élèves n'apprennent pas le répertoire mémorisé par la complémentarité mais plutôt par l'addition du même nombre (0+1= 1+1= 2+1= 3+1=...)

Nous avons demandé à l'enseignante ce qui, selon elle, serait susceptible d'intéresser ses élèves. Elle a tout de suite pensé aux oiseaux migrateurs. Nous avons ainsi développé les règles du jeu, selon la proposition de l'enseignante, en intégrant les oiseaux migrateurs. Voici comment le jeu est présenté aux élèves.

D'abord, une petite discussion sur les oiseaux migrateurs qui partent à l'automne et reviennent au printemps est animée. Puis, nous indiquons aux élèves que les oiseaux sont prêts à revenir au Québec mais que, cette année, ils doivent faire le vol en groupe de dix. Les élèves doivent donc venir en aide aux oiseaux afin de les faire voler en équipe de dix. S'il manque des oiseaux ils peuvent en ajouter, s'il y en a de trop ils ont la possibilité d'en enlever. Les dominos sont ensuite présentés et les règles du jeu sont expliquées. Ce jeu se joue en équipe de trois. Trente dominos sont placés face vers le bas au centre de la table. Le joueur le plus à gauche (les élèves s'assoient un à côté de l'autre en ligne) est celui qui commence. Il doit piger cinq dominos qu'il place face vers le haut devant lui. Le joueur à sa droite pige ensuite cinq dominos qu'il place face vers le haut devant lui. Le dernier joueur fait la même chose.

Le premier joueur dépose un domino au centre de la table. Il est important que le domino soit placé de façon à ce que l'oiseau migrateur soit à l'endroit, il ne peut pas avoir la tête en bas ou sur le côté. Lorsqu'il a placé son domino, il pige parmi les dominos restant un domino qu'il dépose face vers le haut dans son jeu. Le second joueur doit ajouter un domino de façon à ce que les deux nombres qui se touchent aient un résultat de dix, par la somme ou la différence des nombres qui sont juxtaposés. La figure 2 illustre un exemple de dominos qui peuvent être placés pour compléter la chaîne.

Figure 2 : Séquence de jeu possible avec dominos composés de nombre, addition et soustraction



Le domino A peut être joué à gauche de la chaîne puisque 15-5=10. Le domino B peut être placé des deux côtés de la chaîne car 5+5=10 et 4+6=10. Le domino C ne peut pas être joué, même si 4+6=10, parce que le nombre 6 du domino C n'est pas du bon côté. Il est important que les dominos soient toujours placés à l'endroit et qu'ils forment une ligne droite

Lorsque le joueur place son domino, il doit justifier pourquoi il le dépose à cet endroit. Cela pourrait permettre au joueur de nommer une stratégie qu'il utilise et la partager avec les autres. Cette justification pourrait aussi permettre aux élèves de développer la troisième compétence mathématique, communiquer à l'aide du langage mathématique.

Si aucun domino ne peut être placé, il doit en piger un autre. Si le domino qu'il vient tout juste de piger peut être joué, il est placé immédiatement et le joueur ne pige pas à nouveau. Si le domino ne peut pas être joué, le joueur perd son tour. Vient ensuite le tour du dernier joueur qui doit tenter de faire un total de 10 avec un de ses dominos et ceux déjà placés sur la table. Les joueurs continuent à tour de rôle, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de domino à piger. Dès que la pile est vide, le premier joueur qui a placé tous ses dominos est le gagnant. Si aucun joueur ne parvient à déposer tous ses dominos, c'est le joueur qui en a le moins devant lui qui est le gagnant. En cas d'égalité, il est possible qu'il y ait plus d'un gagnant. Lorsqu'un vainqueur est trouvé, l'équipe doit compter le nombre total de dominos qui ont été déposés en tout. L'équipe qui place le plus de dominos est l'équipe gagnante. Cette règle permet aux élèves d'avoir la possibilité d'être le joueur gagnant de l'équipe et/ou de faire partie de l'équipe gagnante.

Le jeu offre différents niveaux de difficultés. D'abord, les dominos avec collections-témoins permettent aux élèves qui ont besoin de dénombrer les points d'avoir la possibilité de le faire. Ensuite, il y a des dominos qui ont seulement des nombres. Ceux-ci peuvent servir aux élèves qui calculent ou qui récupèrent en mémoire le résultat déjà maîtrisé des complémentaires du dix. Puis, que ce soit avec ou sans collections-témoins, il est possible de modifier les nombres sur les dominos pour que les élèves aient à faire des additions et|ou des soustractions pour trouver des résultats qui donnent dix. Ainsi, le jeu peut évoluer et offrir à différents élèves une zone proximale de développement qui correspond à leurs besoins.

Il est important d'ajouter que le jeu, avant d'être présenté aux sujets de l'intervention, a été présenté à une autre classe de deuxième année de la même école, qui en a fait l'essai. Suite à cet essai, les commentaires des élèves ont été recueillis. Après ces commentaires obtenus, une modification à l'explication de départ a été apportée. Nous avions fait un parallèle entre le jeu de dominos traditionnel et les dominos utilisés pour l'expérimentation en disant que, plutôt que de placer deux nombres identiques les uns à côté des autres, il faut placer deux nombres dont le total est dix. Nous avons donc constaté au sein d'une équipe de jeu, que les élèves ne plaçaient pas le nombre cinq à côté d'un autre cinq, car il s'agissait de dominos identiques, même si le total donnait dix. Ainsi, nous avons expliqué à la classe de l'expérimentation les ressemblances avec le jeu de dominos traditionnel, sans préciser qu'il ne faut pas placer deux dominos identiques les uns à côté des autres.

3.4.2 Analyse du jeu

Selon les auteurs du livre de la banque de jeux pour l'apprentissage des mathématiques (Bednarz *et al*, 2002), ce jeu permet de développer de nombreuses compétences mathématiques:

Compétence 1: Résoudre une situation-problème mathématique, décoder les éléments de la situation-problème, appliquer différentes stratégies en vue d'élaborer une solution, modéliser la situation-problème, valider la solution

Compétence 2: Raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques Arithmétique: sens et écriture des nombres naturels inférieurs à 100; sens des opérations sur les nombres naturels, opérations sur les nombres (mise en place de processus personnels pour les opérations d'addition et de soustraction)

Compétence 3: Communiquer à l'aide du langage mathématique, interpréter ou produire des messages à caractère mathématique.

En effet, lors des périodes de jeu, les élèves sont amenés à faire des groupements de dix à partir de différents nombres. Ils doivent faire différents choix de stratégies, d'opérations à effectuer, de dominos à utiliser, etc. Ils ont la possibilité de procéder de différentes façons. De plus, ils sont appelés à communiquer aux autres ce qu'ils font.

Selon Bednarz et ses collaborateurs (2002), ce jeu permet également de coopérer, mettre en œuvre sa pensée créatrice, choisir le mode de communication en tenant compte des destinataires. Dans le cadre de cette recherche, ce qui retient davantage notre attention est la seconde compétence puisque nous désirons permettre à l'enfant de mettre en place des processus personnels pour les opérations, pour qu'il maîtrise le répertoire mémorisé.

Le tableau IX de la page 56 reprend les caractéristiques que devait comporter notre jeu, afin de vérifier s'il répond aux attentes de notre cadre conceptuel.

Tableau IX : caractéristiques du jeu et vérification

Caractéristiques à respecter	Vérification
Jeu qui favorise les interactions sociales. (Bednarz *et al.* 2002)	Les élèves jouent en équipe de trois. Ils peuvent demander l'aide des autres joueurs. Ils peuvent offrir de l'aide afin de réaliser la plus grande chaîne de dominos.
Jeu qui se situe à l'intérieur de la zone proximale de développement de l'enfant. Vygotsky (1978)	Le prétest a permis d'élaborer le jeu en fonction de la zone proximale de développement. De plus, il est possible d'ajuster le niveau de difficulté du jeu pour qu'il se situe à l'intérieur de la zone.
Jeu qui tient compte du stade de développement du nombre de l'enfant ; peut-il calculer ou a-t-il encore besoin d'un support visuel pour compter ? (Brissiaud, 2003)	Le jeu offre la possibilité de compter les collections-témoins qui sont représentées par des jetons. Il est également possible d'utiliser les dominos sur lesquels seulement les nombres sont inscrits.
Jeu qui comporte des règles à suivre, où chaque enfant a un rôle bien défini. (Piaget, 1976)	Les règles sont bien établies. Les élèves doivent attendre leur tour. Chacun place un domino à son tour afin qu'il complète une somme ou une différence dont le total est 10.
Jeu accessible au plus grand nombre d'élèves qui propose un défi tout en étant amusant et distrayant. (Criton, 1997)	Le niveau de difficulté pouvant offrir la possibilité d'effectuer seulement des additions, ou des soustractions ou les deux, il propose un défi qui peut varier selon la zone proximale de développement des élèves.
Jeu qui permet à l'enfant de formuler ses propres stratégies et de pouvoir vérifier si elles s'avèrent efficaces. (Brousseau, 1986)	L'élève choisit lui-même quelles stratégies il utilise pour placer ses dominos. Ses stratégies peuvent être variées et expliquées aux autres membres de l'équipe. Lorsqu'un membre de l'équipe ou l'élève lui-même remarque une erreur dans la suite des dominos, la stratégie utilisée peut être remise en question par les membres de l'équipe.

3.5 Mise en place de l'intervention

La prochaine section permettra de présenter l'intervention ainsi que son déroulement.

3.5.1 Description de l'intervention

Tel que déjà mentionné, les élèves ne sont pas habitués à ce type d'intervention axée sur le jeu. L'intervention est réalisée à l'extérieur de la classe, dans un autre local. Ainsi, l'élève sort du contexte dans lequel il a l'habitude d'effectuer des apprentissages. Les équipes sortent tour à tour pour rejoindre la chercheuse. Ils peuvent jouer dans un climat différent et sont filmés. Les équipes de jeu sont établies à la suite des résultats obtenus dans la seconde section du prétest. De plus, elles demeurent les mêmes tout au long de l'expérimentation. Il sera plus facile d'observer la progression des élèves dans leur équipe. De plus, selon Proulx (1999, dans Dumais, 2005) le choix de l'utilisation d'équipes qui sont permanentes s'impose lorsque l'enseignant veut permettre le développement des connaissances d'une manière continue et séquentielle. Il est à noter aussi que ce type d'équipe comporte différents avantages comme celui de la création possible d'un climat de confiance ou de sécurité au sein de l'équipe.

3.5.2 Déroulement de l'intervention

Il n'est pas toujours facile de trouver un moment dans la journée, qui convient à l'enseignante et à la chercheuse, qui n'est pas entrecoupé par une période d'éducation physique, de musique, de bibliothèque, d'ordinateur ou d'orthopédagogie, les séances sont donc de durées variables. Les équipes ont la possibilité de jouer chacune leur tour en fonction du temps total alloué. Chacune des parties est d'une durée de cinq à quinze minutes. Il est prévu que les élèves jouent en équipe huit fois en tout. Pour éviter que les élèves deviennent indifférents face au jeu, mais qu'ils maintiennent plutôt un certain intérêt, les parties sont étalées à raison de deux par semaine. Ainsi, la durée totale de l'intervention est de quatre semaines à l'intérieur desquelles se retrouvent deux périodes par semaine, variant au total de quarante à quatre-vingt minutes. Les élèves jouent donc huit fois en tout. Les parties jouées sont d'une durée de cinq à quinze minutes chacune. Notons que les séances de jeu ont eu lieu en mars et avril 2006.

En somme, différents instruments servant à recueillir des données quantitatives et qualitatives sont élaborés. Ces instruments sont construits en fonction des caractéristiques mentionnées aux chapitres précédents et dans le but de répondre aux objectifs de recherche. De plus, les instruments sont utiles lors de l'intervention en classe. Le jeu choisi respecte les caractéristiques d'un jeu éducatif proposé par les différents auteurs à l'intérieur de notre cadre conceptuel. Le prétest, le post-test immédiat et les post-tests différés sont utiles pour analyser les données quantitatives recueillies, nécessaires à l'atteinte du premier objectif (observer les effets d'une intervention fondée sur le jeu mathématique, sur l'apprentissage du répertoire mémorisé d'élèves de deuxième année du premier cycle primaire). De plus, le codage de nos données qualitatives est utile pour l'atteinte de notre second objectif (décrire les types d'interactions qui se déroulent, dans les équipes, durant les périodes de jeu, afin d'observer l'impact possible de ces interactions sur le développement de connaissances du répertoire mémorisé chez des élèves de deuxième année du premier cycle).

Le chapitre suivant abordera l'analyse et l'interprétation des données quantitatives et qualitatives recueillies à l'aide des instruments élaborés lors du présent chapitre.

Chapitre 4
Analyse et interprétation

Dans ce chapitre, les données recueillies seront analysées et interprétées. En premier lieu seront présentées les données quantitatives obtenues suite au prétest et aux différents post-tests. En second lieu, l'analyse des séances vidéo permettra d'étudier les données qualitatives. Avant tout, un rappel des objectifs de recherche est souhaité afin que nos analyses et interprétations permettent de vérifier si ces objectifs ont été atteints ou non. Le premier objectif est : observer les effets d'une intervention fondée sur le jeu mathématique, sur l'apprentissage du répertoire mémorisé d'élèves de deuxième année du premier cycle primaire. Le deuxième objectif est : décrire les types d'interactions qui se déroulent, dans les équipes, durant les périodes de jeu, afin d'observer l'impact possible de ces interactions sur le développement de connaissances du répertoire mémorisé chez des élèves de deuxième année du premier cycle.

4.1 Analyse et interprétation des données quantitatives

À l'intérieur de cette section, seront présentés, sous forme de tableaux ou de graphiques, les différents résultats obtenus aux trois questions du prétest et des post-tests. De plus, une analyse qualitative des résultats obtenus sera effectuée puisque notre attention sera portée également sur les différents types d'erreurs commises par les élèves. Il y aura aussi vérification du temps nécessaire pour répondre aux différentes questions.

4.1.1 Question 1

Résultats :

La première question du prétest et des post-tests consistait à trouver les complémentaires de 10 (par exemple, 5+___=10). Le tableau X de la page 61 présente les résultats de tous les élèves aux différents tests. La moyenne du groupe et l'écart-type se retrouvent également au bas du tableau.

Tableau X : résultats obtenus à la question 1 aux différents tests (/11)

élèves	prétest	post-test immédiat	post-test 2	post-test 3
A	11	11	11	11
B	9	11	10	11
C	11	11	10	11
E	11	11	11	11
F	9	10	11	10
G	11	2	11	11
H	11	11	11	9
I	11	1	2	9
J	10	11	10	11
K	11	11	11	11
L	10	11	11	11
N	7	11	11	10
O	11	11	11	11
moyenne: écart-type	10,23 1,24	9,46 3,55	10,08 2,47	10,54 0,78

Le tableau X illustre que les résultats obtenus au prétest sont déjà de bons résultats. En effet, huit élèves sur treize ont déjà obtenu une note parfaite (11/11), deux élèves ont fait une seule erreur, deux autres en ont fait deux, puis un élève a fait quatre fautes.

Le post-test immédiat, qui avait comme but d'observer s'il y avait une amélioration de la maîtrise du répertoire mémorisé à la suite des périodes de jeu, démontre que le nombre de notes parfaites est passé de huit à dix et qu'un élève (F) a fait une faute. Cependant, deux élèves (G et I) ont obtenu neuf erreurs ou plus lors du post-test immédiat alors qu'ils avaient tous les deux obtenus une note parfaite au prétest. Les types d'erreurs commises par ces deux élèves seront analysés plus loin dans ce chapitre, afin de tenter d'en savoir plus sur ce qui a pu se produire pour que les joueurs G et I aient perdu autant de points au post-test immédiat.

Les deux autres post-tests, qui ont été administrés afin d'observer s'il y a eu maintien de l'apprentissage du répertoire mémorisé, indiquent que, si nous faisons abstraction de l'élève I qui a eu neuf erreurs au post-test 2, tous les autres élèves ont quant à eux obtenu des résultats sensiblement identiques à ceux qu'ils avaient obtenus au prétest. Ces résultats sont parfois même légèrement supérieurs, comme dans le cas de l'élève N.

Les élèves ayant eu le plus faible résultat au prétest (B, F et N) ont amélioré leur pointage tant au post-test immédiat qu'aux autres post-tests. Ils avaient respectivement des résultats de 9/11, 9/11 et 7/11 au prétest. Ces résultats sont passés au post-test immédiat à 11/11, 10/11 et 11/11. Les joueurs B et N ont obtenu un résultat de 10/11 lors d'un des deux post-tests différés. Le joueur F a, quant à lui, réussi à obtenir 11/11 et est revenu à une note de 10/11 au dernier post-test.

En observant les moyennes, celle du premier post-test est la plus faible bien qu'elle ne soit même pas d'un point inférieure à celle du prétest. L'écart-type présente une plus grande variation au premier post-test en comparaison avec le prétest. La différence est de plus de deux points d'écart. Là où l'écart-type est le plus petit est aussi là où la moyenne est la plus élevée, au dernier post-test. Ceci permet de croire que lors du dernier post-test le groupe a obtenu des résultats sensiblement équivalents d'un élève à l'autre. C'est lors de ce test qu'il y a eu le moins de « résultats extrêmes », c'est-à-dire de résultats beaucoup plus forts ou plus faibles qui auraient pu avoir une influence sur la moyenne ou encore sur l'écart-type.

Notre analyse porte à questionner ce qui a pu se produire à propos des élèves I et G. L'élève I avait une note parfaite au prétest et il a obtenu 1/11 au post-test immédiat. Cet élève a également eu 2/11 au second post-test et 9/11 au dernier post-test. L'élève G a pour sa part perdu neuf points au post-test immédiat, mais il a obtenu deux résultats parfaits aux post-tests différés. Des indices permettant d'interpréter ces résultats seront peut-être obtenus suite à l'analyse des différents types d'erreurs commises par les élèves et/ou à l'analyse du temps nécessaire pour répondre à la première question.

<u>Types d'erreurs :</u>

Nous souhaitons regarder quelles ont été les réponses erronées données par les élèves, afin de découvrir s'il s'agit d'une mauvaise compréhension de la question, d'une erreur de calcul ou d'un manque de temps pour répondre à tous les complémentaires. Pour ce faire, nous avons identifié les différentes erreurs en notant s'il s'agit d'une erreur de « comptage », lorsque le résultat obtenu par l'élève est à ± 2 de la bonne réponse. Par exemple : 5+(**4**)=10. Une erreur d'incompréhension de la tâche est attribuée si l'élève a effectué un autre type de calcul. Par exemple : 5+(**15**)=10. En fait, l'élève additionne les deux nombres de l'équation sans chercher le nombre manquant. Cette erreur d'incompréhension de la tâche pourrait toutefois être reliée à une incompréhension du langage mathématique utilisé. Si nous jugeons qu'il s'agit d'une ou l'autre catégorie d'incompréhension, l'erreur est nommée « incompréhension ». Lorsqu'il n'y a aucune réponse inscrite, il s'agit d'une erreur attribuée au « manque de temps ». L'erreur est qualifiée d' « autre » erreur si l'élève donne une mauvaise réponse qui ne semble ni être une erreur de calcul ni une mauvaise compréhension de la question. Le tableau XI de la page qui suit, présente toutes les mauvaises réponses données par les élèves aux différents tests. Les mauvaises réponses sont inscrites entre les parenthèses. Le type d'erreurs qui a été attribué est noté. Le nombre de fois où est apparue l'erreur est également identifié, tout comme l'élève ou les élèves qui ont fait cette erreur.

Le tableau XI de la page 64 indique qu'il y a dix erreurs en tout à l'intérieur du prétest. Cinq erreurs semblent être des erreurs de comptage, par exemple : 3+(6)=10, 4+(5)=10. La réponse donnée est à un nombre près de la bonne réponse. L'autre moitié des erreurs ne peut pas nécessairement être expliquée par une erreur de calcul ou de mauvaise compréhension. Par exemple : 0+(0)=10, 8+(7)=10. Aucune erreur n'est due à une mauvaise compréhension. Le temps ne semble pas avoir occasionné d'erreur où rien n'est inscrit puisqu'il y a une réponse inscrite à chaque question, et ce, pour tous les élèves.

Tableau XI : Types d'erreurs obtenues à la question 1

	erreurs obtenues	types d'erreurs	nombre de fois	par l'élève
prétest:	3+(6)=10	Comptage	1	B
	0+(0) =10	Autre	1	B
	4+(5)=10	Comptage	1	F
	4+(9)=10	Autre	1	L
	1+(6)=10	Autre	1	F
	1+(10)=10	Comptage	1	N
	10+(10)=10	Autre	1	J
	6+(3)=10	Comptage	1	N
	7+(2)=10	Comptage	1	N
	8+(7)=10	Autre	1	N
post-test immédiat	3+(5)=10	Comptage	1	F
	6+ (16) =10	Incompréhension	2	GI
	3+ (13)=10	Incompréhension	2	GI
	7+ (17)=10	Incompréhension	2	GI
	2+ (12)=10	Incompréhension	2	GI
	8+ (18)=10	Incompréhension	2	GI
	4+(14)=10	Incompréhension	2	GI
	5+(15)=10	Incompréhension	2	GI
	1+(11)=10	Incompréhension	2	GI
	9+(19)=10	Incompréhension	2	GI
	10+(20)=10	Incompréhension	1	I
post-test 2	3+(8)=10	Comptage	1	B
	2+(7)=10	Comptage	1	C
	6+ (16) =10	Incompréhension	1	I
	3+ (13)=10	Incompréhension	1	I
	7+ (17)=10	Incompréhension	1	I
	2+ (12)=10	Incompréhension	1	I
	8+ (18)=10	Incompréhension	1	I
	4+(14)=10	Incompréhension	1	I
	5+(15)=10	Incompréhension	1	I
	1+(11)=10	Incompréhension	1	I
	9+(19)=10	Incompréhension	1	I
	6+(5)=10	Comptage	1	J
post-test 3	4+(5)=10	Comptage	2	FH
	7+(2)=10	Comptage	1	H
	8+(1)=10	Comptage	1	I
	9+(0)=10	Comptage	1	I
	4+(8)=10	Comptage	1	N

À l'intérieur du post-test immédiat, parmi les vingt erreurs commises, une seule faute est reliée à une erreur de comptage (2+(5)=10) alors que les dix-neuf autres erreurs sont dues à une mauvaise compréhension de la tâche ou du langage mathématique. En effet, au lieu de trouver les complémentaires de dix, les élèves G et I ont fait la somme de dix et du premier nombre inscrit, 6+(16)=10, 3+(13)=10 par exemple. Cela amène à nous questionner sur les raisons qui pourraient expliquer l'apparition de ce type d'erreur, qui était absent lors du prétest. La forme de ces opérations présentées avec un terme manquant (4+___=10) n'est pas utilisée fréquemment par l'enseignante de cette classe. Elle aurait pu porter à confusion. Cependant, tel qu'il a déjà été mentionné, aucune erreur de ce type était présente lors du prétest. Cela porte à croire que la structure du jeu utilisé aurait peut-être pu provoquer ces erreurs. En effet, ce type d'erreur se présente pour deux élèves (G et I) à la fin des séances de jeu, au post-test immédiat, et à un élève (I) lors du premier post-test différé. Rappelons que, lors des périodes de jeu, les élèves devaient faire la somme ou la différence entre deux nombres sur les dominos, afin d'obtenir un total de dix. Il est possible que les élèves G et I aient associé la question 1 du post-test immédiat aux gestes de comptage ou de calcul qu'ils effectuaient lors des séances de jeu. D'autant plus que, suite à l'arrêt des périodes de jeu, le joueur G n'a pas refait ce type d'erreur ni au second, ni au troisième post-test. L'élève I a quant à lui cessé ce type d'erreur au dernier post-test seulement, celui le plus éloigné de la fin des séances de jeu. Il semblerait donc qu'une lacune du jeu serait à corriger pour une utilisation future. Nous y reviendrons lors des recommandations au chapitre suivant.

Ainsi, hormis les erreurs de compréhension, le nombre d'erreurs commises au prétest, en comparaison avec le post-test immédiat, est passé de dix à une seule. Les périodes de jeu semblent avoir eu une influence sur la maîtrise des complémentaires du dix qui, rappelons-le, étaient les complémentaires ciblés par le jeu de dominos qui a été utilisé lors des différentes périodes. En ce qui concerne les autres post-tests, nous remarquons au post-test 2, que sur les douze erreurs, neuf sont dues à une mauvaise compréhension de la tâche, les trois autres étant des erreurs de comptage. Puis, au post-test 3, sur les six erreurs obtenues, aucune ne provient d'une mauvaise compréhension de la tâche, ce sont toutes des erreurs de comptage. Ainsi, suite à l'arrêt des périodes de jeu, le nombre d'erreurs, autres que celles dues à une mauvaise compréhension de la tâche, est passé aux différents post-tests, d'une seule à trois et à six.

De tels résultats nous permettent de croire que les élèves maîtrisent davantage le répertoire mémorisé à la fin des périodes de jeu, tel que le démontrent les résultats au post-test immédiat. Il semble y avoir eu apprentissage. Puis, les résultats obtenus au second post-test et au troisième post-test, nous laissent croire que, suite à l'arrêt des périodes de jeu, certains élèves n'ont pas réussi à maintenir cet apprentissage. Il se pourrait que ces élèves aient adopté des stratégies de comptage, semblables à celles utilisées pour le prétest, plutôt que l'utilisation, comme stratégie, du rappel en mémoire de résultats déjà maîtrisés. En effet, comme le démontre le post-test immédiat, une seule erreur peut être associée directement aux stratégies de comptage. Quant au premier post-test différé, il présente trois erreurs de la catégorie comptage et le dernier post-test en présente six.

Temps :

Afin de poursuivre l'analyse et l'interprétation de la première question, l'attention sera portée sur le temps nécessaire pour obtenir les résultats au prétest et au post-test immédiat, qui a été administré tout de suite après la dernière période de jeu. Les différents tests permettaient d'observer le temps pris par les élèves pour répondre aux différentes questions au moyen de l'utilisation de crayons de couleurs différentes à chacune des minutes. Ainsi, il sera peut-être possible de faire des liens entre le temps nécessaire pour répondre et les stratégies utilisées par les élèves. En fait, l'élève qui doit procéder par comptage ou qui dessine des collections-témoins afin d'utiliser un support visuel, prendra plus de temps pour répondre aux questions que l'élève qui calcule rapidement le résultat mentalement ou qui connaît déjà le résultat par cœur, qui maîtrise, dans ce cas-ci, le répertoire mémorisé. Le tableau XII de la page 67 présente le nombre de réponses données, bonnes et mauvaises, selon les différentes minutes accordées pour répondre.

Tableau XII : Observation du temps nécessaire pour répondre à la question 1

Légende :	
BR : bonne réponse	min : minute
MR : mauvaise réponse	

Prétest :

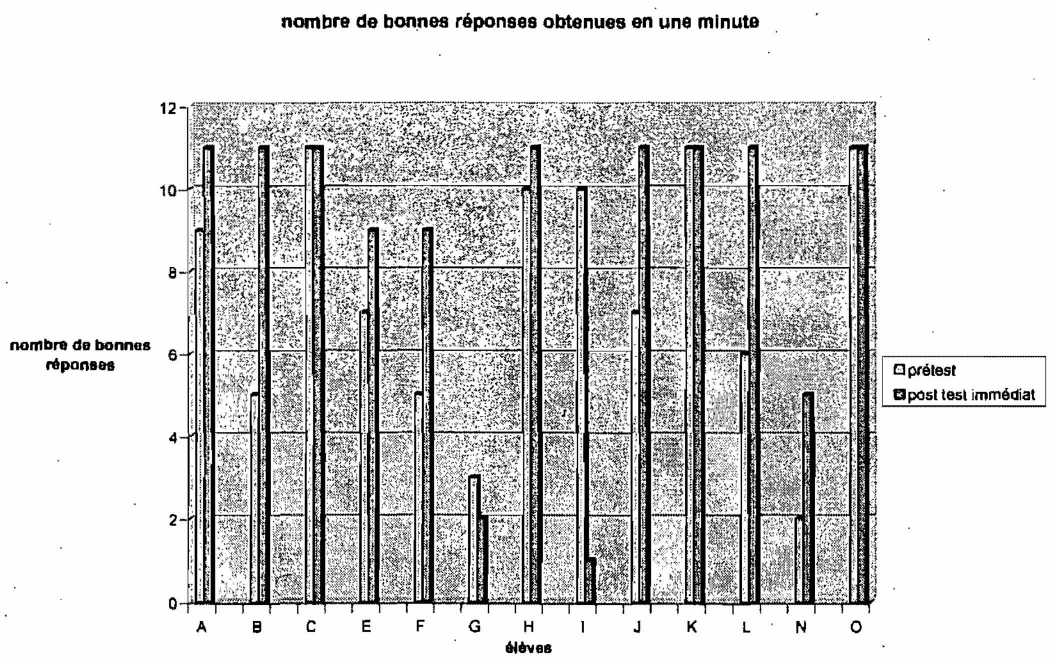
Elèves	BR 1min	MR 1min	BR 2min	MR 2min	BR3min	MR 3min	Total /11
A	9	0	2	0	0	0	11
B	5	1	5	0	0	0	10
C	11	0	0	0	0	0	11
E	7	0	2	0	2	0	11
F	5	0	4	2	0	0	9
G	3	0	8	0	0	0	11
H	10	0	1	0	0	0	11
I	10	0	1	0	0	0	11
J	7	0	2	0	1	1	10
K	11	0	0	0	0	0	11
L	6	0	3	1	1	0	10
N	2	3	5	1	0	0	7
O	11	0	0	0	0	0	11

Post-test immédiat:

Elèves	BR 1min	MR 1min	BR 2min	MR 2min	BR3min	MR 3min	Total /11
A	11	0	0	0	0	0	11
B	11	0	0	0	0	0	11
C	11	0	0	0	0	0	11
E	9	0	1	0	1	0	11
F	9	1	1	0	0	0	10
G	2	9	0	0	0	0	2
H	11	0	0	0	0	0	11
I	1	10	0	0	0	0	1
J	11	0	0	0	0	0	11
K	11	0	0	0	0	0	11
L	11	0	0	0	0	0	11
N	5	0	6	0	0	0	11
O	11	0	0	0	0	0	11

Le tableau XII indique que pour le prétest, trois élèves (C, K et O) ont terminé à l'intérieur de la première minute, sept élèves (A, B, F, G, H, I et N) ont fini en moins de deux minutes et trois élèves (E, J et L) ont utilisé les trois minutes qui leur étaient allouées. Pour ce qui est du post-test immédiat, dix élèves (A, B, C, G, H, I, J, K, L et O) ont achevé leur tâche en une minute, deux élèves (F et N) en deux minutes et un élève (E) en trois minutes. Il faut cependant faire attention de ne pas associer la rapidité à la bonne réponse automatiquement. L'élève I par exemple, a répondu à toutes les questions en moins d'une minute lors du post-test immédiat. Toutefois, il n'a obtenu qu'une seule bonne réponse. La figure 3 illustre le nombre de **bonnes réponses** obtenues par les élèves à l'intérieur de la première minute au prétest et au post-test immédiat.

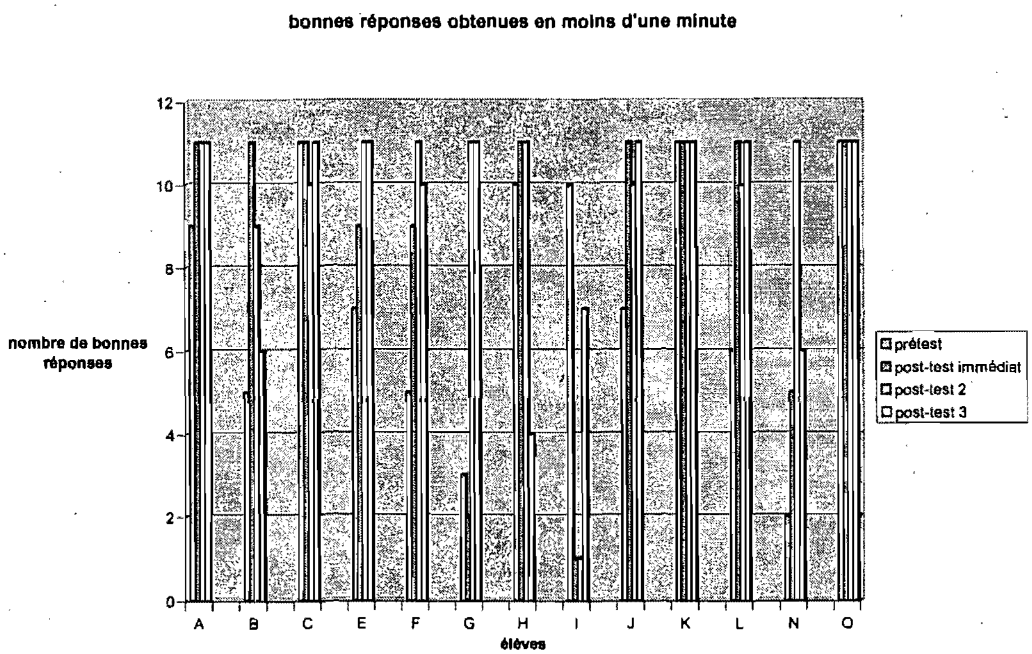
<u>Figure 3</u>:



Le diagramme présenté à la figure 3 indique que, trois élèves (C, K et O) ont maintenu leur vitesse d'exécution tout en conservant une note parfaite tant au prétest qu'au post-test immédiat. Puis, abstraction faite de deux élèves (G et I), qui ont obtenu des erreurs dues à une mauvaise compréhension (de la tâche, additionnant les nombres présentés plutôt que de trouver le terme manquant ou du langage mathématique) tous les autres élèves ont été plus rapides lors du post-test immédiat. Cinq élèves ont non seulement été plus rapides, mais ils ont également obtenu de meilleurs résultats. Il y a donc un peu plus de la moitié des élèves qui ont amélioré leur temps suite aux périodes de jeu. Il est possible que ces élèves aient appris les complémentaires du dix. Ils ont donné le résultat plus rapidement au post-test immédiat que lors du prétest. Le rappel en mémoire de résultats déjà connus est une stratégie qui nécessite moins de temps d'exécution que certaines stratégies comme le comptage ou le recours à un support visuel. Il se peut que les élèves y aient eu recours.

Nous poursuivons l'analyse et l'interprétation du temps nécessaire pour répondre à la première question en observant les post-tests 2 et 3. La figure 4 présente le nombre de bonnes réponses obtenues en moins d'une minute à ces différents post-tests. De plus, le nombre de bonnes réponses données en moins d'une minute lors du prétest et du post-test immédiat est inclus dans la figure.

Figure 4 :



Le graphique de la figure 4 indique que quatre élèves (A, H, K et O) ont conservé la même vitesse d'exécution au post-test immédiat et au second post-test, ayant ainsi donné toutes les bonnes réponses en moins d'une minute. Parmi les élèves qui avaient fait des erreurs, de la catégorie comptage, lors des deux derniers post-tests (B, C, F, H, I, J et N), les joueurs B, H, I et N ont donné moins de bonnes réponses en une minute, alors qu'ils avaient eu un résultat parfait, donné en une minute lors du post-test immédiat. Cela laisse croire que ces élèves, lors des post-tests deux et trois, ont probablement eu recours à des stratégies plus lentes ou moins efficaces : le comptage par exemple, ou le recours aux collections-témoins. Quant au post-test immédiat, les élèves ont sans doute eu recours à des stratégies plus rapides pour répondre aux questions portant sur les complémentaires :

le rappel en mémoire de résultats déjà maîtrisés ou le calcul par exemple. Rappelons que ce sont ces complémentaires qui ont été pratiqués lors des périodes de jeu.

Le jeu semble avoir permis aux élèves une récupération en mémoire plus rapide des résultats aux différents complémentaires du dix. Quelques élèves paraissent avoir réussi à conserver cette stratégie malgré l'arrêt des périodes de jeu. C'est le cas des élèves A, K et O. Notons que les élèves K et O avaient déjà donné toutes les réponses en moins d'une minute avant l'utilisation du jeu. D'autres élèves donnent l'impression d'avoir eu recours à des stratégies différentes lorsque les périodes de jeu ont cessé. C'est notamment le cas des élèves B, H et N qui ont utilisé des stratégies plus lentes suite à l'arrêt du jeu.

Suite à l'analyse et à l'interprétation de la première question, nous constatons que les élèves ont, dès le prétest, obtenu plusieurs bonnes réponses en moins de trois minutes. Ils utilisaient des stratégies variées, qui demandaient différents temps d'exécution tantôt rapides, tantôt plus lents. Puis, suite aux périodes de jeu, nous remarquons que les dix élèves, sur treize, qui avaient eu un résultat parfait au post-test immédiat, ont réussi à donner toutes les réponses en moins d'une minute. Parmi eux, seulement trois avaient obtenu 11/11 en une minute lors du prétest. Cette augmentation du nombre de bonnes réponses en une minute démontre que les stratégies utilisées par ces élèves semblent nécessiter moins de temps. Sans doute ont-ils fait un rappel en mémoire de résultats déjà maîtrisés ou encore utilisé des propriétés de l'addition, comme la commutativité. Après l'arrêt des périodes de jeu, les différents post-tests ont démontré que, pour cinq élèves ayant obtenu des résultats entre 9/11 et 11/11, le nombre de bonnes réponses données en une minute a diminué, laissant croire à l'utilisation de stratégies qui prennent plus de temps, le comptage par exemple. Finalement, les élèves qui avaient les notes les plus faibles au départ (B, F et N) ont réussi à améliorer leur résultat lors du post-test immédiat. Ils ont conservé sensiblement les mêmes résultats aux différents post-tests en donnant toutefois moins de bonnes réponses en moins d'une minute lors des post-tests deux et trois. Cela nous permet de croire que l'utilisation du jeu a eu un impact sur la connaissance du répertoire mémorisé des complémentaires du dix. En effet, bien que six élèves avaient déjà une note de 11/11 au prétest, quatre autres élèves ont obtenu une note parfaite au post-test immédiat. De plus, cela semble avoir permis aux élèves de pratiquer une autre stratégie, plus rapide, le recours aux résultats déjà maîtrisés par exemple, puisqu'ils ont donné toutes leurs bonnes réponses en moins d'une minute au post-test immédiat. Seulement trois élèves l'avaient fait au prétest. Cette stratégie s'avère toutefois avoir été laissée de côté suite à l'arrêt des périodes de jeu. Le nombre de bonnes réponses données en moins d'une minute a diminué pour environ la moitié des élèves, et ce, dès le second post-test.

Notons qu'un « effet plafond » peut tout de même être observé. En effet, tel que déjà mentionné, huit élèves avaient une note parfaite dès le prétest. Il est impossible pour ces élèves d'obtenir un meilleur résultat. Heureusement, il a été possible de vérifier si les élèves pouvaient répondre plus rapidement, s'ils semblaient utiliser des stratégies plus rapides.

4.1.2 Question 2

Résultats :

La seconde question des tests consistait à trouver la réponse à trente additions et soustractions différentes. Un prétest a été administré, puis un post-test immédiat a été effectué suite aux différentes périodes de jeu, afin de vérifier s'il y a eu une amélioration de la maîtrise du répertoire mémorisé. Par la suite, deux post-tests différés ont été administrés à la troisième et septième semaine suite à l'arrêt des périodes de jeu, afin de permettre l'observation du maintien ou non de l'apprentissage du répertoire mémorisé. Le tableau XIII de la page 72 présente les résultats obtenus par les élèves aux différents tests. La moyenne du groupe et l'écart-type se retrouvent au bas du tableau.

Tableau XIII: Résultats obtenus aux différents tests pour la question 2

Élèves	prétest	Post-test immédiat	Post-test 2	Post-test 3
A	29	28	26	28
B	11	20	29	26
C	19	23	28	27
E	24	27	24	29
F	13	24	29	24
G	29	26	28	30
H	28	29	29	30
I	22	20	28	28
J	18	22	19	28
K	28	24	29	29
L	23	22	22	21
N	23	16	20	20
O	27	26	26	28
Moyenne:	22,5	23,7	25,9	26,8
Écart-type:	5,94	3,66	3,57	3,22

Le tableau XIII indique qu'entre le prétest et le post-test immédiat, les augmentations ou les diminutions des résultats sont très variables d'un élève à l'autre. Quatre élèves ont obtenu un résultat de ± un point. Un élève a eu un résultat supérieur de trois points, deux autres de quatre points. Un élève a également obtenu un résultat supérieur de neuf points et un autre de sept points. Un élève a obtenu un résultat inférieur de deux points seulement, un de trois points et un autre de quatre points. Puis, un élève a eu un résultat plus faible de sept points. La moyenne du groupe a augmenté d'environ un point. L'écart-type a pour sa part diminué d'un peu plus de deux points, ce qui signifie que les résultats obtenus par les élèves se situent plus près de la moyenne, il y a moins de résultats très faibles ou très forts par rapport au reste du groupe.

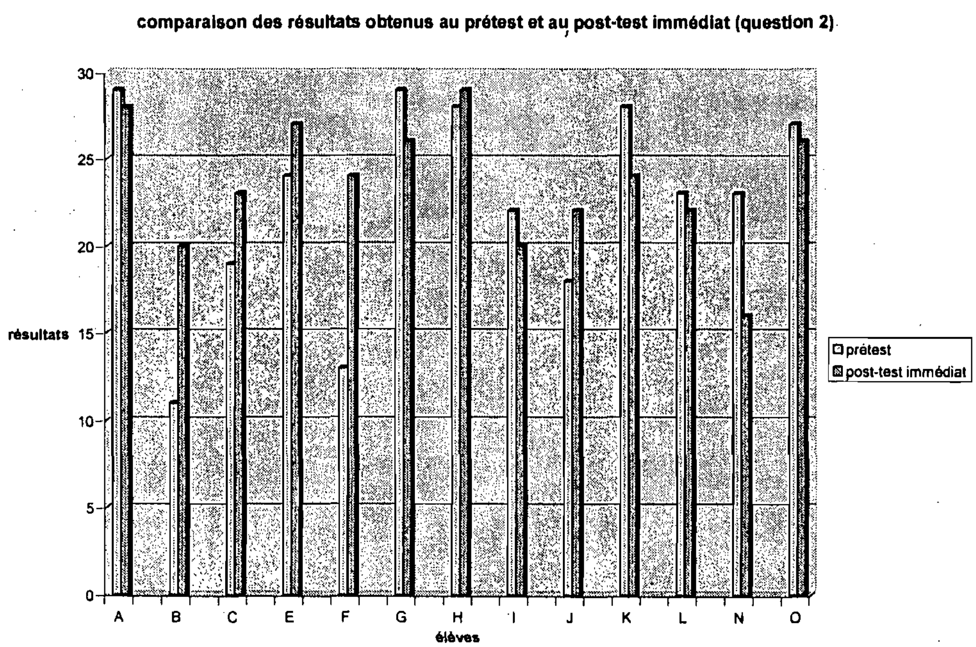
Les deux autres post-tests, lorsqu'ils sont comparés avec le post-test immédiat, montrent dans un premier temps, soit au post-test 2, que trois élèves ont obtenu un résultat égal. Deux élèves ont eu un résultat de plus ou moins deux points, six élèves ont obtenu des résultats supérieurs et deux autres, des résultats inférieurs. Dans un second temps, soit au dernier post-test, en comparaison avec le post-test immédiat, deux élèves ont obtenu des résultats égaux, un élève a obtenu un point de moins et tous les autres ont obtenu des résultats supérieurs. Ainsi, malgré l'arrêt du jeu, il semble y avoir eu maintien de l'apprentissage et même amélioration de la maîtrise du répertoire mémorisé.

Cependant, il ne faut pas oublier que les derniers post-tests ont été administrés vers la fin de l'année scolaire, toutes les additions et soustractions demandées dans ces tests avaient déjà été étudiées à la maison alors que le prétest comportait 40% de nouvelles opérations et le post-test immédiat était composé d'environ 25% d'opérations qui n'avaient jamais fait l'objet d'étude à la maison.

Pour la suite de l'analyse et de l'interprétation de la seconde question, nous utiliserons principalement la comparaison entre le prétest et le post-test immédiat étant donné la période tardive dans l'année scolaire où ont été administrés les deux derniers post-tests. Cela ~~nous~~ permet de réduire la quantité d'autres facteurs pouvant influencer les résultats obtenus aux différents tests. La maturité des élèves par exemple ou la pratique de tout le répertoire mémorisé en classe et/ou à la maison pourrait avoir influencé les résultats.

La figure 5 présente, sous forme d'un diagramme à bandes, les différents résultats obtenus par tous les élèves lors du prétest et du post-test immédiat.

Figure 5 :



La figure 5 illustre que trois élèves ont obtenu un résultat plus faible, cinq élèves un résultat plus élevé et cinq autres un résultat sensiblement égal. De plus, les deux élèves ayant obtenu la plus haute amélioration (B et F) sont ceux, qui, lors du prétest, avaient le plus faible résultat (11/30 et 13/30). Puis, les élèves qui avaient une note inférieure à 20/30 (B, C, F et J) ont amélioré leur résultat lors du post-test immédiat.

Suite à l'analyse de ce tableau, des élèves ont été sélectionnés. Il s'agit de ceux pour lesquels une attention particulière sera portée lors de l'analyse des données qualitatives recueillies durant les périodes de jeu filmées. Les élèves qui ont eu la plus grande variation de résultats, entre le prétest et le post-test immédiat, ont été choisis. D'abord, l'élève B a obtenu neuf points de plus au post-test immédiat et l'élève F en a obtenu onze de plus. Ce sont les deux joueurs qui ont le plus amélioré leur pointage. À l'inverse, l'élève K, qui a obtenu quatre points de moins lors du post-test immédiat, et l'élève, N qui en a obtenu sept de moins, sont les deux joueurs qui ont le plus perdu de points lors du post-test immédiat. Ces quatre élèves font partie de deux équipes différentes. L'analyse de ce qui s'est passé lors des périodes de jeu dans leurs équipes respectives sera effectuée un peu plus loin à l'intérieur de ce chapitre.

Types d'erreurs :

Comme pour la première question des différents tests, une attention sera portée aux types d'erreurs commises à la seconde question. Nous avons représenté, sous la forme d'un tableau, qui se retrouve en annexe 7, les différentes erreurs de chacun des élèves au prétest et au post-test immédiat. Une liste de codes a été créée afin d'identifier les types d'erreurs. Le tableau XIV présente les codes utilisés, une brève description de ceux-ci et un exemple pour chacun. Les mauvaises réponses sont identifiées en caractère gras.

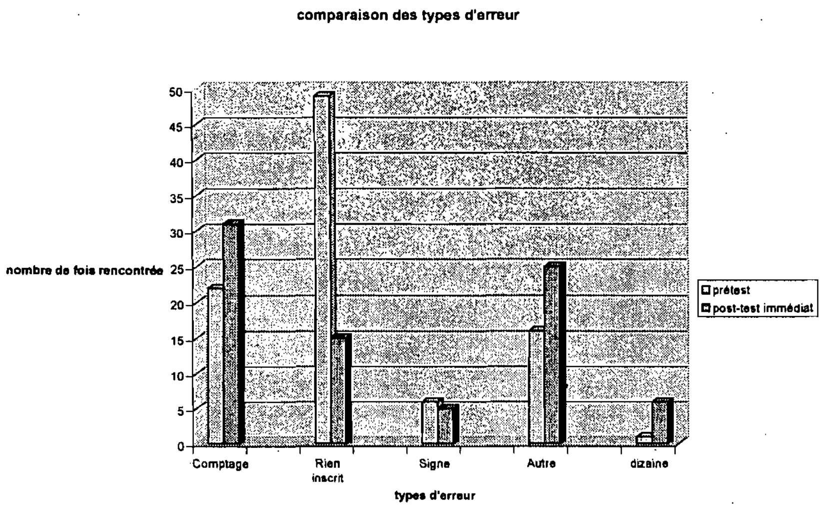
Tableau XIV : Codes utilisés pour l'identification des types d'erreurs

Type d'erreur remarquée (codes)	Brève description	Exemple :
Comptage	Le résultat obtenu par l'élève est à ± 2 du bon résultat.	18-2= **17**
Rien inscrit	L'élève n'a pas inscrit de résultat	18-2=
Signe	Le résultat obtenu par l'élève correspond au résultat de l'opération inverse à celle demandée.	18-2= **20**
Autre	Le résultat obtenu ne semble pas être une erreur de comptage ni une erreur de signe.	18-2= **9**
dizaine	Le résultat obtenu serait exact si on lui enlevait ou on lui ajoutait une dizaine.	18-2= **6**

Toutes les erreurs ont été codées à partir de cette liste de codes. Les erreurs codées se retrouvent en annexe 8. Puis, un contre-codage a été effectué par une autre étudiante de deuxième cycle en administration scolaire. Le taux de similitude dans les codes au moment du codage et du contre-codage étant de plus de 95% démontre une bonne validité et fidélité des codes utilisés, ceux-ci ayant été bien définis au préalable.

La figure 6 présente le nombre de fois où chacun des types d'erreurs est présent au prétest et au post-test immédiat.

Figure 6 :



Le diagramme de la figure 6 illustre que le type d'erreur qui a été le moins présent lors du post-test immédiat, comparativement au prétest, est celui où rien n'est inscrit de la part de l'élève. En revanche, les erreurs de comptage, de dizaine et celle de la catégorie « autres » ont été plus présentes. Quant aux erreurs de signe, elles sont demeurées sensiblement en même quantité. Cela permet de croire que les élèves qui n'avaient rien inscrit lors du prétest, par manque de temps ou pour une autre raison, ont davantage essayé de trouver une réponse lors du post-test immédiat. Suite aux périodes de jeu, le nombre de réponses absentes a diminué remarquablement.

Après avoir observé les types d'erreurs, la fréquence des erreurs est présentée, c'est-à-dire que nous souhaitons observer quelles ont été les additions et/ou soustractions qui ont occasionné le plus de réponses erronées. Certaines opérations ont été regroupées pour former des catégories. Les fautes ont été mises ensemble selon diverses caractéristiques des opérations à effectuer, par exemple en fonction du résultat attendu, des termes utilisés dans les opérations ou des propriétés de certains nombres. D'abord la catégorie **± 1** est formée des opérations où l'élève doit additionner ou soustraire le chiffre 1. La catégorie **soustraction simple** comprend les soustractions où les nombres sont identiques ou plus petits que six. La catégorie **+3** est composée des additions où l'élève doit additionner le chiffre trois. La catégorie **dizaine inverse** contient les additions où la dizaine change de position dans l'opération, par exemple 14+3 et 4+13. **Opération inverse** est la catégorie où les élèves effectuent avec les mêmes nombres une addition et une soustraction. Les catégories **± 7, ± 8 et ± 9** sont celles où l'élève doit additionner ou soustraire la valeur de la catégorie :7, 8 ou 9. La catégorie des **complémentaires du 10** comprend les opérations dont le résultat est égal à dix. Finalement, la catégorie **soustractions dont les 2 nombres sont supérieurs à 10** contient des soustractions où l'élève doit trouver la différence entre deux nombres plus grands que dix. Le nombre de fois où les erreurs sont présentes, soit parce que la réponse donnée est mauvaise, soit parce qu'il n'y a rien d'inscrit, est comptabilisé dans le tableau.

Le tableau XV de la page suivante illustre les erreurs selon les catégories ainsi que leur fréquence lors du prétest et du post-test immédiat. Ce tableau souligne que les soustractions composées de deux nombres supérieurs à dix (ex : 13-11) sont celles qui ont causé le plus de problèmes tant lors du prétest que du post-test. Il y a eu 28 erreurs dans chacun des tests. La catégorie d'erreurs qui a complètement disparu est celle des soustractions simples, composées de nombres inférieurs à six. Ce qui retient plus particulièrement notre attention, c'est la catégorie qui regroupe les complémentaires du dix (deux additions et une soustraction). En effet, dix erreurs ont été commises lors du prétest, tandis que, suite aux différentes périodes de jeu, une seule erreur a été effectuée au post-test immédiat. Le jeu pourrait avoir eu une influence sur les résultats obtenus aux différents complémentaires du dix. Rappelons que ce jeu avait comme objectif de permettre aux élèves de maîtriser le répertoire mémorisé, plus particulièrement les complémentaires du dix.

Tableau XV : Fréquence des erreurs rencontrées au prétest et post-test

		Prétest			Post-test immédiat		
Erreurs	Catégories	Faute (mauvaise réponse inscrite)	Rien inscrit	Total d'erreurs dans cette catégorie	Faute (mauvaise réponse inscrite)	Rien inscrit	Total d'erreurs dans cette catégorie
10-1 1+13	± 1	1	2	3	1	1	2
4-4 5-2	Soustraction simple	0	4	4	0	0	0
8+3 17+3	+3	2	3	5	4	3	7
15+4 5+14	Dizaine inverse	2	2	4	3	1	4
13-6 13+6	Opération inverse	2	4	6	7	2	9
3+7 6+7 12-7	±7	8	5	13	6	2	8
14-8 12+8	±8	5	1	6	6	2	8
9-5 15-9 4+9 8+9 9-3	±9	7	4	11	11	2	13
3+7 4+6 17-7	Complé-mentaires du 10	5	5	10	1	0	1
20-12 17-14 18-15 20-17	Soustractions dont les 2 nombres sont supérieurs à 10	13	15	28	23	5	28

Temps :

Le temps nécessaire pour répondre à la seconde question est présenté dans la présente section. Étant donné que beaucoup plus de réponses ont été données lors du post-test immédiat que lors du prétest, cela pourrait signifier que les élèves ont utilisé des stratégies qui nécessitent moins de temps pour trouver une réponse au post-test immédiat en comparaison avec le prétest. En effet, tel que mentionné lors de l'analyse de la première question, lorsque les élèves ont maîtrisé le résultat, qu'ils l'ont mémorisé, qu'ils effectuent un calcul mentalement ou qu'ils ont recours aux propriétés des opérations ou des propriétés des nombres, cela nécessite habituellement moins de temps que lorsqu'ils ont besoin d'un support visuel, de dessins de collections-témoins, ou encore lorsqu'ils procèdent par comptage ou dénombrement. Il sera important d'observer si les stratégies plus rapides des élèves auront été plus efficaces, c'est-à-dire qu'elles auront permis d'obtenir un meilleur résultat lors du post-test immédiat comparativement au prétest.

Le tableau XVI présente les différents temps utilisés par les élèves pour répondre aux trente opérations. Tant les bonnes réponses que les mauvaises se retrouvent sur ce tableau. Le nombre d'opérations laissées sans réponse a été ajouté, tout comme le total obtenu par les élèves (/30).

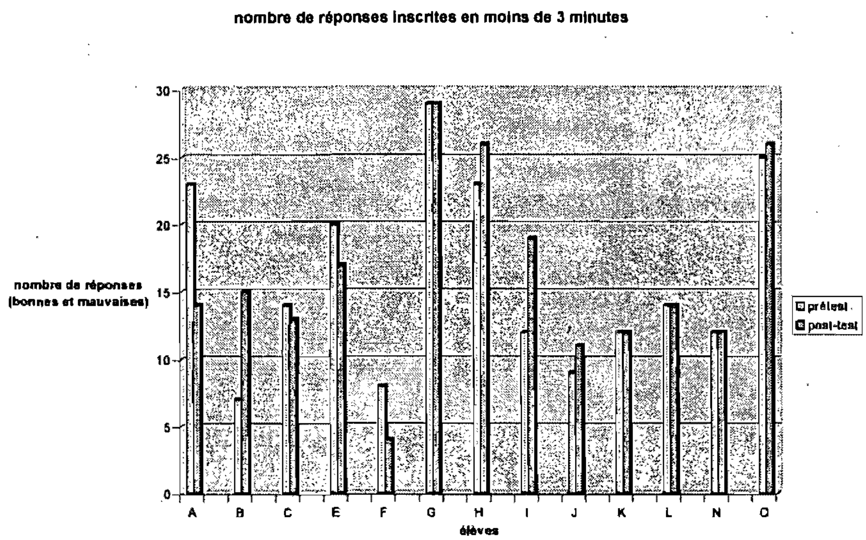
Tableau XVI : Observation du temps nécessaire pour répondre à la question 2

Légende: B-R : bonne réponse M-R: mauvaise réponse	rien : aucune réponse

Temps pour effectuer le prétest								
	0 à 3 minutes		3 à 5 minutes		5 à 8 minutes			Total
	B-R	M-R	B-R	M-R	B-R	M-R	Rien	/30
A	22	1	7	0	0	0	0	29
B	5	2	2	2	4	1	14	11
C	14	0	2	0	3	3	8	19
E	19	1	3	1	2	1	3	24
F	7	1	4	0	2	2	14	13
G	28	1	1	0	0	0	0	29
H	22	1	6	1	0	0	0	28
I	11	1	8	0	3	1	6	22
J	7	2	3	2	8	8	0	18
K	11	1	8	1	9	0	0	28
L	13	1	6	0	4	3	3	23
N	9	3	8	2	6	2	0	23
O	22	3	5	0	0	0	0	27
Temps pour effectuer le post-test immédiat								
	0 à 3 minutes		3 à 5 minutes		5 à 8 minutes			Total
	B-R	M-R	B-R	M-R	B-R	M-R	Rien	/30
A	13	1	8	1	7	1	0	28
B	7	8	7	2	6	0	0	20
C	13	0	3	1	7	2	4	23
E	17	0	5	0	5	1	2	27
F	2	2	8	1	14	3	0	24
G	26	3	0	1	0	0	0	26
H	24	2	5	1	0	0	0	29
I	15	4	1	4	4	0	2	20
J	10	1	7	4	5	3	0	22
K	10	2	1	2	13	2	0	24
L	12	2	4	0	6	3	3	22
N	4	8	9	2	3	3	1	16
O	23	3	3	0	0	0	1	26

Il n'est pas facile d'observer s'il y a eu une augmentation du nombre de bonnes réponses données entre 0 et 3 minutes car le nombre total de bonnes réponses données par les élèves diminue parfois. Le tableau XVI de la page précédente est utilisé afin de créer un diagramme à bandes qui illustre le nombre total de réponses données par les élèves, en moins de trois minutes, qu'elles soient bonnes ou mauvaises. Ainsi, il sera possible d'observer si les stratégies des élèves semblent avoir été plus rapides, sans toutefois vérifier si elles ont été plus efficaces. La figure 7 présente toutes les réponses données par chacun des élèves en trois minutes ou moins lors du prétest et du post-test immédiat.

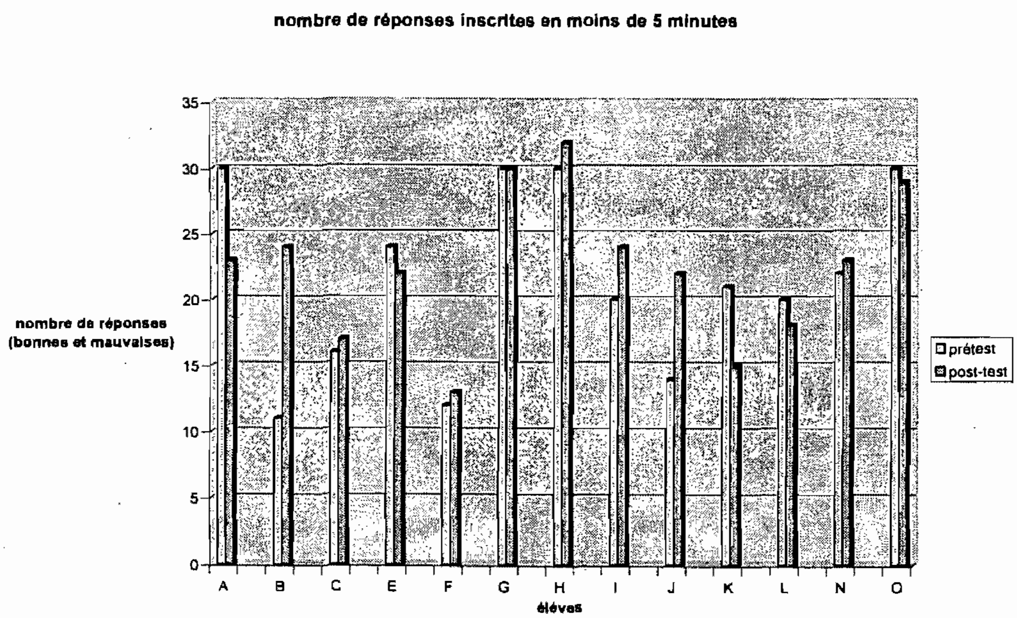
Figure 7 :



La figure 7 indique que quatre élèves (A, C, E et F) ont donné moins de réponses au post-test immédiat comparativement au prétest. Puis, cinq élèves (B, H, I, J et O) ont fait l'inverse en donnant plus de réponses lors du post-test immédiat. Finalement, les quatre autres élèves (G, K, L et N) ont donné le même nombre de réponses en trois minutes ou moins tant au prétest qu'au post-test immédiat. Ces résultats permettent de croire que, suite aux différentes périodes de jeu, quatre élèves auraient conservé les mêmes stratégies au post-test immédiat que lors du prétest. Cinq autres élèves auraient utilisé des stratégies qui nécessitent moins de temps, le rappel de résultats déjà maîtrisés ou le comptage par exemple. Finalement, quatre élèves auraient utilisé des stratégies nécessitant un plus grand temps d'exécution au post-test immédiat qu'au prétest : par exemple, le comptage ou le dénombrement de collections-témoins. Cependant, nous constatons que, malgré l'utilisation de stratégies moins rapides, les élèves C, E et F ont amélioré leur résultat au post-test immédiat. Ils ont donc utilisé des stratégies plus efficaces pour eux, qui ont probablement été explorées lors des différentes périodes de jeu. À l'opposé, les élèves I et O qui semblent avoir utilisé une stratégie plus rapide, ont régressé lors du post-test immédiat. Les stratégies qui ont servi semblent avoir été plus rapides, mais moins efficaces. Puis, pour les joueurs B et J, nous constatons qu'en plus d'utiliser une stratégie plus rapide, ils ont obtenu de meilleurs résultats lors du post-test immédiat. Leurs stratégies semblent avoir été rapides et efficaces.

La figure 8 présente un graphique semblable à la figure 7 de la page 79, sauf qu'elle illustre le nombre de réponses obtenues, qu'elles soient bonnes ou mauvaises, en moins de cinq minutes. Cette figure inclut les réponses données entre 0 et 3 minutes à celles données entre 3 et 5 minutes.

Figure 8:



Le diagramme de la figure 8 souligne qu'un élève (G) a donné le même nombre de réponses lors du post-test immédiat que lors du prétest. Cela porte à croire, qu'étant donné un résultat presque parfait lors du prétest (29/30), cet élève a conservé les mêmes stratégies lors du post-test immédiat. Il a toutefois fait une erreur de comptage de plus qu'au prétest et a également fait deux erreurs reliées aux signes des opérations. Cinq élèves (A, E, K, L et O) ont cependant inscrit moins de réponses lors du post-test immédiat. Parmi eux, A et O avaient obtenu un excellent résultat lors du prétest, respectivement 29/30 et 27/30. Ces deux élèves ont perdu un point lors du post-test immédiat. Le joueur K, qui avait lui aussi un bon résultat au prétest (28/30), a cependant perdu quatre points au post-test immédiat, ayant laissé une réponse sans rien inscrire et trois erreurs classées dans la catégorie « autre ». Ainsi, cela amène à penser que ces joueurs, suite aux différentes périodes de jeu, ont probablement développé une stratégie presque aussi efficace que celle qu'ils avaient déjà, mais qui nécessite un peu plus de temps d'exécution. Pour ce qui est de l'élève E, bien qu'il ait pris plus de temps lors du post-test immédiat, il a obtenu un résultat de trois points supérieurs allant de 24/30 au prétest à 27/30 lors du post-test immédiat. Il semble donc avoir développé, suite aux périodes de jeu, une stratégie plus efficace, mais qui prend plus de temps à effectuer.

Ce qui retient également notre attention, c'est que sept élèves (B, C, F, H, I, J et N) ont réussi à donner plus de réponses, donc à utiliser une stratégie plus rapide. Nous retrouvons parmi eux les quatre élèves qui avaient les résultats les plus faibles au prétest (11/20 à 18/20) qui, rappelons-le, ont tous amélioré leur pointage au post-test. De tels résultats portent à croire que pour ces élèves, le jeu a permis de développer de nouvelles stratégies qui, en plus de nécessiter moins de temps d'exécution, comme le rappel de résultats déjà maîtrisés ou le calcul mental, étaient plus efficaces que celles utilisées lors du prétest. L'élève H, pour sa part, avait déjà un résultat de 28/30 au prétest, il utilisait une stratégie déjà efficace. Il semble avoir maîtrisé davantage le répertoire mémorisé et fait usage d'une stratégie qui est plus rapide, tout en étant un peu plus efficace, lui permettant d'améliorer son résultat d'un point lors du post-test immédiat. Il n'y a que le joueur I, qui semble avoir utilisé une stratégie qui nécessite moins de temps lors du post-test immédiat, qui a perdu deux points à ce même test. Cependant, il est à noter que le joueur I avait laissé six opérations sans rien inscrire lors du prétest et qu'il n'en a laissé que deux lors du post-test immédiat, faisant plus d'erreurs de comptage.

Suite aux différentes périodes de jeu, les quatre élèves (B, C, F et J) qui étaient les plus faibles au départ ont réussi à améliorer les résultats obtenus au prétest. De plus, ces élèves ont sans doute développé, à la suite de l'utilisation du jeu, des stratégies qui nécessitent moins de temps pour trouver une réponse. Il pourrait s'agir entre autres du rappel en mémoire de résultats maîtrisés, du calcul mental, qui sont des stratégies plus rapides que le dénombrement d'objets ou le comptage d'une collection-témoin par exemple. Ainsi, les élèves les plus faibles semblent avoir développé, suite aux périodes de jeu, des stratégies plus rapides et efficaces leur permettant de maîtriser davantage le répertoire mémorisé. Les cinq élèves (A, G, H, K et O) les plus forts, qui avaient déjà un résultat presque parfait lors du prétest, ont possiblement utilisé des stratégies semblables tant lors du prétest que du post-test immédiat. Ils ont cependant fait un peu plus d'erreurs dans le post-test immédiat. L'utilisation du jeu ne semble pas avoir permis à ces élèves de maîtriser davantage le répertoire mémorisé, étant donné qu'ils le maîtrisaient déjà assez bien. Finalement, parmi les quatre élèves (E, I, L et N) se situant entre les plus forts et les plus faibles, trois n'ont pas réussi à améliorer le résultat obtenu lors du post-test immédiat, laissant croire que le jeu ne leur a pas permis de maîtriser le répertoire mémorisé davantage, ni de développer de stratégies plus efficaces. L'autre élève (E) a pour sa part réussi à améliorer son pointage au post-test immédiat en développant probablement une stratégie plus efficace qui était cependant moins rapide. Le jeu semble lui avoir permis de maîtriser davantage le répertoire mémorisé.

4.1.3 Question 3

La troisième et dernière question de nos différents tests proposait quatre résolutions de problèmes, de différents types : comparaison, réunion et séparation. Cette question avait comme objectif de placer les élèves dans un contexte différent où ils devaient effectuer un calcul où la maîtrise du répertoire mémorisé est utile. Elle voulait également permettre la possibilité d'observer s'il y avait un allègement de la charge de la mémoire à court terme (ERMEL, 2001) Afin de procéder à l'analyse et à l'interprétation des données recueillies, nous observons pour chacune d'entre elles si les élèves ont utilisé une démarche appropriée, s'ils laissent une trace, s'ils ont obtenu le bon résultat et le nombre total de bonnes réponses.

Ce qui retient davantage notre attention lors du prétest, c'est qu'en cinquante-deux occasions de laisser une trace appropriée de leur démarche, les élèves ne l'ont fait que dix fois. La majorité du temps, lorsque l'élève ne laisse pas de trace d'une démarche, c'est qu'il ne fait qu'inscrire une réponse, qu'elle soit bonne ou mauvaise. En fait, trois élèves ont obtenu quatre bonnes réponses sur quatre. Parmi eux, deux élèves n'ont pas laissé de traces de leur démarche et l'autre élève a laissé trois traces pertinentes. Trois autres élèves ont réussi trois des quatre problèmes, quatre élèves en ont réussi deux, deux élèves en ont réussi un et un élève en a réussi aucun.

Il est possible que les élèves aient mal interprété la tâche à accomplir ou encore qu'ils n'aient pas compris le langage mathématique utilisé. De plus, il est probable que les élèves ne savaient pas ce que signifiait laisser une trace de la démarche, ils pouvaient croire que la réponse était une trace suffisante.

Pour ce qui est du post-test immédiat, sur les cinquante-deux occasions de laisser une trace, les élèves en ont laissée quatorze, soit quatre de plus que lors du prétest. Il est à remarquer qu'aux problèmes un, deux et trois, un élève de plus a obtenu la bonne réponse lors du post-test immédiat. Puis, deux élèves de plus ont obtenu une bonne réponse au dernier problème du post-test immédiat.

Tant au prétest qu'au post-test immédiat, lorsque les élèves n'obtiennent pas une bonne réponse, ils n'ont pas laissé de trace adéquate pouvant nous permettre d'identifier de quel type d'erreur il s'agit, d'observer si c'est une erreur dans la démarche, une erreur de retranscription, une mauvaise compréhension du type de problème, une erreur due à la méconnaissance des tables ou autre. Les élèves de cette classe n'étaient pas familiers avec ce type de problèmes, ils n'avaient pas vraiment de « méthode de résolution de problèmes ». Nous souhaitions observer par les résultats de ces types de problèmes si les élèves qui ne maîtrisaient pas bien le répertoire mémorisé avaient plus de difficultés à résoudre les problèmes que les élèves qui le maîtrisaient davantage. Nous voulions aussi vérifier si les élèves qui avaient plus de difficultés avec le répertoire mémorisé utilisaient d'autres stratégies leur permettant d'obtenir le résultat. Cependant, les élèves n'ayant pas laissé suffisamment de traces des démarches utilisées, il est difficile d'analyser les données recueillies. Cette question ne permettant pas de répondre à nos objectifs de recherche, étant donné qu'il manque des informations, nous avons choisi de ne pas en tenir compte lors de nos conclusions.

Suite à la présentation des résultats obtenus aux différentes questions de tous les tests, un portrait global des élèves qui ont été retenus sera effectué. Celui-ci sera utile lors de l'analyse et de l'interprétation des données qualitatives recueillies par l'écoute des enregistrements vidéo des équipes dont font partie ces élèves.

4.1.4 Portrait des équipes

Nous souhaitons observer ce qui s'est produit à l'intérieur des équipes des élèves B, F, K et N. Rappelons que ces élèves ont été choisis parce que ce sont eux qui présentent un plus grand écart, une plus grande variation dans les résultats qu'ils ont obtenus à la seconde question lors du prétest et du post-test immédiat. Ces quatre élèves se retrouvent dans deux équipes différentes que nous avons appelé équipe 1, composée des joueurs B, I et K, et équipe 2, composée des joueurs E, F et N. Avant de procéder à l'analyse et à l'interprétation des séances vidéo de ces équipes, les différents résultats obtenus aux deux premières questions des différents tests sont présentés, ce qui permettra de faire des liens par la suite entre les résultats obtenus et les interactions observées.

<u>Équipe 1 :</u>

Nous avons placé en annexe 9 différents tableaux permettant d'illustrer les résultats obtenus par l'équipe 1 à la première question, celle qui demande les complémentaires du 10 par des équations à terme manquant, aux différents tests. Ces tableaux présentent également les types d'erreurs ainsi que les temps nécessaires pour répondre à cette question.

Dans cette équipe, l'élève K avait déjà un résultat parfait au prétest, en une seule minute. Il a ainsi maintenu son pointage et sa vitesse d'exécution. Il semble donc maîtriser les complémentaires du 10 et utiliser la même stratégie avant et après les périodes de jeu. L'élève B, qui était le seul à avoir deux erreurs au prétest, n'a fait aucune erreur au post-test immédiat. Il a également réussi à répondre à toutes les questions en moins d'une minute au post-test immédiat alors qu'il n'avait répondu qu'à six lors du prétest. Cela laisse croire que, suite aux périodes de jeu, il a utilisé une stratégie plus rapide, comme le rappel en mémoire de résultats maîtrisés par exemple, qui s'est avérée un peu plus efficace. En ce qui a trait au joueur I, il avait un résultat parfait au prétest, mais a cependant fait dix erreurs au post-test immédiat et neuf au second post-test. Ces erreurs sont toutes dues à une mauvaise compréhension de la tâche à effectuer, qui ont peut-être été provoquées par le jeu lui-même, étant donné qu'il était possible d'additionner ou de soustraire deux dominos afin de trouver le total de 10. Cet élève a possiblement répété les actions qu'il posait dans le jeu lors de son post-test immédiat. Le joueur I a cependant fait deux erreurs lors du dernier post-test, fautes de type erreur de calcul. Cela est peut-être dû à l'utilisation de stratégies de dénombrement d'objets ou de comptage. Ainsi, dans cette équipe, l'élève B, qui était le plus faible, s'est amélioré. L'élève K, le plus fort est demeuré constant et l'élève I, qui était moyen-faible a régressé pour cette question.

En annexe 10, d'autres tableaux présentent les résultats de cette même équipe pour la seconde question, celle où 15 additions et 15 soustractions du répertoire mémorisé de deuxième année étaient demandées. Le joueur B, qui était le plus faible, est passé d'un résultat de 11/30 à 20/30. De plus, il a inscrit huit réponses de plus dans les trois premières minutes. Son temps a été en général plus rapide. Lors du prétest, il avait laissé quatorze réponses sans rien inscrire tandis qu'au post-test immédiat, il a répondu à toutes les questions. Cela permet de croire qu'il a adopté des stratégies plus rapides, puisqu'il a donné plus de réponses en moins de temps. Ces stratégies semblent plus efficaces, car il a obtenu davantage de bonnes réponses. Il avait également fait deux erreurs de type comptage au prétest. Lors du post-test immédiat, il a fait sept erreurs de type comptage. Il se pourrait qu'il ait développé cette stratégie lors des périodes de jeu en utilisant les dominos qui comportaient des collections-témoins. Les périodes de jeu semblent avoir été favorables pour le joueur B, qui a amélioré son résultat, et qui semble maîtriser un peu plus le répertoire mémorisé.

Le joueur I, qui était considéré moyen-faible, est passé d'un résultat de 22/30 à 20/30. Bien que son résultat soit légèrement plus faible, le nombre d'erreurs, dues à ne rien avoir inscrit, est passé de six à deux. Il semble donc utiliser une stratégie plus rapide lui ayant permis d'inscrire sept réponses de plus lors du post-test immédiat, en moins de trois minutes. Cependant, bien que ses stratégies soient plus rapides, elles ne semblent pas nécessairement plus efficaces car son résultat total a diminué. Ainsi, pour le joueur I, les périodes de jeu semblent avoir permis l'utilisation de stratégies plus rapides et d'autres stratégies qui lui ont permis de compter lorsque c'était nécessaire.

En ce qui concerne le joueur K, qui était considéré fort, il y a eu une baisse dans son résultat final, passant de 28/30 à 24/30. Le nombre de réponses données à l'intérieur de trois minutes est demeuré le même pour les deux tests. Il semble qu'il ait utilisé des stratégies semblables. De trois à cinq minutes, il a donné six réponses de moins lors du post-test immédiat. Cet élève est peut-être demeuré plus longtemps sur le même problème ou il a utilisé des stratégies comme le dénombrement ou le comptage, qui nécessitent plus de temps. Ainsi, les périodes de jeu ne semblent pas avoir permis au joueur K d'améliorer sa connaissance du répertoire mémorisé, ni de développer de nouvelles stratégies plus rapides et/ou plus efficaces.

Tout au long des périodes de jeu, les élèves de cette équipe ont utilisé différents types de dominos. À la première période, les dominos étaient compsés de nombres uniquement. Les élèves ne pouvaient qu'effectuer des additions. L'expérimentatrice a utilisé les dominos avec collections-témoins pour les trois autres périodes de jeu car elle a remarqué que le joueur B rencontrait des difficultés. Ces dominos permettent d'effectuer seulement des additions. Pour les deux autres périodes suivantes, les élèves ont eu recours aux dominos avec nombres, pour les additions uniquement. Puis, pour les autres périodes de jeu, ce sont les dominos avec des nombres offrant la possibilité de faire des additions ou des soustractions qui ont été utilisés.

Équipe 2 :

La présentation des résultats de la seconde équipe est faite de la même façon que pour la première, en orientant notre analyse à partir des tableaux illustrant les résultats obtenus à la première question qui se retrouvent en annexe 11. Rappelons avant de débuter, que nous retrouvons entre autres, dans cette équipe, les joueurs F et N, choisis suite à l'écart dans les résultats obtenus à la deuxième question du post-test immédiat, en comparaison avec le prétest.

Dans cette équipe, l'élève E avait déjà un résultat parfait au prétest. Il a réussi à maintenir ce résultat lors du post-test immédiat. De plus, il a été plus rapide dans la première minute du post-test immédiat, ce qui laisse croire qu'il a probablement maîtrisé davantage les complémentaires du 10 suite aux périodes de jeu, qui portaient justement sur ces complémentaires. L'élève F, quant à lui, avait fait deux erreurs lors du prétest et n'en a fait qu'une lors du post-test immédiat. Il a également doublé le nombre de réponses données, en une minute, au post-test immédiat. Ce joueur a sans doute utilisé une stratégie plus rapide et efficace. Le joueur N, pour sa part, a amélioré son résultat de quatre points, bien que le temps utilisé pour donner les réponses soit demeuré le même. Cet élève a probablement utilisé les mêmes stratégies, mais en faisant moins d'erreurs. Le jeu lui a peut-être permis de perfectionner ses propres stratégies. Ainsi, dans cette équipe, les deux élèves ayant obtenu des erreurs lors du prétest ont amélioré leur résultat au post-test immédiat, maîtrisant mieux les complémentaires du dix. Puis, l'élève qui avait déjà un score parfait a quant à lui maintenu son résultat, tout en étant plus rapide au post-test immédiat, ayant possiblement développé une stratégie plus rapide, comme la récupération en mémoire de résultats déjà maîtrisés.

En annexe 12 se retrouvent les résultats de l'équipe 2 pour la seconde question. Ceux-ci sont illustrés à l'intérieur de différents tableaux. Le joueur E, qui était un élève dans la catégorie « moyen », est passé d'un résultat de 24/30 à 27/30. Il a laissé une réponse avec rien d'inscrit de moins au post-test immédiat qu'au prétest. Cependant, il a eu besoin de plus de temps pour répondre lors du post-test immédiat. Cela porte à croire qu'il a utilisé des stratégies moins rapides, mais toutefois plus efficaces étant donné l'amélioration de son résultat. Les périodes de jeu semblent avoir permis à l'élève E d'améliorer ses résultats au post-test immédiat, possiblement de maîtriser davantage le répertoire mémorisé et d'utiliser des stratégies plus efficaces.

Le joueur F, qui était un élève faible, a fait un bond de onze points en passant d'un résultat de 13/30 à 24/30. Cet élève avait laissé quatorze opérations sans rien inscrire lors du prétest, alors qu'il a écrit quelque chose à toutes les questions du post-test immédiat. Entre la troisième et la cinquième minute, le joueur F a donné plus de réponses lors du post-test immédiat. Cela laisse croire qu'il a utilisé des stratégies plus rapides qui se sont avérées également plus efficaces étant donné l'amélioration du résultat. Les périodes de jeu semblent avoir été favorables pour l'élève F, qui a amélioré son résultat, et permis de pratiquer une stratégie plus rapide et efficace. Il s'agit probablement d'un passage du comptage au calcul étant donné qu'il n'y avait pas de dominos avec collections-témoins dans cette équipe, seulement des dominos avec des nombres.

Le joueur N, qui était un élève dans la catégorie « moyen », a fait une chute de sept points en passant d'un résultat de 23/30 à 16/30. Lors du prétest, aucune erreur n'était due au fait que l'élève n'avait rien inscrit. Au post-test immédiat, une question est demeurée sans réponse. En ce qui a trait au temps, il est demeuré le même pour les trois première minutes, a été un peu plus rapide entre trois et cinq minutes et plus lent entre cinq et huit minutes. Cela porte à croire que cet élève n'a pas développé de stratégies ni plus rapides, ni plus efficaces. Les périodes de jeu ne semblent pas avoir été favorables pour l'élève N étant donné qu'il n'y a pas eu d'amélioration au niveau de son résultat ni des stratégies utilisées.

La présentation des résultats de ces deux équipes, aux deux premières questions, sera utile afin d'effectuer dans les prochaines sections l'analyse et l'interprétation des données qualitatives. Ces données ont été recueillies lors des séances vidéo filmées des équipes dont le portrait vient d'être fait.

Tout au long des périodes de jeu, les élèves de cette équipe ont utilisé des dominos avec des nombres seulement. Lors des cinq premières périodes, ils ne pouvaient qu'effectuer des additions. Puis, pour les dernières périodes de jeu, ils pouvaient avoir recours aux soustractions.

4.2 Analyse et interprétation des données qualitatives

À l'intérieur de cette section, les séances vidéo des deux équipes, appelées équipe 1 et équipe 2, sélectionnées en fonction des résultats obtenus à la seconde question du prétest et du post-test immédiat seront analysées et interprétées. Notre intérêt portera sur les types d'interactions qui ont pu surgir lors des différentes périodes de jeu, afin de tenter d'établir des liens entre ces interactions et les résultats obtenus par les élèves aux différents tests. De plus, l'observation du climat de l'équipe et/ou des interactions, lors des périodes de jeu, pourraient également avoir eu un impact sur le développement de nouvelles stratégies ou l'approfondissement de stratégies existantes permettant une meilleure maîtrise du répertoire mémorisé. L'analyse et l'interprétation des données seront présentées une équipe à la fois.

4.2.1 Équipe 1

La première équipe est composée des élèves B, K et I. Un profil de ces élèves, qui fait ressortir le sexe, l'âge et les résultats obtenus à la seconde question du prétest et du post-test immédiat est présenté au tableau XVII.

Tableau XVII : Profil de l'équipe 1

Joueur	Sexe	Âge	Résultats au prétest	Résultats au post-test immédiat
B	M	7,5	11/30	20/30
K	F	7,6	28/30	24/30
I	M	8,5	22/30	20/30

Le tableau XVII indique que la première équipe est composée de deux garçons et une fille. Parmi eux, un garçon a obtenu neuf points de plus lors de son post-test immédiat alors que les deux autres joueurs ont perdu deux et quatre points lors du post-test immédiat.

Pour procéder à l'analyse et à l'interprétation des données qualitatives recueillies lors des périodes de jeu de cette équipe, une transcription des enregistrements vidéo a d'abord été effectuée. Cette transcription se retrouve en annexe 13. Celle-ci présente chacune des actions aux différentes périodes de jeu. Il est à noter que la transcription ne constitue pas un verbatim des séquences vidéo, mais plutôt une description de ce qui est vu et/ou entendu, de plusieurs gestes et paroles posés par les élèves ou par la chercheuse durant les périodes de jeu filmées. Le choix d'effectuer une description plutôt qu'un verbatim a été fait pour que les gestes non verbaux puissent être inclus. De plus, les paroles n'ayant aucun lien avec la tâche à accomplir ne se retrouvent pas dans la description, par exemple une élève qui chante. La grille de codage présentée à l'intérieur de notre chapitre sur la méthodologie a ensuite été utilisée. Seuls les passages jugés pertinents ont été retenus pour le codage, c'est-à-dire ceux qui présentent des gestes ou paroles qui ont trait à la tâche, à une stratégie, à une règle du jeu, à un geste mathématique, etc. Six des huit périodes de jeu ont été observées et codées. En fait, la première période où les élèves ont joué a été retranchée de l'analyse puisqu'ils n'ont pas joué avec les membres de leur équipe respective étant donné que cette période a été consacrée à l'explication des règles et à l'initiation aux dominos. La seconde période de jeu n'a pas été codée non plus compte tenu du fait qu'un joueur était absent et qu'un autre élève a dû le remplacer. Ainsi, nos observations et notre analyse sont concentrées sur les périodes trois, quatre, cinq, six, sept et huit. En annexe 14, se retrouve la description des séquences vidéo ainsi que les codes attribués. Après le codage, un contre-codage a été effectué par une étudiante graduée en administration scolaire. Suite à ce contre-codage, de quatre des douze séances codées (6 pour l'équipe 1 et 6 pour l'équipe 2), parmi les soixante-huit séquences codées et contre-codées, le pourcentage de réussite, contre-codage similaire au codage, est de 94%. Puisque quatre pourcent des erreurs est relié aux mêmes deux codes Oja et Vjp, quelques modifications ont été apportées à l'explication de ceux-ci. L'annexe 14 inclut la modification apportée à la définition des deux codes.

Le tableau XVIII de la page 90 présente la fréquence d'apparition des codes de chacun des joueurs.

Tableau XVIII : Fréquence d'apparition des codes, équipe 1

Code	Joueur K	Joueur B	Joueur I
jse	32	20	26
Jdo	1	12	2
Oja	7	1	4
Vjp	1	1	0
Drse	9	2	2
Drav	1	0	1
R1	0	2	0
R2	0	2	0
R4	0	0	0
Er	2	0	0
Jpa	3	0	0
Jmt	0	2	0
A1	0	0	0
A3	0	5	0
A5	0	1	0
A7	1	0	0
As	1	0	0
cd	0	0	0
G1	0	0	0
dep	3	2	1

Le tableau XVIII indique que le comportement le plus fréquent chez chacun des joueurs est celui qui consiste à déposer un domino sans en expliquer la raison (jse). Cela amène à questionner une des règles du jeu, celle qui demande de dire pourquoi on place un domino. Cette règle était-elle bien comprise par les élèves et/ou la chercheuse a-t-elle assez insisté lors des périodes de jeu ? Il est possible également que les joueurs n'aient pas perçu l'importance de cette règle pour l'avancement du jeu, ils pouvaient gagner sans dire pourquoi ils choisissaient un domino plutôt qu'un autre. Toutefois, cette règle était essentielle pour le développement de la troisième compétence (communiquer à l'aide du langage mathématique).

Le joueur B est celui qui a le plus progressé dans cette équipe. Son pointage au prétest (11/30) est passé à 20/30 au post-test immédiat. C'est aussi l'élève qui a donné le plus d'explications en ce qui concerne sa façon de placer ses dominos (Jdo). C'est également celui qui a le plus demandé l'aide des autres (A3). Le joueur I, qui a perdu deux points lors du post-test immédiat, est l'élève qui a presque uniquement déposé ses dominos sans rien dire (jse). Le joueur K, qui a obtenu un résultat plus faible au post-test immédiat, comparativement au prétest, est l'élève qui donne le moins d'informations sur les raisons qui le motivent à déposer ses dominos de cette façon (jse).

Pour compléter l'analyse et répondre à notre second objectif de recherche qui s'intéresse aux interactions possibles, d'autres éléments importants peuvent être observés. Les différents codes utilisés précédemment ont été regroupés en trois grandes catégories de codes inspirées de deux auteurs dont nous avons parlé dans la section abordant la conception socioconstructivisme, Mugny (1991) et Bales (1950). La première catégorie est appelée « coopération et collaboration » et s'inspire de Mugny. Elle regroupe les codes où les élèves ont la possibilité, ou non, de coopérer et/ou de collaborer avec les autres. Les codes sélectionnés pour cette catégorie sont : l'élève vérifie ce qu'un autre joueur a placé (Vjp), l'élève donne une réponse à un joueur sans explication (Drse), l'élève joue pour un autre joueur sans explication (Jpa), l'élève fournit une explication qui aide un autre joueur (A1), l'élève demande de l'aide (A3), l'élève offre son aide (A5), l'élève refuse l'aide d'un autre joueur (A7), l'élève aide un autre élève en fournissant une stratégie (As), l'élève observe ce qu'un autre joueur a placé (Oja) et l'élève donne une réponse à un joueur avec une explication (Drav). La deuxième catégorie nommée « tâche », s'inspire de Bales. Dans cette catégorie se retrouvent tous les gestes reliés plus particulièrement à la tâche et aux règles du jeu. Les codes où l'élève explique ou rappelle une règle du jeu (Er), l'élève ne sait pas que c'est à son tour de jouer (R4), l'élève déplace le domino d'un autre joueur (G1) et l'élève joue au mauvais tour (Jmt) s'y retrouvent. Il est arrivé à plusieurs reprises que les élèves jouent sans aucune interaction directe avec les autres, ils ne faisaient que déposer les dominos. La catégorie « individuel » a été créée à l'intérieur de laquelle se retrouvent les codes Jdo (l'élève joue en décrivant l'opération), Jse (l'élève joue sans donner d'explication), R1 (l'élève découvre une erreur qu'il a commise) et R2 (l'élève ne s'aperçoit pas d'une erreur qu'il a commise). Finalement, le code Cd (compter sur ses doigts) pourrait être placé dans la catégorie « tâche » puisque c'est une stratégie reliée à la tâche, à un geste mathématique. Cependant, cela demeure également un geste de la catégorie « individuel ». Ce code est demeuré dans sa propre catégorie : Cd.

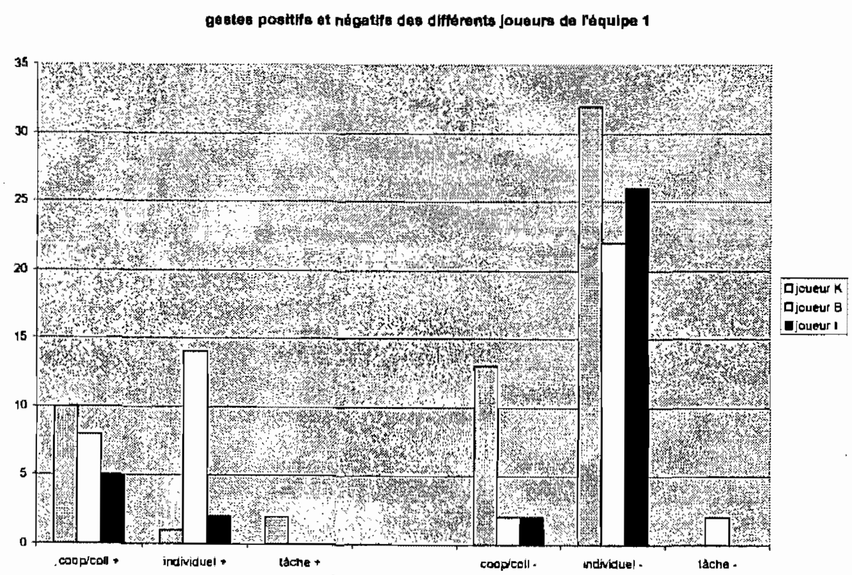
Suite à l'identification des grandes catégories : coopération/collaboration, tâche et individuel, deux divisions ont été créées à l'intérieur de chacune d'elles. Ces divisions permettent de distinguer les gestes qui sont plus « positifs », c'est-à-dire les gestes qui rendent service à un autre membre de l'équipe, qui permettent une relation harmonieuse avec un autre joueur, etc. Par exemple, lorsqu'un élève vérifie si le domino qui vient d'être placé par un joueur est bien placé, que le total donne bien dix, cela est considéré comme positif. L'élève qui dit aux autres joueurs pourquoi il dépose son domino, pourquoi il a fait ce choix est également reconnu comme positif. À l'opposé, une autre division comprend les gestes plutôt « négatifs », lorsqu'un élève joue pour un autre, qu'il se passe une interaction où l'élève refuse l'aide des autres, etc. Par exemple, lorsque l'élève dépose simplement son domino sans rien dire, sans justifier la raison, il s'agit d'un geste négatif. Notons que la catégorie où l'élève compte sur ses doigts n'est pas divisée puisqu'il s'agit d'une stratégie qui peut s'avérer à la fois positive et négative. Le tableau XIX présente les codes placés dans chacune des divisions.

Tableau XIX : Identification des catégories de codes

Coopération/collaboration		Tâche		Individuel		Compte doigts
Positif (+)	Négatif (-)	Positif (+)	Négatif (-)	Positif (+)	Négatif (-)	
Vjp, Oja, Drav, A1, A3, A5, As	Drse, Jpa, A7	Er, G1	R4, Jmt	Jdo, R1	Jse, R2	Cd

La figure 9 illustre les différents gestes positifs et négatifs que tous les élèves de l'équipe 1 ont posés.

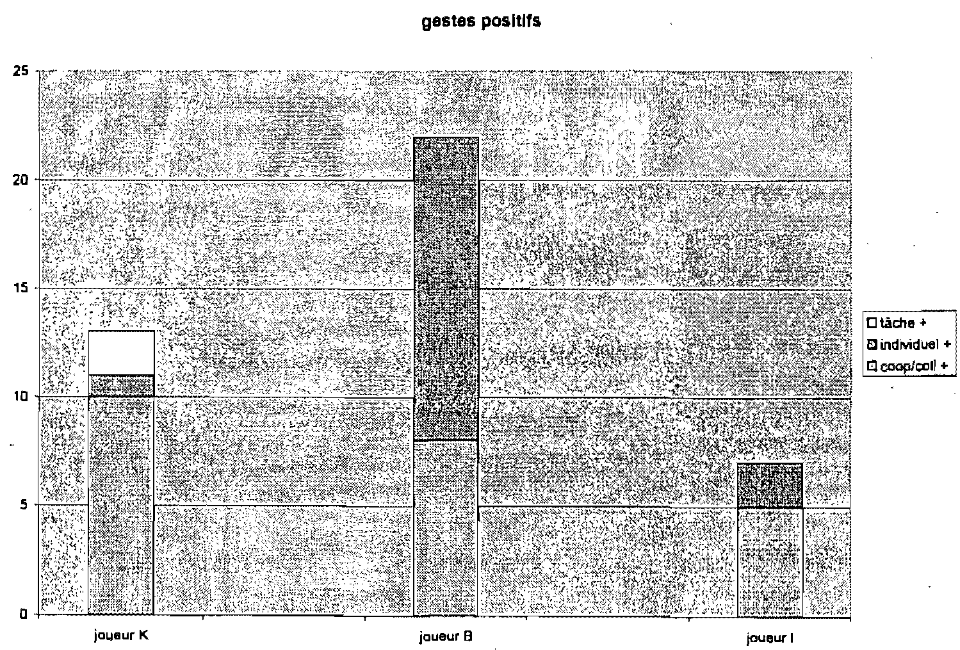
Figure 9 :



Le diagramme de la figure 9 de la page précédente présente que ce qui est le plus fréquent, ce sont les gestes individuels, l'élève qui dépose un domino sans rien dire par exemple. Peut-être que, tel que mentionné précédemment, l'importance de la règle obligeant la justification du placement des dominos n'a pas bien été comprise. Pour ce qui est des gestes de coopération/collaboration, c'est le joueur K qui en a le plus posés. Cependant, ceux-ci étaient un peu plus négatifs que positifs. Cela pourrait peut-être expliquer le fait qu'il ait obtenu quatre points de moins au post-test immédiat, d'autant plus qu'il est le joueur ayant posé le plus de gestes individuels négatifs. Pour ce qui est des deux autres joueurs, ils ont posé très peu de gestes de coopération/collaboration négatifs et quelques-uns positifs. En ce qui a trait aux gestes individuels, le joueur B se démarque par la quantité de gestes positifs posés. C'est également ce joueur qui s'est le plus amélioré dans l'équipe. Le joueur I ayant eu deux points de moins au post-test immédiat, est celui qui a posé principalement des gestes individuels qui étaient majoritairement négatifs.

Tous les gestes positifs de l'équipe ont été regroupés afin d'observer si les différentes catégories peuvent avoir eu un impact sur les résultats obtenus lors du post-test immédiat. La figure 10 présente les gestes positifs posés par les élèves de l'équipe 1. Les différentes catégories se retrouvent superposées afin de permettre l'observation des élèves qui ont fait, au total, le plus de gestes positifs.

Figure 10:

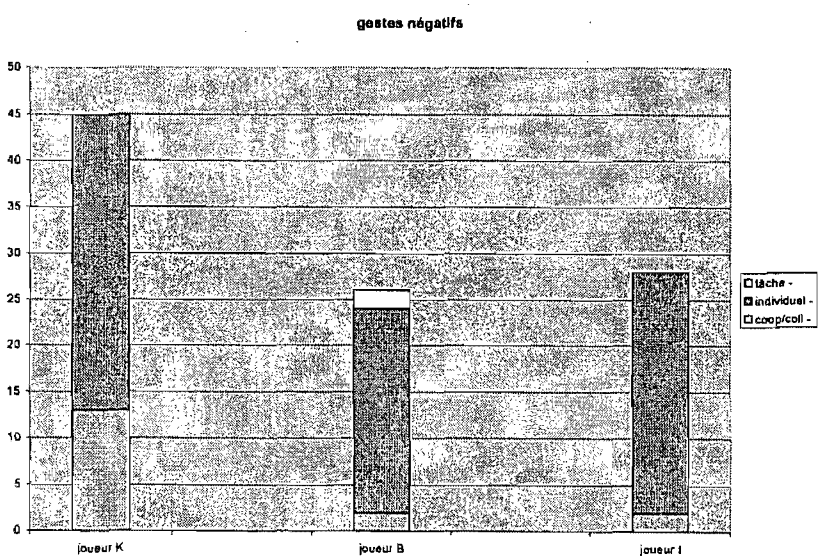


La figure 10 de la page 93 montre que l'élève ayant posé le plus de gestes positifs, le joueur B, est aussi celui qui a obtenu un résultat de neuf points supérieur lors de son post-test immédiat. Puisque la majorité des gestes reliés au joueur B se retrouvent dans la catégorie individuel, cela nous permet de croire qu'il a amélioré son résultat car il était en mesure d'expliquer aux autres sa pensée, les raisons pour lesquelles il disposait ses dominos. Poirier (2001) mentionne à propos de l'importance des interactions sociales que « ...l'élève est amené à ajuster sa façon de faire à celle de l'autre, dans la réalisation même de la tâche, ainsi qu'à expliquer sa façon de procéder ou sa stratégie, ce qui l'amène à préciser sa pensée. » (Poirier, 2001, p.4) Cela peut s'être avéré une stratégie efficace, dans son cas, lui permettant de maîtriser davantage le répertoire mémorisé. En effet, Poirier poursuit en ajoutant que « Confronté aux diverses façons de faire, il restructure progressivement sa pensée et raffine ses méthodes de travail. » (Poirier, 2001, p.4)

L'élève ayant posé le moins de gestes de coopération/collaboration positifs, joueur I, est passé d'un résultat de 22/30 à 20/30 lors du post-test immédiat. Cet élève n'a pas non plus posé beaucoup de gestes individuels positifs, qui auraient peut-être pu lui permettre de clarifier sa pensée, d'expliquer les raisons qui motivent ses actions. Le joueur K, qui a obtenu un résultat de 24/30 à son post-test immédiat comparativement à 28/30 lors de son prétest, est celui qui a le moins fait de gestes individuels positifs.

La figure 11 présente, de la même façon que la figure 10 de la page 93, les gestes négatifs posés par les élèves de l'équipe 1.

Figure 11 :



La figure 11 de la page précédente illustre que l'élève ayant posé le plus de gestes négatifs, joueur K, est celui qui a perdu le plus de points lors du post-test immédiat, passant de 28/30 au prétest à 24/30 au post-test immédiat. Les joueurs B et I ont fait seulement quelques gestes de la catégorie coopération/collaboration qui soient négatifs.

Suite à ces observations de la première équipe, parmi tous les codes établis à l'avance, quatre demeurent absents au sein de l'équipe. Ce sont donc quatre comportements ou actions qui n'ont pas été effectués par les membres de l'équipe lors des différentes périodes de jeu. Il s'agit des codes : R4, l'élève ne sait pas que c'est à son tour de jouer ; A1, l'élève fournit une explication qui aide un autre joueur ; Cd, l'élève compte sur ses doigts et G1, l'élève déplace le domino d'un autre joueur. Tous les autres codes, donc geste, comportement ou action ont été présents au moins une fois. Parmi les catégories de codes créées, les élèves de l'équipe 1 ont surtout posé des gestes individuels.

L'élève B, qui a fait le plus de gestes individuels positifs, demeure celui qui a amélioré le plus son résultat au post-test immédiat. Cela porte à croire que, dans son cas, la verbalisation, la justification des gestes qu'il a posés auront porté fruit et lui auront permis de maîtriser davantage le répertoire mémorisé, tels que le démontrent les résultats obtenus au post-test immédiat comparativement à ceux du prétest. À l'opposé, le joueur K, qui a fait le plus de gestes individuels négatifs, est celui qui a le plus perdu de points lors du post-test immédiat en comparaison avec le prétest. Cet élève était pourtant celui qui avait posé le plus de gestes de coopération/ collaboration. Puisque ceux-ci étaient majoritairement négatifs, cela nous laisse penser que les interactions sociales survenues lors des périodes de jeu ne lui ont pas permis de développer des stratégies lui permettant de maîtriser davantage le répertoire mémorisé. Finalement, le joueur I, qui a fait deux erreurs de plus au post-test immédiat, est celui qui a posé le moins de gestes positifs. Il est également l'élève ayant fait le moins de gestes de coopération/collaboration. Ainsi, cela porte à croire que ce joueur ne semble pas avoir perfectionné ses stratégies lors des différentes périodes de jeu.

L'analyse et l'interprétation de l'équipe 2 seront effectuées dans la prochaine section, de la même manière qu'elles ont été présentées pour l'équipe précédente.

4.2.2 Équipe 2

Les élèves E, F et N constituent l'équipe 2. Leur sexe, leur âge ainsi que les résultats qu'ils ont obtenus au prétest et post-test immédiat sont présentés à l'intérieur du tableau XX.

Tableau XX : Profil de l'équipe 2

Joueur	Sexe	Âge	Résultats au prétest	Résultats au post-test immédiat
E	M	7,9	24/30	27/30
F	F	8	13/30	24/30
N	F	7,5	23/30	16/30

L'équipe 2 est formée de deux filles et d'un garçon. Le garçon a amélioré son résultat de trois points lors du post-test immédiat. Les filles ont, quant à elles, obtenu des résultats opposés. En fait, il y en a une qui a eu 11 points de plus au post-test immédiat alors que l'autre en a obtenu 7 de moins.

Tout comme pour la première équipe, les observations des différentes périodes de jeu ont été notées. Ces observations se retrouvent en annexe 13. Elles ont ensuite été codées au moyen de la grille de codes établie lors de notre chapitre sur la méthodologie. Parmi les huit périodes de jeu, six sont codées. La première période, où les élèves n'étaient pas dans leur équipe respective, car il s'agissait principalement d'un apprivoisement au jeu, et la troisième période à l'intérieur de laquelle un élève était absent n'ont pas été observées. Seules les deuxième, quatrième, cinquième, sixième, septième et huitième périodes ont été codées. Le codage de ces périodes est en annexe 14. Rappelons qu'un contre-codage a été effectué et qu'il y a eu une correspondance entre le codage et le contre-codage de 94%. Le tableau XX I de la page suivante illustre la fréquence d'apparition des différents codes pour chacun des joueurs de l'équipe 2.

Tableau XX I : Fréquence d'apparition des codes, équipe 2

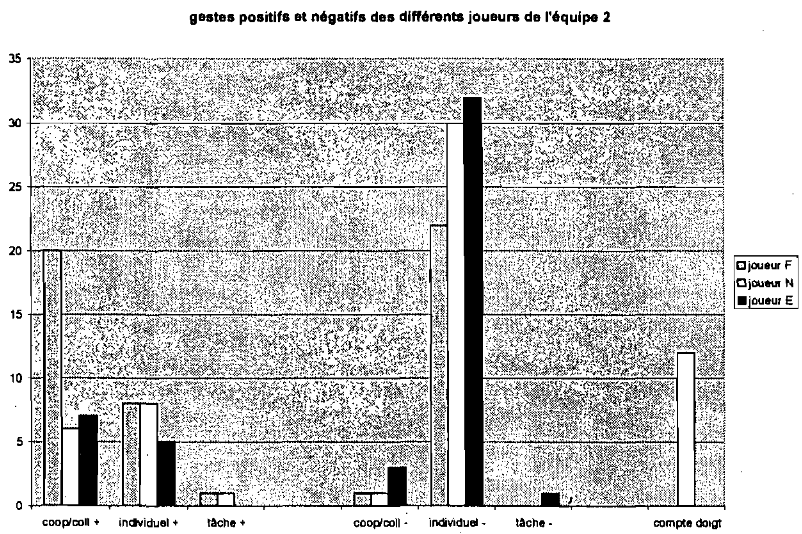
Code	Joueur F	Joueur N	Joueur E
jse	22	29	32
Jdo	8	7	5
Oja	11	2	4
Vjp	5	1	2
Drse	1	1	2
Drav	2	0	1
R1	0	1	0
R2	0	1	0
R4	0	0	0
Er	1	0	0
Jpa	0	0	1
Jmt	0	0	1
A1	0	1	0
A3	0	2	0
A5	1	0	0
A7	0	0	0
As	1	0	0
cd	0	12	1
G1	0	1	0
dep	4	2	0

Ce tableau montre que le comportement le plus fréquemment rencontré au sein de cette équipe est celui où les élèves déposent un domino sans donner d'explication (jse). Cela porte à questionner, une fois de plus, le niveau de compréhension de la règle du jeu ou de l'importance de celle-ci, qui demandait aux élèves d'expliquer leurs déplacements de dominos.

Le joueur F, qui a fait un bond de onze points au post-test immédiat, est celui qui s'est amélioré le plus dans cette équipe. C'est également lui qui a fourni davantage d'explications sur les raisons qui motivent sa façon dont il place ses dominos (Jdo) et qui a observé le plus ce que les autres joueurs plaçaient afin d'en vérifier l'exactitude (Oja). Le joueur E, qui a obtenu trois points de plus lors du post-test immédiat, est celui qui a principalement joué sans donner d'explication (jse). Puis, l'élève N, qui a obtenu un résultat inférieur au post-test immédiat de sept points, est le joueur qui a compté le plus sur ses doigts (cd).

Afin de poursuivre l'analyse et l'interprétation, les différents codes ont été regroupés, selon les catégories présentées plus tôt dans ce chapitre : coopération/collaboration, individuel et tâche. La figure 12 présente les différents gestes, positifs et négatifs, qui ont été posés par les membres de l'équipe 2.

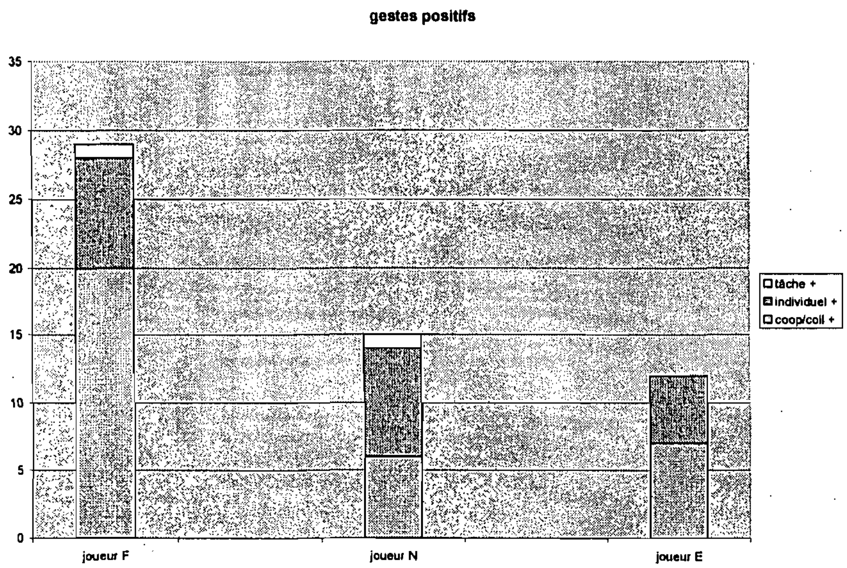
Figure 12 :



La figure 12 illustre que le joueur F est celui qui a posé le plus de gestes de coopération/collaboration, la majorité de ceux-ci étant positifs. Rappelons que cet élève est passé d'un résultat de 13/30 au prétest à 24/30 au post-test immédiat. Les joueurs E et N sont ceux qui ont posé le plus de gestes individuels, principalement négatifs. Les gestes reliés à la tâche sont peu nombreux. Le joueur N, qui a obtenu sept points de moins lors du post-test immédiat, est celui qui a utilisé le plus ses doigts pour compter.

La figure 13 de la page suivante présente les différents gestes positifs posés par les élèves de l'équipe 2, où les différentes catégories sont superposées les unes sur les autres.

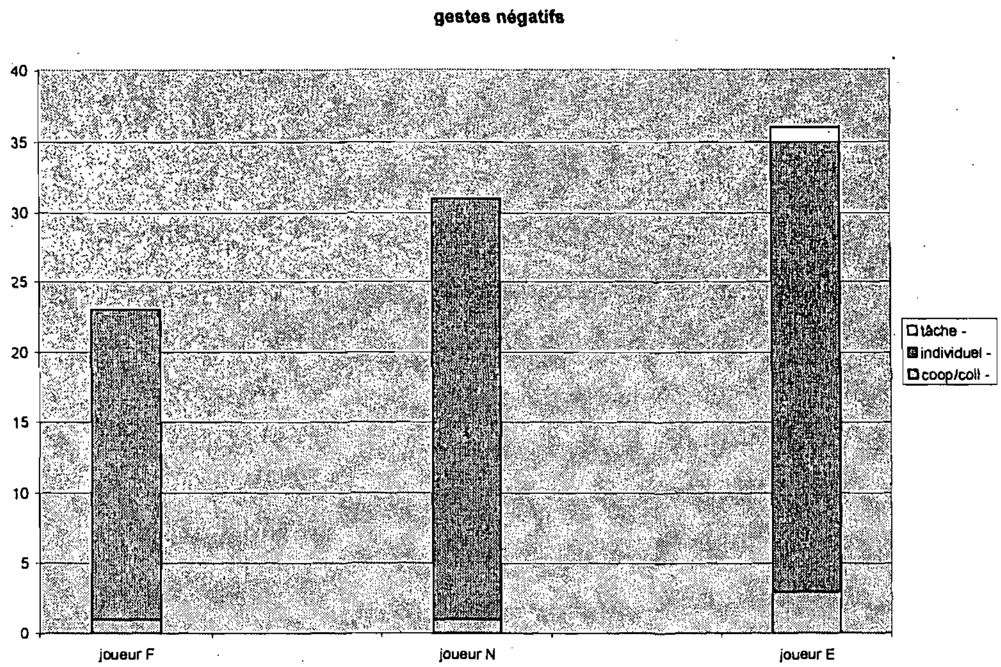
Figure 13 :



La figure 13 illustre que l'élève F a posé le plus de gestes positifs et ce sont principalement des gestes de coopération/collaboration. Le joueur F étant passé d'un résultat de 13/30 au prétest à 24/30 au post-test immédiat, cela porte à croire que les interactions sociales que ce joueur a entretenues lui ont permis de développer de nouvelles stratégies ou encore de perfectionner ses propres stratégies. Ce joueur maîtrise davantage le répertoire mémorisé suite aux périodes de jeu. Le joueur N, qui a posé le moins de gestes positifs reliés à la coopération/collaboration est celui qui a obtenu un résultat de 16/30 au post-test immédiat comparativement à 23/30 au prétest. Celui qui a fait le moins de gestes positifs, toutes catégories confondues, c'est le joueur E. Il est passé d'un résultat de 24/30 au prétest à 27/30 au post-test immédiat.

La figure 14 de la page 100 propose un graphique similaire afin d'observer les différents gestes plutôt négatifs posés par les élèves de l'équipe 2.

Figure 14 :



La figure 14 montre que, contrairement à l'équipe 1, le joueur E, ayant cumulé le plus de gestes négatifs dans l'équipe 2, n'est pas celui qui a perdu le plus de points lors du post-test immédiat. C'est le joueur N, qui a posé presque autant de gestes négatifs (cinq de moins) que le joueur E, qui a le plus perdu de points lors du post-test immédiat.

Suite aux observations de la seconde équipe, deux comportements ou actions n'ont pas été présents. Il s'agit de l'élève qui ne sait pas que c'est à son tour de jouer, code R4 et de l'élève qui refuse l'aide d'un autre joueur, code A7. Tous les autres comportements associés aux différents codes se retrouvent au moins une fois au sein de l'équipe. La catégorie de codes qui est la plus fréquente est celle des gestes individuels, particulièrement les gestes négatifs. Cela indique qu'au sein de cette équipe, la consigne qui demandait de toujours justifier les dominos placés ou déplacés n'a pas été bien comprise et/ou respectée. Il est probable que cette règle du jeu n'ait pas été assez expliquée ou que lors des périodes de jeu, la chercheuse n'ait pas assez insisté sur cette règle en demandant aux élèves, lorsqu'ils oubliaient, d'expliquer les raisons qui motivaient les déplacements de dominos.

Le joueur F est celui qui a posé le plus de gestes positifs dans la catégorie coopération/collaboration. C'est également ce joueur qui s'est le plus amélioré à l'intérieur de l'équipe.

Les gestes associés à la tâche sont peu présents. Puis, ce qui retient notre attention, c'est que l'élève N, qui perdu le plus de points lors du post-test immédiat, est celui qui a compté le plus souvent sur ses doigts. Cela porte à questionner sur le type de dominos et les stratégies utilisés par cette équipe. Tel que mentionné dans la section où sont présentés les portraits des équipes, contrairement à la première équipe, lors de toutes les périodes de jeu de la seconde, les dominos étaient composés de nombres uniquement, il n'y avait aucune collection-témoin. L'utilisation de dominos avec collections-témoins aurait peut-être permis à l'élève N de compter les collections déjà présentes, il n'aurait pas été obligé de mettre en quantité les représentations numériques des dominos. De telles observations portent à croire également que le jeu a été trop ardu pour ce joueur. Le niveau de difficulté n'était pas bien adapté, il ne se situait pas à l'intérieur de la zone proximale de développement (Vygotsky, 1978) de l'élève N. Il aurait été souhaitable que les difficultés de l'élève N aient été perçues dès les premières périodes de jeu afin que la chercheuse puisse fournir des dominos avec collections-témoins.

Suite à la description, analyse et interprétation des séances de jeu filmées des deux équipes, notre attention sera portée sur les interventions posées par la chercheuse, code Ich. En effet, l'utilisation de ce code est présente à plusieurs reprises au sein des deux équipes. Cependant, ce code demeure flou, il ne permet pas de vérifier les intentions de ces interventions.

4.2.3 Interventions de la chercheuse

Tout au long des périodes de jeu, la chercheuse était présente et est intervenue. Nous souhaitons observer quels ont été les différents types d'intervention les plus sollicités et ainsi, peut-être établir des liens entre les interventions et les comportements ou actions ultérieurs des joueurs. Lors du codage des observations des séquences vidéo des deux équipes (annexe 13 et 14), le code Ich, intervention de la chercheuse, a été utilisé à toutes les fois que la chercheuse est intervenue durant le jeu. Les différentes interactions survenues entre la chercheuse et les élèves seront décortiquées afin de vérifier si les interventions étaient faites pour les mêmes raisons ou encore envers les mêmes joueurs. Nous procéderons une équipe à la fois. Une nouvelle série de codes a été créée afin de distinguer les types d'interventions de la chercheuse. Cette nouvelle liste ainsi qu'une brève explication et un exemple se retrouvent à l'intérieur du tableau XXII de la page suivante.

Tableau XXII : Nouveaux codes pour les interventions de la chercheuse

Code	Explication	Exemple
A	Aide : la chercheuse aide un joueur.	La chercheuse montre un domino à placer.
D ex	Demande explications : la chercheuse demande au joueur d'expliquer une action.	La chercheuse demande à un joueur pour quelle raison il a placé son domino.
Rj	Règle du jeu : la chercheuse rappelle ou explique une règle du jeu.	La chercheuse rappelle qu'il ne faut pas oublier de mentionner les raisons pour lesquelles on dépose un domino.
V	Vérification : la chercheuse demande de vérifier si un élève a raison.	La chercheuse demande aux élèves si un autre a raison de croire qu'il ne peut pas jouer.
O	Opération : la chercheuse demande une opération à un joueur.	La chercheuse demande combien font 5+4.
S	Stratégie : La chercheuse propose une stratégie.	La chercheuse demande au joueur d'observer des deux côtés de la rangée de dominos placés.
?	La chercheuse remarque que l'élève ne sait pas s'il peut jouer.	La chercheuse demande à l'élève s'il peut jouer.
Md	Mauvais domino : La chercheuse indique à l'élève qu'il a placé un domino au mauvais endroit.	La chercheuse intervient car le domino placé ne donne pas le bon résultat.

Pour chacune des équipes, un tableau est présenté à l'intérieur duquel se retrouvent la date des interventions, le ou les joueurs auxquels s'adressait la chercheuse, la raison pour laquelle elle est intervenue et le nouveau code.

Équipe 1 :

Le tableau XXIII de la page 103 présente les interventions de la chercheuse au sein de la première équipe.

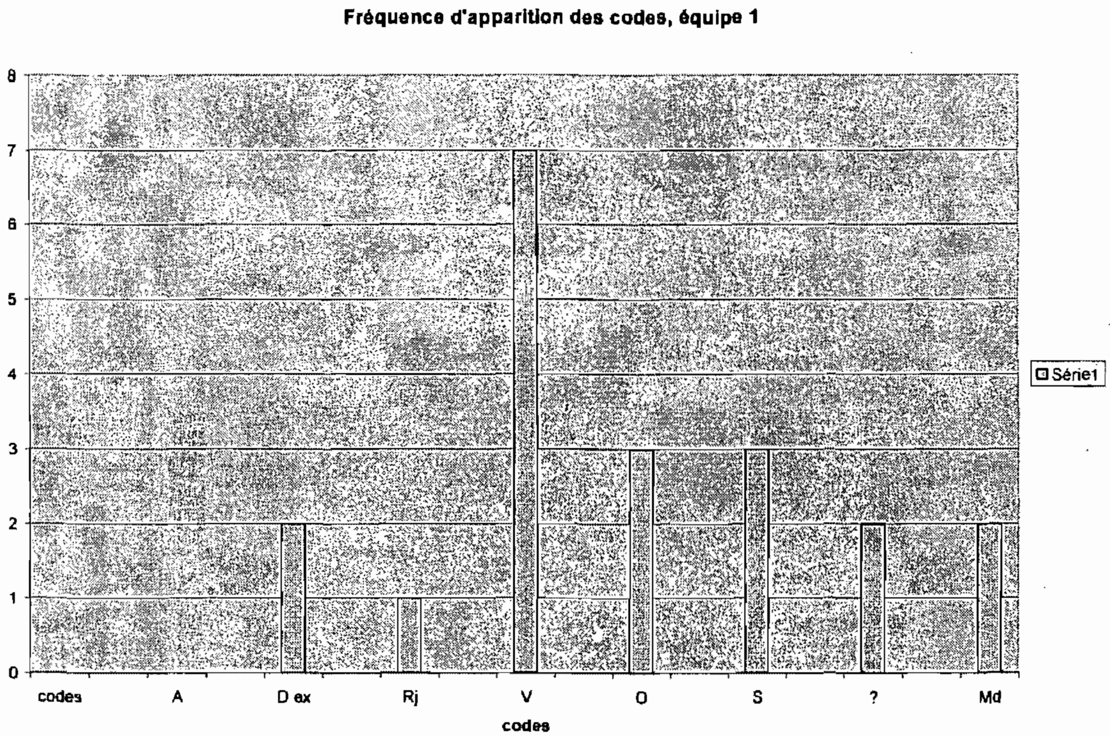
Tableau XXIII : Interventions de la chercheuse dans l'équipe 1

Date	Face à	Raison de l'intervention	code
15 mars	B	B a placé un domino et le total n'égale pas 10.	Md
	B	B a placé un domino et le total n'égale pas 10.	Md
	B	B ne regarde pas le domino pigé, la chercheuse lui demande s'il peut jouer.	?
	B	B observe un seul côté de la table, la chercheuse lui demande de regarder des deux côtés.	S
	B	B se demande si 6 et 3 fonctionnent, la chercheuse lui demande combien font 6+3.	O
	B	La chercheuse demande à B d'observer des deux côtés.	S
	B	La chercheuse demande à B ce qu'il faut ajouter à 8 pour obtenir 10	O
17 mars	B I K	B dit qu'il ne peut pas jouer. La chercheuse demande aux autres s'ils sont d'accord.	V
	I	La chercheuse demande à I pourquoi il a placé son domino à cet endroit.	D ex
	B	La chercheuse demande à B d'observer des deux côtés.	S
22 mars	B I K	I croit qu'il ne peut pas jouer. La chercheuse demande aux autres de l'aider.	V
24 mars	B	La chercheuse demande à B combien font 5+5.	O
	B	La chercheuse demande à B ce qu'il peut placer et avec quel domino.	D ex
	B I K	I croit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande aux autres s'ils sont d'accord.	V
27 mars	B	La chercheuse lui explique qu'il ne faut pas additionner les deux côtés d'un même domino.	Rj
	B I K	K croit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande aux autres de vérifier.	V
	B I K	I croit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande aux autres s'ils sont d'accord.	V
	B I K	B dit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande aux autres de vérifier.	V
29 mars	B	La chercheuse lui dit que c'est à son tour.	?
	B K I	La chercheuse demande à tous si B peut jouer.	V

Le tableau XXIII montre que la plupart des interventions de la chercheuse s'adressaient à l'élève B. Que ce soit pour lui rappeler que c'est à son tour, pour lui proposer une stratégie ou encore lui demander le résultat d'une opération, les interventions de la chercheuse ont été concentrées sur cet élève, qui est, au sein de l'équipe, celui ayant fait le plus de progrès lors du post-test. Suite à cette observation, un retour aux grilles d'observations remplies lors des périodes de jeu a permis d'identifier les difficultés rencontrées par cet élève lors des premières séances de jeu. Le joueur B ne comprenait pas l'ensemble des règles du jeu. De plus, il a longtemps cru qu'un domino sur lequel était inscrit 2 et 3 représentait le nombre 5. Il cherchait alors un 5 sur ses dominos afin de pouvoir jouer. La chercheuse est intervenue plus souvent face à ce joueur qui en avait davantage besoin au sein de l'équipe.

Lorsque les interventions s'adressaient à tous les élèves en même temps, c'était pour vérifier si un élève avait raison de croire qu'il ne pouvait pas jouer. La figure 15 illustre la fréquence de l'utilisation des nouveaux codes.

Figure 15 :



La figure 15 présente que parmi les vingt interventions de la chercheuse, celle qui demeure la plus populaire est celle qui consiste à demander aux élèves de vérifier si un autre joueur ne peut vraiment pas jouer (V). Ensuite, ce sont les demandes d'opération à effectuer (O) et les propositions de stratégies (S) qui sont les plus présentes. Suivent de près les demandes d'explication (D ex), les dominos placés au mauvais endroit (Md) ainsi que les rappels de jouer (?). Dans cette équipe, la chercheuse est principalement intervenue afin de s'assurer que les élèves qui croyaient ne pas pouvoir jouer ne le pouvaient pas réellement. Elle a également fait ressortir quelques erreurs commises lors de mauvais placements de dominos. Puis, elle a aussi fourni quelques stratégies.

La présentation des résultats de la seconde équipe permettra d'observer si les interventions de la chercheuse ont été elles aussi principalement dirigées vers un élève en particulier et/ou si le code de vérification est le plus populaire, comme c'était le cas pour la première équipe.

Équipe 2 :

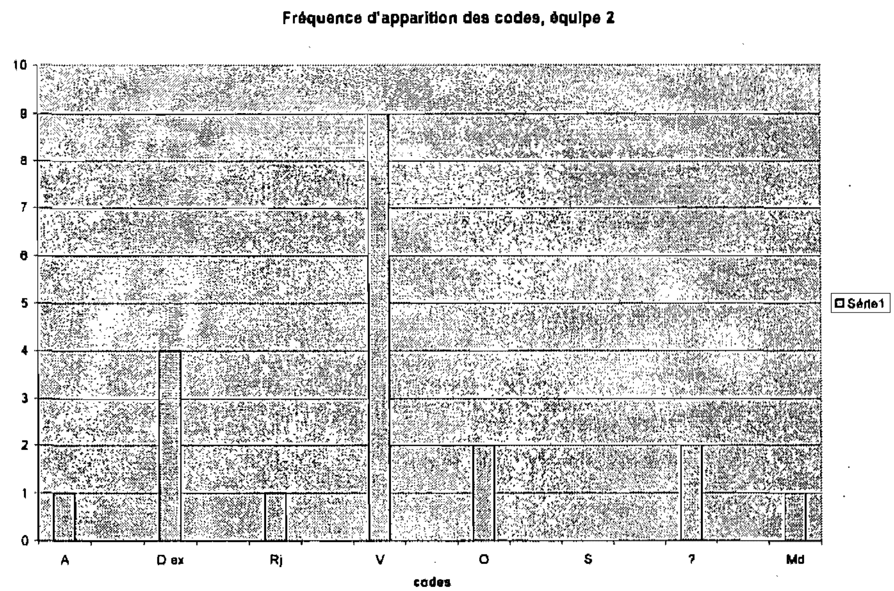
Le tableau XXIV présente les différentes interventions de la chercheuse, le ou les élèves auxquels s'adressent les interventions ainsi que les codes attribués. Ce tableau montre que la majorité des interventions de la chercheuse se sont adressées à tous les élèves en même temps. Aucune intervention n'a été faite personnellement à l'élève F. Cependant, à quatre reprises, les interventions étaient pour l'élève E ou l'élève N uniquement.

Tableau XXIV : Interventions de la chercheuse dans l'équipe 2

Date	Face à	Raison de l'intervention	code
9 mars	E F N	F croit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande aux autres de vérifier.	V
	N	La chercheuse demande à N combien font 8+5 suite au domino placé au mauvais endroit.	Md O
	E F N	N croit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande si tous sont d'accord.	V
	N	La chercheuse demande à N de quel domino il a besoin et combien font 5+4.	O
22 mars	E	Demande à E pourquoi il a placé son domino à cet endroit.	D ex
	E	Demande à E pourquoi il a placé son domino à cet endroit.	D ex
	N	Demande à N pourquoi il a placé son domino à cet endroit.	D ex
	N	Demande à N pourquoi il a placé son domino à cet endroit.	D ex
24 mars	E F N	La chercheuse rappelle qu'il ne faut pas oublier de justifier les dominos placés.	Rj
	E F N	N croit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande de vérifier s'il a raison.	V
	E F N	La chercheuse pointe un domino pour aider les élèves à trouver quel domino peut être placé.	A
27 mars	E F N	E dit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande s'il a raison.	V
	E F N	N dit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande s'il a raison.	V
	E F N	F dit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande s'il a raison.	V
	E F N	N dit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande s'il a raison.	V
29 mars	E	La chercheuse demande à E s'il peut jouer.	?
	E F N	N croit qu'il ne peut pas jouer, la chercheuse demande s'il a raison. La chercheuse lui demande s'il peut jouer.	V
	E	La chercheuse demande aux élèves si N peut jouer.	?
	E F N		V
30 mars		Aucune intervention de la chercheuse.	

La figure 16 présente la fréquence des codes présents dans cette équipe.

Figure 16 :



Le graphique de la figure 16 illustre que près de la moitié des interventions ont été posées afin de demander aux élèves de vérifier si un joueur qui affirme qu'il ne peut pas jouer a raison (V). Les interventions qui consistaient à demander aux élèves de justifier les raisons pour lesquelles ils plaçaient un domino (D ex) sont au nombre de quatre, soit deux fois plus que pour la première équipe. Le rappel de cette règle du jeu n'a pas été fréquent, ce qui pourrait expliquer que les élèves ont principalement déposé leurs dominos sans en justifier les raisons.

Ainsi, tant pour la première équipe que pour la seconde, le rôle de la chercheuse a principalement été celui de s'assurer que les élèves qui croient qu'ils ne peuvent pas jouer ne le peuvent vraiment pas.

Afin de conclure ce chapitre, un retour sur nos différents objectifs de recherche sera fait afin de vérifier si nos analyses et interprétations permettent de trouver des énoncés hypothétiques permettant de vérifier s'ils ont été atteints.

D'abord, en ce qui a trait au premier objectif : observer les effets d'une intervention fondée sur le jeu mathématique, sur l'apprentissage du répertoire mémorisé d'élèves de deuxième année du premier cycle primaire. Il y a eu une amélioration de la part des cinq élèves qui n'avaient pas eu 11/11 au prétest. Puis, six des huit élèves qui avaient déjà un résultat parfait au prétest ont conservé ce résultat lors du post-test immédiat. Les deux autres élèves, qui avaient 11/11 au prétest et 1/11 ou 2/11 au post-test immédiat semblent ne pas avoir compris le langage mathématique utilisé ou n'ont pas bien compris la tâche à effectuer. De plus, excepté ces deux, les onze autres ont maintenu une vitesse d'exécution constante ou l'ont même améliorée. Ces élèves semblent avoir maintenu ou développé des stratégies plus rapides, comme le calcul ou le rappel en mémoire de résultats maîtrisés par exemple. Ainsi, l'utilisation d'un jeu mathématique semble avoir permis aux élèves de deuxième année du premier cycle, de cette classe en particulier, d'améliorer leur maîtrise du répertoire mémorisé des différents complémentaires du dix. Pour ce qui est du reste du répertoire mémorisé (0+0 à 10+10 avec soustractions correspondantes), la seconde section des différents tests (15 additions et 15 soustractions) a permis d'observer que trois élèves ont obtenu un résultat plus faible lors du post-test immédiat et cinq élèves ont amélioré leur résultat. Les autres élèves ont obtenu un résultat sensiblement équivalent, soit égal ou de plus ou moins un point. De plus, les quatre élèves qui avaient obtenu le résultat le plus faible lors du prétest, inférieur à 20/30, ont tous amélioré leur résultat lors du post-test immédiat, allant d'une amélioration de trois points jusqu'à une amélioration de onze points. Suite à l'utilisation d'un jeu mathématique, il y a eu une amélioration de la maîtrise du répertoire mémorisé pour certains élèves de deuxième année de cette classe, principalement chez les élèves qui avaient le plus de difficultés au départ. De plus, au-delà du résultat obtenu, certains élèves ont amélioré leur vitesse d'exécution de la tâche, laissant croire qu'ils ont perfectionné des stratégies déjà utilisées avant le jeu et/ou qu'ils en ont découvert de nouvelles plus rapides comme celles mentionnées précédemment.

Pour ce qui est de notre second objectif : décrire les types d'interactions qui se déroulent, dans les équipes, durant les périodes de jeu, afin d'observer l'impact possible de ces interactions sur le développement de connaissances du répertoire mémorisé chez des élèves de deuxième année du premier cycle, les séquences vidéo ont été observées. Deux catégories d'interactions ont principalement été remarquées. Il s'agit d'abord de celles reliées à la coopération et à la collaboration, lorsque, par exemple, un élève observe le jeu d'un autre pour vérifier si ce qu'il a joué est bien placé ou encore lorsqu'un élève demande l'aide des autres joueurs. Ensuite, il y a eu des interactions reliées à la tâche à effectuer; par exemple, quand un élève rappelle aux autres une règle du jeu. Au-delà des interactions entre les joueurs, certains élèves jouent sans se préoccuper des autres, ils déposent simplement leurs dominos, parfois sans rien dire, parfois en expliquant la raison. Lorsque nous avons observé la seconde équipe, nous avons constaté que l'élève F est celui ayant posé le plus de gestes de coopération/collaboration, c'est-à-dire qu'il s'est retrouvé en présence de diverses interactions avec les autres. C'est ce joueur qui s'est le plus amélioré, non seulement au sein de son équipe, mais de toute la classe aussi. Son résultat est passé de 13/30 au prétest à 24/30 au post-test immédiat. Dans ce cas, les interactions sociales ont possiblement eu un impact sur le développement de connaissances du répertoire mémorisé de cet élève. Au sein de la même équipe, l'élève N, qui n'a pratiquement pas eu d'interactions sociales puisqu'il a surtout posé des gestes individuels, majoritairement négatifs, c'est-à-dire jouer sans justifier ses actions, est celui qui a perdu le plus de points lors du post-test immédiat en passant d'un résultat de 23/30 au prétest à 16/30 au post-test immédiat. Pour cet élève, les périodes de jeu ne lui ont pas permis de développer des stratégies pour une meilleure maîtrise du répertoire mémorisé.

Dans la première équipe, le joueur K qui a posé le plus de gestes reliés à la catégorie coopération/collaboration, est celui qui a perdu quatre points lors du post-test immédiat. Il est à noter que cet élève a posé davantage de gestes négatifs reliés à cette catégorie, comme jouer à la place d'un autre joueur par exemple, sa collaboration ne permettait pas aux autres joueurs de comprendre pourquoi ils devaient jouer un domino ou un autre. Cela pourrait être une information importante qui préciserait pourquoi il ne s'est pas amélioré même s'il a été en présence de différentes interactions. Le joueur B, celui s'étant le plus amélioré dans cette équipe, faisant un bond de neuf points au post-test immédiat est celui qui occupe le deuxième rang de son équipe pour les gestes posés dans la catégorie coopération/collaboration. De plus ces gestes étaient principalement positifs. Ce joueur se démarque aussi par tous les gestes individuels positifs qu'il a posés. Ainsi, pour le joueur B, le fait d'expliquer aux autres ses stratégies, de justifier les raisons pour lesquelles il jouait tel ou tel autre domino lui auront permis de connaître davantage le répertoire mémorisé. Les relations avec les autres membres de son équipe auront été favorables pour cet élève.

Chapitre 5
Conclusion

En guise de conclusion à cette recherche, le chapitre suivant propose un retour général sur notre projet ainsi qu'un bilan des résultats obtenus, en fonction des objectifs fixés au départ. Une critique de la méthodologie utilisée sera présentée. Puis, les limites de notre recherche seront décrites et quelques recommandations seront offertes pour une éventuelle réutilisation du jeu. Finalement, nous soulignerons différentes pistes à explorer lors de projets futurs.

5.1 Retour

L'intérêt à l'origine de ce mémoire était l'apprentissage du répertoire mémorisé chez des élèves du premier cycle, puisqu'il s'agit de la base de la majorité des calculs. Toutefois, la maîtrise du répertoire mémorisé chez les élèves n'est pas toujours satisfaisante. En effet, ils se retrouvent devant différents obstacles lorsqu'il est temps d'effectuer des opérations avec de plus grands nombres ou encore lorsqu'ils font face à différentes résolutions de problèmes où la connaissance du répertoire mémorisé est sollicitée. ERMEL (2001) précise également que la maîtrise du répertoire mémorisé peut permettre d'alléger la charge de la mémoire à court terme. De plus, Fayol (1990) constate que devant différents types de problèmes, les élèves, avant la troisième année du primaire, n'ont pas nécessairement recours à la connaissance du répertoire mémorisé pour les résoudre.

La maîtrise du répertoire mémorisé offre ainsi à l'enfant la possibilité d'alléger la charge de sa mémoire à court terme. Elle permet également de faciliter, tel que le mentionnent Charnay *et al.* (1996) et ERMEL (1995), les différents types de calculs (mental, réfléchi, automatisé). De plus, cette maîtrise peut favoriser la résolution de plus grandes opérations et l'apprentissage des fractions. L'enseignement du répertoire mémorisé est souvent laissé en leçons à la maison. L'utilisation de cartes éclair demeure aussi un moyen utilisé par les enseignants.

Cette recherche, voulait évaluer l'impact de l'utilisation d'une nouvelle approche par le jeu sur la maîtrise du répertoire mémorisé. Le jeu a été choisi parce que, selon nous, cela s'inscrit dans la conception socioconstructiviste (Piaget, Bachelard) qui est actuellement prônée en enseignement. De plus, le jeu est une avenue qui a peu été explorée en relation avec la maîtrise du répertoire mémorisé. Le choix du jeu a nécessité un regard sur l'apprentissage du calcul des élèves qui passe habituellement par les étapes du comptage avant celles du calcul (Brissiaud, 2003). L'utilisation d'un jeu qui a comme but premier de permettre l'apprentissage du répertoire mémorisé, avant même que les élèves aient appris toutes les tables d'additions et de soustractions, permet également, selon Lyons (2000), de simplifier le travail de la mémoire puisque les enfants ont un contact différent avec les nombres et qu'ils découvrent aussi des stratégies personnelles. Le jeu peut aussi placer les élèves devant différentes situations de conflit socio-cognitif, d'interactions sociales pouvant favoriser l'apprentissage (Bortuzzo et Poirier, 2003). Le type de jeu sélectionné entre dans la catégorie des jeux de règles (Piaget, 1976). Chaque enfant qui joue a un rôle bien défini et interdépendant. De plus, Piaget ajoute que cette forme de jeu peut favoriser le développement de l'autonomie et de la coopération.

5.1.1 Bilan

Ce sont deux objectifs principaux qui ont été retenus au sein de cette recherche. D'abord, le premier objectif : observer les effets d'une intervention fondée sur le jeu mathématique, sur l'apprentissage du répertoire mémorisé d'élèves de deuxième année du premier cycle primaire. Les résultats obtenus à la première question au prétest, comparés avec ceux des différents post-tests ont été analysés et interprétés. Il en résulte au niveau des complémentaires du dix, que mis à part les deux élèves n'ayant pas bien compris la tâche à effectuer ou le langage mathématique utilisé, tous les autres élèves ont maintenu leur résultat ou l'ont amélioré. Rappelons que dès le prétest, déjà huit élèves avaient obtenu une note parfaite, puis deux autres avaient fait une seule erreur. Il était alors difficile pour ceux-ci d'améliorer leur résultat, ce qui a créé un « effet plafond » assez important puisque 62% des élèves avaient déjà le maximum de points possibles dès le prétest. Toutefois, tous ceux qui ont maintenu ou amélioré leur résultat ont répondu plus rapidement aux différentes questions. Il y a ainsi 11 élèves sur 13 qui semblent avoir utilisé des stratégies différentes, plus rapides, lors du post-test immédiat. En fait, le rappel en mémoire de résultats déjà maîtrisés ou le calcul sont des stratégies qui demandent moins de temps d'exécution que le dénombrement de collections-témoins ou le comptage par exemple. Selon nous, l'utilisation du jeu a eu un effet positif sur l'apprentissage des différents complémentaires du dix, qui étaient ceux utilisés lors des périodes de jeu. Les élèves semblent y avoir perfectionné leurs propres stratégies ou en avoir découvert de nouvelles.

En ce qui a trait à la seconde question des différents tests, qui proposait quinze additions et soustractions, il a été constaté, à la suite des différentes périodes de jeu, que cinq élèves sur treize ont obtenu des résultats supérieurs lors du post-test immédiat. Quatre élèves sur treize ont obtenu des résultats plus faibles. Quant aux autres, ils ont obtenu des résultats semblables (± 1). De plus, les élèves ayant obtenu les résultats les plus faibles lors du prétest ont tous amélioré leur résultat au post-test immédiat. Le pourcentage d'erreurs dues à un manque de temps de la part des élèves est passé de 52% lors du prétest à seulement 19% lors du post-test immédiat. Cinq élèves ont donné plus de bonnes réponses en moins d'une minute au post-test immédiat en comparaison avec le prétest. En cinq minutes, un élève de plus a réussi à donner davantage de bonnes réponses et deux autres en ont donné le même nombre. De tels résultats laissent croire que les élèves ont non seulement développé des stratégies plus rapides pour les complémentaires du dix, qui étaient utilisés dans le jeu, mais qu'ils ont su utiliser ces stratégies pour d'autres complémentaires. L'utilisation d'un jeu mathématique a eu un effet positif sur la maîtrise du répertoire mémorisé, principalement chez les élèves ayant eu les résultats les plus faibles. En effet, les quatre élèves qui avaient un résultat inférieur à 20/30 ont amélioré leur note, entre quatre et onze points, au post-test immédiat. De plus, il a permis à plusieurs élèves de pratiquer des stratégies déjà utilisées ou d'en découvrir de nouvelles qui nécessitent moins de temps d'exécution.

Pour ce qui est de notre deuxième objectif de recherche : décrire les types d'interactions qui se déroulent, dans les équipes, durant les périodes de jeu, afin d'observer l'impact possible de ces interactions sur le développement de connaissances du répertoire mémorisé chez des élèves de deuxième année du premier cycle, les séances de jeu de deux équipes distinctes ont été analysées et interprétées. Rappelons que ces équipes étaient constituées des élèves qui ont eu la plus grande variation de bonnes réponses à la seconde question du post-test immédiat en comparaison avec le prétest. Ces variations étaient soit positives, amélioration de neuf et 11 points sur 30, soit négatives, baisse de quatre et sept points sur 30. Différentes interactions étaient présentes à l'intérieur des équipes. Les différentes interactions ont été regroupées sous deux catégories, inspirées de Mugny (1991) et Bales (1950). D'abord, il y a eu les interactions reliées à des gestes de coopération et/ou de collaboration, puis, celles des interactions associées à des gestes rattachés à la tâche. Ce sont ces deux types d'interactions qui ont été le plus souvent observés. Les autres gestes plutôt mathématiques ont majoritairement été des gestes qualifiés d'individuels puisque les élèves ne faisaient que déposer un domino avec ou sans explication des raisons motivant le choix du domino.

Au sein de la première équipe, qui a d'abord utilisé des dominos avec collections-témoins puis ceux avec les nombres, l'élève (K) ayant posé le plus de gestes de coopération/collaboration positifs est également celui qui a fait le plus de gestes négatifs dans cette même catégorie. C'est aussi celui qui s'est le moins amélioré dans l'équipe, il a même perdu quatre points sur trente lors du post-test immédiat. Le second élève (B) ayant posé le plus de gestes positifs de coopération/collaboration n'a pratiquement pas posé de gestes négatifs dans cette catégorie. C'est d'ailleurs celui qui a fait le plus de progrès au sein de l'équipe, améliorant son résultat au post-test immédiat de neuf points sur trente. Cet élève a aussi posé le plus de gestes positifs, toutes catégories confondues. Quant à l'élève (I) qui a posé le moins de gestes de coopération/collaboration (principalement des gestes positifs), il a un peu régressé au sein de l'équipe en obtenant un résultat inférieur au post-test immédiat de deux points sur trente. De tels résultas nous amènent à croire que, dans cette équipe, les différentes interactions peuvent avoir eu un impact sur la maîtrise du répertoire mémorisé, particulièrement lorsqu'elles sont de nature positives. De plus, la quatrième balise du socioconstructivisme proposée par Poirier (2001) peut être observée chez le joueur B, joueur s'étant le plus amélioré dans l'équipe, qui a fourni le plus d'explications sur les raisons motivant ses actions. En effet, Poirier souligne l'importance des interactions sociales en ajoutant que lorsque l'élève explique aux autres ce qu'il a fait, il doit préciser sa pensée. Il est possible qu'en expliquant davantage, cet élève ait précisé sa pensée et c'est ce qui pourrait expliquer la hausse de neuf points lors du post-test immédiat.

Pour ce qui est de la deuxième équipe, qui a toujours eu des dominos avec des nombres seulement, l'élève (F) ayant posé le plus de gestes de coopération/collaboration qui sont principalement tous positifs, est celui qui a le plus amélioré son résultat au sein de l'équipe et de toute la classe, en augmentant de onze points sur trente lors du post-test immédiat. Le joueur (N) qui a le moins posé de gestes de coopération/collaboration est celui qui a perdu sept points sur trente au post-test immédiat comparativement au prétest. Il est à noter que c'est cet élève qui a le plus souvent utilisé ses doigts pour compter. Sans doute que le niveau de difficulté du jeu, n'offrant dans cette équipe que des dominos avec des nombres, n'était pas bien adapté pour cet élève. Le jeu n'était pas situé à l'intérieur de sa zone proximale de développement (Vygotsky, 1978). Puis, l'élève (E) qui est en deuxième position pour ce qui a trait à la quantité de gestes de coopération/collaboration posés a amélioré un peu son résultat en obtenant au post-test immédiat trois points sur trente de plus. Dans cette équipe, les différentes interactions sociales semblent avoir eu un impact positif sur la maîtrise du répertoire mémorisé. L'acquisition de connaissances, dans ce cas-ci le répertoire mémorisé, peut avoir été rendu possible grâce à l'interaction entre le sujet et l'objet tel que proposé par Bachelard (1983).

Tout au long des périodes de jeu, la chercheuse était présente et est intervenue à différentes occasions. Dans la première équipe, les interventions ont été principalement dirigées vers l'élève qui avait plusieurs difficultés. La chercheuse lui demandait s'il était certain de ce qu'il jouait, lui proposait quelques stratégies. À la fin des périodes de jeu, c'est cet élève qui s'était le plus amélioré dans l'équipe. Il reproduisait quelques interventions que la chercheuse avait faites auparavant. Il expliquait les raisons pour lesquelles il déposait ses dominos. Dans la seconde équipe, les interventions étaient principalement dirigées vers les élèves qui croyaient ne pas pouvoir jouer. La chercheuse demandait au groupe de s'assurer que l'élève ne peut réellement pas jouer. L'élève qui s'est le plus amélioré au sein de cette équipe est celui qui vérifiait ce que les autres jouaient. Cet élève semble avoir reproduit les interventions de la chercheuse. De telles observations permettent de souligner l'importance des interventions, d'une part au niveau du support, des stratégies proposées qui peuvent aider l'élève concerné et les autres membres de l'équipe, d'autre part au niveau de la vérification des erreurs. Dans ce cas-ci, quelques interventions de la chercheuse ont même été reproduites par certains élèves. Les interventions ont été en quelque sorte modélisées par les membres des équipes. Dumais (2005) a observé elle aussi suite à l'utilisation de jeux en classe ayant comme but le développement du concept du nombre, que quelques élèves reproduisaient les gestes et/ou paroles posés par l'enseignante qui était là pour accompagner les élèves et intervenir lorsque c'était nécessaire.

Afin d'obtenir tous nos résultats, différents instruments ont été utilisés pour la cueillette des données, une méthodologie était proposée. Un petit retour sur la méthodologie sera effectué dans la section suivante. Une critique de celle-ci sera également présentée.

5.2 Retour et critique de la méthodologie

Afin de présenter les forces et les lacunes de la méthodologie utilisée, nous procéderons en présentant les outils nécessaires à la cueillette des données quantitatives, permettant de répondre au premier objectif de la recherche, ainsi que ceux utilisés pour la cueillette des données qualitatives, permettant de répondre au second objectif de la recherche.

5.2.1 Outils pour données quantitatives

Nous avons principalement eu recours à un prétest et à différents post-tests pour la cueillette des données quantitatives. Ces différents tests étaient établis en trois séries de questions distinctes. La première comportait onze complémentaires du dix, le nombre travaillé lors des périodes de jeu. Nous avons pu, grâce à cette question, observer les progrès des élèves face aux différents complémentaires du dix. De plus, l'utilisation de crayons de couleurs différentes a permis de vérifier le temps nécessaire pour répondre. Ce temps a été utile comme indicateur de vitesse d'exécution des stratégies. Cette question était bien présentée. Cependant, lors du post-test immédiat et du second post-test, quelques élèves n'ont pas effectué la tâche comme il le fallait. Plutôt que d'inscrire le nombre manquant dans l'opération (7+ =10), ils trouvaient la somme des nombres indiqués (7+ 17 =10). Il faudrait ainsi prévoir différents exemples au tableau avec d'autres complémentaires afin de s'assurer que tous les élèves ont bien compris la tâche à effectuer. Il aurait pu être intéressant de comparer les complémentaires du dix sous formes d'additions avec les soustractions dont le total donne dix (17- =10, par exemple). Nous aurions pu ainsi ajouter différentes soustractions puisque, lors du jeu, les additions et les soustractions dont le total est égal à dix étaient présentes. De plus, suite à l'analyse de cette question, il est à noter qu'il y a présence d'un « effet plafond ». Il serait préférable d'ajouter des opérations à terme manquant, avec différents niveaux de difficulté, dans le but de minimiser cet effet, qu'il y ait un moins grand nombre d'élèves avec une note parfaite ou presque dès le prétest.

La seconde série, comportant quinze additions et quinze soustractions, a permis d'observer la maîtrise du répertoire mémorisé en général, au-delà des complémentaires du dix. Bien que nous ayons inclus au départ un pourcentage de nouvelles opérations, nous avons constaté lors du post-test immédiat que ce même pourcentage ne pouvait être constant. En fait, tout au long des semaines où le jeu était utilisé, l'enseignante a continué de donner, en leçons à la maison, l'apprentissage des tables d'additions et/ou soustractions. Ainsi, lors du post-test immédiat, quelques opérations de plus avaient été vues à la maison comparativement au prétest. Puis, lors du dernier post-test, effectué vers la fin de l'année, tout le répertoire mémorisé avait été demandé à l'étude à la maison. Il a ainsi été difficile de tenir compte de l'influence des nouvelles opérations lors de l'analyse et de l'interprétation. L'utilisation de différents crayons de couleurs afin d'observer les différents temps nécessaires pour répondre aux opérations a été très utile pour observer l'amélioration dans la vitesse d'exécution des stratégies des élèves.

Pour ce qui est de la troisième série, qui regroupait quatre résolutions de problèmes de différents types (comparaison, combinaison, séparation et réunion) inspirés de Carpenter et Moser (1983), cette question n'était pas bien adaptée aux élèves. Ceux-ci ne possédaient pas de méthode pour laisser la trace de leur démarche, ils n'étaient pas habitués à ce genre de problèmes. Il a alors été impossible de tenir compte de cette question qui aurait permis d'observer si une meilleure maîtrise du répertoire mémorisé allégeait la charge de la mémoire à court terme et permettait aux élèves d'utiliser cette stratégie lors de la résolution de problèmes.

Le prétest et les post-tests ont été présentés à une chercheuse en didactique des mathématiques puis à l'enseignante de la classe. Il avait également été prévu que ces tests soient administrés dans une autre classe du même niveau, mais puisque les disponibilités de l'enseignante ne concordaient pas avec celles de la chercheuse, cette étape n'a pas été effectuée. Cela aurait toutefois pu permettre d'apporter quelques modifications à la forme ou au contenu des questions si des difficultés majeures avaient été constatées.

L'analyse et l'interprétation de ces données ont principalement été effectuées par l'observation des résultats de façon statistique. Différents codes ont été utilisés afin de déterminer les types d'erreurs les plus fréquents. Cette façon de procéder a permis de présenter différents énoncés hypothétiques relatifs à notre premier objectif de recherche. Le contre-codage des différents types d'erreurs a aussi fait réaliser que la liste de codes était précise. En effet, 95% du codage correspondait au contre-codage.

5.2.2 Outils pour données qualitatives

En ce qui a trait à la cueillette des données qualitatives, nous avons essentiellement eu recours à l'utilisation d'une caméra vidéo. Celle-ci était déposée sur un meuble à l'arrière de la chercheuse afin d'observer les élèves. Les images recueillies permettaient de voir les enfants, à partir de la tête, jusqu'à la table de jeu. Ainsi, les mouvements qu'ils effectuaient étaient observables. Cependant, la prise d'images ne permettait pas de voir les dominos déposés sur la table de jeu. Cela était donc ardu de déterminer quels étaient les principaux dominos utilisés le plus fréquemment, quels étaient les complémentaires les plus difficiles ou ceux où les erreurs étaient les plus fréquentes. Il serait préférable d'ajuster ou d'ajouter une autre caméra afin d'obtenir des images des dominos.

La caméra a également permis de recueillir le son. Les différentes discussions des élèves étaient entendues lors de l'écoute des bandes vidéo. Il a été plus facile de faire une retranscription des séquences de jeu. Lorsque les élèves discutaient entre eux, nous avons pu noter différents types d'interactions.

Tout au long des périodes de jeu, la chercheuse complétait une grille d'observations à l'intérieur de laquelle elle pouvait noter l'élève gagnant, la date et l'heure, le temps joué ainsi que différents commentaires. Il aurait été souhaitable d'ajouter un espace afin d'inscrire quel type de dominos était utilisé par les élèves. Ainsi, la chercheuse aurait pu ajuster plus facilement le niveau de difficulté, passant des dominos avec collections-témoins aux dominos avec des nombres, ce qui aurait permis aux élèves que le niveau du jeu demeure dans leur zone proximale de développement (Vygotsky, 1978).

Afin de procéder à l'analyse et à l'interprétation de ces différentes données, nous avons inscrit les différentes étapes des périodes de jeu qui ont été codées par la suite. La liste de codes a été utile à l'observation des différents types d'interactions qui sont survenues lors des périodes de jeu. Le contre-codage, d'une similitude de 94% avec le codage, a permis d'ajuster la définition de deux codes. L'analyse et l'interprétation, au moyen de notre liste de codes, ont ainsi permis de répondre à notre second objectif de recherche.

5.3 Limites et biais

<u>Limites :</u>

La recherche effectuée est contrainte à différentes limites. D'abord, notre échantillon, treize élèves, est assez petit. Cet échantillon se restreint davantage pour l'observation des différents types d'interactions étant donné que seulement deux équipes font l'objet d'une analyse des périodes de jeu. Il n'est pas possible de généraliser les résultats obtenus à cette recherche, mais plutôt de prendre conscience que, dans cette classe, pour les élèves ciblés, il y a eu un impact sur la maîtrise du répertoire mémorisé à la suite de différentes périodes de jeu. Puis, nous sommes consciente que la courte durée de l'expérimentation, 4 semaines, peut avoir une influence sur les résultats obtenus. La période de l'année, mois de mars et avril, où ont été effectuées les périodes de jeu, peut également jouer un rôle important, puisque les élèves étaient déjà familiers avec plus de la moitié du répertoire mémorisé à apprendre en deuxième année. Il pourrait aussi être possible que le choix des complémentaires du dix ait eu un impact sur les résultats.

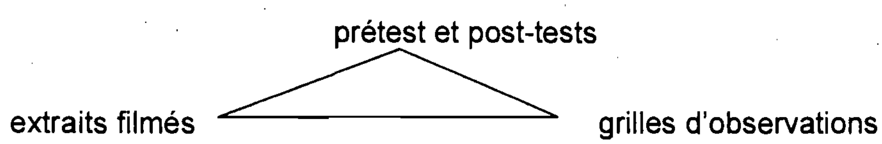
Ensuite, il y a la limite des enregistrements vidéo qui ne peuvent pas montrer la valeur des nombres sur les dominos. Ainsi, nous étions restreinte dans l'analyse et l'interprétation des données qualitatives, ne pouvant pas faire de lien entre le niveau de difficulté des opérations à effectuer avec les dominos et la façon de jouer des élèves. Nous devons également porter notre attention sur les autres explications possibles aux différentes améliorations, au point de vue du résultat obtenu au post-test immédiat et au niveau de la rapidité d'exécution. Outre les différentes interactions sociales survenues ainsi que les objectifs que devait développer le jeu, y aurait-il d'autres facteurs qui pourraient expliquer ces améliorations ? Nous pensons, tel que mentionné précédemment, qu'étant donné que l'enseignante a continué de faire apprendre à la maison le répertoire mémorisé, cela a pu influencer quelque peu les résultats, bien qu'à l'intérieur du post-test immédiat se retrouvaient également des opérations n'ayant jamais fait l'objet d'étude à la maison.

Biais :

Parmi les biais psychosociaux de la recherche en éducation (Van Der Maren, 2004), il serait possible d'observer une contamination des résultats due aux élèves, c'est-à-dire qu'il se pourrait que les élèves agissent différemment avec la chercheuse pour tenter de lui plaire lors de l'expérimentation. Ils n'agiraient pas nécessairement de la même manière avec leur enseignante. Il faut également porter une attention particulière à une contamination des résultats qui pourrait être due au chercheur (effet Rosenthal ou Pygmalion). Ce qui signifie que le chercheur peut remarquer ce qu'il s'attend à observer en oubliant les effets contraires de ce qui est attendu.

Afin de minimiser l'effet de ces limites et biais, l'analyse rigoureuse des résultats a été faite. Une triangulation des différentes données recueillies, illustrée à la figure 17, permet une meilleure validité interne de la recherche.

Figure 17 : Triangulation des données recueillies



5.4 Recommandations

Nous souhaitons porter un regard critique au jeu lui-même et donner quelques recommandations pour une utilisation future. D'abord, pour ce qui est de l'ajout des images d'oiseaux migrateurs, cela a permis aux élèves de déposer les dominos toujours dans le même sens, à l'endroit. Puis, tant pour les dominos avec collections-témoins que ceux avec les nombres seulement, la taille était adéquate, permettant une vision facile et une préhension simple. Le fonctionnement du jeu a aussi été bien compris de la part des élèves. Il y a cependant la règle exigeant que les élèves expliquent pourquoi ils déposaient leur domino qui semble avoir été mal comprise ou négligée.

Le jeu utilisé a permis de créer des occasions où surviennent des interactions entre les joueurs, tant par rapport aux règles du jeu que par rapport aux choix pour placer différents dominos. De plus, l'utilisation de collections-témoins a permis aux joueurs de l'équipe 1 de compter les jetons avant de calculer à l'aide des nombres inscrits sur les autres dominos. Le passage graduel des dominos avec collections-témoins aux dominos avec des nombres, puis le passage des additions seulement à l'ajout des soustractions a permis, selon nous, de proposer aux élèves des situations qui se situaient à l'intérieur de la zone proximale de leur développement. De plus, les résultats obtenus à la première question du post-test immédiat portant sur les complémentaires du 10 démontrent une maîtrise du contenu qui était travaillé lors des périodes de jeu.

Nous souhaitons proposer quelques modifications à apporter pour une utilisation future de ce jeu. D'abord, il faudrait s'assurer que la consigne qui mentionne que les élèves doivent expliquer les raisons qui les motivent à utiliser tel ou tel domino soit respectée. Cela permettrait davantage aux élèves de communiquer à l'aide du langage mathématique (compétence 3). Nous avons observé lors de l'écoute des séances vidéo qu'il y a eu trop d'occasions où les élèves ne faisaient que déposer un domino, sans aucune explication. Peut-être que si la chercheuse avait insisté davantage lors des premières périodes de jeu, en rappelant constamment la consigne, les élèves auraient précisé davantage leurs actions.

De plus, il serait bien de prévoir du temps à la fin des séances de jeu pour permettre aux élèves d'une même équipe de discuter entre eux des différentes stratégies utilisées. Ils pourraient faire le point sur les stratégies d'équipe qui ont été utilisées et sur les stratégies personnelles de chacun. Ils pourraient déterminer les meilleures et établir ensemble les stratégies qui devraient être utilisées pour la prochaine période de jeu. Il serait aussi pertinent de laisser du temps aux équipes pour partager entre elles. Ainsi, ce serait une façon d'inciter les élèves à avoir recours au langage mathématique. Des entrevues individuelles pourraient aussi permettre à l'enseignante de voir l'évolution des stratégies utilisées par les élèves.

D'un point de vue plutôt technique, nous désirons préciser que l'ajout des oiseaux migrateurs dans le haut des dominos peut être remplacé par une autre image qui serait susceptible d'attirer l'attention d'un autre groupe d'élèves. De plus, nous voulons mentionner que dans une éventuelle réutilisation du jeu, nous modifierions l'ordre des nombres sur les dominos où il y a la possibilité d'effectuer une soustraction. En effet, il serait préférable que sur la table de jeu, le plus grand nombre de la soustraction se retrouve à gauche. Ainsi, cela se rapprocherait davantage des calculs qu'auront à effectuer les élèves par la suite. La figure 18 illustre comment étaient placés les nombres sur les dominos lors des périodes de jeu. Quant à la figure 19, elle propose une autre façon de faire se rapprochant davantage de ce que les élèves ont l'habitude de voir.

Figure 18 : Position des nombres sur les dominos

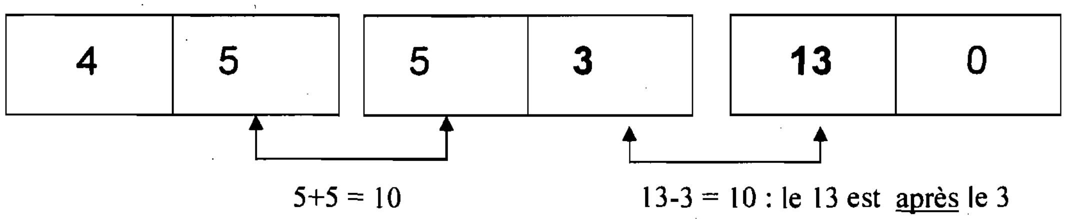
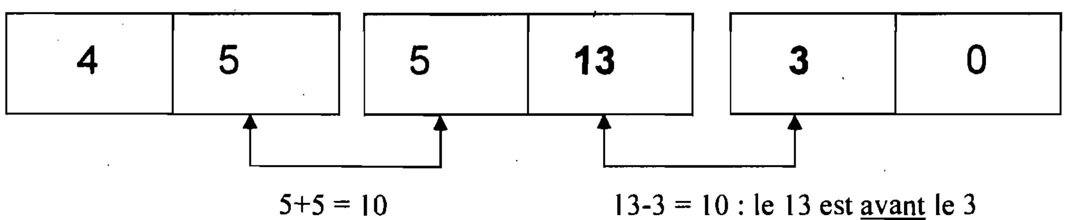
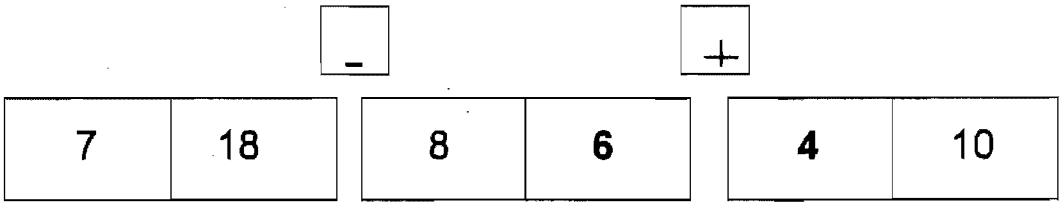


Figure 19 : Position des nombres sur les dominos (suggestion)



Il serait également pertinent de prévoir des cartes sur lesquelles les symboles de l'addition (+) et de la soustraction (-) seraient inscrits. Les joueurs pourraient préciser l'opération qu'ils font pour trouver un résultat de dix. Cela permettrait aux élèves de se familiariser avec la compréhension du langage symbolique et de communiquer à l'aide du langage mathématique. La figure 20 de la page suivante illustre ce à quoi pourrait ressembler cet ajout.

Figure 19 : Ajout de symboles



Bref, le jeu utilisé répond aux caractéristiques que nous avions déterminées à l'intérieur de notre cadre conceptuel. Le jeu a permis l'observation de différentes interactions sociales (Bednarz *et al.* 2002). De plus, avec ses différents niveaux de difficulté, il a tenu compte du stade de développement du nombre chez l'enfant en permettant de compter les collections-témoins ou de calculer les nombres (Brissiaud, 2003), tout en suggérant des situations qui se situent à l'intérieur de la zone proximale de développement de l'enfant (Vygotsky, 1978). Ce jeu comportait également des règles à suivre où chaque joueur avait un rôle bien défini (Piaget, 1976). Finalement, ce jeu était accessible à tous les élèves du groupe (Criton, 1997) ; il a permis également la découverte de nouvelles stratégies chez certains élèves et dans quelques cas, d'en faire part aux autres (Brousseau, 1986).

5.5 Pistes

Afin de conclure, nous souhaitons proposer différentes pistes qui pourraient être intéressantes pour des recherches futures. En premier lieu, puisque le jeu a permis l'amélioration des résultats d'élèves qui étaient les plus faibles au départ, il serait pertinent de refaire une recherche semblable auprès d'élèves en difficulté d'apprentissage. De nouvelles contraintes pourraient être apportées au jeu. En effet, les autres complémentaires pourraient être utilisés dans un projet futur. Par exemple, avec des dominos semblables, qui auraient des nombres différents, les élèves pourraient chercher des combinaisons de dominos dont la somme ou la différence donne huit. Il serait bien d'observer les effets d'un jeu semblable qui offrirait la possibilité de combiner plus de deux dominos ensemble afin d'obtenir un résultat déterminé à l'avance.

Les différentes interactions sociales qui sont survenues et l'utilisation de nouvelles stratégies permettent de poser quelques questions qui pourraient être développées dans d'éventuels projets. Est-ce que les élèves ont tendance à imiter les gestes et paroles de l'adulte autant que ceux et celles d'un autre élève de l'équipe ? Est-ce que les interactions sociales peuvent être classées dans les mêmes catégories : coopération/ collaboration, tâche lorsque les équipes sont formées avec des élèves qui sont du même niveau et lorsque l'équipe est hétérogène ? Est-ce qu'une équipe formée de six joueurs permet d'obtenir des interactions sociales semblables à celles d'une équipe où il n'y a que trois joueurs ? Il serait intéressant d'observer dans les équipes qui sont les joueurs qui partagent le plus des stratégies, qui offrent le plus souvent de l'aide. Est-ce les élèves les plus forts ? Est-ce les élèves les moins gênés ?

Le jeu a permis aux élèves de développer, entre autres, différentes stratégies de comptage ou de calcul. Il pourrait être pertinent de s'intéresser à ce qui serait susceptible d'évoluer lors des périodes de jeu. Les élèves ont-ils plus de facilité à communiquer dans un langage mathématique ? Les élèves coopèrent-ils davantage en classe suite aux périodes de jeu ? Les élèves exercent-ils leur jugement critique, face à des actions ou paroles rencontrées durant les périodes de jeu ?

En somme, de nombreuses facettes demeurent encore à être observées, tant au niveau du stade de développement du nombre de l'enfant, qui passe par le comptage jusqu'au calcul (Brissiaud, 2003) qu'au niveau des différentes interactions sociales qui peuvent survenir en situation de jeu et favoriser les apprentissages (Bednarz *et al.* 2002).

Références bibliographiques

Bachelard, G. (1983). *La formation de l'esprit scientifique.* Paris : Librairie philosophique J. Vrin.

Bales, R. F. (1950). *Interaction process analysis: A Method for the Study of Small Groups.* Cambridge: Addison-Wesly.

Beckwith, M. et Restle, F. (1966). Process of enumeration. *Psychological Review*, 73 (5), 437-444.

Bednarz, N., Bourdage, N. Charpentier, M. Lartigau, M. Poirier, L. Sauvé, T. Taillon, C. et Tourigny, C. (2002). *Banque de jeux pour l'apprentissage des mathématiques au primaire.* Mont-Royal : Modulo Éditeur.

Bideaud, J. et Lehalle, H. (dir). (2002). *Traité des sciences cognitives. Le développement des activités numériques chez l'enfant.* Paris : Lavoisier.

Bortuzzo, J. et Poirier, L. (2002). L'importance du jeu dans l'acquisition du concept de nombre en classe de maternelle. *Revue préscolaire,* 40(3), 22-30.

Boule, F. (1994). *Jeux de calcul. Cycle des apprentissages fondamentaux et des approfondissements.* Paris : Armand Colin Éditeur.

Brissiaud, R. (2003). *Comment les enfants apprennent à calculer. Le rôle du langage, des représentations figurées et du calcul dans la conceptualisation des nombres.* Paris : Éditions Retz.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques.* Grenoble : La Pensée

Carpenter, T. et Moser, J. (1983). *Acquisition of mathematics concepts and processes. The acquisition of addition and substraction concepts.* New York : Academic press, inc.

Charnay, R. (1996). *Pourquoi des mathématiques à l'école ?* Paris : ESF éditeur.

Charnay, R. et Mante, M. (1995). *Concours de professeur des écoles Mathématiques* (Tome 1). Paris : Hatier.

Charnay, R. Mante, M. Douaire, J. et Valentin, D. (1996). *Concours de professeur des écoles Mathématiques* (Tome 2). Paris : Hatier.

Colomb, J. (dir). (2001). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes.* Paris : Hatier.

Criton, M. (1998). *Les jeux mathématiques.* Collection Que sais-je? Paris : Presses universitaires de France.

De Champlain, D., Mathieu, P. et Tessier, H. (1990). *Petit lexique mathématique* (2e éd.). Montréal : Modulo éditeur.

De Grandmont, N. (1989). *Pédagogie du jeu, jouer pour apprendre.* Montréal : Les Éditions Logiques.

De Grandmont, N. (1994). *Le jeu éducatif conseils et activités pratiques.* Montréal : Les Éditions Logiques.

De Grandmont, N. (1995). *Le jeu pédagogique conseils et activités pratiques.* Montréal : Les Éditions Logiques.

Doise, W. et Palmonari, A. (1984). *Social interaction in individual development.* Cambridge : Cambridge University Press.

Douady, R. (1986). *Jeux de cadres et dialectique outils objets.* Recherche en didactique des mathématiques. Volume. 7, numéro 2. Grenoble: Éditions de La Pensée Sauvage. p. 5-31.

Dumais, S. (2005). *L'utilisation du jeu en classe préscolaire pour viser le développement du concept de nombre.* Thèse de doctorat, Université de Montréal, Montréal, Québec.

ERMEL. (2001). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes.* Paris : Hatier.

Faradji, D. (2004). *Comment le jeu mathématique opère sur les apprentissages mathématiques et la construction du langage ?* Communication présentée à la 7e biennale de l'éducation et de la formation, Lyon, France.

Fayol, M. (1990). *L'enfant et le nombre du comptage à la résolution de problèmes.* Paris : Delachaux et Niestlé.

Johsua, S. et Dupin, J-J. (1999). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques.* (2e éd.). Paris : Presses Universitaires de France.

Le Petit Larousse illustré. (2002). Dictionnaire. Paris : Larousse

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

Lethielleux, C. (1992). *Le calcul mental au cycle des apprentissages fondamentaux.* (Tome 1). Paris : Armand Colin Éditeur.

MEQ. (2001). *Programme de formation de l'école québécoise.* Bibliothèque nationale du Québec.

Mugny, G. (1991). *Psychologie sociale du développement cognitif.* Berne : Éditions scientifiques européennes.

Ortiz, E. (2003). *Research findings from games involving basic fact operations and algebraic thinking at a PDS.* Annual holmes partnership conference, Washington.

Piaget, J. et Szeminska, A. (1941). *La genèse du nombre chez l'enfant.* Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.

Piaget, J. (1972). *Où va l'éducation ?* Paris : Denoël/Gonthier.

Piaget, J. (1945). *La formation du symbole chez l'enfant : imitation, jeu et rêve, image et représentation.* Paris: Delachaux et Niestlé.

Poirier, L. (2001). *Enseigner les mathématiques au primaire.* Saint-Laurent :ERPI.

Therrien, D. (1994). *La didactique de la mathématique.* Cap-Rouge : Les presses inter universitaires.

Tourigny, C. (2004). *Une intervention en mathématiques en milieu défavorisé s'articulant sur le jeu : contribution au développement de compétences chez les enfants.* Mémoire de maîtrise, Université de Montréal, Montréal, Québec.

Van Der Maren, J-M. (2004). *Méthodes de recherche pour l'éducation.* (2e éd.). Bruxelles : Éditions De Boeck Université.

Van Der Maren, J-M. (2005). *Notes de cours analyse des données qualitatives.* Université de Montréal.

VYGOTSKY, L.S . (1978). *Mind in society : the development of higher psychological processes.* Cambridge : Harvard University Press.

Sites internet:

Charnay, R. (2002). *Pour une culture mathématique dès l'école primaire.* Bulletin de l'APMEP, no 441. (http://smf.emath.fr/Enseignement/TribuneLibre/Commission-Joutard/RCarticleAPMEP-4.pdf)

Dubois, L. et Dagau, P-C. (1999). *Les modèles de l'apprentissage et les mathématiques.* (http://tecfa.unige.ch/%7Elaurent/didact/theories.htm)

Lyons, R. (2000). *La mémorisation des tables.* Revue Mathadore, Volume 1 Numéro 25 30 octobre 2000 . (http://www.defimath.ca/mathadore/vol1num25.html)

Annexes

Annexe 1 : Prétest

Nom : ______________________________

Complète les phrases mathématiques suivantes :

6 + _____ = 10

3 + _____ = 10

7 + _____ = 10

2 + _____ = 10

8 + _____ = 10

4 + _____ = 10

5 + _____ = 10

1 + _____ = 10

9 + _____ = 10

10 + _____ = 10

0 + _____ = 10

Trouve les sommes ou les différences.

3+7=	15-9=	8+3=
20-12=	4+9=	18-15=
1+13=	17-14=	4+6=
14-8=	8+9=	11-10=
9-5=	12-7=	5+14=
7+10=	17+3=	20-17=
15+4=	4-4=	6+7=
12+8=	5-2=	9-3=
13+6=	10-1=	10+3=
16+3=	17-7=	13-6=

Annie a 3 poupées. Julie en a 10. Combien de poupées de plus possède Julie ?

________ poupées de plus.

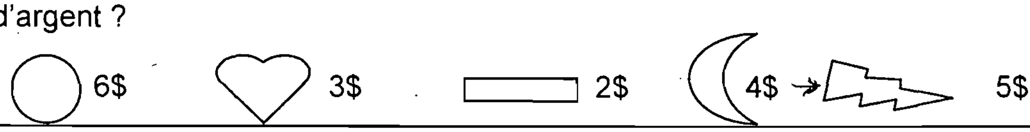
Antoine et Luc ont décidé de regrouper leurs billes pour faire une seule collection.
Antoine a 12 billes et Luc en a 8. Combien de billes ont-ils en tout ?

________ billes en tout.

Carl a fabriqué 15 boules de neige. Son petit frère en a fabriqué seulement 7. Combien de boules de neige Carl a fabriqué de plus que son frère ?

________ boules de neige de plus.

Martin a 10$. Il veut acheter un coeur, une lune et un éclair. A-t-il assez d'argent ?



Oui, il lui reste ________$

Non, il lui manque ________$

Annexe 2 : Post-test immédiat

Nom : ________________________________

Complète les phrases mathématiques suivantes :

6 + _____ = 10   5 + _____ = 10

3 + _____ = 10   1 + _____ = 10

7 + _____ = 10   9 + _____ = 10

2 + _____ = 10   10 + _____ = 10

8 + _____ = 10   0 + _____ = 10

4 + _____ = 10

Trouve les sommes ou les différences.

3+7=	15-9=	8+3=
20-12=	4+9=	18-15=
1+13=	17-14=	4+6=
14-8=	8+9=	11-10=
9-5=	12-7=	5+14=
7+10=	17+3=	20-17=
15+4=	4-4=	6+7=
12+8=	5-2=	9-3=
13+6=	10-1=	10+3=
16+3=	17-7=	13-6=

Annie a 3 poupées. Julie en a 10. Combien de poupées de plus possède Julie ?

_______ poupées de plus.

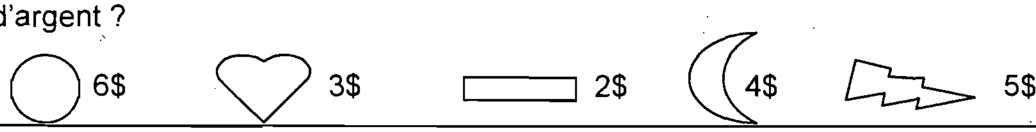
Antoine et Luc ont décidé de regrouper leurs billes pour faire une seule collection.
Antoine a 12 billes et Luc en a 8. Combien de billes ont-ils en tout ?

_______ billes en tout.

Carl a fabriqué 15 boules de neige. Son petit frère en a fabriqué seulement 7. Combien de boules de neige Carl a fabriqué de plus que son frère ?

_______ boules de neige de plus.

Martin a 10$. Il veut acheter un coeur, une lune et un éclair. A-t-il assez d'argent ?



Oui, il lui reste _______$

Non, il lui manque _______$

Annexe 3 : Second post-test

Nom : ____

Complète les phrases mathématiques suivantes :

6 + _____ = 10

8 + _____ = 10

7 + _____ = 10

3 + _____ = 10

2 + _____ = 10

4 + _____ = 10

5 + _____ = 10

0 + _____ = 10

9 + _____ = 10

1 + _____ = 10

10 + _____ = 10

Trouve les sommes ou les différences.

3+8=	19-16=	8+8=
20-20=	4+7=	18-14=
1+9=	17-15=	9+0=
14-9=	7+10=	19-17=
9-4=	12-5=	5+9=
6+13=	17+2=	20-18=
15+3=	11-11=	2+11=
14+5=	6-2=	10-3=
18+2=	12-1=	19+1=
16+0=	20-7=	13-10=

Annie a 3 poupées. Julie en a 7. Combien de poupées de plus possède Julie ?

_______ poupées de plus.

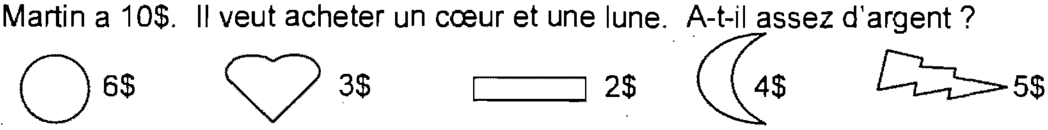
Antoine et Luc ont décidé de regrouper leurs billes pour faire une seule collection.
Antoine a 12 billes et Luc en a 8. Combien de billes ont-ils en tout ?

_______ billes en tout.

Carl a fabriqué 10 boules de neige. Son petit frère en a fabriqué seulement 7. Combien de boules de neige Carl a fabriqué de plus que son frère ?

_______ boules de neige de plus.

Martin a 10$. Il veut acheter un cœur et une lune. A-t-il assez d'argent ?



Oui, il lui reste _______$ Non, il lui manque _______$

Annexe 4 : Dernier post-test

Nom : ____

Complète les phrases mathématiques suivantes :

6 + _____ = 10

8 + _____ = 10

7 + _____ = 10

3 + _____ = 10

2 + _____ = 10

4 + _____ = 10

5 + _____ = 10

0 + _____ = 10

9 + _____ = 10

1 + _____ = 10

10 + _____ = 10

Trouve les sommes ou les différences.

3+8=	19-16=	8+8=
20-20=	4+7=	18-14=
1+9=	17-15=	9+0=
14-9=	7+10=	19-17=
9-4=	12-5=	5+9=
6+13=	17+2=	20-18=
15+3=	11-11=	2+11=
14+5=	6-2=	10-3=
18+2=	12-1=	19+1=
16+0=	20-7=	13-10=

Annie a 3 poupées. Julie en a 7. Combien de poupées de plus possède Julie ?

_______ poupées de plus.

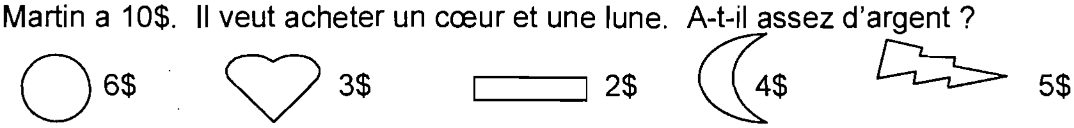
Antoine et Luc ont décidé de regrouper leurs billes pour faire une seule collection.
Antoine a 12 billes et Luc en a 8. Combien de billes ont-ils en tout ?

_______ billes en tout.

Carl a fabriqué 10 boules de neige. Son petit frère en a fabriqué seulement 7.
Combien de boules de neige Carl a fabriqué de plus que son frère ?

_______ boules de neige de plus.

Martin a 10$. Il veut acheter un cœur et une lune. A-t-il assez d'argent ?



Oui, il lui reste _______$

Non, il lui manque _______$

Annexe 5 : grille d'observations, sur le terrain

jour					date		heure						
			sexe		Niveau de départ				Comp.		victoire		
équi	Noms	Age	F	G	Fort	Moyen	m-fa	faible	Actif	Passif	Gagnant	Perdant	Temps J

<u>Commentaires :</u>

Annexe 6 : dominos

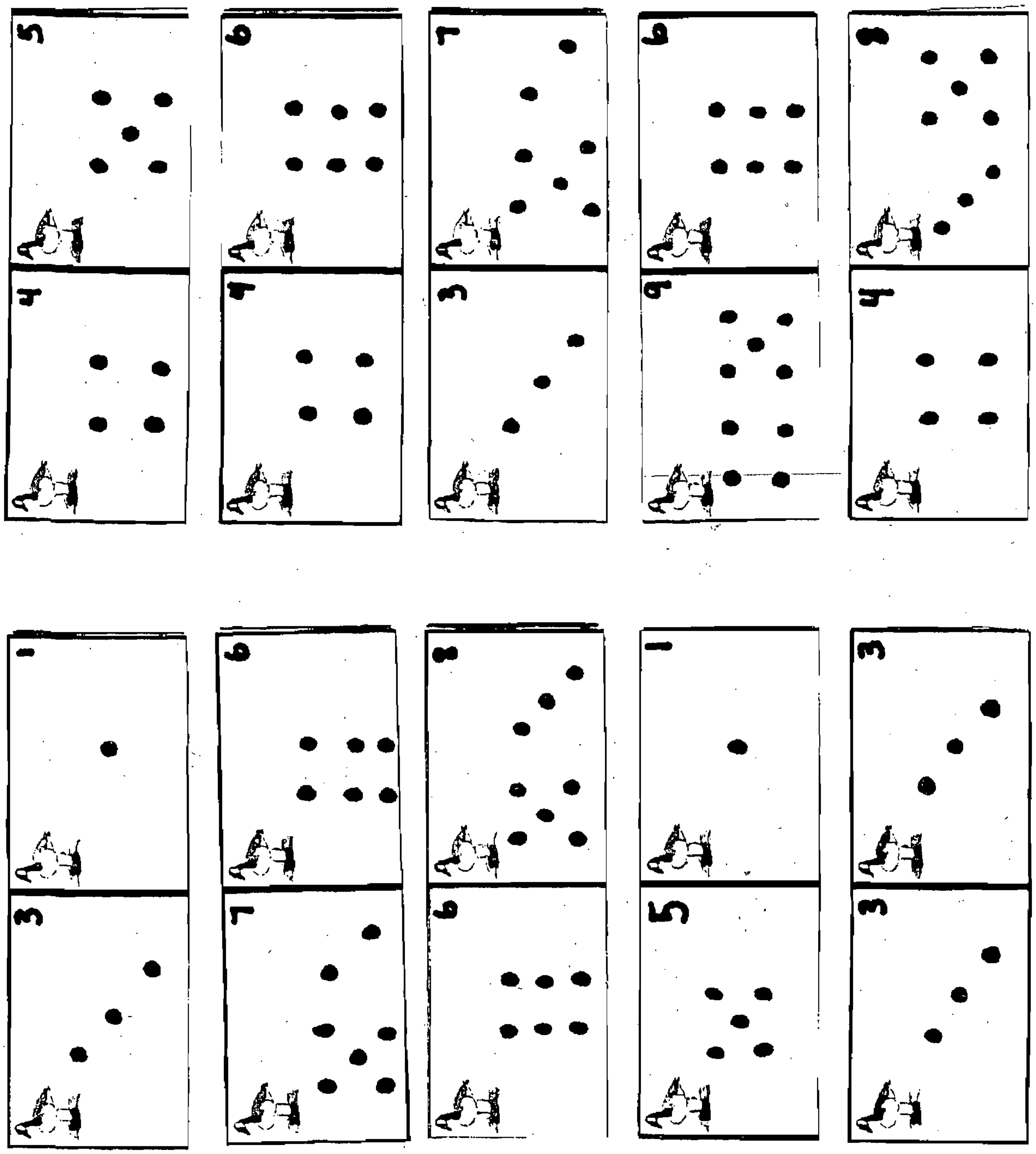
9	6	5	3
2	3	4	5
3	0	7	6
6	8	8	7
10	9	9	8

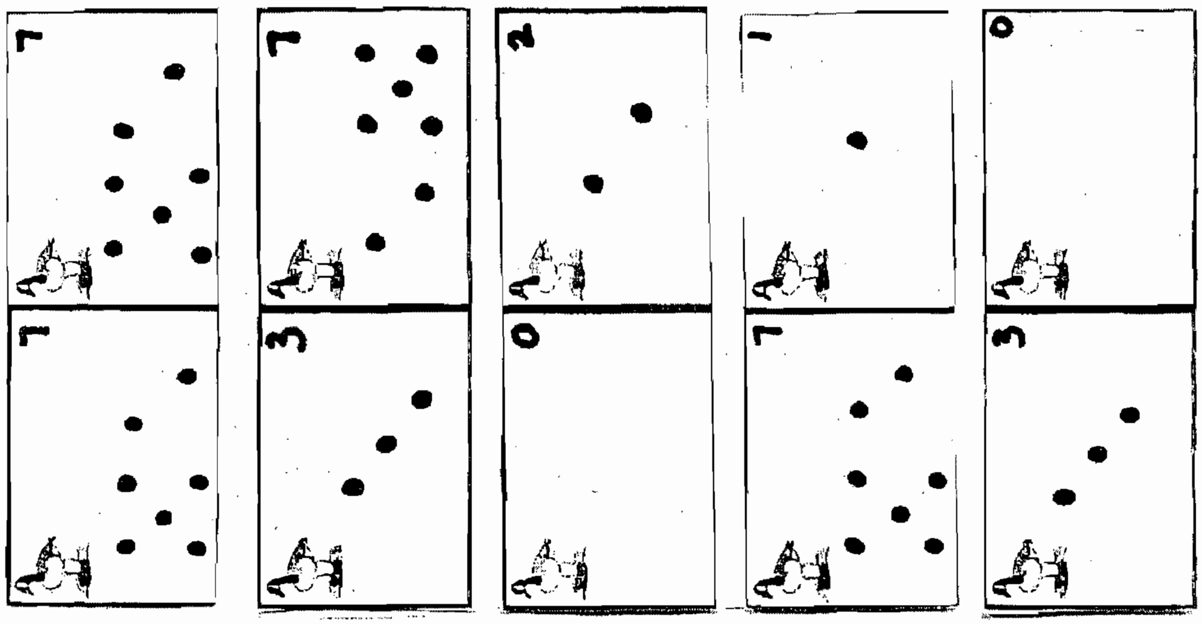
4	5	7	1
7	7	5	10
10	6	4	6
2	3	3	7
1	2	2	7

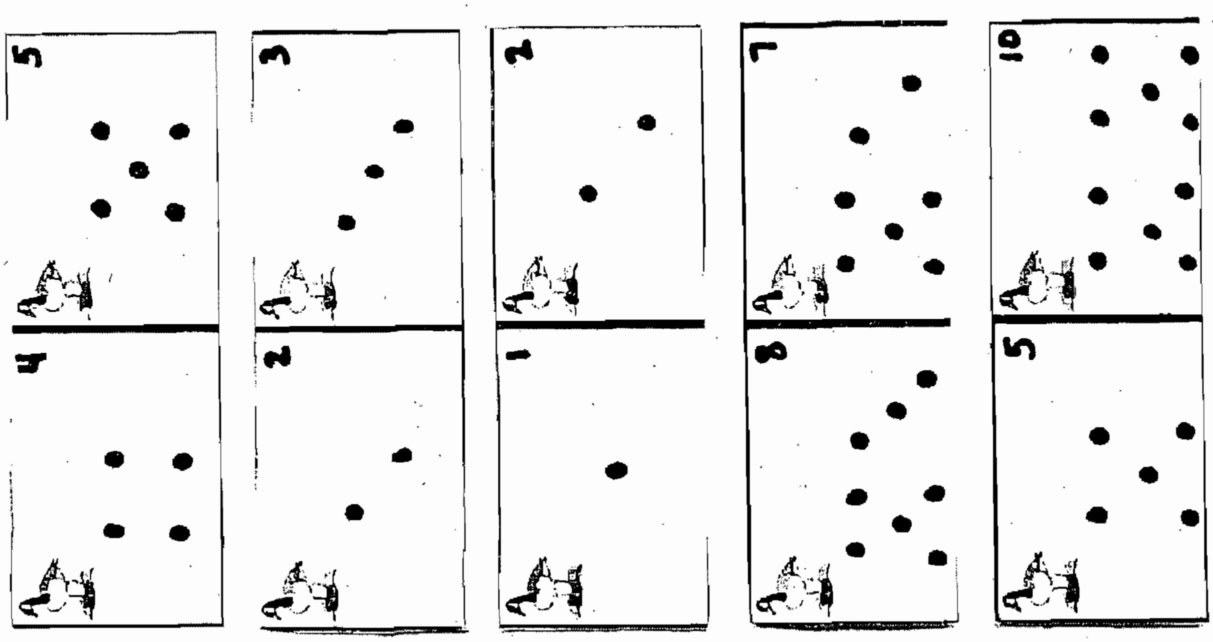
4	5		13	1
7	7		15	10
10	6		16	6
2	3		17	7
1	2		18	7

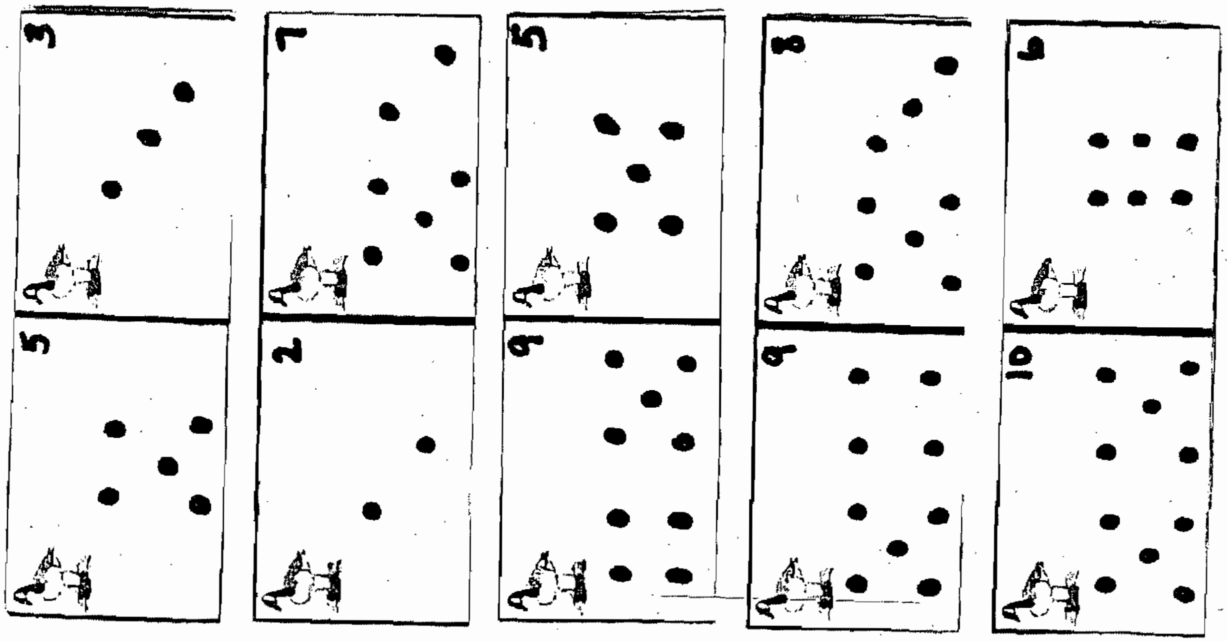
9	6	5	3
2	3	4	5
3	0	7	6
6	8	8	7
10	9	9	8

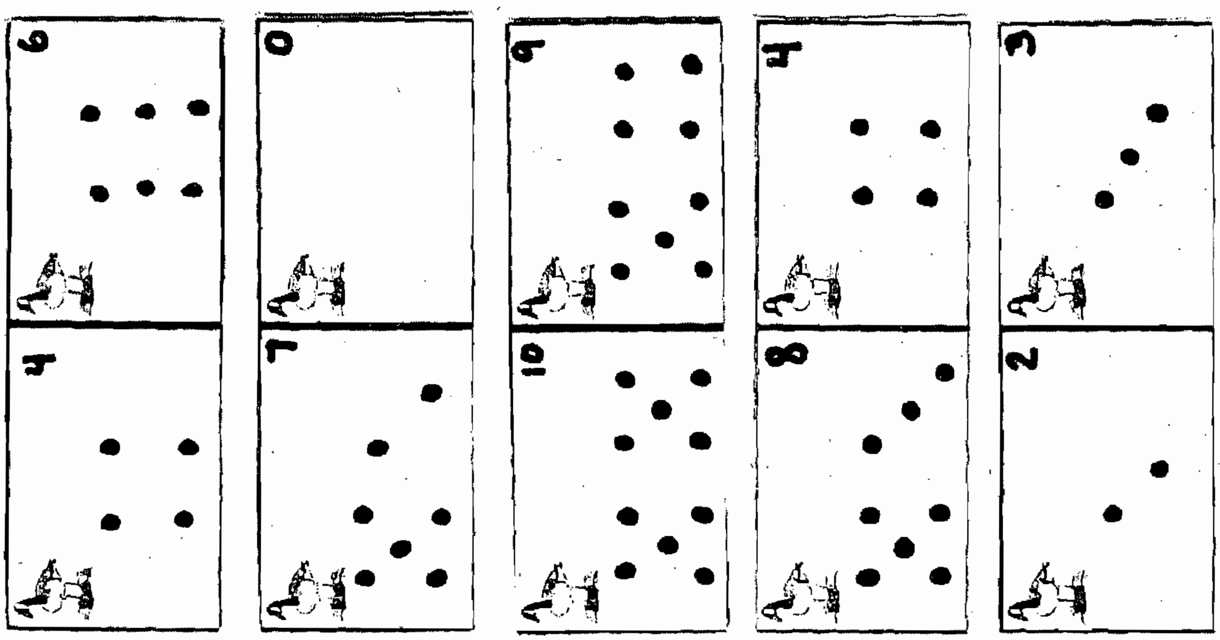
5	1	11	5
4	8	16	6
3	7	3	3
12	4	0	2
13	0	17	1











Annexe 7 : Erreurs des élèves à la seconde question

Erreurs obtenues lors du prétest		
Élèves	/30	Erreurs
A	29	15-9=5
B	11	20-12 / 9-5 / 12-7 / 17+3 / 4-4 / 5-2 / 10-1 / 17-7 / 5+14 / 20-17 / 6+7 / 9-3 / 10+3 / 13-6 1+13=4 17-14=4 14-8=2 8+9=19 15-9=3
C	19	14-8 /12-7 / 17+3 / 17-7 / 18-15 / 4+6 / 20-17 / 9-3 / 13-6 5+14=9 6+7=1
E	24	20-12 /18-15 / 20-17 17-14=2 8+3=12 13-6=6
F	13	4-4 / 5-2 / 10-1 / 17-7 / 8+3 / 18-15 / 4+6 / 11-10 / 5+14 / 20-17 / 6+7 / 9-3 / 10+3 / 13-6 14-8=4 17-14=11 12-7=12
G	29	12-7=4
H	28	12-7=7 5+14=18
I	21	16+3 / 17-14 / 12-7 / 18-15 / 20-17 / 13-6 17-7=1 6+7=12
J	18	14-8=8 7+10=16 15-9=4 17-14=2 8+9=18 12-7=2 17+3=14 17-7=14 18-15=33 11-10=21 20-17=36 9-3=12
K	28	8+9=18 20-17=8
L	23	20-12 / 17-14 / 18-15 3+7=12 12-7=19 20-17=7 13-6=6
N	23	20-12=2 14-8=4 7+10=14 17-7=9 18-15=12
O	27	20-12=0 12+8=21 18-15=2

Erreurs obtenues lors du post-test immédiat		
Élèves	/30	Erreurs
A	28	12-7=6 10+3=16
B	20	20-12=9 14-8=8 15-9=9 17-14=4 8+9=20 11-10=2 18-15=4 5+14=18 20-17=5 13-6=10
C	23	14-8 / 15-9 / 13+6 / 17+3 / 17-14 12-7=15 20-17=19
E	27	20-12 / 12-7 13-6=1
F	24	14-8=2 20-12=22 15-9=15 12-7=12 20-17=27 13-6=13
G	26	8+9=18 17+3=14 8+3=5 13-6=6
H	29	20-12=7
I	20	12-7 / 17+3 17-14=7 14-8=5 8+3=12 18-15=14 11-10=10 5+14=20 20-17=13 6+7=12
J	22	15-9=7 4+9=12 17-14=4 17+3=14 18-15=4 5+14=18 20-17=4 13-6=6
K	24	17-14 14-8=9 15-9=5 12-7=2 20-17=4 13-6=4
L	22	15-9 / 13-6 / 20-17 20-12=9 14-8=10 10-1=11 18-15=13
N	16	5+14 3+7=8 20-12=10 1+13=20 14-8=7 9-5=3 7+10=19 15-9=9 4+9=24 17-14=12 8+9=16 18-15=13 20-17=13 13-6=4
O	26	17+3 12+8=4 18-15=13 20-17=13

Annexe 8 : Erreurs codées, question 2

Légende	
Type d'erreur remarqué	Brève description
Comptage	Le résultat obtenu par l'élève est à ± 2 du bon résultat.
Rien inscrit	L'élève n'a pas inscrit de résultat
Signe	Le résultat obtenu par l'élève correspond au résultat de l'opération contraire à celle demandée.
Autre	Le résultat obtenu ne semble pas être une erreur de comptage ni une erreur de signe.
dizaine	Le résultat obtenu serait exact si on lui enlevait ou on lui ajoutait une dizaine.

Erreurs obtenues lors du prétest		
Élèves	/30	Erreurs
A	29	**15-9=5**
B	11	20-12 / 9-5 / 12-7 / 17+3 / 4-4 / 5-2 / 10-1 / 17-7 / 5+14 / 20-17 / 6+7 / 9-3 / 10+3 / 13-6 1+13=4 : dizaine **17-14=4** *14-8=2* **8+9=19** *15-9=3*
C	19	14-8 /12-7 / 17+3 / 17-7 / 18-15 / 4+6 / 20-17 / 9-3 / 13-6 *5+14=9* *6+7=1*
E	24	20-12 /18-15 / 20-17 **17-14=2** **8+3=12** **13-6=6**
F	13	4-4 / 5-2 / 10-1 / 17-7 / 8+3 / 18-15 / 4+6 / 11-10 / 5+14 / 20-17 / 6+7 / 9-3 / 10+3 / 13-6 *14-8=4* *17-14=11* *12-7=12*
G	29	**12-7=4**
H	28	**12-7=7** **5+14=18**
I	21	16+3 / 17-14 / 12-7 / 18-15 / 20-17 / 13-6 *17-7=1* **6+7=12**
J	18	**14-8=8** **7+10=16** **15-9=4** **17-14=2** **8+9=18** *12-7=2* 17+3=14 *17-7=14* 18-15=33 11-10=21 20-17=36 9-3=12
K	28	**8+9=18** *20-17=8*
L	23	20-12 / 17-14 / 18-15 **3+7=12** 12-7=19 *20-17=7* **13-6=6**
N	23	*20-12=2* **14-8=4** *7+10=14* **17-7=9** *18-15=12*
O	27	*20-12=0* **12+8=21** **18-15=2**

Fréquence d'apparition des erreurs au prétest	
Type d'erreur remarqué	Nombre de fois qu'elle est rencontrée
Comptage	22
Rien inscrit	49
Signe	6
Autre	16
dizaine	1

Erreurs obtenues lors du post-test immédiat		
Élèves	/30	Erreurs
A	28	**12-7=6** *10+3=16*
B	20	**20-12=9** **14-8=8** *15-9=9* **17-14=4** *8+9=20* **11-10=2** **18-15=4** **5+14=18** **20-17=5** *13-6=10*
C	23	14-8 / 15-9 / 13+6 / 17+3 / 17-14 *12-7=15* *20-17=19*
E	27	20-12 / 12-7 *13-6=1*
F	24	*14-8=2* *20-12=22* *15-9=15* *12-7=12* *20-17=27* *13-6=13*
G	26	**8+9=18** 17+3=14 8+3=5 **13-6=6**
H	29	**20-12=7**
I	20	12-7 / 17+3 **17-14=7** **14-8=5** **8+3=12** *18-15=14* *11-10=10* **5+14=20** 20-17=13: dizaine **6+7=12**
J	22	**15-9=7** **4+9=12** **17-14=4** 17+3=14 **18-15=4** **5+14=18** **20-17=4** **13-6=6**
K	24	17-14 *14-8=9* **15-9=5** *12-7=2* **20-17=4** *13-6=4*
L	22	15-9 / 13-6 / 20-17 **20-12=9** *14-8=10* 10-1=11 18-15=13: dizaine
N	16	5+14 **3+7=8** *20-12=10* *1+13=20* **14-8=7** **9-5=3** **7+10=19** *15-9=9* *4+9=24* *17-14=12* **8+9=16** 18-15=13: dizaine 20-17=13: dizaine *13-6=4*
O	26	17+3 12+8=4 18-15=13: dizaine 20-17=13: dizaine

Fréquence d'apparition des erreurs	
Type d'erreur remarqué	Nombre de fois qu'elle est rencontrée
Comptage	31
Rien inscrit	15
Signe	5
Autre	25
dizaine	6

Annexe 9 : Tableaux illustrant différents résultats obtenus à la première question par l'équipe 1

Observation du temps nécessaire pour répondre à la question 1

Légende :	
BR : bonne réponse	min : minute
MR : mauvaise réponse	

Prétest

Elèves	BR 1min	MR 1min	BR 2min	MR 2min	BR3min	MR 3min	Total /11
B	5	1	5	0	0	0	10
I	10	0	1	0	0	0	11
K	11	0	0	0	0	0	11

Post-test immédiat

Elèves	BR 1min	MR 1min	BR 2min	MR 2min	BR3min	MR 3min	Total /11
B	11	0	0	0	0	0	11
I	1	10	0	0	0	0	1
K	11	0	0	0	0	0	11

types d'erreurs obtenues à la question 1 par l'élève

		nombre de fois	
prétest:	3+(6)=10	1	B
	0+(0) =10	1	B
post-test immédiat			
	6+ (16) =10	1	I
	3+ (13)=10	1	I
	7+ (17)=10	1	I
	2+ (12)=10	1	I
	8+ (18)=10	1	I
	4+(14)=10	1	I
	5+(15)=10	1	I
	1+(11)=10	1	I
	9+(19)=10	1	I
	10+(20)=10	1	I
post-test 2	3+(8)=10	1	B
	6+ (16) =10	1	I
	3+ (13)=10	1	I
	7+ (17)=10	1	I
	2+ (12)=10	1	I
	8+ (18)=10	1	I
	4+(14)=10	1	I
	5+(15)=10	1	I
	1+(11)=10	1	I
	9+(19)=10	1	I
post-test 3			
	8+(1)=10	1	I
	9+(0)=10	1	I

Annexe 10 : Tableaux présentant différents résultats obtenus à la deuxième question de l'équipe 1

Observation du temps nécessaire pour répondre à la question 2

Légende: B-R : bonne réponse M-R: mauvaise réponse

Temps pour effectuer le prétest								
	0 à 3 minutes		3 à 5 minutes		5 à 8 minutes			Total
	B-R	M-R	B-R	M-R	B-R	M-R	Rien	/30
B	5	2	2	2	4	1	14	11
I	11	1	8	0	3	1	6	22
K	11	1	8	1	9	0	0	28

Temps pour effectuer le post-test immédiat								
	0 à 3 minutes		3 à 5 minutes		5 à 8 minutes			Total
	B-R	M-R	B-R	M-R	B-R	M-R	Rien	/30
B	7	8	7	2	6	0	0	20
I	15	4	1	4	4	0	2	20
K	10	2	1	2	13	2	0	24

Erreurs obtenues lors du prétest		
Élèves	/30	Erreurs
B	11	20-12 / 9-5 / 12-7 / 17+3 / 4-4 / 5-2 / 10-1 / 17-7 / 5+14 / 20-17 / 6+7 / 9-3 / 10+3 / 13-6 1+13=4 17-14=4 14-8=2 8+9=19 15-9=3 Rien inscrit:14 Comptage: 2 Dizaine:1 Autre:1
I	21	16+3 / 17-14 / 12-7 / 18-15 / 20-17 / 13-6 17-7=1 6+7=12 Rien inscrit: 6 Comptage: 1 Autre: 1
K	28	8+9=18 20-17=8 Comptage:1 Autre: 1

Erreurs obtenues lors du post-test		
Élèves	/30	Erreurs
B	20	20-12=9 14-8=8 15-9=9 17-14=4 8+9=20 11-10=2 18-15=4 5+14=18 20-17=5 13-6=10 Comptage: 7 Autre:3
I	20	12-7 / 17+3 17-14=7 14-8=5 8+3=12 18-15=14 11-10=10 5+14=20 20-17=13 6+7=12 Rien inscrit: 2 Comptage: 5 Autre:2 Dizaine: 1
K	24	17-14 14-8=9 15-9=5 12-7=2 20-17=4 13-6=4 Rien inscrit: 1 Comptage: 2 Autre: 3

Annexe 11 : Tableaux illustrant ifférents résultats obtenus à la première question par l'équipe 2

Observation du temps nécessaire pour répondre à la question 1

Légende :
BR : bonne réponse   min : minute
MR : mauvaise réponse

Prétest

Elèves	BR 1min	MR 1min	BR 2min	MR 2min	BR3min	MR 3min	Total /11
E	7	0	2	0	2	0	11
F	5	0	4	2	0	0	9
N	2	3	5	1	0	0	7

Post-test

Elèves	BR 1min	MR 1min	BR 2min	MR 2min	BR3min	MR 3min	Total /11
E	9	0	1	0	1	0	11
F	9	1	1	0	0	0	10
N	5	0	6	0	0	0	11

types d'erreurs obtenues à la question 1

		nombre de fois	par l'élève
prétest:			
	4+(5)=10	1	F
	1+(6)=10	1	F
	1+(10)=10	1	N
	6+(3)=10	1	N
	7+(2)=10	1	N
	8+(7)=10	1	N
post-test immédiat	3+(5)=10	1	F
post-test 2			
post-test 3	4+(5)=10	1	F
	4+(8)=10	1	N

Annexe 12 : Différents résultats obtenus à la deuxième question par l'équipe 2

Observation du temps nécessaire pour répondre à la question 2

Légende: B-R : bonne réponse M-R: mauvaise réponse

Temps pour effectuer le prétest								
	0 à 3 minutes		3 à 5 minutes		5 à 8 minutes			Total
	B-R	M-R	B-R	M-R	B-R	M-R	Rien	/30
E	19	1	3	1	2	1	3	24
F	7	1	4	0	2	2	14	13
N	9	3	8	2	6	2	0	23

Temps pour effectuer le post-test immédiat								
	0 à 3 minutes		3 à 5 minutes		5 à 8 minutes			Total
	B-R	M-R	B-R	M-R	B-R	M-R	Rien	/30
E	17	0	5	0	5	1	2	27
F	2	2	8	1	14	3	0	24
N	4	8	9	2	3	3	1	16

Erreurs obtenues lors du prétest		
Élèves	/30	Erreurs
E	24	20-12 /18-15 / 20-17 17-14=2 8+3=12 13-6=6 Rien inscrit: 3 Comptage:3
F	13	4-4 / 5-2 / 10-1 / 17-7 / 8+3 / 18-15 / 4+6 / 11-10 / 5+14 / 20-17 / 6+7 / 9-3 / 10+3 / 13-6 14-8=4 17-14=11 12-7=12 Rien inscrit: 14 Autre: 3
N	23	20-12=2 14-8=4 7+10=14 17-7=9 18-15=12 Comptage: 2 Autre: 3

Erreurs obtenues lors du post-test		
Élèves	/30	Erreurs
E	27	20-12 / 12-7 13-6=1 Rien inscrit: 2 Autre: 1
F	24	14-8=2 20-12=22 15-9=15 12-7=12 20-17=27 13-6=13 Autre:6
N	16	5+14 3+7=8 20-12=10 1+13=20 14-8=7 9-5=3 7+10=19 15-9=9 4+9=24 17-14=12 8+9=16 18-15=13 20-17=13 13-6=4 Rien inscrit: 1 Comptage: 5 Dizaine: 2 Autre: 6

Annexe 13 : Transcription des séances vidéo des deux équipes

il aurait été intéressant dans cette section d'afficher au fur et à mesure la séquence de dominos sur la table et l'ensemble des dominos dont dispose le joueur

Équipe 1 :

15 mars (3^e séance de jeu)	dominos avec collections-témoins, additions
Joueur	Description du tour
K	Dit 9 en plaçant son domino
B	Place un domino et dit 5. retire son domino suite à l'interrogation de la chercheuse. Place 1 du mauvais côté. Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
I	Place son 10 à côté du 0
K	Place un domino
B	Avance un domino. La chercheuse lui demande si c'est correct, B répond non, ça donne 12. B place un domino la somme des deux est 5. B place un autre domino, la somme des deux est 11. B dit qu'il ne peut pas jouer. Pige sans regarder ce qu'il pige. La chercheuse lui demande s'il peut jouer. B regarde d'un côté des dominos déjà placés. La chercheuse lui demande de regarder de l'autre côté. B dit que 3 et 7 = 10.
I	Place 8 à côté du 2
K	Regarde ses dominos. I regarde les dominos de K. K Place un domino
B	Dit qu'il y a 6 dominos de placés. K pointe le domino que B pourrait jouer sans expliquer. B place le domino pointé par B.
I	Donne le domino qu'il veut placer à K pour qu'il puisse le déposer à l'autre bout de la table. (B regarde le domino qu'il a pigé et se demande s'il peut placer 6 et 3. La chercheuse lui demande si ça fait 10. K dit que non, ça fait 9)
K	Place un domino
B	La chercheuse lui demande d'observer de chaque côté avant de jouer. La chercheuse lui demande quel nombre on doit ajouter à 8 pour faire 10. B répond 2 et place son domino.
I	Place un domino
K	Place un domino. B vérifie et dit 1+9=10.
B	K pointe à B quel domino jouer. B place ce domino.
I	Dit qu'il ne peut pas jouer
K	Ne peut pas jouer
B	Place un domino
I	Place un domino
K	Place un domino
B	Dit qu'il peut mettre 3 à côté du 7.
I	Va voir au bout de la table s'il peut jouer. Place un domino
K	Place un domino
B	K dit qu'il faut un 7. B place son 7.
I	Ne peut pas jouer
K	Ne peut pas jouer
B	Veut placer un 3 mais il serait à l'envers. Ne peut pas jouer.

17 mars (4e séance de jeu)	dominos avec collections-témoins, additions
Joueur	Description du tour
K	Dit : 1 d'un côté et 7 de l'autre
B	Place un 3
I	Place un domino
K	Ne sait pas quel placer car elle a deux dominos qui ont un 5 du même côté. Place un domino
B	K lui dit qu'il doit regarder les dominos déjà placés et non pas ceux de son jeu (à K) B dit qu'il pense qu'il ne peut pas jouer. La chercheuse demande à tous s'il a raison. I et K regarde et K dit qu'il ne peut pas jouer. B pige un 3 et le place à côté du 7.
I	Se lève pour placer son domino. La chercheuse lui demande pourquoi il a placé son domino là. I répond qu'il ne peut pas le placer à l'autre bout et qu'il n'en a pas d'autre.
K	Place un domino
B	Dit qu'il ne peut pas jouer. K dit qu'elle est d'accord. La chercheuse demande si c'est correct des deux côtés. K dit qu'elle n'est plus d'accord, prend le domino de B et le place.
I	K dit à I qu'il a le choix entre 4 ou 10. I ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.

22 mars (5^e séance de jeu)	dominos avec collections-témoins, additions
Joueur	Description du tour
I	Place un domino
B	Place un domino
K	Etale ses dominos et Place un domino
I	B veut jouer mais ce n'est pas son tour. I dit qu'il ne peut pas jouer, pige et Place un domino
B	Place un domino
K	Place un domino
I	B veut placer un domino. I Place un domino
B	Place un domino
K	Place un domino
I	Ne peut pas jouer, pige. La chercheuse dit qu'il pouvait jouer, que les autres joueurs doivent aider. K dit à I quoi jouer. B ne regarde pas. I place le domino que K lui a montré.
B	Demande de l'aide. Pense qu'il ne peut pas jouer. Pige et ne peut pas jouer. K confirme que B ne peut pas jouer.
K	Place un domino
I	Place un domino
B	Place un domino
K	Dit ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
I	Place un domino
B	Place un domino, demande si ça se peut et K dit que oui
K	Place un domino
I	Place un domino
B	Place un domino et K confirme que c'est correct
K	Ne peut pas jouer

24 mars (6e séance de jeu)	dominos avec collections-témoins, additions
Joueur	Description du tour
K	Place un domino
B	Place 5 et dit 5+5 oups j'me suis trompé. La chercheuse lui demande le total de 5+5. B répond 10. B Place un domino
I	Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer
K	Place un domino
B	Dit qu'il ne peut pas jouer, pige, Place un domino
I	Place un domino
K	Place un domino
B	Place un domino
I	Place un domino
K	Dit ne pas savoir quel domino choisir. Place un domino
B	La chercheuse lui demande ce qu'il peut placer. B répond 5. La chercheuse lui demande avec quel domino. B dit avec l'autre 5.
I	Croit qu'il ne peut pas jouer. La chercheuse demande si tous sont d'accord. K dit que non et I voit ce qu'il peut placer. Place un domino

27 mars (7e séance de jeu)	dominos avec collections-témoins, additions et soustractions
Joueur	Description du tour
B	Pense qu'il ne peut pas jouer, mais est le premier joueur. Place un domino quand K dit qu'il peut placer n'importe lequel. Place un domino avec le 5 et 4. dit à K qu'il lui faut un 1. La chercheuse explique que les deux côtés du domino doivent être distincts.
K	Place un domino
I	Place un domino
B	Demande combien font 4 et 10 et 10-9. K dit qu'il lui faut un 6. B place son 6.
K	Ne peut pas jouer. Pige, ne peut pas jouer. La chercheuse demande si c'est vrai. I voit que K peut jouer, lui montre lequel. K Place un domino
I	Ne peut pas jouer, pige, ne peut pas jouer
B	Place un domino
K	Ne sait pas lequel placer car elle a 2 fois le 8. B veut aider K mais K lui dit de ne pas toucher.
I	Dit qu'il ne peut pas jouer. La chercheuse demande si tous sont d'accord. K prend un domino de I pour le placer, mais ça ne fonctionne pas. I pige et Place un domino
B	Dit qu'il ne peut pas jouer. La chercheuse demande si c'est vrai. ~~K et I disent~~ qu'il ne peut pas. La chercheuse demande de vérifier. I trouve que 15-5=10.
K	Ne peut pas jouer, pige et Place un domino
I	Place un domino
B	Dit qu'il met un 8, ça marche. (offre à K de l'aider pour placer sa chaise)
K	Place un domino
I	Place un domino
B	K dit les nombres qui sont aux extrémités. B Place un domino
K	Place un domino
I	Place un domino
B	Dit qu'il peut mettre son 3, ça ne fonctionne pas alors place un 5 à l'autre bout.
K	Place un domino
I	Place un domino
B	Dit qu'il ne peut pas jouer. I dit à B qu'il peut mettre son 17. B Place un domino
K	Regarde de chaque côté, Place un domino
I	Ne peut pas jouer

29 mars (8e séance de jeu)	dominos avec collections-témoins, additions et soustractions
Joueur	Description du tour
B	Pace 7 et 3 et dit à I qu'il peut mettre son 3
I	Place un domino
K	B dit à K que c'est à son tour. K répond qu'elle le sait. K ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
B	Place un domino, regarde les autres. K dit que Ça fait 9. B place un autre domino et K dit que ça fait 8. I dit qu'il ne peut pas jouer. K dit qu'il peut jouer quelque chose et place le domino pour B.
I	Place un domino
K	Place un domino
B	Dit à K qu'il allait mettre son 6. Dit qu'il ne peut pas jouer, I lui dit de piger. B pige et Place un domino.
I	Place un domino
K	Place un domino
B	Se questionne : 3+5 ça fait 8. 5+9 pense que ça ne fonctionne pas. Regarde une affiche à l'arrière. La chercheuse lui dit que c'est son tour et demande à tous si B peut jouer. I dit oui mais sans montrer quel domino. B en place un à l'envers. K montre à B quel domino placer.
I	Place un domino
K	Place un domino
B	Place 3 à côté de 13
I	Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer
K	Dit qu'elle n'a pas de 5, qu'il faut un 9, ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer
B	Place un domino
I	Place un domino
K	Place un domino
B	Demande à la chercheuse si 7 et 17 fonctionnent et Place un domino
I	Ne peut pas jouer. B vérifie si c'est vrai.
K	Place un domino
B	Place un domino en expliquant 9+1=10
I	Place un domino
K	Place un domino
B	Dit qu'il croit qu'il va gagner, ne peut pas jouer
I	Ne peut pas jouer
K	Place un domino
B	K dit que 6+4=10. B place son 4.
I	Place un domino
K	Place un domino
B	Ne peut pas jouer
I	Ne peut pas jouer
K	Place un domino
B	Ne peut pas jouer
I	Ne peut pas jouer
K	Place un domino

Équipe 2 :

9 mars (2e séance de jeu)	dominos avec nombres, additions
Joueur	Description du tour
F	Place un domino
N	Regarde le jeu, dit qu'il manque 3, vérifie avec ses doigts, il manque 4, place un domino
E	Place un domino (N chante en attendant)
F	Place un domino en disant « faut que ça fasse 10, faut pas oublier »
N	F dit à N qu'elle sait ce qu'elle peut faire. N place un domino en demandant si c'est ça. F dit que non. N place un domino en regardant la chercheuse. F dit à N qu'elle sait ce qu'elle pourrait mettre. N essaie un domino, dit 4, oh non ça fait pas, N dit qu'elle ne sait pas ce qu'elle peut mettre, elle en place un et F dit : et voilà !
E	Place un domino
F	Regarde un domino et dit que non ça ne marche pas. F dit q'elle pense qu'elle ne peut pas jouer. La chercheuse demande aux autres joueurs si elle a raison. N et E regardent le jeu de F. N dit qu'il faudrait un 9 des deux côtés. F ne peut pas jouer, pige un domino et place un domino.
N	Place un domino
E	Dit qu'elle ne peut pas jouer. F vérifie. E pige.
F	Place un domino . N dit à F qu'elle a pris sa place.
N	N place un domino. F l'enlève car il ne fonctionne pas. N pige et ne peut pas jouer.
E	Ne sait pas s'il peut jouer. F regarde le jeu de E et dit que oui, il peut jouer. N joue avec sa chaise. Puis, N dit qu'il pourrait jouer son 7 et ensuite dit oh non. F dit à E qu'il ne peut pas jouer. E pige et ne peut pas jouer.
F	Place un domino
N	Place un domino en regardant la chercheuse qui demande combien font 8 + 5. N répond 13. N prend un domino pour le placer mais F lui dit qu'elle ne peut pas car ça fait 11. F explique en comptant : 5,6-7-8-9-10-11. N pige et ne peut pas jouer.
E	Place un domino F demande d'attendre, vérifie en comptant et dit oh oui, ça fait 10.
F	Place un domino
N	Place un domino en disant 10 avec 0
E	Ne peut pas jouer
F	Place un domino
N	Dit qu'elle ne peut pas jouer. La chercheuse demande tous sont d'accord. F regarde. N nomme les nombres sur ses dominos. La chercheuse lui demande de quel domino elle a besoin exactement. N répond 2 ou 5. N prend son 5, le place. La chercheuse lui demande combien font 5 + 4. N dit 10. F dit non. N demande d'attendre. E montre un domino à N sans explication et N place ce domino, pour le nombre 6.
E	Place un domino
F	Place un domino en disant qu'il n'en manque que 2 pour gagner
N	Place un domino
E	Place un domino
F	Place un domino

9 mars (2^e séance de jeu) (suite)	dominos avec nombres, additions
N	Place un domino
E	Place un domino
F	Ne peut pas jouer
N	Veut placer le 9. La chercheuse lui demande combien font 9 + 2. E dit 11. N veut placer un 7. Elle compte sur ses doigts puis place un domino
E	Place un domino
F	Ne peut pas jouer
N	Place un domino
E	Place un domino
F	Ne peut pas jouer
N	Ne peut pas jouer
E	Place un domino
F	Place un domino
N	Place un domino
E	Place un domino

22 mars (4e séance de jeu) dominos avec nombres, additions	
Joueur	Description du tour
N	Place un domino
E	Place un domino. La chercheuse demande pourquoi. E dit ça fait 10. La chercheuse demande ce qui fait 10 et E répond 10+0
F	Ne pense pas pouvoir jouer car c'est un 2 et qu'il lui faut un 8 qui est à l'envers sur son domino. F pige et place son 8 en expliquant 8,9-10.
N	Place un domino. E dit non, ça fait 11. N place un autre domino.
E	Place un domino. La chercheuse demande pourquoi. E dit 7+3 ça fait 10
F	Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
N	Place un domino. La chercheuse demande pourquoi. N répond que 5 + 5 = 10.
E	Place un domino
F	Ne peut pas jouer. Pige et place un domino
N	Compte sur ses doigts pour vérifier si son domino est bien placé. Place un domino en disant 7 + 3 =10. (E rapproche les dominos au centre de la table)
E	Ne peut pas jouer, pige, place un domino. F dit que c'est ce qu'elle voulait faire.
F	Place un domino
N	Place un domino. La chercheuse demande pourquoi. N dit que 4+6=10.
E	Place un domino
F	Ne peut pas jouer, pige, place un domino
N	Place un domino
E	Place un domino
F	N prend un domino à F pour le placer, mais le 3 est du mauvais côté. F ne peut pas jouer.

24 mars (5e séance de jeu) dominos avec nombres, additions et soustractions	
Joueur	Description du tour
F	Place un domino
N	F dit qu'elle voit quelque chose. F demande à N 7-7. N cherche quoi jouer. F dit qu'elle peut faire un moins en pointant le domino déjà placé. N ne comprend pas. E dit avec le 3 et le 7 , 17-7 = 10. N compte sur ses doigts et place son 3 à côté du 7.
E	Place un domino
F	Place un domino. La chercheuse rappelle de ne pas oublier de justifier les dominos placés.
N	E place un domino. F dit que c'est au tour de N. N ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
E	Place un domino
F	Place un domino et compte le nombre de dominos déjà placés par l'équipe.
N	Compte sur ses doigts pour trouver quel domino placer. Elle dit qu'elle ne peut pas jouer. La chercheuse demande si tous sont d'accord. E et F regardent. N compte sur ses doigts. La chercheuse donne un indice en pointant le 3 déjà placé. E dit qu'il faut le 13 car 13-3=10. N place son 13.
E	Dit ne pas pouvoir jouer, puis voit quelque chose et place un domino

27 mars (6e séance de jeu) dominos avec nombres, additions et soustractions	
Joueur	Description du tour
F	Place un domino. (N chante)
E	Dit qu'il ne peut pas jouer. La chercheuse demande si c'est vrai. N dit qu'il ne peut pas. F demande d'attendre et regarde. E pige et ne peut pas jouer.
N	Dit qu'elle ne peut pas. La chercheuse demande si tous sont d'accord. N dit qu'elle est d'accord. F regarde et di que N ne peut pas jouer. N pige et ne peut pas jouer.
F	Place un domino
E	Place un domino
N	Compte sur ses doigts avant de placer son domino.
F	Ne peut pas jouer, pige, ne peut pas. La chercheuse demande à N si c'est vrai. F justifie en nommant les nombres qu'il pourrait placer de chaque côté
E	Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
N	Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer
F	Ne peut pas jouer, pige et place un domino en disant je l'ai placé parce que 9+1 ça fait 10.
E	Place un domino
N	Compte sur ses doigts et dit ne pas pouvoir jouer. Pige et place un domino
F	Pense ne pas pouvoir jouer. E demande d'attendre, regarde et dit qu'elle peut jouer. E place le domino pour F sans explication. F n'est pas contente, ce n'est pas ce qu'il faut faire elle voulait le trouver toute seule.
E	Place un domino
N	Place un domino
F	Ne peut pas jouer
E	Place un domino
N	Place un domino
F	Place un domino en disant qu'elle a pensé avant de le mettre. (N compte sur ses doigts pour vérifier)
E	Place un domino
N	Ne peut pas jouer. La chercheuse demande si tous sont d'accord. F dit qu'elle n'est pas d'accord, qu'elle peut jouer en disant 7-7=0 il ne faut pas un 5. N place un domino.
F	Place un domino
E	Place un domino
N	place un domino

29 mars (7e séance de jeu) dominos avec nombres, additions et soustractions	
Joueur	Description du tour
N	Place un domino
F	Place un domino en disant 5+5=10
E	Observe son jeu. La chercheuse lui demande s'il peut jouer. F dit qu'il ne peut pas. E pige, compte sur ses doigts pour vérifier. F dit que ça ne marche pas.
N	Place un domino
F	Place un domino en disant 11-1=10.
E	Place un domino en expliquant 17-7=10.
N	Compte sur ses doigts pour trouver quel domino placer. Dit qu'il manque 7 et place un domino
F	Place un domino
E	Observe son jeu, ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
N	Ne peut pas jouer, pige et place un domino.
F	Place un domino (N replace les dominos au centre de la table)
E	Observe, ne peut pas jouer, pige et place un domino. F n'est pas certaine que le domino est correct, regarde et dit que oui.
N	Compte sur les doigts et dit ne pas pouvoir jouer. La chercheuse demande si tous sont d'accord. F dit oui. La chercheuse dit que N peut jouer. F dit qu'elle peut prendre le domino du milieu. N place un domino
F	Place un domino en ajoutant qu'elle pouvait jouer des deux côtés.
E	Regarde son jeu. La chercheuse demande s'il peut jouer. N et E discutent du tour précédent puis F regarde le jeu de E et N chante. F demande à N de regarder. E ne peut pas jouer, pige et place un domino.
N	La chercheuse demande si elle peut jouer. F dit que non
F	Place un domino en disant 6- euh 16-6=10.
E	Place un domino
N	Place un domino
F	Ne peut pas jouer
E	Place un domino
N	Place un domino
F	Place un domino. E lui dit qu'elle pouvait aussi placer un autre domino.
E	Place un domino
N	Compte sur ses doigts, place un domino, mais du mauvais côté, ne peut pas jouer.
F	Place un domino en disant 7+3 =10
E	Place un domino

30 mars (8e séance de jeu) dominos avec nombres, additions et soustractions	
Joueur	Description du tour
F	Place un domino
E	Place un domino en disant 12-2=10
N	Place un domino en disant que c'est à l'envers. Dit qu'elle ne sait pas si elle peut jouer. F lui dit oui, le dernier et se corrige ensuite. N ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
F	Place un domino en disant 0+10=10
E	Regarde, dit qu'il ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
N	Place un domino
F	Place un domino en disant 4+6=10
E	Place un domino en disant 9+1=10
N	Ne sait pas que c'est son tour, demande c'est à qui et place un domino
F	Place un domino
E	Place un domino
N	Place un domino

Annexe 14 : séances vidéo filmées codées

Équipe 1

Code	Explication du code
jse	L'élève joue sans donner d'explication
Jdo	L'élève joue en décrivant l'opération
Oja	L'élève observe **dans** le jeu d'un autre joueur **(cherche s'il peut jouer)**
Vjp	L'élève vérifie ce qu'un autre joueur a placé **sur la table (pour vérifier si c'est exact)**
Drse	L'élève donne une réponse à un joueur sans explication
Drav	L'élève donne une réponse à un joueur avec une explication
R1	L'élève découvre une erreur qu'il a commise
R2	L'élève ne s'aperçoit pas d'une erreur qu'il a commise
R4	L'élève ne sait pas que c'est à son tour de jouer
Er	L'élève explique ou rappelle une règle du jeu
Jpa	L'élève joue pour un autre joueur sans explication
Jmt	L'élève joue au mauvais tour (ce n'est pas à lui)
A1	L'élève fournit une explication qui aide un autre joueur
A3	L'élève demande de l'aide
A5	L'élève offre son aide
A7	L'élève refuse l'aide d'un autre joueur
As	L'élève aide un autre élève en fournissant une stratégie
cd	L'élève compte sur ses doigts
G1	L'élève déplace le domino d'un autre joueur
dep	L'élève place le premier domino
ich	Intervention de la chercheuse
Code	Explication du code
jse	L'élève joue sans donner d'explication
Jdo	L'élève joue en décrivant l'opération
Oja	L'élève observe le jeu d'un autre joueur
Vjp	L'élève vérifie ce qu'un autre joueur a placé
Drse	L'élève donne une réponse à un joueur sans explication
Drav	L'élève donne une réponse à un joueur avec une explication
R1	L'élève découvre une erreur qu'il a commise
R2	L'élève ne s'aperçoit pas d'une erreur qu'il a commise
R4	L'élève ne sait pas que c'est à son tour de jouer
Er	L'élève explique ou rappelle une règle du jeu
Jpa	L'élève joue pour un autre joueur sans explication
Jmt	L'élève joue au mauvais tour (ce n'est pas à lui)
A1	L'élève fournit une explication qui aide un autre joueur
A3	L'élève demande de l'aide
A5	L'élève offre son aide
A7	L'élève refuse l'aide d'un autre joueur
As	L'élève aide un autre élève en fournissant une stratégie
cd	L'élève compte sur ses doigts
G1	L'élève déplace le domino d'un autre joueur
dep	L'élève place le premier domino
ich	Intervention de la chercheuse

15 mars (3e séance de jeu) dominos avec collections-témoins, additions	
Joueur	Description du tour
K	**Dit 9 en plaçant son domino**. }*dep*
B	**Place un domino et dit 5**. }*R2* **Retire son domino suite à l'interrogation de la chercheuse.** }*Ich* Place 1 du mauvais côté. Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
I	**Place son 10 à côté du 0**. }*Jdo*
K	**Place un domino**. }*Jse*
B	Avance un domino. **La chercheuse lui demande si c'est correct**, } *Ich* **B répond non, ça donne 12. B place un domino, la somme des deux est 5. B place un autre domino, la somme des deux est 11.** } *R1* B dit qu'il ne peut pas jouer. Pige sans regarder ce qu'il pige. **La chercheuse lui demande s'il peut jouer.** }*Ich* B regarde d'un côté des dominos déjà placés. **La chercheuse lui demande de regarder de l'autre côté.** }*Ich* **B dit que 3 et 7 = 10.** } *Jdo*
I	**Place 8 à côté du 2.** }*Jdo*
K	Regarde ses dominos. **I regarde les dominos de K** }*Oja*. **K Place un domino.**}*Jse*
B	Dit qu'il y a 6 dominos de placés. **K pointe le domino que B pourrait jouer sans expliquer**. } *Drse* **B place le domino pointé par K.** } *Jse*
I	Donne le domino qu'il veut placer à K pour qu'il puisse le déposer à l'autre bout de la table. (B regarde le domino qu'il a pigé et se demande s'il peut placer 6 et 3. **La chercheuse lui demande si ça fait 10.** } *Ich* **K dit que non, ça fait 9**} *Drse*
K	**Place un domino.** }*Jse*
B	**La chercheuse lui demande d'observer de chaque côté avant de jouer**. } *Ich* **La chercheuse lui demande quel nombre on doit ajouter à 8 pour faire 10.** }*Ich* **B répond 2 et place son domino.** } *Jdo*
I	**Place un domino** }*Jse*
K	**Place un domino.** } *Jse* **B vérifie et dit 1+9=10.** }*Vjp*
B	**K pointe à B quel domino jouer**. } *Drse* **B place ce domino.** }*Jse*
I	Dit qu'il ne peut pas jouer
K	Ne peut pas jouer
B	**Place un domino.** } *Jse*
I	**Place un domino.** } *Jse*
K	**Place un domino.** } *Jse*
B	**Dit qu'il peut mettre 3 à côté du 7.** } *Jdo*
I	Va voir au bout de la table s'il peut jouer. **Place un domino** } *Jse*
K	**Place un domino** } *Jse*
B	**K dit qu'il faut un 7**. } *Drse* **B place son 7**. }*Jse*
I	Ne peut pas jouer
K	Ne peut pas jouer
B	Veut placer un 3 mais il serait à l'envers. Ne peut pas jouer.

Nombre de fois où se retrouvent les codes (15 mars)

Code	Joueur K	Joueur B	Joueur I	total
jse	6	4	3	13
Jdo		3	2	5
Oja			1	1
Vjp		1		1
Drse	4			4
Drav				
R1		1		1
R2		1		1
R4				
Er				
Jpa				
Jmt				
A1				
A3				
A5				
A7				
As				
cd				
G1				
dep	1			1
ich				7

17 mars (4e séance de jeu) dominos avec collections-témoins, additions	
Joueur	Description du tour
K	**Dit : 1 d'un côté et 7 de l'autre**}*dep*
B	**Place un 3** } *Jdo*
I	**Place un domino** } *jse*
K	Ne sait pas quel placer car elle a **deux dominos qui ont un 5 du même côté. Place un domino** } *Jdo*
B	**K lui dit qu'il doit regarder les dominos déjà placés et non pas ceux de son jeu (à K)** } *Er* B dit qu'il pense qu'il ne peut pas jouer. **La chercheuse demande à tous s'il a raison** } *ich*. **I et K regardent** }*Oja* et K dit qu'il ne peut pas jouer. **B pige un 3 et le place à côté du 7.** } *Jdo*
I	Se lève pour placer son domino. **La chercheuse lui demande pourquoi il a placé son domino là.** }*ich* I répond qu'il ne peut pas le placer à l'autre bout et qu'il n'en a pas d'autre.
K	**Place un domino** } *jse*
B	Dit qu'il ne peut pas jouer. **K dit qu'elle est d'accord** } O*ja*. **La chercheuse demande si c'est correct des deux côtés** } *ich*. **K dit qu'elle n'est plus d'accord, prend le domino de B et le place.** } *Jpa*
I	**K dit à I qu'il a le choix entre 4 ou 10** } *Drse*. I ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.

Nombre de fois où se retrouvent les codes (17 mars)

Code	Joueur K	Joueur B	Joueur I	total
jse	1		1	2
Jdo	1	2		3
Oja	2		1	3
Vjp				
Drse	1			1
Drav				
R1				
R2				
R4				
Er	1			1
Jpa	1			1
Jmt				
A1				
A3				
A5				
A7				
As				
cd				
G1				
dep	1			1
ich				3

22 mars (5e séance de jeu) dominos avec collections-témoins, additions	
Joueur	Description du tour
I	**Place un domino** } *Dep*
B	**Place un domino** } *jse*
K	Etale ses dominos et **Place un domino** } *jse*
I	**B veut jouer mais ce n'est pas son tour**. } *Jmt* I dit qu'il ne peut pas jouer, pige et **Place un domino** } *jse*
B	**Place un domino** } *jse*
K	**Place un domino**} *jse*
I	**B veut placer un domino** } *Jmt*. **I Place un domino** } *jse*
B	**Place un domino** } *jse*
K	**Place un domino**} *jse*
I	Ne peut pas jouer, pige. **La chercheuse dit qu'il pouvait jouer, que les autres joueurs doivent aider** }*ich*. **K dit à I quoi jouer**. } *Drse* B ne regarde pas. **I place le domino que K lui a montré.** } *jse*
B	**Demande de l'aide** }*A3*. Pense qu'il ne peut pas jouer. Pige et ne peut pas jouer. **K confirme que B ne peut pas jouer.** }*Oja*
K	**Place un domino** } *jse*
I	**Place un domino**} *jse*
B	**Place un domino**} *jse*
K	Dit ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
I	**Place un domino** } *jse*
B	**Place un domino** } *jse*, **demande si ça se peut** }*A3*et **K dit que oui** }*Oja*
K	**Place un domino** } *jse*
I	**Place un domino**} *jse*
B	**Place un domino** } *jse* et **K confirme que c'est correct** }*Oja*
K	Ne peut pas jouer

Nombre de fois où se retrouvent les codes (22 mars)

Code	Joueur K	Joueur B	Joueur I	total
jse	5	6	6	17
Jdo				
Oja	3			3
Vjp				
Drse	1			1
Drav				
R1				
R2				
R4				
Er				
Jpa				
Jmt		2		2
A1				
A3		2		2
A5				
A7				
As				
cd				
G1				
dep			1	1
ich				1

24 mars (6e séance de jeu) dominos avec collections-témoins, additions	
Joueur	Description du tour
K	**Place un domino** } *Dep*
B	**Place 5 et dit 5+5 oups j'me suis trompé.** } *R1* **La chercheuse lui demande le total de 5+5** } *Ich.* **B répond 10. B Place un domino** } *Jdo*
I	Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer
K	**Place un domino** } *jse*
B	Dit qu'il ne peut pas jouer, pige, **Place un domino** } *jse*
I	**Place un domino** } *jse*
K	**Place un domino**} *jse*
B	**Place un domino**} *jse*
I	**Place un domino**} *jse*
K	Dit ne pas savoir quel domino choisir. **Place un domino** } *jse*
B	**La chercheuse lui demande ce qu'il peut placer**} *Ich.* B répond 5. **La chercheuse lui demande avec quel domino.** } *Ich* **B dit avec l'autre 5.** } *Jdo*
I	Croit qu'il ne peut pas jouer. **La chercheuse demande si tous sont d'accord** } *Ich.* **K dit que non** } *Oja* et I voit ce qu'il peut placer. **Place un domino** } *jse*

Nombre de fois où se retrouvent les codes (24 mars)

Code	Joueur K	Joueur B	Joueur I	total
jse	3	2	3	8
Jdo		2		2
Oja	1			1
Vjp				
Drse				
Drav				
R1		1		1
R2				
R4				
Er				
Jpa				
Jmt				
A1				
A3				
A5				
A7				
As				
cd				
G1				
dep	1			1
ich				4

27 mars (7e séance de jeu) témoins,	dominos avec collections- additions et soustractions
Joueur	Description du tour
B	Pense qu'il ne peut pas jouer, mais est le premier joueur. Place un domino quand **K dit qu'il peut placer n'importe lequel** } *Er.* **Place un domino avec le 5 et 4** } *Dep.* **dit à K qu'il lui faut un 1.** } *Drse* **La chercheuse explique que les deux côtés du domino doivent être distincts.** } *ich*
K	**Place un domino** } *jse*
I	**Place un domino**} *jse*
B	**Demande combien font 4 et 10 et 10-9**} *A3*. **K dit qu'il lui faut un 6**} *Drse* . **B place son 6**} *jse.*
K	Ne peut pas jouer. Pige, ne peut pas jouer. **La chercheuse demande si c'est vrai** } *ich.* **I voit que K peut jouer, lui montre lequel.** } *Drse* **K Place un domino**} *jse*
I	Ne peut pas jouer, pige, ne peut pas jouer
B	**Place un domino**} *jse*
K	Ne sait pas lequel placer car elle a 2 fois le 8. **B veut aider K**} *A5* mais **K lui dit de ne pas toucher.** } *A7*
I	Dit qu'il ne peut pas jouer. **La chercheuse demande si tous sont d'accord** } *ich.* **K prend un domino de I pour le placer, mais ça ne fonctionne pas** }Jpa. I pige et **Place un domino**} *jse*
B	Dit qu'il ne peut pas jouer. **La chercheuse demande si c'est vrai** } *ich.* K et I disent qu'il ne peut pas. **La chercheuse demande de vérifier**} *ich.* **I trouve que 15-5=10.** } *Drav*
K	Ne peut pas jouer, pige et **Place un domino**} *jse*
I	**Place un domino** } *jse*
B	**Dit qu'il met un 8, ça marche** } *Jdo.* (offre à K de l'aider pour placer sa chaise)
K	**Place un domino** } *jse*
I	**Place un domino**} *jse*
B	**K dit les nombres qui sont aux extrémités.** } *As* **B Place un domino** } *jse*
K	**Place un domino** } *jse*
I	**Place un domino**} *jse*
B	Dit qu'il peut mettre son 3, ça ne fonctionne pas alors **place un 5 à l'autre bout.** } *Jdo*
K	Place un domino
I	Place un domino
B	Dit qu'il ne peut pas jouer. **I dit à B qu'il peut mettre son 17**} *Drse* . **B Place un domino**} *jse*
K	Regarde de chaque côté, **Place un domino** } *jse*
I	Ne peut pas jouer

Nombre de fois où se retrouvent les codes (27 mars)

Code	Joueur K	Joueur B	Joueur I	total
jse	7	4	6	17
Jdo		2		2
Oja	1		1	2
Vjp				
Drse	1	1	2	4
Drav			1	1
R1				
R2				
R4				
Er	1			1
Jpa	1			1
Jmt				
A1				
A3		1		1
A5		1		1
A7	1			1
As	1			1
cd				
G1				
dep		1		1
ich				5

29 mars (8e séance de jeu)	dominos avec collections-témoins, additions et soustractions
Joueur	Description du tour
B	**Pace 7 et 3** } *Dep* et **dit à I qu'il peut mettre son 3**} *Drse*
I	**Place un domino** } *jse*
K	B dit à K que c'est à son tour. K répond qu'elle le sait. K ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
B	**Place un domino** } *jse*, **regarde les autres**} *A3*. **K dit que Ça fait 9**} *Drse*. **B place un autre domino** } *R2* et **K dit que ça fait 8** } *Vjp*. I dit qu'il ne peut pas jouer. **K dit qu'il peut jouer quelque chose et place le domino pour B**. } *Jpa*
I	**Place un domino**} *jse*
K	**Place un domino**} *jse*
B	Dit à K qu'il allait mettre son 6. Dit qu'il ne peut pas jouer, I lui dit de piger. B pige et **Place un domino.** } *jse*
I	**Place un domino**} *jse*
K	**Place un domino**} *jse*
B	Se questionne : 3+5 ça fait 8. 5+9 pense que ça ne fonctionne pas. Regarde une affiche à l'arrière. **La chercheuse lui dit que c'est son tour et demande à tous si B peut jouer**} *ich*. **I dit oui mais sans montrer quel domino** } *Oja*. B en place un à l'envers. **K montre à B quel domino placer.** } *Drse*
I	**Place un domino**} *jse*
K	**Place un domino**} *jse*
B	**Place 3 à côté de 13**} *Jdo*
I	Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer
K	Dit qu'elle n'a pas de 5, qu'il faut un 9, ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer
B	**Place un domino**} *jse*
I	**Place un domino**} *jse*
K	**Place un domino**} *jse*
B	**Demande à la chercheuse si 7 et 17 fonctionnent**} *A3* et **Place un domino**} *jse*
I	Ne peut pas jouer. **B vérifie si c'est vrai.** } *Oja*
K	**Place un domino**} *jse*
B	**Place un domino en expliquant 9+1=10**} *Jdo*
I	**Place un domino**} *jse*
K	**Place un domino**} *jse*
B	Dit qu'il croit qu'il va gagner, ne peut pas jouer
I	Ne peut pas jouer
K	**Place un domino**} *jse*
B	**K dit que 6+4=10**} *Drav*. **B place son 4**. } *Jdo*
I	**Place un domino**} *jse*
K	**Place un domino**} *jse*
B	Ne peut pas jouer
I	Ne peut pas jouer
K	**Place un domino**} *jse*
B	Ne peut pas jouer
I	Ne peut pas jouer
K	**Place un domino**} *jse*

Nombre de fois où se retrouvent les codes (29 mars)

Code	Joueur K	Joueur B	Joueur I	total
jse	10	4	7	21
Jdo		3		3
Oja		1	1	2
Vjp	1			1
Drse	2	1		3
Drav	1			1
R1				
R2		1		1
R4				
Er				
Jpa	1			1
Jmt				
A1				
A3		2		2
A5				
A7				
As				
cd				
G1				
dep		1		1
ich				1

<u>Équipe 2</u>

9 mars (2^{e} séance de jeu)	dominos avec nombres, additions
Joueur	Description du tour
F	**Place un domino**} *Dep*
N	Regarde le jeu, dit qu'il manque 3, **vérifie avec ses doigts** } *cd*, il manque 4, **place un domino**} *Jdo*
E	**Place un domino** }*jse* (N chante en attendant)
F	**Place un domino** }*jse* en disant « faut que ça fasse 10, faut pas oublier »
N	**F dit à N qu'elle sait ce qu'elle peut faire** }*A5*. **N place un domino en demandant si c'est ça**}*A3*. **F dit que non**}*vjp*. **N place un domino en regardant la chercheuse**}*A3*. F dit à N qu'elle sait ce qu'elle pourrait mettre. **N essaie un domino, dit 4, oh non ça fait pas**}*R1*, N dit qu'elle ne sait pas ce qu'elle peut mettre, **elle en place un** }*jse* et **F dit : et voilà !** }*vjp*
E	**Place un domino**}*jse*
F	Regarde un domino et dit que non ça ne marche pas. F dit q'elle pense qu'elle ne peut pas jouer. **La chercheuse demande aux autres joueurs si elle a raison**}*ich*. **N et E regardent le jeu de F**}*Oja*. N dit qu'il faudrait un 9 des deux côtés. F ne peut pas jouer, pige un domino et **place un domino**. }*jse*
N	**Place un domino**}*jse*
E	Dit qu'elle ne peut pas jouer. **F vérifie**}*Oja*. E pige.
F	**Place un domino** }*jse*. N dit à F qu'elle a pris sa place.
N	N **place un domino.** }*jse* **F l'enlève car il ne fonctionne pas.** }*G1* N pige et ne peut pas jouer.
E	Ne sait pas s'il peut jouer. **F regarde le jeu de E et dit que oui**}*Oja*, il peut jouer. N joue avec sa chaise. Puis, N dit qu'il pourrait jouer son 7 et ensuite dit oh non. F dit à E qu'il ne peut pas jouer. E pige et ne peut pas jouer.
F	**Place un domino**}*jse*
N	**Place un domino** }*jse* en regardant **la chercheuse qui demande combien font 8 + 5**}*ich*. **N répond 13.** }*Drse* N prend un domino pour le placer mais **F lui dit qu'elle ne peut pas car ça fait 11. F explique en comptant : 5,6-7-8-9-10-11**}*Drav*. N pige et ne peut pas jouer.
E	**Place un domino**}*jse* **F demande d'attendre, vérifie en comptant et dit oh oui, ça fait 10.** }*Vjp*
F	**Place un domino**}*jse*
N	**Place un domino en disant 10 avec 0** }*Jdo*
E	Ne peut pas jouer
F	**Place un domino**}*jse*
N	Dit qu'elle ne peut pas jouer. **La chercheuse demande tous sont d'accord.** }*ich* **F regarde.** }*Oja* N nomme les nombres sur ses dominos. **La chercheuse lui demande de quel domino elle a besoin exactement**. }*ich* N répond 2 ou 5. N prend son 5, le place. **La chercheuse lui demande combien font 5 + 4.** }*ich* N dit 10. F dit non. N demande d'attendre. **E montre un domino à N sans explication**}*Drse* et **N place ce domino**}*jse*, pour le nombre 6.
E	**Place un domino**}*jse*

F	**Place un domino** }*jse* en disant qu'il n'en manque que 2 pour gagner
N	9 mars (2e séance de jeu) (suite) dominos avec nombres, additions **Place un domino**}*jse*
E	**Place un domino**}*jse*
F	**Place un domino**}*jse*
N	**Place un domino**}*jse*
E	**Place un domino**}*jse*
F	Ne peut pas jouer
N	**Veut placer le 9**}*R2*. La chercheuse lui demande combien font 9 + 2. **E dit 11**}*Drse* . N veut placer un 7. **Elle compte sur ses doigts** }*cd* **puis place un domino**}*jse*
E	**Place un domino**}*jse*
F	Ne peut pas jouer
N	**Place un domino**}*jse*
E	**Place un domino**}*jse*
F	Ne peut pas jouer
N	Ne peut pas jouer
E	**Place un domino**}*jse*
F	**Place un domino**}*jse*
N	**Place un domino**}*jse*
E	**Place un domino**}*jse*

Nombre de fois où se retrouvent les codes (9 mars)

Code	Joueur F	Joueur N	Joueur E	total
jse	9	10	10	29
Jdo		2		2
Oja	2	1	1	4
Vjp	3		1	4
Drse		1	2	3
Drav	1			1
R1		1		1
R2		1		1
R4				
Er				
Jpa				
Jmt				
A1		1		1
A3		2		2
A5	1			1
A7				
As				
cd		2		2
G1		1		1
dep	1			1
ich				5

22 mars (4e séance de jeu) dominos avec nombres, additions	
Joueur	Description du tour
N	**Place un domino**} *Dep*
E	**Place un domino**}*Jse*. **La chercheuse demande pourquoi**}*ich*. E dit ça fait 10. **La chercheuse demande ce qui fait 10**}*ich* et **E répond 10+0**}*Jdo*
F	Ne pense pas pouvoir jouer car c'est un 2 et qu'il lui faut un 8 qui est à l'envers sur son domino. **F pige et place son 8 en expliquant 8,9-10**. }*Jdo*
N	**Place un domino**}*Jse*. **E dit non, ça fait 11**}*Vjp*. N place un autre domino.
E	**Place un domino**}*Jse*. **La chercheuse demande pourquoi**}*ich*. **E dit 7+3 ça fait 10**}*Jdo*
F	Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
N	**Place un domino**}*Jse*. **La chercheuse demande pourquoi**}*ich*. **N répond que 5 + 5 = 10**. }*Jdo*
E	**Place un domino**}*Jse*.
F	Ne peut pas jouer. Pige et **place un domino**}*Jse*
N	**Compte sur ses doigts**}*cd* pour vérifier si son domino est bien placé. **Place un domino en disant 7 + 3 =10**. }*Jdo* (E rapproche les dominos au centre de la table)
E	Ne peut pas jouer, pige, **place un domino**}*Jse*. F dit que c'est ce qu'elle voulait faire.
F	**Place un domino**}*Jse*
N	**Place un domino**}*Jse*. **La chercheuse demande pourquoi**}*ich*. **N dit que 4+6=10.** }*Jdo*
E	**Place un domino**}*Jse*
F	Ne peut pas jouer, pige, **place un domino**}*Jse*
N	**Place un domino**}*Jse*
E	**Place un domino**}*Jse*
F	N prend un domino à F pour le placer, mais le 3 est du mauvais côté. F ne peut pas jouer.

Nombre de fois où se retrouvent les codes (24 mars)

Code	Joueur F	Joueur N	Joueur E	total
jse	3	4	6	13
Jdo	1	3	2	6
Oja				
Vjp			1	1
Drse				
Drav				
R1				
R2				
R4				
Er				
Jpa				
Jmt				
A1				
A3				
A5				
A7				
As				
cd		1		1
G1				
dep		1		1
ich				5

24 mars (5^e^ séance de jeu) dominos avec nombres, additions et soustractions	
Joueur	Description du tour
F	**Place un domino**} *Dep*
N	**F dit qu'elle voit quelque chose**} *Oja*. **F demande à N 7-7**} *As*. N cherche quoi jouer. F dit qu'elle peut faire un moins en pointant le domino déjà placé. N ne comprend pas. E dit avec le 3 et le 7 , 17-7 = 10. **N compte sur ses doigts**} *cd* et **place son 3 à côté du 7.** } *Jdo*
E	**Place un domino**} *jse*
F	**Place un domino**. } *jse* **La chercheuse rappelle de ne pas oublier de justifier les dominos placés.** } *ich*
N	**E place un domino**} *Jmt*. F dit que c'est au tour de N. N ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
E	**Place un domino**} *jse*
F	**Place un domino** } *jse* et compte le nombre de dominos déjà placés par l'équipe.
N	**Compte sur ses doigts**} *cd* pour trouver quel domino placer. Elle dit qu'elle ne peut pas jouer. **La chercheuse demande si tous sont d'accord**} *ich*. **E et F regardent**} *Oja*. **N compte sur ses doigts**. } *cd* **La chercheuse donne un indice en pointant le 3 déjà placé**. } *ich* **E dit qu'il faut le 13 car 13-3=10**} *Drav*. **N place son 13.** } *jse*
E	Dit ne pas pouvoir jouer, puis voit quelque chose et **place un domino**} *jse*

Nombre de fois où se retrouvent les codes (24 mars)

Code	Joueur F	Joueur N	Joueur E	total
jse	2	1	3	6
Jdo		1		1
Oja	2		1	3
Vjp				
Drse				
Drav			1	1
R1				
R2				
R4				
Er				
Jpa				
Jmt			1	1
A1				
A3				
A5				
A7				
As	1			1
cd		3		3
G1				
dep	1			1
ich				3

27 mars (6[e] séance de jeu) dominos avec nombres, additions et soustractions	
Joueur	Description du tour
F	**Place un domino.** } *Dep* (N chante)
E	Dit qu'il ne peut pas jouer. **La chercheuse demande si c'est vrai.** } ***ich*** **N dit qu'il ne peut pas**} *Oja*. **F demande d'attendre et regarde**} *Oja*. E pige et ne peut pas jouer.
N	Dit qu'elle ne peut pas. **La chercheuse demande si tous sont d'accord**} *ich* . N dit qu'elle est d'accord. **F regarde et dit que N ne peut pas jouer**} *Oja*. N pige et ne peut pas jouer.
F	**Place un domino**} *jse*
E	**Place un domino**} *jse*
N	**Compte sur ses doigts** } *cd* avant de **placer son domino**. } *jse*
F	Ne peut pas jouer, pige, ne peut pas. **La chercheuse demande à N si c'est vrai.** } *ich* F justifie en nommant les nombres qu'il pourrait placer de chaque côté
E	Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
N	Ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer
F	Ne peut pas jouer, pige et **place un domino en disant je l'ai placé parce que 9+1 ça fait 10.** } *Jdo*
E	**Place un domino**} *jse*
N	**Compte sur ses doigts** } *cd* et dit ne pas pouvoir jouer. Pige et **place un domino**} *jse*
F	Pense ne pas pouvoir jouer. **E demande d'attendre, regarde et dit qu'elle peut jouer.** } *Oja* **E place le domino pour F sans explication**} *Jpa*. F n'est pas contente, ce n'est pas ce qu'il faut faire elle voulait le trouver toute seule.
E	**Place un domino**} *jse*
N	**Place un domino**} *jse*
F	Ne peut pas jouer
E	**Place un domino**} *jse*
N	**Place un domino**} *jse*
F	**Place un domino** } *jse* en disant qu'elle a pensé avant de le mettre. } *cd* **pour vérifier)** } *Vjp*
E	**Place un domino**} *jse*
N	Ne peut pas jouer. **La chercheuse demande si tous sont d'accord**} *ich* . **F dit qu'elle n'est pas d'accord, qu'elle peut jouer en disant 7-7=0 il ne faut pas un 5.** } *Drav* **N place un domino.** } *jse*
F	**Place un domino**} *jse*
E	**Place un domino**} *jse*
N	**place un domino**} *jse*

Nombre de fois où se retrouvent les codes (27 mars)

Code	Joueur F	Joueur N	Joueur E	total
jse	3	6	6	15
Jdo	1			1
Oja	2	1	1	4
Vjp		1		1
Drse				
Drav	1			1
R1				
R2				
R4				
Er				
Jpa			1	1
Jmt				
A1				
A3				
A5				
A7				
As				
cd		3		3
G1				
dep	1			1
ich				4

29 mars (7e séance de jeu) dominos avec nombres, additions et soustractions	
Joueur	Description du tour
N	**Place un domino**} *Dep*
F	**Place un domino en disant 5+5=10**} *Jdo*
E	Observe son jeu. **La chercheuse lui demande s'il peut jouer**} *ich*. **F dit qu'il ne peut pas**. } *Oja* E pige, **compte sur ses doigts pour vérifier**. }*cd* **F dit que ça ne marche pas.** }*Vjp*
N	**Place un domino**} *jse*
F	**Place un domino en disant 11-1=10.** } *Jdo*
E	**Place un domino en expliquant 17-7=10.** } *Jdo*
N	**Compte sur ses doigts**}*cd* pour trouver quel domino placer. **Dit qu'il manque 7 et place un domino**} *Jdo*
F	**Place un domino**} *jse*
E	Observe son jeu, ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
N	Ne peut pas jouer, pige et **place un domino.** } *jse*
F	**Place un domino**} *jse* (N replace les dominos au centre de la table)
E	Observe, ne peut pas jouer, pige et **place un domino**} *jse*. **F n'est pas certaine que le domino est correct, regarde et dit que oui**. }*Vjp*
N	**Compte sur les doigts** }*cd* et dit ne pas pouvoir jouer. L**a chercheuse demande si tous sont d'accord**} *ich*. . **F dit oui** *Oja* **La chercheuse dit que N peut jouer**} *ich*. . **F dit qu'elle peut prendre le domino du milieu.** }*Drse* **N place un domino**} *jse*
F	**Place un domino** } *jse* en ajoutant qu'elle pouvait jouer des deux côtés.
E	Regarde son jeu. **La chercheuse demande s'il peut jouer**. } *ich*. N et E discutent du tour précédent puis **F regarde le jeu de E** *Oja* et N chante. **F demande à N de regarder**. }*Er* E ne peut pas jouer, pige et **place un domino**. } *jse*
N	**La chercheuse demande si elle peut jouer**} *ich*. . **F dit que non** *Oja*
F	**Place un domino en disant 6- euh 16-6=10**. } *Jdo*
E	**Place un domino**} *jse*
N	**Place un domino**} *jse*
F	Ne peut pas jouer
E	**Place un domino**} *jse*
N	**Place un domino**} *jse*
F	**Place un domino**. } *jse* **E lui dit qu'elle pouvait aussi placer un autre domino**. *Oja*
E	**Place un domino**} *jse*
N	**Compte sur ses doigts**}*cd* , place un domino, mais du mauvais côté, ne peut pas jouer.
F	**Place un domino en disant 7+3 =10**} *Jdo*
E	**Place un domino**} *jse*

Nombre de fois où se retrouvent les codes (29 mars)

Code	Joueur F	Joueur N	Joueur E	total
jse	4	5	6	15
Jdo	4	1	1	6
Oja	4		1	5
Vjp	2			2
Drse	1			1
Drav				
R1				
R2				
R4				
Er	1			1
Jpa				
Jmt				
A1				
A3				
A5				
A7				
As				
cd		3	1	4
G1				
dep		1		1
ich				5

30 mars (8e séance de jeu) dominos avec nombres, additions et soustractions	
Joueur	Description du tour
F	**Place un domino**} *Dep*
E	**Place un domino en disant 12-2=10**} *Jdo*
N	Place un domino en disant que c'est à l'envers. Dit qu'elle ne sait pas si elle peut jouer. **F lui dit oui, le dernier et se corrige ensuite.** } *Oja* N ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
F	**Place un domino en disant 0+10=10**} *Jdo*
E	Regarde, dit qu'il ne peut pas jouer, pige et ne peut pas jouer.
N	**Place un domino**} *jse*
F	**Place un domino en disant 4+6=10**} *Jdo*
E	**Place un domino en disant 9+1=10**} *Jdo*
N	Ne sait pas que c'est son tour, demande c'est à qui et **place un domino**} *jse*
F	**Place un domino**} *jse*
E	**Place un domino**} *jse*
N	**Place un domino**} *jse*

Nombre de fois où se retrouvent les codes (30 mars)

Code	Joueur F	Joueur N	Joueur E	total
jse	1	3	1	5
Jdo	2		2	4
Oja	1			1
Vjp				
Drse				
Drav				
R1				
R2				
R4				
Er				
Jpa				
Jmt				
A1				
A3				
A5				
A7				
As				
cd				
G1				
dep	1			1
ich				0