
OUTILS D'ANALYSE POUR L'UTILISATION DE JEUX VISANT LES APPRENTISSAGES MATHÉMATIQUES À L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE

Thomas HAYE¹

Laboratoire LIRDEF, Université de Montpellier

Alain BRONNER²

Laboratoire LIRDEF, Université de Montpellier

Résumé. Cet article développe des outils pour étudier la place et le rôle du jeu dans les apprentissages mathématiques à l'école élémentaire. Nous cherchons à analyser et caractériser ce que peut être le jeu en classe. Nous présentons un modèle du jeu qui se veut opérationnel ainsi que deux concepts, les potentiels ludique et d'apprentissage, qui reflètent les principaux pôles de la pratique du jeu pour faire apprendre. Nous proposons ensuite une grille de conception et d'analyse des jeux et des situations d'apprentissage s'appuyant sur un jeu. Cette méthodologie est basée sur les deux potentiels et rend notamment compte de la tension entre jeu et apprentissage. Le *jeu du portrait* nous servira de support pour illustrer les différents concepts et outils proposés.

Mots-clés. Jeu, apprentissage, mathématique, jeu du portrait, école primaire.

Introduction

Cet article se fonde sur un mémoire de recherche³ dont le titre est *Jeux et apprentissages mathématiques à l'école élémentaire*. Ce travail de recherche se donnait pour objectif principal d'apporter des éléments de réponse à la question suivante : « À quelles conditions et pour quels apprentissages le jeu peut-il être vecteur d'apprentissage à l'école élémentaire ? ». Pour ce faire, nous avons en particulier observé une séance en classe de CE1, basée sur un *jeu du portrait* en géométrie dans l'espace. Ce mémoire nous avait amenés, dans sa conclusion, à nous interroger sur la caractérisation possible de l'activité de jeu chez les élèves, au cours d'une séance visant des enjeux d'apprentissages mathématiques. Il nous semble nécessaire pour l'enseignement de distinguer différentes démarches d'utilisation du jeu pour les apprentissages, chacune d'elles conduisant à des réalités différentes pour les élèves.

La place du jeu en contexte scolaire est complexe. Si l'utilisation du jeu est une stratégie pédagogique aujourd'hui mise en avant par l'éducation nationale, comme le montre le rapport Villani-Torossian : « *En travaillant les fondamentaux par une approche différente, le jeu contribue lui aussi à la formation mathématique des élèves* » (Villani & Torossian, 2018, p. 58).

¹ thomas.haye@ac-montpellier.fr

² alain.bronner@umontpellier.fr

³ Mémoire de recherche écrit par Thomas Haye (Haye, 2014) dans le cadre d'un master Histoire, Philosophie et Didactique des Sciences et d'un master professionnel Métier de l'Enseignement et de la Formation à l'Université Montpellier 2 (devenue Université de Montpellier).

La position institutionnelle n'a pas toujours été celle-ci, le jeu a longtemps été considéré comme une activité oisive, improductive et donc malsaine contrairement au travail qui est une activité noble. L'école avait même pour rôle de combattre le jeu :

Cette fois l'opération est vouée au succès, car « les institutions dirigent actuellement les esprits vers le travail et l'utile ». Deux éléments paraissent facteurs d'optimisme : la généralisation de l'enseignement public, garant de culture et d'élévation, avec l'habitude de l'économie qui doit se généraliser dans les classes modestes (Lhôte, 1994, p. 332).

L'opération dont il est question est la suppression des loteries promulguée en 1836 et montre l'opposition de la société au jeu d'argent, considéré alors comme archétype des jeux. Cette opposition se retrouve dès les programmes de 1882 où elle est très clairement affichée. Si, à la même époque, à l'école maternelle, sont mis en œuvre « *les jeux de toute sorte* » (MEN, 1882), à partir d'un certain âge, le ludique perd sa légitimité. Dans les programmes de l'école élémentaire de 1882, le jeu n'est cité que deux fois, d'une part pour mettre en avant le besoin de surveillance des jeux des enfants « *surveiller leurs jeux : conseils pratiques et donnés soit en commun soit en particulier sur l'alimentation, le vêtement, la tenue du corps et des habits* » (*ibid.*) et, d'autre part, pour mettre en garde contre les « *funestes effets de la passion du jeu* » (*ibid.*). Si la société civile et l'institution scolaire ont profondément évolué depuis, nous y percevons les restes de cette opposition dans le fait que le jeu semble utilisé d'abord pour les élèves en difficulté. Nous devons noter que cette évolution est toujours en cours, et est encouragée par l'institution : « *une avancée qu'il reste à transformer pour que le jeu gagne la place qu'il mérite dans les pratiques de classe au quotidien.* » (MEN, 2013).

Dans cet article, nous souhaitons proposer des outils de caractérisation du jeu en classe et une méthode de conception et d'analyse des situations de jeu ayant, dans l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire, des enjeux d'apprentissage.

Dans une première partie, nous cherchons à expliciter ce que peut signifier *jeu* à l'école élémentaire, la notion de jeu étant très complexe, diverse, et difficile à appréhender. Dans cette même partie, nous présentons différentes démarches d'utilisation du jeu pour l'enseignement ou la diffusion des mathématiques. Nous verrons que la variété de ces démarches implique des activités ludiques différentes. Nous dégageons, dans une seconde partie, des critères et une grille permettant l'analyse des activités de jeu. Dans la troisième partie, nous mettrons en œuvre notre grille d'analyse sur une situation utilisant un jeu, prisé par l'institution d'enseignement⁴, le *jeu du portrait*.

1. L'utilisation du jeu pour l'apprentissage

Notre réflexion porte sur l'utilisation du jeu dans des séquences d'apprentissage mathématiques à l'école élémentaire. La notion de jeu est complexe, notamment parce qu'elle est vécue par tout un chacun d'une multitude de façons. Face à cette diversité, il est nécessaire d'interroger davantage le concept de jeu avant de revenir plus précisément sur les activités qui nous intéressent. Nous présentons dans un premier temps trois définitions de référence du jeu. Dans cette première partie nous nous posons également les questions des critères du choix d'un jeu, de sa place et de son rôle dans des situations d'apprentissage. Pour apporter des éléments de réponse, nous identifions différentes démarches de mise en œuvre du jeu en classe ainsi que les types de jeu qui peuvent être choisis.

⁴ Ce jeu fait partie, avec le *jeu de Kim*, des deux jeux explicitement cités en mathématiques dans les programmes du cycle 3 de 2015.

1.1. Définitions du jeu

Précisons immédiatement qu'il n'existe pas de définition consensuelle du jeu, et nous ne cherchons pas à en produire une. C'est d'ailleurs pourquoi nous présenterons notre outil, dans la seconde partie, comme un modèle du jeu et non comme une définition. Pelay (2010), à travers l'étude de Duflo (1997), reprend les différentes définitions du jeu qui ont marqué la littérature. Nous n'en ferons pas une critique exhaustive mais, en comparant trois de ces définitions, nous dégagerons des invariants qui nous serviront à construire nos outils méthodologiques.

La définition de Huizinga

La première définition du jeu étudiée, chronologiquement, est celle de Huizinga, un historien néerlandais, dans *Homo Ludens* :

une action ou une activité volontaire, accomplie dans certaines limites fixées de temps et de lieu, suivant une règle librement consentie mais complètement impérieuse, pourvue d'une fin en soi, accompagnée d'un sentiment de tension et de joie, et d'une conscience d'« être autrement » que « la vie courante » (Huizinga, 1997, p. 57) [première parution en 1938].

Cette définition pose un certain nombre d'éléments qui seront fréquemment repris pour parler du jeu. Le jeu sort de l'ordinaire, se pratique suivant des règles qui prennent le pas sur celles de la vie courante et, c'est là le plus important, ne peut être forcé. Ce dernier élément est celui qui assure le plaisir du pratiquant. Suivant les activités que l'on considère comme des jeux, on pourra trouver cette définition trop large. La danse et la boxe par exemple, comme la plupart des sports, satisfont à cette définition. Or, pour beaucoup il ne s'agit pas de jeu.

La définition de Caillois

Caillois (1976) qui trouve la définition de Huizinga « *trop large et trop étroite* » essaiera à son tour de définir le jeu. Il donne sa propre définition dans son ouvrage *Les jeux et les hommes* :

Pour l'instant, les analyses précédentes permettent déjà de définir essentiellement le jeu comme une activité :

1° — libre : à laquelle le joueur ne saurait être obligé sans que le jeu perde aussitôt sa nature de divertissement attirant et joyeux ;

2° — séparée : circonscrite dans les limites d'espace et de temps précises et fixées à l'avance ;

3° — incertaine : dont le déroulement ne saurait être déterminé ni le résultat acquis préalablement, une certaine latitude dans la nécessité d'inventer étant obligatoirement laissée à l'initiative du joueur ;

4° — improductive : ne créant ni biens, ni richesse, ni élément nouveau d'aucune sorte ; et, sauf déplacement de propriété au sein du cercle des joueurs, aboutissant à une situation identique à celle du début de la partie ;

5° — réglée : soumise à des conventions qui suspendent les lois ordinaires et qui instaurent momentanément une législation nouvelle, qui seule compte ;

6° — fictive : accompagnée d'une conscience spécifique de la réalité seconde ou de franche irréalité par rapport à la vie courante. (Caillois, 1976, p. 42-43) (première parution en 1958).

Cette définition, comme celle de Huizinga, procède par accumulation de termes. La liberté de participation est encore une fois principale et c'est elle qui est garante du plaisir du joueur. Le jeu est considéré par Caillois comme improductif, fictif et séparé. Ainsi, l'envie de participer du joueur ne peut venir que du plaisir qu'il y trouve. Dès lors que ce plaisir disparaît, le joueur n'a plus de raison de participer. Il est possible d'objecter à cela la position du joueur de poker par

exemple, qui ayant presque tout perdu est obligé de continuer à jouer pour se refaire. Nous pensons que dans cette situation, le participant ne joue plus. Il participe à une activité réglée dans le but d'obtenir de l'argent qui lui est nécessaire, de la même manière que quiconque doit travailler. Ces deux définitions montrent la difficulté qui existe lorsqu'on veut définir le jeu. De nombreux paramètres entrent en compte et tous doivent être considérés dans la définition. Caillois et Huizinga ont choisi de considérer ces critères isolément les uns des autres. Une activité qui remplirait la totalité de ces critères serait un jeu. Pour les deux définitions, il est possible de trouver des activités qui ne sont pas des jeux mais qui remplissent tous les critères ou des activités communément admises comme des jeux qui ne les remplissent pas. Le point-clé est ici la population qui admet ou non l'activité comme un jeu.

La définition de Duflo

Duflo (1997) critique les définitions précédentes, construites par accumulation de termes. Pour lui, chacun des éléments cités doit découler d'une définition adéquate. Il définit le jeu dans son ouvrage *Jouer et philosopher* comme suit : « *l'invention d'une liberté dans et par une légalité* » (Duflo, 1997, p. 57).

« *L'invention d'une liberté par une légalité* » signifie que le jeu est la possibilité pour le pratiquant d'exercer une liberté spécifique déterminée par un ensemble de règles, la légalité. L'invention d'une liberté dans une légalité indique que ce champ d'action laissé au joueur ne peut être exercé qu'au sein du cadre fixé par la légalité. Autrement dit, l'action du joueur ne peut être effectuée et n'a de sens que grâce aux règles du jeu et ne peut avoir lieu qu'au sein du jeu.

Duflo reprend également à Huizinga trois critères du jeu qui doivent découler de sa définition et qu'il juge comme fondamentaux. Le premier est la liberté d'entrer dans le jeu :

Le jeu se caractérise d'abord comme une action libre. Il n'y a de jeu que choisi, ou du moins, consenti comme tel. Un jeu auquel je suis obligé de jouer n'est plus pour moi un jeu (ibid., p. 37).

Le second critère est la limitation du jeu, « *Tout jeu est fini* » (ibid., p. 38), et le dernier est la présence de règles, « *Tout jeu a ses règles* » (ibid., p. 40).

Duflo développe également le concept de « *clôture ludique* » (ibid., p. 208), qui demande d'identifier et de vérifier le respect du critère de limitation du jeu. La clôture ludique est définie comme l'ensemble des limites (spatiales, temporelles, relationnelles) fixées par le jeu et dans lequel celui-ci se déroule : « *La clôture ludique, sous tous ses aspects, est ce qui permet l'existence du monde ludique, dans lequel la légaliberté s'exerce* » (ibid., p. 208). La clôture ludique est nécessaire au bon déroulement du jeu et donc au plaisir ressenti par les joueurs. Le respect de cette clôture sera donc pour nous un élément primordial pour caractériser le type de contrat didactique mis en œuvre lors de l'utilisation d'un jeu dans une situation en classe.

Des invariants dans ces définitions

De cette étude des textes, nous dégagons des invariants, des caractéristiques du jeu toujours présentes, sous une forme ou une autre :

- la *règle* : l'activité proposée aux élèves doit avoir des règles spécifiques ;
- la *clôture ludique* : le jeu est limité, séparé, ces limites sont données par les règles ;
- la *liberté* : avant le jeu, le joueur doit avoir le choix de rentrer ou non dans le jeu ; pendant le jeu, ce dernier doit offrir des libertés au joueur ;
- le *fun* : ou encore le plaisir ludique, la joie ; le jeu génère chez le joueur ce « sentiment » spécifique.

Ces éléments ne nous permettent pas de définir le jeu mais nous offrent des critères d'analyse des activités proposées aux élèves. Nous les regroupons au sein de la présentation de deux concepts qui nous permettent de caractériser les jeux.

Une caractérisation du jeu

Suite à l'étude de ces différentes définitions, nous avons cherché un positionnement qui nous permettrait d'effectuer nos recherches de manière objectivable. Nous nous restreignons à la caractérisation d'activités qui seraient des jeux, en classe, à l'école élémentaire. Ces jeux englobent en particulier ceux qui sont souvent classés comme « jeux de société » ainsi que les jeux créés par des enseignants sur des principes similaires. C'est pourquoi nous considérons le jeu à deux niveaux que nous définissons séparément. Pour les décrire, le plus simple est de passer par la langue anglaise qui attribue à chacun de ces niveaux des termes différents : « *game* » et « *play* ».

Le game

Le game est la structure de jeu, c'est-à-dire le jeu en tant qu'activité non pratiquée, sans prendre en compte « la pratique du jeu » et les stratégies des joueurs. Il correspond au premier invariant que nous avons dégagé : le jeu est une activité réglée. Pour définir la structure du jeu, nous reprenons la définition de Duflo (1997) : « *l'invention d'une liberté par et dans une légalité* ». Ainsi, une activité ayant une structure de jeu sera une activité déterminée par un ensemble de règles. Ces règles donnent au pratiquant une liberté de choix entre des actions et permettent donc une prise de décision. Enfin, le sens de ces actions est principalement donné par les règles.

Le play

Pour définir le play, nous utilisons une définition tautologique adaptée à la population étudiée : « Le jeu est ce que font les élèves quand ils pensent jouer ». Le play est la pratique réelle, en action, du game. Cette pratique, pour pouvoir être considérée comme un play, doit générer du plaisir ou du fun chez le pratiquant. Nous avons dégagé comme invariant des définitions étudiées la liberté d'entrer dans le jeu. Or, l'utilisation du jeu en classe ne pourra jamais répondre pleinement à cette liberté, les activités de jeu étant généralement contraintes à l'école alors qu'elles sont le plus souvent librement choisies hors du contexte scolaire. Afin de pouvoir qualifier l'activité de jeu, il est nécessaire d'obtenir une adhésion suffisamment forte pour que l'élève fasse preuve d'une volonté de rester dans le jeu, et avoir une attitude conforme au contrat didactique et ludique de la situation. Le play pousse à se doter de critères pour vérifier que l'activité imposée aux élèves a généré suffisamment de fun pour devenir une activité librement consentie. Par exemple, la volonté de « refaire une partie » peut constituer un critère, comme l'intention d'entrer dans le jeu une première fois et confirmer la réalisation du play. Un autre critère peut s'appuyer sur le nombre d'enfants dans une situation qui diront jouer lors de la pratique. De plus, une population ne déterminera pas le play pour les autres populations ni même pour elle-même. Le play peut disparaître. Il est donc variable suivant les pratiquants mais aussi dans le temps. Le concept de play nous permet d'analyser les situations de jeu à enjeux d'apprentissage dans le système scolaire. Dans ce contexte où le risque que l'aspect ludique du jeu soit mis de côté pour favoriser les apprentissages est élevé, porter une attention particulière au play nous paraît nécessaire.

Positionnement de certains jeux scolaires suivant notre caractérisation des jeux

Nous donnons dans cette section des exemples de positionnement d'activités, présentées comme des jeux scolaires, par rapport au game et au play. Nous prenons nos exemples dans le rapport de

mise en œuvre des programmes de 2008 :

Dans certaines classes toutefois, les jeux sont très présents, et ils sont alors très variés : dominos, Hex, morpion, Yams, furet, awélé, coloriages codés, banquier, marchande, tous les jeux de cartes, de plateau... (MEN, 2013).

Awélé, Yams et Hex

Le Yams est un jeu installé dans la sphère sociale, où le joueur éprouve effectivement une liberté à chacun de ses tours, limitée par la légalité propre au jeu. Il y a donc bien une structure de jeu, un game. Quant au play du Yams, une population trouve du plaisir dans la pratique de ce jeu dans différents pays. Il en est de même pour l'awélé ou le jeu de Hex. Ce dernier jeu, inventé semble-t-il en 1942, a même été étudié par des mathématiciens comme Martin Gardner et John Nash (Le Roux, 2012).

Coloriages codés et jeu du furet

A contrario des jeux précédemment cités, les « coloriages codés » n'offrent aucune liberté au pratiquant. Un coloriage codé, ou coloriage magique, est un exercice de tri. La différence par rapport aux exercices de tri classiques est le fait qu'il y a une récompense incluse dans l'exercice, qui est de voir apparaître un dessin. La légalité du coloriage magique n'offre donc pas de liberté au joueur, or la liberté étant un élément essentiel du jeu, cette absence est suffisante pour exclure les coloriages magiques des jeux, suivant notre modèle. Si cet exemple paraît trivial, la question se pose également, selon nous, pour le jeu du furet, qui est un grand classique des « jeux » scolaires. Le jeu du furet consiste la plupart du temps à donner un nombre de départ et une opération. Les élèves se lèvent et, chacun leur tour, appliquent l'opération au nombre donné par leur prédécesseur. Si un élève se trompe, il s'assied et a perdu. Le gagnant est alors le dernier élève debout. Le joueur n'a qu'une seule action valide à disposition pour continuer à jouer : donner la bonne réponse. Le déroulement entier de l'activité est déterminé par le nombre initial et l'opération. L'élève peut effectuer le calcul en choisissant librement une procédure mais finalement ne peut jouer qu'un seul coup. Ces deux activités sont des exemples de processus de « ludicisation » (Genvo, 2011). Des ressorts ludiques sont exploités, le suspens pour le coloriage magique et la compétition pour le furet, dans le but de rendre une activité plus attrayante. Dans les deux cas, le processus n'est pas complètement abouti puisqu'il n'y a pas la constitution d'un game.

Ces activités se placent différemment sur l'échelle du play. Certaines procurent du plaisir à chaque étape de la partie : lorsque le joueur agit, lors de ses actions, et dans le constat des conséquences à court, moyen et long terme lors de la partie. Pour d'autres, le seul plaisir vient de la réussite. Pour conduire le joueur à s'impliquer dans une action qui peut être relativement complexe et dont le seul bénéficiaire sera le plaisir, ce dernier doit être conséquent et dépasser le cadre de la simple réussite.

1.2 Des démarches d'utilisation du jeu

L'utilisation du jeu pour l'apprentissage englobe diverses démarches mises en œuvre par les enseignants dans des contextes différents qui impactent les caractéristiques du jeu employé. Le terme « démarche » n'est pas anodin pour nous. Si « utiliser le jeu pour faire apprendre des mathématiques » peut apparaître comme un objectif commun poursuivi par de nombreux enseignants, les types de jeux choisis et les activités mises en œuvre sont souvent différents, et méritent d'être étudiés spécifiquement. Ces démarches se différencient suivant au moins deux premiers critères, selon qu'elles reposent sur une pratique effective ou non du jeu et en fonction

du matériau de base qui sert à la conception de l'activité ou de la situation⁵ basée sur le jeu. Nous explicitons trois de ces démarches et leurs conséquences.

L'étude du jeu

Une première démarche se distingue par le fait que les participants de l'activité ne jouent pas au jeu. Nous regroupons sous ce terme d'« étude de jeu » l'ensemble des activités où le jeu est support d'une tâche à visée d'apprentissage mais n'est pas pratiqué. Il peut s'agir de l'étude des stratégies mais aussi de la création d'un jeu sous contrainte, de sa modification, *etc.* Certains jeux, basés sur des résultats mathématiques, peuvent être étudiés dans le but d'en comprendre le fonctionnement. Un premier exemple est donné par Pelay et Boissière (2015) qui explorent des actions de diffusion des mathématiques, basées sur le jeu *Dobble*⁶. Nous retenons une de ces actions conçue par les auteurs au sein de la structure *Plaisir Maths*⁷ dont l'énoncé est le suivant :

Le dobble est construit en suivant la règle suivante : 2 cartes doivent toujours avoir 1 et 1 seul symbole en commun.

Essaye de créer ton propre jeu de dobble avec seulement 3 symboles par carte. Essaye de faire le plus de cartes possible. (ibid., p. 945).

Destinée à des enfants à partir de 10 ans, cette activité permet de « travailler le raisonnement et l'élaboration d'une démonstration » (ibid., p. 952). Ici, la pratique du jeu n'est pas nécessaire puisque la question posée est celle de la création d'un jeu similaire. Il suffit de connaître le mécanisme de création présenté dans l'énoncé pour s'investir dans l'activité.

Godot (2005) met en œuvre cette démarche d'étude d'un jeu à travers la situation recherche⁸ de *la roue aux couleurs* dont l'énoncé est le suivant :

La roue aux couleurs

Un forain propose un jeu constitué de deux disques de tailles différentes, disposés de façon concentrique. Sur le plus grand disque, il pose un certain nombre de pions, tous de couleurs différentes.

Principe du jeu :

Le joueur doit placer sur le petit disque le même nombre de pions que sur le grand disque. Ces pions peuvent être de une, deux, trois, quatre couleurs ou plus choisies parmi les couleurs disposées sur le grand disque par le forain.

On fait ensuite tourner le petit disque, cran par cran. Le joueur gagne si, dans chaque position du petit disque, un et un seul de ses pions est de la même couleur que celui qui lui correspond sur le grand disque.

Comment le joueur doit-il choisir et disposer ses pions pour gagner ? (ibid., p. 106).

Dans cette situation, les élèves jouent à certains moments, mais ils le font dans un but d'analyse et pas uniquement pour le plaisir. Le jeu a une place d'objet d'étude et pas d'activité à pratiquer, il en résulte parfois que « l'intérêt ludique diminue considérablement » (Pelay & Boissière, 2015, p. 952). Malgré cela, on peut penser que le jeu rend l'activité mathématique plus attractive

⁵ Nous utilisons les termes « situation » ou « situation didactique » au sens donné par Brousseau (1998) dans le cadre de la Théorie des Situations Didactiques (TSD).

⁶ « *Dobble est un jeu de discrimination visuelle constitué de 55 cartes sur chacune desquelles sont dessinés 8 dessins. La particularité est que deux cartes quelconques ont toujours un, et un seul, symbole en commun* » (Pelay, Boissière, 2015).

⁷ <http://www.plaisir-maths.fr> (consulté le 02/11/2019).

⁸ Au sens donné par l'équipe Maths à Modeler : <http://mathsamodeler.ujf-grenoble.fr/> (consulté le 02/11/2019).

et expose le savoir mathématique dans un contexte où il prend sens, où il est mis en œuvre. Dans cette démarche, le jeu étudié n'a pas besoin d'exister dans la sphère sociale, il peut être théorique, conçu pour l'activité. En effet, son aspect ludique n'a pas besoin d'être fort puisqu'il ne sera pas vécu, il n'y a, d'une certaine manière, pas de risque de déception pour les joueurs. Concernant le choix ou la conception du jeu, la structure mathématique sous-jacente est déterminante, car c'est elle qui implique les apprentissages possibles.

La « ludicisation » d'une situation didactique

Une autre démarche d'utilisation du jeu à visée d'apprentissage est la *ludicisation* d'une situation didactique. Genvo (2011, p. 69), nomme *ludicisation* « ces processus qui consistent à faire entrer un objet dans le monde du jeu ». La modification ou la transformation d'une situation didactique pour en renforcer les aspects ludiques relèvent de ces processus. Le matériau de départ est une situation didactique ou une activité mathématique qui est transformée en jeu. Il s'agit de la démarche suivie par Pelay (2010). La première étape est le choix d'une situation ayant déjà un fort aspect ludique. Pelay a choisi la situation des *10 consécutifs*⁹ parce qu'elle est conçue autour d'une course entre équipes. Il a ensuite renforcé les aspects ludiques en ajoutant à la situation existante une phase de course considérée comme « *purement ludique* » (*ibid.*, p. 230) et en inscrivant la situation dans un contexte imaginaire :

L'animateur est Mad Bonney Piou, canonnier à bord de l'équipage. Il s'occupe de gérer les combats durant les batailles, et présente des ateliers sur ce thème : [...] atelier de stratégie pirate (1 séance) : c'est la situation des 10 consécutifs (ibid., p. 236).

Au bout de ce processus de ludicisation, Pelay obtient une version de la situation qu'il appelle « *version ludique* » (*ibid.*, p. 233) dans laquelle les élèves jouent et font des mathématiques. Cette démarche est peut-être la plus commune chez les enseignants qui, en jouant sur certains ressorts ludiques comme la compétition ou la rapidité, cherchent à augmenter l'attractivité de leur enseignement. Dans ce cas, le jeu n'existe pas au début du processus. Il faut déterminer, pour la situation choisie, des ressorts ludiques, recensés par Pelay (2010), qui peuvent être introduits ou renforcés. La difficulté est de savoir à quel moment de ce processus l'activité devient suffisamment ludique pour être considérée comme un jeu par les participants. Le contexte de mise en œuvre de l'activité a également un impact sur la possibilité de mener à bien la ludicisation. Certains ressorts ludiques, comme la compétition ou la course, peuvent être utilisés très facilement, d'autres sont plus dépendants du contexte. Le cadre de l'animation dans lequel Pelay a expérimenté n'est pas le même que le cadre scolaire. Il sera certainement plus compliqué pour un professeur des écoles de se positionner en animateur en mettant en avant des aspects ludiques théâtraux ou autre. Ainsi, un élément ludique peut paraître extraordinaire en classe en comparaison avec le déroulement habituel alors qu'il sera commun dans une colonie de vacances.

La pratique d'un jeu de la sphère sociale pour l'apprentissage

À l'inverse de la démarche précédente, il est possible de partir d'un jeu existant dans la sphère sociale et de l'adapter pour construire une séance d'apprentissage. Les modifications sont d'ampleur variée. Elles peuvent être négligeables dans le cas où le jeu considéré permet de faire apprendre des mathématiques directement. Elles peuvent être beaucoup plus importantes, allant jusqu'à ne conserver que la mécanique¹⁰ du jeu et adapter son contenu de manière à mettre en jeu

⁹ Cette situation se base sur la recherche de la somme de 10 nombres entiers consécutifs.

¹⁰ Nous utilisons le terme « mécanique », qui est largement utilisé parmi des joueurs de jeux de société. Il s'agit de la structure du jeu. Par exemple, le tarot et la bataille partagent une mécanique de plis.

des apprentissages mathématiques. Les jeux créés par les enseignants rentrent souvent dans ce cadre. Dans la brochure *Jeux 10 de l'APMEP*¹¹ est présenté un « *Jeu de l'oie* » qui est une adaptation mathématique du célèbre jeu¹². L'utilisation directe des jeux est moins fréquente et se raréfie au cours de l'avancement dans la scolarité. Parmi les jeux utilisés directement, les plus fréquents sont les échecs ou le bridge, souvent pratiqués dans les clubs au secondaire ou dans le cadre des activités périscolaires au primaire.

1.3. Types de jeux pour l'apprentissage

Le choix du type de jeu demanderait un travail spécifique relativement à la question « Quels jeux pour quels apprentissages ? ». Les jeux utilisés pour l'apprentissage se positionnent différemment par rapport aux savoirs ou savoir-faire à acquérir ou à mobiliser par les élèves.

*La course à 20*¹³ de Brousseau (1998) et la situation ludique des *10 consécutifs* de Pelay (2010) sont des exemples de jeu où l'apprentissage visé fournit la stratégie optimale. Une fois l'apprentissage réalisé, le jeu perd tout intérêt ludique.

- *Si les enfants ont le savoir mathématique et la stratégie gagnante d'emblée, il n'y aura pas de jeu.*
- *En revanche, s'ils ne l'ont pas, le plaisir ludique et l'apprentissage deviennent possibles et compatibles pendant un certain temps : au fur et à mesure que les enfants jouent, ils développent des stratégies, apprennent, réduisent l'incertitude, si bien que le jeu se termine nécessairement (Pelay, 2010, p. 278).*

Le jeu ne sera véritablement un jeu que pour un certain temps et ne permettra qu'une élaboration ou mobilisation de la stratégie optimale, en revanche, il offre un critère immédiat de validation des apprentissages par la maîtrise de cette stratégie.

Pour d'autres jeux, l'objectif est la manipulation efficace d'objets mathématiques. *Le Mathador Flash*¹⁴, par exemple, est un jeu de calcul mental qui utilise les ressorts ludiques de la compétition et de la course. Le but du *Mathador* est d'atteindre un nombre cible compris entre 0 et 99 à partir de 5 autres nombres, en utilisant les 4 opérations dans un temps limité. Chaque opération offre un nombre de points différent et chaque nombre ne peut être utilisé qu'une seule fois. Si tous les nombres et toutes les opérations sont utilisés, alors l'élève fait un « coup Mathador » et obtient un bonus de points. L'apprentissage visé est le développement de stratégies de calcul et la mémorisation de faits numériques. Contrairement aux situations précédentes, l'intérêt ludique ne disparaît pas au cours de la pratique. On peut même penser qu'il augmentera, les élèves ayant plaisir à mettre en œuvre un niveau de maîtrise de plus en plus grand. Ainsi, dans certains jeux, les règles, le matériel et les actions des joueurs conduisent à mobiliser des objets mathématiques, comme les nombres dans les trois jeux cités précédemment (*la course à 20*, *les 10 consécutifs* ou *le Mathador*).

Ces jeux se distinguent d'un troisième type de jeu correspondant à celui où les objets manipulés ne sont pas des objets mathématiques explicites. Nous pensons ici à des jeux comme les échecs ou le go. Dans les deux cas, les mathématiques n'interviennent pas directement dans la pratique du jeu. Ces jeux sont toutefois, en particulier le jeu d'échec, régulièrement mis en avant pour

¹¹ Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public.

¹² <https://www.apmep.fr/Jeux-10> (consulté le 10/11/2019).

¹³ Cette situation oppose deux élèves qui doivent, en partant de 0 et en ajoutant 1 ou 2 chacun leur tour, être le premier à dire le nombre 20.

¹⁴ <https://www.mathador.fr/jeux-activites.html> (consulté le 06/01/2020).

développer des aptitudes mathématiques. La difficulté réside dans le fait que l'apprentissage sous-jacent n'apparaît pas immédiatement et concerne souvent des compétences plus générales ou diffuses comme la logique ou le raisonnement.

La démarche du jeu par essais et erreurs, par la recherche de causalité, d'équivalence, de temporalité, vient en appui des enseignements mathématiques et scientifiques principalement en matière de résolution de problèmes (MEN, 2012).

Ce qui est mis en avant n'est pas l'acquisition d'une connaissance ou d'un savoir-faire précis relevant des programmes de mathématiques mais un appui à d'autres compétences, souvent qualifiées de transversales. Ces jeux nécessitent également pour la plupart un temps d'apprentissage des règles assez long mais sont aussi ceux qui ont la plus grande durée de vie du fait qu'il n'existe pas vraiment de stratégie optimale et que les parties peuvent être d'une grande variété.

Nous avons donc vu qu'il est possible d'utiliser différents types de jeux en fonction des apprentissages visés, mais aussi que le jeu peut prendre une place différente dans la séquence d'apprentissage en fonction de la démarche mise en œuvre et du contexte. La démarche qui nous intéresse dans cet article est celle de la pratique de jeux pour l'apprentissage mathématique dans le contexte de la classe. Cette démarche particulière sur le rôle du jeu et sa mise en œuvre nous conduisent à prendre en compte les caractéristiques spécifiques du concept de jeu pour la conception et l'analyse de situations de jeux.

2. Une grille d'analyse des jeux à visée d'apprentissage en classe

Dans cette seconde partie, nous proposons une grille d'analyse des jeux à visée d'apprentissage. Cette analyse se déroule en trois phases. La première est l'étude du jeu en dehors de toute pratique. À partir de ses règles, l'activité est confrontée à notre modèle du jeu et les potentiels ludique et d'apprentissage sont analysés. Dans un second temps, nous déterminons les variables de mise en œuvre de l'activité dans la classe. Enfin, nous proposons une méthode d'analyse des situations vécues par les élèves.

2.1. Analyse *a priori* du jeu

Nous avons déterminé le jeu comme une activité ayant une structure spécifique, le *game*, et induisant chez les pratiquants un état particulier, le *play*. Si le *play* ne peut être déterminé qu'au cours de l'activité effective, il est préalablement nécessaire de s'assurer que l'activité étudiée est un *game*. Il faut donc vérifier si l'ensemble des règles du jeu contraint le joueur tout en lui offrant une certaine liberté d'actions au milieu de ces lois.

Le potentiel ludique

Considérer le jeu comme une activité ayant une structure et un rapport à sa mise en œuvre particulier donne un cadre à l'analyse. Le *game* pourra être analysé *a priori* de manière objective tandis que le *play* devra être analysé *a posteriori* de manière subjective relativement au plaisir ressenti par chaque élève. Il n'est cependant pas satisfaisant ni possible d'expérimenter sans avoir la moindre idée de ce que peut être, ou non, le *play*. Or il semble possible d'estimer les résultats de la mise en œuvre d'une activité ayant une structure de jeu. C'est pourquoi nous définissons le *potentiel ludique* comme la propension d'une activité à être considérée par un grand nombre de personnes comme un jeu, suivant leur conception personnelle du jeu. Cette considération des définitions propres à chacun introduit de fait une certaine subjectivité dans la

définition. Le potentiel ludique est donc variable suivant la culture, les populations, les personnes. Étant basé sur des rapports personnels au jeu, le potentiel ludique d'une même activité tend à être similaire chez des individus aux profils proches. Ce potentiel ludique, difficile à estimer, permettra toutefois de distinguer entre plusieurs activités étant des *games*, lesquelles se révéleront le plus probablement être des jeux pour les élèves. Dans le cas de démarches d'utilisation de jeux de société, la quasi-totalité du potentiel ludique est comprise dans le jeu. Il ne peut pas y avoir d'interventions extérieures ou de modifications de règles en cours de route sans détruire la clôture ludique. Le potentiel ludique étant, comme nous l'avons défini, dépendant des populations, de nombreux facteurs peuvent être pris en compte selon les domaines et contextes. La recherche des différents ressorts ludiques présents dans le *game* est une première indication. L'ensemble des ressemblances et des dissemblances avec des jeux déjà existants en sont une autre.

Le potentiel d'apprentissage

Aux trois critères d'analyse précédemment introduits, qui pourraient s'adapter à tout type de jeux, nous ajoutons le *potentiel d'apprentissage*. Nous cherchons à étudier l'apport du jeu dans l'enseignement des mathématiques. À l'aide de ces premiers critères de jeu, les activités que nous étudions doivent permettre l'émergence de connaissances et de compétences. De la même manière que le potentiel ludique correspond à la propension d'une activité à être vue comme un jeu, le potentiel d'apprentissage correspond à la propension d'une activité à permettre l'apprentissage des élèves.

En fonction de la démarche d'utilisation et de conception du jeu, la recherche du potentiel d'apprentissage se fera différemment. Le cas le plus simple est celui d'un jeu issu d'une situation didactique robuste. Le potentiel d'apprentissage du jeu est connu et correspond à celui de la situation à condition que la mise en œuvre des ressorts ludiques n'ait pas modifié de variables didactiques.

Pour un jeu construit pour la manipulation d'objets mathématiques, le premier élément qui permettra d'estimer le potentiel d'apprentissage est « *l'architecture mathématique du jeu* » (Eysseric et al., 2012). L'architecture mathématique d'un jeu est la transcription du jeu dans une théorie mathématique, c'est-à-dire la caractérisation des éléments du jeu et des relations entre ces derniers. Une autre manière de percevoir cette architecture mathématique est de prendre une photographie du jeu à chaque instant, de chercher la relation entre l'instant n et l'instant $n+1$ et de transcrire mathématiquement cette relation. Dans un jeu de Memory, par exemple, l'architecture mathématique est la mise en relation de manière bijective de deux éléments au sein de deux collections qui sont en pratique mélangées. Une fois cette architecture connue, il sera possible de voir dans quels domaines mathématiques du programme le jeu peut être employé. Pour trouver ces domaines, il faut chercher quels sont les objets et relations mathématiques qui peuvent être mis en jeu dans l'architecture. Enfin l'analyse se poursuit à un grain plus fin en cherchant les compétences ou connaissances travaillées. Le choix des compétences visées va dépendre du choix des variables et en particulier des objets qui seront manipulés.

Le dernier cas est celui de l'utilisation d'un jeu existant dans la sphère sociale et qui ne porte pas sur des objets mathématiques. Il faut alors étudier la mécanique du jeu, chercher quelles sont les actions possibles pour le joueur et quelles stratégies peuvent être mises en œuvre. Si ces stratégies trouvent un écho dans l'activité mathématique, ce peut être le signe d'un potentiel d'apprentissage.

Synthèse de l'analyse a priori du jeu

Nous avons progressivement dégagé un modèle du jeu comme une activité constituée d'un *game* et d'un *play* :

- Le *game* est la structure de jeu : l'invention d'une liberté par et dans une légalité.
- Le *play* est la mise en œuvre du jeu : la pratique volontaire, mue par le fun, du *game*, ce que font les élèves quand ils pensent jouer.

Le jeu est une activité qui offre au pratiquant une liberté d'action déterminée par un ensemble de règles et qui génère chez ce dernier du plaisir lors de son déroulement. Autrement dit, il s'agit d'un binôme cohérent (chaque élément déterminant l'autre) et spécifique (à un binôme correspond un jeu) composé d'un *game* et d'un *play*. L'étude *a priori* d'un jeu se fera, selon notre modélisation, par l'étude des différents éléments correspondant aux deux aspects de notre modèle, le *game* et le *play*, et des interactions entre ces derniers. Tout d'abord, la caractérisation de l'activité comme un *game*. Ce critère est binaire, une activité est un *game* ou non. Le deuxième aspect est lié à la pratique du jeu et à la présence plus ou moins importante du *fun*, caractéristique fondamentale du *play*. Le *play*, contrairement au *game*, n'est pas une caractéristique du jeu binaire, présente ou non. Il est plus ou moins présent comme nous l'avons vu.

L'adjonction du *potentiel ludique* et du *potentiel d'apprentissage* au modèle du jeu fournit, pour nous, à la fois des caractéristiques et des outils d'analyse *a priori* qui nous permettront d'estimer plus finement, avant la mise en œuvre, la réaction, les décisions, les stratégies des élèves face à l'activité.

Ainsi, relativement à notre problématique, les conditions pour qu'une activité soit un jeu, vecteur d'apprentissages, sont les suivantes :

- être un *game* ;
- posséder un *potentiel ludique* fort qui se traduit lors de la mise en œuvre par un *play* satisfaisant chez les élèves ;
- posséder un *potentiel d'apprentissage* important.

Ces critères constituent les premiers éléments de notre grille d'analyse *a priori* des jeux à l'école élémentaire relativement à notre questionnement.

2.2. Les variables de mise en œuvre

Nous allons traiter ici des différentes modalités de présentation et de mise en œuvre du jeu aux élèves ainsi que des diverses possibilités d'utilisation ou de modification du jeu qui peuvent être faites. Chacun de ces choix peut avoir une incidence sur le *game*, les *potentiels ludique* et *d'apprentissage*, et donc sur le *play*. La possibilité de changer les règles du jeu, le *game*, existe, peut être intéressante, utile et pertinente pour les enjeux poursuivis. Cependant, changer les règles peut induire un changement de l'activité. Dans ce cas, l'analyse *a priori* devrait être reprise depuis le début pour s'assurer que la nouvelle activité est un *game*.

La recherche des variables didactiques est spécifique, étant donné la profusion de jeux et les grandes disparités qui existent selon les domaines, contextes, et objets mathématiques. Par exemple, dans le jeu du portrait en géométrie, le choix des figures ou des solides à décrire est un exemple fondamental de variable didactique.

Nous nous centrons ici sur les variables de mise en œuvre qui constitueront autant de critères

d'analyse des situations de mise en œuvre du jeu.

Les formes de pratique du jeu

La principale variable de mise en œuvre à prendre en compte dans l'analyse est la forme de pratique du jeu proposée aux élèves. Nous en explicitons ici trois qui sont d'après nous particulièrement importantes. Chacune de ces modalités peut varier dans sa mise en œuvre et elles ne sont pas non plus cloisonnées. En pratique, il est donc possible de trouver des utilisations du jeu à l'interface de ces catégories que nous présentons.

Le jeu libre

Le jeu libre est la forme commune de mise en œuvre du jeu où on joue, sans intervention extérieure, une partie complète d'un jeu librement choisi. Dans l'environnement scolaire, cette pratique est complexe à mettre en œuvre, puisqu'elle suppose la liberté de participer ou non au jeu. La solution la plus immédiate consiste à proposer aux élèves un ensemble de jeux et laisser le libre choix parmi les jeux sélectionnés. De plus, les contraintes de la classe comme l'avancement du temps, le nombre de personnes présentes, les statuts de maître et d'élèves sont autant de freins à la mise en place réelle du jeu libre. L'aspect temporel conduit l'enseignant à mettre fin à une partie en cours pour passer à la suite, les élèves ayant fini perturbent les parties toujours en cours ou encore l'élève demande à l'enseignant si son coup est le meilleur. Tous ces aspects renvoient à un élément fondamental de la mise en œuvre du jeu en classe, la clôture ludique. Nous reviendrons sur cette notion plus loin dans l'article. Le jeu libre est difficilement compatible avec une programmation des apprentissages, l'élève pouvant ne pas jouer au jeu souhaité par l'enseignant. C'est pourquoi, lorsque cette modalité existe dans les classes, on la trouve principalement pour des jeux dont l'objectif est un réinvestissement des apprentissages. Le jeu libre est la seule forme de pratique à même d'assurer la pleine réalisation du potentiel ludique et l'existence d'un *play* maximum.

Le jeu contraint

Cette modalité d'utilisation du jeu est peut-être celle à laquelle tout un chacun pense lorsque l'on parle de jeu en classe. Les élèves participent à un jeu choisi par l'enseignant, ce dernier n'intervenant pas dans le déroulement de la partie. L'enseignant doit chercher, en engageant un processus de dévolution, à obtenir l'adhésion des élèves. S'il n'y arrive pas, alors il n'y peut pas y avoir de *play*, et donc de jeu. La situation reste alors une situation d'apprentissage et non pas de jeu pour les élèves. Précisons que les élèves peuvent se positionner dans une attitude ludique, un *play*, en détournant l'activité mais dans ce cas ils ne jouent pas au jeu choisi par l'enseignant. Si l'adhésion des élèves est obtenue, le *play* peut apparaître. Le jeu contraint devient alors un jeu, non pas librement choisi, mais que l'on pourrait appeler « à participation volontaire », les élèves restant dans le jeu de manière volontaire. Cette modalité d'utilisation du jeu peut être intégrée dans une programmation puisqu'elle assure une participation de l'ensemble des élèves à un moment déterminé par l'enseignant. Si le jeu libre ne peut être mis en place, le jeu contraint est, selon nous, pour la plupart des situations, indispensable à un moment ou un autre dans une séquence se présentant comme utilisant le jeu. Il n'est toutefois pas facile à mettre en œuvre en classe et demande une réelle réflexion dans la conception de la séquence, pour qu'au final les élèves jouent.

Les exercices de jeu

Une autre modalité de mise en œuvre du jeu dans la classe est l'utilisation des exercices de jeu. Il s'agit d'activités qui utilisent le jeu comme base mais qui s'en éloignent plus ou moins pour faire

émerger un coup particulier, une stratégie spécifique ou pour mettre en avant une notion. Ces exercices de jeu servent à faire le lien entre le jeu libre et les phases d'apprentissage plus classiques qui ont lieu en parallèle. Ces exercices permettent à l'enseignant de maîtriser les paramètres du jeu et donc d'induire les choix des élèves et les apprentissages.

Ces exercices sont souvent en grand nombre, car ils sont liés à de nombreuses variables et d'actions de jeu. Ainsi, en percevant une partie comme une succession d'états qui correspondent au jeu à un instant t et des transformations qui sont les coups joués, il est possible d'imaginer un grand nombre de combinaisons : chercher un état initial en connaissant l'état final et la transformation ou chercher une succession de transformations en connaissant les états initiaux et finaux. À l'inverse du jeu libre, cette modalité d'utilisation du jeu est celle qui permet de cibler le plus précisément l'activité des élèves et donc de renforcer le potentiel d'apprentissage. Dans le cas du jeu du portrait, cela peut consister à chercher parmi plusieurs messages celui qui a été transmis en sachant quel solide a été trouvé par le récepteur. Pour concevoir efficacement ces exercices de jeu, il est intéressant de s'appuyer sur des mémoires de jeu, élément que nous allons maintenant expliciter.

L'utilisation des mémoires de jeu

Le point central de la conception de séances utilisant le jeu est la recherche de mémoires de jeu. Les mémoires de jeu sont :

une trace écrite qui rendra compte :

- soit de tous les instants du jeu

- soit de certains moments décisifs : lorsqu'un choix doit être fait par le joueur, pour décider du gagnant en fin de partie, ... (Eysseric et al., 2012).

Les mémoires de jeu permettent de garder des traces des parties effectuées. Ces mémoires de jeu peuvent prendre diverses formes qui auront des conséquences, tant sur le *potentiel d'apprentissage* que sur le *potentiel ludique*. Elles devront donc être pensées en fonction des objectifs d'apprentissage et de la programmation dans une séquence de la classe. Trois principales utilisations possibles des mémoires de jeu peuvent être identifiées et discriminées.

Mémoire de jeu comme outil de gestion du temps

La première, la plus simple, est de permettre aux élèves de reprendre *une partie interrompue*. L'objectif étant ici la gestion du temps pour l'enseignant qui peut séquencer le temps de partie, voire en repousser des morceaux hors du temps scolaire. Cette mémoire de jeu est un outil de conservation du potentiel ludique, les élèves sachant qu'ils pourront mener la partie jusqu'au bout, même si le temps de jeu en classe est limité.

Mémoire de jeu comme générateur de problèmes

Une autre utilisation possible est de faire des exercices de jeu à partir des parties des élèves. Les mémoires de jeux sont alors un moyen supplémentaire de rentabiliser les moments de jeu libre qui, en plus de participer à l'enrôlement des élèves, vont fournir des matériaux de travail sur le jeu. Cette utilisation est celle qui vise les apprentissages de la manière la plus explicite. Il s'agit d'utiliser les mémoires de jeu pour décontextualiser petit à petit le jeu, se rapprocher de travaux plus formels. Le jeu libre devient exercice de jeu, exercice sur le jeu, où l'on recherche le meilleur coup à jouer, la position la plus favorable, *etc.* Ici, la mémoire de jeu se présente comme un outil de travail, d'acquisition des compétences et ne vise pas le jeu en lui-même.

Mémoire de jeu comme renforcement du potentiel d'apprentissage

Enfin, une autre utilisation possible est le renforcement du milieu de l'élève lors des phases de jeu libre. La mémoire de jeu n'est dans ce cas pas exploitée de manière explicite mais est laissée à l'élève. Ce dernier pourra, en ayant trace des parties déjà jouées devant lui, améliorer sa stratégie plus rapidement que s'il devait se baser sur sa seule mémoire. Cela nécessite que le jeu ne soit pas trop complexe et relativement limité en termes de variabilité pour permettre une réelle utilité des mémoires de jeu. Dans ce cas, il nous semble que la mémoire de jeu va devenir un élément important du milieu (au sens de Brousseau, 1998) puisqu'elle constitue une trace des actions effectuées et des rétroactions engendrées au cours des parties précédentes.

Nous illustrerons plus loin les différents types de mémoire de jeu avec le jeu du portrait.

Les modalités de travail de la classe

Cette variable permet de traiter les problèmes de matériel à disposition ainsi que d'autres considérations pédagogiques et didactiques. Elle permet aussi d'influer sur le milieu de l'élève. Dans le cas de jeu en opposition, la pratique du jeu à un contre un ou en équipe contre équipe va fortement changer les rétroactions pour l'élève. À un contre un, les seules rétroactions viendront du jeu lui-même et de son adversaire, potentiellement via une action de ce dernier sur le jeu. Dans le cas du jeu en équipe, l'élève recevra aussi des rétroactions de la part de ses coéquipiers. Cela aura deux influences majeures, la discussion de la pertinence de certaines stratégies avant leur mise en œuvre ainsi que la nécessité de formuler les stratégies. Il peut en résulter des conflits socio-cognitifs favorables aux apprentissages, ou l'élimination d'une stratégie pertinente, car elle sera portée par un élève ayant du mal à la mettre en avant dans son équipe. Il y a donc un réel choix à faire à ce niveau. L'organisation de la classe et de la mise en œuvre du jeu de manière pratique peut ainsi avoir une influence sur l'implication des élèves dans le jeu. Le jeu en équipe peut par exemple stimuler les élèves ou alors diluer la participation, conduisant à modifier le *play* par l'organisation choisie. Concernant le matériel, le même jeu peut potentiellement être pratiqué avec des supports différents, voire sans matériel. Ce choix a pour conséquence de solliciter plus ou moins la mémoire, de matérialiser ou non des informations pour le joueur, *etc.* En particulier, cela peut avoir une influence importante sur les stratégies mises en œuvre.

La validation

La validation intervient pour nous à trois niveaux : la validation de l'action d'un joueur comme conforme aux règles du jeu, la validation de la fin de la partie avec la plupart du temps une victoire et une défaite, et la validation des stratégies des élèves.

La première forme de validation est directe mais n'est pas systématique. Elle implique la connaissance des règles du jeu et la possibilité pour les joueurs d'y faire référence. Elle nécessite également un certain état d'esprit et une disponibilité vis-à-vis du processus d'application des règles. C'est pourquoi cette validation est souvent déléguée à un arbitre. Cette validation est importante, car elle permet le déroulement correct du jeu, elle en préserve l'intégrité et est donc nécessaire au plaisir des joueurs, au *play*. Dans le cas d'un jeu visant à faire apprendre, avec une stratégie optimale, c'est cette validation qui va permettre l'apparition de la stratégie en question et garantir sa pertinence. La seconde validation est celle qui acte la victoire et la défaite, non nécessairement présente dans le cas de certains jeux. C'est souvent sur elle que vont se focaliser la plupart des élèves. Elle se présente comme la rétroaction la plus importante du milieu, conduisant parfois à la terminaison du jeu. Malgré une grande importance dans la validation des stratégies, elle peut ne pas être pertinente. En effet, la victoire peut être due à une erreur de l'adversaire et non pas à une bonne stratégie.

La dernière validation, la plus intéressante du point de vue des apprentissages, est celle qui valide ou invalide des stratégies. Cette validation peut être la plus difficile à obtenir dans le respect du jeu. En effet, la validation par une personne extérieure au jeu est à éviter, au risque de détruire le *play*. Ce type de validation peut venir, dans les moments de jeu libre, dans des phases de formulation avec les coéquipiers. Sinon, il faut que le jeu émette des rétroactions suffisantes pour que cette validation des stratégies soit perceptible par le joueur. Or, pour beaucoup de jeux, la validation n'intervient qu'à la fin *via* le principe de victoire ou défaite. Et, comme nous l'avons vu, cette validation peut ne pas être pertinente. C'est au joueur, à partir des rétroactions du jeu d'estimer cette validation. Dans certains jeux, la progression est linéaire. Dans ce cas, le joueur voit s'il progresse suffisamment ou pas pendant le jeu. Dans d'autres jeux, par la pratique, les joueurs peuvent repérer avant la fin de la partie des configurations du jeu connues qui leur indiquent qui sera vainqueur. Dans ce cas, la validation de la stratégie intervient plus tôt. Cette situation apparaît notamment dans les jeux comme le go ou les échecs où les joueurs expérimentés pourront beaucoup plus facilement juger de l'état de la partie alors qu'un débutant ne saura pas qui est gagnant ou perdant avant le dernier coup. Ce type de validation dépend de la connaissance et de l'expérience du jeu par le joueur. Il ne s'agit donc pas d'une variable à proprement parler, mais il est possible de s'en faire une idée à partir de l'analyse du *game*, et donc éventuellement de changer de *game* pour modifier cette validation.

Cette validation peut être obtenue plus facilement dans des moments d'exercices de jeu où on pourra trouver, en plus de la phase d'action qui est la seule offerte par le jeu libre, des phases de formulation, de validation et d'institutionnalisation (au sens de Brousseau, 1998).

Une fois la situation mise en œuvre, une analyse *a posteriori* doit être mise en œuvre pour confirmer ou infirmer l'analyse *a priori* et la réalisation des potentiels.

2.3. Analyse des interactions dans une situation de jeu

Après l'analyse *a priori* du jeu telle que nous l'avons présentée et les analyses précédentes de mise en œuvre d'un jeu, nous pouvons approfondir l'analyse d'une réalisation effective d'une situation de jeu et des interactions qu'elle a provoquées. Pour cette analyse, nous nous appuyons sur la « *méthode des quatre composantes* » proposée par Bronner (2006). Cette méthodologie utilise une articulation d'outils de la théorie des situations didactiques de Brousseau (1998) et d'outils de la théorie anthropologique de Chevallard (1999), que nous adaptons au cas de situations d'apprentissage s'appuyant sur un jeu.

Le milieu

Le milieu est présenté par Brousseau comme étant tout ce sur quoi l'élève peut agir et tout ce qui agit sur l'élève dans une situation. Dans une situation de jeu, nous pouvons identifier différents types d'interactions pour le joueur : des interactions avec d'autres joueurs ou des non joueurs, des interactions avec le matériel support du jeu, et d'autres avec des éléments complémentaires comme les mémoires de jeu. La situation de jeu est donc une situation qui permet un milieu souvent clair et contrôlable. La richesse du milieu pour les apprentissages se trouve dans les rétroactions que le milieu fournit à l'élève. Les jeux, offrant différents types de rétroactions comme nous l'avons vu, se présentent potentiellement comme des supports intéressants pour la mise en place de milieux de situations d'apprentissage. Tout jeu prévoit sa fin et donc un moteur d'avancement. Les actions du joueur entraînent une modification d'état du jeu accompagnée d'informations supplémentaires qui permettront de jouer le prochain coup. L'enseignant, s'il ne joue pas, ne sera donc pas source de rétroaction à visée didactique. L'apprentissage n'est donc pas le fait d'une action directe de l'enseignant mais bien des actions et rétroactions entre l'élève

et le milieu de la situation de jeu. C'est pour cette raison que nous considérons le jeu comme une modalité d'enseignement favorisant la mise en place de situations adidactiques.

L'analyse du milieu sera donc un indicateur de la réalisation des différents potentiels que nous avons définis. Si l'enseignant fait partie du milieu en donnant des rétroactions à la place du jeu alors qu'il n'est pas joueur, c'est que la clôture ludique n'est pas respectée et que le potentiel ludique ne se réalisera pas complètement. Par contre, ces rétroactions de l'enseignant peuvent avoir pour objectif un renforcement du potentiel d'apprentissage en sachant qu'elles diminueront la partie adidactique de la situation. Les mémoires de jeu que nous avons présentées seront également un élément important du milieu si elles sont utilisées.

Nature du contrat didactique et respect de la clôture ludique

Dans la théorie des situations didactiques, chaque situation s'accompagne d'un contrat. L'utilisation du jeu va conduire à des modifications du contrat de par le statut du jeu. Ces modifications vont être plus ou moins importantes en fonction de la place habituelle du jeu dans la classe. Si le jeu est fréquemment utilisé, il est probable que le contrat habituel de la classe ne sera pas grandement modifié. Si le jeu est rarement utilisé, il peut générer de fortes modifications du contrat ou, au contraire, ne pas avoir d'impact sur le contrat habituel ce qui peut être un frein à la réalisation du potentiel ludique. Les élèves pourront alors vouloir faire perdurer le plus longtemps possible le jeu libre sans accepter de passer à des phases d'exercice de jeu ou à l'inverse, rompre volontairement la clôture ludique pour chercher une validation des stratégies par l'enseignant. Pelay (2011) a développé le concept de contrat didactique et ludique qui permet de faire le lien entre le contrat didactique de Brousseau et la clôture ludique de Duflo. Ce contrat cherche à prendre en compte les intentions des acteurs de la situation sur l'aspect ludique de la situation. Suivant la nature du contrat en œuvre dans la situation et des attendus des différents protagonistes, il est possible de se faire une idée de la place des deux potentiels que nous avons définis. Par exemple, une absence d'attendu explicite concernant les apprentissages au cours d'une phase de jeu libre peut dénoter une volonté de la part de l'enseignant de préserver le potentiel ludique de la situation.

Dans le contexte scolaire, le respect de la clôture ludique est un élément fort pour déterminer le contrat mis en œuvre. Le respect de la clôture ludique est un indicateur de la mise en œuvre du potentiel ludique et de l'atteinte du *play*. Si la clôture ludique n'est pas respectée, cela implique soit que les joueurs ne sont pas suffisamment investis dans l'activité pour qu'il y ait *play*, soit que des non joueurs ne respectent pas cette clôture et vont empêcher les joueurs d'atteindre le *play*. Ce second cas peut être illustré par un enseignant qui voudrait passer trop vite à une phase de formulation ou de validation et interviendrait trop tôt ou trop souvent pendant la phase de jeu libre. Comme nous l'avons expliqué lors de notre travail sur la définition du jeu, le potentiel ludique est difficile à cerner et doit l'être *a priori*. Le *play*, quant à lui, est un constat fait *a posteriori*. Le respect de la clôture ludique peut être constaté pendant l'activité. C'est un critère objectivable qui peut être analysé pendant la situation. Cela permet d'éviter de se baser sur des critères comme les réactions perceptibles des joueurs qui peuvent être trompeuses. Un enfant peut faire preuve d'un grand sérieux lors du jeu ou être hilare. Dans les deux cas, s'il joue, il cherchera à faire respecter la clôture ludique. Il existe donc une corrélation entre la clôture ludique, le potentiel ludique et le *play*. De plus, contrairement au *play* ou au potentiel ludique, la clôture ludique peut être observée de manière objective avec des éléments quantifiables. Ainsi, compter le nombre d'interventions des non joueurs ou la proportion des actions des joueurs qui ne concernent pas le jeu peut être un moyen d'estimer le potentiel ludique. Nous sommes ici au niveau de la topologie du jeu. Concernant sa chronologie, le nombre de coupures et l'atteinte de

l'état final sont d'autres éléments d'analyse de la clôture ludique.

Évolution du temps didactique

Le temps didactique est une notion développée par Chevallard (1985) qui correspond à l'évolution du statut de la connaissance au cours de la situation d'apprentissage. Dans le cas de l'utilisation du jeu comme vecteur d'apprentissage, l'analyse de l'évolution du temps didactique en fonction des potentiels ludique et d'apprentissage. Une évolution lente peut traduire une volonté de favoriser le potentiel ludique, alors qu'une évolution du temps didactique à la main de l'enseignant, rapide, traduira la réalisation en cours du potentiel d'apprentissage. Il est alors possible d'envisager différents scénarios suivant le jeu et sa place dans la séquence d'enseignement. Dans le cas d'un jeu adapté à un apprentissage mais qui ne permet pas directement la mise en œuvre de la notion visée, on peut supposer que l'évolution du temps didactique sera arrêtée dans les phases de jeu libre, mais sera accélérée dans les phases de formulation, de validation et d'institutionnalisation qui suivront. Les différents apports du jeu libre, des exercices de jeu pourront aussi être constatés par le biais de l'évolution du temps didactique. L'enseignant, lors de la préparation de sa séquence d'enseignement, va prévoir l'évolution du temps didactique en fonction de ces différents apports. Une remise en question forte de l'évolution du temps didactique par les élèves sera une indication que l'apport de telle ou telle phase n'a pas été suffisant.

Topos de l'enseignant et des élèves

Le topos (Chevallard, 1999) correspond aux différentes tâches qu'un acteur d'une situation didactique est amené à accomplir en fonction de son rôle dans ladite situation. Il sera pour nous important de regarder quel est le topos de chaque acteur en fonction des deux potentiels, ludique et d'apprentissage, suivant que leurs tâches ont pour sujet la connaissance ou le jeu. Il est probable que durant les différentes phases de jeu, libre ou d'exercice, le topos de l'élève soit composé de tâches ayant pour objectif la réalisation du potentiel d'apprentissage, comme la confection d'une mémoire de jeu. Ce topos peut être plus ou moins bien accepté par les élèves et pourra conduire à des négociations du contrat didactique. Les élèves cherchent alors à retarder l'introduction dans leur topos des tâches portant sur le potentiel d'apprentissage pour ne conserver que celles vouées au potentiel ludique. Pour l'enseignant, des tâches dévolues à la gestion du jeu des élèves vont apparaître, comme la nécessité d'arbitrer le jeu des élèves.

3. Exemple d'application de la grille d'analyse : Le jeu du portrait

Nous illustrons et mettons en œuvre notre grille analyse d'un jeu et de sa mise en œuvre dans le cadre d'une modalité du jeu du portrait, qui est fréquemment utilisé en géométrie. Cette activité est souvent citée dans divers documents institutionnels et notamment dans le programme du cycle 3 (MEN, 2015). Il est possible d'en voir une modalité dans d'autres contextes dans l'article de Chevrot (1988). D'autres domaines mathématiques peuvent être travaillés avec un jeu utilisant la même mécanique. Un jeu du portrait en numération où des informations sur les nombres (parité, nombre de dizaines, *etc.*) seraient données est, par exemple, envisageable.

3.1. Analyse *a priori* du jeu du portrait en géométrie

Le principe du jeu du portrait en géométrie est de faire deviner une figure géométrique. Un émetteur, qui connaît la figure, est à l'origine de messages pour la décrire, et un récepteur doit retrouver la figure à partir de ces messages. La situation initiale est la suivante : les joueurs sont

répartis entre les récepteurs et les émetteurs. Les émetteurs choisissent une figure géométrique parmi celles à disposition. Il existe de nombreuses variantes de jeu et variables didactiques sur lesquelles l'enseignant peut intervenir. Il est notamment possible d'en faire un jeu compétitif en introduisant plusieurs récepteurs différents qui devront être les plus rapides à trouver la figure décrite.

Pour l'analyse *a priori* du jeu, nous prendrons une modalité que nous avons observée dans une classe de CE1, dans le domaine de la géométrie dans l'espace. Dans cette situation, un groupe d'élèves cherche à faire trouver un solide parmi d'autres par un message écrit en excluant la possibilité de faire des dessins ou des schémas. Les solides proposés aux élèves sont des solides en papier, tous nommés par une lettre présente sur chacune des faces. La collection est constituée des solides suivants : un cube, un pavé droit, un pavé à base triangulaire, un cylindre, un tétraèdre, un double tétraèdre et une pyramide à base carrée. Lors de la phase d'émission, les élèves sont mis en binôme. La phase de réception se fait en classe entière, chaque élève, hormis les émetteurs du message, recherchant individuellement le solide décrit.

Le game

Dans la version observée, chaque tour de jeu est composé de trois phases :

- a.* la production d'un message par les émetteurs en fonction des contraintes fixées par les règles et du choix de la figure ;
- b.* la réception du message et la proposition d'une figure par les récepteurs ;
- c.* la validation du résultat par les émetteurs.

La partie peut se faire en un nombre de tours donnés, avec échec ou réussite si la figure est trouvée ou non, ou alors jusqu'à ce que la figure soit trouvée. La réussite des récepteurs dépend du message des émetteurs et les émetteurs sont dépendants de la capacité des récepteurs à décoder le message. Il s'agit donc dans cette version d'un jeu coopératif.

Lors de la rédaction du message, le joueur choisit quels critères de description il retient et comment il les transcrit dans son message. Il doit prendre des décisions, tout en respectant les règles qui interdisent certaines possibilités. Il y a donc bien création d'une liberté dans une légalité. Le sens que va prendre le message, quant à lui, est donné par le contexte du jeu, ici la géométrie dans l'espace et le vocabulaire qui y correspond. De même, le panel de solides introduits dans le jeu modifie la portée du message. L'ensemble des décisions prises par le joueur se fait en fonction des modalités du jeu, des règles. Il y également création d'une liberté par une légalité. Cette version du jeu du portrait a bien les caractéristiques d'un *game*.

Le potentiel ludique

Le *play* ne peut être analysé qu'après observation de la séance et du vécu des élèves. Il est toutefois possible de l'estimer par le biais du potentiel ludique. On trouve plusieurs ressorts ludiques parmi ceux identifiés par Pelay (2010) dans le jeu du message. Les plus importants sont l'action intellectuelle ludique et le défi ludique. Le jeu du message se base sur la mécanique de l'énigme. Pour les émetteurs, il s'agit de construire cette énigme en transformant et décomposant un discours explicite sur un objet (par exemple, pour un cube) en une série d'indices basés sur les propriétés de cet objet (« *On cherche un solide avec 6 faces carrées identiques* »). Pour les récepteurs il s'agit de résoudre l'énigme proposée. Les modalités choisies par l'enseignant favorisent la coopération ludique puisque la création du message se fait en binôme. Enfin, l'attente ludique et l'anticipation qui succède à l'écriture des messages et qui précède le choix du solide par le récepteur peuvent également participer au *fun* de l'activité.

Le potentiel d'apprentissage

Nous sommes dans le cas d'un jeu où les objets manipulés sont les objets et les termes de la géométrie dans l'espace. Nous commençons donc par en chercher l'architecture mathématique. Le jeu est construit sur la mise en relation d'un ensemble donné de solides et un ensemble, qui doit être construit par les joueurs, de descriptions de ces solides. L'objectif des joueurs est de construire et reconnaître l'ensemble des descriptions de manière à ce qu'une correspondance terme à terme soit possible avec l'ensemble des solides. Cette mise en correspondance se faisant par l'intermédiaire d'un message écrit, nous nous trouvons dans une situation de formulation (Brousseau, 1998) au sens de la théorie des situations didactiques. Les savoirs en jeu doivent être communiqués par le biais du message entre émetteur et récepteur pour réussir la situation, autrement-dit gagner le jeu.

Concernant les compétences et connaissances en jeu pour l'émetteur elles sont dépendantes des contraintes fixées par la rédaction du message qui constituent autant de variables didactiques. Dans la modalité du jeu que nous étudions, ce message doit être écrit en langue française, le dessin ou le schéma étant interdit. C'est donc le vocabulaire géométrique qui est travaillé, spécifiquement. Dans la classe observée, l'enseignant avait introduit la distinction entre polyèdre et non-polyèdre lors d'une séance précédente. Nous pouvons nous attendre à ce que cette distinction soit réutilisée par les élèves, ainsi que les termes de faces, arêtes, sommet. Le vocabulaire des figures planes peut également convoqué par les élèves pour décrire les faces des solides. Le matériel choisi par l'enseignant, des solides en papier plein, est également une variable didactique : les stratégies de description des faces sont facilitées et majoritairement investies par les élèves. Des solides construits à l'aide de pailles ou baguettes auraient favorisé des descriptions basées sur le nombre d'arêtes ou de sommets. Douaire et *al.* (2009) ont analysé l'importance du type de questions et du matériel proposé et mettent en avant la nécessité de présenter des objets aux caractéristiques communes pour obliger les élèves à un certain niveau de description. Ces auteurs indiquent ainsi des critères de choix pertinents au niveau des variables didactiques :

- Le choix du solide à trouver et des solides composants le lot : il s'agit de mettre en défaut les descriptions qualitatives des élèves. Il est proposé des solides qui se ressemblent perceptivement afin d'amener les élèves à utiliser des propriétés géométriques pour les caractériser. [...]

- La nature de la communication : les questions sont fermées ou non. Ce choix influe sur la précision du vocabulaire [...] (ibid. , p. 47-48).

La connaissance des propriétés des solides, comme le nombre de faces, d'arêtes ou de sommet est mise en jeu. Si ces propriétés ne sont pas connues, l'élève doit compter le nombre de faces, arêtes et sommets. Cela nécessite alors des stratégies de manipulation des solides pour permettre un comptage efficace. Une fois le dénombrement et la description des éléments du solide effectués, l'élève doit rédiger son message. Pour cela il doit faire une distinction entre les informations nécessaires et superflues. Cette sélection nécessite de la part de l'élève la prise en compte de caractéristiques communes entre les différents solides. Le choix des solides facilite ou complique cette sélection. Dans notre cas, les choix de l'enseignant rendent un message du type « mon solide n'a que des faces carrées » valide alors que, par exemple, le message « mon solide n'a que des faces triangulaires » ne permet pas de distinguer entre le tétraèdre et le double tétraèdre.

Pour le récepteur, la maîtrise du vocabulaire géométrique est nécessaire en premier lieu pour comprendre le message. La capacité de dénombrement des faces, arêtes, sommets peut également être mise en jeu en fonction du message. Enfin, il s'agit principalement de mobiliser

les caractéristiques, partagées ou non, des solides. Chaque information du message doit lui permettre d'écarter aucun (dans le cas d'informations superflues), un ou plusieurs solides parmi les candidats possibles.

3.2. Les variables de mise en œuvre du jeu du portrait

Nous proposons une analyse à l'aide des outils précédents dans le cas du jeu du portrait que l'on peut voir comme une poursuite d'une analyse *a priori* avant expérimentation dans la classe ou dans le cas d'une analyse *a posteriori* après une réalisation en classe pour identifier les choix effectués de mise en œuvre. Pour illustrer nos propos, nous reprenons la séance que nous avons pu observer dans une classe de CE1. Nous avons précisé les choix de l'enseignant concernant la phase de jeu dans la partie 3.1. Cette phase de jeu contraint a été précédée d'une phase d'exercice de jeu. Les élèves devaient, en binôme, trouver les solides correspondant à des messages d'enfants fictifs. L'enseignant a donc fait le choix d'utiliser des mémoires de jeux.

Les mémoires de jeu

Les trois types de mémoires de jeux sont accessibles avec le jeu du portrait. Elles peuvent être une trace écrite des messages et servir d'outil de gestion du temps puisqu'elles permettent d'arrêter la partie entre les phases d'émission et de réception. Ces mêmes mémoires de jeu peuvent être le support à des exercices de jeu. Elles peuvent avoir lieu au moment de la réception, avant la validation définitive. Ici, les mémoires de jeux peuvent prendre la forme de grilles sur lesquelles les solides sont éliminés les uns après les autres. Il est possible d'ajouter une explication, symbolique ou écrite, de la raison de l'élimination. Dans ce cas, elles servent à garder une trace du raisonnement tenu par le récepteur du message, qui pourra également être utilisée dans des phases d'exercice de jeu. Cette mémoire de jeu peut également renforcer le milieu de l'élève par la conservation de traces de son raisonnement et lui permettre de faire des analogies entre les messages reçus et les réponses apportées. Dans ce but, on peut également envisager des mémoires de jeu qui prennent en compte la validation finale. L'intérêt est alors d'aller plus loin dans l'exercice de jeu et de symboliser la pertinence ou non des coups joués. Il peut être envisagé de symboliser la pertinence d'une indication dans le message ou d'une élimination à la réception ainsi que les erreurs éventuelles.

Au cours de la séance observée, les mémoires de jeu ont été un support à des exercices de jeu. Ces mémoires étaient fictives, puisque créées par l'enseignant. Chaque mémoire était constituée de deux messages, écrits par un enfant fictif. Le premier était créé grâce à des figures géométriques, détachées les unes des autres, à l'échelle. Pour Lisa, par exemple, le message est constitué d'un carré et de quatre triangles équilatéraux dessinés les uns après les autres. Le second message était rédigé : Le solide a 6 faces. 4 faces sont des rectangles. La première forme du message est identique à la forme choisie par l'enseignant lors de la séance précédente. Le but de l'enseignant est le réinvestissement. Le second message est d'un type nouveau pour les élèves. Il s'agit d'une introduction aux apprentissages visés. Les élèves démarrent donc la séance en position de récepteur. Cela permet d'introduire dans le milieu des messages correctement construits et pertinents qui pourront servir de référence lorsque les élèves se trouveront en position d'émetteur.

Les modalités de travail de la classe

La mécanique du jeu impose la présence d'un émetteur et d'un récepteur. Ces derniers peuvent être un élève, un groupe d'élèves, une demi-classe.

Dans la séance observée, les phases d'émission et de réception se font en binôme. On peut imaginer deux raisons à cela. La première, prosaïque, est la quantité de matériel disponible dans la classe. La seconde, didactique, serait de conduire les élèves à échanger, verbaliser et confronter les connaissances en jeux. L'enseignant a choisi une autre modalité de travail pour la phase de validation comme nous le présentons dans la section suivante.

Les objets à décrire peuvent être donnés sous différentes formes : solides (en 3D), patrons, représentations en perspective cavalière, ... Ces différentes modalités entraînent naturellement des différences de stratégies dans les messages rédigés. Nous avons déjà fait l'étude des conséquences du choix de l'enseignant de prendre des solides pleins dans l'analyse du potentiel d'apprentissage du jeu.

La validation

La validation des règles est faite par le récepteur du message qui en vérifie la conformité par rapport aux interdits fixés par les règles. Le jeu aboutit soit à la victoire des joueurs si le message a permis de trouver le solide, soit à une défaite, dans le cas contraire. Cette validation peut servir à valider certaines stratégies mais n'élimine pas la possibilité d'une erreur du récepteur qui ne trouve pas le solide alors que le message comporte toutes les indications nécessaires, ou la réussite du récepteur malgré un message erroné. Pour renforcer la validation des stratégies, il est intéressant de jouer sur d'autres variables comme le temps disponible pour écrire et décoder le message ou le nombre de solides présents.

La phase de validation se fait en classe entière avec un moment de recherche individuelle. Un message est choisi, lu à la classe. Chacun cherche individuellement le solide correspondant (sachant que matériel est toujours partagé), puis la validation du message et du solide se font avec le groupe classe. L'objectif est alors d'institutionnaliser des formes pertinentes de rédaction des messages.

3.3. Analyse des interactions dans une situation de jeu du portrait

Nous proposons des éléments d'analyse de la séance observée en nous centrant sur les phases de jeu. La première phase de jeu est celle des exercices de jeux où les élèves travaillent à partir des messages d'élèves fictifs. La seconde phase est celle de jeu contraint où les élèves sont en position d'émetteurs puis de récepteurs.

L'enseignant présente la première activité, l'exercice de jeu, comme un jeu mathématique et explicite une intention ludique. La nature du contrat change par rapport aux phases précédentes de la séance et devient didactique et ludique. Les processus de dévolution et de respect de la clôture ludique mettent un certain temps à se mettre en place. Au cours de cette phase d'exercice de jeu, de nombreux élèves demandent l'aide de l'enseignant, bien que ce dernier soit non-joueur. Nous constatons à ce sujet que l'enseignant se voit attribuer un statut particulier qui est celui de « professeur non joueur ». Ce double statut, d'une certaine manière contradictoire, inclut l'acteur dans la clôture ludique en tant qu'enseignant tout en le maintenant à l'extérieur en tant que joueur. Hormis la place de l'enseignant, le respect de la clôture ludique se met en place, les élèves limitant les échanges à leur binôme. Le milieu des élèves est à ce moment fixé et constitué de leur binôme, des solides en papiers et des messages qui leur ont été distribués. Certains incluent dans leur milieu l'équipe avec laquelle ils partagent des solides (deux binômes se partagent un set de solides) et d'autres sollicitent l'enseignant.

L'enseignant conduit ensuite une phase de mise en commun. Il fait de très nombreux apports

notionnels, ce qui a pour conséquence de fractionner le jeu. En effet, entre la fin de la recherche et la validation définitive, il se passe plus de 20 minutes pour certains élèves. La phase de jeu est donc sanctionnée par la réussite ou par l'échec trop tard pour que ce soit relié au jeu pour la plupart des élèves. Plutôt que finir le jeu avant la validation, ce qui refermerait la clôture ludique, le temps de jeu est étiré pour englober les apports notionnels. Le jeu est dissous dans la validation. À ce moment, l'enseignant abandonne la part ludique du contrat, ou du moins ne l'affiche plus. La composante ludique est maintenue par quelques élèves qui lèvent le poing ou s'exclament « *ouais !* » ou « *j'ai gagné !* » lors des validations. Ces élèves sont peu nombreux. Lors de cette phase de validation, l'enseignant fait également avancer le temps didactique en institutionnalisant la stratégie par élimination pour reconnaître les solides.

Lors de la seconde phase de jeux, quelques élèves sollicitent le professeur, mais ils sont peu nombreux et la plupart baissent le doigt avant que le professeur ne soit venu les voir. Pour un plus grand nombre d'élèves, la dévolution semble active, et les places de joueur ou non-joueur respectées. Concernant le milieu, les mémoires de jeu sont toujours présentes et permettent d'aboutir plus rapidement à des stratégies gagnantes. L'enseignant incite d'ailleurs les élèves à s'inspirer de ces mémoires de jeux pour créer leurs messages. La séance finie par une seconde phase de mise en commun. Chaque message est présenté comme un jeu résolu puis la qualité du message est discutée. Ici, l'enseignant répète à de nombreuses reprises que l'activité est un jeu. Le contrat est donc ludique et didactique avec un « niveau affiché » contenant de nombreux éléments ludiques de la part de l'enseignant. En même temps, l'enseignant fait avancer le temps ludique, notamment par rapport au vocabulaire des solides et en particulier le terme de face.

Conclusion

Nous avons cherché par cet article à proposer des outils pour penser et analyser l'utilisation du jeu pour les apprentissages à l'école élémentaire. Nous avons vu que le jeu est une réalité psychique difficile à cerner, car elle relève essentiellement d'une subjectivité. Nous avons alors proposé un modèle du jeu, basé sur des travaux antérieurs, qui nous fournit des critères d'étude et de conception : le *game*, le *play*, le potentiel ludique et le potentiel d'apprentissage.

Ce modèle doit permettre d'analyser les pratiques de classes, qu'elles soient effectives ou prescrites par l'institution. Nous avons déjà pu montrer à l'aide de ce modèle en quoi des activités, tels que les coloriages magiques, parfois présentées comme des jeux à l'école n'en sont pas selon notre modèle.

Nous avons également montré que les démarches qui conduisent à coupler jeux et apprentissages mathématiques sont diverses et n'aboutissent pas aux mêmes types d'activités. Notre modèle permet de rendre compte de ces démarches. Ainsi, la « ludification » d'une situation didactique répond à une volonté d'assurer un potentiel d'apprentissage fort en premier lieu. La recherche d'un potentiel ludique adapté est seconde. Par ce biais, notre modèle se veut également un outil pour la conception de séquence utilisant le jeu. Il offre un cahier des charges qui, s'il est respecté, peut aider un enseignant à s'assurer que les élèves jouent et apprennent des mathématiques en même temps.

Le *play* enfin est particulièrement important, étant donné le contexte dans lequel nous étudions le jeu : l'école. Nous l'avons vu, ce contexte n'est pas toujours favorable au jeu. Il faut donc porter une attention toute particulière à cet élément du modèle, sans lequel il est vain de parler de jeu en classe.

Notre modèle est encore en construction et doit être confronté à la réalité des activités vécues dans les classes. Il nous reste également à explorer les questions soulevées par sa construction. Parmi elles, nous en citons trois qui nous intéressent particulièrement : Quels sont les liens et les interactions entre le potentiel ludique et le potentiel d'apprentissage ? Les démarches permettent-elles toutes d'atteindre les mêmes niveaux de potentiel ? Comment se positionnent les jeux traditionnels à deux joueurs tels que le go ou des échecs suivant notre modèle ?

Références bibliographiques

- Bronner, A. (2006). Installation et régulation par l'enseignant de l'espace parole-pensée-actions-relations. Gestes d'étude, Gestes professionnels, événements et ajustements. *Journées d'études IVDA 2005*. France : Presses Universitaires de Franche-Comté.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. La Pensée Sauvage.
- Caillois, R. (1976). *Les jeux et les hommes*. Gallimard.
https://monoskop.org/File:Caillois_Roger_Les_jeux_et_les_hommes_1958.pdf
(consulté le 30/10/2019).
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique - Du savoir savant au savoir enseigné*. La Pensée Sauvage. Deuxième édition augmentée : 1991.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221-266.
- Chevrot, C. (1988). Le jeu du portrait en CE1. *Grand N*, 42, 35-46.
- Douaire, J., Emprin, F. & Rajain, C. (2009). L'apprentissage du 3D à l'école, des situations d'apprentissage à la formation des enseignants. *Repères IREM*, 77, 23-52. Topic éditions.
- Duflo, C. (1997). *Jouer et Philosopher*. PUF.
- Eysseric, P., Simard, A. & Winder C. (2012). Exemple de dispositif de formation à l'utilisation des jeux à l'école pour les apprentissages mathématiques. In J. L. Dorier & S. Coutat (Eds.) Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le XXI^e siècle - *Actes du colloque EMF 2012 - GT2*, pp. 324-336.
<http://emf.unige.ch/actes-emf-2012/>
- Genvo, S. (2011). Penser les phénomènes de « ludicisation » du numérique : pour une théorie de la jouabilité. *Revue des sciences sociales*, 45, 68-77.
- Godot, K. (2005). *Situations recherche et jeux mathématiques pour la formation et la vulgarisation. Exemple de la roue aux couleurs*. Thèse de l'Université Joseph-Fourier - Grenoble I.
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00102171/document> (consulté le 06/01/2020).
- Haye, T. (2014). Jeux et apprentissages mathématiques à l'école élémentaire. Mémoire de Master 2 Recherche. Mention « Histoire, Philosophie et Didactique des Sciences ». Université Montpellier II.

- Huizinga, J. (1977). *Homo ludens*. Gallimard.
- Le Roux, F. (2012). Le jeu de Hex. *Images des Mathématiques*. CNRS.
<https://images.math.cnrs.fr/Le-jeu-de-Hex.html> (consulté le 06/01/2020).
- Lhôte, J.-M. (1994). *Histoire des jeux de sociétés*. Flammarion.
- Pelay, N. (2010). *Élaboration du concept de contrat didactique et ludique en contexte d'animation scientifique*, Thèse de l'Université Claude Bernard - Lyon 1.
http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/66/50/76/PDF/Pelay_nicolas_2010_these_jeu_et_aprentissages_mathematiques.pdf (consulté le 06/01/2020).
- Pelay, N. & Boissière, A. (2015). Vulgarisation et enseignement des mathématiques dans le jeu Dobble. In L. Theis (Ed.) *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage. Actes du colloque EMF 2015 - Spé2*, pp. 944-956.
- MEN (1882). *Arrêté du 27 juillet 1882 réglant l'organisation pédagogique et le plan d'études des écoles primaires publiques*.
<https://www.samuelhuet.com/fr/paid/41-textes-officiels/941-io-ferry-ecoles-primaires-publiques.html> (consulté le 06/01/2020).
- MEN (2012). *Introduction du jeu d'échecs à l'école*.
http://www.education.gouv.fr/pid25535/bulletin_officiel.html?cid_bo=59015
(consulté le 06/01/2020).
- MEN (2013). *Bilan de mise en œuvre des programmes issus de la réforme de l'école primaire de 2008*.
http://cache.media.education.gouv.fr/file/2013/72/8/2013-066-Rapport-IGEN-Bilan-de-la-mise-en-oeuvre-des-programmes-issus-de-la-reforme-de-2008_284728.pdf
(consulté le 06/01/2020).
- MEN (2015). *Programmes d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2), du cycle de consolidation (cycle 3) et du cycle des approfondissements (cycle 4)*.
http://cache.media.education.gouv.fr/file/MEN_SPE_11/35/1/BO_SPE_11_26-11-2015_504351.pdf (consulté le 06/01/2020).
- Villani, C. & Torossian, C. (2018). *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. MEN.
https://cache.media.education.gouv.fr/file/Fevrier/19/0/Rapport_Villani_Torossian_21_mesures_pour_enseignement_des_mathematiques_896190.pdf (consulté le 06/01/2020).