

Apprentissages et jeux : l'utilisation du jeu en mathématiques au cycle 2

Alice Besnier

► **To cite this version:**

Alice Besnier. Apprentissages et jeux : l'utilisation du jeu en mathématiques au cycle 2. Education. 2017. dumas-02084702

HAL Id: dumas-02084702

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02084702>

Submitted on 14 Oct 2019

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

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



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



UNIVERSITÉ DE NANTES

Master MEEF

« Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation »

Mention premier degré

Apprentissages et jeux :

l'utilisation du jeu en mathématiques au cycle 2.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de master

BESNIER Alice

Master MEEF EPD

Directeur de mémoire : Paul-Henri DELHUMEAU

2016 - 2017

REMERCIEMENTS

Ce mémoire est l'aboutissement d'un travail que je n'ai pas mené seule.

J'adresse mes remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont aidé et ont contribué à la réalisation du mémoire.

Tout d'abord, je tiens à remercier Paul-Henri Delhumeau, directeur de ce mémoire, qui a su me conseiller et me donner des pistes aussi bien dans la théorie que dans la pratique.

J'exprime également toute ma gratitude à mes collègues de l'école Urbain Fardeau de Varennes-sur-Loire qui m'ont épaulé, ainsi qu'aux élèves de CE2 de cette école, principaux acteurs de mon expérimentation.

Enfin, je tiens à remercier tous mes proches qui, au gré des lectures, m'ont conseillé, soutenu et qui ont su se montrer tolérants durant toute cette année.

Résumé :

Lors de mes recherches théoriques, je me suis d'abord intéressée à ce qui pouvait être considéré comme un jeu. A l'école, il est largement utilisé en maternelle mais plus l'enfant grandit, moins le jeu a sa place en classe. Face aux problématiques que connaît notre école, ce support est à questionner. Est-il un outil d'apprentissages à promouvoir ?

L'expérimentation de ce mémoire a été faite en CE2, fin de cycle 2, où le jeu n'est habituellement plus mis à l'honneur. Les compétences que j'ai souhaité travailler étaient des compétences liées au débat mathématique (raisonnement, argumentation, preuve) et, suite au premier jeu, bon nombre d'élèves avaient atteint ces compétences. Cependant, lors du second jeu, il est à noter que, dans ma recherche, les élèves n'ont pas remobilisé ce qu'ils avaient acquis. Les résultats de mon expérimentation permettent d'affirmer que les compétences ne sont donc pas transférables en tant que telles d'un jeu à l'autre, donc elles ne le sont pas non plus d'un jeu à une activité purement mathématique. Ces résultats ne sont pas réellement significatifs car le public testé était restreint et d'autres expérimentations seraient les bienvenues.

Mots-clés : raisonnement, jeu, mathématiques, élèves, compétences

Abstract :

During my theoretical research, I firstly interested myself in what a game could be. It is largely exploited in preschool but then it has less and less place in class. Facing the issues that our school actually knows, this medium is to be questioned. Is it a medium that we have to promote ?

The experimentation of this report has been done in CE2, end of the second cycle, in which the game is usually not highlighted. The skills I wanted to work on were skills connected to mathematical debate (reasoning, argumentating, proving) and, further to the first game, many pupils had reached those skills. However, during the second game, it is notable that, in my research, pupils haven't remobilise what they had learned. Results of my experimentation can confirm that skills are not transferable from one game to another game and from one game to a purely mathematical activity. Those results are not really significant and other experimentations would be necessary.

Key-words : reasoning, game, mathematics, pupils, skills

SOMMAIRE

Introduction.	6
I- Un cadre théorique.	7
1) Qu'est-ce-que le jeu ?	7
2) Classification du jeu.	8
3) La place du jeu dans nos écoles.	9
4) Un jeu mathématique : la course à vingt.	13
5) Un second jeu mathématique : le chocolat empoisonné.	16
II. Une recherche professionnelle.	21
1) Les participants.	21
2) Déroulement de l'activité : la course à vingt.	22
3) Données recueillies et analyse.	23
4) Les conclusions de mon analyse.	31
Conclusion.	34
Bibliographie.	35
Annexe.	36

Introduction

Les mathématiques, à l'école, sont régulièrement considérés comme une discipline ennuyeuse et rébarbative, en contradiction avec les disciplines artistiques et sportives. En effet, l'usage des mathématiques à l'école se fait dans des cadres souvent stricts et parfois assez abstraits. L'utilisation des nombres en tant que tels, sans mise en contexte et dans des exercices monotones et répétitifs ne suscite pas, en général, l'intérêt et la motivation des élèves. Dans une école où le décrochage est fort et où les inégalités se creusent, n'est-il pas du devoir des enseignants de se mettre au niveau de leurs élèves et de leur proposer des activités auxquelles ils s'attacheraient sans même y penser ?

Cet objectif d'intéresser les élèves fait à priori consensus au sein de la communauté éducative. Mais alors pourquoi les mathématiques sont-ils toujours un symbole de l'échec scolaire en France ? L'enquête Timss a révélé, il y a peu, que les élèves français sont les moins bons en mathématiques et sciences en Europe. En interrogeant mon entourage, j'ai réalisé à quel point l'apprentissage des mathématiques est ou a été mal vécu. Il semble que les personnes ayant rencontré une difficulté en mathématiques se soient senties aspirées dans une sorte de spirale infernale. En effet, les apprentissages sont extrêmement liés entre eux dans cette discipline. Si le nombre n'est pas construit, il sera réellement difficile pour un enfant de réussir à calculer correctement, puisqu'il ne comprendra pas les relations entre les unités et les dizaines ou les centaines par exemple. Il éprouvera donc des difficultés à la fois en numération et en calcul. A cela peuvent s'ajouter des difficultés en géométrie et en grandeurs et mesures, puisque les grands nombres y interviennent très fréquemment. Ainsi, si la difficulté s'avère dans un domaine, elle s'étendra rapidement à tous les domaines de la discipline, provoquant alors une démotivation et un désintérêt pour celle-ci. Il est important d'utiliser des supports pour lesquels tous les élèves, ceux ayant un bon niveau mais aussi ceux ayant des difficultés, aient une attraction afin de leur redonner une implication. C'est pourquoi j'ai choisi d'analyser un support relativement universel pour les enfants : le jeu.

Comment le jeu peut-il permettre de construire des apprentissages, plus particulièrement en mathématiques et au cycle 2 ?

I – Un cadre théorique

1) Qu'est-ce-que le jeu ?

Le mot « jeu » vient du latin « jocus » qui signifie plaisanterie, badinage. Il est donc immédiatement lié, de par ses origines, au divertissement. Le mot jeu est également lié au mot latin « ludus » qui signifie à la fois jeu et école, et d'où découle, entre autres, ludothèque ou bien ludique.

La définition du mot est cependant bien plus controversée que cela. Effectivement, « jeu » semble être réellement polysémique. Le dictionnaire Larousse recense, à lui seul, une vingtaine de définitions différentes. Pour exemple, voici l'une d'entre elles : le jeu est une *activité de loisir soumise à des règles conventionnelles, comportant gagnant(s) et perdant(s) et où interviennent, de façon variable, les qualités physiques ou intellectuelles, l'adresse, l'habileté et le hasard*. Le jeu est donc un divertissement réglementé, qui implique, pour gagner, de posséder des compétences ou bien d'avoir de la chance. Si le jeu demande des savoir-faire et des savoir-être, n'est-il pas aussi un support pour en acquérir ? A force d'y exercer sa logique, de persévérer, le jeu ne serait-il finalement pas, par définition, un moyen d'apprendre ?

Selon Roger Caillois, écrivain et sociologue du 20ème siècle, le jeu est une activité libre, séparée, incertaine, improductive, réglée et fictive. Pour lui, le jeu est une transition entre la nature et la culture, entre l'instinct et la norme sociale. Il permet aux individus de se socialiser et serait donc plus qu'essentiel pour l'enfant.

Le jeu existe depuis toujours mais la représentation que la société en a a beaucoup évolué : d'abord symbole de frivolité et donc de méfiance, puis symbole de plaisir, et enfin, depuis le 19è siècle : un élément controversé. Quand Rousseau y voit un moyen d'expression pur de l'enfant, Friedrich Fröbel, l'inventeur du jardin d'enfants, considère le jeu comme une activité sérieuse et va même jusqu'à dire que le jeu est le témoignage de l'intelligence de l'homme chez les enfants en bas âge.

Pour Piaget, le jeu est un moyen de découvrir et de comprendre le monde. Selon l'âge de

l'enfant, le jeu n'a pas le même sens. Durant la période qui nous intéresse, de 4 à 11 ans, c'est-à-dire la période sociale, l'enfant pratique des jeux à règles, jouer lui permet alors de comprendre et de tester la réalité sans en éprouver les conséquences qui pourraient survenir dans le réel.

F. Boule, dans son article « Jeux mathématiques et enfants en difficulté » explique qu'est jeu uniquement ce que l'enfant accepte en tant que tel. C'est donc un support très subjectif et qui, même s'il est considéré comme un jeu pour l'adulte le proposant, il peut tout à fait être rejeté par l'enfant.

2) Classification du jeu

Roger Caillois a entrepris de classifier les jeux et de les regrouper en quatre catégories :

- Aléa. C'est un jeu de hasard total. Rien ne dépend du joueur, tout est décidé par le hasard. C'est un jeu qui est arbitraire, il n'est pas logique et n'implique finalement pas de compétition puisque les joueurs ne peuvent pas être animés par un désir de victoire, ils n'ont pas la main sur le jeu.

- Agon. A l'inverse de l'aléa, les joueurs ont une influence sur le jeu et ressentent donc un besoin de gagner, un besoin narcissique d'être le meilleur. Pour cela, les joueurs n'hésitent pas à s'entraîner, à persévérer et à faire des efforts pour vaincre l'adversaire. Comme dans l'aléa, les joueurs partent au départ à égalité. Cependant, ici, c'est le jeu et la manière de jouer qui guident le résultat.

- Mimicry. Ce sont les jeux d'imitation, de simulation. C'est un type de jeu où le joueur fait semblant, où il prend un rôle. Jouer à la marchande, par exemple, fait partie de cette catégorie. Le joueur se soumet à une réalité mais il n'a pas besoin de respecter des règles magistrales puisqu'il n'est pas lui-même : il est la personne qu'il incarne.

- Ilinx. Dans cette catégorie sont regroupés les jeux qui entraînent une perte de repères, une perte d'équilibre... Le joueur cherche, pendant le temps du jeu, à s'étourdir, à perdre sa stabilité. Il va par exemple chercher à avoir le tournis en tournant sur lui-même, en jouant à la toupie.

Cependant, ces catégories sont très subjectives, puisque le fameux jeu du Monopoly, par exemple, combine à la fois l'aléa et l'agon : les joueurs subissent le hasard lors du lancer de dé, mais la manière dont ils jouent influence leur résultat : c'est eux qui décident si ils doivent

ou non acheter le terrain sur lequel ils passent. Le hasard et la stratégie sont tous deux appelés dans ce type de jeux.

J.-B. Pontalis, dans la préface de l'ouvrage *Jeu et réalité* (*Playing and reality* dans sa version originale) écrit par D. W. Winnicott, , insiste sur la distinction que fait l'auteur entre « game », « play », qui sont des mots difficilement traduisibles en français puisque l'on utilise le même mot pour les désigner : « jeu ». Winnicott indique en effet que le terme « game » renvoie au jeu régi par des règles tandis que « play » fait référence au jeu auquel nous jouons librement, qui se déploie seul, sans règlement et qui implique donc, à certains moments, des désaccords entre les participants mais pas de tricherie. Winnicott classerait donc les jeux selon qu'ils appartiennent au « game » ou au « play ». Nous pouvons imaginer, par exemple, que jouer à la dînette fait partie de la catégorie « play », puisque l'enfant s'y implique sans besoin de connaître un règlement quelconque. Au contraire, les jeux tels que la balle au prisonnier ou bien les jeux de société tels que le jeu de l'oie sont inclus dans la partie « game » puisque l'on ne peut y jouer que lorsque tous les joueurs sont bien au courant des règles, afin qu'il n'y ait pas d'injustice entre les participants.

Bien que le jeu soit, par sa définition, sujet à controverse, il est certain que nous sommes tous capables de reconnaître ce qu'est un jeu et ce qui n'en est pas. Par notre vécu, notre expérience sociale, nous avons tous été amenés un jour à nous confronter au jeu, à l'expérimenter. Certains, peut-être, ne se rappellent pas des jeux auxquels ils jouaient, mais personne ne peut oublier le plaisir ressenti lorsque l'on joue. C'est cette notion de plaisir que je souhaite pour mes élèves. En tant qu'enseignante, je suis attachée au fait que mes élèves arrivent dans notre classe avec le sourire et en courant, plutôt qu'à reculons.

3) La place du jeu dans nos écoles

Le jeu occupe une place prépondérante au cycle 1. Effectivement, il semble reconnu comme étant le moyen d'apprentissage à privilégier, notamment pour le langage mais pour bien d'autres domaines... Ainsi, dans les programmes officiels, une catégorie entière est réservée au jeu, sous des termes explicites : « apprendre en jouant ». Le ministère indique ainsi que le jeu est un support qui permet à l'enfant d'expérimenter et qui contribue à des

apprentissages transversaux tels que l'imagination, l'autonomie, ou bien la communication. Il est même officiellement demandé aux enseignants de maternelle, dans les programmes, d'encourager au jeu en l'intégrant en tant que tel à l'emploi du temps et en lui consacrant donc un temps bien spécifique. Ainsi, dès les programmes de 1986, le terme « jeu » occupe une petite place dans les programmes. Cependant, il est recommandé uniquement pour les disciplines artistiques et en éducation physique et sportive. Les jeux sont des jeux qui visent des apprentissages bien précis, tels que le repérage des syllabes par exemple.

Dans les programmes de 1995, le mot « jeu » est bien présent en ce qui concerne la maternelle. Cependant, l'utilisation du jeu est sujet à controverse puisque bien que le jeu semble être promu dans ce texte, il est bien signalé que le jeu n'est pas exclusif et que l'enseignant doit être vigilant quant à la finalité du jeu. Le jeu doit donc être utilisé pour un objectif clairement réfléchi et annoncé.

Cependant, ces programmes sont à présent bien loin du nous, et tous les jeux, dans les programmes de 2015, sont bienvenus : « jeux symboliques, jeux d'exploration, jeux de construction et de manipulation, jeux collectifs et jeux de société, jeux fabriqués et inventés, etc... ». Depuis les années 1990, notre vision de l'école a donc beaucoup évolué, en ce qui concerne la maternelle.

Mais pour l'élémentaire, la place du jeu n'a pas beaucoup changé... Au cycle 2, dans les programmes de 2016, le terme « jeu » n'est utilisé que pour évoquer le jeu théâtral, ou bien des activités physiques et sportives. Le jeu est également conseillé pour l'apprentissage d'une langue vivante, sous forme de jeu de rôles. Quelques jeux apparaissent en géométrie, très succinctement.

Pense-t-on alors qu'une fois la barrière du CP franchie, les élèves ne sont plus des enfants, et jouer n'est donc plus leur vocation ? Entre 6 et 8 ans, l'enfant développe sa vision du monde, il développe aussi et surtout sa socialisation : il commence à pouvoir se décentrer et à se mettre à la place de l'autre, à deviner ses intentions. Le jeu n'en devient alors que plus intéressant, puisque les deux joueurs se prennent en compte.

Avec la montée en puissance du numérique dans le quotidien de nos élèves, de nouvelles pistes pédagogiques sont actuellement étudiées, en lien avec le jeu. C'est ce que les américains appellent « Serious Games » : des jeux sérieux. Le Serious Game, selon le CERIMES (Centre de ressources et d'information sur les multimédias pour l'enseignement supérieur) est une « déclinaison utile du jeu vidéo au service des professionnels », plus précisément, c'est une « application développée à partir des technologies avancées du jeu vidéo (...) mais qui dépasse la seule dimension du divertissement ». D'abord utilisée pour de la formation professionnelle, ces jeux ont ensuite été développés pour l'enseignement supérieur et sont à l'étude pour le primaire et le secondaire. Sur internet, quelques pistes pédagogiques sont proposées, mais elles sont encore rares.

F. Boule s'interroge sur la possible utilisation du jeu afin de permettre à l'enfant de renouer avec les apprentissages. Un jeu a évidemment un but explicite pour le joueur mais il peut aussi en avoir un différent pour l'adulte qui propose le jeu. L'enseignant peut donc viser des compétences transversales ou non tandis que l'enfant aura pour but de gagner et non pas d'atteindre une compétence précise. Parfois, il n'aura même pas conscience de l'objectif visé par son professeur. Il faut par ailleurs être vigilant à ce que le jeu reste intéressant et ludique et, pour cela, qu'il contienne des variables dans les règles et/ou dans l'utilisation qui en est fait. En effet, le jeu peut « s'user » et alors il devient simplement une répétition machinale des résultats déjà rencontrés. Cela peut donc être intéressant pour faire assimiler des notions très répétitives telles que les tables d'addition ou de multiplication, puisque cela engendre inévitablement une mémorisation des résultats.

Jeanne Bolon prend l'exemple du jeu des chemins, en petite section, qui est un jeu de hasard avec l'aléa du dé. Elle nous indique, dans son article, les différentes caractéristiques qui permettent d'analyser un jeu. Tout d'abord, il est important de définir les modalités du jeu, c'est-à-dire le niveau pratique : but du jeu, nombre de joueurs, comment se termine le jeu, etc... Ensuite, il y a un niveau stratégique : que faut-il savoir pour jouer ? Par exemple : comment circule le dé ? Quels sont les déplacements autorisés ? Cela est indispensable pour que les joueurs puissent se créer un mode de jeu et réfléchir à leurs actions avant de les effectuer. Cela leur permet de connaître à l'avance leurs possibilités, ainsi que les conséquences de ce qu'ils vont effectuer. Puis, il est important de dissocier le jeu de hasard du

jeu de stratégie. Le hasard entraînera évidemment moins de réflexion chez le joueur qu'un jeu de stratégie. Cependant, les jeux de hasard n'en sont pas forcément moins intéressants. Jeanne Bolon nous emmène ensuite dans un autre côté de l'analyse du jeu : c'est la partie de l'enseignant. Effectivement, avant de mettre en place un jeu mathématique, il est extrêmement important que celui-ci ait réfléchi aux savoirs mathématiques qu'il fera émerger lors du « jeu interrompu ». L'auteure explique que le rôle de l'enseignant est, à certains moments, d'arrêter le jeu en plein milieu afin de permettre un temps de réflexion pour les joueurs. Par exemple, lors d'un jeu de stratégie, l'enseignant va poser la question « Que vas-tu faire à ce moment ? Pourquoi ? » : l'élève devra alors expliciter sa démarche et mettre des mots sur sa stratégie. Dans un jeu de hasard, l'adulte demandera « Quelle situation voudrais-tu voir apparaître ? Pourquoi ? ». L'élève sera donc contraint de réfléchir au jeu et d'expliquer quelle situation lui permettrait de gagner. Il élabore en quelque sorte une stratégie, bien que celle-ci soit dépendante du hasard. Dans les deux types de jeux, l'enfant devra établir une planification du jeu, indispensable pour se projeter. Enfin, Jeanne Bolon aborde l'évaluation, complexe dans le cas des jeux mathématiques. Comment évaluer des compétences aussi transversales que celles abordées dans les jeux tels que celui des chemins ? Cela semble compliqué, surtout dans les petites classes, où les élèves n'écrivent ni ne lisent. Elle termine par expliquer que, la conception des jeux étant coûteuse en temps, il ne faut pas le supprimer dès qu'il semble trop facile pour les élèves. Il est souhaitable de réfléchir à des variantes à introduire : des variantes plus simples afin de permettre aux élèves plus faibles d'expliquer plus facilement leurs stratégies (avec moins de règles par exemple) ainsi que des variantes compliquant le jeu pour éviter que celui-ci ne s'use. Par cet aspect, J. Bolon rejoint les propos de F. Boule.

Nicole Bonnet a mené une expérience auprès des enfants d'une classe de CM1/CM2, en Z.E.P à Nevers. Elle s'est questionnée sur l'apprentissage des tables de multiplication chez des enfants parfois en difficulté et/ou réfractaires. C'est en passant par le jeu qu'elle a choisi de leur faire mémoriser ces tables grâce à un mécanisme « j'apprends pour jouer, je joue pour apprendre » : l'apprentissage des tables étant nécessaire pour pouvoir jouer, et le jeu permettant la mémorisation et l'ancrage des tables de multiplication. Les élèves ont un support : la table de Pythagore, auquel ils peuvent se référer en cas de doute sur un résultat. Cependant, ils sont rapidement contraints d'abandonner la recherche de produits dans cette table car cela représente une perte de temps importante. Le besoin d'apprentissage des tables

de multiplication émerge alors, et les élèves éprouvent une plus grande motivation à les apprendre, pour jouer mieux et plus vite. Ils « mémorisent donc pour jouer, sans se rendre compte qu'ils jouent finalement pour mémoriser ces tables ».

4) Un jeu mathématique : la course à vingt.

La course à vingt est un jeu qui peut être utilisé au cycle 3, un cycle où il est assez rare que les élèves jouent, car ils ont besoin de se préparer à l'entrée au collège, et donc les situations ludiques sont beaucoup moins encouragées par les programmes qu'en maternelle par exemple. Or, il existe des jeux, comme celui de la course à vingt, qui permettent réellement à l'élève de comprendre ce qui sera attendu de lui dans les classes supérieures : réfléchir et élaborer des théorèmes. En fin de cycle 2, ce jeu est tout à fait réalisable, le seul pré-requis étant de savoir itérer.

Le but de ce jeu est de réussir à dire 20 en ajoutant 1 ou 2 au nombre dit par l'autre. L'objectif de l'enseignant, en proposant cette situation aux élèves est de permettre la découverte et la démonstration de théorèmes. C'est pourquoi ce jeu est très intéressant : il fait entrer les élèves dans une recherche avec des discussions. La progression du jeu les oblige à prouver et à ne pas rester sur des représentations erronées.

Guy Brousseau, dans la *Théorie des situations didactiques*, explicite les différentes phases de jeu à suivre afin de permettre les apprentissages. Il indique qu'il faut jouer en quatre phases. Tout d'abord, il est nécessaire d'expliquer les règles avant de jouer. Premièrement, cette explication se fait par le professeur, qui donne le but du jeu. Ensuite, un exemple est joué par le professeur avec l'un des élèves, et pour terminer, un élève joue avec un autre élève face à la classe. Effectivement, l'exemple entre pairs permet aux autres élèves de comprendre réellement ce qui va être fait et permet également au professeur de se retirer du jeu. Par la suite, en deuxième phase, il s'agit du jeu à un contre un. Cette étape fait l'objet d'une prise de conscience : le hasard n'est pas la meilleure stratégie. Il est possible de se projeter dans le jeu. Certains joueurs vont, petit à petit, trouver des nombres forcément gagnants. Par exemple le nombre 17 : un joueur va rapidement comprendre que s'il dit 17, il a forcément gagné. En effet, l'adversaire dira soit 18, soit 19, et dans les deux cas, il sera possible d'atteindre 20 au

prochain tour. C'est un raisonnement par disjonction des cas. Lors de la troisième phase de jeu, les élèves sont regroupés en deux équipes qui se confrontent. A chaque tour, un élève de l'équipe A affronte un élève de l'équipe B. L'objectif est alors de favoriser l'apparition de stratégies grâce à la discussion et à la concertation au sein de l'équipe. Tous les membres d'une équipe jouent dans un même but : gagner à chaque tour afin de remporter le plus de points possibles et gagner le jeu entier. Ainsi, les membres qui ont réussi à élaborer une stratégie en deuxième phase vont pouvoir la présenter à leurs camarades, et leur en montrer l'intérêt afin que ceux-ci l'adoptent. Enfin, la dernière phase du jeu, et probablement la plus intéressante, consiste en un jeu de validation. Chaque équipe donne une hypothèse, et doit la vérifier, soit en jouant, soit par une preuve intellectuelle (c'est-à-dire en expliquant le jeu sans manipulation), afin de gagner 1 point. Les nombres qui permettent de gagner sont alors mis en évidence.

G. Brousseau a également expliqué ces différentes phases plus en détail :

- la consigne (que l'auteur assimile à la règle): le professeur donne uniquement les règles les plus importantes, c'est-à-dire que l'on doit ajouter 1 ou 2 au nombre dit par son adversaire, et que le but est d'arriver à 20 exactement. En effet, il n'est pas souhaitable de s'attarder sur l'explication des règles du jeu, jouer « pour rien » étant beaucoup plus efficace puisque cela ne nécessite aucun vocabulaire nouveau et cela est également beaucoup moins long et plus explicite. Cependant, il ne faut pas qu'il y ait simplement un jeu entre le professeur et l'élève mais également entre les deux élèves : il faut faire jouer. Les élèves ne connaissant pas le jeu ne joueront pas, du moins au début, comme le professeur qui, lui, connaît toutes les règles et stratégies. Pendant que les élèves jouent, l'adulte peut intervenir afin d'énoncer les règles lors de situations concrètes (par exemple : que fait-on à ce moment précis, dans cette situation?). Les règles données doivent être en corrélation avec la situation vécue afin que les règles « du professeur » soient les mêmes que les règles intériorisées par l'enfant. En effet, cette adéquation évite une rétroaction de la consigne, c'est-à-dire que le professeur doit répéter la règle car l'élève ne l'applique pas correctement car il l'a mal comprise. Le rôle du professeur, à ce moment, est celui du juge ou bien de l'arbitre : il est là pour faire respecter le règlement.

- l'action (qui regroupe le jeu en un contre un et par équipes)

- lors du un contre un, la prise de décision est totalement immédiate. Le joueur doit

décider par lui-même, et sans avis extérieur. Il raisonne seul et la situation se modifie à chaque coup. Le but pour l'enfant est double. Effectivement, il doit à la fois essayer de gagner mais aussi empêcher l'autre de gagner. Comme dans le célèbre jeu du puissance 4, il faut en même temps tenter de construire une tour de 4 pièces, mais aussi éviter de construire des échelles qui pourraient permettre à l'adversaire de gagner. Les stratégies employées par les joueurs sont confirmées ou infirmées en jouant. L'enfant se construit en effet un modèle, des représentations, avec ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas. Peu à peu, certains nombres prennent de l'importance (d'abord le 17, puis le 14), car l'enfant comprend que ce sont des nombres gagnants. Le modèle construit par le joueur est implicite : il n'a pas conscience des règles qui se sont établies en lui-même, du moins, il ne prend pas conscience de la raison de la victoire : il ne pourra par exemple pas répondre à une question comme « pourquoi le 14 te fait-il gagner ? ». Il utilise le 14 parce que l'expérience lui a montré que cela était concluant, mais il ne sait pas pourquoi ça l'est. Les modèles implicites ont une grande place dans les apprentissages, et cela est dangereux car, parfois, certains élèves se construisent des modèles erronés afin de justifier des savoir-faire acquis. Par exemple, certains élèves vont être capable d'effectuer des opérations avec des nombres décimaux car ils ont assimilé la technique, mais ils ne mettent pas de sens derrière, ou bien une représentation erronée. Ils ne comprennent donc pas réellement ce qui se joue derrière leurs actions. C'est pourquoi il faut absolument faire expliciter aux élèves ce qu'ils ont compris. La question « pourquoi fais-tu cela ? » est le meilleur moyen de savoir si l'élève a compris en profondeur ce qu'il sait faire.

- le jeu en équipe contre équipe est différent puisqu'il est beaucoup moins spontané et beaucoup plus réfléchi. Il fait apparaître la nécessité d'anticiper avec une prise de conscience des stratégies à utiliser. Le fait d'être intégré à une équipe fait apparaître deux types de rétroaction : une rétroaction se fait directement par la situation puisqu'elle valide, ou non, le choix effectué par le joueur. Une autre rétroaction est immédiate par l'équipe, pendant la formulation avant de jouer, les coéquipiers peuvent ne pas comprendre la stratégie choisie et le signalent alors. La formulation est le seul moyen de faire appliquer une stratégie par le représentant de l'équipe : il est donc indispensable que celui-ci (au moins) la comprenne. Cette formulation est très facile dans ce jeu puisqu'elle consiste à dire « il faut jouer tel nombre ». Cependant, la justification peut être difficile : « il faut jouer tel nombre » « pourquoi ? ». La conviction peut alors se faire par différents moyens : l'autorité, la

rhétorique, le pragmatisme, la validité ou la logique.

- la validation grâce au « jeu de la découverte » : c'est lors de cette étape que les élèves élaborent des théorèmes. Ils proposent leurs hypothèses en fonction des situations jouées et des stratégies qu'ils ont pu tester. Le fait d'énoncer une hypothèse peut permettre à une équipe de gagner le point qu'ils mettent alors en jeu, mais cela leur fait aussi prendre le risque de laisser le point à l'équipe adverse si cette hypothèse n'est pas validée.

Exemple du jeu de la découverte :

Énoncé à l'étude		Énoncés retenus
Équipe A	Équipe B	1) 17 gagne
Propose : « 17 gagne »	D'accord	2) 14 gagne
Pas d'accord	Propose « 18 gagne »	
Propose « 14 gagne »	D'accord	

Le score de l'équipe A est alors de 3 points (2 points pour leurs hypothèses validées et 1 point volé à l'équipe B lors de leur hypothèse non validée).

- la preuve : elle est nécessaire en mathématiques car la validation ne se fait pas avec les normes sociales. Dans le jeu de la découverte, elle est indispensable puisque l'on peut se retrouver face à un joueur qui n'est pas d'accord avec une hypothèse car il l'a invalidé en jouant : « J'ai joué 14 mais j'ai perdu, donc je ne suis pas d'accord avec le fait que 14 est un nombre gagnant ». La preuve joue alors tout son rôle : « Si tu avais ensuite joué tel nombre puis tel nombre, tu aurais gagné. ». Il faut absolument éviter la rhétorique et l'autorité car c'est la logique qui doit l'emporter. Ainsi, il faut confronter les différentes propositions à la réalité du jeu. La situation doit absolument permettre aux enfants d'évoluer sur leur opinion afin d'éviter que l'un d'eux ne reste bloqué sur un modèle erroné.

5) Un second jeu mathématique : le chocolat empoisonné.

Le chocolat empoisonné est un jeu qui ne requiert pas de connaître les nombres. Il est donc à priori envisageable dès le cycle 1, avec des aménagements et des attendus évidemment différents.

C'est un jeu qui a pour support une grille telle que celle-ci :

				X

On imagine que cette grille est une tablette de chocolat. La case où se trouve un X représente le carré de chocolat empoisonné. Le gagnant est celui qui ne remporte pas le chocolat empoisonné. Le but est donc de donner celui-ci à son adversaire. Les règles sont simples : chaque joueur a le droit d'enlever soit des colonnes, soit des lignes à chaque tour. Par exemple, le joueur rouge peut décider d'enlever les deux premières colonnes :

				X

Le joueur bleu, lui, peut décider de retirer les trois premières lignes :

				X

Chaque joueur joue chacun son tour avec un même but : réfléchir aux futures actions de l'adversaire afin de ne pas se mettre en danger. Afin de réussir à donner le chocolat empoisonné à l'adversaire, la stratégie à employer est de toujours revenir à un carré autour du chocolat empoisonné. Voici un exemple de partie :

Joueur rouge : carré 5 x 5 :

				X

Joueur bleu :

				X

Joueur rouge : carré 3 x 3 :

				X

II – Une recherche professionnelle

1) Les participants.

Actuellement professeur des écoles stagiaires, j'ai choisi d'effectuer cette recherche sur un public que je connais : la classe dont je suis responsable à mi-temps. Il s'agit d'une classe de CE2 composée de 16 élèves : 11 filles et 5 garçons, nés en 2007 ou 2008. Le niveau de la classe est hétérogène : des élèves en difficultés, ayant un niveau moyen ou encore un très bon niveau. Tous les élèves de cette classe sont lecteurs et scripteurs, ce qui est important pour la suite de ma recherche.

En rapport avec cette recherche, j'ai souhaité dresser une carte de ma classe afin d'identifier les différents niveaux des élèves en mathématiques. J'ai mis de côté la géométrie ainsi que les grandeurs et mesures, dont je n'ai pas la charge cette année, afin de me concentrer sur les domaines dont je m'occupe au sein de la classe : la numération et le calcul.

En numération, les élèves les plus en difficultés sont ceux qui n'ont pas compris notre système décimal. Ils ont ainsi des difficultés à lire un nombre ou à l'écrire sous la dictée. Notamment, sur une consigne orale de type « Ecris le nombre 92 en chiffres. », ces élèves n'écrivent rien, ou bien écrivent « 812 » ou « 82 ».

J'ai pu également noter que les quatre élèves étant en difficulté en numération le sont également en calcul, et plus précisément en calcul mental et réfléchi. Cependant, cela n'est pas réciproque : certains élèves en difficultés en calcul ne présentent pas de difficulté en numération. La principale difficulté en calcul est la distinction entre calcul automatisé et calcul réfléchi. En effet, certains élèves vont tenter de trouver des stratégies pour tous les calculs, y compris les plus simples. Par exemple, pour $6 + 5$, au lieu d'apprendre le résultat par cœur, certains vont s'appuyer sur le double $6 + 6$ puis enlever 1. Cela demande à certains élèves beaucoup de réflexion et entraîne régulièrement des erreurs.

De plus, les élèves en difficulté en numération ne parviennent pas à se représenter le nombre demandé ainsi que l'opération à réaliser. Ainsi, des calculs simples tels qu'une addition $22 + 10$ vont s'avérer très difficiles pour eux car la plupart d'entre eux utilisent toujours la méthode du surcomptage et n'utilisent pas de stratégie, soit à cause d'un manque de compréhension,

soit à cause de la difficulté de la mise en œuvre de cette stratégie.

Au sein de ma classe, la résolution de problèmes est une difficulté pour beaucoup d'élèves. Les problèmes de type basiques avec compréhension de la question / choix de l'opération / calcul / réponse ont constitué un réel obstacle pour la majorité de la classe avec, notamment, une mauvaise compréhension du sens de l'opération. Après avoir travaillé sur les différents sens (notamment de la soustraction et de la multiplication), les problèmes ont été moins mal perçus et les élèves s'y engagent avec désormais moins d'appréhension et plus de confiance.

Lorsque j'ai remarqué cette difficulté majeure, j'ai choisi de travailler la logique avec les élèves, grâce à de petits jeux piochés notamment dans le manuel 333 jeux de logique paru aux éditions Accès et qui ont beaucoup aidé mes élèves à mener une réflexion organisée, à s'appuyer sur des déductions et des liens logiques.

Suite à ces jeux de logique, j'ai choisi de mettre en place le jeu de la course à vingt (expliqué en partie I.4)). J'ai effectivement souhaité développer les compétences du débat mathématique chez mes élèves afin qu'ils soient plus à même de raisonner et de justifier par des preuves mathématiques.

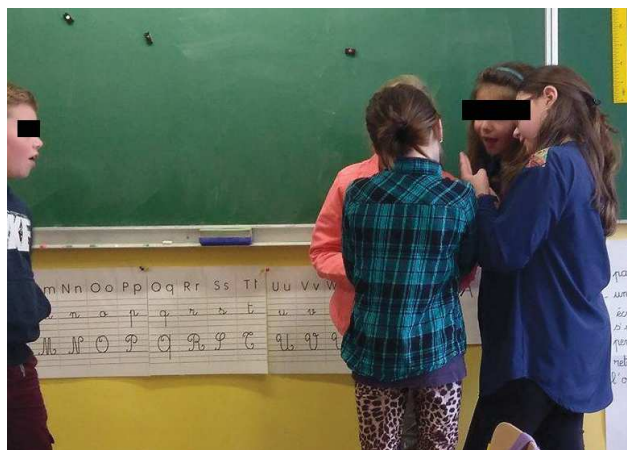
2) Déroulement de l'activité : la course à vingt.

a) La consigne et la mise en activité un contre un

Lors de la première séance, j'ai appliqué les recommandations de Guy Brousseau : j'ai d'abord expliqué la consigne très simplement, avec les ajouts successifs de 1 et 2. Puis, j'ai demandé à deux élèves (choisis arbitrairement par rapport à leur niveau en calcul afin d'avoir un exemple clair). Les élèves se sont ensuite répartis en quatre groupes d'activités et l'un des groupes jouait à la course à 20 durant une quinzaine de minutes. Chaque élève a donc rencontré trois partenaires différents avec qui il a joué durant cinq minutes. Cela me permettait de pouvoir écouter (sans intervenir) les conversations entre adversaires. J'ai également pu enregistrer certaines de leurs stratégies. A priori, je pensais que, pour un grand nombre d'élèves, le nombre gagnant 17 émergerait très rapidement. J'avais donc prévu de leur laisser quinze minutes de jeu, contre trois adversaires différents (soit cinq minutes par binôme).

b) L'action en équipes

Nous avons formé quatre équipes aléatoires de quatre élèves. Pendant que l'équipe A et l'équipe B s'affrontent, les équipes C et D ont rôle de spectateur. Deux élèves spectateurs sont également chargés de noter les nombres choisis par chaque équipe afin de garder une trace des parties. Les équipes qui s'affrontent ont chacune nommé un représentant qui sera leur porte-parole et qui annoncera le nombre choisi. Ces représentants doivent consulter leur équipe avant d'annoncer le nombre.



Une équipe se concerte.

c) le jeu de la découverte

Pour ce jeu, nous avons séparé la classe en deux équipes de 8. Comme énoncé en partie I. 4), chaque équipe énonçait une hypothèse, avec laquelle la seconde équipe était ou non d'accord. Afin de gagner le point, l'équipe ayant proposé un énoncé à l'étude doit pouvoir le justifier par une preuve mathématique. L'équipe adverse peut alors contrer cet énoncé en donnant un contre-exemple. Pour ce jeu, je m'attendais à ce que quelques élèves prennent le rôle de leader et monopolisent la parole. J'ai donc choisi de nommer deux élèves (volontairement plus faibles) porte-paroles pour chaque équipe, afin de créer des interactions au sein des équipes.

3) Données recueillies et analyse.

A. La course à vingt.

Les données que j'ai pu recueillir ont été différentes lors des trois phases de jeux.

a) Le jeu en un contre un et en équipes contre équipes

Lors de la phase de jeu en individuel, j'ai pu enregistrer les propos de certains élèves qui m'expliquaient leur stratégie.

Plusieurs stratégies se basaient sur une partie précise, c'est alors que j'ai réalisé que certains élèves avaient besoin de jouer plus longtemps et plus de parties pour émettre une hypothèse. Par exemple : « Quand j'ai joué avec Ambre, c'est elle qui a commencé [ce qui signifie « dire 0 »], et on a toutes les deux dit +2 et elle a gagné donc pour gagner il faut commencer. ». Cette élève se base sur des suppositions : celui qui commence gagne effectivement mais uniquement si l'autre annonce bien +2 à chaque tour. On voit ici une représentation d'élève de ce qu'est une stratégie et de ce qui la justifie. Sans penser à la possibilité que l'adversaire n'aille pas dans ce sens, cette élève croit que le seul moyen de gagner est que les deux joueurs annoncent +2 chacun leur tour. Elle n'a donc sûrement pas suffisamment expérimenté le jeu pour se rendre compte qu'elle pouvait gagner dans d'autres circonstances. Déconstruire cette représentation est d'autant plus difficile qu'effectivement, sa stratégie est la bonne dans ce cas précis. Cependant, il faudra lui rappeler que ce n'est pas elle qui choisit qui commence, et qu'elle ne peut pas impacter le choix de son adversaire.

A la suite des un contre un, je leur ai également demandé d'écrire leurs stratégies en leur posant la question : « Comment fais-tu pour être sûr de gagner ? ». J'ai alors eu 16 réponses, plus ou moins justifiées. J'ai pu classer ces 16 réponses en quatre catégories :

- les réponses faisant référence au hasard, ou en tout cas qui n'explicitaient pas de stratégies ;
- les réponses énonçant des stratégies erronées ;
- les réponses faisant émerger le nombre 17 comme étant gagnant, mais sans aucune explication ;
- les réponses faisant émerger le nombre 17 comme étant gagnant, avec justification ou explication.

Ainsi, j'ai obtenu trois réponses ne faisant pas référence à une stratégie :

- « Pour gagner, il faut bien réfléchir avant de dire le nombre. » (après questionnement, l'élève ne savait pas répondre à « A quoi réfléchis-tu avant de dire le nombre ? »).

Ambre - « Pour le jeu de la course à vingt, il faut être bien concentré. ». Deux hypothèses non vérifiables pour cette réponse : soit l'élève croit que c'est le hasard qui décide du gagnant, soit l'élève ne s'est pas constituée de stratégie car elle n'a pas joué assez longtemps.

Enzo : - « Je ne sais pas si c'est le hasard ou pas. » L'élève est en train de comprendre qu'il est possible qu'il soit responsable de sa victoire ou de sa défaite. Il se questionne sur son rôle dans le jeu.

Puis, je me suis intéressée aux réponses erronées et plus particulièrement à leurs justifications : j'ai également obtenu trois réponses de ce type :

- Levy : « Ma stratégie, c'est que j'attends que mon adversaire dise 10, et là je sais que je vais gagner. ». Il semble que l'élève ait vérifié son hypothèse en jouant. Le hasard a fait qu'à chaque fois qu'il a annoncé 10, il a effectivement gagné. L'élève ne cherche alors pas de preuve, il s'en remet à son expérience qui lui a montré que 10 était gagnant.

- Iris : « Il faut que ce soit l'autre qui dise 0 mais attention, il ne faut surtout pas dire 18. » On trouve ici une compréhension du jeu par la négative : l'élève ne sait pas exactement ce qu'il faut faire mais par contre, elle a bien compris que 18 faisait perdre. On peut penser que dans quelques parties, cette élève prendra conscience de l'efficacité du nombre 17. Cependant, la personne qui commence est toujours déterminante selon elle, à ce stade du jeu.

- Agathe : « Parfois il faut dire +2 et parfois il faut dire +1 pour aller moins vite à 20 ». L'élève a perçu que dire +2 faisait avancer plus vite le jeu, et cela semble représenter un danger pour elle. Elle ne sait pas expliciter à quel moment il faut dire +1 et à quel moment il faut dire +2 mais elle a pris conscience que plus on s'approche de 20 et plus il faut réfléchir pour ne pas perdre car nous avons alors moins de possibilités pour nous rattraper.

Les dix autres réponses obtenues faisaient bien référence au 17, nombre gagnant. Cependant, dans ces dix copies, il m'est apparu nécessaire de différencier les copies dans lesquelles j'ai pu comprendre la démarche qui émanait de l'élève, et celles où il n'y avait pas d'explication ou de justification.

Deux élèves n'ont ainsi absolument pas expliqué comment elles en étaient arrivées à définir 17 comme nombre gagnant :

- Camille : « Moi, j'ai remarqué qu'il faut arriver à 17 pour que son adversaire soit piégé ». L'élève en reste à une observation, à un constat. Elle n'a pas encore compris la relation entre le 17 et le 20.

- Youna : « Ma stratégie c'est qu'il faut arriver à 17 pour que ça soit plus facile. ». Ici, l'élève n'a pas totalement repéré 17 comme étant gagnant. Elle trouve cela plus facile une fois le 17 énoncé, mais elle n'a pas encore repéré que le fait de dire 17 faisait forcément gagner.

Enfin, les huit derniers élèves explicitent leur démarche et justifient leurs propos, ils sont alors dans un raisonnement par disjonction des cas : « je dis 17, si l'autre dit +1, alors je dis +2, et si l'autre dit +2, alors je dis +1 ». Il est à noter que le premier élève à avoir compris la démarche gagnante est l'élève qui est le plus en difficulté au sein de la classe : il possède effectivement des difficultés dans toutes les disciplines, y compris en calcul. Cependant, dès les premières parties, Benjamin a réussi à comprendre non seulement qu'il fallait adopter une stratégie, mais aussi à trouver cette stratégie. *(voir quelques exemples de stratégies d'élèves en annexe)*

A la fin de cette première séance en un contre un, j'ai donc pu m'apercevoir que seuls 8 élèves avaient repéré et compris le fait que 17 soit un nombre gagnant. J'ai alors décidé de mener une autre séance en un contre un afin de faire émerger cela chez la majorité des élèves. Je souhaitais également que les élèves ayant compris que 17 était un nombre gagnant trouvent la stratégie du 14 et du 11.

Si, après une autre séance en un contre un et une séance en équipe contre équipe, 14 élèves sur 16 ont réalisé puis compris comment 17 était gagnant (sans étayage de ma part ni de leurs camarades), 2 sont restés imperméables à cette stratégie. Deux raisons ont émané : pour l'une, les difficultés en calcul mental l'ont empêché d'itérer correctement : cette difficulté ralentissait énormément le jeu et sa concentration était fixée sur le calcul plutôt que sur la recherche d'une stratégie gagnante. Pour l'autre, le hasard est resté la cause de la victoire ou de la défaite. Je me suis plus particulièrement intéressée à ce cas puisque je souhaitais voir si le jeu en équipes et si le jeu de la découverte lui ferait prendre conscience qu'il y a bien une stratégie à adopter.

A la suite des deux séances en un contre un et de la séance en équipe contre équipe, le fait que le 14 soit gagnant a émergé chez très peu d'élèves. Contrainte par le temps, j'ai choisi d'en rester au stade du 17 pour pouvoir avancer dans ma recherche. De plus, si trois séances n'avaient pas suffi, j'ai fait la supposition qu'une quatrième séance ne suffirait pas non plus. Ainsi, il aurait fallu que j'étaye et cela n'aurait alors plus eu d'intérêt pour les élèves puisque je leur aurais presque donné la réponse en les induisant. J'ai donc fait le choix d'arrêter le jeu en première phase plutôt que de perdre de son intérêt en étayant. Les élèves doivent trouver par eux-mêmes les cas où ils gagnent et les cas où ils perdent.

b) le jeu de la découverte

Le jeu de la découverte a été difficile pour certains élèves. En effet, toutes leurs stratégies ont été proposées : commencer permet de gagner, toujours dire +2 permet de gagner, dire 18 fait perdre... Lorsque les énoncés à l'étude étaient finalement rejetés par un contre-exemple, les élèves ayant émis l'hypothèse se sentaient parfois lésés. Cependant, tous ont accepté la justification du contre-exemple : à chaque énoncé, soit l'équipe donnait une preuve mathématique, soit nous faisons un contre-exemple.

Par exemple, avec « toujours dire +2 me permet de gagner », deux élèves se sont affrontés, l'équipe B ayant proposé l'hypothèse :

A : 0

B : $0+2 = 2$

A : $2+1 = 3$

B : $3+2 = 5$

A : $5+1 = 6$

B : $6+2 = 8$

A : $8+2 = 10$

B : $10+2 = 12$

A : $12+1 = 13$

B : $14+2 = 15$

A : $15+2 = 17$

L'hypothèse du nombre 17 gagnant ayant été validée, il n'était plus nécessaire pour les élèves d'aller jusqu'à 20. La plupart des parties s'arrêtaient donc au nombre 17 par l'élève perdant réalisant sa défaite. Après vérification que l'élève B ait bien toujours annoncé +2, l'équipe B se rend compte que cette stratégie n'est pas toujours gagnante, puisque c'est l'équipe A qui a remporté cette partie.

Dans le cas de l'hypothèse gagnante « 17 est un nombre gagnant », la justification par preuve mathématique s'est faite ainsi :

« Je suis à 17, si tu dis +1, tu as 18, je dis +2, j'ai 20 et donc je gagne. Je suis à 17, si tu dis +2, tu as 19, je dis +1, j'ai 20 et donc je gagne. Comme tu n'as le droit de dire que +1 ou +2, je

gagne forcément. »

Ce raisonnement par disjonction des cas a été clairement énoncé par le porte-parole d'une équipe. La seconde équipe a accepté que le point aille à l'équipe ayant annoncé l'hypothèse, même l'élève qui donnait un rôle primordial au hasard.

A ce stade du jeu, les compétences du débat mathématique étaient acquises chez 14 élèves. Ils avaient tous bien compris qu'un nombre est gagnant si il est toujours gagnant, et qu'il suffit d'une seule situation où il est perdant pour qu'il ne soit pas gagnant. Ils étaient aussi capable d'expliquer pourquoi 17 était un nombre gagnant (grâce au raisonnement par disjonction des cas). Cependant, je n'avais aucune certitude quant à leur capacité à réinvestir les compétences acquises lors du jeu de la course à vingt, d'autant plus qu'il n'y avait eu aucune intervention de ma part et donc pas de phase d'institutionnalisation. Afin de constater ou non le réinvestissement, j'ai mis en place un second jeu : le jeu du chocolat empoisonné (expliqué en I. 5)).

B. Le transfert des compétences : le jeu du chocolat empoisonné

J'ai choisi, pour faciliter ma recherche et pour être sûre de constater les progrès des élèves, d'utiliser la même méthode que pour la course à vingt : jeu en un contre un, puis jeux en équipe contre équipe, puis jeu de la découverte. J'ai, pour ce jeu, uniquement utilisé les enregistrements audio pour recueillir les représentations les plus intéressantes des élèves car cette méthodologie me semble plus pratique et surtout plus spontanée.

a) le jeu en un contre un et en équipe contre équipe

La présentation du jeu a été faite très simplement et avec le même procédé que pour le jeu de la course à vingt. J'ai donc commencé par expliqué les règles simples : « Voici une tablette de chocolat. La croix représente le carré de chocolat empoisonnée. Pour gagner, il ne faut pas le prendre. A chaque tour, vous pouvez supprimer une ou plusieurs colonnes ou une ou plusieurs lignes. ». J'ai ensuite demandé à deux élèves volontaires de jouer face aux autres. Les élèves se sont ensuite répartis en binômes. Avant de lancer la séance, je pensais que ce jeu serait plus facile pour les élèves

puisqu'il ne mettait pas les nombres en jeu, et qu'il ne faisait pas appel à des compétences de calcul. J'avais donc prévu une seule séance en un contre un. Cependant, suite à cette séance, aucune stratégie n'avait émergé : tous les élèves s'en remettaient au hasard. Or, afin d'obtenir un jeu en équipe contre équipe, il était nécessaire d'avoir quelques stratégies afin de pouvoir les vérifier.

Une deuxième séance en un contre un était donc incontournable. Afin d'accélérer l'émergence des stratégies et d'éviter que les élèves ne donnent trop d'importance au hasard, j'ai choisi de jouer trois parties avec un élève, face au reste de la classe. Voyant que je parvenais à gagner à tous les coups, le fait que le hasard n'était pas responsable de la victoire ou de la défaite a été remarqué par la majorité des élèves. Seul un élève, Enzo, a accordé le même intérêt au hasard que lors de la course à vingt.

Le jeu a donc été relancé avec des questionnements sur les stratégies à employer. Certaines stratégies sont restées similaires à celles de la course à vingt avec, par exemple :

Ambre : « Quand je commence, je gagne et quand elle commence, elle gagne donc il faut commencer pour gagner ! »

Youna : « Il faut en enlever le moins possible, comme ça on ne risque pas de se tromper et après on peut gagner. » : à nouveau, aller le moins vite possible (stratégie que l'on peut comparer à celle d'Agathe qui expliquait qu'il fallait dire +1 pour ne pas se tromper, en ralentissant l'avancée du jeu).

La première stratégie réellement gagnante a été trouvée par seulement deux élèves suite au jeu en un contre un. Voici comment l'un des élèves l'a énoncée :

Melvin : « Pour gagner, il faut arriver à un carré de deux carrés de haut et deux carrés de long. Comme ça, si l'autre [joueur] enlève une ligne, j'enlèverai le dernier carré à côté de celui qui est empoisonné et si l'autre joueur enlève une colonne, j'enlèverai le dernier carré au-dessus de celui qui est empoisonné. » .

Le second élève, Erwan, n'a pas été capable de verbaliser sa stratégie. Cependant, il a réussi à la montrer sur une grille.

Ces élèves ont effectivement utilisé un raisonnement par disjonction des cas.

Cette stratégie, très clairement établie, était évidente à atteindre selon Melvin : « il faut enlever le moins possible jusqu'à ce qu'on arrive près du carré, et après on forme le carré ! », il ajoute également « c'est facile parce que je n'ai pas dit comment je faisais aux autres donc je les bats ! ».

Suite au jeu en un contre un, j'ai proposé le jeu en équipe contre équipe. Cependant, cela n'a pas fonctionné aussi bien que lors du jeu en un contre un. Effectivement, cela n'a pas permis d'avancée au niveau des élèves : seul le groupe de Melvin a compris comment fonctionnait cette stratégie, Erwan n'ayant pas été en capacité de l'expliquer à ses camarades. Aucune nouvelle stratégie n'a émergé lors de cette phase. Cela m'a laissée perplexe quant à la suite du jeu.

b) le jeu de la découverte

Effectivement, lors du jeu de la découverte, toutes les stratégies ont été énoncées, comme lors de la course à vingt. Cependant, la grille est restée hors du questionnement des élèves, comme certains n'avaient pas questionné les nombres lors du jeu précédent. Seul Melvin a prouvé sa stratégie correctement : les autres ne s'appuyaient que sur des parties déjà jouées, avec des raisonnements qui en sont restés à de l'observation. J'ai ainsi pu voir que la plupart des stratégies énoncées commençaient par « Nous avons remarqué que quand on fait ça, on gagne », « A chaque fois que je fais cela, je gagne. » ou bien « Il ne faut pas faire ça sinon on perd. ».

La majorité de la classe est restée assez imperméable à la stratégie de Melvin. Cinq élèves ont voulu tester et, en jouant, ont admis que sa stratégie était la bonne, mais ils ne parvenaient pas à expliquer pourquoi. Les autres ne l'ont pas réellement comprise, probablement car elle était trop abstraite pour eux et, même avec la grille sous les yeux, ils ne comprenaient pas l'intérêt de parvenir à un carré.

4) Les conclusions de mon analyse.

Les deux jeux mis en pratique dans ma classe ont réellement mis les élèves en situation-problème. Le sens de l'activité ne s'est posé à aucun moment, dans une classe où il est d'habitude absolument nécessaire d'explicitier les objectifs pour mettre les élèves au travail : « pourquoi on fait ça ? » est une question qui revient sans cesse au sein de ma classe, probablement parce que les élèves ont été habitués à ce qu'on leur dise l'intérêt des activités.

Le jeu avait du sens en tant que tel : pas besoin de savoir pourquoi on y jouait : la plupart des élèves s'étaient fixé un même but : gagner. Seuls quelques élèves ont appuyé sur le fait que « l'important c'est de jouer, pas de gagner ». Cependant, pour gagner, il faut comprendre le jeu, et réfléchir à comment le mettre à son profit pour remporter la partie.

Le raisonnement par disjonction des cas a été assez évident lors de la course à vingt puisque beaucoup d'élèves ont réussi à expliquer la stratégie et à la verbaliser en s'appuyant sur les joueurs « si il fait ceci, je fais cela, si il fait cela, je fais ceci. ». De plus, le fait de jouer de nombreuses fois leur a permis d'arriver au gré du hasard de nombreuses fois sur le nombre 17 et de constater qu'il était effectivement gagnant. Le jeu du chocolat a été plus compliqué car les cas sont bien plus nombreux et arriver sur le carré involontairement n'arrive que très rarement. Ainsi, il fallait d'abord pouvoir se représenter mentalement les différentes possibilités et cela nécessite une vraie compétence de représentation et de repérage dans l'espace.

Bien que les moments de jeux aient toujours été le mardi à la même heure, et que les séances se soient déroulées selon le même scénario, les élèves n'ont pas été induits et n'ont pas constaté de similitude entre les jeux. L'hypothèse que je fais est que les supports sont radicalement différents : pendant la course à vingt, les élèves s'appuient uniquement sur des nombres et ils n'ont rien entre les mains tandis que pour le chocolat empoisonné, ils monopolisent rapidement leur attention sur la grille. Ainsi, les élèves n'ont pas transféré les compétences de raisonnement qu'ils ont acquises lors de la course à vingt pendant le chocolat empoisonné.

Seul un élève, Melvin, ayant un niveau excellent en mathématiques, a trouvé rapidement les

stratégies des deux jeux. Il a utilisé le même raisonnement (par disjonction des cas) au cours de ceux-ci.

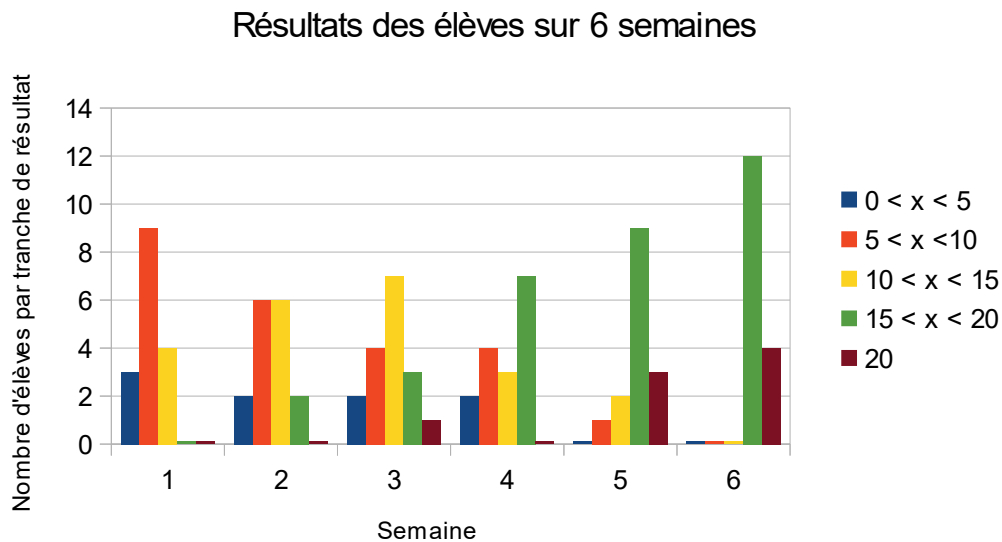
Ma recherche a été limitée dans le temps et par le nombre d'élèves de ma classe. En effet, ayant commencé ce mémoire en septembre 2016, je n'ai pas pu aller au fond de mes questionnements. C'est pourquoi, notamment, je n'ai pas pu proposer un nombre de séances de jeux plus élevé. Cela a posé problème puisque lors de la course à vingt, les élèves en sont restés au nombre gagnant 17. Ils n'ont donc pas pu réfléchir à comment gagner à tous les coups grâce aux nombres 14 et 11. La réflexion en est donc évidemment moins intéressante. Pour le jeu du chocolat empoisonné, tous les élèves n'ont pas eu suffisamment de temps et de pratique pour intégrer la stratégie et la tester. C'est pourquoi la majorité des élèves n'ont pas acquis cette stratégie.

Cependant, ce qui m'intéressait n'était pas qu'ils parviennent tous à la stratégie gagnante, mais qu'ils mènent un raisonnement mathématique. J'ai pu remarquer que, lors du jeu de la course à vingt, celui-ci s'est fait naturellement pour la majorité des élèves. Le but de ma recherche était de constater si les compétences acquises au cours d'un jeu pouvaient être transférées sur une autre activité (ici le jeu du chocolat empoisonné). Les résultats de ma recherche sont formels : les compétences n'ont pas été transférées. Le raisonnement par dispersion des cas n'a pas été remobilisé lors du jeu du chocolat empoisonné, et les élèves ont à nouveau prouvé leurs stratégies par des preuves non mathématiques, en se basant sur leurs observations notamment.

Le principal enseignement de ma recherche est que les compétences ne sont donc pas naturellement transférables. La nécessité d'une synthèse, d'une institutionnalisation est apparue flagrante. Les élèves de fin de cycle 2 ne sont pas en capacité de synthétiser pour eux-mêmes les compétences qu'ils ont acquises. Il y a donc une place pour l'enseignant qui doit impérativement intervenir au moment de la mise en commun (jeu de la découverte, ici) afin de guider les élèves et de leur permettre d'acquérir réellement les compétences puis de les remobiliser.

Cependant, sur les jeux de calcul mental et réfléchi que j'ai également pu mettre en pratique au sein de ma classe, les résultats sont très bons. Les 16 élèves de ma classe obtiennent ainsi

une note supérieure à 15/20 sur la connaissance des tables de multiplication, après six semaines de jeux à raison d'une heure par semaine. En leur faisant passer une évaluation par semaine sur la connaissance de leurs tables, j'ai pu constater une évolution rapide de leurs résultats, que j'ai reporté dans ce diagramme :



x étant le nombre de réponses correctes obtenues

En semaine 1, trois élèves ont obtenu entre 0 et 5 bonnes réponses, la plupart des élèves (neuf précisément) en ont obtenu entre 5 et 10, quatre élèves ont obtenu entre 10 et 15 bonnes réponses, ce qui était le meilleur résultat. Effectivement, aucun élève n'avait réussi à atteindre un score égal ou supérieur à 15/20.

En semaine 6, aucun élève n'obtient un score inférieur à 15/20.

Les jeux de calcul ont donc permis une réelle mémorisation des tables de multiplication, par la répétition des jeux et donc des résultats.

Conclusion

Mes recherches théoriques sur le jeu m'ont poussé à me questionner sur l'utilisation du jeu à l'école. Après avoir remarqué la forte présence de cette modalité en maternelle, j'ai pu m'apercevoir qu'au fur et à mesure que l'enfant grandit, le jeu est de moins en moins utilisé, puis disparaît finalement des programmes pour les plus grands. Avec des études montrant le niveau en baisse de nos élèves en mathématiques, il est de notre responsabilité, en tant qu'enseignants, de se questionner sur l'utilisation de supports plus adaptés et plus prisés par les enfants. L'informatique est de plus en plus utilisée dans les écoles car il est apprécié par le jeune public de par son interactivité. Alors, le jeu, premier support utilisé librement par les enfants dès leur plus jeune âge, est à considérer comme un véritable outil à privilégier au sein de nos classes. Cependant, permet-il réellement les apprentissages ? Au cours de ma recherche sur ma classe de CE2, j'ai pu constater que des jeux mettant en pratique le calcul permettent réellement la mémorisation des résultats communs ainsi que l'automatisation des stratégies de calcul réfléchi. Néanmoins, les compétences de raisonnement et de preuves mathématiques travaillées avec le jeu de la course à vingt n'ont pas été réinvesties lors du jeu du chocolat empoisonné. Ainsi, le jeu ne suffit pas en tant que tel à construire des apprentissages suffisamment solides pour qu'ils soient ensuite réinvestis dans un autre jeu ou dans une autre activité. L'intervention de l'enseignant afin d'institutionnaliser est donc indispensable. Afin d'aller plus loin dans cette recherche, il serait intéressant d'étudier quelle place doit avoir l'enseignant dans ces phases de synthèse, et quelle place il doit laisser à l'élève. Effectivement, si l'enseignant doit impérativement être présent, il n'est pas moins indispensable que les élèves participent eux aussi à la synthèse de leurs travaux.

Bibliographie

Articles

Entretien avec Gilles Brougère, propos recueillis par Martine Fournier, Sciences Humaines n°257, mars 2014

« Partie 2 : étude des capacités argumentatives d'élèves de l'école primaire », Problèmes pour chercher au cycle 2 de l'école primaire, IUFM des Pays de la Loire et IREM d'Angers, mars 2009

Extraits d'ouvrages

« Jeu et éducation », *L'éducation de l'homme*, p. 45 à 47, Friedrich Fröbel, 1881

« Les jeux et les hommes », R. Caillois

« Préface par J.-B. Pontalis », *Jeu et réalité*, D.W. Winnicott, 1975

Concertum Tome 1 – Apprentissage et diversité :

« Comment analyser un jeu mathématique ? » par Jeanne Bolon

« Jeux mathématiques et enfants en difficulté. » par François Boule

« Multiplication en ZEP. Le jeu de Pythagore. » par Nicole Bonnet

Manuel

« 333 jeux de logique », Accès Editions, Elisabeth Schneider

Annexe : quelques productions d'élèves (stratégies sur la course à vingt suite au jeu)

Ma stratégie c'est que moi je dis 17
parce que si je dis 17 lui il dit +2 ou +1 et
moi je dis +1 ou +2

« Ma stratégie c'est que moi je dis 17 parce que si je dis 17 lui il dit +2 ou +1 et moi je dis +1 ou +2. »

ma stratégie c'est que j'attends que mon adversaire
dise dix, et là je sais que je vais gagner

« Ma stratégie c'est que j'attends que mon adversaire dise dix, et là je sais que je vais gagner. »

Ma strategi c'est qu'il faut arriver à 17 pour que ça soit plus facile

« Ma stratégie c'est qu'il faut arriver à 17 pour que ce soit plus facile. »

Moi pour le jeu de la course à 20
il faut être bien concentrer
pour le jeu.

« Moi pour le jeu de la course à 20, il faut être bien concentré pour ce jeu. »