



Les apports des jeux mathématiques à la construction du nombre au CE2

Marie Chanez

► To cite this version:

Marie Chanez. Les apports des jeux mathématiques à la construction du nombre au CE2. Education. 2021. dumas-03433539

HAL Id: dumas-03433539

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03433539v1>

Submitted on 17 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année universitaire 2020-2021

Master MEEF

Mention 1er degré

2ème année

Les apports des jeux mathématiques à la construction du nombre au CE2

Mots-clefs : Mathématiques, Numération, Jeu

Présenté par : Marie Chanez

Encadré par : M. Greff

Institut national supérieur du professorat et de l'éducation

10 rue Molitor, 75016 PARIS – tél. 01 40 50 25 92

www.inspe-paris.fr

Remerciements

Je remercie mon directeur de mémoire M. Greff pour son accompagnement tout au long de ce travail, mes tutrices Mmes Lejeune et Frachet pour leurs précieux conseils au cours de cette année ainsi que mes élèves pour leur motivation et leur investissement.

Table des matières

Introduction.....	5
Partie 1 – Cadrage théorique.....	6
1. L'apprentissage de la numération écrite au CE2.....	6
a) La numération positionnelle en base 10.....	6
b) La construction du nombre chez l'enfant.....	6
2. Les difficultés de la construction du nombre : l'hétérogénéité dans la réussite des élèves...7	
a) Les différents types d'hétérogénéité dans l'enseignement des mathématiques.....	7
b) Origines des difficultés en mathématiques.....	8
c) Les difficultés des élèves dans l'étude de la numération écrite chiffrée.....	9
d) Comment remédier à cette hétérogénéité ?.....	10
3. La place du jeu dans les enseignements	10
a) Qu'est-ce qu'un jeu ?	10
b) Quels sont les apports et les limites des jeux à l'enseignement ?.....	12
4. Le jeu mathématique.....	13
a) Pourquoi les mathématiques forment-elles une discipline propice au jeu ?.....	13
b) Spécificités du jeu mathématique.....	14
c) Jeux mathématiques et élèves ayant des difficultés en numération.....	14
Partie 2 – Problématique.....	15
Partie 3 – Expérimentation en classe.....	15
1. Contexte de l'expérimentation.....	15
2. Les difficultés des élèves avec la numération chiffrée.....	16
3. Les jeux sélectionnés et leurs règles.....	18
a) Analyse des jeux à la lumière de la définition de Didier Faradji.....	18
b) Le jeu des dominos.....	19
c) Le jeu des échanges.....	20
d) Revisite du Black Jack.....	21
4. Les enjeux et choix dans la mise en place du jeu mathématique.....	22
Partie 4 – Analyse des données.....	25
1. Les objets de l'analyse et les attentes.....	25
2. Analyse et observations durant les phases de jeux.....	25

a) Observations d'ordre général.....	25
b) Observations des jeux.....	27
3. Après jeu et analyse des élèves sur les jeux et les procédures à mettre en place.....	29
4. Analyse des apports des jeux mathématiques.....	30
a) Résultats de l'évaluation post-expérimentation.....	30
b) Analyse des jeux a posteriori.....	32
Conclusion.....	33
Bibliographie.....	34
Annexes.....	36
Résumé.....	40

Introduction

La compréhension de la numération écrite chiffrée est l'un des enjeux majeurs des mathématiques au cycle 2 : elle conditionne un grand nombre d'autres compétences à acquérir pour les élèves, comme la maîtrise des opérations posées et en ligne. Dans l'article *La numération, les difficultés suscitées par son apprentissage* de Nadine Bednarz et Bernadette Janvier, la numération est notamment définie comme « la capacité de lire des nombres, de les écrire ». Pour cela, l'élève doit comprendre la manière dont le nombre est écrit dans la numération chiffrée, et principalement le principe de l'écriture positionnelle en base 10. En effet, savoir mécaniquement traduire l'appellation du nombre dans la numération orale en numération écrite chiffrée ne suffit pas : l'élève doit comprendre cette écriture, se l'approprier, pour ensuite pouvoir l'utiliser au service des calculs et des problèmes.

L'enjeu de cet apprentissage est donc de taille et devant les difficultés d'un certain nombre d'élèves pour acquérir ce savoir, est apparue la question suivante : comment permettre aux élèves de progresser dans ce domaine, comment leur permettre d'acquérir les connaissances et stratégies nécessaires à une bonne maîtrise de la numération écrite chiffrée ? Une réponse possible à cette question est ainsi apparue : le jeu peut être un moyen d'aider les élèves à acquérir ces connaissances. En effet, les exercices plus classiques semblent montrer leurs limites pour certains élèves. De plus, les opérations à réaliser sur les nombres dans le domaine de la numération, comme les échanges entre dizaines et centaines, nécessitent d'être répétées un très grand nombre de fois, afin d'être automatisées. Et quoi de mieux que les jeux, en théorie du moins, pour amener les élèves à travailler encore et encore le même domaine sans qu'ils éprouvent une trop grande lassitude ?

C'est ainsi que l'idée de mettre en place au sein de la classe de CE2 des jeux mathématiques dans l'objectif de faire progresser les élèves dans leur maîtrise de la numération écrite chiffrée est née. La question qui se pose est ainsi : ces jeux mathématiques peuvent-ils permettre aux élèves d'améliorer leurs résultats dans le domaine de la numération ? Nous espérons développer les capacités des élèves dans ce domaine et leur permettre de travailler les mathématiques dans un cadre différent de celui habituellement vu en classe.

Après une étude des recherches menées sur le sujet du jeu en classe ainsi que sur les difficultés de la numération, nous testerons une série de jeux mathématiques avec les élèves pour ensuite évaluer si ces jeux ont pu avoir un effet bénéfique ou non sur leurs résultats.

Partie 1 – Cadrage Théorique

1) L'apprentissage de la numération écrite au CE2

a) La numération positionnelle en base 10

Bien que les notions de numération positionnelle ou de base 10 ne soient pas abordées en tant que telles à l'école élémentaire, ce sont bien ces notions que les élèves doivent comprendre et acquérir pour maîtriser notre système de numération écrite chiffrée. Il convient donc de rappeler rapidement ces principes essentiels pour mieux définir ce que les élèves devront acquérir.

Dans un système de numération en base 10, les nombres reposent sur un principe de groupements par 10 : d'abord des groupements de 10 unités donnant chacun naissance à une dizaine, puis des groupements de 10 paquets de 10 unités (donc des groupements de 10 dizaines) donnant naissance à des centaines et ainsi de suite.

Chaque chiffre constituant le nombre représente un nombre de groupements de taille différente en fonction de sa position : le chiffre 1 peut représenter une unité, 10 unités, 100 unités en fonction de sa position dans le nombre. C'est en cela que notre système de numération est dit positionnel. Ainsi, le nombre 123 représente en réalité un paquet de cent, deux paquets de 10 et 3 unités isolées. Un zéro dans le nombre signifie l'absence de paquets de la taille correspondant à sa position.

La numération écrite est ainsi d'une grande régularité.

b) La construction du nombre chez l'enfant

L'un des principaux enjeux des mathématiques au cycle 2 est de comprendre les systèmes de numération écrite et orale. Les programmes listent ainsi les compétences que les élèves doivent maîtriser durant le cycle 2 : ils doivent connaître à propos des nombres « leurs écritures en chiffres, leurs noms à l'oral, les compositions-décompositions fondées sur les propriétés numériques (le double de, la moitié de, etc.), ainsi que les décompositions en unités de numération (unités, dizaines, etc.) ». Les programmes précisent notamment que l'un des principaux axes du travail sur le nombre repose sur des exercices de « groupements par dizaines, centaines et milliers ». Il s'agit également de savoir « utiliser des écritures en unités de numération », c'est à dire lier l'écriture du nombre avec le nombre de milliers, de centaines, de dizaines et d'unités qu'il comprend. L'élève doit également connaître la « valeur des chiffres en fonction de leur rang dans l'écriture d'un nombre (principe de position) ».

Les attendus de fin de cycle qui nous intéressent sont donc les suivants : « Comprendre et utiliser des nombres entiers pour dénombrer, ordonner, repérer, comparer » et « Nommer, lire, écrire, représenter des nombres entiers. ».

Il convient à présent de faire un rapide rappel de ce qu'un élève de CE2 est supposé avoir appris dans les années précédentes : au CP, les élèves commencent à travailler cette notion de groupements par 10 ainsi que les échanges entre 10 unités et une dizaine : c'est là qu'est construite la notion de dizaine. Les nombres étudiés sont strictement inférieurs à 100. En CE1, cet apprentissage est poursuivi, et est introduite la notion de centaine. L'enjeu du CE2 est donc plus spécifiquement la consolidation de cette notion de centaine déjà abordée et la construction du millier. Les nombres étudiés sont strictement inférieurs à 10 000.

Comment peut-on atteindre ces objectifs ? Comme le met en avant Gabriel Le Poche dans son article *Débuter la numération*, la difficulté de cet apprentissage de la numération écrite chiffrée est de « donner du sens aux chiffres en fonction de leur position dans l'écriture du nombre » : comprendre qu'un 2 en chiffre des dizaines n'a pas la même valeur qu'un 2 en chiffre des unités est une notion qui peut être complexe pour les élèves. L'auteur recommande de travailler les groupements pour construire ces notions : ainsi chaque chiffre représente le nombre de groupements des différentes tailles, et voir ces groupements réellement effectués grâce à la schématisation peut rendre la situation plus concrète pour les élèves.

Dans le plan d'urgence à propos de la numération au cycle 2 présenté par le groupe MHM, les auteurs présentent une manière complémentaire de construire l'aspect positionnel de la numération : ce peut être fait par des exercices d'échanges, où 10 unités s'échangent contre 1 dizaine, 10 dizaines s'échangent contre 1 centaine... Pour cela, le plan d'urgence recommande l'utilisation du jeu du banquier, sur lequel nous reviendrons.

2) Les difficultés de la construction du nombre : l'hétérogénéité dans la réussite des élèves

a) Les différents types d'hétérogénéité dans l'enseignement des mathématiques

Si les objectifs présentés sont ceux que devraient normalement atteindre tous les élèves en fin d'années, la réalité est plus complexe, les élèves avançant dans leur scolarité à des rythmes très différents. Ainsi, à la fin de l'année de CE2, alors que certains élèves auront largement dépassé ces objectifs des programmes, d'autres élèves ne les auront pas encore atteints.

L'hétérogénéité dans une classe semble alors être inévitable. Dans son article *Les mathématiques : regards sur 50 ans de leur enseignement à l'école primaire*, Michel Fayol rapporte que dans les différents pays où ont été menées des études sur les difficultés des élèves en mathématiques (notamment Israël, Etats-Unis et Royaume-Uni), 3 à 5 % des élèves rencontrent des difficultés sévères. Ces difficultés peuvent avoir différentes causes, et ne portent pas toutes sur les mêmes compétences mathématiques.

De plus, des études ont montré que les enseignements et les tentatives de remédiation des professeurs pouvaient avoir tendance à creuser les différences entre élèves plutôt qu'à les combler. C'est en effet ce qui est dit dans l'article *Les hétérogénéités dans l'enseignement des mathématiques* de Bernard Sarrazy : tous les élèves ne profitent pas des enseignements de manière égale. En effet, les élèves ayant un meilleur niveau général au moment où débute l'enseignement apprennent davantage que les élèves arrivant avec des difficultés préexistantes. Ainsi, les enseignements ont tendance à renforcer l'hétérogénéité entre les élèves plutôt qu'à y remédier.

b) Origines des difficultés en mathématiques

Nous pouvons donc nous interroger sur les causes des différentes difficultés des élèves en mathématiques, et ainsi sur les manières de les éviter.

Dans l'article *Aider les élèves en mathématiques*, les auteurs Bertrand Barilly, Frédéric Bigorgne et Isabelle Del Bianco expliquent que les élèves ayant des difficultés en mathématiques ont une attitude « passive » face aux questions et problèmes auxquels ils sont confrontés. En effet, ils ont tendance à ne pas s'engager dans des démarches de recherche ou de questionnement mais se contentent plutôt de résolutions mécaniques en ne s'appuyant que sur les informations et données qui leur sont explicitement fournies.

De plus, un certain nombre d'élèves a tendance à développer des stratégies particulières pour répondre à un type de problèmes qui leur est posé, et abandonner ces procédures parfois archaïques et peu efficaces peut être difficile pour ces élèves. En effet, les élèves réussissent tous à développer quelques compétences valables en mathématiques, même pour ceux en grande difficulté. Et d'autant plus pour ces élèves en difficulté, abandonner ou faire évoluer une procédure qu'ils maîtrisent et qui leur est familière peut être très complexe, surtout s'ils ne comprennent pas l'utilité d'en changer.

Certains élèves développent également des stratégies en mathématiques qui se révèlent fausses. Un exemple de ces procédures pourrait être, dans une soustraction posée, de toujours soustraire le chiffre plus petit au chiffre plus grand indépendamment du nombre auquel ils appartiennent. Dans ce cas, l'élève a compris qu'on ne pouvait pas soustraire un nombre à un autre

strictement inférieur, mais il déforme cette règle lors de la soustraction posée.

Il est donc très important d'analyser les procédures des élèves afin de pouvoir mettre en place des activités d'aide ou de remédiation.

c) Les difficultés des élèves dans l'étude de la numération écrite chiffrée

Le domaine de la numération voit surgir d'autres difficultés qui lui sont spécifiques.

Dans leur article *La numération : Les difficultés suscitées par son apprentissage*, Nadine Bednarz et Bernadette Janvier en listent plusieurs. Nous citerons les principales :

1) Pour certains élèves « le nombre est une suite de chiffres », sans prise en compte de l'aspect positionnel de l'écriture du nombre. Ainsi, ces élèves ne comprennent pas la différence entre 2 unités et 2 dizaines. Dans leur expérience, les deux chercheuses donnaient aux élèves un nombre à écrire grâce à des étiquettes représentant chacune un nombre d'unités, de dizaines ou de centaines donné. Des élèves devant écrire le nombre 445 utilisaient ainsi indistinctement les étiquettes unités, dizaines, centaines tant que le chiffre correspondait à celui qu'ils cherchaient (par exemple ils alignaient 4 unités, 4 dizaines, 5 unités)

2) Certains élèves ont compris l'ordre centaines, dizaines, unités, mais placent de manière automatique les chiffres dans cet ordre, sans être capables de faire des échanges le cas échéant. Ainsi, un élève soumis au problème expliqué ci-dessus cherchera bien une carte "4 centaines", une carte "4 dizaines" et une carte "5 unités", mais ne sera pas capable de former le nombre si on lui propose par exemple une carte 44 dizaines.

Nadine Bednarz et Bernadette Janvier expliquent cette situation par le fait que dans l'apprentissage de la numération écrite, la grande majorité du matériel ou des techniques utilisés placent "dans l'ordre", donc de gauche à droite, les centaines, dizaines et unités. C'est le cas notamment des abaques. Les élèves finissent donc par mécaniquement intégrer le fait qu'en partant de la droite, on trouve les unités, puis les dizaines, puis les centaines, mais sans que ces notions n'aient de valeur particulière. Le travail avec des tableaux de numération, où les différents chiffres composant le nombre sont à écrire dans les cases unités, dizaines, centaines peut également avoir le même genre de résultat. Ainsi, ce qui paraît pertinent pour les élèves est la place du chiffre dans le nombre et non le groupement qu'il représente. Les autrices disent en effet à ce sujet que « Imposer prématurément une présentation ordonnée conduit nécessairement l'enfant à une interprétation de l'écriture en termes de découpage, d'ordre, de position, et écarte toute signification véritable accordée à cette position en termes de groupements. » Pour elles, le travail sur les groupements n'est pas assez important dans les enseignements, les élèves ne sont donc pas capables d'exploiter cette

notion en numération.

d) Comment remédier à cette hétérogénéité ?

Une fois que les difficultés des élèves face aux notions mathématiques à travailler sont identifiées, se pose la question de la remédiation : comment aider les élèves à surpasser les obstacles qui se dressent devant eux ?

Plusieurs conditions sont nécessaires à la mise en place d'une remédiation efficace. Il convient d'abord de donner confiance à l'élève, de le placer dans une position de réussite afin de le pousser à s'investir dans les situations de recherche et dans la résolution de problèmes. L'élève pourra ainsi quitter son attitude passive face aux mathématiques et donc progresser. De même, il faut rendre les enseignements explicites et les procédures claires afin de permettre à l'élève de progresser¹.

Il existe plusieurs méthodes de remédiation : les élèves peuvent disposer tous du même support de travail, mais la quantité ou la difficulté des activités varient en fonction des élèves. Les supports peuvent également être différents en fonction des élèves, donnant notamment aux élèves les plus fragiles des outils supplémentaires pour surmonter leurs difficultés. Enfin, les activités peuvent être identiques, mais un groupe d'élèves les fera en autonomie alors que l'autre groupe bénéficiera d'un étayage de la part de l'enseignant².

3) La place du jeu dans les enseignements

a) Qu'est-ce qu'un jeu ?

Plusieurs auteurs ont défini le jeu, nous utiliserons ici deux définitions que nous essayerons d'articuler. Roger Caillois (1958) définit pour sa part le jeu par une série de caractéristiques. Ainsi, le jeu doit être d'abord libre, le joueur doit avoir le choix de jouer ou non, sans quoi l'activité perdrait son aspect ludique. Le jeu doit également être séparé, c'est-à-dire prendre place dans un univers limité dans l'espace et dans le temps, distinct des autres activités de l'enfant. C'est également une activité incertaine, le résultat du jeu ne pouvant être connu à l'avance, et elle doit être improductive : le jeu ne crée rien de matériel, ne crée pas de richesses. Enfin, le jeu est réglé, donc soumis à un certain nombre de règles préétablies.

1 BARILLY Bertrand, BIGORGNE Frédéric, DEL BIANCO Isabelle (2010). « Aider les élèves en mathématiques ». Le nombre au cycle 2.

2 Même article

Gilles Brougère définit quant à lui le jeu par cinq critères : le jeu est une fiction réelle, ses joueurs y agissent comme s'ils se trouvaient dans la réalité, notamment avec le même sérieux. De plus, un critère fondamental est la décision du joueur, qui doit pouvoir choisir de prendre part à l'activité ou non et être également libre de ses choix dans le déroulement du jeu. Ce critère rejoint celui de Roger Caillois, de même que pour les critères de la règle et de l'incertitude. Enfin, le dernier critère est la frivolité, le jeu ne devant pas avoir de conséquence sur la réalité. Ainsi, le jeu ne devrait pas, selon cette définition, comporter de risque pour l'élève.

De ces deux définitions, nous pouvons donner les points principaux que nous devons discuter quant aux jeux que nous mettrons en place :

Le jeu doit tout d'abord être encadré par des règles définies à l'avance et doit comporter une issue incertaine. Ces deux critères semblent absolument indispensables et faciles à mettre en place. L'improductivité peut également aisément être retenue : dans un cadre scolaire, aucune activité n'est vouée à créer de la richesse.

Les autres points pourront poser plus de difficultés cependant : en effet, les critères de l'adhésion et de la liberté sont plus complexes à respecter dans une situation de classe. Si l'activité de jeu fait partie des apprentissages, les élèves peuvent-ils vraiment refuser d'y participer ? Il en est de même pour la frivolité : bien qu'il soit important de ne pas dramatiser l'échec dans une situation de jeu, le cadre scolaire pourra peut-être imposer à l'élève une certaine rigueur qui semble à première vue inconciliable avec la frivolité du jeu. Il convient aussi de noter que cette frivolité supposée du jeu est à relativiser car si le jeu n'a pas de réelles conséquences, il n'en est pas moins central dans la vie de l'enfant : la victoire ou la défaite peuvent paraître à l'enfant comme tout sauf frivole. À ce sujet, Montaigne disait déjà « Il faut noter que les jeux des enfants ne sont pas des jeux et il faut les juger comme leurs plus sérieuses actions »¹. Cela rejoint d'ailleurs l'analyse de Gilles Brougère pour qui le jeu représente une fiction réelle, et qu'en tant qu'imitation de la réalité, l'enfant s'y investit avec un sérieux notable.

Nous pouvons finalement convenir du fait que dès lors qu'il s'intègre dans un cadre scolaire, un jeu devra s'adapter à un environnement plus strict, et donc qu'il verra sa définition bouleversée. En effet, il est difficile de transposer le jeu dans sa forme la plus pure à l'école. À ce sujet, Gilles Brougère (2006) affirme que pour qu'il puisse y avoir jeu à l'école, il faut que ce jeu soit transformé, au point d'aboutir à des situations qu'il qualifie de « hybrides » entre l'activité scolaire et le jeu.

1 Cité par Chantal Barhélémy-Ruiz dans son article *Le mariage de l'eau et du feu ? Jeu et éducation à travers l'histoire*

b) Quels sont les apports et les limites des jeux à l'enseignement ?

Le jeu a mis un certain temps à se faire une place dans le domaine de l'enseignement. Le jeu a longtemps été distinct de l'éducation, mais avec Pauline Kergomard, le jeu a trouvé une place dans la pédagogie, notamment en maternelle. Depuis, le jeu a pris une place plus importante, mais il reste en France principalement limité à l'école maternelle, et a du mal à s'imposer à l'élémentaire. Cette situation n'est pas la même dans tous les systèmes éducatifs : en effet, au Danemark par exemple, le jeu est prévu dans les programmes bien au delà de l'école maternelle et il est recommandé de l'utiliser tout au long de la scolarité¹.

De nombreux auteurs ont affirmé que le jeu pouvait être bénéfique pour les apprentissages. Nous pouvons notamment citer Louise Sauvé, qui met en avant la motivation apportée par le jeu : l'enfant s'engagera d'autant mieux dans l'activité qu'il le fait avec plaisir. Le jeu crée ainsi un cadre favorisant les apprentissages. À ce sujet, Line Numa-Bocage et Magali Bieri dans leur article *Apprentissages mathématiques avec les jeux de société et médiation didactique auprès d'élèves en difficulté* cite Csikszentmihalyi et sa notion de flow qui correspond à « l'état optimal de motivation intrinsèque ». Ainsi, les élèves sont motivés par l'activité elle-même et sont donc plus susceptibles de s'y investir. Comme le disent les autrices, « en sollicitant cette implication totale dans l'action, le jeu favoriserait la persévérance des élèves et indirectement leurs apprentissages ». À ce sujet, Jean-Ovide Decroly² disait : « la distinction entre le jeu et le travail est basée sur le fait que, dans le jeu, l'intérêt se trouve dans l'activité même qui s'y déploie, tandis que dans le travail l'intérêt est surtout orienté vers le but à atteindre ». On peut donc voir que l'élève va pouvoir, grâce au jeu, ne plus être concentré sur l'objectif mais prendre plaisir dans l'activité elle-même, ce qui peut lui permettre d'atteindre les objectifs qui avaient été fixés.

Un autre avantage du jeu est soulevé par Evelyne Vauthier dans son article *Un mode d'apprentissage efficace* : la dédramatisation du travail scolaire. Le jeu, par sa « frivolité » permet aux élèves de pouvoir essayer en ayant moins peur de se tromper, l'erreur dans le jeu étant habituellement sans conséquence externe. Ainsi, des élèves bloqués par peur de l'échec ou de l'erreur peuvent se mettre en activité, et donc progresser, ce qui ne leur est pas toujours possible dans un cadre plus conventionnel. Un dernier avantage présenté dans cet article est celui de la différenciation : le jeu peut permettre à l'enseignant « d'adapter aux besoins diversifiés des élèves un même jeu en faisant varier règles et exigences ».

1 MUSSET Marie, THIBERT Rémi (2009). « Quelles relations entre jeu et apprentissages à l'école ? Une question renouvelée ». Dossier d'actualité Veille et Analyse, n° 48. ENS de Lyon.

2 Cité dans le même article

Cependant, l'utilisation de jeux en classe peut aussi avoir des limites, dont il faudra se souvenir lors de notre expérimentation.

Nous pouvons citer plusieurs limites exposées par l'article *Apprentissages mathématiques avec les jeux de société et médiation didactique auprès d'élèves en difficulté* de Line Numa-Bocage et Magali Bieri : l'enfant est effectivement pris dans le jeu, et oublie les efforts qu'il doit habituellement déployer pour réussir dans les activités scolaires, mais cet embrigadement dans la tâche peut être tel que l'enfant manque d'attention pour les concepts mathématiques requis, ou pour les explications de ses pairs ou de l'enseignant.

De plus, comme nous l'avons vu, si le jeu est supposé « frivole », il ne l'est pas forcément pour l'enfant, et pour les élèves, perdre au jeu n'est pas systématiquement moins porteur de conséquences que d'échouer lors d'un exercice plus classique. Comme le disent les deux chercheuses : « le jeu induit la compétition et la peur de l'échec ».

4) Le jeu mathématique

a) Pourquoi les mathématiques forment-elles une discipline propice au jeu ?

Le document EDUSCOL « Les mathématiques par les jeux » liste les apports spécifiques que le jeu peut avoir pour le domaine des mathématiques.

D'abord, les mathématiques représentent un domaine scolaire passant pour particulièrement complexe et exigeant. Cette aura qui entoure cette matière peut être en partie responsable de la démotivation des apprenants : avant même d'avoir commencé à les étudier, certains élèves auront entendu dire à quel point les mathématiques sont difficiles. Or dédramatiser ce domaine peut être un premier pas vers l'investissement et la réussite des élèves. Dans le document, il est ainsi dit que « l'utilisation du jeu permet de changer l'image rébarbative que peuvent avoir les mathématiques pour certains élèves et ainsi les mobiliser davantage. ».

De plus, les mathématiques sont une matière essentielle et nécessitant un entraînement important de la part des élèves. Or comme nous l'avons vu, les jeux sont pertinents lorsqu'il s'agit de favoriser le travail des élèves dans un domaine car ils sont motivants. Il est donc intéressant d'utiliser le jeu puisque c'est un moyen efficace de mettre en place un cadre d'entraînement assez "intensif" pour les élèves, sans que ceux-ci ne se sentent contraints. Comme cela est dit dans le document « grâce à certains jeux, le professeur fait faire davantage d'exercices répétitifs avec ses élèves (tout en les motivant) qu'en donnant des pages de calculs à réaliser. ».

b) Spécificités du jeu mathématique

Le jeu mathématique a été défini par Didier Faradji dans son article *Qu'est-ce qu'un jeu mathématique ?* Comme le dit l'auteur, « Un jeu peut tout à fait contenir des nombres ou des figures sans être mathématique et inversement un jeu peut être mathématique alors qu'il ne contient ni les uns ni les autres. » Comment donc s'assurer que ce que nous mettons en place en classe est bien un jeu mathématique ?

Le jeu mathématique doit réunir quatre critères principaux d'après Didier Faradji :

- « Le jeu induit le recours à une technique de résolution clairement identifiable. »
- « Pour mener à bien sa recherche de solution, le joueur peut faire preuve de méthode. »
- « Le joueur a la possibilité d'anticiper les résultats de son action. »
- « Le jeu offre au joueur la possibilité de rendre compte à voix haute de sa démarche. »

Pour résumer, nous pouvons dire que pour qu'il y ait jeu mathématique, les joueurs doivent utiliser des opérations mathématiques précises et identifiables. Mais ces opérations mathématiques ne peuvent en elles seules offrir la victoire puisque dans le cas contraire, on ne serait pas face à un jeu mais face à un simple exercice, où une opération mathématique donne un résultat donné. Ainsi, pour progresser dans le jeu et gagner, le joueur doit développer une stratégie, une méthode utilisant ces opérations mathématiques. Le joueur va pour cela analyser les différentes options qui s'offrent à lui et en déduire la ou les procédures qu'il peut appliquer pour progresser dans le jeu. Le joueur doit donc pouvoir anticiper les résultats de ses actions afin d'être capable de trouver cette procédure, cette stratégie. Il va également pouvoir évoluer par essais-erreurs, testant des solutions jusqu'à aboutir à une procédure sûre.

De plus, la capacité pour le joueur de rendre compte de ses démarches est primordiale puisque grâce à elle, l'élève ainsi que les personnes l'observant peuvent s'assurer de sa compréhension des procédures mises en place.

Ainsi, ce qui fait d'une activité un jeu mathématique est la démarche de l'élève dans le jeu. Nous pourrions ainsi analyser les jeux proposés à la lumière de cette définition.

c) Jeux mathématiques et élèves ayant des difficultés en numération

Nous avons donc vu que le jeu est un moyen de faire entrer les élèves dans les apprentissages et que les mathématiques forment un terrain particulièrement propice au jeu. Notre objectif étant d'amener le maximum d'élèves vers une bonne maîtrise de notre numération écrite chiffrée, nous allons à présent nous demander en quoi les jeux mathématiques peuvent

spécifiquement aider les élèves en difficulté.

Un élève en difficulté va pouvoir, dans le cadre des jeux mathématiques, profiter de l'expérience de ses pairs grâce à des situations d'échanges lors du jeu. En effet, l'observation des autres joueurs, l'écoute de leur justification ou de leurs explications peuvent permettre aux élèves ayant davantage de difficultés de créer et développer des stratégies efficaces dans le jeu et par extension dans les savoirs mathématiques. On peut pour favoriser encore cela faire jouer les élèves par équipes, car comme cela est dit dans le document EDUSCOL *Les mathématiques par les jeux* : « en jouant par équipes, les élèves acceptent plus facilement l'aide de leurs camarades ».

Il faut également être attentif aux compétences et savoirs-faire des élèves. En effet, comme cela est dit par Line Numa-Bocage et Magali Bieri dans l'article déjà cité *Apprentissages mathématiques avec les jeux de société et médiation didactique auprès d'élèves en difficulté*, les élèves les plus en difficulté, « ceux pour lesquels les jeux étaient encore trop éloignés de leurs compétences de départ » n'ont que peu progressé dans leurs procédures travaillées par le jeu. Les chercheuses expliquent à ce sujet que « l'élève ne peut tenir compte des stratégies suggérées, car il ne possède pas les compétences cognitives pour les mettre en œuvre ». Ainsi, il faut que tous les élèves, même ceux ayant les connaissances préalables les plus fragiles, aient atteint un certain niveau de compétence avant d'entrer dans le jeu, sans quoi leurs progrès risquent d'être compromis.

Partie 2 – Problématique

Ainsi, les jeux mathématiques semblent pouvoir offrir un complément intéressant aux approches plus classiques de la numération, habituellement vues en classe. Nous nous interrogerons donc sur l'efficacité de tels jeux dans l'apprentissage de la numération en classe de CE2.

Partie 3 – Expérimentation en classe

1) Contexte de l'expérimentation

La classe dans laquelle va être mise en place l'expérimentation est un CE2 d'une école du 15ème arrondissement. La classe compte 22 élèves, sans problématique particulière (pas d'enfant avec un handicap par exemple).

Si d'une manière générale le niveau de la classe en mathématiques correspond tout à fait à celui attendu en CE2, un certain nombre d'élèves éprouvent des difficultés, notamment avec la numération. C'est avant tout pour ces derniers que le jeu mathématique est important : il s'agit de

trouver un moyen leur permettant de progresser dans ce domaine afin d'avoir à la fin du CE2 les connaissances et les compétences attendues. Ce sont donc sur ces élèves que notre observation se portera en priorité.

2) Les difficultés des élèves avec la numération chiffrée

Nous avons procédé à une évaluation pré-expérimentation afin de relever les difficultés des élèves dans le domaine de la numération, et ainsi identifier les élèves à suivre en priorité ainsi que ce à quoi il faut remédier. Cette évaluation a été conçue notamment pour vérifier si les difficultés mises en avant par Nadine Bednarz et Bernadette Janvier (cf cadrage théorique) se retrouvent dans la classe. Une analyse des résultats des élèves à l'issue de cette évaluation permet d'identifier les difficultés principales.

L'exercice 1 a finalement été écarté de l'analyse.

L'exercice 2 cherche à identifier les élèves maîtrisant les correspondances entre unités, dizaines et centaines. Dans l'exercice, l'élève est face à un certain nombre de dizaines, de centaines ou d'unités et doit donner la valeur correspondante dans une autre unité de numération. Par exemple, 1 millier = centaines. Or peu d'élèves ont réussi entièrement cet exercice. On constate notamment beaucoup d'erreurs pour lesquelles l'élève néglige l'unité de numération demandée pour le résultat. Par exemple, l'élève va écrire 1 millier = 1000 centaines ou encore 10 dizaines = 100 centaines. Les correspondances entre unités de numération ne sont donc pas encore maîtrisées pour une grande partie des élèves. En effet, seuls huit élèves n'ont fait aucune erreur pour cet exercice. Identifier les élèves pour lesquels ces correspondances posent encore problème peut nous aider ensuite à comprendre l'origine de leurs difficultés.

Exercice 2 : Complète

10 unités = dizaine

30 unités = dizaines

1 millier = centaines

90 dizaines =centaines

10 dizaines = centaine

68 dizaines =

Dans l'exercice 3, un nombre est décomposé en un certain nombre de centaines, de dizaines et d'unités et l'élève doit retrouver ce nombre. On peut noter différents types d'erreurs. Certains élèves semblent négliger l'unité de numération et tiennent d'abord compte de l'ordre : par exemple, pour 32 dizaines et 4 centaines, ils écriront 324. Dix élèves font ce genre d'erreurs. D'autres encore vont faire des erreurs de correspondances entre unités de numération, par exemple considérer 32 dizaines comme le nombre 32. Ils écriront alors 432

Exercice 3 : Écris le nombre en chiffres

7 centaines, 3 dizaines et 2 unités :

13 dizaines et 2 unités :

4 centaines et 24 unités :

2 centaines et 103 unités :

32 dizaines et 4 centaines :

5 unités et 25 dizaines :

L'exercice 4 évalue lui aussi la capacité des élèves à utiliser la correspondance entre unités de numération ainsi que le fait pour l'élève de tenir compte de la valeur et non pas de la position : l'élève doit sélectionner les cartes lui permettant de recréer le nombre requis, indépendamment de leur ordre. Cette fois, seuls trois élèves font l'erreur de considérer uniquement le chiffre et non l'unité de numération qu'il représente (ils forment par exemple 751 avec 7 centaines, 5 centaines et 1 unités). Par rapport aux exercices précédents, ce genre d'erreur est moins présente, ce qui laisse penser qu'elles peuvent parfois être dues davantage à de l'inattention qu'à un défaut de compréhension. Par contre, les erreurs de conversion entre unités de numération restent communes. Notamment, certains élèves ne réussissent pas à faire le lien entre 62 dizaines et 6 centaines et 2 dizaines. Une autre erreur très répandue est celle de choisir la carte 20 centaines pour représenter 208 plutôt que 20 dizaines. Encore une fois, il semblerait que la difficulté la plus importante pour les élèves soit celle des échanges et des correspondances entre les unités de numération, notamment entre dizaines et centaines.

Exercice 4 : Entoure les étiquettes qui te permettent d'obtenir le nombre demandé

623 :

2 dizaines	6 dizaines
3 unités	62 dizaines
5 centaines	6 unités

751 :

7 unités	
5 dizaines	1 unité
7 centaines	5 centaines

208 :

20 centaines	
2 dizaines	80 unités
20 dizaines	8 unités

Enfin, le dernier exercice cherche avant tout à vérifier que les élèves sont capables de trouver le nombre représenté par les cartes en ne tenant compte que de l'unité de numération (et pas de l'ordre). Or tous les élèves ont réussi cet exercice, preuve que les unités de numération sont au moins en partie maîtrisées lorsqu'il n'y a pas d'échanges à faire.

Exercice 5 : Écris le nombre représenté par les étiquettes

5 centaines 12 unités	7 unités 2 centaines 3 dizaines	1 dizaine 4 unités 3 centaines
Le nombre est	Le nombre est	Le nombre est

L'objectif avec les jeux mathématiques mis en place est donc avant tout de permettre aux élèves de mieux maîtriser ces échanges et correspondances entre unités de numération puisque c'est à ce niveau que les difficultés dans la classe sont les plus importantes.

3) Les jeux sélectionnés et leurs règles

a) Analyse des jeux à la lumière de la définition de Didier Faradji

Afin de maîtriser au mieux les objectifs des jeux et leurs apports pour les élèves, le choix a été fait d'adapter des jeux existants plutôt que de se servir de jeux qui pourraient se trouver dans le commerce. Pour faire des choix intéressants dans la mise en place de ces jeux, je me suis appuyée sur la définition étudiée de Didier Faradji.

Le premier critère défini par Didier Faradji est celui de savoir si l'élève effectue des opérations mathématiques durant le jeu. Les opérations mathématiques pertinentes pour permettre aux élèves de mieux maîtriser la numération écrite chiffrée sont, comme nous l'avons vu, celles où ils doivent procéder physiquement ou mentalement à des échanges entre unités de numération (par exemple quand ils doivent comprendre que 26 dizaines = 2 centaines et 6 dizaines ou encore 260). C'est donc principalement sur ce type d'opérations mathématiques que doivent s'appuyer les jeux mis en œuvre.

De plus, l'élève doit pouvoir faire preuve de méthode ou de stratégie, et pour ça, il doit pouvoir anticiper les résultats de ses actions. Dans tous les jeux, la part de hasard doit être assez faible ou maîtrisable par une bonne stratégie de jeu, pour pouvoir permettre aux élèves d'utiliser des stratégies efficaces.

Enfin, dans tous les jeux, les élèves doivent avoir la possibilité de rendre compte de leurs démarches à l'oral, soit durant le jeu de manière spontanée, soit dans des moments dédiés dont nous reparlerons.

Le critère le plus déterminant est le premier, concernant les opérations mathématiques, les autres étant plus aisés à mettre en place. Le choix a donc été fait d'adapter trois jeux, le jeu des

dominos, le jeu du banquier et le Black Jack.

b) Le jeu des dominos

Le jeu des dominos provient du site *Le blog d'Aliaslili* et se joue en classe avec les règles suivantes : chaque élève a dans la main un certain nombre de dominos. Les dominos sont composés d'une moitié présentant un nombre écrit en numération écrite chiffrée, et d'une autre moitié présentant un autre nombre, écrit comme un ensemble de centaines, de dizaines et d'unités. Le domino « départ » est posé, les élèves doivent alors trouver le domino suivant en traduisant la somme de dizaines, de centaines et d'unités en un nombre en numération écrite chiffrée. Ils doivent effectuer cette conversion rapidement car chaque domino est présent deux fois, ils doivent donc être le premier à poser leur carte. Le gagnant est celui possédant le moins de dominos dès que la carte « arrivée » est posée.



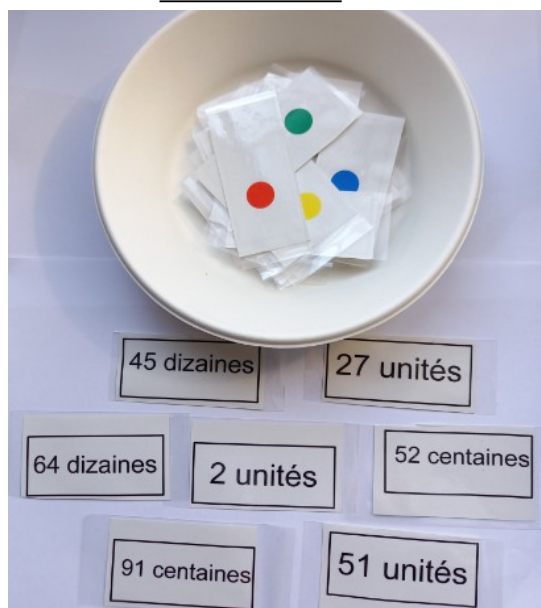
Le choix de ce jeu a été fait car il présente l'avantage de faire travailler aux élèves les échanges entre unités de numération, ceux-ci devant par exemple rapidement comprendre que 26 dizaines et 1 unité représente 261. Comme nous l'avons vu, cela représente bien une opération mathématique, ce jeu peut donc être considéré comme correspondant à la définition de Didier Faradji. De plus, le jeu prend en compte le problème que rencontrent certains élèves, à savoir de prendre davantage en compte l'ordre que les unités de numération. Ainsi, les élèves doivent faire le lien entre 1 unité 3 centaines et 8 dizaines et 381. Le jeu permet donc de travailler deux des principales difficultés identifiées chez les élèves.

De plus, le jeu des dominos requiert une stratégie de la part de l'élève si celui-ci veut gagner. En effet, il s'agit avant tout de rapidité : l'élève pourra ainsi faire preuve de stratégie ou de méthode dans la manière d'organiser ses cartes pour trouver le plus rapidement possible celle qui convient (en les classant par exemple par ordre croissant).

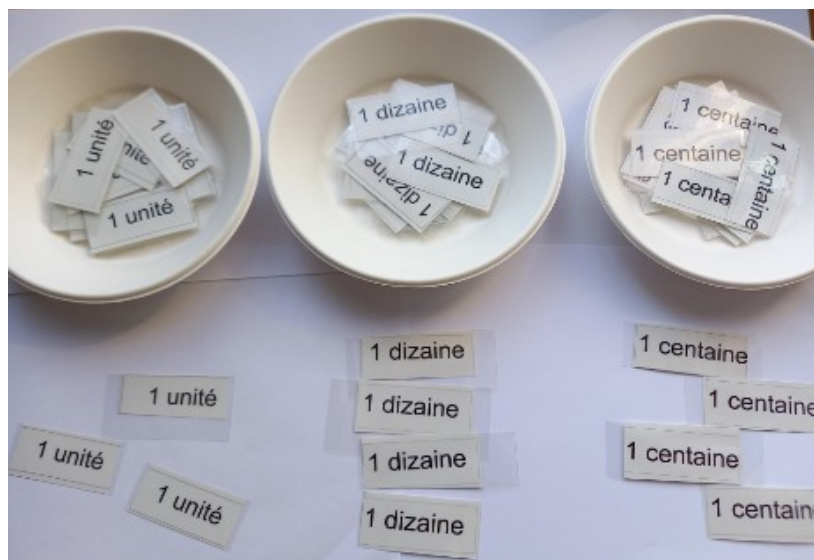
c) Le jeu des échanges

Ce jeu est dérivé du jeu du banquier (conseillé entre autres par le groupe MHM). Dans le jeu traditionnel du banquier, l'élève lance un ou deux dés et doit prendre la valeur représentée par les dés en cartes « unité », « dizaine » et « centaine » (ces cartes peuvent être sous forme de billets et pièces de monnaie, de cartes de couleurs, etc.). Le but de l'élève est de faire tous les échanges possibles à partir des cartes qu'il a en main (une dizaine contre dix unités, une centaine contre dix dizaines). Dans ce jeu des échanges, le principe est repris mais adapté afin que les nombres rencontrés soient plus grands, favorisant ainsi les échanges : à son tour, l'élève pioche une « carte valeur », qui correspondrait dans le jeu traditionnel du banquier à la valeur donnée par le jet de dés. L'élève ne peut garder cette carte dans son jeu (tout comme il ne peut garder telle quelle la valeur donnée par les dés dans le jeu du banquier), il doit donc pour la représenter dans son jeu piocher des cartes « 1 unité », des cartes « 1 dizaine », des cartes « 1 centaine » ou des cartes « 1 millier » jusqu'à obtenir la bonne valeur. À chaque tour, il refait de même, piochant une « carte valeur » puis prenant les unités, dizaines, centaines et milliers correspondant afin de les ajouter à son jeu. Le but à la fin de la partie (après 5 tours) est d'avoir le moins de cartes possibles en main : l'élève doit donc faire le plus d'échanges possibles. Ainsi, dès qu'il obtient 10 unités, il doit les échanger contre une dizaine, et ainsi de suite.

Cartes valeurs



Cartes « 1 unité », « 1 dizaine », « 1 centaine »



L'objectif de ce jeu est donc avant tout de travailler les échanges et de systématiser pour les élèves ce principe. En effet, si la plupart des élèves ont compris que 10 unités forment une dizaine, et que donc l'échange est possible, cette correspondance est moins bien maîtrisée au niveau des centaines et des milliers. Ainsi, tout comme dans le premier jeu, l'élève doit bien requérir à une opération mathématique pour jouer. Aucune stratégie n'est absolument indispensable, le but de l'élève étant simplement d'effectuer le plus d'échanges possibles, mais une bonne organisation de ses cartes peut être nécessaire pour éviter tout oubli ou erreur qui risquent de le mener à la défaite.

d) Revisite du Black Jack

Inspiré du Black Jack, le jeu se joue avec les règles suivantes : à chaque partie, les joueurs piochent un "nombre objectif". Leur but est alors, en piochant des cartes, de se rapprocher le plus possible de ce nombre mais sans le dépasser. Pour cela, chaque joueur doit à son tour piocher une carte soit dans le tas "centaines", soit dans le tas "dizaines", soit dans le tas "unités" à sa convenance. Les cartes étant face cachée, le joueur ne sait pas combien de dizaines, de centaines ou d'unités il pioche. A chaque tour, le joueur doit donc se montrer astucieux pour décider dans quel tas piocher, tout en tenant compte du nombre objectif et des cartes qu'il a déjà piochées aux tours précédents : s'il dépasse le nombre objectif, il a automatiquement perdu. Lorsqu'un joueur estime qu'il est suffisamment proche du nombre objectif, il cesse de piocher des cartes à son tour et dit : "je passe". Dès lors que la moitié des joueurs a passé son tour, le jeu s'arrête et c'est le joueur le plus proche du nombre objectif qui emporte la partie.



Les « tas » centaines, dizaines et unités



Les nombres objectifs

Le jeu comprend donc une part de hasard : l'élève choisit dans quel tas il va piocher (centaines, dizaines, unités) mais ne sait pas le nombre de centaines, dizaines ou unités qu'il va piocher. L'élève devra faire preuve de réflexion afin de savoir à quel nombre correspond l'ensemble des cartes qu'il a dans ses mains pour ainsi savoir combien il lui manque pour atteindre le nombre objectif, et donc quelle stratégie adopter. Il devra donc réaliser, à l'aide d'une ardoise ou dans sa tête, les échanges nécessaires (par exemple, l'élève qui a déjà pioché des cartes représentant en tout 23 dizaines devra être capable de comprendre que ces cartes correspondent à 230 ou encore à 2 centaines et 3 dizaines).

Ce jeu a pour but d'aider les élèves dans les correspondances et échanges entre unités de numération, notamment lorsqu'ils doivent à l'aide de leurs cartes en main savoir quel nombre ils ont déjà constitué. De plus, les élèves doivent être capables d'anticiper combien de centaines, de dizaines, d'unités leur manquent. Il est ici indispensable de mettre en place une stratégie : en effet, si l'élève ne se montre pas stratégique lorsqu'il choisit de piocher des unités, des dizaines ou des centaines, il risque d'être éliminé de la partie. Il doit donc réfléchir à ce qui lui manque pour atteindre le nombre objectif et donc au choix le plus sûr pour lui pour se rapprocher efficacement du nombre sans pour autant se mettre en danger.

4) Les enjeux et choix dans la mise en place du jeu mathématique

Dans la première partie de ce mémoire, nous avons vu que pour être efficace, le jeu doit respecter un certain nombre de critères, sans quoi il risque de ne pas être bénéfique aux élèves. Nous devons donc les prendre en compte afin de rendre cette expérimentation la plus efficace possible.

Comme cela est conseillé dans le document EDUSCOL *Les mathématiques par les jeux*, il faut accepter lors du jeu des conditions en classe différant de celles habituellement attendues, notamment au niveau du bruit : les élèves devant pouvoir passer par l'oral pour jouer, un minimum de bruit devra être toléré. À ce sujet, le document indique que « Malgré le bruit généré, la réflexion, la qualité et la quantité de travail fournies par les élèves lors d'une séance de jeu sont souvent meilleures que lors d'une séance qualifiée de « silencieuse ». »

De plus, dans ce même document, des pistes nous sont données sur ce qu'il convient de faire lorsque certains élèves refusent de jouer. En effet, certains élèves peuvent ne pas aimer jouer, avoir peur de perdre ou encore considérer l'activité comme facultative car relevant du jeu. Dans ce cas de figure, comme le dit Chantal Barthélémy-Ruiz dans l'article *Le mariage de l'eau et du feu ? Jeu et éducation à travers l'histoire*, l'une des caractéristiques premières du jeu que nous avons vue est la liberté de l'élève d'y prendre part au non. Compte tenu de cela, il est difficile d'obliger les élèves à participer, la motivation et le plaisir de jouer risquant d'être fortement impactés. Chantal Barthélémy-Ruiz recommande à ce sujet de présenter de manière très claire les objectifs du projet afin de remporter l'adhésion des élèves. Si certains élèves restent réticents, il est préférable de leur donner la possibilité de travailler les mêmes objectifs de manière plus scolaire, notamment via des exercices. Une autre solution est de leur donner un rôle autre que celui de joueur, notamment le rôle d'observateur lors du jeu. Ils pourront ainsi bénéficier au moins en partie des apports du jeu sans être obligés d'y prendre part.

Un autre point sur lequel il faut porter son attention est le rôle joué par l'enseignant. En effet, si c'est lui qui met le jeu en place, enseigne les règles et transmet les notions qui vont être utiles lors de la partie, il doit se placer plus en retrait lors du jeu lui-même et laisser les élèves jouer, échanger et débattre. Il interviendra principalement en cas de conflit entre élèves.

Se pose également la question de l'évaluation : comment évaluer les objectifs poursuivis lors du jeu ? Comme nous l'avons vu, le jeu a l'avantage de créer un espace où les élèves peuvent tester des stratégies, essayer, se tromper plus librement. Inclure un système d'évaluation dans le jeu risque de corrompre cet espace. De plus, cela écarterait le critère de la frivolité. Il vaut donc mieux rester dans une simple observation du jeu et procéder à une évaluation formative grâce à la grille d'évaluation (voir annexe 1).

Des questions d'organisation plus pratiques se posent également, comme celle de savoir si nous faisons jouer les élèves par équipe ou en individuel (donc équipe(s) contre équipe(s) ou élève(s) contre élève(s)). Comme nous l'avons vu, l'avantage d'un travail en équipe est qu'il permet une meilleure communication et favorise une sorte de tutorat et le partage des stratégies entre

élèves, plusieurs d'entre eux jouant ensemble dans un même objectif. Cependant, les élèves plus fragiles risquent de trop s'appuyer sur leurs coéquipiers plus à l'aise, voire même d'être écartés du jeu par ces mêmes élèves. L'avantage de jouer en individuel est que chaque élève devra nécessairement prendre ses propres décisions et développer des stratégies.

De plus, dans l'article *Processus de régulation interactive dans le cadre d'un jeu de mathématique à l'école primaire*, Linda Allal nous indique qu'au sein d'un groupe de joueurs, même lorsque ceux-ci sont adversaires, un décalage trop important dans leurs compétences respectives risque d'être préjudiciable, les stratégies des différents élèves étant alors trop différentes pour que le jeu soit équitable et pour que l'étude des stratégies des autres joueurs puisse aider les élèves en difficulté. Ainsi, même si les groupes de joueurs hétérogènes présentent des avantages, d'autres organisations sont possibles, notamment la mise en place de groupes plus homogènes.

Pour l'expérimentation, il a été fait le choix de faire jouer les élèves en individuel, au sein de groupes où le niveau entre les différents joueurs est hétérogène dans un premier temps. En effet, l'objectif est que chaque élève s'approprie le jeu, l'élève ne doit donc pas être passif, d'où le choix de le faire jouer seul. Cependant, l'hétérogénéité des élèves peut permettre une sorte de tutorat dans ce temps de première rencontre avec le jeu. Le rôle de l'enseignant est alors davantage dans la gestion des difficultés et conflits au niveau des règles du jeu.

Dans un second temps, l'enseignant adoptera un rôle d'observateur, afin d'évaluer les difficultés et les réussites des élèves face au jeu et surtout face aux mathématiques. Dans cette phase, est envisagée une répartition des élèves en groupes dans lesquels le niveau des joueurs est homogène. Cela permettrait d'observer plus spécifiquement les élèves ayant des difficultés tout en les laissant tester leurs stratégies, avec un étayage possible de l'enseignant afin de les faire progresser. L'objectif est alors qu'ils puissent tenter leurs propres procédures, prendre leurs propres décisions sans être guidés par un élève plus performant. On observera alors si la pratique du jeu semble avoir un impact positif sur leurs capacités en mathématiques. Les élèves en difficulté pourront être placés en équipe pour pouvoir davantage échanger sur leurs procédures et les verbaliser.

Enfin, un élément très important du jeu est ce que Chantal Barthélémy-Ruiz appelle « l'après jeu » dans son article *Le mariage de l'eau et du feu ? Jeu et éducation à travers l'histoire* : « À la différence du jeu de société dont l'intérêt se situe durant la partie (on joue pour jouer et se faire plaisir), le jeu en situation pédagogique est le moyen de tenter d'atteindre un objectif. » Pris dans le jeu, l'élève va mettre en place des procédures qu'il ne va pas forcément savoir analyser durant la partie. Pour relier la pratique durant le jeu avec les objectifs mathématiques poursuivis, une phase

de discussion d'après jeu est indispensable à mettre en place. Elle prendra la forme soit d'un échange entre le groupe et l'enseignant afin de pousser chaque élève à prendre la parole, soit en classe entière, afin que les différentes procédures et observations puissent être entendues par tous les élèves.

Partie 4 – Analyse des données

1) Les objets de l'analyse et les attentes

Comme nous l'avons déjà vu, l'observation se portera en particulier sur des élèves présentant des difficultés dans les domaines mathématiques concernés. En effet, l'enseignant ne peut observer attentivement tout le monde, le choix est donc fait d'une observation plus fine d'un nombre limité d'élèves.

Avec ces jeux mathématiques, notre but est avant tout de familiariser les élèves avec les procédures d'échanges et de correspondances entre unités de numération afin qu'ils puissent les comprendre et les automatiser. Chez les élèves que nous observerons, l'objectif est de relever leurs procédures et leurs erreurs dans leurs premiers temps de jeu, ainsi que la manière dont ils prennent part à la partie. Trouvent-ils leur place, sont-ils actifs, se servent-ils de l'exemple des autres joueurs, semblent-ils prendre plaisir au jeu ? Dans un second temps, lorsque les jeux seront mieux connus et mieux maîtrisés, nous observerons si les procédures changent, si les élèves semblent progresser, si leurs nouvelles procédures sont plus efficaces que celles abandonnées.

Enfin, une évaluation post-expérimentation sera mise en place afin de pouvoir comparer les résultats avec ceux de l'évaluation pré-expérimentation.

A l'issue de l'expérimentation, j'espère observer une amélioration significative dans les résultats de l'évaluation post-expérimentation, surtout pour les élèves ayant manifesté des difficultés lors de la première évaluation.

2) Analyse et observations durant les phases de jeux

a) Observations d'ordre général

Pour être efficaces, les jeux doivent permettre aux élèves de travailler de manière explicite les opérations mathématiques concernées. De plus, pour que les élèves entrent d'eux-même dans la tâche et donc profitent des bienfaits que nous avons vus de la pédagogie par le jeu, les jeux doivent être faciles à jouer et suffisamment ludiques.

Les règles ont vite été intégrées par l'ensemble des élèves : après une séance d'explicitation

des règles en classe entière, les élèves ont pu commencer à jouer par groupes. Après deux séances, tous les élèves avaient testé tous les jeux, et un échange en classe entière a révélé qu'il n'y avait plus de question sur les règles à poser. Par la suite, il n'y a eu que très peu d'interrogation des élèves à l'enseignante sur les règles du jeu. Les questions qui apparurent par la suite étaient davantage en lien avec des difficultés liées aux savoirs mathématiques.

Au sujet de l'investissement des élèves dans les jeux, le Black Jack et les dominos ont très bien rempli leur rôle. En effet, ce sont des jeux ludiques, le premier donnant lieu à un suspens qui plaisait beaucoup aux élèves (vais-je piocher plus de centaines que ce dont j'ai besoin ?), le second s'appuyant sur la rapidité des élèves, ce qui accentue leur investissement. Le jeu des échanges était moins ludique, ne comprenant pas de composante comme le suspens ou la rapidité. Cependant, je disposais de deux exemplaires du Black Jack et des dominos mais d'un seul jeu des échanges : les élèves y jouant moins souvent, cela a permis qu'ils ne s'en lassent pas. Ainsi, ils ne paraissaient pas mécontents de jouer au Jeu des échanges par rapport aux autres jeux, mais je voyais tout de même dans leur investissement dans la partie une différence. D'un point de vue ludique, si je suis un peu moins satisfaite du jeu des échanges, je considère tout de même que les trois jeux ont rempli leurs objectifs sur ce point.

En dehors des jeux eux mêmes, un problème d'ordre général s'est posé. Il concernait les élèves ne voulant pas jouer. Dans l'article de Chantal Barthélémy-Ruiz *Le mariage de l'eau et du feu ? Jeu et éducation à travers l'histoire* que nous avons vu, il était proposé de ne pas imposer le jeu aux élèves, mais de plutôt leur offrir d'autres types d'activités, notamment des exercices plus classiques ou de prendre un rôle dans le jeu non pas de joueur mais par exemple d'arbitre. Cependant, dans la mise en place des jeux en classe, il a été difficile de suivre ces propositions. En effet, le jeu en classe produit un fond sonore plus bruyant que la normale, rendant ainsi difficile la concentration d'un élève qui effectuerait un travail plus classique. Comme nous l'avons vu dans le cadrage théorique, le bruit lors des jeux est en quelque sorte un mal nécessaire, et les élèves pris dans leur partie arrivent à en faire abstraction. Cela peut-être bien plus complexe pour un élève qui serait hors de tout jeu. Ainsi, cette solution a vite été abandonnée. Quant à placer l'élève dans un rôle d'arbitre ou d'observateur, celui-ci pouvait avoir tendance à se désintéresser du jeu, et donc engendrer de l'animation pouvant nuire au jeu (discussion avec certains des joueurs, déplacements dans la classe). Ainsi, les élèves étaient fortement encouragés à jouer, afin de rendre très exceptionnels ces moments où un élève ne prenait pas part au jeu (ce n'est arrivé que deux fois).

b) Observations des jeux

L'observation a été concentrée sur le groupe constitué des élèves les plus en difficulté (Groupe 1). En effet, c'étaient d'eux que j'espérais le plus de progrès et pour qui cet entraînement via le jeu me paraissait le plus important.

Le premier jeu étudié est celui des dominos. Au niveau de l'investissement des élèves, c'est celui où j'ai observé la meilleure motivation de la part du groupe observé : tous les joueurs se prennent très rapidement au jeu, avec un plaisir évident. Cela est probablement dû au fait qu'étant le jeu aux règles les plus intuitives, les élèves en difficulté arrivent rapidement à jouer seuls, sans aide de l'enseignant.

Les élèves manquent de stratégie dans le tri de leurs cartes, rendant le jeu peu rapide, mais tous les joueurs étant sur un rythme proche, cette lenteur n'exclut aucun élève. Les joueurs réussissent systématiquement à trouver les bons dominos, même pour les cas plus difficiles. Parfois, un temps de réflexion est nécessaire, c'est le cas par exemple pour « 19 dizaines », qui pose problème pendant quelques instants, mais une élève finit par trouver, sans étayage de l'enseignant.

Procédure de l'élève 1 (Lou¹) : Aucune stratégie visible dans la conversion ou dans le tri des cartes. Cependant si la bonne carte apparaît elle la reconnaît. Cette élève joue quelque peu « dans son coin », mais de manière efficace.

Procédure de l'élève 2 (Pauline) : Traduit automatiquement en nombre la décomposition (cela se vérifie car l'élève a tendance à chuchoter le nombre qu'elle cherche lorsqu'elle regarde parmi ses cartes). Lors de la première séance, l'élève est assez lente mais elle progresse vite et dans les dernières séances, elle réussit rapidement même pour les cas plus difficiles (ex : 6 unités et 23 dizaines).

Procédure de l'élève 3 (Clémence) : Même procédure que l'élève 2. A la première partie, c'est l'élève la plus rapide, mais les autres joueuses rattrapent assez vite son rythme.

Procédure de l'élève 4 (Alice) : tout comme pour l'élève 1, sa procédure est difficile à évaluer. Cette élève a notamment des difficultés lorsqu'une carte « difficile » apparaît.

Le jeu est donc bien réussi, même pour les élèves en difficulté puisqu'il est rare dans les premières parties qu'une carte résiste aux élèves, et ce cas de figure disparaît totalement au cours des parties. Le défaut principal de ce jeu au niveau du travail des notions mathématiques est la rapidité dont les joueurs doivent faire preuve : cela limite la coopération entre élèves – c'est d'ailleurs le seul jeu où les élèves du groupe observé ne s'entraident pas et cherchent à toujours être le plus rapide. Comme nous l'avons vu, cette rapidité favorise aussi l'investissement des élèves,

1 Tous les prénoms d'élèves ont été modifiés

mais elle entraîne peut-être trop de précipitation : certains élèves traduisent très rapidement la décomposition présentée sur le domino en le nombre correspondant (cela semble être le cas de Clémence et Pauline), mais d'autres élèves réussissent à jouer sans toujours donner la preuve qu'ils ont trouvé le nombre correspondant à la décomposition. Ils semblent alors mobiliser des procédures incorrectes (nous y reviendrons).

Au sujet du jeu des échanges : l'investissement est moins important que pour le jeu des dominos, cela étant probablement dû au fait que le jeu est moins facile à comprendre que le premier, et moins ludique. Au niveau des opérations mathématiques, la principale difficulté observée chez les élèves est celle de comprendre par exemple que $17 \text{ dizaines} = 1 \text{ centaine et } 7 \text{ dizaines}$, et non $1 \text{ dizaine et } 7 \text{ unités}$. Les autres conversions semblent poser moins de problèmes.

Dans les premières parties, tous les élèves du groupe observé font l'erreur. Ce n'est qu'au fur et à mesure des parties que la compréhension semble se faire, notamment en passant par les échanges explicites : par exemple, si l'élève doit prendre 27 dizaines et n'arrive pas à comprendre que cela correspond à 2 centaines et 7 dizaines, on lui propose de ne prendre que des dizaines pour lui faire verbaliser le fait que dans ce cas là, il doit prendre 27 dizaines. De là, on lui demande s'il peut faire des échanges, et l'élève a alors tendance à plus facilement pouvoir dire qu'il peut échanger 10 dizaines contre 1 centaine et ce à deux reprises. Avec l'expérience, les élèves réussissent à s'affranchir de cette technique et dans les dernières parties, presque tous réussissent à spontanément prendre les bonnes cartes pour un cas dit « difficile », mais des erreurs restent présentes.

Pour ce jeu, les élèves ont besoin d'être très guidés par l'enseignante dans leurs procédures mathématiques, et ce n'est que vers la fin de l'expérimentation qu'ils acquièrent une relative autonomie. D'un point de vue mathématique donc, les objectifs du jeu ne sont pas réellement atteints, celui-ci ayant amené les élèves vers une maîtrise toute relative des conversions entre unités de numération que nous cherchions à travailler.

Jeu du Black Jack : ce jeu plaît beaucoup aux élèves, c'est le préféré de la plupart d'entre eux, ils s'y investissent donc globalement très bien. N'ayant pas d'enjeu de rapidité contrairement aux dominos, on voit apparaître beaucoup plus d'entraide. Dans le groupe observé, les élèves se donnent de nombreux conseils, avec très peu de compétition entre les joueurs. Une difficulté que rencontrent certains élèves avec ce jeu est la confusion entre nombre de milliers/centaines/dizaines/unités et chiffre. Par exemple, si le nombre objectif est 734, certains élèves vont penser qu'ils ont perdu s'ils piochent plus que 4 unités (par exemple 5 ou 6 unités). Après quelques rappels, cette erreur disparaît.

Les élèves ont pour ce jeu des procédures différentes :

Procédure de l'élève 1 (Lou) : semble avoir tendance à piocher au hasard ou par mimétisme. En effet le nombre objectif étant le même pour tout le monde, cette élève suit ses camarades en début de partie, mais ce mimétisme se voit davantage au fur et à mesure de la partie, lorsqu'elle continue à piocher dans le même tas que le camarade précédent, même lorsque cela risque clairement de la mener à l'échec. Cette élève a tendance à ne prendre en compte que le chiffre écrit sur la carte, et non sa valeur : ainsi, lorsqu'elle pioche à trois tours successifs d'abord 7 unités, puis 9 dizaines et enfin 4 unités, elle dit que le nombre total qu'elle a pioché est 794. De même, lorsqu'elle pioche d'abord 9 dizaines puis 3 centaines, elle dit « j'ai 93 ». Ainsi, l'élève joue en s'aidant des conseils et procédures des autres élèves, mais ses connaissances mathématiques ne lui permettent pas de comprendre suffisamment ce qu'elle est en train de faire.

Procédure de l'élève 2 (Pauline) : Pioche avec logique. Elle est rapidement capable d'exprimer efficacement le nombre représenté par l'ensemble des cartes qu'elle a piochées ($2d + 9d + 7u = 11d + 7u$, donc 117). Ce jeu ayant été joué par cette équipe une fois que celui des dominos était maîtrisé, certains élèves comme Pauline ont pu se resservir de ce qu'elles avaient compris du premier jeu, lui permettant dès les premières parties de jouer efficacement. Pauline propose son aide de plus en plus aux autres, elle prend confiance en elle au cours des séances, devenant progressivement plus à l'aise avec les notions.

Procédure de l'élève 3 (Clémence) : tout comme l'élève 2, cette élève comprend tout de suite la procédure à adopter. Lors des toutes premières parties, c'est elle qui « mène » le jeu (conseille ses camarades, pointe les erreurs et les élèves éliminés).

Procédure de l'élève 4 (Alice) : l'élève semble piocher au hasard, comme l'élève 1, elle ne parvient pas toujours à dire quelle valeur représente l'ensemble des cartes qu'elle a déjà piochées (par exemple, elle vient dire que 9 dizaines et 3 centaines représentent 319). Elle fait cependant moins d'erreurs que l'élève 1 et tient compte de l'unité de numération et non seulement du chiffre présent sur ses cartes.

Ainsi, ce jeu est celui qui a le plus motivé les élèves mais si certains ont bien réussi à appliquer les procédures mathématiques, deux élèves (les élèves 1 et 4) ont été perdus et ont eu beaucoup de difficulté à maîtriser entièrement le jeu. À la fin de l'expérimentation, l'élève 4 parvenait à jouer, mais ce n'était toujours pas le cas de l'élève 1.

3) Après jeu et analyse des élèves sur les jeux et les procédures à mettre en place

A l'issue de chaque session de jeu, un temps de discussion en classe entière permettait aux

élèves de s'exprimer sur les difficultés auxquelles ils avaient été confrontés durant la partie, ainsi que les solutions et procédures qu'ils avaient pu mettre en place pour renforcer leur efficacité dans le jeu. J'ai pu alors remarquer que verbaliser leurs procédures mathématiques était difficile pour les élèves, probablement car pour beaucoup, la procédure est « logique » ou « automatisée », ce qui leur permet de l'utiliser sans réfléchir. Ainsi, devoir expliquer comment ils ont fait est très difficile et les explications données n'aident pas réellement les élèves davantage en difficulté : par exemple, « quand tu as 24 dizaines, tu sais que c'est 2 centaines et 4 dizaines car 20 dizaines c'est deux centaines et 4 dizaines, c'est 4 dizaines ». Développer leur explication ou reformuler étant difficile, ces moments d'après-jeu n'ont pas vraiment permis aux élèves en difficulté de profiter des procédures mathématiques de leurs camarades, celles-ci étant trop éloignées de leur propre niveau. Ainsi, les procédures échangées dans ces moments étaient davantage des procédures dans le jeu pour améliorer ses performances. Nous pouvons citer quelques uns des points qui sont le plus souvent revenus :

Pour le jeu des dominos : je place mes cartes face visible devant moi, je sépare les plus petites (celles pour lesquelles les valeurs sont plus faibles) et les plus grandes (celles pour lesquelles les valeurs sont plus élevées).

Pour le jeu des échanges : je trie les unités, les dizaines et les centaines pour pouvoir tout de suite voir si il y a un échange à faire.

Pour le jeu du Black-Jack : quand le nombre est très grand, on commence par les centaines et quand le nombre est plus petit, on commence par les dizaines.

Ainsi, les moments d'après-jeu n'étaient pas aussi utiles pour les élèves que j'espérais. Il aurait peut-être fallu travailler davantage ces moments, notamment en proposant des phases d'échanges entre élèves pour qu'ils puissent réfléchir ensemble à une manière d'explicitier leurs procédures mathématiques.

4) Analyse des apports des jeux mathématiques

a) Résultats de l'évaluation post-expérimentation

Pour pouvoir évaluer le plus objectivement possible les progrès des élèves face aux jeux, l'évaluation post-expérimentation reprenait la même forme que l'évaluation pré-expérimentation : ainsi les exercices sont les mêmes (voir Annexe 3).

Alors que j'espérais une réussite bien plus massive que lors de l'évaluation pré-expérimentation, les erreurs sont globalement restées les mêmes. J'espérais notamment que les cas « difficiles » (par exemple $32d$ et $4c = 720$, 4 centaines et 203 unités = 603, $208 = 20$ dizaines et 8

unités (et non 20 centaines et 8 unités)) soient mieux réussis. Or ça n'a pas été le cas pour la grosse majorité de la classe : les élèves ayant déjà réussi ce type de question dans la première évaluation ont de nouveau réussi, mais les élèves plus en difficulté ne sont pas parvenus pour la plupart à répondre juste à ces questions. Des progrès ont tout de même été observés : dans l'exercice 2, 6 élèves ont fait mieux à l'évaluation post-expérimentation, 6 également pour l'exercice 3 et 7 élèves pour l'exercice 4. Ainsi, il existe tout de même un progrès, mais il intervient surtout sur des questions que nous pourrions qualifier de difficulté intermédiaire (par exemple $90d = 9c$, 35 dizaines et 2 unités = 352, $623 = 62$ dizaines et 3 unités). Ainsi, les progrès ne sont pas au niveau de ce qui était attendu. Nous pouvons tout de même observer que les quatre élèves du groupe le plus en difficulté ont fait des progrès, pour l'élève 1 (Lou) sur les exercices 3 et 4, avec des progrès très marqués, pour l'élève 2 (Pauline) aux exercices 2 et 4, pour l'élève 3 (Clémence) à l'exercice 4 et pour l'élève 4 (Alice) à l'exercice 3. L'objectif de faire progresser les élèves en difficulté semble donc partiellement atteint car ces élèves ont pu démontrer pour la plupart lors des jeux et dans l'évaluation une meilleure maîtrise des notions mathématiques, mais ils ne maîtrisent toujours pas les points les plus complexes.

Cette réussite partielle peut s'expliquer de différentes manières. Une hypothèse avancée pourrait être celle exprimée dans l'article *Apprentissages mathématiques avec les jeux de société et médiation didactique auprès d'élèves en difficulté* de Line Numa-Bocage et Magali Bieri : l'élève pris dans le jeu manque d'attention pour les concepts mathématiques utilisés. Ainsi, les élèves arrivent à exploiter les procédures mathématiques durant le jeu, mais ils ne le font pas avec assez de conscience pour pouvoir ensuite ré-exploiter cet entraînement dans des exercices plus classiques. Le problème résiderait donc dans le transfert des connaissances du jeu vers l'évaluation.

De plus, certains élèves peuvent avoir recours lors du jeu à des stratégies leur permettant d'être actifs dans la partie sans pour autant développer les compétences mathématiques nécessaires. Par exemple, l'élève 1 (Lou) est capable de jouer au jeu des dominos mais éprouve de grandes difficultés pour les deux autres jeux. De plus, si elle a effectivement fait des progrès entre les deux évaluations, elle partait d'un niveau très faible et ses progrès restent limités. Cette réussite seulement au jeu des dominos pourrait s'expliquer par le fait qu'elle utilise une stratégie erronée qui fonctionne dans ce cas : Lou a tendance à accorder seulement de l'importance au chiffre et non aux groupements. L'hypothèse pour cette élève est donc qu'elle ne serait pas capable de dire que 23 dizaines et 6 unités = 236 mais elle cherche un domino présentant un nombre comprenant les chiffres 2, 3 et 6. Avec une telle stratégie, elle pourrait participer au jeu et trouver le bon domino lorsqu'elle a de la chance, sans avoir compris la notion sous-jacente. Il est ainsi possible que tout comme Lou, certains élèves s'appuient sur des protocoles faux qui leur permettent de jouer, mais

pas de réussir l'évaluation.

Il est aussi possible que certains élèves, très motivés dans le jeu, s'investissent au-delà de leurs compétences habituelles, ce qui leur permet d'être performants dans le jeu mais non durant les moments d'évaluation.

Enfin, certains élèves ont fait des erreurs qu'ils n'avaient pas faites lors de l'évaluation pré-expérimentation : c'est le cas de Lou pour l'exercice 5 ainsi que de Solène, une élève très performante habituellement et très « scolaire ». Pour ces deux élèves, l'explication peut être la suivante : nous avons fait l'évaluation pré-expérimentation peu de temps après la leçon "classique" sur la numération. Pour certains élèves, la leçon et les exercices sont peut-être plus efficaces que l'entraînement par le jeu, leur réussite est donc meilleure juste après la leçon.

b) Analyse des jeux a posteriori

Le fait d'utiliser des jeux en mathématiques reste pour moi à discuter : si les élèves ont pu faire des progrès, c'est notamment le cas des élèves les plus en difficulté, les progrès ne sont pas du niveau de ce qui était attendu. Cela dit, dans la période entre les évaluations pré et post-expérimentation, aucun exercice classique n'a été fait par les élèves en classe, il est donc probable que les progrès soient effectivement dus aux jeux. Les jeux ont donc probablement été utiles, mais pas suffisamment efficaces pour permettre à tous les élèves d'arriver aux objectifs que nous avons fixés.

De plus, comme nous l'avons vu, le jeu des dominos peut être joué par des élèves qui ne maîtrisent pas bien les notions mathématiques, ce qui en fait un jeu qui pourrait conforter certains élèves dans leurs procédures erronées. Le jeu des échanges exploite de manière plus explicite les notions mathématiques mais n'est pas très ludique. Le seul jeu qui m'a semblé remplir correctement son usage est le Black Jack qui allie un recours aux procédures mathématiques et un bon aspect ludique.

Ainsi, les jeux ne sont pas inutiles, mais ils nécessiteraient d'être améliorés : c'est principalement le cas du jeu des dominos. Les cartes de ce jeu mériteraient d'être revues pour que les élèves ne puissent plus utiliser des procédures ne prenant que en compte les chiffres inscrits sur la carte. Il faudrait ainsi que les nombres représentés sur différents dominos utilisent les mêmes chiffres mais à des positions différentes, empêchant donc de réussir les élèves ne prenant en compte que les chiffres.

Conclusion

L'expérimentation n'a pas été sans réussite comme nous l'avons vu : d'un point de vue scolaire, des élèves ont fait des progrès sur la numération. De plus, certains élèves ont pu gagner en assurance lors du jeu, au point même d'aider leur camarade (c'est par exemple le cas de Pauline ou Clémence). Cela permet à ces élèves d'avoir davantage confiance en eux et en leurs capacités en mathématiques.

Cependant, les progrès n'ont pas été au niveau de ce qui était espéré, et comme nous l'avons vu, tous les élèves n'ont pas progressé. Si nous prenons notamment en compte le temps passé sur ces jeux, les bénéfices qui en ont résulté semblent insuffisants.

Pour travailler la numération, je pense que le recours aux jeux peut être intéressant, dans des versions améliorées (notamment pour le jeu des dominos). Cependant, pour s'assurer de la capacité des élèves à transposer ce qu'ils pratiquent dans les jeux, il faudrait faire davantage de liens avec des exercices plus classiques. Comme nous l'avons vu, faire réfléchir les élèves sur des manières d'explicitier leurs procédures mathématiques pourrait être intéressant. Les exercices devraient également être plus en lien avec les jeux pour que la transposition soit plus claire pour les élèves. Par exemple, un type d'exercices qui pourrait être intéressant serait de proposer sur polycopiés des situations de jeux aux élèves pour lesquelles ils doivent prendre une décision (par exemple trouver le domino suivant, choisir dans quel tas pioché au Black-Jack compte tenu des cartes déjà récupérées par le joueur, trouver quelles cartes piocher dans le jeu des échanges (Voir Annexes 4 et 5)). Cela permettrait de plus facilement évaluer les difficultés des élèves et de servir de transition entre les jeux et les exercices plus classiques. Les élèves pourraient alors peut-être plus facilement transposer leurs connaissances et cela nous permettrait d'identifier ceux ayant de mauvaises procédures afin de reprendre ces points avec eux durant la période où interviennent les jeux. Avec ce suivi plus attentif, de meilleurs résultats pourraient peut-être être atteints.

Bibliographie

Articles :

ALLAL Linda (1985). « Processus de régulation interactive dans le cadre d'un jeu de mathématique a l'école primaire ». Revue internationale de psychologie appliquée, Tome 34, p. 83-104

BARTHÉLÉMY-RUIZ Chantal (2006). « Le mariage de l'eau et du feu ? Jeu et éducation à travers l'histoire ». Les cahiers pédagogiques, n° 448, p. 20.

BEDNARZ Nadine, JANVIER Bernadette. (1984). La numération (première partie). Les difficultés suscitées par son apprentissage, Grand N, 33, 5-31.

BROUGÈRE Gilles (2006). « Parlons-nous vraiment de la même chose ? ». Les cahiers pédagogiques, n° 448, p. 11-12.

FARADJI, Didier. (2008). « Qu'est ce qu'un jeu mathématique ? ». Portail des IREM.

MUSSET Marie, THIBERT Rémi (2009). « Quelles relations entre jeu et apprentissages à l'école ? Une question renouvelée ». Dossier d'actualité Veille et Analyse, n° 48. ENS de Lyon.

NUMA-BOCAGE Line, BIERI Magali (2015). « Apprentissages mathématiques avec les jeux de société et médiation didactique auprès d'élèves en difficulté ». La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation, n° 70-71, p. 181-194

SARRAZY Bernard (2002). « Les hétérogénéités dans l'enseignement des mathématiques ». Educational Studies in Mathematics, Vol. 49, No. 1, p. 89-117.

SAUVÉ Louise, RENAUD Lise & GAUVIN Mathieu (2007). « Une analyse des écrits sur les impacts du jeu sur l'apprentissage ». Revue des sciences de l'éducation, vol. 33, n° 1, p. 89-107.

VAUTHIER Evelyne (2006). « Un mode d'apprentissage efficace ». Les cahiers pédagogiques, N°448 - Dossier "Le jeu en classe"

Le nombre au cycle 2 - EDUSCOL

FAYOL Michel (2010). « Les mathématiques : regards sur 50 ans de leur enseignement à l'école primaire ». Le nombre au cycle 2.

https://media.eduscol.education.fr/file/ecole/00/3/Le_nombre_au_cycle_2_153003.pdf

BUTLEN Denis, MASSELOT Pascale (2010). « Dialectique entre sens et techniques l'exemple du calcul mental ». Le nombre au cycle 2.

https://media.eduscol.education.fr/file/ecole/00/3/Le_nombre_au_cycle_2_153003.pdf

BOLSIUS Christophe, GROS Patrice (2010). « Du comptage au calcul ». Le nombre au cycle 2.

https://media.eduscol.education.fr/file/ecole/00/3/Le_nombre_au_cycle_2_153003.pdf

LE POCHÉ Gabriel (2010). « Débuter la numération ». Le nombre au cycle 2.

https://media.eduscol.education.fr/file/ecole/00/3/Le_nombre_au_cycle_2_153003.pdf

BARILLY Bertrand, BIGORGNE Frédéric, DEL BIANCO Isabelle (2010). « Aider les élèves en

mathématiques ». Le nombre au cycle 2.

https://media.eduscol.education.fr/file/ecole/00/3/Le_nombre_au_cycle_2_153003.pdf

PELTIER Marie-Lise (2001). « Les jeux mathématiques sont-ils la panacée à la démotivation des élèves ? ». Grand N. N° 67. p. 33-40.

Livres

BROUGÈRE Gilles (2000). Jeu et éducation. Paris : L'Harmattan. (1re éd. 1995).

CAILLOIS, R. (1958). Les jeux et les hommes. Paris : Gallimard.

HESSELS-SCHLATTER, C. (2010). Les jeux comme outils d'intervention métacognitive. In M.G.P. Hessels et C. Hessels-Schlatter (Eds), Évaluation et intervention auprès d'élèves en difficulté (p. 99-128)

Documents officiels

Programme du Cycle 2, BOEN spécial n° 11 du 26 novembre 2015

Document EDUSCOL : « Repères annuels de progression pour le cycle 2 »

Document EDUSCOL : « Attendus de fin d'année de CE2 »

« Les mathématiques par les jeux », (2016). Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, EDUSCOL.

Sites internet

« Le jeu en pédagogie: Approches de la pédagogie par le jeu », site : ProfInnovant.
<https://www.profinnovant.com/pedagogie-par-le-jeu/>

« Plan urgence numération cycle 2 », source : MHM

<https://methodeheuristique.files.wordpress.com/2018/01/plan-urgence-cycle-2.pdf>

Jeu des dominos, Blog d'Aliaslili - <http://www.leblogdaliaslili.fr/2014/07/20/jeux-de-dominos-sur-la-notion-dunite-dizaine-centaine/>

Mémoires

Stéphanie Martinalli-Darlay. Quel est l'intérêt des jeux mathématiques en aide personnalisée au CP pour la construction de la dizaine ?. Education. 2012. dumas-00814190

Kelly Ledoux. Multiplier des nombres à deux chiffres : intérêt du jeu versus de la situation d'exercice en CE2. Education. 2016. dumas-01491124f

Annexes

Annexe 1 – Grille d'observation

Grille d'observation				
Équipe :		Séance et date :		Jeu :
Élève	Procédure utilisée	Erreurs éventuelles	Statut face au jeu (investissement, aisance)	Statut face aux autres joueurs (tentative de copie, conseils donnés, conseils reçus)

Annexe 2 – Les élèves jouant aux jeux

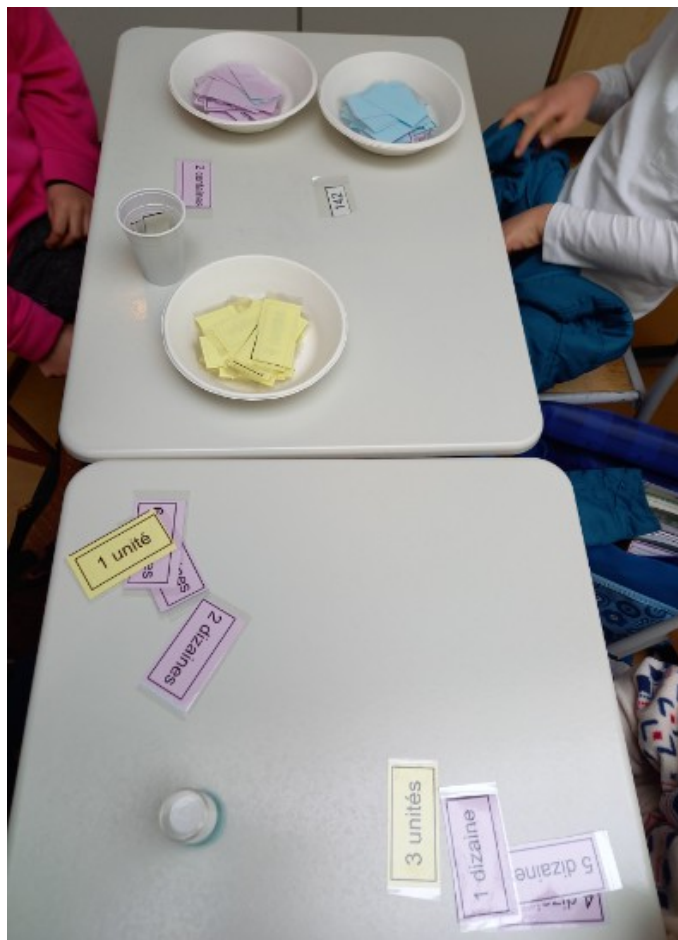
Jeu des dominos



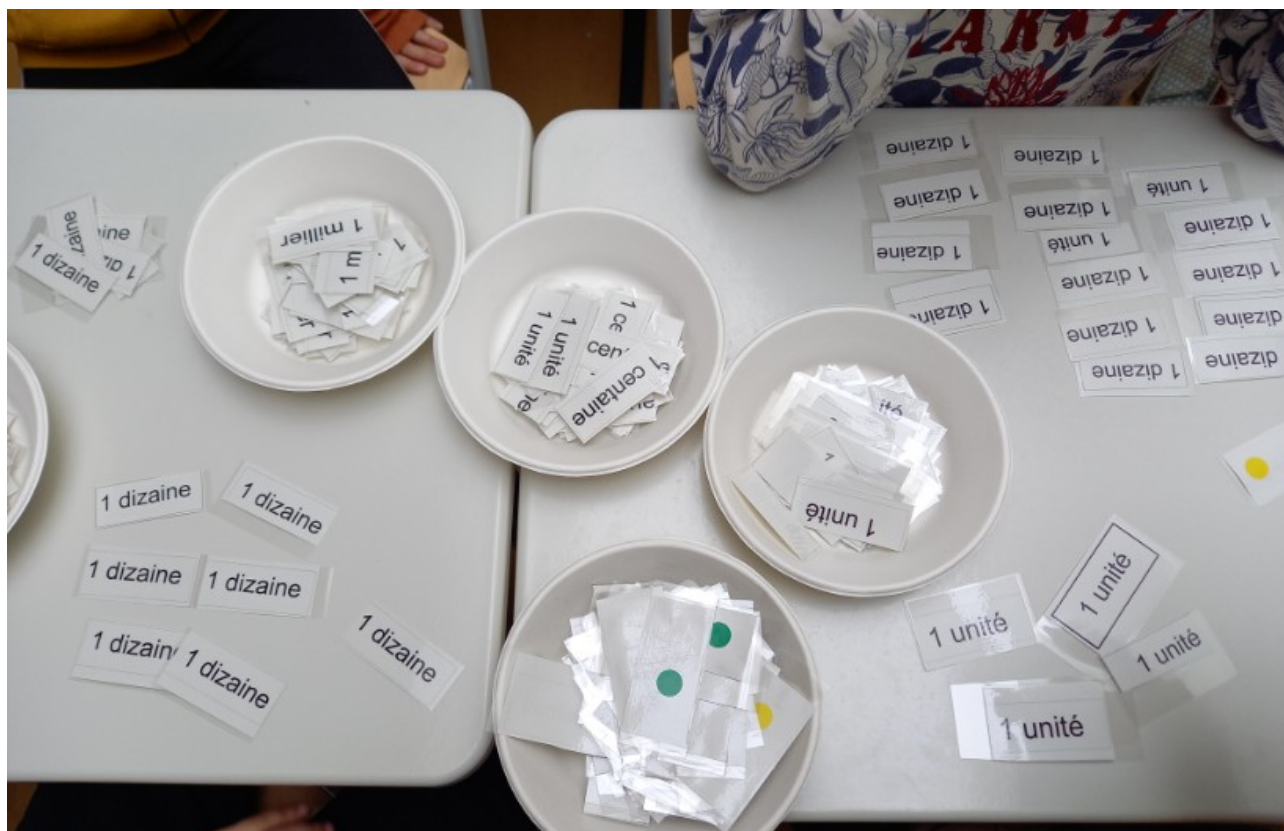
Jeu du Black-Jack



Jeu du Black-Jack



Jeu des échanges





Annexe 3 - L'évaluation post-expérimentation

Numération

Exercice 2 : Complète

10 unités = dizaines

1 millier = centaines

10 dizaines = centaine

60 unités = dizaines

80 dizaines =centaines

72 dizaines =

Exercice 3 : Écris le nombre en chiffres

9 centaines, 1 dizaines et 5 unités :

35 dizaines et 2 unités :

5 centaines et 98 unités :

4 centaines et 203 unités :

52 dizaines et 3 centaines :

1 unités et 73 dizaines :

Exercice 4 : Entoure les étiquettes qui te permettent d'obtenir le nombre demandé

623 :

2 dizaines 6 dizaines
3 unités 62 dizaines
5 centaines 6 unités

751 :

7 unités
5 dizaines 1 unité
7 centaines 5 centaines

208 :

20 centaines
2 dizaines 80 unités
20 dizaines 8 unités

Exercice 5 : Écris le nombre représenté par les étiquettes

5 centaines 12 unités

Le nombre est

7 unités 2 centaines
3 dizaines

Le nombre est

1 dizaine 4 unités 3 centaines

Le nombre est

Annexe 4 – Exemple d'exercice en lien avec les jeux

Exercice 1

Voilà le dernier domino qui a été posé.

156	4 unités et 73 dizaines
------------	-------------------------

Entoure celui qui doit être posé ensuite :

473	1 centaine et 3 unités
------------	------------------------

734	1 centaine et 3 unités
------------	------------------------

77	1 centaine et 3 unités
-----------	------------------------

Annexe 5 – Exemple d'exercice en lien avec les jeux

Exercice 2

Sam joue au Black-Jack. Le nombre objectif est

635

Il a déjà pioché les cartes suivantes :

6 dizaines

7 dizaines

2 centaines

1) Quel nombre a-t-il déjà atteint grâce à ses cartes ?

.....

2) Combien lui manque-t-il pour atteindre le nombre objectif ?

.....

3) Dessine les cartes qu'il faudrait que Sam pioche pour atteindre exactement le nombre objectif :

Résumé

Résumé : Quelle est l'efficacité des jeux mathématiques dans la construction du nombre au CE2 ? La compréhension de notre système de numération étant primordiale pour les élèves, nous pouvons nous poser la question des méthodes les plus efficaces pour leur permettre de maîtriser ce domaine (principalement la décomposition du nombre en unités de numération). Dans ce mémoire, nous envisageons le jeu mathématique comme outil d'apprentissage et de réinvestissement pour travailler ces notions. Pour évaluer l'efficacité de cette approche, les élèves ont joué à différents jeux mathématiques s'appuyant sur des opérations de décomposition de nombres. Nous avons ainsi pu les observer durant le jeu et tester par la suite leurs connaissances en numération afin d'établir si le jeu peut avoir un rôle intéressant. Il en résulte que si des progrès ont pu être observés chez les élèves, ceux-ci restent limités, ce qui encourage à penser que le jeu peut avoir une utilité pour travailler ce domaine en classe mais qu'il ne suffit pas à permettre aux élèves d'acquérir tous les savoirs attendus.

Summary : How effective are mathematical games in building number in third grade? Since the understanding of our numbering system is essential for students, we can ask ourselves the question of the most efficient methods to allow them to master this domain (mainly the decomposition of the number into numbering units). In this dissertation, we consider the mathematical game as a learning and reinvestment tool to work on these notions. To evaluate the effectiveness of this approach, the students played different mathematical games based on number decomposition operations. We were able to observe them during the game and then test their knowledge of numbers in order to establish whether the game could play an interesting role. The result was that although progress was observed amongst the students, it was limited. This encourages us to think that the game can be useful for working on this topic in class but that it is not enough to enable the students to acquire all the expected knowledge.