



HAL
open science

Les mathématiques par les jeux

Alix Duval, Antonin Gélamur

► **To cite this version:**

| Alix Duval, Antonin Gélamur. Les mathématiques par les jeux. Education. 2019. dumas-02279836

HAL Id: dumas-02279836

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02279836v1>

Submitted on 5 Sep 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.

MÉMOIRE de MASTER MEEF 2nd degré

Parcours mathématiques

Année 2018-19

Duval Alix et Gélamur Antonin

Les mathématiques par les jeux

Responsable de suivi de mémoire : Nadine Grapin

Résumé :

Le jeu et les mathématiques, deux univers qui, pour beaucoup d'élèves et même certains adultes, paraissent antinomiques. Pourtant, les récentes études le confirment : les mathématiques se prêtent au jeu. Il est donc possible, à l'école, de faire des mathématiques en s'amusant. Un jeu vieux de vingt ans aujourd'hui devenu célèbre, le Time's Up, consiste à faire deviner des personnages ou des noms communs en un minimum de temps. Modifié et adapté au programme de mathématiques de sixième, celui-ci, renommé Math's Up, permet aux élèves d'enrichir entre pairs leurs connaissances mathématiques dans un contexte ludique. Au travers d'associations d'idées, de formulations orales ou de schémas à dessiner, en jouant régulièrement dans l'année, ils réinvestissent des notions ou des objets mathématiques qu'ils ont déjà étudiés.

Cette étude se penche sur les différentes formes d'apprentissage inhérentes à l'activité du jeu, sur les mécanismes sous-jacents qui soutiennent ou limitent ces apprentissages, et sur les moyens qui peuvent être mis en œuvre par le professeur et par les élèves pour les favoriser. La posture des élèves-joueurs est une composante primordiale de la réussite d'une séance de jeu et est l'objet de notre premier axe d'étude. Il est en effet nécessaire dans un tout premier temps d'apprendre à jouer après avoir défini un cadre contenant les règles du jeu et de conduite. Le professeur tient une position majeure dans la mise en place de ce cadre ludique. Mais au-delà du bon déroulement de la séance, le rôle du professeur, qui forme notre deuxième axe d'étude, s'étend aussi sur des enjeux didactiques concrets. Érigé en grand arbitre du jeu par les élèves, le professeur possède en réalité de nombreux outils pouvant nourrir les performances de ses élèves-joueurs et contribuer à un ancrage de leurs connaissances sur le long terme. En effet lorsque les élèves jouent au Math's Up, l'essentiel de leurs interactions, bien que ludiques, concerne en réalité les mathématiques. Les connaissances mises en jeu sont constamment testées et peuvent être validées, mises à mal ou réfutées par le reste du groupe qui autorégule en renvoyant sans cesse au joueur la qualité de sa performance. Cette activité mathématique, mise en lumière par les productions orales et dessinées des élèves constitue notre troisième et dernier axe d'étude.

Alix DUVAL autorise l'ESPE:

- à exploiter le texte de son mémoire dans la formation des étudiants MEEF [OUI / ~~NON~~]
- à communiquer son nom et ses coordonnées à de futurs étudiants MEEF qui souhaiteraient la contacter au sujet de son mémoire [OUI / ~~NON~~]

Antonin GELAMUR autorise l'ESPE:

- à exploiter le texte de son mémoire dans la formation des étudiants MEEF [OUI / ~~NON~~]
- à communiquer son nom et ses coordonnées à de futurs étudiants MEEF qui souhaiteraient la contacter au sujet de son mémoire [OUI / ~~NON~~]

SOMMAIRE

INTRODUCTION	6
I. Cadrage du mémoire et émergence de problématiques.....	7
I.1 Explications du choix du jeu.....	7
I.2 Bilan des lectures	8
a) « Les mathématiques par les jeux », d'Eduscol, 2016.....	8
b) « jeu et apprentissages mathématiques », Nicolas Pelay, 2011	10
I.3 Questions de recherche	14
II. Planification des expérimentations et recueils de données : méthodologie.	15
II.1 Plan des expérimentations	15
II.2 Recueil de données : premiers essais, les journaux de bord.....	20
II.3 Recueil de données : éléments d'analyse de la séance vidéo	21
a) La posture des élèves	22
b) La posture de l'enseignant.....	23
c) Les productions d'élèves	23
III. Résultats des expérimentations	24
III.1 Ce que nous ont apporté les premières séances :	24
III.1.1. Mise en place d'un cadre nécessaire pour favoriser les apprentissages.....	24
III.1.2. Les productions d'élèves, signes des apprentissages.....	26
III.1.3. La phase de reprise pour supporter les apprentissages	27
III.2 Ce que nous a apporté la séance filmée :	29
III.3 Ce que nous a apporté le questionnaire :.....	36
CONCLUSION	39
BIBLIOGRAPHIE.....	41
Annexe 1 : Analyse didactique Alix Duval	42
Annexes 2 : Analyse didactique Antonin Gélamur.....	45
Annexe 3.1 : Journal de bord 1^{ère} séance Alix Duval.....	48

Annexe 3.2 : Journal de bord 2^{ème} séance Alix Duval.....	50
Annexe 3.3 : Journal de bord 3^{ème} séance Alix Duval.....	53
Annexe 3.3-a : exemple de productions d'élèves pour le travail préparatoire.....	57
Annexe 3.3-b : exemple de productions d'élèves lors de la deuxième manche.....	59
Annexes 4 : Journal de bord 1^{ère} séance Antonin Gélamur	64
Annexes 5 : Règles du Math's Up détaillées	67
Annexes 6 : Cartes de jeu de la 1^{ère} séance (classe d'Alix)	68
Annexes 7 : Cartes de jeu de la 3^{ème} séance (classe d'Alix)	69
Annexes 8 : Cartes de jeu de la 4^{ème} séance (classe d'Alix)	69
Annexes 9 : Questionnaire	70
Annexe 10 : exemples de cartes mentales réalisées dans la classe d'Antonin	72
Annexe 11: Carte mentale effectuée collectivement en phase de reprise dans la classe d'Antonin lors de la séance filmée	74
Annexe 12 : Séquences vidéo.....	75

Introduction

Nous sommes deux enseignants de mathématiques et avons en commun les niveaux de 6ème et de 4ème au collège, Alix dans un REP de Drancy, Antonin dans un collège plus privilégié de Montreuil, en Seine Saint-Denis.

Nous avons respectivement une expérience d'enseignement en collège d'une et de six années. Nous avons été confrontés, lors de ces années, à un certain nombre d'enjeux, comme par exemple la gestion de l'hétérogénéité des classes, la liaison CM2-6ème ou encore la mise en place de situations de recherches par les tâches complexes. Nous avons également déjà testé des jeux éducatifs dans nos classes. Antonin a par exemple utilisé les dominos et fait jouer ses élèves sur divers jeux mathématiques en ligne, et Alix a mis en œuvre un Time's Up des mathématiques sur une séance de fin d'année pour des classes de 6ème et de 4ème.

Après avoir tergiversé quant au thème sur lequel porterait notre mémoire, nous avons retenu celui des mathématiques par le jeu tant pour son aspect transversal parmi les autres thématiques proposées à l'ESPE que pour le divertissement certain qu'il pouvait nous procurer. Il apparaît en effet que les jeux sont propices aux résolutions de problèmes et à la mise en œuvre de raisonnements au sein de situations de recherche diverses. Ce choix permet également d'envisager des axes de réflexion sur le thème de la différenciation, comme adapter des expérimentations ludiques aux profils des élèves. Ayant ciblé en priorité le niveau de sixième pour penser notre projet, nous avons su, grâce à nos formateurs, que des classes de CM2 pouvaient nous être ouvertes si l'on désirait travailler aussi sur le thème de la liaison primaire-collège (par souci de temps disponible nous n'avons finalement pas orienté notre travail de recherche dans cette direction). Enfin, les mathématiques par le jeu sont pour nous l'occasion de développer de nouvelles pratiques pédagogiques. Si nous avons tous deux expérimenté le jeu dans nos classes et pressenti son potentiel d'apprentissage, il semble encore peu utilisé aujourd'hui en mathématiques et nous voulons pour cela l'étudier plus en profondeur. Nous avons donc été convaincus d'opter pour ce thème par la variété des angles de réflexion qu'il recoupe.

Plutôt que de se disperser dans l'analyse ou la comparaison de plusieurs jeux mathématiques, nous avons par la suite décidé de concentrer notre étude sur la mise en place d'un unique jeu en sixième que nous approfondirions en le proposant de façon régulière dans l'année. C'est dans la brochure « Mathématiques revisitées au cycle 4 », rédigée par un groupe de réflexion de l'Académie de Créteil en 2017 et qui présente des expérimentations de méthodes d'apprentissage différentes, que nous avons trouvé une version de notre jeu Math's Up qui est devenu le support de notre mémoire.

Ce jeu consiste à faire deviner des mots en lien avec les séquences de mathématiques du programme. Il se joue à deux équipes. L'objectif est de faire deviner à son équipe un maximum de mots en un temps limité, de différentes façons selon les phases du jeu (explication orale et dessin). Au sein de l'équipe, chaque joueur prend successivement le rôle d'orateur ou de dessinateur (celui qui fait deviner le mot) selon la phase du jeu. Les autres joueurs de l'équipe doivent retrouver le mot.

Dans notre mémoire, nous commencerons par expliquer le choix du Math's Up comme support d'étude avant de présenter les lectures qui ont fondé le cadre théorique associé. Ces dernières nous ont permis de faire émerger des questionnements que nous présenterons à la fin de cette première partie avant de développer dans une seconde la méthodologie mise en œuvre pour construire nos essais terrain et effectuer un recueil de données tangibles sur lequel nous nous appuierons afin de répondre à nos

problématiques. En dernière partie nous exposerons la synthèse des résultats obtenus et nous les discuterons.

Ce mémoire contient en annexe plusieurs analyses individuelles. Celles-ci ont été à chaque fois partagées et discutées afin d'échanger nos remarques et nos points de vue. Nous avons écrit la synthèse en élaborant conjointement des plans détaillés de chaque partie dont nous nous sommes répartis la rédaction. Enfin, nous avons procédé à des relectures des parties rédigées par l'autre pour y apporter remarques et ajouts.

I. Cadrage du mémoire et émergence de problématiques

1.1 Explications du choix du jeu

De tous les jeux que nous avons explorés, le Math's Up (dont les règles du jeu sont détaillées en annexe 5) a immédiatement retenu notre attention pour les raisons suivantes :

- Il repose principalement sur un travail de verbalisation orale des notions mathématiques au cours d'échanges entre élèves. Nous avons remarqué que cet aspect reste souvent délaissé en cours de mathématiques.
- Il permet la consolidation des connaissances mathématiques en travaillant les différentes façons d'appréhender une même notion : par sa définition, par des oppositions, à travers des exemples ou des analogies, par le dessin...
- Il permet également de revenir sur des notions vues précédemment dans l'année et de les remobiliser.
- Il se joue en équipe, et permet ainsi de développer la coopération entre élèves, le respect d'autrui et la confiance en soi.
- Il est possible d'impliquer les élèves dans l'élaboration même du support du jeu, ici les cartes à faire deviner, ce qui pourrait favoriser l'appropriation du jeu et par suite les apprentissages.
- Le Time's Up est un jeu très prenant et dynamique qui a beaucoup de chance de plaire aux élèves. Nous y avons tous deux joué à de nombreuses reprises par le passé et l'avons apprécié.

En résumé, nous souhaitons que cette activité ludique soit un moyen efficace de s'approprier les notions mathématiques en permettant aux élèves de les verbaliser et de les remobiliser. La compétence « communiquer » est donc au cœur du jeu. Les autres compétences mises en jeu sont présentées en annexe 1 dans la première partie : « I. Compétences mises en jeu et lien avec le socle commun ».

1.2 Bilan des lectures

Nos lectures nous ont apporté de précieuses informations pratiques et théoriques que nous avons largement prises en considération, autant dans la mise en place de notre jeu en classe que dans l'élaboration d'un modèle théorique à partir duquel nous avons pu soulever nos problématiques de recherche.

Elles furent guidées par les propositions bibliographiques présentées sur le portail Mahara : tout d'abord le document Eduscol réalisé en 2016 en partenariat avec le réseau des IREM intitulé « les mathématiques par les jeux », et ensuite la thèse de Nicolas Pelay datant de 2011 intitulée « jeu et apprentissages mathématiques : élaboration du concept de contrat didactique et ludique en contexte d'animation scientifique ». Nous ont particulièrement concerné les chapitres n°2 « Problématique et méthodologie de recherche » et n°8 « Le contrat didactique et ludique ». La riche bibliographie de ces ouvrages nous a ensuite permis de poursuivre nos recherches et nos lectures.

a) « Les mathématiques par les jeux », d'Eduscol, 2016

Le document « Les mathématiques par les jeux » a constitué une entrée en matière idéale pour s'immerger dans le contexte de notre thème. S'il n'approfondit pas tant les contenus théoriques, la liste des questions qui y sont traitées est très riche. Il justifie notamment la pertinence de notre thème et nous a apporté des conseils concrets sur la préparation et l'animation d'un jeu dans une classe.

En première partie sont présentés les divers bénéfices apportés par le jeu dans l'apprentissage des mathématiques dans le contexte scolaire : pourquoi jouer en classe de mathématiques ?

- Jouer, c'est chercher, faire des choix, se tromper, raisonner. Ce sont des composantes importantes des objectifs du programme de mathématiques, très utiles dans la résolution de problèmes notamment. Cela nous amène à concevoir notre Math's Up de manière à laisser une grande part d'autonomie aux élèves afin qu'ils décident par eux même de la formulation à utiliser pour faire deviner un mot.
- Le jeu peut permettre la construction pérenne d'automatismes tout en les motivant. Certains sont propices pour le calcul par exemple. Le Math's Up permettra lui une consolidation pérenne des connaissances par le réinvestissement régulier des notions.
- Sous couvert de convivialité, le jeu favorise l'investissement des élèves les plus récalcitrants. Il permet souvent la valorisation de l'oral par rapport à l'écrit. L'élève est plus enclin à « essayer, tenter, faire des erreurs » pour aider son équipe à gagner, ce qui est indispensable

aux apprentissages. Nous devons donc réussir à susciter l'enthousiasme pour une mise en activité effective de tous les élèves.

- Jouer c'est aussi intégrer des valeurs sociales comme le respect des règles et la coopération. Certains de nos élèves n'ont peut-être pas l'habitude de jouer en groupe, auquel cas nous devons d'abord fixer les règles de conduite, dédramatiser le statut de l'erreur et valoriser les comportements positifs.

Dans une deuxième partie, le document aide l'enseignant à effectuer ses premiers pas expérimentaux dans la préparation et la conduite d'un projet de jeu : comment faire pour mettre en place un jeu dans un cours ? Même si le jeu peut paraître naturel, il n'est pas admis que tous les élèves d'une classe sachent jouer. Nous devons commencer par présenter un jeu court aux règles simples, puis, au fur et à mesure, nourrir son contenu. Le jeu favorisant l'investissement des élèves, il peut être judicieux de faire jouer les élèves sur des heures où ils sont facilement dissipés. Nous devons accepter un bruit de fond inévitable dû aux interactions orales entre élèves.

Dans une troisième partie, le document décrit le rôle du professeur et la posture à tenir face aux élèves. Est particulièrement souligné le paradoxe entre la nécessité pour le professeur de veiller au bon déroulement de l'activité (la mise en réflexion, le respect des règles, la distribution éventuelle de coups de pouce pour débloquer des situations) et la distance à prendre avec le cours du jeu pour ne pas influencer les décisions qui y sont prises. Nous devons prévoir du temps pour établir un bilan ou proposer des prolongements après l'activité pour favoriser l'ancrage des connaissances. Enfin, le document propose plusieurs pistes d'éléments à évaluer, ou au moins à valoriser en situation de jeu, notamment l'investissement et les compétences sociales. Mais il souligne également que préserver les joueurs de l'évaluation peut permettre à certains élèves de davantage s'impliquer et oser se lancer. Autant de points auxquels il nous faudra penser en amont.

Dans la dernière partie du document sont présentés et analysés des jeux mathématiques existants. Dans l'élan initié par ces lectures autour du jeu en classe de mathématiques, nous n'avons pas hésité à mettre en place d'autres activités ludiques. Alix a notamment mis en place le jeu Décitri avec sa classe de 6^{ème}. Il permet de consolider la compréhension de la relation d'ordre sur les décimaux avec diverses écritures possibles. Antonin, lui, a fait jouer ses élèves au jeu Juniper Green qui favorise l'automatisation de la recherche de multiples et de diviseurs des nombres. Ces expérimentations viennent enrichir et diversifier nos pratiques d'enseignant.

b) « jeu et apprentissages mathématiques », Nicolas Pelay, 2011

La thèse de Nicolas Pelay nous a permis d'établir un cadre théorique rigoureux sur la dialectique jeu-apprentissage au sein d'activités ludiques mathématiques. Elle définit des concepts qui sont capitaux pour tenter d'étudier les processus d'apprentissage par le jeu : le jeu, la théorie des situations, la dévolution, le contrat ludique et didactique.

Il s'agit pour nous de comprendre tous ces concepts inhérents à la situation que nous proposons :

Le jeu : nombreux sont les spécialistes qui ont tenté de le définir.

Selon Guy Brousseau (1998), didacticien des mathématiques, il s'agit d'une « activité physique ou mentale, purement gratuite, généralement fondée sur la convention ou la fiction, qui n'a dans la conscience de celui qui s'y livre d'autre fin qu'elle-même, d'autre but que le plaisir qu'elle procure ». Cette définition, reprise par le dictionnaire le Robert, est remise en question aujourd'hui : elle dévalorise la pratique ludique en l'associant à la futilité et la facilité.

Gilles Brougère est professeur en sciences de l'éducation à l'université Paris 13 et responsable de la spécialité Sciences du Jeu du Master en Sciences de l'Education. Dans son ouvrage *Jouer / Apprendre* (2005), il constate qu'il n'y a pas de définition consensuelle du mot « jeu ». Il tente alors plutôt de caractériser les frontières du jeu à l'aide des critères suivants :

- Le second degré : ce critère renvoie à la fiction, la simulation. C'est le faire-semblant, ou le fameux « pour de faux » des enfants. Il doit y avoir des signaux qui donnent à l'activité son caractère ludique et fictif.
- La décision : cette notion renvoie au libre choix. Le jeu est une succession de prises de décisions, tout joueur est décideur. La créativité des actions et des conduites des joueurs, prises dans un univers fictif, est renforcée.
- La règle : le jeu n'existe que si les joueurs se soumettent à la règle. C'est la ligne directrice de la conduite, elle est négociable et modifiable.
- La frivolité : le jeu doit être une activité sans conséquences sur la vie réelle. Cette dimension donne l'occasion de s'essayer à des conduites qui dans un cadre ordinaire ne seraient sans doute pas tentées. D'aucuns pourraient avancer que toute expérience a bien des effets sur un individu, mais l'idée réside ici dans le fait que le jeu a des effets qui disparaissent quand celui-ci s'arrête.
- L'incertitude : le dénouement d'un jeu est toujours incertain. On ne sait pas où ni comment il se termine. Ce critère distingue le jeu du théâtre (non improvisé). Il rend de fait plus difficile l'orientation du jeu vers des apprentissages précis.

Le Math's Up répond *a priori* à tous ces critères mais il sera important de veiller à ce que toutes ces conditions soient réunies durablement pour rester dans les frontières du jeu. Pour ce qui est du second degré il sera important que le professeur instaure des éléments qui entraînent le caractère fictif du jeu : utilisation de cartes et d'un chronomètre, de rôles, une unité de temps propre au jeu, l'absence d'intervention du professeur en lien avec les notions mathématiques, le jeu en équipe. Pour maintenir le caractère incertain de l'issue du jeu, il pourra être nécessaire de changer les cartes à deviner et les équipes à chaque partie. Pour ce qui est de la frivolité il sera important de ne pas prendre en compte l'issue du jeu en termes de victoire / défaite sur la suite du cours de mathématiques. Il est évident que le professeur pourra ressentir une tension entre sa volonté de faire jouer ses élèves et de leur faire faire des mathématiques. Si on décide de revenir sur les notions mathématiques vues pendant le jeu lors d'une phase de reprise, il sera donc nécessaire de marquer la frontière entre ces deux moments. Cela permettra à l'élève-joueur de se sentir totalement libre pendant la phase de jeu et de se remettre dans la peau de l'élève pendant la phase de reprise. Le retrait du professeur sera également à respecter pendant la phase de jeu pour laisser aux joueurs toute leur liberté quant aux prises de décisions. En revanche le professeur devra clairement énoncer les règles et vérifier que les élèves se les approprient et les respectent.

La théorie des situations de Brousseau : nous comprenons comment s'articule le triangle didactique autour des trois pôles constitués par l'enseignant, l'élève et la situation.

Le cas des situations adidactiques nous intéresse particulièrement. L'élève ne perçoit pas la relation du professeur au savoir. Il interagit en autonomie avec la situation didactique (le jeu) qui lui est présentée, sans attendre du professeur ses connaissances. Nicolas Pelay cite Artigue (2011) en déclarant que la théorie des situations repose sur « l'affirmation fondamentale qu'il n'y a pas d'apprentissage sans une part d'adidacticité » (Pelay, 2011, p. 49), sans une part d'autonomie dans l'activité, en somme. Nous nous sommes ainsi demandés dans quelle mesure notre activité était adidactique pour les élèves. La situation permettra-t-elle aux élèves d'enchaîner les actions de jeu et donc les apprentissages, sans l'intervention des connaissances du professeur ? Le professeur peut-il être spectateur et laisser passer des erreurs mathématiques pendant le jeu sans les corriger dans l'immédiat ? Malgré son lien direct avec les mathématiques, nous pensons que notre jeu possède un potentiel ludique qui le rendra adidactique aux yeux des élèves, à condition que le professeur n'intervienne pas d'un point de vue mathématique pendant la partie.

Le concept de dévolution : Guy Brousseau (1998) définit la dévolution comme « l'acte par lequel l'enseignant fait accepter à l'élève la responsabilité d'une situation d'apprentissage (adidactique) ou d'un problème et accepte lui-même les conséquences de ce transfert » (Pelay, 2011, p. 50). Dans notre

Math's Up il s'agit plus d'une situation de réinvestissement que d'apprentissage puisque les notions correspondant aux mots sur les papiers ont déjà été vues en classe. En tant que fervents supporters de la pédagogie active, nous partageons le sentiment qu'un élève doit être acteur et constructeur de ses apprentissages. Néanmoins cela reste plus facile à dire qu'à mettre en place dans les activités de classe. Or, comme l'explique Nicolas Pelay, le jeu est un réel moteur de la dévolution d'une situation adidactique.

Maintenir les élèves dans le jeu est donc bien un objectif que nous devons garder en tête. Et comme nous le pressentions, la dévolution se prépare, elle se construit en avance avec les élèves. L'autonomie de l'élève est donc indirecte, le professeur se doit de rester attentif bien que distant, et veiller au respect de toutes les règles définies à l'avance.

Il s'agit aussi pour le professeur de lister les variables didactiques et ludiques qui provoqueront des adaptations de la conduite des élèves, de leurs connaissances et compétences et donc une évolution de leurs apprentissages. Une première liste de ces variables a été effectuée en amont de la préparation du jeu. La liste est disponible dans la partie II.1 Plan des expérimentations, et est détaillée dans les annexes 1 et 2 (analyses *a priori* pour la première séance de Math's Up de chacune de nos classes).

Le contrat didactique : Guy Brousseau (1998) définit le contrat didactique comme étant « l'ensemble des comportements du maître qui sont attendus de l'élève et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus du maître » (Pelay, 2011, p. 258). Nous devons donc nous demander quelles sont les attentes disciplinaires explicites et implicites induites par notre jeu, sachant qu'elles ne peuvent être détachées du contrat didactique existant par ailleurs dans les autres séances, surtout lors de la première séance de jeu.

Lorsqu'il y a dévolution, le professeur doit accepter que des erreurs mathématiques soient commises sans intervenir sans cesse et casser la dynamique du jeu. À nouveau l'importance d'un moment de mise en commun est mise en lumière. Il permet au professeur et aux élèves de reconstruire les connaissances erronées, de détruire les idées reçues, etc. C'est le moment d'explicitier (ou de réexpliquer) nos intentions didactiques avec les élèves, ou de les modifier pour mieux les adapter à nos élèves.

Dans sa thèse, Nicolas Pelay reprend les travaux de Colas Duflo (1997) sur la nécessité de modéliser certaines interactions par un autre contrat. Ce dernier est professeur de littérature et d'histoire des idées du XVIII^e siècle à l'Université de Paris Ouest Nanterre la Défense. Il a notamment publié une thèse intitulée « le jeu : une approche philosophique » (1998). Nicolas Pelay s'inspire de ces travaux pour montrer que dans une animation de séjour de vacances, le contrat didactique est insuffisant pour définir

toutes les interactions qui se passent entre l'élève joueur et le professeur. Il explique que l'animateur se doit de donner parfois la priorité aux enjeux ludiques et non aux enjeux didactiques afin de soutenir le processus de dévolution et éviter ainsi l'arrêt du jeu. Cela rejoint la tension que peut ressentir le professeur que nous évoquions en lien avec les cinq critères de Brougère. Imaginons une situation où nous avantagerions l'aspect ludique sur l'aspect didactique : dans notre Math's Up, pour faire deviner par exemple la carte « droites confondues », l'orateur dirait « ce sont des lignes qui sont ... » puis hésiterait. Les co-équipiers citeraient alors tout ce qui leur passerait par la tête : « parallèles », « perpendiculaires », « sécantes », « confondues ». Réponse trouvée. L'équipe obtiendrait un point de plus alors que l'objectif d'enseignement n'aurait *a priori* pas été rempli : la formulation est inachevée, le concept de « ligne » manque de rigueur. Mais le professeur pourrait décider de ne pas intervenir pour ne pas arrêter le jeu et la dévolution. Devrons-nous souvent laisser passer des formulations erronées ou incomplètes sans intervenir pour laisser les enfants investis dans la situation adidactique ? Certainement, selon toutes ces études, car la situation d'apprentissage se détermine par un autre contrat, le contrat ludique.

Le contrat ludique : pour le définir, Nicolas Pelay présente les recherches de Colas Duflo (1997) qui définit le jeu comme étant « l'invention d'une liberté dans et par une légalité » (Pelay, 2011, p. 273). Autrement dit, il n'y a pas de jeu sans règles, et jouer c'est accepter de se soumettre aux règles, ce qui rejoint un des cinq critères de Brougère. C'est ce qu'il appelle la « légaliberté » ou liberté ludique. Il peut ensuite définir le contrat ludique comme étant « l'acte par lequel le joueur abandonne sa liberté individuelle pour se soumettre à une légalité arbitraire qui produit sa légaliberté qu'il obtient en échange » (Pelay, 2011, p. 277). Les règles que nous fixerons définiront les relations ludiques entre joueurs et détermineront la part explicite de notre contrat ludique. Le respect de ce contrat est déterminant pour atteindre nos objectifs didactiques. Sans le jeu et le respect du jeu les apprentissages sont compromis. Nos élèves devront donc en premier lieu jouer en respectant les règles, et le professeur se portera garant de ce contrat à moins que les élèves n'en prennent la charge, ou du moins une partie. Nous devons définir nos variables ludiques qui permettront de faire évoluer les conduites d'élèves en accord avec nos intentions didactiques. Pour rappel, le détail des variables didactiques et ludiques est présent dans les annexes 1 et 2, puis leur liste a été placée dans la partie II.1 Plan des expérimentations.

Le contrat didactique et ludique : Colas Duflo (1997) a ainsi fait émerger le besoin de construire ce modèle articulé autour de deux pôles dans lequel la règle ludique et la variable didactique ont toutes les deux un rôle dans le processus d'apprentissage. Les intentions didactiques structurent les savoirs mathématiques en jeu et les intentions ludiques favorisent la dévolution. Nous avons constaté que la majorité de nos variables sont à la fois didactiques et ludiques.

Pour Colas Duflo, « Le contrat didactique et ludique est l'ensemble des règles et comportements, implicites et explicites, entre un "éducateur" et un ou plusieurs "participants" dans un projet, qui lie de façon explicite ou implicite jeu et apprentissage dans un contexte donné » (Pelay, 2011, p. 314). Ce contrat doit donc nécessairement être mis en place en amont et maintenu tout au long du jeu pour assurer la dévolution des apprentissages.

Ainsi, la thèse de Nicolas Pelay fonde notre socle théorique et nous dévoile des potentiels leviers à disposition pour manœuvrer vers nos objectifs didactiques.

Toutes ces lectures nous ont permis de structurer les questionnements soulevés par l'étude du Math's Up.

1.3 Questions de recherche

Compte tenu du modèle théorique des situations de Brousseau, notre problématique repose sur l'articulation du triangle enseignant-élève-situation, qui, dans le contexte du jeu et par le mécanisme de dévolution, relève d'enjeux aussi bien ludiques que didactiques.

Nous nous demandons comment s'articulent jeu et apprentissages à travers trois axes d'étude orientés sur la posture des élèves, le rôle de l'enseignant et les apprentissages mathématiques des élèves.

- Suite à nos lectures, nous partons de l'hypothèse forte que plus l'élève est impliqué dans le jeu, plus il l'est dans les apprentissages. Quels sont donc les facteurs qui permettent à l'élève d'être impliqué à 100% dans le jeu ? Ils peuvent être liés aux règles du jeu, aux rôles attribués aux joueurs ainsi qu'au rôle du professeur. Nous nous demandons s'il y a une évolution des comportements des élèves en tant que joueurs. Cette évolution serait en effet révélatrice d'apprentissages du jeu, des règles associées et du « jouer ensemble ».
- Il est également crucial de se poser la question du rôle du professeur pendant une séance de jeu : est-il à la fois responsable du contrat didactique et du contrat ludique ? Comment peut-il garantir ces deux aspects ? Il peut être intéressant d'organiser une phase de reprise en fin de partie, mais sur quels points doit-il l'orienter ? Quels outils peut-il utiliser ? L'enseignant est amené à observer les productions d'élèves pendant le jeu mais il ne peut certainement pas tout voir et tout entendre. Est-il nécessaire de revenir sur les erreurs apparues au cours du jeu ?
- Enfin nous nous demandons quels types d'apprentissages sont permis par ce jeu. Est-ce que ce sont les mêmes pour tous les élèves ? Nous pensons tout d'abord qu'il y aura des apprentissages mathématiques bien qu'il s'agisse plus d'une situation de réinvestissement de connaissances que d'une situation d'apprentissage à proprement parler. Il peut également y avoir des apprentissages

non mathématiques liés notamment à la verbalisation des notions, l'écoute de l'autre. Quels sont les types de formulations auxquels les élèves ont recours ? Y a-t-il une évolution de ces formulations d'une séance à l'autre ?

Ces trois axes d'observations sont étroitement liés. Nous expliquons ensuite comment nous les étudions.

II. Planification des expérimentations et recueils de données : méthodologie.

Afin de répondre au mieux à tous les questionnements soulevés précédemment, nous avons mis en œuvre une planification de nos expérimentations ainsi qu'un recueil méthodique de données terrain que nous décrivons dans ce chapitre du mémoire.

Nous avons rendu compte des deux premières séances le plus précisément possible en rédigeant, à chaque fois et chacun de notre côté, un journal de bord qui a gardé une trace immédiate de nos premières réflexions.

Plusieurs groupes de jeu s'affrontant simultanément lors d'une même séance, il nous aurait été difficile, seuls, de prendre en note tous les différents échanges qui y prenaient lieu. La troisième séance de jeu des élèves a donc été filmée, comme nous l'avait conseillé Nadine Grapin. Les enregistrements nous ont permis d'analyser au mieux les interactions entre élèves et avec le professeur pour dégager les tenants et aboutissants de l'activité. Pour cela nous avons établi une grille de critères à observer lors du visionnage vidéo, organisée selon les trois axes de notre problématique : la posture élève, la posture enseignant et les productions d'élèves. Cette grille est détaillée dans la partie [II.3](#).

II.1 Plan des expérimentations

Nous avons expérimenté le Math's Up sur plusieurs séances étalées dans le calendrier. Hormis la première séance d'expérimentation d'Alix qui s'est déroulée en classe entière, nous avons mis au maximum à profit les séances en demi-groupe d'AP pour faire jouer les élèves. Cela pour des raisons de gestion de classe évidentes mais aussi pour nous faciliter le suivi des différents groupes de jeu. Cela a impliqué que le professeur engrangeait deux expériences de jeu quand les élèves n'en recevaient qu'une. Nous nous sommes laissés le droit d'adapter ou de tester de nouvelles situations entre chaque demi-groupe si cela était jugé nécessaire, tous les élèves ne se sont donc pas exercés à chaque variante.

Voici le calendrier annuel de nos travaux de recherche et des expérimentations du jeu qui ont eu lieu au mois de décembre, janvier, février et mars. Au total, dans l'année, Alix a animé huit séances de jeu, Antonin six.

Novembre 2018 : rédaction des analyses a priori de la première manche du Math's Up en préparation de la 1^{ère} séance de jeu. Celles-ci ont été placées en [annexes 1](#) et [2](#) et présentent en détail la liste de nos variables didactiques et ludiques. C'est à partir de ces dernières que nous avons effectué la grande partie des essais et modifications du jeu au cours de l'année. Toutes ces variables n'ont cependant pas été testées, cela par choix ou par souci de temps.

En voici la liste récapitulative :

- Le nombre de thèmes abordés : nous avons à chaque fois intégré au jeu des cartes issues de plusieurs thèmes mathématiques, la variante mono-thème du Math's Up n'a pas été testée ;
- Le choix des thèmes relativement à leur positionnement dans la progression : à chaque fois les cartes étaient issues de séquences déjà abordées dans la progression ;
- La nature des mots écrits sur les cartes : nous n'avons pas testé de variante proposant d'autres mots que des notions ou objets mathématiques définis dans la leçon.
- Le nombre de mots caractérisant une même notion ou un même objet : par exemple, si le nombre de mots se rapportant au cercle augmente, alors on peut imaginer qu'il faudra apporter plus de précision aux formulations et aux schémas pour les distinguer ;
- Le(s) concepteur(s) des cartes : le professeur et/ou les élèves, nous nous demandons en effet si impliquer ces derniers peut avoir un impact positif sur la qualité des prestations et par suite sur les apprentissages ;
- Le contexte de compétition : nous n'avons pas testé de variante où il n'y avait pas deux équipes qui s'affrontaient, où un joueur devait simplement faire deviner son mot à l'ensemble des camarades ;
- Les contraintes de temps : nous souhaitons garantir un temps suffisant pour que les élèves osent se lancer et dans le même temps le limiter pour plus de dynamisme, en particulier ;
- Les règles de base du jeu : elles garantissent le contrat ludique et caractérisent le concept de légaliberté ;
- Les règles additionnelles : elles n'ont pas toutes été testées mais toutes pourraient ouvrir d'intéressantes perspectives, comme la présence de mots interdits style « tabou », l'accès à certains matériels (leçon, fiches lexiques, calculatrice, etc), le droit de passer pour l'orateur, le nombre de réponses possibles à donner par les élèves qui devinent ;
- Les différentes phases de jeu jouées, et leur ordre : la phase de verbalisation orale, le dessin, le mot unique et le mime (ces deux derniers sont présents dans le jeu du Time's Up) ;

- Les différents rôles donnés aux élèves : au-delà du caractère fictif apporté au jeu par les rôles, ils nous semblent très utiles pour occuper et responsabiliser les élèves non joueurs (qui attendent le tour de leur équipe) ;
- Le type de reprise en fin de jeu : cette phase est très ouverte et peut avoir de nombreux objectifs.

Séances du mois de décembre : familiarisation à la première manche du jeu sur la verbalisation orale et présentation aux élèves du cadre ludique et didactique.

Choix didactiques et ludiques effectués :

- Des équipes de 3 joueurs, 4 joueurs et 5 joueurs. Nous avons dû adapter les effectifs par équipe au nombre total d'élèves présents. Il est à noter que nous avons écarté le test d'équipes de 2 joueurs qui selon nous ne favorise pas l'esprit collectif du jeu. Quant au test de 5 joueurs par équipe, il s'est imposé à Antonin dès la première séance avec un demi-groupe constitué de 10 élèves. Lorsque le nombre d'élèves était impair nous avons dû constituer des équipes comprenant un élève de plus que leurs adversaires au sein du même groupe de jeu. Cette différence d'effectif entre les groupes n'a pas eu d'impact conséquent, ni sur la dynamique du jeu ni sur l'incertitude de l'issue du jeu. Elle ne sera donc pas évoquée dans nos analyses.
- Un compte à rebours de 30 secondes et de 45 secondes par candidat orateur. Pour soutenir l'aspect ludique du jeu, nous souhaitons favoriser la rotation des rôles, laisser le temps aux élèves fragiles de chercher et éventuellement de modifier leurs formulations, et dans le même temps nous ne pouvons pas permettre à une équipe de deviner trop de cartes d'un coup, cela pourrait anéantir l'incertitude de l'issue du jeu et ébranler la motivation des élèves. Dans le jeu original du Time's Up, 30 secondes sont accordées par orateur.
- Les différents rôles pour les élèves de l'équipe non joueuse : le maître du temps et le contrôleur. Alors que le Time's Up comprend un sablier, nous avons décidé d'utiliser les montres de nos élèves pour mesurer le temps qui s'écoule. Les équipes étant constituées de 3 joueurs au minimum, au moins un joueur de l'équipe non joueuse n'a donc pas de rôle.
- Les thèmes des cartes à deviner : premiers éléments de géométrie, droites parallèles et perpendiculaires, nombres entiers et nombres décimaux (et en plus, pour Alix, le thème organisation et gestion de données qu'elle avait déjà abordé). Tous ces thèmes ont été abordés en début d'année, les élèves sont bien conscients qu'ils sont censés avoir connaissance de tous les mots en jeu. Cela fait partie de notre contrat didactique.
- Le nombre de cartes à faire deviner : 36.

- Parmi les règles additionnelles, seule celle qui donne à l'orateur le droit de passer une fois a été appliquée dans cette séance pour permettre de débloquent des situations où l'orateur ne se lancerait pas. Avec le droit de passer plus d'une fois, nous pensons que les élèves ne se forceraient pas. De plus ils auraient alors connaissance de ces cartes défaussées et remises dans la pioche, un avantage non négligeable pour les tours suivants.

Une large majorité de ces choix vont de façon assez évidente dans le sens de l'aspect ludique que nous avons souhaité privilégier d'après le bilan de nos lectures.

Ce qui a été mis en place lors de la phase de reprise :

- Pour ces premières expériences de jeu, les phases de reprises ont principalement consisté à apprendre aux élèves à jouer en favorisant l'appropriation des règles du jeu et de conduite. Pour cela Alix a notamment entrecoupé sa séance par plusieurs phases de bilan collectif. Antonin a s'est contenté d'une phase de bilan en fin de séance.

Une séance supplémentaire au mois de janvier dans la classe d'Alix : une séance supplémentaire a été mise en place dans la classe d'Alix, qui nous le rappelons travaille en REP, afin que les élèves s'approprient davantage les règles du jeu et de conduite. Cette fois-ci la séance s'est déroulée en demi-groupe avec des équipes de 3 joueurs qui s'affrontent (4 équipes par demi-groupe formant 2 groupes de jeu à chaque fois). Les autres paramètres sont restés les mêmes qu'à la première séance. Les élèves d'Antonin s'étant montrés déjà expérimentés dans la pratique du jeu, cette séance supplémentaire n'a pas été organisée pour sa classe.

Séances du mois de février : deuxième expérimentation de la première manche et introduction de la phase de dessin, deuxième manche du Math's Up.

Choix didactiques et ludiques effectués :

- À partir du nombre d'élèves présents nous avons pu constituer des équipes de 3 ou 4 joueurs s'affrontant.
- Un compte à rebours par orateur de 45 secondes dans la classe d'Alix et de 30 secondes dans la classe d'Antonin. Chaque enseignant a adapté ce temps de jeu au rythme de sa classe.
- Le nombre de cartes à deviner a été abaissé à 18 mots pour laisser le temps aux élèves de terminer les deux manches du jeu.
- Nous avons investi les élèves dans le choix des nouvelles cartes à jouer pour en étudier les effets. Une semaine avant cette séance de jeu, nous leur avons demandé de sélectionner un chapitre du cahier de leçons parmi les derniers étudiés et d'y choisir 2 ou 3 mots clés (selon le

professeur) qui selon eux pourraient figurer parmi les cartes du Math's Up. Les élèves ont dû, de surcroît, en rédiger une définition utilisable dans le jeu. Par cette opération nous avons souhaité à la fois appuyer l'appropriation du jeu par les élèves, soutenir leur utilisation du cahier et la connaissance des notions mathématiques qui y figurent, et enfin vérifier la cohérence des formulations rédigées. Puis nous avons sélectionné parmi les propositions des élèves les mots qui seraient finalement apportés au jeu, tout en gardant certaines cartes des premiers chapitres (celles qui nous ont paru les plus importantes, contenant les notions clés). Certaines définitions de la classe d'Alix peuvent être consultées en annexe [3.3-a](#).

- Changement dans la règle du jeu concernant la première manche : une contrainte additionnelle a été introduite dans un groupe de jeu de la classe d'Antonin incitant l'orateur à proposer la formulation la plus complète et la plus précise possible. Les joueurs de l'équipe qui devine n'ont eu le droit de proposer qu'une seule réponse à l'orateur. Si la réponse était correcte, la carte était gagnée. Si la réponse était incorrecte, la carte était alors remise dans la pioche. L'objectif de cette nouvelle règle est de rendre impossible la stratégie d'énoncer toute une série de mots sans attendre de l'orateur une formulation précise du mot à deviner.
- La première expérimentation de la phase de dessin : selon le matériel à disposition, certains groupes ont utilisé le tableau de la salle de classe, une ardoise ou encore des feuilles blanches.

Ce qui a été mis en place lors de la phase de reprise :

- Nous avons encore une fois commencé par effectuer un bilan collectif sur l'évolution de la maîtrise des règles du jeu et de conduite.
- Nous avons introduit une méthode de conception de cartes mentales sur les notions mathématiques. À partir d'un mot qui avait posé problème lors du jeu, nous avons demandé aux élèves d'énoncer toutes les possibilités de formulation qui pouvaient permettre de le deviner. Ces formulations étaient ensuite rangées par catégories (définition, exemple, analogie avec la vie quotidienne, mot-clé, sens contraire ou opposé, etc) avant de réaliser ensemble au tableau une carte mentale organisée en soleil autour de la notion mathématique. Nous avons ensuite demandé aux élèves de concevoir eux-mêmes une carte mentale d'une autre notion (validée par l'enseignant) en devoir hors la classe. L'objectif de cet exercice est le renforcement, par la découverte d'autres possibilités de formulation, à la fois de leur niveau jeu et de leur compréhension des notions mathématiques. Un retour sur quelques travaux avec projection au tableau a ensuite été effectué en classe. Des exemples de cartes mentales produites par les élèves d'Antonin peuvent être consultés en [annexe 10](#).

Séances du mois de mars : Enregistrement vidéo. Les modalités liées à ces séances filmées sont détaillées plus loin dans une partie qui leur est dédiée.

Choix didactiques et ludiques effectués :

- Des équipes de trois, quatre et cinq joueurs ont été constituées à partir du nombre d'élèves présents.
- Un groupe de la classe d'Antonin a joué sous la contrainte de ne pouvoir proposer qu'une seule réponse à l'orateur.
- Le nombre de cartes à jouer a été maintenu à 18 sauf pour le groupe de jeu constitué de deux équipes de 5 joueurs. Antonin a rajouté une poignée de cartes au dernier moment car les réponses sont plus rapidement trouvées lorsqu'il y a plus de joueurs à proposer des réponses (il s'agit d'un groupe ne jouant pas sous la contrainte de réponse unique).
- Des nouvelles cartes à jouer, comprenant les derniers thèmes étudiés en classe, ont été ajoutées au jeu. Mais certains mots utilisés lors des précédentes sessions de jeu ont été conservés.

Ce qui a été mis en place lors de la phase de reprise :

- Un bilan collectif sur l'évolution de la maîtrise des règles du jeu et de conduite.
- Un retour sur les notions qui ont pu poser problème durant le jeu et la construction collective d'une nouvelle carte mentale au tableau.

Mois d'avril : Nous avons remis un questionnaire à remplir aux élèves (consultable en [annexe 9](#)). Celui-ci répond à plusieurs objectifs : le recueil de données pour le mémoire sur le niveau de satisfaction et de conscience des enjeux, la confrontation des différentes visions et ressentis d'élèves avec ceux de l'enseignant, la recherche d'améliorations pour de futures expérimentations.

Dans la suite de cette partie nous présentons les objectifs visés par l'élaboration de journaux de bord à l'issue des deux premières expérimentations, puis nous introduisons les critères d'analyse de notre séance vidéo, à savoir tous les éléments auxquels nous avons dû être attentifs afin de pouvoir apporter des réponses à nos différentes questions.

II.2 Recueil de données : premiers essais, les journaux de bord

Les deux premiers essais ont respectivement eu lieu au mois de décembre et de février. Nous le répétons, les objectifs de ces expérimentations étaient bien multiples : la familiarisation au jeu des élèves, du professeur, l'adaptation par le professeur des modalités de jeu lorsque cela était jugé

nécessaire, la découverte des premiers axes de réponse à nos problématiques et la préparation de la séance de jeu filmée du mois de mars.

Toutes les données inscrites dans nos journaux de bord ([annexes 3](#) et [4](#)) nous ont donné la possibilité de mémoriser la progression du jeu et de nos réflexions au cours de l'année.

Nous avons discuté nos choix didactiques et ludiques : le nombre de joueurs par équipe, les règles du jeu, les rôles attribués, le choix des mots sur les cartes, le temps accordé à l'orateur pour faire deviner.

Ces essais nous ont forgé une première expérience en tant qu'analystes du jeu. Ainsi nous avons intégré dans nos journaux de bord les premiers axes de réponse à notre étude quant à la qualité des réponses-élèves, la variété des interactions entre élèves et avec le professeur, ou encore sur l'utilité des outils mis en place pour faire progresser les élèves : les cartes mentales ([annexe 10](#)) et l'inclusion des élèves dans le choix des cartes ([annexe 3.3-a](#)).

Réunies, toutes ces données nous ont aidés à organiser au mieux notre séance filmée.

II.3 Recueil de données : éléments d'analyse de la séance vidéo

Cette séance vidéo du mois de mars a constitué un support majeur pour notre étude. Nous avons pu nous arrêter et revenir à loisir sur les échanges entre élèves, décortiquer les attitudes, observer d'un regard distancié les interventions du professeur. Autant de champs de réponses à nos questionnements. Afin d'exploiter au mieux ces différents champs nous avons construit une grille de critères, propres à chacun des axes de notre problématique et que nous avons utilisée lors du visionnage vidéo, pour cibler tous les éléments sur lesquels nous devons focaliser notre attention.

Au total, 4 séances en demi-groupe ont été filmées, 2 pour chaque enseignant. Chez Alix, lors des deux séances filmées se sont affrontées deux à deux 4 équipes de 3 joueurs. Chez Antonin, un seul groupe de jeu a pu être formé lors de la première séance (dû aux absences) avec deux équipes de 5 joueurs et lors de la seconde séance se sont affrontées deux à deux 4 équipes de 3 joueurs.

Nous avons disposé d'une caméra fixée sur un pied, placée au moins à hauteur des têtes sinon plus, à une distance qui permet à la fois le cadrage de l'ensemble du groupe et l'analyse des visages. Une autre caméra, tenue en main, filmait simultanément l'autre groupe de jeu. Alix s'est chargée elle-même de l'enregistrement vidéo de la caméra mobile alors qu'Antonin a délégué cette tâche aux quelques élèves qui ont refusé d'être filmés (3 élèves en tout chez Antonin, aucun chez Alix). Pour la phase de dessin, un groupe a profité du tableau alors que l'autre a utilisé comme support l'ardoise ou les feuilles

blanches. Les caméras ont alors été fixées sur le dessin plutôt que sur les élèves. Les phases de reprise ont également été enregistrées (1 seule pour Antonin cependant).

Comme lors des sessions de jeu précédentes, les élèves se sont regroupés autour d'une table en veillant à l'alternance des membres de chaque équipe de manière à ce que chaque joueur soit entouré de joueurs de l'équipe adverse.

Les trois phases de chaque séance ont été filmées : le rappel des règles du jeu et de conduite, le jeu (lui-même divisé en deux manches), puis la phase de reprise entre le professeur et le groupe élève.

Nous avons fait le choix de visionner et d'analyser conjointement une vidéo par enseignant, d'une part pour que chacun observe l'ambiance de classe de l'autre, d'autre part pour profiter du regard distancié et dénué d'affect du collègue. C'est aussi le moyen de calibrer nos regards analytiques pour le visionnage des autres vidéos, qui ont été étudiées individuellement par l'enseignant qui animait.

La grille de critère est présentée dans la suite de cette partie selon les trois axes de notre problématique : la posture des élèves, la posture du professeur et les productions d'élèves.

a) La posture des élèves

Le principe de jouer entre camarades et le mécanisme de dévolution des apprentissages qui a lieu conduit l'animateur à chercher à maximiser l'autonomie des élèves dans l'activité. Nous souhaitons intervenir le moins possible pour laisser libre cours au jeu. Notre regard lors du visionnage vidéo a donc porté sur l'ensemble des éléments qui maintenaient ou faisaient sortir les joueurs du cadre ludique que nous avons défini. Nous avons retenu pour cela les critères suivants.

L'implication : nous analysons les temps pendant lesquels les élèves sont hors du jeu. Rêvent-ils ? Se déplacent-ils ? Discutent-ils d'autre chose ? Certains élèves refusent-ils le jeu ? Pourquoi ? Comment interviennent les élèves pour remotiver les camarades ?

Nous analysons également le degré avec lequel les élèves investissent leur rôle (joueur orateur, joueur devineur, maître du temps, contrôleur, etc). Tous les élèves tiennent-ils les rôles qui leur ont été donnés ? Les rôles attribués à l'équipe qui observe favorisent-ils l'implication dans le jeu ?

Ce critère fait partie intégrante du premier axe d'étude défini dans nos questions de recherche.

Le respect des règles : nous analysons ce qu'il se produit lorsqu'il y a débat sur la légalité d'un fait de jeu. Comment interagissent entre eux les élèves pour faire respecter les règles du jeu ? Prennent-ils en compte les différents avis des camarades ? Font-ils appel au professeur ? Le suivi de ce critère nous

a apporté matière pour répondre à nos deux premiers axes d'étude en observant notamment à quel point les élèves prennent la responsabilité du contrat ludique par rapport au professeur.

Les autres interactions entre élèves : nous analysons les autres comportements (déconnectés des mathématiques) qui opèrent. Une organisation hiérarchisée prend-elle place ? Y-a-t-il des élèves qui se créent un autre rôle (leader, arbitre, clown, etc.) dans le jeu ? Y-a-t-il des phénomènes d'exclusion de joueurs ? De telles éventualités ont un impact sur la posture du joueur, notre premier axe d'étude.

Le bilan rétrospectif des élèves : lors de la phase de reprise après la fin du jeu, y a-t-il concordance entre les ressentis des élèves ? Et avec celui du professeur ?

b) La posture de l'enseignant

Revenons sur le paradoxe lié au caractère adidactique de l'activité. Le professeur doit normalement se positionner et agir dans l'intérêt du jeu, mais il est intéressant d'observer la réalité du terrain et d'étudier la nature de ses médiations, de ses initiatives. Puis de voir comment le professeur met à profit la phase de reprise. Les critères retenus sont donc les suivants.

Les types d'interventions : nous analysons la nature des interventions du professeur lors de la phase de jeu. Comment réagit-il face aux différentes sollicitations des élèves, tant pour le respect des règles du jeu que des règles de conduite ?

Les stratégies de la phase de reprise : nous analysons les méthodes employées par le professeur pour soutenir l'apprentissage à la fois du jeu et des mathématiques. Quel retour l'enseignant fait-il sur les règles du jeu et leur respect ? Quelles sont les erreurs ou inexactitudes mathématiques sur lesquelles revient l'enseignant et pourquoi ? Comment se fait ce retour ? Quelles informations l'enseignant en retire-t-il sur la maîtrise des connaissances de ses élèves ? Est-ce que l'enseignant donne aux élèves des outils pour apprendre ?

Ces critères nous ont permis de répondre en particulier à notre deuxième axe de recherche.

c) Les productions d'élèves

Lors de la phase de jeu, il existe pour chaque carte de nombreuses possibilités de formulation (ou de dessin) permettant de la faire deviner. Certaines seront plus efficaces que d'autres, il y a aussi des erreurs. Nous avons décortiqué les éléments en lien avec les apprentissages mathématiques et notre troisième axe d'étude. Ainsi, lors du visionnage vidéo, nous avons retenu les critères suivants :

Les types de formulation : nous analysons les différentes formulations utilisées par les élèves : la définition, la phrase incomplète, l'exemple, les mots-clés, le contraire ou la mise en opposition, l'analogie avec la vie quotidienne. Le type de formulation employé semble-il corrélé au niveau mathématique de l'élève ? Au temps de jeu restant ?

Les types d'erreurs commises : nous cherchons à catégoriser les inexactitudes mathématiques et les hésitations commises par les élèves. Est-ce que l'élève confond deux notions mathématiques ? Ses connaissances sont-elles erronées ou manquent-elle de précision ? Est-ce qu'il ne maîtrise pas suffisamment le vocabulaire associé à la notion ?

La gestion de l'erreur : nous analysons les réactions d'élèves engendrées par les erreurs commises. Y a-t-il un effet d'autocorrection opéré par le reste du groupe ? Quelle forme prend-il ? Quelles sont les erreurs qui ne sont pas rectifiées ? Les erreurs commises lors de la 1^{ère} manche sont-elles répétées ou corrigées pendant la phase de dessin ?

Tous ces critères qualitatifs ont été scrutés lors du visionnage vidéo. Chacune des séquences commentées dans notre analyse a été numérotée afin de pouvoir la retrouver aisément et éventuellement la présenter lors de la soutenance orale du mémoire. Le détail des séquences est en Annexe 12.

III. Résultats des expérimentations

III.1 Ce que nous ont apporté les premières séances :

Dans un premier temps les élèves se sont uniquement essayés à la première manche du jeu sur la verbalisation à l'oral. C'est à partir de la deuxième séance qu'ils ont pu jouer les deux manches et découvrir ainsi la phase de dessin. Ces deux premières expérimentations nous ont permis de tester les choix didactiques et ludiques effectués en amont en gardant pour objectif l'apprentissage des élèves par le jeu.

III.1.1. Mise en place d'un cadre nécessaire pour favoriser les apprentissages

Tout d'abord, il s'est révélé que le cadre mis en place a une grande influence sur la posture des élèves et par suite sur les apprentissages. La première séance s'est déroulée en demi-groupe dans la classe d'Antonin tandis qu'elle s'est déroulée en classe entière chez Alix. Les équipes étaient constituées de 4 joueurs dans la classe d'Alix et de 3 joueurs dans la classe d'Antonin. En comparant nos séances nous nous sommes rendus compte que la mise en place du jeu avait été beaucoup plus simple dans la classe d'Antonin. En effet les élèves ont rapidement assimilé les règles et sont entrés dans le jeu sans difficulté. Au contraire, dans la classe d'Alix, il a été nécessaire d'interrompre le jeu au bout de 5

minutes pour clarifier les règles et les rôles des différents joueurs. Il a également fallu revenir sur la posture attendue de l'élève en tant que joueur. Il est évident que si le cadre a une influence non négligeable, l'origine socio-culturelle des élèves y est aussi pour beaucoup. En effet, les élèves d'Antonin avaient tous déjà joué au Time's Up avant cette séance. Ils étaient donc familiers avec les règles du jeu et avec le fait de jouer. Au contraire, parmi les élèves d'Alix, d'un collège de REP, aucun ne connaissait le Time's Up et ils avaient moins, sinon pas, l'habitude de jouer à des jeux de société chez eux. Les premiers apprentissages ne se sont donc pas situés au même niveau pour cette première séance. Si les élèves d'Antonin ont pu jouer pendant un temps certain (25 minutes de jeu), les élèves d'Alix ont eu moins de temps de jeu (15 minutes) et davantage de temps de reprise pour revenir sur les règles et la posture de joueur. Il est également apparu que des équipes de 3 joueurs étaient plus propices à l'implication des élèves dans le jeu puisqu'ils sont davantage sollicités et impliqués que dans des équipes plus nombreuses. Enfin des équipes hétérogènes facilitent la mise en place du cadre de jeu puisque des élèves qui ont bien compris les règles sont en mesure de les expliquer aux autres, de la même façon des élèves qui sortent du jeu peuvent être recadrés par des élèves plus impliqués. Tout cela confirme la théorie fondée par C. Duflo, à savoir que dans le jeu, les enjeux didactiques dépendent du respect du contrat ludique.

Pendant toute la phase de jeu, nous nous étions fixés, en tant qu'enseignants, de ne pas intervenir sur le contenu mathématique. Notre rôle était d'observer les élèves jouer afin de capter les potentielles erreurs. Cela pouvait nous servir pour organiser la phase de reprise ou bien pour revenir dessus lors d'autres séances. Nos seules interventions consistaient à répondre à des questions d'élèves concernant les règles ou bien à recadrer certains élèves qui ne respectaient pas le contrat ludique (qui allaient déranger un autre îlot de jeu par exemple ou essayaient de tricher). Notre rôle consistait ici à accompagner les élèves pour qu'ils acquièrent l'autonomie nécessaire pour jouer par eux-mêmes et que la dévolution opère. Cela impliquait donc de les amener à respecter le contrat didactique et ludique, c'est-à-dire l'ensemble des règles implicites et explicites. Cet accompagnement du professeur varie donc selon les prérequis des élèves en termes de jeu en groupe. Mais dans tous les cas l'enseignant est garant de la mise en place de ce contrat en amont, de son assimilation et de son maintien tout au long du jeu. Nous verrons cependant que par la suite, les élèves ayant intégré ce contrat deviennent eux-mêmes garants de son respect.

Durant ces premières parties il a été frustrant pour nous de ne pas intervenir sur le plan mathématique, notamment lorsque nous repérons des erreurs. Mais nous nous sommes efforcés de rester à distance pour laisser les élèves investis dans la situation ludique. Nous avons pu voir que certaines erreurs étaient corrigées par l'orateur lui-même du fait de la réponse de ses pairs qui ne correspondait pas au

mot qu'il voulait faire deviner. Mais ce n'était en apparence pas le cas de toutes les erreurs. Nous verrons par la suite que les analyses de séance vidéo nous ont éclairés sur ce point.

Concernant la posture de joueur, nous avons observé de réels progrès entre la première et la deuxième séance, notamment dans la classe d'Alix. Les règles étaient en général bien comprises, de même que les rôles. Les élèves sont rapidement entrés dans le jeu.

III.1.2. Les productions d'élèves, signes des apprentissages

Lors de la première séance, les productions d'élèves ont essentiellement été analysées dans la classe d'Antonin, puisque dans la classe d'Alix nous nous sommes concentrés sur la mise en place des règles du jeu et de vie. Mais à partir de la 2^{ème} séance, elles ont pu être analysées dans les deux classes. On remarque qu'il y a de nombreuses tentatives de définitions qui sont souvent incomplètes ou imprécises. Un élève dira par exemple, « ce qui est au bout des segments » pour faire deviner « extrémités ». Un autre dira « après la virgule » pour faire deviner « dixième » ou « millième ». Si cette dernière explication manque évidemment de précision, elle permettra tout de même aux élèves qui confondent les dizaines et les dixièmes par exemple de différencier ces notions. D'autre part ils ont peu recours aux analogies ou aux exemples. La démarche dialectique (faire deviner un mot à partir d'une opposition) est également peu utilisée. En revanche ils utilisent souvent une phrase à compléter, comme par exemple : « C'est deux droites qui sont... ». Les élèves ayant le droit à plusieurs réponses, ils tentent tous les mots auxquels ils pensent et finissent par trouver (ex : sécantes, parallèles, perpendiculaires, confondues). Cette formulation est très efficace mais ne pousse pas les élèves à construire des explications précises permettant de définir une notion. Nous nous sommes donc posés la question de savoir s'il serait pertinent d'ajouter des contraintes pour éviter ce type de formulation, par exemple limiter le nombre de réponses possibles pour l'équipe qui devine. En effet cette contrainte inciterait l'élève à formuler une explication suffisamment précise pour faire deviner son mot et le forcerait ainsi à travailler la verbalisation. Mais d'un autre côté elle limiterait la spontanéité des élèves ainsi que le phénomène de correction provoqué par les réponses entendues. Cette variante a été testée dans un groupe de la classe d'Antonin, car l'aisance des élèves le permettait davantage. Nous reviendrons dessus par la suite. Un autre type de formulation consiste à faire le lien avec des notions proches de celle qui est à faire deviner. Par exemple ils diront « il y a les milliards et les... » pour faire deviner « millions », ou bien ils diront « numérateur » (ou même « nominateur » s'ils se trompent !) pour faire deviner « dénominateur ». Ils font donc des associations d'idées ce qui est intéressant pour ancrer le vocabulaire. En revanche cela ne garantit en rien la compréhension de la notion. Lors de la deuxième séance ils ont également beaucoup eu recours à des explications sans lien avec le vocabulaire mathématique. Ils disent par exemple « quand tu vas à la caisse, on te dit « voilà vos... » » pour faire

deviner le mot « produits », ou bien l'élève dira « c'est dans une radio » pour faire deviner le mot « disque ». Ce genre d'explication, trop utilisé lors de la 2^{ème} séance (mois de février), tend en général à désolidariser le jeu des notions mathématiques. Nous avons donc décidé, dès les séances suivantes, d'ajouter une nouvelle règle interdisant le recours à des explications sans lien avec les mathématiques, d'autant que certains élèves se plaignaient d'un trop grand nombre d'explications sans rapport aux notions mathématiques. Les élèves se portent finalement aussi garants du contrat didactique à leur manière.

Il apparaît clairement que la première manche supporte deux types d'apprentissages. Tout d'abord elle aide à l'appropriation des notions par les élèves, notamment pour ceux qui ne les ont pas totalement assimilées. D'autre part il supporte l'apprentissage de la verbalisation pour tous les élèves. On observe notamment que les « meilleurs » élèves s'essayent à des définitions de plus en plus précises au fur et à mesure que le jeu avance.

La deuxième manche qui consiste à faire deviner les mots en les dessinant a été ajoutée à partir de la deuxième séance. Nous avons pu observer qu'une partie des dessins est sans lien direct avec les mathématiques, par exemple : dessin d'un périmètre de sécurité pour faire deviner périmètre, de l'air pour faire deviner aire, d'un CD pour faire deviner disque (cf. [Annexe 3.3-b](#)). Il peut être intéressant de revenir sur ces dessins pendant la phase de reprise, de façon à montrer que certaines notions mathématiques sont effectivement en lien avec des notions du quotidien (par exemple le périmètre de sécurité a une signification proche du périmètre en mathématiques) et que d'autres n'ont pas de rapport avec la notion de la vie courante (par exemple l'aire ne doit pas être confondue avec l'air). D'autre part nous avons pu observer que certains dessins permettent de faire deviner le mot malgré des imprécisions. Dans un cas on observe que le diamètre dessiné par l'élève s'apparente davantage à une corde par exemple. Il semblerait également que les élèves soient plus à l'aise avec la manche de dessin qu'avec la manche orale car ils se lancent plus rapidement.

III.1.3. La phase de reprise pour supporter les apprentissages

Nous nous sommes posés la question de définir les objectifs de la phase de reprise collective et de choisir les modalités adaptées pour atteindre ces objectifs (durée, outil utilisé, déroulement uniquement en classe ou également à la maison etc.). L'intérêt de la reprise est tout d'abord de faire un bilan de la séance de jeu, notamment pour ce qui est du respect des règles de vie et des règles du jeu, pour que les élèves aient un retour critique sur leur comportement de joueurs. C'est aussi l'occasion de sonder les élèves sur leur ressenti et de faire émerger la nécessité ou non de faire évoluer les règles. L'objectif est également de mettre en commun les difficultés rencontrées par les élèves pour faire deviner les mots

et de leur donner des outils pour progresser. C'est ensuite de revenir sur des confusions entendues pendant le jeu pour clarifier les notions en question.

Pour pouvoir mettre en commun les difficultés il faut que les élèves soient en mesure de les exprimer. Nous avons pensé mettre en place un rôle de rapporteur. Ce rôle aurait été donné successivement aux membres de l'équipe spectatrice qui auraient noté les mots pour lesquels l'orateur aurait eu des difficultés ou bien aurait fait des confusions. Ces notions auraient été revues pendant la phase de reprise. Mais nous n'avons pas ajouté ce rôle car qu'il aurait abaissé le potentiel ludique du jeu.

Les reprises se sont déroulées différemment dans les classes d'Antonin et d'Alix. En effet, lors de la première séance, Alix a essentiellement demandé aux élèves de faire un retour sur leur attitude et sur le respect des règles de vie et des règles du jeu. Au contraire, dans la classe d'Antonin, les règles du jeu étaient bien intégrées dès la première séance. Il a donc pu profiter de la reprise pour mettre en valeur les différentes formulations possibles pour faire deviner un mot. Lors des deuxième et troisième séances, Alix et Antonin ont chacun axé la reprise sur l'aspect mathématique. La reprise s'est déroulée en deux étapes. Les élèves ont d'abord choisi par équipe 2 ou 3 mots qui leur avaient posé des difficultés. Ils ont ensuite dû écrire la formulation la plus efficace qu'ils utiliseraient s'ils devaient rejouer. Ils avaient le droit d'utiliser leur cahier de cours. Nous avons ensuite mis en commun les formulations proposées pour voir si elles étaient adaptées et pour les améliorer si besoin. Nous avons également caractérisé le type de formulation à chaque fois (définition, exemple, opposition etc.). En fin de reprise nous avons construit ensemble une carte mentale pour un mot en particulier (« parallèle »), avec les différentes façons de faire le deviner (définition, analogie, opposition, dessin etc.). Pour la séance suivante ils devaient construire à leur tour une carte mentale sur un mot de leur choix parmi des mots proposés (perpendiculaire, aire, périmètre, cercle, disque). Nous avons ensuite commenté ensemble les cartes mentales faites à la maison. L'objectif est ici de leur donner un outil pour apprendre et s'appropriier les notions vues en classe, outil dont ils pourront se resservir par la suite.

Toujours dans cette optique d'appropriation du cours sous couvert du jeu, nous avons demandé aux élèves de choisir eux-mêmes les mots à écrire sur les cartes pour la 2ème séance. Ils devaient choisir deux mots importants du cours sur l'un des chapitres à réviser pour le contrôle, et écrire la formulation qu'ils utiliseraient pour les faire deviner. Les productions d'élèves sont en [Annexe 3.3-a](#). Nous n'avons malheureusement pas pu revenir sur les productions des élèves en classe avant le Maths' Up. Chacun de nous les a simplement corrigées et rendues à la séance précédant la nouvelle partie. L'objectif était d'inciter les élèves à travailler leur cours activement pour se préparer à la partie suivante.

La phase de reprise a donc un triple enjeu : inciter les élèves à avoir un esprit critique sur leur attitude collective et individuelle pendant le jeu, revenir sur les difficultés des élèves concernant certaines notions mathématiques et donner aux élèves des outils pour apprendre et s'appropriier les notions.

III.2 Ce que nous a apporté la séance filmée :

Les productions d'élèves

Entre la première séance décrite dans nos journaux de bord et la séance filmée, les élèves ont gagné de l'assurance à l'oral, ils sont moins hésitants, notamment pour les mots qui ont été réutilisés d'une séance sur l'autre. Mais si les formulations sont plus efficaces, elles reflètent un niveau de maîtrise des notions et des concepts qui est très différent selon le niveau mathématique de l'élève. Certains ont déjà bien intégré la compréhension des notions en jeu et travaillent davantage la verbalisation. Pour d'autres élèves, plus faibles, le jeu permet de mieux comprendre des notions et de revenir sur des confusions. La séquence vidéo n°16 présente une élève qui donne une définition de deux droites sécantes qui permet d'éviter la confusion avec deux droites perpendiculaires : « c'est deux droites qui se croisent sans former un angle droit ». Voilà une élève qui semble avoir compris la notion de droites sécantes et qui fournit un travail supplémentaire sur la formulation pour la distinguer des droites perpendiculaires. Au contraire, dans la séquence vidéo n°36, une élève confond les notions de sécantes et de confondues puisqu'elle dit : « c'est deux droites qui sont pareilles » pour décrire des droites sécantes. Les apprentissages liés à ce jeu ne situent pas sur le même plan pour chacun, il existe bien une différenciation didactique intrinsèque au Math's Up.

Les types de formulations utilisées dépendent aussi du niveau de l'élève et de la contrainte du temps omniprésente dans le jeu. Les plus utilisées lors la phase orale ont été la définition, le passage par l'opposition et la description plus ou moins précise de la notion mathématique. Nous n'avons relevé pratiquement aucun recours à l'exemple ni à l'analogie avec le monde réel.

L'énoncé d'une définition est une méthode experte au sens mathématique. Correctement dictée, la définition ne laisse aucune place au doute à condition de maîtriser le vocabulaire qui lui est associé. Les élèves ayant un bon niveau mathématique sont plus à même d'utiliser de telles formulations. La séquence vidéo n°6 présente d'ailleurs une élève d'un bon niveau qui récite parfaitement la définition de la somme et qui, face à l'échec de sa formulation, reproche à ses coéquipiers de ne pas connaître leur leçon avant de choisir un autre papier : « c'est le résultat d'une addition ! Mais vous avez appris votre leçon ou pas ? Apprenez vos leçons ! ». Ces mots, comme « somme », « produit », « parallèles », ont des définitions relativement courtes à énoncer, et ont été mis en jeu lors des parties précédentes. Ils ont été les plus souvent formulés en faisant appel à la définition. Au contraire, une définition du

cercle, « ensemble de points étant situés à une même distance d'un autre point », n'a jamais été tentée. Ce papier ne faisait pas partie des premières expérimentations. La répétition des mots, d'une partie sur l'autre, facilite la mémorisation des formulations et du vocabulaire. Mais le recours à la définition, dans quelque cas, peut s'avérer contre-productif pour l'avancée dans le jeu. Dans la séquence vidéo n°9, une élève a pioché le mot « disque ». Pour le faire deviner, elle dit : « la surface intérieure d'un cercle ». Une autre élève fait part de son étonnement face au vocabulaire employé par sa camarade : « Elle sort des mots elle ! ». La première élève s'est essayée à construire une définition mathématique précise. Mais on remarque qu'elle n'est pas à la portée des autres joueurs de son équipe. D'autres types de formulation, plus rapides et efficaces, ont gagné du terrain et sont devenus très populaires auprès des élèves.

Le passage par l'opposition (ou la démarche dialectique) a en effet été de plus en plus utilisé séance après séance. Présenté lors des conceptions de cartes mentales, il a l'avantage d'être très prompt à énoncer et fait souvent gagner du temps. Dans la séquence vidéo n°12 le joueur oppose « diviseur » à « multiple ». Cela est beaucoup plus facile à formuler que de s'essayer à la définition de « multiple ». Donner le contraire d'une notion est efficace mais cela ne requiert pas la compréhension de la notion par l'élève. La séquence vidéo n°11 illustre le paradoxe du choix de l'efficacité sur la justesse mathématique : un élève dit « l'opposition de parallèles » pour faire deviner « perpendiculaires ». La réponse est immédiatement trouvée alors que la formulation désigne plutôt les droites sécantes. Nous pouvons nous demander si la structure de nos leçons et de nos exercices, qui oppose souvent droites perpendiculaires et droites parallèles, n'a pas contribué à la construction de cette formulation élève. La présence de trois mots ou plus caractérisant un même objet mathématique (ici les cartes « sécantes », « perpendiculaires » et « parallèles » pour caractériser des droites) complexifie le recours à la démarche dialectique et exige un plus haut degré de précision. Les enregistrements vidéo nous ont donc permis de cibler une variable didactique supplémentaire : le nombre de mots caractérisant un même objet mathématique. Ce sont les allers-retours sur des notions qui s'opposent ou s'imbriquent et sur leurs différentes représentations mathématiques qui fortifieront les apprentissages.

Un autre type de formulation, peut-être le plus proposé par les élèves, consiste à décrire avec plus ou moins de précision, ou bien directement la notion mathématique à faire deviner, ou bien leur univers. Ainsi, « avant la virgule » (séquence vidéo n°18) et « ce qui est après la virgule » (séquence vidéo n°34) s'avèrent être des énoncés efficaces pour faire deviner « partie entière » et « partie décimale ». Ils contribuent pourtant à la représentation incorrecte de la partie décimale en tant que nombre entier et non en tant que nombre compris entre 0 et 1. La séquence vidéo n°35 montre une élève de niveau très fragile qui, ne sachant ni définir ni décrire le rayon d'un cercle, se résout à nommer deux mots qui

appartiennent à son univers : le cercle et le point. Cela est efficace même si la proposition est éloignée d'une méthode experte et que l'élève n'a pas formulé de phrase. Ce sont souvent les élèves les plus fragiles qui ont recours aux mots clés.

Nous avons constaté la quasi-absence d'analogies dans les formulations d'élèves entre les mots à deviner et les objets du monde réel. Un élève a tenté, hésitant, « c'est comme une construction » pour faire deviner le pavé droit (séquence vidéo n°25). Un essai fructueux, puisqu'il a mené à la réponse attendue, mais insatisfaisant mathématiquement. Les exemples d'analogies pour cet objet sont pourtant nombreux et avaient été étudiés en classe : la salle de classe de mathématiques, la boîte à chaussures, le carton de déménagement, etc. Mais l'analogie requiert une réflexion supplémentaire afin de sortir du cadre purement mathématique.

L'étude du groupe de jeu ayant appliqué la règle de la réponse unique (la carte est remise dans la pioche si la première réponse donnée par les coéquipiers est incorrecte) a confirmé nos attentes : les élèves sont incités à apporter plus de détails à leurs formulations. Dans l'épisode vidéo n°32 par exemple, une élève s'élançait pour faire deviner le mot « milliard » et se trompe en disant « il y a centaine, millième et... ». Un coéquipier répond alors « dix-millième » et puisqu'il n'y a pas de place ici pour se corriger la carte est perdue. Un peu plus tard la carte est piochée à nouveau, et le nouvel orateur prend le soin de dire « il y a mille, million et ... » et parvient à faire deviner la carte, comme le montre l'épisode n°33. Les élèves se doivent de proposer une explication suffisamment complète pour ne pas la confondre avec une autre notion. La partie a duré plus longtemps que dans les autres groupes de jeu. Cependant lorsque le professeur a proposé aux élèves de revenir sur la règle de réponse unique pour favoriser l'aspect ludique du jeu, ils ont répondu qu'ils préféreraient jouer avec cette difficulté supplémentaire. Il aurait cependant été judicieux de diminuer le nombre de cartes à jouer pour que la partie se termine dans les temps. L'ajout de cette règle semble intéressant et plus adéquat pour des élèves qui ont déjà une bonne maîtrise des concepts mathématiques et qui peuvent se concentrer davantage sur le travail de verbalisation.

Globalement, les élèves ont eu moins de difficulté à faire deviner les cartes lors de la phase de dessin. Tandis que la verbalisation fait appel à un vocabulaire précis et qu'il y a parfois des mots interdits (les mots qui ont la même racine, comme « multiple » et « multiplier »), les élèves peuvent, dans la deuxième manche, directement représenter l'objet. Ils arrivent à faire deviner les mots plus rapidement. Toutefois, le degré de précision de ces dessins varie selon le niveau de compréhension de la notion. L'épisode n°37 montre un élève qui entoure un cercle pour faire deviner le périmètre. Il a bien compris que cette notion n'est pas à confondre avec la surface intérieure, mais sa représentation mentale semble encore en voie d'acquisition. Toujours est-il que cette phase de dessin apporte le plus souvent un

registre supplémentaire de représentation des notions qui est fort utile pour leur compréhension. Certains commentaires d'élèves montrent bien que des déblocages ont lieu lors de cette phase. « Ah ! C'est ça le produit ! » s'exclame une élève dans la séquence vidéo n°38.

Le traitement de l'erreur :

Nous avons évoqué le fait qu'il peut être frustrant pour le professeur de ne pas intervenir pendant le jeu sur l'aspect mathématique. Mais en analysant les vidéos il est apparu que la plupart des erreurs étaient corrigées au cours de la partie. Certaines erreurs de formulation ou de dessin sont corrigées dans l'immédiat, d'autres sont corrigées a posteriori au cours de la partie. Par exemple, regardons l'épisode 2 :

L'élève C. a pioché le mot perpendiculaire et dit : « Il y a deux droites et après il y a un angle droit »

Les élèves D. et E. tentent : « Sécantes »

L'élève C. : « Non »

Les élèves D. et E. tentent : « Parallèles »

L'élève C. : « Non »

L'élève D. dit alors : « Perpendiculaire »

Réponse trouvée !

Pour les élèves qui devinent, les notions de parallèles, perpendiculaires et sécantes ne sont pas encore claires. Mais ils se sont corrigés par eux-mêmes. Il n'est pas évident que la notion soit totalement consolidée à ce stade mais elle l'est sûrement déjà davantage.

Il est intéressant de voir que ces notions sont réinvesties au cours de la manche de dessin. L'élève D. a également pioché le mot « perpendiculaire ». On observe qu'elle commence par dessiner des droites parallèles au tableau. La notion n'est donc pas totalement stabilisée malgré la séquence précédente :

Les élèves C. et E. disent : « Parallèle »

L'élève D. fait non de la tête et se rend compte que son dessin ne correspond pas à la notion de droites parallèles. Elle ajoute alors une droite qui semble perpendiculaire aux deux précédentes, sans grande conviction car elle n'est pas sûre d'elle.

L'élève A. dit alors : « Perpendiculaire »

Réponse trouvée !

A nouveau, l'élève D. fait une confusion entre les notions de parallèle et de perpendiculaire. Il est intéressant de voir que la confusion n'apparaît pas comme une erreur puisqu'elle est corrigée par l'élève elle-même suite aux réponses de ses pairs. Au cours de cette partie, ce groupe sera revenu quatre fois sur les mêmes notions à travers les cartes « parallèle » et « perpendiculaire », au cours des deux manches (orale et dessinée). Les élèves auront donc été confrontés à des formulations et à des dessins, tout en étant actifs et ayant un retour direct sur leur production. On émet alors l'hypothèse que la notion est maintenant davantage stabilisée chez eux. C'est une vraie plus-value que le jeu comporte plusieurs manches et des cartes avec notions proches.

Pour d'autres notions, la correction se fait *a posteriori* pendant la partie. Regardons l'épisode 1 :

L'élève A. pioche le mot « rayon » mais il dessine un cercle avec un diamètre

L'élève B. dit : « un diamètre ».

L'élève A répond : « Non ! ».

L'élève B dit alors : « Un rayon ».

L'élève A répond : « Oui ! ».

L'élève B., dit discrètement : « Mais c'est pas un rayon... »

L'élève A. a donc confondu diamètre et rayon, contrairement à l'élève B qui a, *a priori*, compris la différence entre les deux, et compris de plus que l'élève A avait confondu les deux notions. Mais à la fin de cet épisode, il est peu probable que l'élève A ait entendu la remarque de l'élève B et donc probable qu'il reste avec cette confusion en tête.

Six minutes plus tard, c'est au tour de l'autre équipe de faire deviner le mot « diamètre ». L'élève C. dessine cette fois-ci un cercle avec un diamètre.

L'élève D. dit : « Diamètre »

L'élève C. répond : « Oui »

L'élève D. dit alors : « Ah c'est ça un diamètre ? »

L'élève B. de l'autre équipe confirme : « Oui »

On remarque donc que cette carte permet de revenir sur la confusion précédente, bien que le lien n'ait pas été fait explicitement par les élèves, peut-être du fait du décalage dans le temps entre les deux épisodes. L'élève D. prend d'ailleurs conscience de ce qu'est un diamètre, du moins visuellement. Le fait d'avoir des cartes dont les notions sont proches permet ainsi aux élèves de travailler sur la différence entre ces notions et de les ancrer davantage.

On observe également que certaines erreurs ou du moins imprécisions ne sont pas corrigées au cours de la partie. C'est le cas pour l'épisode 5 par exemple. Au cours de la phase de dessin, un élève écrit « 1000 » pour faire deviner « millième » et cela fonctionne. On ne sait pas si l'élève fait une confusion ou bien si c'est une stratégie pour faire deviner rapidement, peut-être parce qu'il ne saurait pas donner de représentation de ce qu'est un millième. Toujours est-il que c'est un exemple de situation intéressante à observer pour l'enseignant puisqu'il pourra revenir sur la notion *a posteriori*, pendant la phase de reprise ou ultérieurement dans l'année.

Le rôle du professeur

Nous avons pu observer que le Math's Up permet des apprentissages d'un point de vue mathématique, mais il est aussi vecteur d'autres apprentissages. Si nous nous étions donnés pour mission de garantir le cadre ludique, il est apparu que notre rôle a essentiellement été de mettre en place ce cadre ludique et le contrat associé, puisqu'ils ont été adoptés par les élèves au cours de premières séances. Ils ont intégré les règles du jeu et les différents rôles des joueurs. Ainsi, au cours de la séance filmée, nous avons pu observer que la responsabilité du cadre ludique avait en partie été déléguée aux élèves. Au début de la séance, le professeur demande aux élèves de répéter les règles du jeu et les règles de vie. Les élèves sont tout à fait en mesure de les exprimer. Les groupes de jeu se mettent ensuite en place et on observe souvent, dans chaque groupe, un élève qui prend en charge l'organisation des équipes pour s'installer autour de la table de jeu, répartir les rôles et veiller au bon déroulé du jeu. D'autre part on remarque que ce sont les élèves eux-mêmes qui interviennent pour remettre leurs camarades dans le jeu s'ils divaguent. Ainsi, au cours de l'épisode 7, un élève commence à dessiner au tableau pour faire deviner un mot. Au bout de quelques secondes il se retourne et se rend compte que les deux autres élèves de l'équipe ne sont pas attentives. Il les interpelle : « Mais... regardez-vous !! ». Elles se remettent immédiatement dans le jeu et devinent rapidement le mot en question. Les élèves sont donc à tour de rôle acteurs pour que le contrat ludique soit respecté. Il en est de même pour ce qui est de faire respecter les règles au cours de la partie. Par exemple, au cours de l'épisode 19, une élève tente de faire deviner le mot « différence » par son sens non mathématique. Elle se fait réprimander par sa coéquipière : « Hey, nan, pas de trichage hein ! ». On observe que l'élève ne proteste pas. En effet les règles ont été posées au départ et acceptées par tous les joueurs. Le professeur n'intervient en général pas sauf si les élèves ont un doute sur une règle qui n'a pas été explicitée. C'est le cas au cours de l'épisode 25 : il s'agit d'une partie pendant laquelle une seule réponse par équipe est autorisée. Un élève répond « pavé » puis « pavé droit ». Ils font appel au professeur pour savoir si c'est validé. Dans ces situations on remarque que le choix du professeur n'est jamais remis en cause, il est considéré comme « détenteur des règles du jeu ». Dans quelques situations le professeur ira de lui-même vers un

groupe de jeu pour intervenir, notamment s'il entend que le volume sonore monte. Il s'agira le plus souvent de situations au cours desquelles les élèves débattent du respect des règles et n'arrivent pas à se mettre d'accord. Par exemple, au cours de l'épisode 21, le professeur entend que le volume sonore augmente. Il se dirige vers le groupe où les élèves débattent quant à la validité d'une réponse survenue sur le « Bip » du chronomètre. Le professeur réexplique précisément la règle : « Si au moment où ça a fait bip, le mot a été commencé, c'est bon ». Les élèves accordent alors le mot sans contestation et le jeu se poursuit. On observe également que le professeur peut intervenir occasionnellement au service de l'aspect ludique du jeu. Par exemple au cours de l'épisode 24, un joueur ne sait pas comment dessiner son mot, il est bloqué. Le professeur lui rappelle qu'il peut changer de mot une fois. Ce type d'intervention permet de fluidifier le jeu mais reste rare puisque les élèves eux-mêmes interviennent souvent dans ces cas-là.

Le professeur a également pour mission d'animer et de rythmer la séance. En effet c'est lui qui marque le passage d'une phase à l'autre : la répétition collective des règles, le lancement de la phase orale, le lancement de la phase de dessin puis l'animation de la phase de reprise. Au cours de la phase de reprise, il commence par demander à ses élèves de faire un bilan à l'oral sur le déroulement du jeu dans leur groupe. Par exemple au cours de l'épisode 31, il leur demande : « Qu'est-ce qui s'est bien passé, mal passé et pourquoi ? ». Cette question concerne essentiellement l'attitude des élèves pendant le jeu mais ne pointe pas le contenu mathématique. Cela permet aux élèves d'avoir une analyse critique de leur comportement pendant le jeu quant au respect du contrat ludique et de pouvoir s'améliorer à la partie suivante. Le retour des élèves confirme une des observations précédentes sur l'apprentissage des rôles par les élèves depuis la première séance : « ça s'est bien passé au niveau des rôles, tout le monde savait ce qu'il devait faire » (épisode 28). La posture des élèves comme joueurs s'est aussi nettement améliorée depuis la première séance. Cette posture reste cependant perfectible pour certains (cf. épisode 29): « Tout se passait bien sauf que quelqu'un nous faisait perdre du temps [...], il parlait... ». D'autre part, après que les problèmes survenus au sein de l'une des équipes aient été évoqués, une élève lève la main et dit : « Malgré les mauvais côtés, il y avait des personnes qui avaient un peu de mal la dernière fois et là il se sont améliorés ». L'enseignant demande alors : « Pour quoi ? Pour les règles ? ». Et l'élève répond : « Non pas que pour les règles, pour le travail, ils devinaient plus facilement ». Du point de vue de cette élève qui est d'un bon niveau en mathématiques, d'autres élèves qui ont plus de difficultés ont progressé pour deviner les mots.

Les outils d'apprentissage mis en place lors de la phase de reprise :

La phase de reprise est également l'occasion de remédier aux notions mal comprises et de structurer les apprentissages. Il est impossible de vouloir revenir sur l'ensemble des notions qui ont posé

problème lors de la partie malgré l'appui de la vidéo, par manque de temps. Pour cette phase de reprise nous avons décidé au préalable que nous ciblerions chacun une unique notion mathématique à réinvestir sous la forme de carte mentale. La méthode pour sélectionner la notion à revoir n'a pas été la même selon le professeur. Alix a profité du calendrier qui correspondait à sa fin de séquence sur les triangles pour établir collectivement une carte mentale autour de ce thème. Comme le montre la vidéo de phase de reprise, les élèves volontaires sont passés au tableau pour dessiner ce qui constituera un véritable schéma bilan de la leçon. Antonin, lui, a procédé comme lors des expérimentations précédentes. Les élèves ont établi une liste collective des mots problématiques. Le professeur et les élèves se sont mis d'accord ensemble sur le mot à retravailler. C'est la carte multiple qui a été retenue lors de cette phase de reprise. Certains élèves la confondent encore avec diviseur et ont eu du mal à s'exprimer autour de cette notion. Il est important de noter qu'à ce moment de la séance la concentration des élèves est mise à mal et les explications mathématiques du professeur (rappels sur le multiple d'un nombre) sont reçues par quelques bâillements. En effet, à ce moment de la séance, l'aspect ludique de la partie est révolu. Il devient alors nécessaire de soutenir la motivation des élèves pour entreprendre une reprise où les savoirs sont structurés. Un élève secrétaire est désigné pour animer les échanges entre élèves puis dessiner, pas à pas, la carte mentale du mot multiple selon les idées des camarades. Le professeur est là pour soutenir, réorienter ou invalider les propositions des élèves. Un élève propose, pour la représentation dessinée, de « faire 2 fois 2, après on met égal, on fait le résultat et on l'entoure ». L'élève a ici correctement ciblé le multiple. Mais le professeur demande alors si on ne pourrait pas confondre cette proposition avec un autre mot. Une élève devine aussitôt : « avec le produit ». Un autre élève annonce « C'est l'opposition de diviseur ». Le professeur préfère dire « on le confond souvent avec le diviseur ». On se rend compte dans la vidéo que les élèves ont déjà une bonne maîtrise des différents types de formulations possibles. Un élève réfléchit : « en analogie j'crois pas qu'y en a ». La conception de la carte mentale est donc l'occasion de structurer les savoirs. Les élèves semblent de plus en plus à l'aise avec cette tâche et il serait intéressant de l'exploiter dans d'autres circonstances. La carte mentale réalisée au tableau est située en annexe n°11.

III.3 Ce que nous a apporté le questionnaire :

Le questionnaire a été rempli par les élèves pendant une séance de mathématiques qui a eu lieu un mois après la dernière séance de Math's Up. Dans la classe d'Alix 23 élèves sur 24 l'ont rempli et quelques rares élèves ne l'ont pas rempli en entier. Dans la classe d'Antonin 25 élèves sur 26 l'ont rempli. Les résultats de la classe d'Alix et ceux de la classe d'Antonin sont présentés ici successivement mais ils pourront faire l'objet d'une analyse comparative plus approfondie lors de la soutenance orale.

Résultats dans la classe d'Alix :

Dans l'ensemble la majorité des élèves dit s'être amusée pendant le jeu. Les deux tiers des élèves disent s'être amusés ou beaucoup amusés, tandis qu'un tiers des élèves dit s'être un peu amusé (et un élève dit ne pas du tout s'être amusé). Lorsqu'on leur demande trois mots pour caractériser le Math's Up, 13 élèves ont donné l'un des mots suivants : « Bien, Sympa, cool, génial, très bien, agréable, j'adore » et 7 élèves ont écrit « drôle » ou « amusant ». A la question « Qu'est-ce que tu as le plus aimé dans le Math's Up? », 7 élèves ont donné une réponse en lien avec le fait d'être en équipe ou en groupe, 5 élèves ont mentionné la manche de dessin et 4 élèves ont parlé d'apprendre en jouant ou de faire des devinettes.

La majorité trouve également que les élèves sont plus actifs et impliqués qu'au cours d'une séance de classe normale. Ainsi dans la classe d'Alix 17 élèves sont tout à fait d'accord avec cette affirmation tandis que 5 élèves ne sont pas d'accord ou plutôt pas d'accord.

La grande majorité des élèves pense que ce jeu aide à apprendre les notions mathématiques. Dans la classe d'Alix, 20 élèves sont plutôt d'accord ou complètement d'accord avec cette affirmation tandis que 3 élèves ne sont pas d'accord ou plutôt pas d'accord. Ils trouvent également que les mots sont plus faciles à faire deviner et à deviner d'une séance sur l'autre (19 élèves sont plutôt d'accord ou complètement d'accord avec cette affirmation). D'ailleurs, parmi les trois mots cités par les élèves, cinq élèves ont donné l'un des mots suivants : « apprendre, réfléchir, réviser » et trois élèves ont écrit « instructif » ou « intéressant » ou « réviser ». A la question « qu'as-tu appris pendant les séances de Math's Up ? », cinq élèves ont répondu « Des définitions que je ne connaissais pas », « des choses que je ne connaissais pas », « des mots que je ne connaissais pas », 5 élèves ont mentionné des mots en particulier (centuple, différence entre un rayon et un diamètre, abscisse, disque, corde). On voit ici que si ce jeu est en théorie un jeu de réinvestissement, il permet tout de même à un bon nombre d'élèves d'apprendre des notions ou de revenir sur des confusions ou des incompréhensions. En revanche cinq élèves ont dit ne pas se souvenir de ce qu'ils avaient appris. Il s'agit essentiellement d'élèves faibles en mathématiques. Pour ces élèves il faudrait accentuer leur investissement lors de la phase de reprise pour qu'ils fassent le lien entre le moment du jeu et leurs connaissances et compétences dont ils peuvent se servir en dehors du jeu. Si trois élèves ont dit avoir appris à « formuler des définitions », « former des phrases », « parler calmement », un élève a mentionné le fait que « c'est dur de se faire comprendre par les autres ». Il y a donc peu d'élèves qui ont pris conscience de l'intérêt du jeu dans l'apprentissage de la verbalisation. Deux élèves ont souligné l'importance d'apprendre ses leçons.

En revanche il est moins évident pour eux que la création de cartes mentales les ait aidés. Dans la classe d'Alix, la moitié des élèves pense que cela les a aidés et huit élèves pensent que cela les a un peu aidés (deux élèves pensent que pas du tout). Il sera donc intéressant de revenir sur la conception de cartes mentales au cours de l'année pour que les élèves pour lesquels cet outil est utile puissent se familiariser davantage avec. La question de l'exploitation de l'outil se pose également pour qu'il ait une réelle valeur pour l'élève : ira-t-il le consulter pour réviser une séquence ou pour répondre à une question qu'il se pose plus tard dans l'année ? Ira-t-il le compléter avec des précisions ou de nouvelles notions ? Autant de questions auxquelles il faudra réfléchir pour que les cartes mentales répondent à un besoin de l'élève et qu'il ait envie de les adopter.

Dans l'ensemble ils trouvent que ce jeu apprend plutôt à travailler en groupe et à s'écouter. En effet, dans la classe d'Alix, à la question « Penses-tu que ce jeu apprend à travailler en groupe ? », 14 élèves répondent « plutôt oui » ou « beaucoup », 9 élèves répondent « un peu » et 1 élève « pas du tout ». Concernant la question « Penses-tu que ce jeu apprend à s'écouter ? », la moitié des élèves répond « plutôt oui » ou « beaucoup » tandis que l'autre moitié répond « un peu » ou « pas du tout ». Cela coïncide avec les réponses à la question « Qu'est-ce que tu n'as pas aimé dans le Math's Up ? », puisque la moitié des élèves a mentionné le bruit, les élèves qui se lèvent, qui parlent d'autre chose ou qui s'amuse devant la caméra pendant le jeu. Si les élèves ont de façon certaine progressé quant au respect du contrat ludique, il apparaît qu'ils ne l'ont pas tous intégré. En effet, onze élèves pensent que les élèves respectent mieux les règles qu'au début tandis que huit élèves pensent que ce n'est pas le cas. A noter cependant que lors de la dernière séance la présence de la caméra a fortement impacté le comportement des élèves qui étaient de ce fait plus agités.

Résultats dans la classe d'Antonin :

Antonin observe des résultats similaires sur plusieurs points. Les séances Math's Up furent jugées ludiques. 90% des élèves ont coché s'être amusé ou beaucoup amusé, et 78% des élèves ont même défini le jeu par un ou deux mots témoignant ce fait (« amusant » ; « drôle » ; « divertissant » ; « rigolo » ...). Comme chez Alix, une très large majorité d'élèves (90%) a observé une implication plus active lors d'une séance de Math's Up que lors d'une séance classique.

Si le Math's Up est un jeu prenant, ils sont 8 élèves (près d'un tiers) à regretter le bruit et les cris soulevés par les interactions entre élèves.

Seuls 4 élèves se sont plaints du stress lié à la contrainte de temps, au compte à rebours. Cela validerait que cette contrainte favorise en général l'aspect ludique.

Chez Antonin l'esprit d'équipe est une composante très présente et parfois même très importante pour les élèves, puisque 22 élèves sont d'accord avec le fait que le jeu apprend à travailler en équipe et 7 élèves placent même l'esprit de groupe comme ce qu'ils ont le plus aimé dans le jeu.

Les élèves se sont très largement amusés alors même qu'ils faisaient des mathématiques. 90% d'entre eux déclarent que le jeu aide à comprendre et apprendre les mathématiques. Ils sont 80% à relever que ces apprentissages sont des définitions ou des mots mathématiques.

4 élèves, d'un très bon niveau en mathématiques, remettent en doute l'aide de la conception des cartes mentales dans le jeu. Il est possible qu'ils n'attribuent pas leur bonne performance aux cartes mentales car leurs connaissances étaient déjà acquises en amont, expliquer une notion ne leur pose pas de problème. Ils sont 6 élèves fragiles ou moyens à penser que la carte mentale les a un peu aidés seulement et un seul pas du tout. Il est possible que certains n'aient pas bien compris comment exploiter la carte, ou qu'ils l'aient simplement recopiée sur un camarade sans y mettre de réflexion. Or l'apprentissage provient de la conception de la carte et non de sa recopie.

CONCLUSION

L'analyse approfondie de nos différentes séances nous a permis de tirer plusieurs grandes conclusions. Tout d'abord, c'est bien connu et le questionnaire le confirme : les élèves aiment jouer ! Le jeu permet de s'amuser en apprenant ou d'apprendre en s'amusant. Les élèves sont actifs, impliqués, se remettent mutuellement dans le jeu. Bref ils sont autonomes et acteurs.

Mais pour que l'élève soit impliqué dans le jeu il est nécessaire d'avoir réfléchi au contrat ludique et didactique en amont et de l'avoir partagé avec les élèves pour qu'ils se l'approprient. C'est au départ le rôle de l'enseignant de poser ce cadre mais on observe que ce rôle est rapidement investi par les élèves eux-mêmes. Ils sont en mesure d'organiser le jeu et de faire respecter les règles en appelant le professeur pour arbitrer certaines situations si besoin.

D'autre part il apparaît que jouer s'apprend. On le voit pour tous les élèves mais de façon particulièrement marquée chez ceux qui n'ont pas l'habitude de jouer. La phase de reprise est dans ce cas indispensable pour que l'élève prenne conscience des points positifs et des difficultés survenues au cours du jeu.

Si jouer s'apprend, il est évident qu'on apprend aussi en jouant au Math's Up : on s'approprie et on ancre les connaissances mathématiques, on développe des compétences transversales (verbalisation, organisation d'une équipe, écoute, respect des autres). La différenciation dans les apprentissages est inhérente à ce jeu: ils seront davantage axés sur la verbalisation pour les "bons élèves" et sur

l'appropriation des notions pour les élèves plus en difficulté. On remarque grâce au questionnaire que la majorité des élèves pense que ce jeu aide à apprendre les notions mathématiques. En revanche ils sont moins conscients des autres apprentissages permis par ce jeu.

La reprise est justement l'occasion de faire le lien entre le jeu et les apprentissages, notamment pour les élèves plus en difficulté qui ne le font pas spontanément. Elle peut aussi être l'occasion de donner aux élèves des outils pour apprendre, par exemple avec la construction de cartes mentales. Si la conception de l'outil est importante, la question de son réinvestissement est cruciale pour qu'il soit réellement adopté par l'élève.

Ce mémoire nous a également permis de découvrir les potentialités d'une analyse de séance filmée. Nous nous sommes ainsi rendu compte qu'il est plus facile pour un élève de dessiner que de s'exprimer à l'oral. Nous pourrions donc intervertir les deux manches et commencer par la manche de dessin. Nous nous sommes également aperçus que bon nombre de confusions ou d'erreurs étaient corrigées au cours du jeu. Cela nous permet d'avoir confiance et de lâcher prise sur l'aspect mathématique pendant la partie pour laisser la dévolution opérer. L'analyse d'une séance filmée permet d'observer les comportements des élèves, de revenir sur des situations que nous avons peut être mal interprétées, d'observer les formulations d'élèves et de voir les notions qui posent problème. C'est un outil que nous pourrions réutiliser pour d'autres types de séances.

Avant de nous lancer dans ce mémoire nous avions le pressentiment que le jeu pouvait être un bon outil pour apprendre. Ce travail approfondi nous a permis de le confirmer avec des arguments tangibles. Mais nous avons aussi pris conscience du fait que jouer s'apprend et qu'il faut accompagner les élèves dans cet apprentissage.

Par la suite nous aimerions chacun continuer à nous intéresser au jeu en classe de mathématiques et en mettre d'autres en place dans nos classes.

Nous aimerions également nous intéresser à d'autres sujets que le jeu et pouvoir les approfondir comme cette année, peut être en intégrant un groupe de travail. Cela serait l'occasion d'être stimulé pour lancer des expérimentations réfléchies en classe et pour partager sur ses pratiques avec d'autres collègues. Quelques sujets qui nous intéresseraient seraient notamment la différenciation, l'autonomie des élèves, l'évaluation, l'usage des TICE. Nous avons pris conscience de la véritable valeur ajoutée de structurer ses expérimentations en amont, de partager avec des collègues avec différents niveaux d'expérience et de produire une trace écrite à partager ensuite... même si tout cela est chronophage!

BIBLIOGRAPHIE

Pelay N. (2011), *Jeu et apprentissages mathématiques : élaboration du concept de contrat didactique et ludique en contexte d'animation scientifique*, Université Claude Bernard - Lyon I, 2011. Français. <tel-00665076> https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00665076/file/Pelay_nicolas_2010_these_jeu_et_apprentissages_mathematiques.pdf

Cette thèse présente les concepts liés à l'apprentissage des mathématiques par le jeu et fonde notre socle théorique de recherche. N. Pelay y montre comment les enjeux ludiques au sein d'une animation mathématique demeurent au service des objectifs didactiques. Le cadre de référence est donc un cadre à la fois ludique et didactique.

Le ministère de l'éducation nationale en partenariat avec le réseau des IREM (2016), *Les mathématiques par les jeux*, publié sur le site Eduscol. Consulté le 12/12/2018 : http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Maths_par_le_jeu/92/4/01-RA16_C3_C4_MATH_math_jeu_641924.pdf

Ce document confirme la pertinence du jeu en classe mathématique et donne des conseils concrets sur la préparation et l'animation d'un jeu dans une classe : une liste utile de ce à quoi il faut s'attendre, la nécessité d'apprendre à jouer, le paradoxe entre la nécessité pour le professeur de veiller au bon déroulement de l'activité et la distance à prendre avec le cours du jeu, l'importance de la phase de reprise, etc.

Académie de Créteil - Groupe de réflexion académique sur l'enseignement des mathématiques au cycle 4 (2017), *Mathématiques revisitées au cycle 4* : http://maths.ac-creteil.fr/IMG/pdf/maths_cycle4_creteil2017_8mo.pdf. Partie V, « Accompagnement, Différenciation, Jeux Sérieux, Évaluation » disponible directement ici : <http://maths.ac-creteil.fr/IMG/pdf/partie5pdf-77b70.pdf>

La partie V de ce document introduit des idées pour innover dans ses pratiques pédagogiques et présente notamment le jeu du Math's up.

G. Brougère : jeu et objectifs pédagogiques (1997) : https://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1997_num_119_1_1166

La définition du jeu selon Brougère.

Annexe 1 : Analyse didactique Alix Duval

Analyse didactique réalisée dans le cadre de l'UE4 – 15/12/18

Introduction :

L'activité choisie pour cette analyse didactique est un jeu de **Math's Up** à destination de ma classe de 6^{ème}. Il s'agit de la première séance de jeu réalisée avec les élèves. Le jeu consiste à faire deviner des mots en lien avec les chapitres de mathématiques. Il se joue à deux équipes. L'objectif est de faire deviner à son équipe un maximum de mots en un temps limité. Chaque équipe jouera une fois sur deux. Au sein de l'équipe, chaque joueur prendra successivement le rôle d'orateur (celui qui fait deviner le mot). Les autres joueurs de l'équipe devront deviner le mot expliqué par l'orateur. Les cartes utilisées sont présentes en pièce jointe.

Cette activité est directement en lien avec mon mémoire qui porte sur Maths et Jeu.

I. Compétences mises en jeu et lien avec le socle commun

Ce jeu permet de travailler **la verbalisation** des notions. Il répond donc au BO du cycle 3 qui encourage « la verbalisation reposant sur une syntaxe et un lexique adaptés ». Il contribue à développer la compétence « **communiquer** ». Il est ainsi en lien avec le Domaine 1 du socle commun, « les langages pour penser et communiquer ».

Il est également en lien avec le domaine 3, « la formation de la personne et du citoyen », puisqu'il contribue à développer la **coopération entre élèves**, le **respect d'autrui** et la **confiance en soi**.

Il permet également de mieux **comprendre** et de **s'approprier les notions mathématiques** sous-jacentes à la compréhension du monde qui nous entoure. En ce sens il est en lien avec le domaine 4 (les systèmes naturels et les systèmes techniques).

II. Le savoir mathématique en jeu

Pour cette première séance, nous avons créé des cartes en lien avec chaque chapitre étudié depuis le début de l'année : **nombres entiers et nombres décimaux, gestion de données, premières notions de géométrie, droites, additions et soustractions**. Les élèves seront donc amenés à remobiliser les notions mathématiques vues en cours pour formuler une définition ou utiliser des exemples. Ils pourront également faire des liens entre les notions en définissant une notion relativement à une autre.

III. Les objectifs de la séance

Cette séance étant la première séance de jeu de l'année, le premier objectif est que les élèves **comprennent, intègrent et respectent la culture du jeu**, c'est-à-dire : les règles du jeu (qui devront être explicitées au maximum pour limiter la part d'implicite), le rôle de chaque joueur, le respect des autres joueurs, le respect de la délimitation des temps de jeu et des temps de reprise, et l'acceptation de l'issue du jeu (gain ou perte). On pourra nommer l'ensemble de ces facteurs comme étant le **contrat ludique** passé entre les différents élèves et le professeur.

Le deuxième objectif est de mener une première expérimentation du jeu dans une version simple et de réfléchir aux **adaptations et aux évolutions à mettre en place** pour l'améliorer.

Le troisième objectif est didactique, à savoir que les élèves **remobilisent les notions** mises en jeu, **apprennent à les expliquer oralement** et à **faire des liens** entre ces notions.

IV. Les variables didactiques et les procédures associées :

J'ai choisi de ne pas distinguer les variables didactiques des variables ludiques car elles sont étroitement liées. En effet des variables a priori ludiques telles que le temps accordé pour faire deviner les mots, ou bien le nombre de réponses autorisées, ont un fort impact didactique.

Le nombre de thèmes abordés a une influence sur la quantité de connaissances que l'élève devra mobiliser ainsi que sur le nombre de cartes du jeu et donc sur la durée de l'activité. Nous aurions pu choisir de mobiliser un unique thème mais le nombre de cartes aurait été trop limité pour permettre à tous les élèves de participer. Il nous a semblé plus intéressant de choisir 3 thèmes pour brasser davantage de notions et avoir plus de cartes.

Le choix des thèmes relativement à leur positionnement dans la progression : nous avons choisi de retenir tous les thèmes abordés depuis le début de l'année. L'objectif est de remobiliser des savoirs qui ont été acquis antérieurement. Cela permet aux élèves de les expliciter, de les percevoir sous un autre angle et ainsi de les stabiliser dans la mémoire à long terme. Nous aurions aussi pu choisir d'aborder uniquement des notions du dernier chapitre pour effectuer un bilan de celui-ci. Mais il nous a semblé pertinent de choisir tous les chapitres depuis le début de l'année de façon à alterner entre des connaissances « fraîches », peut être plus facilement mobilisables et des connaissances plus anciennes, qui demanderont un effort supplémentaire pour les remobiliser

Le choix des mots écrits sur les cartes : nous avons choisi des mots liés à des notions mathématiques que l'on peut définir de manière générale. Nous n'avons donc pas choisi d'inscrire des nombres, des calculs ou des propriétés. En effet l'objet du jeu est de travailler la verbalisation et non le calcul ou le raisonnement

Le(s) concepteur(s) des cartes : pour cette première séance le concepteur des cartes est le professeur. Les élèves ne connaissent donc pas les cartes à l'avance et n'ont pas revu les notions en amont. On pourra envisager, lors des prochaines séances, de faire concevoir les cartes par les élèves. Cela leur permettra de faire un bilan sur les notions importantes du chapitre. Nous avons choisi de concevoir les cartes en amont pour que les élèves expérimentent le jeu une première fois avant de concevoir les cartes par eux-mêmes

Les contraintes de temps : l'orateur a un temps limité (45 secondes) pour faire deviner le maximum de cartes possibles. Le but est donc d'être efficace dans les définitions données ce qui va a priori

conduire les élèves à être de plus en plus précis. Ils pourront également être motivés pour réviser les définitions avant les séances de jeu suivantes pour être plus performants. Cette contrainte va également pousser les élèves à se lancer et à essayer même sans avoir de définition parfaite en tête

Le nombre de réponses possibles par les élèves : toutes les réponses sont acceptées jusqu'à ce que la bonne soit validée. L'orateur pourra donc ajuster sa définition en fonction des réponses des élèves et être de plus en plus précis. Il pourra aussi l'illustrer par des exemples. Il percevra donc par lui-même l'intérêt de la justesse de la définition. Nous aurions pu imposer aux élèves de ne donner qu'une seule réponse. Cela aurait poussé l'orateur à réfléchir en amont à sa définition. Mais cela ne lui aurait pas permis de s'autocorriger et de s'ajuster en fonction des réponses de ses camarades. D'autre part cela aurait poussé son équipe à se concerter avant de répondre et ainsi à confronter et expliquer leurs points de vue. Cela aurait été intéressant mais aurait changé la nature du jeu

Les phases du jeu : Nous avons décidé de mener une seule phase de jeu au cours de cette séance : faire deviner les cartes en expliquant la notion sans contrainte (en dehors du temps). Dans les séances suivantes nous ajouterons par exemple une phase de devinette à travers le dessin. Cela permettra de faire le lien entre la notion, sa définition et sa représentation. Pour cette première séance, il nous semble pertinent de ne mener qu'une seule phase de jeu de façon à tester le jeu, à le mettre en place auprès des élèves et à avoir le temps de faire une synthèse avec eux avant d'aller plus loin.

Les contraintes lors de la phase de verbalisation : la phase de verbalisation a lieu en temps limité. En plus de cela l'orateur ne peut pas utiliser de mot ayant la même racine que le mot écrit sur la carte et ne peut pas mimer. Nous n'imposerons pas d'autres contraintes pour cette première séance pour ne pas surcharger les règles dès le début, mais aussi pour ne pas freiner les élèves et les pousser à se lancer. La procédure experte sera de donner une définition précise utilisant le vocabulaire mathématique adapté en ajoutant éventuellement un exemple. Certains élèves utiliseront des notions relatives à celle-ci, ou des notions opposées. D'autres donneront une explication plus floue et utiliseront un langage non mathématique. D'autres élèves passeront uniquement par des exemples. Enfin certains élèves resteront bloqués sans savoir par où commencer. Dans ce cas-là ils auront le droit de changer de carte une fois pour les aider à entrer dans le jeu. Lors des séances suivantes, nous pourrions concevoir des cartes avec des mots interdits ou des mots obligatoires de façon à pousser l'élève à être plus précis. Nous pourrions également ajouter des malus pour l'utilisation de certains mots tabous tels que « truc » ou « chose ». Nous pourrions aussi limiter le nombre d'exemples utilisables pour les amener à formuler des définitions d'ordre général. Mais ces contraintes ne pourront émerger seulement une fois que les règles basiques du jeu seront intégrées

Les rôles des élèves : lorsqu'une équipe est en action, l'autre équipe est passive. Il convient donc de donner des rôles aux élèves de l'équipe observatrice de façon à les impliquer dans le jeu et à y apporter de la valeur ajoutée. Pour la première séance, nous définissons deux rôles que les élèves

prendront successivement. Le maître du temps sera responsable du chronomètre. L'inspecteur sera chargé de vérifier que l'orateur n'utilise pas de mots de la même famille que le mot inscrit sur la carte. Par la suite, nous pourrions intégrer d'autres rôles : par exemple celui de rapporteur (lors de la reprise, l'élève sera chargé de partager les mots qui ont posé problème). La nécessité de ce rôle pourra émerger à l'issue de la synthèse de façon à répondre à un besoin identifié par les élèves.

La reprise en fin de jeu : nous avons décidé de faire un bilan avec les élèves en fin de jeu avec un double objectif :

Un objectif ludique pour lequel nous allons revenir sur les règles du jeu et les rôles de chacun. On pourra analyser avec les élèves si le contrat ludique a été respecté et faire émerger les difficultés éventuelles. Ces difficultés pourront être l'occasion de faire évoluer certaines variables didactiques (par exemple le rôle des élèves observateurs, le temps imparti etc.)

Un objectif didactique pour lequel on reviendra sur les mots qui ont posé problème afin d'analyser s'il s'agit de difficultés de compréhension ou de formulation. On pourra ensuite ré-expliciter le sens de la notion et de la définition associée. Nous pourrions également revenir sur ces notions en questions flash. Enfin nous commencerons à créer avec les élèves un dictionnaire mathématique à enrichir au fur et à mesure des séances. Il permettra de faire le lien entre le jeu et l'apprentissage et d'amener les élèves vers des verbalisations de plus en plus « expertes ».

Conclusion :

Cette première séance servira de base pour faire évoluer le jeu par la suite. Elle sera également l'occasion de dégager les dimensions sur lesquelles nous voudrions nous focaliser pour notre mémoire (le rôle du professeur, les rôles des élèves, les procédures de élèves ou encore les temps de reprise etc.). Grâce à cette expérimentation concrète nous pourrions également définir des problématiques plus précises.

Annexe 2 : Analyse didactique Antonin Gélamur

Introduction :

Le jeu est aujourd'hui reconnu comme un véritable moyen d'apprendre et en particulier dans le contexte scolaire. Mon mémoire de M2 porte sur l'adaptation en classe de mathématiques d'un jeu bien connu, le « Time's Up », renommé « Math's Up », dont les règles seront présentées ici en annexe 1. Ce jeu se déroule en trois phases qui, si elles ont en commun de porter sur la reconnaissance de notions et d'objets mathématiques sous plusieurs registres, possèdent aussi des objectifs de formation distincts. Alors que la phase 1 se concentre sur la verbalisation, la phase 2 apporte le registre de représentation graphique et dessiné. La phase 3, elle, sollicite davantage l'association d'idées et la mémoire.

Ma partenaire de mémoire Alix Duval et moi-même avons souhaité profiter de ce travail pour penser et échafauder un premier cadre didactique à la première phase de ce jeu ; phase de jeu que nous présenterons à nos élèves dès la semaine prochaine. L'expérience recueillie en classe avec nos élèves nous permettra de tirer des conclusions et de jauger la pertinence de nos choix didactiques, pédagogiques et ludiques. Ce travail est donc en lien direct avec notre mémoire.

Remarques personnelles préalables :

Il ne m'est pas simple d'analyser ce jeu d'un point de vue didactique uniquement. Je trouve que le jeu contient de nombreux implicites où s'entrecoupent variables didactiques, pédagogiques et ludiques comme dans un nœud. De plus, ici, le professeur laisse les élèves en complète autonomie pendant le déroulement de la partie, la dévolution de l'apprentissage aux élèves est donc totale. C'est pourquoi il est important d'instaurer des moments d'institutionnalisation des connaissances pendant lesquels nous pourrions valider ou invalider les procédures et les propositions d'élèves. Les supports du jeu que sont les cartes représentent des notions ou des objets mathématiques très explicites, je me demande donc si on peut qualifier cette situation comme étant adidactique. En tout cas, il est important pour nous de préparer un cadre dans lequel l'aspect ludique l'emportera dans la conscience des élèves par rapport à l'aspect formatif.

Analyse de la phase 1 :

Liste et choix des différentes variables didactiques.

La nature du contenu inscrit sur les cartes et à faire deviner

Qu'il s'agisse d'une propriété, d'une notion ou d'un objet, les démarches que l'orateur peut employer sont diverses: citer la définition, énoncer certaines caractéristiques, donner des exemples, faire une analogie, proposer un synonyme ou même un mot ayant le sens contraire. Autant de procédures effectives qui conditionnent les apprentissages. Il est donc judicieux de proposer des mots qui offrent plusieurs de ces possibilités.

Exemples pour le mot « parallèle » : droites du plan qui ne se coupent jamais (définition), droites qui ne sont pas sécantes (démarche dialectique), comme les rails des chemins de fer (démarche analogique).

Nous avons décidé de ne pas intégrer les propriétés au jeu par souci de simplicité, les élèves n'étant pas si familiers avec celles-ci en début de sixième.

Les savoirs mathématiques en jeu : les thèmes des mots

Nous avons ici choisi des mots qui ont déjà été étudiés cette année afin de garder comme objectif leur assimilation. Nous trouvons aussi cela plus pertinent en termes d'apprentissage. En proposant des mots qui leur sont moins familiers, voire des mots qui sont à découvrir encore, c'est surtout leur intuition qui aurait été mise à contribution. Les thèmes retenus, qui contiennent les savoirs mathématiques en jeu, sont donc les premiers objets en géométrie et les nombres entiers et décimaux.

Au fur et à mesure des séquences, les élèves proposeront eux-mêmes les mots qui leur semblent intéressants à ajouter au jeu. Cela les encouragera à relire les leçons puis à trier, hiérarchiser les mots clés, les savoirs. Cette démarche nous semble formative, *a priori*.

Le contexte de compétition

Faire s'affronter deux groupes d'élèves à un impact évident sur le comportement des élèves : gestion du stress, du temps, motivation, concentration. Nous pensons que c'est une variable ludique et pédagogique importante. Elle peut aussi devenir didactique si on imagine par exemple que la mise en place d'un petit tournoi entre élèves suscite chez certains l'envie de réviser ses définitions pour mieux se préparer.

Le jeu sous contraintes

Les règles conditionnent la dynamique du jeu et certaines en particulier peuvent modifier le comportement et la démarche des élèves.

- En intégrant sur chaque carte une liste de mots interdits à prononcer (comme au Taboo), l'élève aura un effort supplémentaire d'adaptation à effectuer et cela peut impacter ses choix de procédure. Par exemple, pourraient être interdits les mots « rectangle » et « perpendiculaire » pour la carte « angle droit ». Nous avons décidé de ne pas instaurer cette règle pour le moment qui complexifie la verbalisation. De plus, les mots interdits peuvent influencer la procédure de l'orateur par association d'idées. Un rectangle peut faire penser au carré.

- Un temps limité et chronométré fera apparaître le besoin pour l'orateur d'optimiser la longueur des explications, trouver des raccourcis, voire de proposer uniquement certains mots clés. On peut anticiper un recours à ces méthodes lorsque le chronomètre arrive à son terme. Nous faisons le choix de chronométrer chacun des tours, mais aussi car nous pensons que c'est un tremplin ludique.

Par exemple, pour faire deviner le mot «centième», il peut être stratégique d'indiquer que c'est ce qui vient après les dixièmes.

- les mots qui ont été tirés et non devinés retournent dans la pioche. Ainsi, l'élève peut stratégiquement repartir de l'idée qui n'a pas aboutie puis la réadapter, la corriger.

Le matériel autorisé

Autoriser le cahier de leçon, le livre de classe ou encore des fiches préparées, comme des cartes mentales, pourrait être un moyen formatif. Nous avons pensé notamment à la constitution d'un lexique regroupant des définitions. Nous avons décidé de ne pas intégrer ces possibilités afin de favoriser la fluidité du jeu pour le moment.

Pas de hiérarchie établie entre les procédures qui respectent le contrat ludique et didactique

Comme expliqué plus haut, les démarches efficaces pour réussir à faire deviner le mot mystère sont nombreuses et variées. Dans le cadre du jeu et l'optique de la victoire, il est difficile d'avancer que l'énoncé rigoureux de la définition, parfois plus chronophage, est l'unique procédure experte. Néanmoins, certains réflexes humains peuvent s'opposer au contrat didactique et ludique mis en place.

Pour les mots en lien avec la géométrie par exemple, utiliser le mime, les gestes, dessiner dans l'air plutôt que passer par l'oral doit être considéré comme une faute. Idem pour l'utilisation d'un mot de la même famille que celui ou ceux à faire deviner. Les élèves devront s'adapter à ces règles.

Il ne fait aucun doute que les discours d'élèves contiendront erreurs et approximations mathématiques, des définitions incomplètes ou des analogies incorrectes. Le moment d'institutionnalisation est donc important pour mettre en lumière les corrections éventuelles et ainsi contribuer à la progression de l'apprentissage des élèves.

Annexe 3.1 : Journal de bord 1^{ère} séance Alix Duval

1^{ère} séance – le 17 décembre 2018 – de 11h10 à 12h05

I. Contexte :

Cette première séance de jeu de Math's Up a été menée en classe entière (24 élèves) sur 1 heure de cours. Le jeu Math's Up s'apparente au Time's Up qui est un jeu connu mais que mes élèves ne connaissaient pas. L'enjeu de cette séance était essentiellement d'installer les règles du jeu.

II. Mise en place du jeu :

1. Equipes et disposition dans la classe :

J'ai réparti les élèves en 6 équipes de 4 élèves. Les équipes ont joué une contre une. Il y avait donc 3 îlots de jeu avec à chaque fois 2 équipes de 4 élèves, soit 8 élèves.

Sur chaque îlot, les élèves étaient assis autour de 4 tables regroupées, en alternant un élève de chaque équipe.

2. Explication des règles du jeu :

Après avoir mis les élèves par équipe et par îlot j'ai expliqué les règles du jeu aux élèves en prenant des exemples. J'ai ensuite précisé les rôles des élèves de l'équipe active et de l'équipe spectatrice. Pour que l'équipe spectatrice soit active, nous avons défini un maître du temps (à gauche de l'orateur) et un inspecteur (à droite de l'orateur). Chaque phase de devinette était chronométrée par le maître du temps et durait 45 secondes.

J'ai ensuite demandé aux élèves les conditions pour qu'un tel jeu se passe bien : respect mutuel et écoute, pas de jugement de ses camarades, respect des phases de jeu et des phases de reprise collectives pendant lesquelles le silence est demandé.

Nous avons ensuite fait deux petites sessions de jeu suivies d'un bilan collectif.

3. Première session de jeu :

Nous avons lancé une première phase de jeu pendant 5 minutes en leur indiquant qu'on ferait un premier bilan ensuite.

Plusieurs difficultés ont émergé :

Compréhension des règles : c'est un jeu qui se joue une équipe contre l'autre, mais certains élèves de l'équipe spectatrice ne l'avaient pas compris et donnaient la réponse à l'autre équipe

Compréhension des rôles spécifiques de certains spectateurs (maître du temps et contrôleur)

Un groupe d'élèves présent dans 2 équipes d'un même îlot ont été très agités et ont perturbé le jeu

Dans un groupe certains élèves ont essayé de tricher

Un élève ne voulait pas jouer et s'intégrer dans une équipe au départ

Des difficultés liées à l'organisation spatiale ont émergées : les élèves étaient trop éloignés les uns des autres et ne pouvaient pas forcément bien s'entendre et donc se sentir concernés

Pendant ces premières 5 minutes les élèves n'ont pas vraiment réussi à jouer. Nous avons donc fait un bilan de cette première session qui a permis de mettre en avant les difficultés rencontrées à chaque îlot. Nous avons ensuite clarifié les règles qui étaient mal comprises et les rôles spécifiques. Nous avons également répété le contrat à respecter pour continuer à jouer notamment respecter ses camarades.

4. Seconde session de jeu :

Nous avons ensuite lancé une seconde phase de jeu de 10 minutes suivie d'un bilan.

Lors de cette phase les élèves avaient davantage intégré les règles du jeu et les rôles de chacun. Mais les difficultés liées à l'organisation spatiale et au fait que les élèves étaient nombreux par îlot étaient toujours là.

5. Procédures d'élèves :

Je n'ai pas pu noter ni observer beaucoup de procédures d'élèves car je me suis essentiellement consacrée à passer dans les groupes pour clarifier les règles et recentrer certains élèves dissipés ou à l'écart.

J'ai noté une procédure d'une élève. Pour trouver le mot expliqué par un autre élève qui avait des difficultés, elle a donné tous les mots qu'elle connaissait en mathématiques.

Conclusion :

Jouer en classe entière lors de la première séance n'est pas une bonne option avec des élèves qui ne connaissent pas ce jeu.

Il vaudrait mieux jouer à 3 contre 3 plutôt qu'à 4 contre 4 pour réduire le niveau sonore d'une part et pour que le rôle d'orateur revienne plus rapidement à chacun. De plus il vaudrait mieux constituer des îlots plus petits (1 ou 2 tables) pour que les élèves soient plus proches les uns des autres et se sentent tous impliqués.

Cette séance a davantage été une phase d'apprentissage du jeu, des règles associées et des comportements attendus pour les joueurs plutôt qu'une phase d'apprentissage des enjeux didactiques (verbalisation notamment).

Annexe 3.2 : Journal de bord 2^{ème} séance Alix Duval

2^{ème} séance – 25 janvier 2019 – 2 séances en demi-groupe de 13h30 à 15h30

I. Contexte :

Cette deuxième séance de jeu de Math's Up a été menée en demi-groupe (12 ou 13 élèves) sur 1 heure de cours. Les élèves connaissent désormais les règles du jeu. L'enjeu de cette séance était essentiellement de laisser les élèves jouer pour qu'ils s'approprient le jeu dans un contexte plus propice que celui de la première séance. L'objectif était également d'aller vers une institutionnalisation portant davantage sur l'aspect didactique que sur l'aspect ludique.

II. Mise en place du jeu :

1. Equipes et disposition dans la classe :

Cette fois-ci j'ai réparti les élèves en 4 équipes de 3 élèves (1 équipe de 4 élèves pour le premier groupe). Les équipes ont joué une contre une. Il y avait donc 2 îlots de jeu avec à chaque fois 2 équipes de 3 élèves, soit 6 élèves.

Sur chaque îlot, les élèves étaient assis autour d'une table, en alternant un élève de chaque équipe.

2. Explication des règles du jeu :

Avant de mettre les élèves par équipe ils ont eux-mêmes réexpliqué les règles du jeu et les règles de vie à respecter. Chaque phase de devinette était chronométrée par le maître du temps et durait également 45 secondes.

Contrairement à la fois précédente ils ont pu jouer la partie en une seule fois, sans phase de reprise collective pendant le jeu.

III. Analyse de la partie :

1. Bilan général de la partie :

Cette fois-ci le jeu s'est dans l'ensemble bien déroulé dans tous les groupes. Les règles et les rôles étaient en général bien compris. Les élèves sont entrés dans le jeu plutôt rapidement et étaient tous impliqués. Cela est dû au fait que les règles étaient déjà comprises, mais aussi à l'organisation en demi groupe et aux petites équipes (3 élèves contre 3 autour d'une seule table au lieu de 4 contre 4 autour de 4 tables).

Le rôle de contrôleur n'a pas toujours été efficacement mené : certaines cartes étaient acceptées alors l'orateur avait utilisé un mot de la carte pour l'expliquer.

Les séances étaient plutôt bruyantes. J'ai demandé de baisser le volume sonore à plusieurs reprises à chaque groupe.

Certains élèves venaient me voir pour repréciser les règles. A-t-on le droit de dire que ça commence par telle lettre ? (non) d'utiliser la même explication que pour une autre notion ? (oui)

Dans une équipe, ils ont choisi de laisser la pile de carte au bout de la table. C'est l'orateur qui se déplaçait pour jouer plutôt que la pile de cartes.

Avant de lancer le chronomètre, ils disaient en général : « 3, 2, 1 partez ». Ceux qui ne le faisaient pas ont fini par le faire également.

2. Déroulé de la séance :

Les 55 minutes se sont déroulées ainsi :

- 10 minutes de mise en place et de rappel des règles
- 25 minutes de jeu
- 10 minutes de reprise en petit groupe
- 5 minutes de reprise collective

3. Formulations d'élèves :

Voilà quelques formulations d'élèves notées pendant les parties :

Lien avec d'autres notions :

- Avant les milliards => millions
- Après un 0 on met quoi ? => une virgule
- Nominateur => Dénominateur
- C'est comme un diagramme => courbe

Caractérisation :

- Des droites qui font des trucs bizarres, qui tournent => courbe
- Avant la virgule => partie entière
- Après la partie entière => dixième
- Après la virgule => dixième
- Après la virgule => millième

Définition :

- Au bout d'un segment => extrémités
- On n'en a pas besoin dans un nombre => 0 inutiles

Utilisation :

- S'utilise pour convertir => tableau
- C'est un tableau qui donne les quantités => diagramme en bâtons

Lien avec le vocabulaire non mathématique :

- Le contraire de quand c'est pareil => différence
- A la fin d'une phrase => point
- Quand on joue on gagne des ... => point

4. Reprise :

La reprise s'est déroulée en deux phases : une première partie par équipe de trois et une deuxième partie collective.

Pendant la première phase, j'ai demandé aux élèves de choisir 2 ou 3 mots qui leur avaient semblé difficiles à faire deviner, et d'écrire sur leur cahier d'exercice la formulation la plus efficace possible s'ils devaient le refaire deviner. Ils avaient le droit d'utiliser leur cahier de cours.

Pendant la deuxième phase, nous avons repris en collectif 3 mots parmi ceux qu'ils avaient choisis. Certains élèves ont donné des propositions que j'ai écrites au tableau.

Les élèves n'avaient pas à noter quoi que ce soit cette fois-ci, tout s'est fait à l'oral avec le support du tableau. Nous avons à chaque fois caractérisé le type de formulation auxquels on avait eu recours pour expliquer la notion.

Voici des exemples de mots que nous avons repris :

- Intersection (ce mot est revenu dans les deux groupes) :
 - o le nom du point où deux droites se croisent
 - o quand deux droites se croisent il y a un point de ...
 - o une croix
- Appartenance : quand un point est sur une droite on dit que ...
- Extrémité : points au bout d'un segment
- Partie décimale : par exemple dans 3,5 c'est 0,5
- Ecriture fractionnaire :
 - o Il y a deux façons d'écrire un nombre
 - o En 2 étapes :
 - Au CP on apprend à ... => écrire
 - C'est formé d'un numérateur et d'un dénominateur => fraction

Annexe 3.3 : Journal de bord 3^{ème} séance Alix Duval

3^{ème} séance – 21 février 2019 - 2 séances en demi-groupe de 13h30 à 15h30

I. Contexte :

Cette deuxième séance de jeu de Math's Up a été menée en demi-groupe (13 élèves et 10 élèves) sur 55 minutes de cours à chaque fois. Les élèves connaissent désormais les règles du jeu. L'objectif de cette séance était d'ajouter la manche de devinette par le dessin et d'aller vers une reprise sous forme de carte mentale. C'était également l'occasion de faire travailler de nouveaux mots.

II. Création des cartes :

Les mots des nouvelles cartes ont en partie été choisis par les élèves. En amont d'un contrôle portant sur les deux derniers chapitres (les multiplications et le cercle), les élèves devaient sélectionner deux mots importants de l'un des deux chapitres et écrire la façon dont ils le feraient deviner.

Pour le chapitre sur le cercle, les mots suivants sont ressortis : cercle, disque, rayon, diamètre

Pour le chapitre sur les multiplications, les mots suivants sont ressortis : produit, facteur

L'objectif était lié à la préparation du contrôle : inciter les élèves à retravailler leur cours activement, à pointer les informations importantes et à se les approprier. L'objectif était également de les préparer au Math's Up, afin qu'ils trouvent les formulations appropriées pour faire deviner le mot, sans contrainte de temps et avec leur cours sous les yeux.

Nous n'avons malheureusement pas pu revenir sur les productions des élèves en classe avant le Math's Up. Je les ai simplement corrigées et rendues à la séance précédente. Il aurait été intéressant de les analyser ensemble et de dégager les points positifs et négatifs des explications proposées, par exemple

en essayant de les faire deviner en classe entière. Nous serions notamment revenus sur les notions de diamètre pour laquelle il y a eu deux explications différentes (cf. Annexe 1, documents 3 et 4):

- « un trait qui va d'un point à un autre dans le cercle » : nous aurions discuté sur la notion de « trait » pour la préciser par le mot « segment ». Nous aurions ensuite montré que cette définition est adéquate pour une corde mais qu'il manque une information pour définir un diamètre.
- « la distance entre un point et un autre point passant par le centre » : ici l'élève cherche à définir LE diamètre du cercle, contrairement à l'élève précédente qui cherchait à définir UN diamètre.

L'objectif de cette étape serait de les sensibiliser à l'importance de la précision des termes utilisés et de les amener progressivement à construire des définitions mathématiquement correctes à partir de leur propres mots et appropriations des notions.

Nous verrons dans l'analyse de la séance que pour certains mots les élèves utilisent beaucoup d'analogies avec la vie courante (par exemple : pour définir un facteur ils diront : « c'est celui qui apporte le courrier »). Cette formulation n'est pas forcément à bannir puisqu'elle peut permettre aux élèves de se créer des images mentales et de faire des associations aidant à la mémorisation. Mais elle ne doit pas être une fin en soi, et n'est utile que si elle est au service de la compréhension et de la stabilisation de la notion mathématique en jeu. Cette phase de préparation permettra donc de donner aux élèves des outils pour expliquer les notions d'un point de vue mathématique.

II. Mise en place du jeu :

1. Equipes et disposition dans la classe :

Pour le premier demi-groupe, les élèves étaient par équipe de 3 (et une équipe de 4). Il y avait donc deux parties en parallèle. Dans le deuxième demi-groupe ils étaient par équipe de 5. Il y avait donc une seule partie.

2. Explication des règles du jeu :

J'ai réexpliqué les règles du jeu en ajoutant l'explication pour la deuxième manche : une fois la première manche terminée, les équipes comptent leurs points. Les cartes sont remises en jeu. Cette fois-ci il faut faire deviner les mots en dessinant sur une ardoise Weleda, sans parler. Les écritures ne sont pas autorisées sur l'ardoise. Les flèches sont autorisées. Chaque phase de jeu dure 45 secondes. Les élèves ont ensuite répété les règles de vie à respecter.

III. Analyse de la partie :

1. Bilan général de la partie :

Dans le premier demi-groupe, le jeu s'est bien déroulé pour un groupe et moins bien pour l'autre. En fin de séance, j'ai demandé aux élèves leur avis sur la partie. Pour le groupe dans lequel ça s'est bien

déroulé, ils ont noté une amélioration par rapport à la fois précédente : pas de triche, bonne gestion des rôles et du chronomètre. Ils ont bien aimé, ont trouvé le jeu amusant. L'un des élèves a dit qu'il avait peur qu'une autre élève le juge pendant le jeu et que finalement ils s'étaient bien entendus.

Dans l'autre groupe, les élèves ont dit que « c'était bien mais il y a eu des embrouilles ». Ils pensent qu'ils n'étaient pas bien organisés (répartition des rôles), et que certains n'étaient pas concentrés sur le jeu.

2. Déroulé de la séance :

Les 55 minutes se sont déroulées ainsi :

- 10 minutes de mise en place et de rappel des règles
- 30 minutes de jeu
- 5 minutes de reprise en petit groupe
- 5 minutes de reprise collective

3. Analyse de la première manche :

Voilà quelques formulations d'élèves notées pendant les parties :

Lien avec d'autres notions :

- L'élève dit « Addition » => Les autres élèves répondent « somme », « différence », « facteur (factrice) »

L'élève fait le lien entre « facteur » et opération mais ne l'associe pas à la multiplication

- L'élève dit « Il y a les unités » => Les autres élèves répondent « dizaine » ; « dixième »

L'élève ne précise pas la relation entre les unités et les dixième (dix fois plus petit qu'une unité)

Définition :

- L'élève dit « Là où des droites se touchent » => Les autres élèves répondent « croisement », « intersection »

- L'élève dit « quand deux droites se croisent » => Les autres élèves répondent « croisement », « intersection »

- L'élève dit « Un point à un autre point et qui passe par le milieu du cercle » => Les autres élèves répondent « diamètre »

L'élève visualise ce qu'est un diamètre. Il y a des imprécisions de vocabulaire (il aurait pu dire « segment » et utiliser « centre » au lieu de « milieu »)

- L'élève dit « Intérieur d'une figure » => Les autres élèves répondent « aire »

L'élève a compris ce qu'est l'aire et n'a pas confondu avec le périmètre. Il y a une imprécision, il aurait pu dire « mesure de la surface intérieure d'une figure »

- L'élève dit C'est le double d'un rayon » => Les autres élèves répondent « diamètre »

- L'élève dit « Nombres qu'on ajoute à une addition » => Les autres élèves répondent « terme »

Lien avec le vocabulaire non mathématique :

- L'élève dit « C'est comme un filet » => Les autres élèves répondent « corde »
- L'élève dit « Par exemple quand tu vas à Carrefour, à la caisse on te dit « Voilà votre... » » => Les autres élèves répondent « produit »
- L'élève dit « C'est dans une radio » => Les autres élèves répondent « disque »
L'élève visualise un disque de musique, ce qui peut permettre de ne pas le confondre avec un cercle puisqu'il voit que le disque est plein
- L'élève dit « Pour attacher des agneaux » => Les autres élèves répondent « corde »
- L'élève dit « Un pull et un T-shirt ils sont ... » => Les autres élèves répondent « différents » au lieu de différence
- L'élève dit « Dans un magasin, sur le ticket de caisse, on compte ... » => Les autres élèves répondent « somme »
L'élève parle ici d'une somme d'argent, il comprend que ça correspond au prix total des achats, mais il n'est pas certain qu'il ait compris le lien entre une somme d'argent et une somme désignant le résultat d'une addition

Autre :

- Un élève ne sait vraiment pas quoi dire pour faire deviner un mot. Les autres élèves tentent tous les mots qu'ils connaissent en rapport avec les mathématiques et finissent par trouver
- L'élève dit « Dans un cercle » => Les autres élèves répondent « diamètre » => L'élève dit « Je ne sais pas comment expliquer ... » => Les autres élèves répondent « périmètre » après d'autres essais

4. Analyse de la deuxième manche (dessin) :

Beaucoup de dessins sans lien avec les mathématiques

5. Reprise :

La reprise s'est déroulée en deux phases : une première partie par équipe de trois (ou par groupe de deux pour le deuxième demi-groupe) et une deuxième partie collective.

Pendant la première phase, j'ai demandé aux élèves de choisir 1 ou 2 mots qui leur avaient semblé difficiles à faire deviner, et d'écrire sur leur cahier d'exercice la formulation la plus efficace possible s'ils devaient le refaire deviner. Ils avaient le droit d'utiliser leur cahier de cours.

Pendant la deuxième phase, nous avons repris en collectif 2 mots parmi ceux qu'ils avaient choisis. Certains élèves ont donné des propositions que j'ai écrites au tableau sous forme de carte mentale. Les élèves n'avaient pas à noter quoi que ce soit cette fois-ci, tout s'est fait à l'oral avec le support du tableau. Nous avons à chaque fois caractérisé le type de formulation auxquels on avait eu recours pour expliquer la notion.

Pour la majorité des groupes, le mot choisi a été « Centupler ». Je les ai aidés à retrouver la signification à partir d'autres exemples comme « double », « tripler » etc.

Nous avons ensuite fait ensemble une carte mentale au tableau sur la notion de « Parallèle », en utilisant la définition, le dessin, une analogie (rail de chemins de fer), le contraire (droites sécantes).

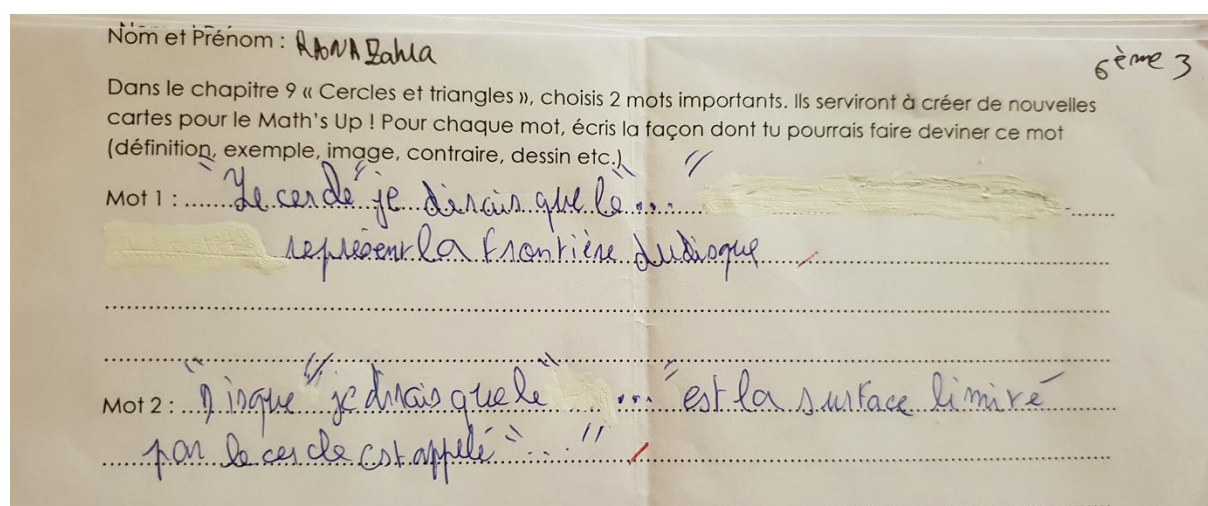
Pour la rentrée, ils devront avoir réalisé une carte mentale sur un mot de leur choix parmi les suivants : perpendiculaire, aire, périmètre, cercle, disque. Elle devra contenir au moins : une définition, un dessin, le contraire, une analogie.

Conclusion :

Les élèves définissent certains mots sans faire aucun lien avec les mathématiques. Ce n'est pas un problème si le lien avec les maths est fait par la suite et cela peut constituer un moyen mnémotechnique. Mais comment faire ce lien ensuite ? Reprendre les formulations d'élèves en classe entière, en question flash ? Mettre des mots interdits ?

Annexe 3.3-a : exemple de productions d'élèves pour le travail préparatoire

1.



2.

Nom et Prénom : Danglat Camille

Dans le chapitre 9 « Cercles et triangles », choisis 2 mots importants. Ils serviront à créer de nouvelles cartes pour le Math's Up ! Pour chaque mot, écris la façon dont tu pourrais faire deviner ce mot (définition, exemple, image, contraire, dessin etc.)

Mot 1 : ~~Rayon~~ : C'est ~~une ligne~~ qui part ~~du cercle~~ d'un point du cercle et qui s'arrête au centre du cercle. ✓

Mot 2 : Disque : C'est la surface limitée par l'infinité de point qui est le cercle. ✓

3.

Nom et Prénom : MBLÉ Slara

Dans le chapitre 9 « Cercles et triangles », choisis 2 mots importants. Ils serviront à créer de nouvelles cartes pour le Math's Up ! Pour chaque mot, écris la façon dont tu pourrais faire deviner ce mot (définition, exemple, image, contraire, dessin etc.)

Mot 1 : ~~Rayon~~ : Un ~~trait~~ qui va du ~~centre~~ jusqu'au centre du cercle. ✓

Mot 2 : ~~Rayon~~ ; Diamètre : un ~~trait~~ qui va d'un point à un autre point dans le cercle. ✓

4.

Nom et Prénom : Wissam

Dans le chapitre 9 « Cercles et triangles », choisis 2 mots importants. Ils serviront à créer de nouvelles cartes pour le Math's Up ! Pour chaque mot, écris la façon dont tu pourrais faire deviner ce mot (définition, exemple, image, contraire, dessin etc.)

Mot 1 : ~~rayon~~ disque : c'est l'intérieur du cercle. ✓

Mot 2 : ~~diamètre~~ ~~rayon~~ diamètre : c'est la distance entre un point et un autre point passant par le centre. ✓

5.

Nom et Prénom : Nanthakumar Nirusan

Dans le chapitre 8 « Multiplications », choisis 2 mots importants. Ils serviront à créer de nouvelles cartes pour le Math's Up ! Pour chaque mot, écris la façon dont tu pourrais faire deviner ce mot (définition, exemple, image, contraire, dessin etc.)

Mot 1 : Produit : "C'est le résultat d'une multiplication" ✓

Mot 2 : Facteurs : "C'est les nombres que l'on multiplie" ✓

Annexe 3.3-b : exemples de productions d'élèves lors de la deuxième manche

1. Aire :





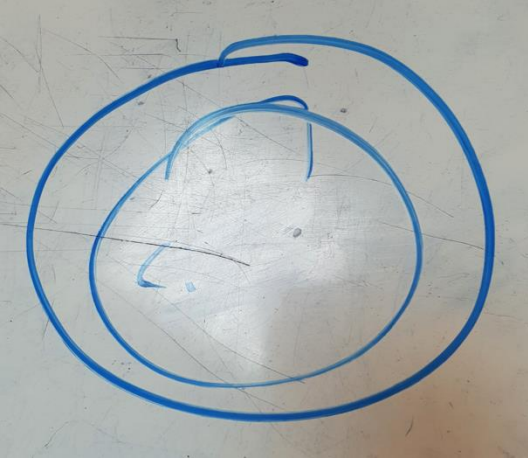
2. Diamètre :



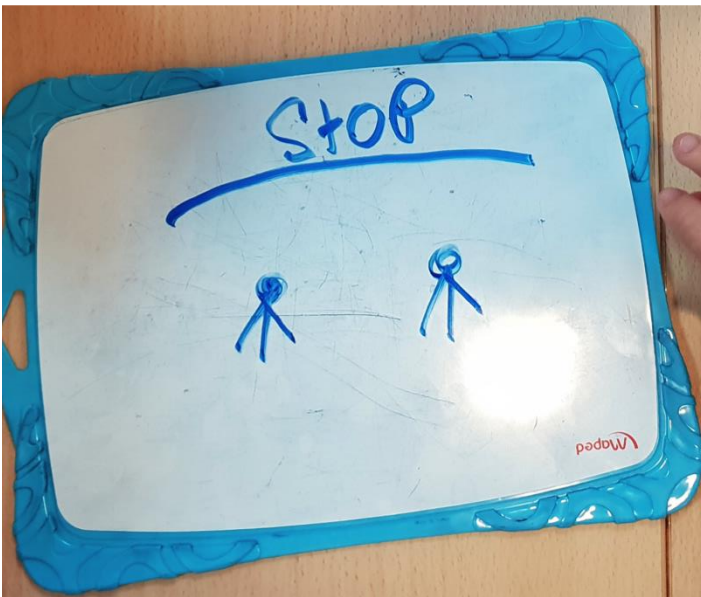
3. Cercle



4. Disque :



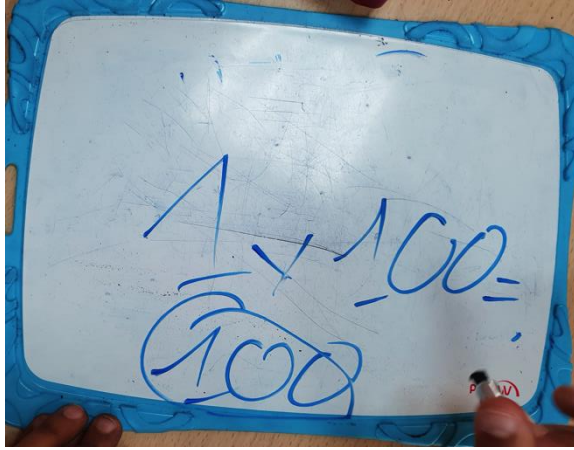
5. Périmètre (de sécurité !)



6. Intersection

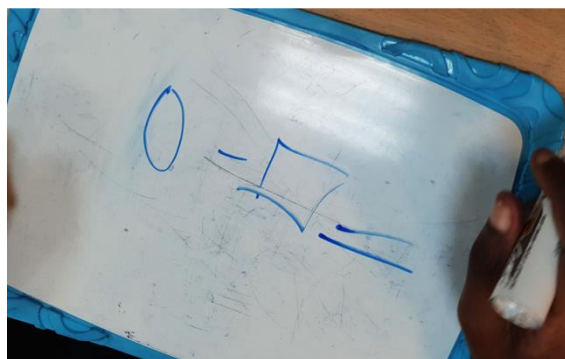


7. Centupler :

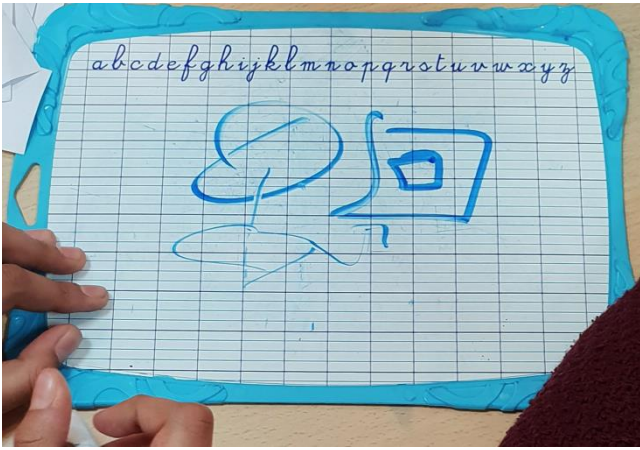


On note une confusion entre « centupler » et « quintupler »

8. Termes



9. Facteur



10. Produit



11. Parallèle



Annexe 4 : Journal de bord 1^{ère} séance Antonin Gélamur

Séances du lundi 17/12/18 et du vendredi 21/12/18

Expérimentation de la 1^{ère} manche du jeu Math's Up sur les thèmes : premiers éléments de géométrie, nombres entiers et décimaux.

Il s'agit de deux séances en demi-groupe, avec normalement 13 élèves par séance.

Lundi : 13 élèves présents

2 groupes de jeu – dans chacun d'eux, 2 équipes de 3 élèves s'affrontent (1 groupe de 4 élèves)

Vendredi : 10 élèves présents

1 groupe de jeu avec 2 équipes de 5 élèves

Tous les groupes ont été constitués par le professeur, en veillant à qu'ils soient hétérogènes quant au niveau scolaire en classe de maths.

Présentation du jeu et des modalités aux élèves :

Le lundi, tous les élèves avaient déjà joué au jeu Time's Up. Le rappel des règles fut bref. Le vendredi, 3 élèves ne connaissaient pas le Time's Up.

Dans les deux cas les consignes données ont permis le cadrage ludique et pédagogique : respect des règles du jeu, des règles de savoir vivre.

Mise en activité et jeu :

Respect des règles du jeu :

1 groupe de jeu s'est trompé dans les règles. Ils chronométraient puis écrivaient le temps que mettait l'orateur à faire deviner 1 mot, puis l'orateur changeait. L'équipe qui aurait mis le moins de temps à la fin du jeu aurait gagné. Potentielle adaptation pour pratiquer l'addition de durées ?

Au sein d'un groupe de jeu, l'équipe qui observait allait aider l'orateur de l'équipe adverse en proposant une idée, sûrement par esprit de solidarité. J'ai laissé faire, cela se faisait dans le secret sans perturber le déroulement du jeu. Aucun élève ne s'est plaint de ces agissements.

J'ai dû les rappeler à l'ordre sur la règle suivante : pas de gestes. Les élèves ensuite s'auto-contrôlaient et invalidaient la réponse si un geste était effectué.

Respect des règles de vie :

Les élèves ont parfaitement respecté le cadre ludique. L'enthousiasme fut général, même chez les élèves timides ou d'un niveau fragile dans la discipline. L'esprit de la gagne fut bien présent et sans le mauvais esprit, sans la frustration liée à l'erreur et la peur de la défaite. Pas de malveillance à l'égard des orateurs moins vifs et précis. C'est un point très positif auquel je ne m'attendais pas. Je pense que les élèves ont l'habitude de pratiquer les jeux de société en dehors du contexte scolaire.

La gestion du volume sonore fut convenable dans l'ensemble, deux ou trois élèves dans chaque séance à rappeler à l'ordre plusieurs fois ; quelques envolées sonores de groupe mais bienvenues car elles sont la preuve que les élèves sont imprégnés par l'esprit du jeu.

Les propositions des orateurs

Grandes différences parmi les élèves - certains très à l'aise qui n'hésitent pas à se lancer et d'autres timides qui attendent parfois 10 secondes avant de se lancer – certains précis et exhaustifs dans leurs descriptions et d'autres se bloquent après avoir prononcé quelques mots vaguement en lien avec la réponse : problème qui vient d'un souci de compréhension ? du manque de vocabulaire ? du stress ? à étudier !

Très Peu d'analogies

De nombreuses tentatives de définitions, mais le plus souvent incomplètes, sauf pour les bons élèves scolaires.

Peu de recours à l'exemple

Démarche dialectique (mettre en opposition un mot et son contraire) peu utilisée

De nombreuses phrases à trous du type : « deux droites peuvent être... » et les élèves de l'équipe ayant le droit à plusieurs réponses, tentent tout et finissent par trouver (sécantes, parallèles, perpendiculaires). Très efficace. Réfléchir à une adaptation des règles pour éviter cela?

Les cartes dans le détail

Les cartes *écriture décimale* et *écriture fractionnaire* ont posé problème au départ de par l'interdiction d'utiliser le mot *écriture*. Idem pour *nombre décimal* et le mot *nombre*. Pour y remédier certains utilisent le mot *chiffre* à la place, ce qui fonctionne bien mais qui est incorrect. Autre exemple : pour *Partie décimale*, j'ai plusieurs fois entendu « c'est ce qui est après la virgule ». Cela incite à croire qu'il s'agit d'un nombre entier.

Ce jeu pourrait-il apporter des représentations incorrectes du vocabulaire ? Ce problème met en lumière l'importance du moment de synthèse à effectuer après la classe, l'institutionnalisation. Le professeur ne pouvant être attentif à chaque prise de parole, il peut être judicieux de mettre les élèves à contribution en leur demandant de relever les erreurs ou approximations faites par leur camarade. La réalisation d'un lexique comportant les définitions exactes est de plus en plus judicieuse et pertinente dans mon esprit.

J'ai eu besoin à chaque fois de réexpliquer le sens de mot *appartenance* aux orateurs.

Conclusions :

- contrat ludique et pédagogique respecté, c'est le point positif !
- contrat didactique à mieux cadrer. Les élèves réussissent à faire deviner les mots sans utiliser les solutions expertes. Pour améliorer les propositions des orateurs, plusieurs possibilités : investir les élèves dans le choix des mots à faire deviner, réaliser un lexique qui contient les définitions exactes, autoriser une seule réponse par équipe ce qui forcerait l'équipe à attendre une explication complète !

Annexe 5 : Règles détaillées du Math's Up

Le jeu se joue à 2 équipes. Les équipes peuvent être composées de 2 à 5 joueurs. Le nombre optimal de joueurs est 3. Il permet à chaque joueur de se sentir impliqué dans le jeu et d'avoir un rôle plus régulièrement.

Les joueurs se placent autour d'une table en alternant les joueurs des 2 équipes.

⇒ L'objectif est de faire deviner le maximum de mots à son équipe. Les mots ont préalablement été inscrits sur des cartes ou des petits papiers. Ils sont en lien avec les séquences de mathématiques étudiées depuis le début de l'année. Ils peuvent avoir été choisis par l'enseignant ou par les élèves.

1^{ère} manche : à l'oral

Chaque équipe choisit son premier orateur. L'équipe qui commence est celle qui a le joueur le plus jeune. Le joueur à sa droite lance le chronomètre pour une durée de 45 secondes (ou 30 secondes si les élèves sont à l'aise et font deviner rapidement les mots). C'est le maître du temps.

Les cartes de la pioche sont placées sur la table face retournée. L'orateur prend la première carte de la pioche et essaie de faire deviner le premier mot à ses co-équipiers en parlant librement. En revanche il n'a pas le droit d'épeler, de donner des mots qui ont la même racine ou des mots écrits sur la carte. Le joueur n'a pas le droit d'utiliser le sens des mots mathématiques dans la vie courante pour les faire deviner (par exemple pour faire deviner le mot « produit » il ne peut pas dire « ce qu'on achète au supermarché »).

Le joueur à sa gauche vérifiera que ces règles sont respectées, c'est l'inspecteur. L'orateur a le droit de passer une fois au cours des 45 secondes.

Les co-équipiers peuvent faire autant de propositions qu'ils souhaitent. Une variante consiste à n'autoriser qu'une seule réponse pour l'équipe qui devine.

Lorsque le nom correct est trouvé, l'orateur place la carte face visible devant lui.

Au bout de 45 secondes, le maître du temps annonce « Maths's Up! ». L'orateur repose la carte non trouvée face retournée sous la pioche.

L'orateur devient le maître du temps et le joueur à sa gauche devient le nouvel orateur.

Lorsque les joueurs ont trouvé toutes les cartes, chaque équipe remporte 1 point par carte trouvée. Les joueurs rassemblent les cartes et les mélangent pour former une nouvelle pioche.

2^{ème} manche : par le dessin

Au cours de la deuxième manche, les joueurs doivent faire deviner les mots par le dessin. Le joueur qui fait deviner un mot n'a pas le droit de parler. Sur son dessin il ne peut pas écrire de mots.

Les dessins peuvent être faits au tableau ou sur une ardoise. Les autres règles sont les mêmes que pour la première manche.

A l'issue des 2 manches il peut donc y avoir une équipe gagnante ou les deux équipes ex aequo.

Annexe 6 : Cartes de jeu de la 1^{ère} séance (classe d'Alix)

Droite	Parallèles	Extrémités
Segment	Perpendiculaires	Tableau
Demi-droite	Sécantes	Diagramme en bâtons
Point	Angle droit	Diagramme circulaire
Alignés	Confondues	Courbe
Appartenance	Intersection	Somme
Différence	Partie décimale	Centième
Ecriture fractionnaire	Chiffre	Millième
Ecriture décimale	Nombre entier	Million

0 inutiles	Nombre décimal	Milliard
Virgule	Fraction décimale	Numérateur
Partie entière	Dixième	Dénominateur

Annexe 7 : Cartes de jeu de la 3^{ème} séance (classe d'Alix)

Centupler	Produit	Facteur
Somme	Différence	Terme
Rayon	Cercle	Disque
Diamètre	Parallèle	Perpendiculaire
Dixième	Centième	Intersection
Aire	Périmètre	Corde

Annexe 8 : Cartes de jeu de la 4^{ème} séance (classe d'Alix)

Triangle équilatéral	Produit	Triangle isocèle
Somme	Triangle rectangle	Segment

Rayon	Droite	Différence
Diamètre	Parallèle	Perpendiculaire
Tonne	Sécante	Disque
Aire	Périmètre	Corde

Annexe 9 : Questionnaire

Nom :

Prénom :

1) **Le Math's Up, pour moi c'est** (choisis 3 mots qui décrivent le Math's Up) :

-
-
-

2) **T'es-tu amusé.e pendant le jeu?** Pas du tout / Un peu / Oui / Beaucoup

3) **Penses-tu que ce jeu aide à apprendre ?** Pas du tout / Un peu / Plutôt oui / Beaucoup

4) **Penses-tu que ce jeu apprend à travailler en groupe ?** Pas du tout / Un peu / Plutôt oui / Beaucoup

5) **Penses-tu que ce jeu apprend à s'écouter les uns les autres ?** Pas du tout / Un peu / Plutôt oui / Beaucoup

6) **Qu'as-tu appris pendant les parties de Math's Up?**

.....

7) **Penses-tu que les élèves respectent mieux les règles du jeu qu'au début ?**

Oui les élèves respectent mieux les règles / Non, les élèves respectaient déjà les règles au début / Non, les élèves ne respectent pas mieux les règles

8) **D'une séance de jeu à l'autre, je trouve que les mots sont plus faciles à deviner / à faire deviner :**

Pas du tout d'accord / Plutôt pas d'accord / Plutôt d'accord / Complètement d'accord

9) **La création de cartes mentales t'a-t-elle aidé.e ?** Pas du tout / Un peu / Plutôt oui / Beaucoup

10) **Par rapport à une séance de classe normale, je trouve que les élèves sont plus actifs et impliqués.**

Pas du tout d'accord / Plutôt pas d'accord / Plutôt d'accord / Complètement d'accord

11) **Ce jeu m'aide à comprendre et à apprendre les notions mathématiques.**

Pas du tout d'accord / Plutôt pas d'accord / Plutôt d'accord / Complètement d'accord

12) **Qu'est-ce que tu as le plus aimé dans le Math's Up ?**

.....
.....

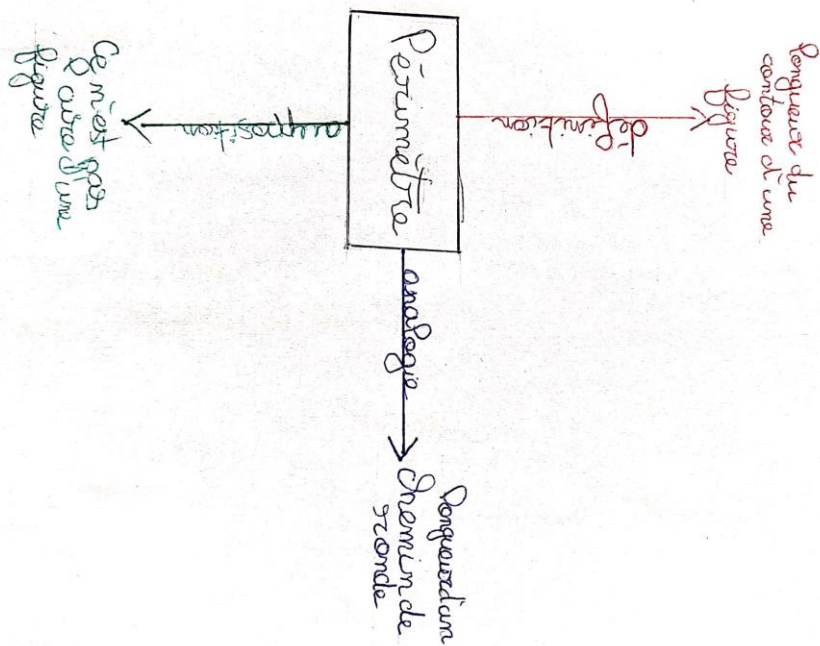
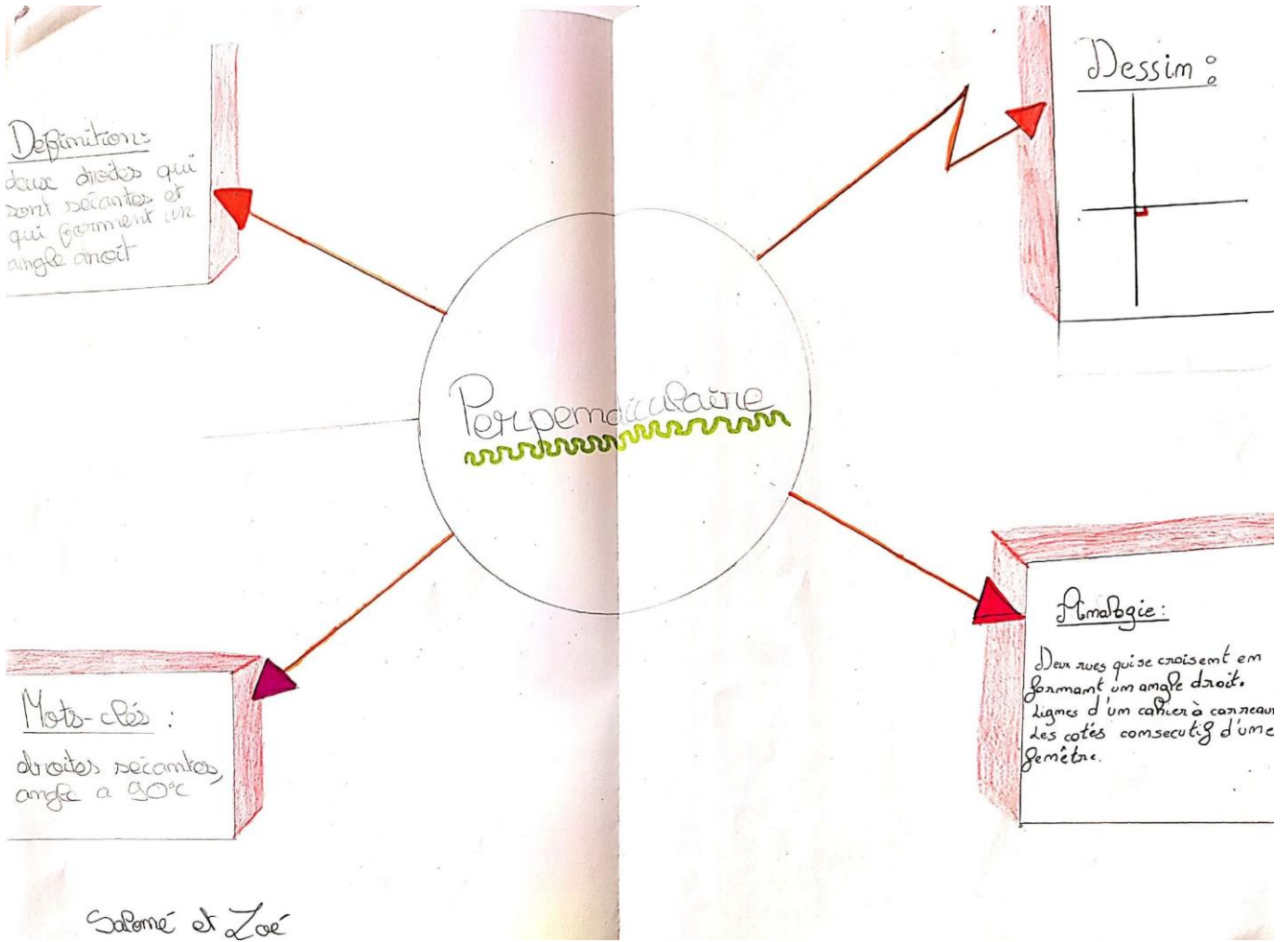
13) **Qu'est-ce que tu n'as pas aimé dans le Math's Up?**

.....
.....

14) **As-tu des commentaires supplémentaires à faire remonter à ton professeur à propos du jeu ?**

.....
.....
.....

Annexe 10 : exemples de cartes mentales réalisées dans la classe d'Antonin



Definition:
C'est le resultat d'une addition.

Exemple:

$10 + 22 = 32$

Dessin:
 $3 + 22 = 25$

Somme

Autres:

X

Analogie:

Il y a pas d'analogie

Contraire:

$50 - 30 = 20$

Definition:
Le resultat de la multiplication.

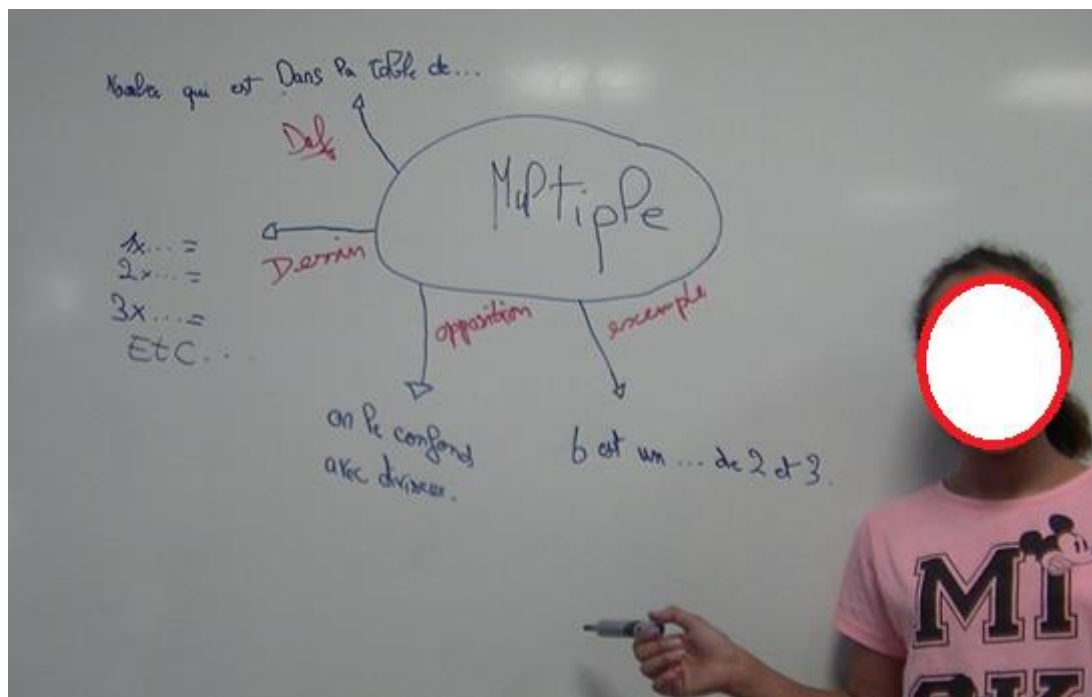
Exemple:
Le resultat de
 $7 \times 2, 8 \times 6 \dots$

Produit

Mots clés:
Multiplication, resu-
-lat, facteur.

Dessin:
 $4 \times 2 = 8$

Annexe 11: Carte mentale effectuée collectivement en phase de reprise dans la classe d'Antonin lors de la séance filmée



1. Séquences vidéo :

N°	Thème	Référence de la séquence vidéo	Contenu
1	Traitement interne de l'erreur	Groupe 1 – Canon : 20'28" ET 26'22"	Dessin : Confusion rayon – diamètre et correction a posteriori
2	Traitement interne de l'erreur	Groupe 1 – Canon : 12'36"	Oral : Confusion parallèle – perpendiculaire pour ceux qui devinent et correction dans l'immédiat
3	Traitement interne de l'erreur	Groupe 1 – Canon : 34'26"	Dessin : Confusion parallèle – perpendiculaire et correction dans l'immédiat
4	Traitement interne de l'erreur	AG-grp1-manche1 : 01'57"	Oral : Confusion pour faire deviner « produit »– « le résultat d'une addition », les coéquipiers répondent tous « somme », puis « ah non c'est pas ça ». Carte remise puis repiochée les tours suivants (3'14") et est correctement devinée.
5	Traitement interne de l'erreur	AG-grp1-manche 2 : 02'23"	Dessin : un élève écrit « 1000 » pour faire deviner « millième ». Exemple d'erreur non corrigée en interne, à réinvestir ultérieurement dans l'année ou en phase de reprise par le prof (cela recoupe la section rôle du prof).
6	Traitement interne de l'erreur	AG-grp2-manche 1 : 00'07" et 01'12"	Une élève fait remarquer qu'apprendre sa leçon permet de performer au Math's Up : « Mais vous avez appris votre leçon ou pas ? » puis « apprenez vos leçons ! »

7	Remise dans le jeu	Groupe 1 – Canon : 29'24''	Un élève remet ses co-équipiers dans le jeu
8	Organisation du jeu / des équipes	Groupe 1 – Canon : 27'44''	Vous dites « 3, 2, 1, Go » pour lancer le chrono
9	Types de formulation et lien avec le niveau des élèves	Groupe 1 – Canon : 14'14''	Une élève s'essaye à une définition précise / recherchée mais difficile à comprendre pour son équipe. Est-ce une bonne stratégie ? Dans tous les cas cette élève travaille la verbalisation
10	Type de formulation - DESCRIPTION	AG-grp1- manche1 : 30''	Formulation experte JEU mais PB MATHS : « ligne qui ne s'arrête jamais » ; « droite » Suffisant pour le jeu, mais il n'y a pas équivalence entre les deux.
11	Type de formulation - OPPOSITION	AG-grp1- manche1 : 01'50''	Formulation experte JEU mais PB MATHS : « l'opposition de Parallèles » ; « perpendiculaires » Suffisant pour le jeu alors qu'en réalité le contraire serait « sécantes ».
12	Type de formulation - OPPOSITION	AG-grp1- manche1 : 03'20''	Formulation experte JEU : « il y a diviseur et » ; « multiple ».
13	Type de formulation - METHODE	AG-grp1- manche1 : 05'11''	Formulation experte JEU : « c'est quelque chose qu'on fait au compas » ; « cercle ».
14	Type de formulation - DEF	AG-grp1- manche1 : 05'19''	Formulation experte JEU et MATHS : « c'est le résultat d'une addition » ; « somme ».
15	Type de formulation - DEF	AG-grp1- manche1 : 05'19''	Formulation experte JEU et MATHS : « c'est le résultat d'une addition » ; « somme ».

16	Type de formulation - DEF	AG-grp1- manche1 : 07'32''	Formulation experte JEU et MATHS : « c'est deux droites qui se croisent sans former un angle droit » ; « sécantes ».
17	Type de formulation – Mot-clé	AG-G3- manche1 : 06'52''	« T'as le diamètre et le... » pour faire deviner rayon
18	Type de formulation – DESCRIPTION	AG-G3- manche1 : 07'10''	« avant la virgule » pour faire deviner partie entière
19	Respect des règles entre élèves	AG-G2- manche1 01'00''	« hey nan, pas de trichage hein ! » Une élève se fait réprimander par sa coéquipière car elle tentait de faire deviner le mot « différence » par son sens non mathématique. Pas d'autres tentatives de la sorte par la suite.
20	Organisation du jeu	AG-G2- manche1 03'20''	« Mais pas là, c'est là ! » Une élève montre qu'il faut bien séparer les cartes devinées et celles qui ne le sont pas.
21	Rôle du prof pour le respect des règles (il y va de lui même)	AG-grp1- manche 1 : 00'55''	Le volume sonore augmente, débat sur la validité d'une réponse survenue sur le Bip. Le professeur réexplique précisément la règle : « Si au moment où ça a fait bip, le mot a été commencé, c'est bon ». Les élèves accordent alors le mot sans bruit et le jeu se poursuit.
22	Rôle du prof pour le respect des règles (il y va de lui même)	AG-grp2- manche 1 : 04'53''	Un élève devine un mot avant le début de toute formulation. Débat entre élève, triche ? Alerté par le bruit engendré, le prof calme les esprits, s'adresse directement à l'élève qui lui dit honnêtement « oui j'ai vu ». Puis il rappelle qu' « il faut dire la vérité, ce n'est qu'un jeu »

23	Rôle du prof en faveur de l'aspect ludique (il y va de lui même)	AG-grp1- manche 2 : 03'00''	Dessin : des élèves s'agitent, le prof intervient et demande à l'un d'entre eux de se calmer « attention ça ne va pas Joan, calme toi souffle, je vais ouvrir, il fait chaud » + il en profite pour donner un conseil qui profitera au bon déroulement du jeu : « quand vous prenez le mot on le voit facilement, donc le cacher » au niveau du corps.
24	Rôle du prof en faveur de l'aspect ludique (il y va de lui même)	AG-grp1- manche 2 : 08'05'' et 08'22''	08'05''. Un joueur ne trouve pas comment dessiner son mot, le professeur lui rappelle qu'il peut changer de mot. Après le tour de l'élève, le professeur prend la parole (08'22'') devant tous les joueurs pour leur rappeler ce conseil qui fluidifie le jeu : « il aurait dû, devant la difficulté, ça arrive, on n'a pas d'idée etc, on change vite » de carte.
25	Rôle du prof pour le respect des règles (il est appelé par les élèves)	AG-G3- manche1 : 05'00''	Une seule réponse par équipe. Un élève dit pavé puis pavé droit. Il font appel au professeur pour savoir si c'est validé, le professeur acquiesce.
26	Rôle du prof pendant la reprise : apporte des outils (type de formulation et carte mentale)	AG-G1-phase de reprise1 Et AG-G1- phase de reprise2 00'00''	Objectif : réaliser la carte mentale d'une notion qui a posé pb aux élèves. Débat : « Quels sont les mots pour lesquels vous avez eu le plus de soucis ? » Multiple et partie entière/décimale. Cela indique au professeur qu'il faudrait revenir sur ces notions. Les élèves construisent ensuite la carte mentale en prenant le soin de préciser le type de formulation utilisée.

27	Retour des élèves sur le jeu	Groupe 2 suite – Canon : 3'43''	Les élèves sont améliorés d'une séance sur l'autre
28	Retour des élèves sur le jeu	Groupe 1 – Canon : 14'14''	« ça s'est bien passé au niveau des rôles, tout le monde savait ce qu'il devait faire »
29	Retour des élèves sur le jeu	Groupe 1 – Canon : 38'38'' Et Groupe 2 suite – Canon : 1'32''	Si les rôles sont bien intégrés, la posture de joueur reste encore perfectible pour certains : « Tout se passait bien sauf que quelqu'un nous faisait perdre de temps », le professeur demande comment et l'élève répond : « il parlait ... », l'élève parle ici d'un élève de l'autre équipe qui les perturbe pendant leur tour. Autre séquence : « on parlait de choses qui n'avaient rien à voir avec ce qu'on fait avant de mettre le chronomètre et on perdait du temps »
30	Rôle du prof pendant la reprise : apporte des outils (type de formulation et carte mentale)	Groupe 1 – Canon :	Le professeur propose de créer une carte mentale au tableau en collectif. Pour que celle-ci puisse être riche, et pour profiter de ce moment pour faire des révisions, le professeur choisit le thème des triangles. Les élèves volontaires sont envoyés au tableau les uns après les autres. Ils dessinent ce qu'ils souhaitent puis doivent expliquer à l'oral à quoi correspond leur dessin et l'écrire. Le rôle du professeur est un rôle d'animateur : interroger les élèves et leur demander s'ils ne le font pas spontanément d'expliquer ce qu'ils ont dessiné

31	Rôle du prof pendant la reprise : animateur	Groupe 1 – Canon : 37'05''	Le professeur demande aux élèves un retour sur le jeu : « qu'est-ce qui s'est bien passé, mal passé, et pourquoi »
----	---	----------------------------	--

2. Quelques épisodes en détail :

Episode 1 :

L'élève A. pioche le mot « rayon » mais il dessine un cercle avec un diamètre (qui s'apparente d'ailleurs plutôt à une corde).

L'élève B. dit : « un diamètre ».

L'élève A répond : « Non ! ».

L'élève B dit alors : « Un rayon ».

L'élève A répond : « Oui ! ».

L'élève B., dit discrètement : « Mais c'est pas un rayon... »

L'élève A. a donc confondu diamètre et rayon, contrairement à l'élève B qui a a priori compris la différence entre les deux, et compris de plus que l'élève A avait confondu les deux notions. Mais à la fin de cet épisode, il est peu probable que l'élève A ait entendu la remarque de l'élève B et donc probable qu'il reste avec cette confusion en tête.

Six minutes plus tard, c'est au tour de l'autre équipe de faire deviner le mot « diamètre » cette fois-ci. L'élève C. dessine cette fois-ci un cercle avec un diamètre.

L'élève D. dit : « Diamètre »

L'élève C. répond : « Oui »

L'élève D. dit alors : « Ah c'est ça un diamètre ? »

L'élève B. de l'autre équipe confirme : « Oui »

On remarque donc que cette carte permet de revenir sur la confusion précédente, bien que le lien n'ait pas été fait explicitement par les élèves, peut être du fait du décalage dans le temps entre les deux épisodes. L'élève D. prend d'ailleurs conscience de ce qu'est un rayon, du moins visuellement. Le fait d'avoir des cartes dont les notions sont proches permet ainsi aux élèves de travailler sur la différence entre ces notions et de les ancrer davantage. En revanche, on peut noter que l'élève A. qui avait fait cette confusion n'est pas attentif lors de cet épisode car il discute avec un autre élève de règles qui n'avaient apparemment pas été

respectées... S'il était resté dans le jeu ou si les autres élèves avaient attendu que la discussion soit terminée pour commencer, l'élève A. aurait bénéficié de cette correction.

Episode 2 :

L'élève C. a pioché le mot perpendiculaire et dit : « Il y a deux droites et après il y a un angle droit »

Les élèves D. et E. tentent : « Sécantes »

Elève C. : « Non »

Les élèves D. et E. tentent : « Parallèles »

Elève C. : « Non »

L'élève D. dit alors : « Perpendiculaire »

Réponse trouvée !

Episode 3 :

L'élève D. a cette fois-ci pioché le mot « perpendiculaire ». On se rappelle que lors de la première manche (orale donc), elle avait deviné ce même mot, après avoir confondu avec parallèle. On observe qu'elle commence justement par dessiner des droites parallèles au tableau.

Les élèves C. et E. disent : « Parallèle »

L'élève D. fait non de la tête

L'élève B. tente « Différence »

L'élève D. se rend compte que son dessin ne correspond pas à la notion de droites parallèles. Elle ajoute alors une droite qui semble perpendiculaire aux deux précédentes, sans grande conviction car elle n'est pas sûre d'elle.

L'élève A. dit alors : « Perpendiculaire »

Réponse trouvée !

Ici, l'élève D. fait une confusion entre les notions de parallèle et de perpendiculaire. Contrairement à l'épisode 1, les élèves qui devinent ne comprennent pas qu'elle a fait cette confusion. Cela l'oblige alors à tenter une autre possibilité. Il est intéressant de voir que la confusion n'apparaît pas comme une erreur puisqu'elle est corrigée par l'élève elle-même suite aux réponses de ses pairs. On remarque également que deux élèves de l'équipe adverse donnent aussi des réponses et qu'aucun élève ne proteste contre cela !

Episode 7 :

C'est à l'élève E. de faire deviner un mot. Il commence à dessiner au tableau. Au bout de quelques secondes, il se retourne et se rend compte que les deux autres élèves de l'équipe ne sont pas attentives, elles parlent à la caméra. Il les interpelle : « Mais regardez-vous !! ». Elles se remettent immédiatement dans le jeu et devinent rapidement le mot en question.

Episode 8 :

C'est au tour de l'élève B. de faire deviner un mot par le dessin. Elle dit à ses camarades qui doivent lancer le chronomètre : « Vous dites « 3, 2, 1, Go » avant de commencer ». Lorsque c'était à un autre élève de faire deviner, l'élève B. prenait toujours le soin d'appuyer le lancement du chronomètre ainsi et elle demande à ses camarades de faire de même. En plus de ce rôle-là on remarque que cette élève prend un rôle de leader dans l'organisation des équipes, des rôles et du bon déroulé du jeu. En début de jeu elle répète qui est dans quelle équipe et fait passer le chronomètre à la personne suivante lorsque les rôles ne sont pas encore intégrés par tout le monde. Elle devient alors garante du contrat ludique.

Episode 9 :

L'élève C. a pioché le mot « disque ». Pour le faire deviner, elle dit : « la surface intérieure d'un cercle ». L'élève D. dit : « Elle sort des mots ! » et elle répète avec un ton moqueur « la surface intérieure d'un cercle ». l'élève C. décide de passer au papier suivant. L'élève C. est une très bonne élève en cours de mathématiques. Elle s'est essayée à construire une définition mathématique précise. Mais on remarque qu'elle n'est pas à la portée des autres joueurs de son équipe. Elle travaille donc la verbalisation de la notion qu'elle a comprise. En revanche ce n'est peut être pas la meilleure stratégie pour faire deviner ce mot.

Episode 27 :

Au cours de la phase de reprise, le professeur demande aux élèves ce qui s'est bien passé, mal passé et pourquoi. Après avoir passé en revue les problèmes survenus au sein de l'une des équipes, une élève lève la main et dit : « Malgré les mauvais côtés, il y avait des personnes qui avaient un peu de mal la dernière fois et là ils se sont un peu améliorés ». L'enseignant demande alors : « Pour quoi ? Pour les règles ? ». Et l'élève répond : « Non pas que pour les règles, pour le travail, ils devinaient facilement », un autre élève acquiesçant à côté. Du point de vue de cette élève, plutôt d'un bon niveau en mathématiques, d'autres élèves qui ont plus de difficultés ont progressé pour deviner les mots.