Incidences des caractéristiques de situations à caractère ludique sur l'engagement et l'apprentissage d'élèves suivis en orthopédagogie

Virginie Houle
Université du Québec à Montréal

Isabelle Atkins
Université du Québec à Montréal

Ce texte porte sur l'analyse de trois situations mathématiques à caractère ludique investissant la multiplication et la numération décimale de position. Ces situations ont été expérimentées au Québec par une orthopédagogue travaillant auprès de quatre élèves de 9-10 ans identifiées en difficulté par leur enseignante. Prenant appui sur les positions de joueur, d'actant, d'apprenant et d'élève de Brousseau (2002) ainsi que sur le concept de contrat didactique et ludique de Pelay (2011), nous nous intéressons à la façon dont s'articulent les enjeux didactiques et ludiques au sein des interactions en prenant en compte les caractéristiques propres à chaque situation. Notre étude permet de préciser l'incidence, sur l'engagement et l'apprentissage, de deux caractéristiques des situations, soit la nature de la relation entre les élèves, qui peut être compétitive ou coopérative, et le contrôle exercé sur le gain, qui peut reposer sur le hasard ou sur les décisions des élèves.

Mots-clés : jeu, contrat didactique et ludique, multiplication, numération décimale de position, adaptation scolaire, enseignement des mathématiques

Houle, V. et Atkins, I. (2024). Incidences des caractéristiques de situations à caractère ludique sur l'engagement et l'apprentissage d'élèves suivis en orthopédagogie. *Recherches en didactique des mathématiques*. 44(2), 49-83. https://doi.org/10.46298/rdm.15705, CC-BY 4.0.

Impact of the characteristics of play-based situations on the engagement and learning of students in remedial education

This paper analyzes three playful mathematical situations involving multiplication and decimal numeral system. These situations were tested in Quebec by a remedial teacher working with four 9-10 years-old students identified as having difficulties by their teacher. Drawing on Brousseau's (2002) positions of player, actor, learner and student, as well as on Pelay's (2011) concept of didactic and ludic contract, we specify how didactic and ludic matters are articulated within the interactions, taking into account the specific characteristics of each situation. Our study clarifies the impact on engagement and learning of two characteristics of the situations: the nature of the relationship between the students, which can be competitive or cooperative, and the control exercised over the payoff, which can be based on chance or student decisions.

Keywords: game, didactic and ludic contract, multiplication, decimal numeral system, special education, mathematics teaching

Impacto de las caracteristicas de las situaciones basadas en el juego sobre la participación y el aprendizaje del alumnado que recibe clases de refuerzo

Este artículo analiza tres situaciones matemáticas basadas en el juego relacionadas con la multiplicación y el sistema numeración decimal. Estas situaciones fueron puestas a prueba en Quebec por un profesor de refuerzo que trabajaba con cuatro alumnos de 9-10 años identificados por su profesor como alumnos con dificultades. Basándonos en las posiciones de Brousseau (2002) de jugador, actor, aprendiz y alumno, y en el concepto de contrato didáctico y lúdico de Pelay (2011), nos interesamos por la manera en que se articulan las cuestiones didácticas y lúdicas en el seno de las interacciones, teniendo en cuenta las características específicas de cada situación. Nuestro estudio permite precisar el impacto sobre la involucración y el aprendizaje, de dos características de las situaciones, la naturaleza de la relación entre los alumnos, que puede ser competitiva o cooperativa, y el control ejercido sobre el éxito, que puede basarse en el azar o en las decisiones de los alumnos.

Palabras-claves: juego, contrato didáctico y lúdico, multiplicación, sistema de numeración decimal, educación especial, enseñanza de las matemáticas.

Introduction

Les jeux éducatifs, notamment ceux en mathématiques, ont une double fonction : ils visent d'une part le divertissement et d'autre part l'apprentissage. Ce texte s'intéresse à la relation entre ces deux fonctions, c'est-à-dire à la façon dont s'articulent (ou non) les enjeux didactiques et ludiques lors de situations mathématiques à caractère ludique réalisées en milieu scolaire. Notre recherche porte plus particulièrement sur l'analyse de situations expérimentées par une orthopédagogue[1] auprès d'élèves identifiés en difficulté en mathématiques. Nous cherchons à comprendre ce qui se joue, dans les interactions entre les élèves, l'orthopédagogue et le savoir, lors de situations à caractère ludique réalisées en contexte orthopédagogique.

Dans ce texte, nous discutons d'abord de la relation que le jeu entretient avec l'apprentissage, l'enseignement et les mathématiques. Nous nous intéressons ensuite plus particulièrement à la notion de jeu au sein de la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998) et présentons les points d'appui théoriques qui éclairent nos analyses, soit les positions de joueur, d'acteur, d'apprenant et d'élève (Brousseau, 2002) et le concept de contrat didactique et ludique (Pelay, 2011). La suite du texte porte sur l'étude que nous avons menée. Après avoir exposé l'objectif et la méthodologie de notre recherche, nous décrivons trois situations à caractère ludique portant sur la multiplication et la numération décimale de position et analysons, pour chacune, les interactions didactiques et ludiques entre une orthopédagogue et quatre élèves. Sur la base de l'analyse de chacune des situations, nous dégageons finalement l'incidence de certaines caractéristiques des situations sur l'engagement et l'apprentissage des élèves.

La relation du jeu avec l'apprentissage, l'enseignement et les mathématiques

Il convient, dans un premier temps, de s'interroger sur ce qu'est le jeu. Comme le soulève Brougère, qui a réalisé une analyse approfondie du jeu dans un ouvrage publié en 2005, le jeu est un terme largement polysémique. Il est d'ailleurs difficile, voire impossible, d'identifier un trait commun à tout ce qui est appelé « jeu » dans le langage courant. Or, les différents « jeux », selon Brougère (2005), seraient liés par un ensemble de traits sans nécessairement qu'un de ces traits soit présent dans tous les jeux. Brougère (2005) dégage ainsi cinq caractéristiques qui sont généralement présentes dans ce qu'on appelle

1. Le terme « orthopédagogue » est utilisé au Québec pour désigner les enseignants spécialisés n'ayant pas de classe à leur charge qui interviennent auprès d'élèves rencontrant des difficultés en lecture, en écriture et/ou en mathématiques.

« jeu » : 1) la décision (le jeu se construit par les décisions successives que prennent les joueurs) ; 2) les règles (elles précisent le cadre dans lequel les décisions sont prises) ; 3) l'incertitude (pour qu'un jeu ait un intérêt, les joueurs ne doivent pas connaître le dénouement) ; 4) le second degré (le second degré renvoie aux modalités du « faire-semblant », à l'aspect fictif du jeu) ; 5) la frivolité (le jeu est une activité gratuite, sans conséquence sur la vie réelle).

Le jeu peut être considéré dans sa forme la plus « pure », comme une activité libre, gratuite, visant uniquement le divertissement. Dans ce cas, il peut apparaître incompatible avec l'acte éducatif qui sous-tend un objectif d'apprentissage. Adoptant cette perspective, Rabecq-Maillard (1969) considère qu'il y a un paradoxe dans l'expression « jeu éducatif », car à partir du moment où un jeu deviendrait éducatif, il perdrait son caractère de gratuité et cesserait par conséquent d'être un jeu. Cela étant dit, les chercheurs en psychologie s'entendent sur l'intérêt du jeu pour l'apprentissage des enfants (Brougère, 2005). Selon Piaget, Vygotski et Bruner, le jeu (notamment le jeu symbolique) contribuerait au développement général des enfants et serait un moyen d'apprentissage particulièrement intéressant à l'âge préscolaire.

Les mathématiques entretiennent par ailleurs une relation particulière avec le jeu. En effet, de nombreux jeux font appel à des objets mathématiques tels que le Crib, le Toc, le Sudoku et les tangrams. D'ailleurs, des mathématiciens célèbres, à toutes les époques de l'histoire, ont conçu et pratiqué des jeux mathématiques. Ascher (1998), qui a analysé le potentiel mathématique de différents jeux de société classiques, distingue les jeux de hasard, qui peuvent favoriser des raisonnements probabilistes, et les jeux de stratégie, où le déroulement dépend uniquement des décisions prises par les joueurs. Les jeux de stratégies, que ce soient des énigmes logiques ou des jeux stratégiques impliquant plus d'un joueur (comme les échecs), seraient liés à l'apprentissage des mathématiques dans la mesure où ils font intervenir des raisonnements déductifs.

Considérant la relation étroite que le jeu entretient à la fois avec l'apprentissage et les mathématiques, diverses recherches se sont intéressées au potentiel du jeu, dans le cadre scolaire, pour favoriser l'apprentissage des mathématiques, et ce, non seulement au préscolaire (Ahmad, 2014 ; Dumais, 2005 ; Vogt *et al.*, 2018), mais aussi au niveau primaire (Dorier & Maréchal, 2008 ; Kiili *et al.*, 2018 ; Peltier, 2000). Des recherches se sont par ailleurs intéressées à l'apport de jeux mathématiques pour l'apprentissage de différents publics d'élèves : des élèves autistes (Numa-Bocage & Bieri, 2015 ; Atkins, 2020), des élèves psychotiques (Butlen & Vannier, 2010), des élèves issus de milieux défavorisés (Héroux & Poirier, 2012 ; Tourigny, 2004) et des élèves identifiés en difficulté d'apprentissage (Houle *et al.*, sous presse). Dans l'ensemble, les recherches suggèrent que le jeu, lorsqu'il est bien construit, peut être favorable à l'enseignement-apprentissage de différents contenus mathématiques. Des études relèvent cependant certains défis que pose le recours au jeu dans l'enseignement. C'est le cas notamment de l'étude de Peltier (2000), qui montre que l'engagement des élèves tend à diminuer au fur et à mesure que le niveau de difficulté en mathématiques augmente et que les connaissances mobilisées au cours d'un jeu ne sont pas nécessairement réinvesties lors d'exercices traditionnels. De plus, selon les études de Butlen et Vannier (2010) et d'Atkins (2020), menées respectivement auprès d'élèves psychotiques et d'élèves autistes, le caractère ludique des situations pourrait parfois entraver les processus d'enseignement et d'apprentissage, notamment en engendrant des émotions intenses (joie, colère, déception, etc.) qui peuvent être difficiles à réguler.

Il existe toutefois une grande diversité de jeux, et leur incidence sur l'engagement et l'apprentissage varie inévitablement en fonction de leurs caractéristiques. Nous nous intéressons, dans ce qui suit, à la relation entre le jeu et une théorie incontournable dans le domaine de la didactique des mathématiques, soit la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998).

Le jeu et la théorie des situations didactiques

Le terme « jeu » dans la théorie des situations didactiques est utilisé en référence à la théorie des jeux, qui étudie les comportements rationnels des joueurs, en interaction avec ceux des autres joueurs. Cette théorie a eu un retentissement dans différents domaines, notamment en économie. Brousseau s'y est quant à lui appuyé pour étudier les conditions dans lesquelles se déploient les activités mathématiques en classe (Brousseau, 2002). Il considère ces conditions comme des systèmes qu'il nomme situations et modélise ces situations comme des « jeux mathématiques formels ». Cette modélisation en termes de jeu, dans le cadre de la théorie des situations didactiques, peut potentiellement s'appliquer à toute situation mathématique, qu'elle soit ludique ou non.

Cela étant dit, si la théorie des jeux, où le sens du mot « jeu » déborde largement du sens courant, a été utile à l'élaboration de la théorie des situations didactiques, les concepts de la théorie des jeux ne sont toutefois pas véritablement utilisés au sein de la théorie des situations didactiques ; Brousseau a plutôt développé des concepts spécifiques à l'enseignement-apprentissage des mathématiques (Margolinas, 1993). S'intéressant aux caractéristiques que peut posséder une situation pour favoriser l'apprentissage de savoirs mathématiques déterminés, Brousseau (1998) introduit notamment le concept de situation adidactique, qui consiste en une situation organisée par l'enseignant avec une finalité didactique qui n'est toutefois pas dévoilée aux élèves. C'est alors grâce aux interactions avec le milieu et au jeu sur les valeurs des variables didactiques orchestré par l'enseignant que les élèves apprennent.

Les situations adidactiques partagent certaines caractéristiques avec le jeu, au sens courant du terme. En effet, trois des cinq caractéristiques du jeu définies par Brougère (2005) sont au cœur même de ces situations, soit la décision, les règles et l'incertitude. Selon Brousseau (1998), pour que les élèves participent à la construction de leurs connaissances, l'enseignant doit dévoluer les problèmes aux élèves, c'est-à-dire leur faire accepter la responsabilité de prendre des décisions, de trouver une solution par et pour eux-mêmes. De plus, dans une situation adidactique, il y a des règles (ou néanmoins des consignes) à respecter. Celles-ci doivent être soigneusement réfléchies de sorte que les élèves aient besoin de mobiliser les connaissances voulues pour gagner (Brousseau, 1998). Une autre caractéristique que partagent le jeu et la situation adidactique est l'incertitude, laquelle permet de donner de l'intérêt à l'activité. Cependant, alors que les savoirs développés au cours d'un jeu permettent d'analyser correctement les risques sans toutefois anéantir l'incertitude (Duflo, 1997), dans une situation adidactique, une fois que les élèves ont acquis les connaissances mathématiques visées, il n'y a plus d'incertitude ; les connaissances permettent de contrôler entièrement la situation.

Dans notre recherche, pour étudier comment s'articulent les enjeux didactiques et ludiques, nous nous appuyons sur les différentes positions que peuvent adopter inconsciemment les élèves lors de situations adidactiques (Brousseau, 2002).

Positions de joueur, d'actant, d'apprenant et d'élève

Brousseau (2002) définit quatre positions des élèves lors de situations adidactiques, soit les positions de joueur, d'actant, d'apprenant et d'élève. Bien que la position d'un même élève puisse varier au cours d'une situation, certaines positions sont plus dominantes que d'autres selon les élèves et selon, également, les caractéristiques des situations et la façon dont elles sont pilotées.

La position de joueur est associée à la recherche d'un plaisir qui n'est pas nécessairement défini par les règles du jeu (Brousseau, 2002). Cela peut conduire à éviter l'apprentissage pour ne pas réduire, voire anéantir, l'incertitude. Comme les situations adidactiques sont organisées pour que les élèves gagnent lorsqu'ils mobilisent la stratégie faisant appel au savoir mathématique visé, une fois que les élèves maitrisent les connaissances nécessaires pour gagner, il n'y a plus d'incertitude et le jeu se termine. La position de joueur peut ainsi conduire à refuser l'aide de l'enseignant ou même celle des autres élèves pour conserver le plaisir de l'incertitude, même dans des situations où cela implique de perdre au jeu.

Contrairement au joueur, qui recherche davantage le plaisir que le gain, l'actant tente de gagner tout en respectant les règles. Il retient donc les modifications avantageuses, c'est-à-dire celles qui sont économiques et améliorent le gain. Il ne cherche toutefois pas à modifier son répertoire d'actions si ses connaissances sont insuffisantes pour gagner. Comme le montrent les études de Pelay (2011) et de Peltier (2000), chez certains élèves, l'effort cognitif minimise leur intérêt pour le jeu. Tout se passe comme si le plaisir de jouer nécessitait la mise en distance de tout apprentissage. C'est ce qui différencie l'actant de l'apprenant, qui, confronté aux limites de ses stratégies, se questionne, fait des essais, réfléchit aux effets de ses actions, bref entre dans un processus de construction de ses connaissances. Ainsi, lorsque l'actant n'est pas en mesure d'agir efficacement, l'apprenant peut prendre le relais et rechercher de nouvelles possibilités d'action.

Or, il peut arriver que l'apprenant n'arrive pas, seul, à trouver une stratégie gagnante. La position d'élève conduit à se tourner vers quelqu'un qui sait, souvent l'enseignant, pour obtenir les connaissances qu'il n'a pas. Alors que certains sujets persistent à adopter une position d'apprenant et cherchent à tout prix à trouver une solution par leurs propres moyens, d'autres, au contraire, se confortent dans la position d'élèves et recherchent des solutions clés en main leur permettant d'arriver rapidement au résultat voulu (Brousseau, 2002).

Les positions adoptées par les élèves ne dépendent cependant pas (uniquement) de leurs caractéristiques personnelles. L'analyse des positions nécessite de prendre en compte les interactions entre les élèves, l'enseignant (ou l'orthopédagogue) et les caractéristiques des situations. Selon Brousseau (2002), le passage d'une position à l'autre est indispensable puisque la conversion des savoirs en connaissances et en décisions dans l'action est aussi nécessaire que la transformation inverse, de la connaissance au savoir.

Le contrat didactique… et ludique

Le concept de contrat didactique, qui est au cœur de la théorie des situations didactiques, a été introduit par Brousseau à la suite d'une étude de cas auprès d'un élève en échec électif en mathématiques, Gaël. Cette étude montre que les élèves agissent non seulement en fonction des exigences des situations mathématiques qui leur sont proposées, mais aussi en fonction de ce que l'enseignant a dit et fait précédemment. Le contrat didactique correspond plus particulièrement « à l'ensemble des comportements (spécifiques) du maître qui sont attendus de l'élève et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus du maître » (Brousseau, 2009, p. 33). La position que lui confère l'institution scolaire fait en sorte que l'élève s'attend généralement à ce que l'enseignant explicite ses attentes lorsqu'il présente un problème. Or, selon Brousseau (2002), pour que les élèves se questionnent et reconnaissent l'utilité de leurs connaissances, l'enseignant doit les laisser chercher des solutions par leurs propres moyens, sans leur indiquer, ni même leur suggérer, la stratégie qu'il souhaite voir apparaître. La rupture du contrat didactique apparait ainsi nécessaire pour que la dévolution opère et que l'élève s'engage véritablement dans la recherche d'une solution.

Dans le prolongement des travaux de Brousseau, afin d'étudier comment s'articulent les enjeux didactiques et ludiques dans des situations mathématiques expérimentées en contexte d'animation scientifique (en séjours de vacances), Pelay (2011) introduit le concept de contrat didactique et ludique. Pour ce faire, il s'appuie d'une part sur le contrat didactique issu de la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998), et d'autre part sur le contrat ludique issu des travaux philosophiques de Duflo (1997). Alors que le concept de contrat didactique porte sur les interactions entre les élèves et l'enseignant à propos du savoir en contexte scolaire, le contrat ludique s'intéresse au contrat qui s'installe en contexte de jeu. Ce contrat repose sur le concept de « légaliberté » de Duflo (1997) qui permet de lier deux caractéristiques fondamentales du jeu : la liberté (que l'on peut associer à la prise de décision) et les règles. Dans un jeu, les joueurs sont libres dans la mesure où ils ont une marge de manœuvre au sein du jeu, mais cette liberté s'inscrit dans une légalité, c'est-à-dire que leurs décisions sont encadrées par des règles. La liberté du joueur est ainsi produite par les règles du jeu. C'est pour distinguer cette liberté ludique du concept métaphysique de liberté que Duflo (1997) introduit le néologisme « légaliberté ». Pour Duflo, jouer consiste à abandonner sa liberté individuelle pour se soumettre à une légalité arbitraire. À partir du moment où des joueurs acceptent de se soumettre aux règles d'un jeu, ils sont en quelque sorte liés les uns aux autres, soit dans une perspective de coopération (pour trouver ensemble la meilleure stratégie pour réussir, gagner), soit dans une perspective de compétition (pour identifier qui parmi les joueurs a gagné). Les règles du jeu définissent ainsi les relations ludiques entre les joueurs.

Pelay (2011) réunit le concept de contrat didactique et celui de contrat ludique pour parler d'un seul et même contrat, qui serait à la fois didactique et ludique. Cet arrimage permet l'identification et la description des moments didactiques et ludiques et permet également de mieux comprendre l'articulation entre les enjeux propres à l'enseignement-apprentissage d'un savoir mathématique et les enjeux spécifiques au jeu. Pelay (2011, p. 284) définit ainsi le contrat didactique et ludique :

> 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. La conjonction « et » signifie que ce concept vise à modéliser l'interaction entre les processus didactiques et ludiques. Ces deux termes sont pour nous au même niveau : il ne s'agit pas de mettre une hiérarchie a priori entre les deux, mais d'étudier à quel(s) pôle(s) vont renvoyer les règles ou comportements, implicites ou explicites, qui sont observés.

Autrement dit, ce concept permet d'étudier conjointement les deux pôles, didactique et ludique, pour ainsi mieux comprendre la nature des interactions entre les participants et l'éducateur (ou, en contexte orthopédagogique, entre les élèves et l'orthopédagogue).

Objectif de recherche

Lorsqu'ils font des mathématiques et lorsqu'ils jouent, les enfants sont appelés à prendre des décisions dont l'issue est incertaine, et ce, en respectant certaines règles/consignes qui peuvent être plus ou moins explicites. Cependant, contrairement au jeu qui vise avant tout le divertissement, les situations mathématiques à l'école visent l'apprentissage de savoirs donnés et des échecs à celles-ci peuvent entraîner des répercussions pour l'élève. En effet, dans un contexte de jeu, le fait de perdre est, a priori, sans conséquences. Cependant, le poids de l'échec dans une situation mathématique apparait plus important, car dans ce contexte, il est généralement associé par les enseignants, les parents et les élèves à un manque de connaissances, et même, lorsqu'il est récurrent, à une difficulté propre à l'élève. Les conséquences de la prise de décision ne sont donc pas les mêmes dans un contexte de jeu et dans une situation d'enseignement-apprentissage. Cela pourrait conduire certains élèves, en particulier lorsque l'incertitude est grande, à rechercher ce qui est attendu par l'enseignant pour produire la bonne réponse, souhaitant ainsi éviter les conséquences découlant d'un échec.

La dévolution représente par ailleurs un défi particulier en contexte orthopédagogique, et ce, non seulement en raison des difficultés des élèves, mais aussi – voire surtout – en raison de la proximité de l'orthopédagogue qui peut générer un lien de dépendance (Mary, 2003). Or, la prise de décision, fondée sur une conviction personnelle, apparait essentielle en mathématiques pour provoquer des apprentissages signifiants et durables. Pour amener les élèves suivis en orthopédagogie à accepter la prise de risque associée à l'incertitude et ainsi à tester leurs propres stratégies, nous avons choisi de miser sur des situations à caractère ludique. Notre recherche vise ainsi à étudier l'incidence de différentes caractéristiques de situations à caractère ludique sur l'engagement et l'apprentissage d'élèves suivis en orthopédagogie.

Méthodologie de recherche

Pour atteindre notre objectif de recherche, nous avons d'abord construit une séquence d'enseignement composée d'une variété de situations à caractère ludique. Pour injecter un caractère ludique aux situations, nous nous inspirons des situations adidactiques qui, comme nous l'avons vu précédemment, partagent des points communs avec le jeu (décision, règles et incertitude). Nous utilisons de plus différents ressorts ludiques (Pelay, 2011), soit l'imaginaire (que l'on peut associer au second degré), le hasard (qui lie l'incertitude et la frivolité), la coopération et la compétition. Les situations adidactiques et ces ressorts ludiques éloignent les élèves des tâches scolaires habituelles. En effet, au Québec, la méthode d'enseignement explicite, présentée comme une « pratique efficace », s'est largement répandue dans différents niveaux institutionnels (Barallobres & Bergeron, 2020). Par conséquent, l'enseignement des mathématiques repose essentiellement sur la modélisation de stratégies et l'application de celles-ci dans le cadre d'exercices faits, la grande majorité du temps, de façon individuelle. Les caractéristiques des situations de notre séquence rompent ainsi avec les pratiques scolaires habituelles, tant dans les classes qu'en contexte orthopédagogique.

Nous avons ciblé, comme principaux contenus mathématiques, la multiplication et la numération décimale de position dans l'ensemble des nombres naturels. La séquence que nous avons construite est composée de six situations et s'étale sur une dizaine de séances d'environ 45-60 minutes chacune. Nous appuyant sur la théorie des situations didactiques, chaque situation est divisée en plusieurs parties organisées de façon à favoriser le recours à des stratégies de plus en plus élaborées sur le plan mathématique par un jeu sur les valeurs des variables didactiques. Cette séquence a d'abord été expérimentée par l'équipe de recherche, puis, à la suite d'une formation, elle a été expérimentée par des orthopédagogues, chacune accompagnée d'un conseiller pédagogique responsable de filmer les séances et d'offrir du support dans le déroulement des rencontres. Les expérimentations ont été réalisées sur le temps scolaire dans un local de l'école auprès d'un nombre restreint d'élèves (deux à quatre élèves) de troisième, quatrième et cinquième année du primaire jugés en difficulté par leur enseignante. Afin de procéder à une fine analyse des conduites des élèves et des interactions didactiques et ludiques, nous nous intéressons, dans cet article, à l'analyse des trois dernières situations de la séquence expérimentées auprès d'un groupe de quatre élèves de quatrième année du primaire (9-10 ans).

Nous appuyant sur l'ingénierie didactique d'Artigue (1988), nous procédons à une analyse *a priori* du potentiel didactique, mais aussi du potentiel ludique de chacune des situations. La confrontation des analyses *a priori* et *a posteriori* permet d'évaluer si les stratégies des élèves évoluent comme prévu et si le caractère ludique des situations favorise l'engagement des élèves. Nous nous intéressons plus particulièrement à l'articulation (ou non) des enjeux didactiques et ludiques en nous appuyant sur le concept de contrat didactique et ludique (Pelay, 2011) et sur les quatre positions définies par Brousseau (2002). Nous considérons que les positions de joueur et d'actant renvoient essentiellement au pôle ludique alors que les positions d'apprenant et d'élève renvoient plutôt au pôle didactique, où le savoir mathématique est au cœur des interactions. Pour mieux cerner l'incidence des caractéristiques des situations sur l'engagement des élèves, nous distinguons par ailleurs l'engagement ludique (qui renvoie au plaisir de jouer et au désir de gagner) de l'engagement cognitif (qui renvoie aux efforts fournis dans la recherche de solutions).

Présentation et analyse des résultats

Dans le groupe de quatre élèves auquel nous nous intéressons dans cet article, quatre séances d'environ 45-60 minutes ont été consacrées aux trois dernières situations de la séquence. Les deux premières situations, la bataille des rectangles et les planchers à recouvrir, se sont chacune déroulées sur une séance, alors que la troisième, les pirates, s'est étalée sur deux séances. Chacune des situations est composée de différentes parties dont le niveau de difficulté augmente progressivement et inclut (entre les parties et/ou au terme de celles-ci) des énoncés de problème visant le réinvestissement ou le prolongement de ce qui a été fait. Le tableau 1 présente le temps investi pour chacune des activités.

Tableau 1. – Temps consacré à chacune des activités

Situations	Séances	Activités	Durée
La bataille des rectangles	1	Partie 1	5 min
		Partie 2	6 min
		Partie 3	23 min
		Énoncé de prob. (3)	22 min
Les planchers à recouvrir	2	Partie 1	12 min
		Partie 2	17 min
		Énoncé de prob. (2)	20 min
Les pirates	3	Partie 1	25 min
		Énoncé de prob. (1)	20 min
	4	Partie 2	23 min
		Énoncé de prob. (1)	17 min
		Partie 3	9 min

Présentation et analyse de la situation « La bataille des rectangles »

La bataille des rectangles est une situation proposée par Fénichel et Pfaff (2005) qui vise essentiellement à introduire la multiplication. Dans cette situation, chaque élève dispose d'un même nombre de cartes. Sur chaque carte est dessiné un rectangle comprenant un nombre de carreaux différents. Les élèves jouent les uns contre les autres. Ils ont devant eux leurs cartes, faces retournées, et ils tirent simultanément une carte. L'élève dont le rectangle est composé du plus grand nombre de carreaux remporte la carte des autres élèves. Lorsque toutes les cartes ont été utilisées, le gagnant est celui qui en a le plus.

Analyse *a priori*

Le potentiel ludique de cette situation repose sur son aspect compétitif et sur le fait que le gain ne dépend pas des connaissances des élèves, mais plutôt du hasard. La place prédominante du hasard dans cette situation l'éloigne des situations adidactiques, où le savoir permet de contrôler les situations et diminue ainsi l'incertitude. Le hasard peut néanmoins favoriser l'engagement ludique des élèves dans la mesure où il ajoute une touche de frivolité. Nous considérons qu'il est possible de percevoir l'engagement ludique des élèves par la curiosité exprimée au moment de tourner une carte, par le désir de déterminer le gagnant et par la manifestation de joie lors d'un gain et de déception, voire de frustration, lors d'une perte. L'aspect compétitif de cette situation apparait par ailleurs intéressant dans la mesure où il donne un but à l'activité et est ainsi susceptible de favoriser l'engagement cognitif des élèves. En effet, il ne s'agit pas d'identifier le nombre de carreaux dans le rectangle pour répondre aux exigences de l'orthopédagogue, mais plutôt pour savoir qui remporte la carte de l'adversaire. Bien qu'il soit possible, au début de la situation, qu'ils y parviennent à partir de leurs connaissances (position d'actant), la situation évolue visant ainsi à ce que les élèves rencontrent les limites de leurs connaissances et les adaptent pour ainsi mobiliser des stratégies permettant efficacement d'identifier le nombre de carreaux. Ils peuvent alors recourir à de nouvelles stratégies de façon autonome (position d'apprenant) ou avec de l'aide (position d'élève).

Pour favoriser l'évolution des stratégies des élèves, nous avons organisé une progression en trois parties. Le tableau 2 présente les valeurs de variables didactiques pour chacune des parties.

Tableau 2. – Progression de la situation « La bataille des rectangles »

	Partie 1	**Partie 2**	**Partie 3**
Nombre de carreaux	20 à 30	32 à 50	90 à 132
Apparence des carreaux	Apparents	En partie apparents	Non apparents

Nous avons ainsi joué sur les valeurs de deux variables didactiques, soit le nombre de carreaux par rectangle[2] et le fait que les carreaux soient apparents, seulement en partie apparents ou non apparents (figure 1).

2. La dimension des carreaux a été choisie de manière à rendre inefficace la comparaison des rectangles à partir de leur taille. Ainsi, plus il y a de carreaux dans le rectangle, plus ceux-ci sont petits.

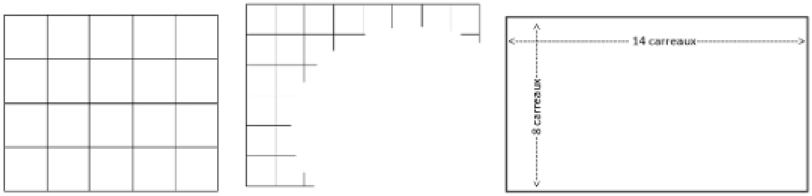

Figure 1. – Exemple de rectangles pour les parties 1, 2 et 3
Afin de faire évoluer les stratégies des élèves, le nombre de carreaux par rectangle augmente au fil des parties : les carreaux sont d'abord apparents, ensuite seulement en partie apparents et finalement non apparents.
Cliché des autrices

À la première partie, le nombre total de carreaux des rectangles ne dépasse pas 30 et tous les carreaux sont apparents. Cette partie vise l'appropriation de la situation. Des stratégies élémentaires sur le plan mathématique peuvent ainsi être utilisées telles que le dénombrement un à un des carreaux et le recours à des sommes successives en regroupant ou non des termes. À la deuxième partie, le nombre de carreaux par rectangle augmente (de 32 à 50 carreaux par rectangle) et une partie des rectangles est effacée de manière à rendre inefficace la stratégie de dénombrement. Le recours à des stratégies additives est toutefois possible. À la troisième partie, le nombre de carreaux de chacun des rectangles est de 90 et plus, et les carreaux ne sont plus apparents. Les caractéristiques de cette partie visent à rendre coûteuses les stratégies additives et, ainsi, à favoriser le recours à des raisonnements multiplicatifs.

Analyse *a posteriori*

Au moment de l'expérimentation, comme l'orthopédagogue travaille avec quatre élèves, elle choisit de former deux équipes de deux élèves et remet à chacune des équipes trois cartes. Lors de la première partie, comme prévu, les élèves recourent généralement à des stratégies relativement élémentaires sur le plan mathématique telles que le comptage un à un des carreaux et des sommes successives sans regroupement de termes (p. ex., une élève dit « quatre plus quatre, huit, plus quatre, douze, plus quatre, seize, plus quatre, vingt »). À deux reprises, des élèves font des sommes successives en regroupant des termes, s'appuyant ainsi, dans l'action, sur la propriété de l'associativité de l'addition. Par exemple, pour un rectangle de 7×4, une équipe fait $7 + 7 = 14$ et fait ensuite $14 + 14 = 28$. Les élèves travaillent généralement en équipe pour identifier le nombre de carreaux et, après chaque carte jouée, l'orthopédagogue met en évidence les différentes stratégies utilisées.

Les élèves semblent engagées sur le plan ludique dans la mesure où elles manifestent de la joie lorsqu'elles remportent la carte de l'autre équipe (par exemple, elles s'exclament « Yeah ! »), mais aussi de la déception lorsqu'elles perdent. Une élève, après que son équipe ait perdu une carte, indique « Ce n'est pas juste » et l'orthopédagogue ressent alors le besoin de préciser qu'elle a remis les cartes au hasard.

Lors de la deuxième partie, les élèves trouvent rapidement le nombre de carreaux en recourant principalement à des sommes successives, en regroupant ou non des termes. On observe donc peu d'évolution des stratégies entre la première et la deuxième partie. L'interaction entre les connaissances des élèves et les valeurs des variables didactiques des deux premières parties favorise essentiellement une position d'actant. Il n'en demeure pas moins que les élèves de chacune des équipes sont engagées cognitivement dans la tâche. Elles discutent entre elles de leur stratégie et l'orthopédagogue participe aux échanges de manière à mettre en évidence les éléments mathématiques importants à retenir. À chaque tour joué, les élèves sont curieuses de savoir qui a gagné. Comme c'est une équipe différente qui remporte la première et la deuxième partie, une élève s'exclame : « On est égal ! ». C'est donc la troisième partie qui déterminera l'équipe gagnante.

Le temps consacré à la troisième partie (23 minutes) est beaucoup plus important que celui consacré aux deux premières parties (5 et 6 minutes), car les élèves mettent souvent en place des stratégies correctes, mais peu efficaces étant donné les valeurs des variables didactiques, telles que l'addition répétée à l'aide de l'algorithme. Elles ont toutefois du mal à effectuer l'algorithme d'addition en raison du nombre important de termes, ce qui provoque des échanges entre les élèves et l'orthopédagogue non seulement sur les règles de l'algorithme, mais aussi sur la numération décimale de position. Le soutien de l'orthopédagogue, qui s'avère en quelque sorte nécessaire puisque le milieu n'offre pas de rétroaction, renvoie ici les élèves à une position d'élève. Bien que les raisonnements des élèves restent essentiellement additifs au cours de cette partie, quelques raisonnements multiplicatifs sont néanmoins mis de l'avant. Examinons plus en détail certaines interactions afin de comprendre comment émergent progressivement des stratégies multiplicatives.

Une équipe, pour trouver le nombre de carreaux d'un rectangle de 8×14, éprouve des difficultés à mettre en place une stratégie. L'orthopédagogue choisit donc d'intervenir : « Ici, il y en a huit, et le huit se répète combien de fois ? », ce qui renvoie les élèves à la position d'élève, et les amène à dégager le calcul 8×14. Les élèves poursuivent ensuite la recherche de la solution sans l'aide de l'orthopédagogue, en interprétant la multiplication en tant qu'addition répétée. Comme les carreaux dans le rectangle ne sont pas apparents, elles peuvent difficilement s'appuyer sur le rectangle pour contrôler le regroupement des termes de l'addition. Les élèves, adoptant une position d'apprenant, se détachent alors du contexte de la disposition rectangulaire et dessinent 14 cercles en écrivant à l'intérieur de chacun, 8 (voir figure 2). Elles s'appuient ainsi sur un sens de la multiplication largement investi à l'école, soit la multiplication en tant qu'itération de sous-collections équipotentes (Houle, 2019). Elles regroupent ensuite deux cercles, obtenant 16, puis deux groupes de deux cercles, obtenant alors 32. Elles font ensuite 32 + 32 = 64, et 32 + 64 = 96 et ajoutent finalement 16 à 96 (pour les deux cercles de 8 restants), obtenant ainsi le nombre total de carreaux, soit 112. Les élèves semblent s'appuyer, dans l'action, sur l'associativité de l'addition. L'orthopédagogue reformule cependant leur stratégie en terme multiplicatifs : « au lieu de faire huit fois quatorze, vous avez fait quatre fois huit plus quatre fois huit, plus quatre fois huit plus deux fois huit », ce qui s'appuie implicitement sur la distributivité de la multiplication par rapport à l'addition. Cette intervention semble efficace, car une élève, par la suite, réinvestit ce qui a été enseigné par l'orthopédagogue et recourt de son propre mouvement à la distributivité de la multiplication sur l'addition pour trouver le nombre total de carreaux d'un autre rectangle.

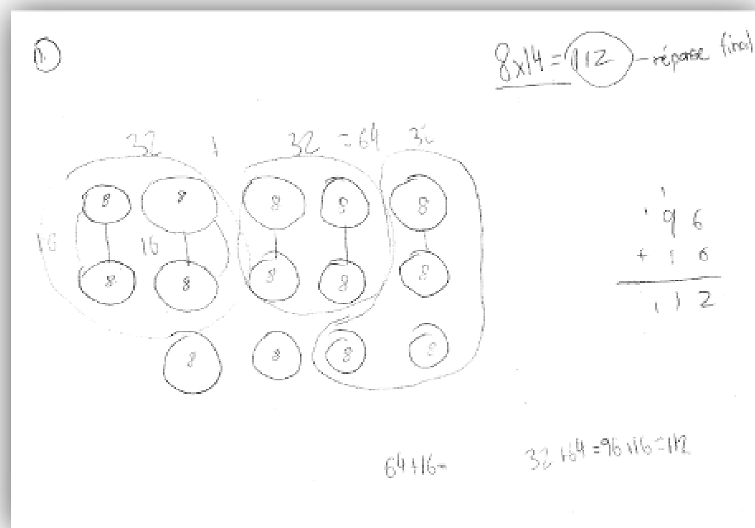

Figure 2. – Production d'une équipe pour trouver le nombre de carreaux dans un rectangle de 8 × 14

Se détachant du contexte de la disposition rectangulaire, les élèves dessinent 14 cercles et inscrivent 8 à l'intérieur de chacun. Certains cercles sont regroupés, leur permettant ainsi de s'appuyer, dans l'action, sur l'associativité pour faire l'addition répétée de 8, 14 fois.

Cliché des autrices

Dans l'autre équipe, pour trouver le nombre de carreaux d'un rectangle de 10×9, les élèves tentent d'abord de dessiner le rectangle sur une feuille en traçant les carreaux à l'intérieur. Comme prévu, cette stratégie rencontre toutefois ses limites en raison du nombre important de carreaux. Les élèves, qui adoptent ici une position d'apprenant, sont fortement engagées dans la recherche d'une solution. Après quelques minutes de tentatives infructueuses, une des élèves fait une suggestion : « Mais si on fait dix fois neuf ? ». Et l'autre élève s'exclame : « Ah oui ! ». Et les deux élèves s'entendent pour dire qu'il y a 90 carreaux.

L'orthopédagogue fait un retour sur les différentes stratégies utilisées après chaque carte jouée. Bien que les élèves recherchent activement, au début de cette partie, le nombre de carreaux dans leur rectangle, une fatigue s'installe tranquillement et l'engagement cognitif diminue. L'engagement ludique s'efface lui aussi peu à peu, c'est-à-dire que les élèves accordent de moins en moins d'importance au fait de gagner ou de perdre au jeu. D'ailleurs, après que la dernière carte ait été jouée, l'orthopédagogue ramasse les cartes sans que ni les élèves ni elle ne pensent à vérifier l'équipe qui remporte la carte de l'adversaire.

En somme, la situation de la bataille des rectangles semble favoriser l'apprentissage des élèves. En effet, en plus des stratégies de sommes successives, un travail sur l'algorithme de l'addition (mettant aussi en jeu des connaissances sur la numération) est réalisé, l'associativité de l'addition est utilisée et contrôlée avec des nombres de plus en plus élevés et quelques raisonnements multiplicatifs sont engagés par les élèves. L'orthopédagogue, tout au long de la situation, gère les enjeux didactiques, en mettant en évidence les stratégies mathématiques des élèves et en les aidant à les contrôler au besoin (ce qui apparait nécessaire d'autant plus que le milieu n'offre pas de rétroaction), et gère également les enjeux ludiques, en amenant les élèves à identifier qui remporte la carte de l'autre équipe. Lors des deux premières parties, le caractère ludique semble donner un but à l'activité, et les interactions entre les élèves et l'orthopédagogue renvoient essentiellement au pôle ludique du contrat didactique et ludique. En revanche, lors de la troisième partie, les interactions renvoient davantage au pôle didactique que ludique. Le potentiel d'apprentissage de cette partie est plus grand. En effet, les élèves rencontrent les limites de leurs stratégies et adoptent ainsi les positions d'apprenant et d'élève. L'engagement des élèves, tant ludique que cognitif, diminue toutefois progressivement au cours de la troisième partie, ce qui peut s'expliquer par l'augmentation du niveau de difficulté (Peltier, 2000 ; Pelay, 2011). Il est par ailleurs possible que le fait que le gain, dans cette situation, repose uniquement sur le hasard et est ainsi indépendant de l'effort cognitif fourni pour identifier correctement le nombre de carreaux, participe à l'affaiblissement de l'engagement des élèves.

Présentation et analyse de la situation « Les planchers à recouvrir »

La situation des planchers à recouvrir, développée par Chaniac et ses collaborateurs (1995), vise à mettre en évidence la relation entre les groupements de dix et l'écriture chiffrée du nombre. Dans le cadre de cette situation, des rectangles représentant des planchers d'une pièce (cuisine, salle de bain, etc.) sont présentés aux élèves. La tâche pour les élèves consiste à commander juste ce qu'il faut de carreaux pour recouvrir totalement le plancher (figure 3).

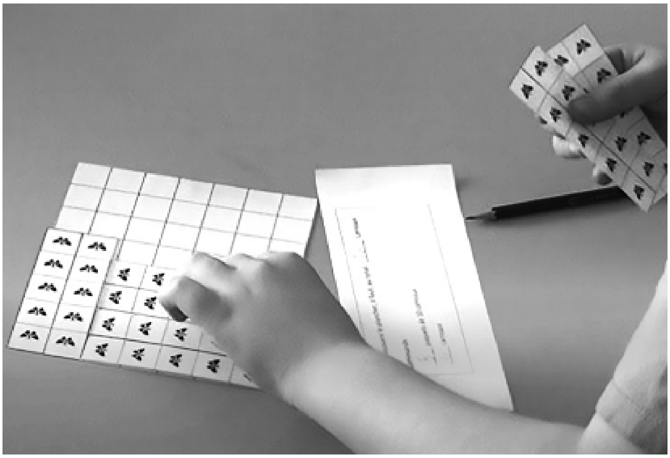

Figure 3. – Matériel dans la situation des planchers à recouvrir

La photo présente un rectangle de 8 x 7 représentant le plancher d'une pièce, un bon de commande complété par un élève pour recouvrir ce plancher à l'aide de paquets de 10 carreaux et de carreaux isolés ainsi que le pavage du plancher réalisé par l'élève à partir des carreaux qu'il a commandés.

Cliché des autrices

Des carreaux sont vendus par paquet de dix et d'autres sont vendus à l'unité. Une contrainte limite toutefois l'achat de carreaux isolés à 20, obligeant ainsi les élèves à commander des paquets de carreaux[3]. Ainsi, les élèves reçoivent un plancher et un bon de commande qu'ils doivent compléter et remettre à l'orthopédagogue (figure 4). Par exemple, pour recouvrir un plancher de 45 carreaux, des élèves pourraient commander 4 paquets de 10 carreaux et 5 carreaux. L'orthopédagogue, qui joue le rôle de vendeuse, remet les carreaux que les élèves ont commandés et la validation est assurée par le pavage du plancher.

3. À noter que pour éviter que l'aspect géométrique prenne le dessus sur les relations numériques en jeu, une fois les paquets de carreaux reçus, les élèves peuvent les découper pour recouvrir le plancher si la forme des paquets (2 × 5) ne permet pas le pavage.

Pour recouvrir le plancher, il faut, au total, ________ carreaux.

Commande :

______ paquets de 10 carreaux

______ carreaux

Figure 4. – Bon de commande dans la situation des planchers à recouvrir

La figure présente le bon de commande que doivent compléter les élèves afin d'obtenir juste ce qu'il faut de carreaux pour paver leur plancher.

Adapté de Chaniac et ses collaborateurs (1995)

Analyse *a priori*

Le second degré, qui est une des caractéristiques du jeu définies par Brougère (2005), apparait particulièrement présent dans cette situation et est susceptible de favoriser l'engagement ludique des élèves. Ceux-ci pourraient par exemple accorder de l'importance au contexte du pavage des planchers et appeler l'orthopédagogue « madame la vendeuse ». Cette situation mise aussi, dans l'une des parties, sur la coopération, laquelle peut, selon Pelay (2011), favoriser le plaisir de travailler en groupe, voire de réussir quelque chose que chacun des élèves n'aurait pu réussir seul. Notons par ailleurs que la réussite, dans cette situation, dépend entièrement des connaissances mobilisées par les élèves, ce qui apparait favorable à l'engagement cognitif. Il est possible, au début de la situation, que les élèves effectuent une commande adéquate à partir de leur répertoire de connaissances (position d'actant), mais la situation oblige éventuellement les élèves à adapter leurs connaissances pour réussir, ce qui peut se faire sans l'aide de l'orthopédagogue (position d'apprenant) ou avec son aide (position d'élève).

Afin de faire évoluer les stratégies des élèves, nous avons prévu une progression en deux parties, et ce, en jouant sur les valeurs de deux variables didactiques : 1) les carreaux sur le plancher sont apparents ou non apparents ; 2) le nombre de carreaux sur le plancher a deux ou trois chiffres (tableau3).

Tableau 3. – Progression de la situation « Les planchers à recouvrir »

	Partie 1	**Partie 2**
Carreaux apparents ou non sur le plancher	Apparents	Non apparents
Nombre de carreaux sur le plancher	Nombre composé de deux chiffres (ex. : 45 carreaux)	Nombre composé de trois chiffres (ex. : 121 carreaux)

Lors de la première partie, les carreaux sur le plancher sont apparents et la tâche consiste à commander des paquets de 10 carreaux et des carreaux isolés pour couvrir un plancher dont le nombre de carreaux est composé de deux chiffres (par exemple, 45). En raison de la valeur des variables didactiques, pour identifier le nombre total de carreaux, il est possible de les dénombrer un à un. Pour identifier le nombre de paquets de 10 et le nombre de carreaux isolés, il est possible de tracer (ou d'imaginer) les paquets de 10 carreaux sur le plancher. Il est cependant plus efficace d'identifier le nombre total de carreaux en multipliant la largeur par la longueur du rectangle, et de s'appuyer ensuite sur l'écriture chiffrée du nombre pour choisir le nombre de paquets de 10 carreaux et le nombre de carreaux isolés à commander.

Lors de la deuxième partie, les carreaux sur le plancher ne sont pas apparents et le nombre de carreaux sur le plancher correspond à un nombre de trois chiffres, soit 121. Les caractéristiques de cette partie rendent inefficaces le dénombrement un à un des carreaux et les stratégies additives pour trouver le nombre total de carreaux. De plus, pour identifier rapidement le nombre de paquets de 10 carreaux et le nombre de carreaux isolés à commander, il est nécessaire de considérer la valeur d'un groupe de chiffres. Des élèves peuvent ainsi reconnaître qu'il y a 12 dizaines dans 121, et effectuer une commande de 12 paquets de 10 carreaux et 1 carreau.

Analyse *a posteriori*

Lors de la séance portant sur les planchers à recouvrir, une élève est absente. À la première partie, les trois élèves présentes travaillent individuellement. L'orthopédagogue explique la situation et remet à chacune des élèves un rectangle quadrillé différent (6×10 ; 9×5 ; 7×8). Pour identifier le nombre total de carreaux, l'élève qui a un plancher de 6×10 dénombre un à un les carreaux, celle qui a le plancher de 9×5 compte par intervalle de 5, et celle qui a un plancher de 7×8 fait, à tort, une addition plutôt qu'une multiplication, obtenant ainsi 15 carreaux. Les interventions de l'orthopédagogue conduisent toutefois cette élève à corriger son erreur, en dénombrant un à un les carreaux sur son plancher. La proximité de l'orthopédagogue avec les élèves et la fonction du service orthopédagogique, soit d'aider les élèves en difficulté, favorise les interventions de l'orthopédagogue sur les connaissances engagées, plaçant par le fait même cette élève dans une position d'élève.

Pour identifier le nombre de paquets de 10 carreaux et le nombre de carreaux isolés à commander, les trois élèves s'appuient sur la forme des paquets de 10 carreaux (2×5) : deux élèves imaginent les paquets de 10 carreaux sur le plancher et une élève (celle qui a le plancher de 7×8), qui ne semble pas en mesure d'effectuer ce travail mentalement, demande à l'orthopédagogue si elle peut prendre des paquets de 10 carreaux. L'orthopédagogue accepte de lui en remettre, mais seulement un, affirmant qu'il s'agit d'un échantillon. Sur le plan ludique, sa décision apparait cohérente, puisque la remise d'échantillons est pratique courante dans le contexte de magasinage d'articles de décoration. Cet appui sur le contexte du magasinage, en introduisant une règle ludique, permet le maintien des intentions didactiques. En effet, si l'orthopédagogue avait accepté que l'élève ait un libre accès aux paquets de 10, anéantissant par le fait même la nécessité d'anticiper le nombre de paquets de 10 et le nombre de carreaux isolés nécessaires pour recouvrir le plancher, l'enjeu didactique se serait évanoui. Mais un refus net aurait pu sembler arbitraire et même abusif aux yeux des élèves. La réponse de l'orthopédagogue permet donc de réguler à la fois les enjeux didactiques et ludiques.

Lorsque les élèves ont complété leur bon de commande, elles le remettent à l'orthopédagogue et recouvrent avec succès leur plancher à l'aide du matériel remis. L'orthopédagogue fait ensuite un retour. Elle invite d'abord les élèves à observer le bon de commande pour le plancher comportant 45 carreaux et leur demande s'il est approprié de commander 4 paquets de 10 carreaux et 5 carreaux. Une élève, surprise, dit « Eh, quarante (en pointant le 4) cinq (en pointant le 5) ». Une autre élève s'exclame « Eh, même ici aussi ! », en montrant sur son bon de commande que pour 56 carreaux, il faut 5 paquets de 10 et 6 carreaux isolés. Les élèves établissent ainsi par elles-mêmes la relation entre les chiffres à la position des dizaines et des unités du nombre total de carreaux d'une part et les paquets de 10 carreaux et les carreaux isolés à commander d'autre part.

Lors de la deuxième partie, les trois élèves présentes travaillent en équipe. L'orthopédagogue leur remet un plancher de 11 × 11 sur lequel les carreaux ne sont pas apparents (la mesure de chacun des côtés est toutefois notée) ainsi qu'un bon de commande, identique à celui de la première partie. Les élèves, ensemble, recherchent d'abord le nombre total de carreaux. Cette fois, elles reconnaissent l'utilité de la multiplication en s'appuyant explicitement sur ce qu'elles ont fait dans la situation de la bataille des rectangles et trouvent rapidement le produit à l'aide de la calculette remise par l'orthopédagogue.

Pour identifier le nombre de paquets de 10 carreaux et de carreaux isolés, une élève demande si elle peut prendre un paquet de 10 carreaux, et l'orthopédagogue, qui prend à nouveau le rôle de vendeuse, accepte de remettre un échantillon, mais précise, en se plaçant cette fois dans le rôle d'orthopédagogue, qu'elle peut aussi faire des calculs sur une feuille. L'élève prend le paquet de 10 carreaux remis par l'orthopédagogue et le reporte sur le plancher, ce qui est peu efficace lors de cette partie, puisque les carreaux ne sont plus apparents. Une autre élève s'appuie sur l'écriture du nombre 121 et indique « On a besoin de deux paquets de dix ». Cette proposition est aussitôt refusée par une élève qui observe le matériel : « Deux ? Non ! ». Cette élève voit rapidement, en s'appuyant sur le plancher et le paquet de 10 carreaux, qu'il en faut plus que deux. Elle précise : « c'est parce que sinon, une unité, mais on n'a pas de centaines », en pointant le chiffre à la position des centaines dans le nombre 121. Cette intervention conduit les élèves à considérer qu'il faut commander 10 paquets de 10 carreaux, se centrant ainsi sur le nombre de paquets de 10 carreaux nécessaire pour recouvrir 100 carreaux. Toutefois, au moment de compléter le bon de commande, une élève change d'avis et propose d'en commander 12, « parce qu'on a besoin de deux ici », en pointant le chiffre 2 dans 121 sur le bon de commande. Ce commentaire conduit une autre élève à dégager la technique du crochet (qui renvoie à la propriété de troncature de l'écriture des nombres). Elle montre alors qu'il y a 12 dizaines dans 121. Une élève n'est toutefois pas convaincue de cette réponse, ce qui provoque quelques échanges entre l'orthopédagogue et les élèves autour de la numération, faisant ainsi passer les élèves d'une position d'apprenant à une position d'élève, et mettant de côté brièvement les enjeux ludiques. Après quelques minutes, une élève interrompt l'orthopédagogue et suggère de l'essayer avec le matériel, ce qui est accepté par l'orthopédagogue. Les élèves commandent donc 12 paquets de 10 carreaux et 1 carreau, l'orthopédagogue leur remet ce qu'elles ont commandé, et la validation est assurée par le pavage du plancher. Au moment de recouvrir le plancher, les trois élèves sont très engagées, curieuses de savoir si elles ont réussi.

Les stratégies des élèves, au cours de cette situation, évoluent comme prévu. Lors de la première partie, les trois élèves ne recourent pas à la multiplication pour identifier le nombre total de carreaux sur leur plancher et elles ne s'appuient pas sur la numération décimale de position pour effectuer leur commande. Le retour en grand groupe permet toutefois aux élèves de dégager par elles-mêmes la relation entre les chiffres à la position des dizaines et des unités dans le nombre total de carreaux, et le nombre de paquets de 10 carreaux et de carreaux isolés à commander. Les caractéristiques de la deuxième partie (nombre de carreaux plus élevés et carreaux non apparents) amènent les élèves à réinvestir ce qu'elles ont fait dans la situation qui précède (la bataille des rectangles) et à utiliser la multiplication pour trouver le nombre total de carreaux. De plus, le travail coopératif conduit les élèves à interagir entre elles et à dégager, dans l'action, qu'il faut 12 paquets de 10 carreaux et un carreau pour paver un plancher de 121 carreaux, et ce, en établissant la relation avec leurs connaissances sur la numération décimale de position. Les échanges entre les élèves semblent ainsi permettre de donner du sens à la technique du crochet souvent enseignée dans les classes.

Enfin, la situation des planchers à recouvrir favorise l'engagement cognitif et l'apprentissage des élèves, qui participent à la construction de leurs connaissances et adoptent ainsi une position d'apprenant. Les élèves recherchent des stratégies par leurs propres moyens pour commander le nombre approprié de carreaux, et reconnaissent également, dans leurs stratégies, ce qui relève du savoir mathématique, amorçant ainsi le processus de décontextualisation des connaissances avant même que l'orthopédagogue prenne en charge le retour sur la situation. Dans cette situation, les élèves sont responsables tant de leur réussite que de leur échec, ce qui laisse entre leurs mains le contrôle de la situation. Le fait que la rétroaction sur la justesse des stratégies engagées soit offerte par le milieu semble par ailleurs favoriser l'engagement des élèves, qui interrompent d'ailleurs l'orthopédagogue au moment d'explications verbales souhaitant voir par elles-mêmes, par le pavage du plancher, si elles ont réussi ou non.

L'orthopédagogue, tout au long de cette situation, gère à la fois les enjeux didactiques et ludiques, c'est-à-dire qu'elle intervient de façon à rendre utiles les connaissances visées et à mettre en évidence les éléments dignes d'intérêt sur le plan mathématique, tout en jouant son rôle de vendeuse. Le second degré (contexte du pavage des planchers) semble cependant secondaire pour les élèves. Elles ne s'adressent par exemple à aucun moment à l'orthopédagogue en lui conférant le rôle de vendeuse. Cette situation semble néanmoins favoriser à la fois l'engagement cognitif et l'engagement ludique des élèves. En effet, elles recherchent ardemment des stratégies pour faire une commande juste et elles se réjouissent lorsqu'elles réussissent. Les élèves expriment en particulier leur joie au terme de la deuxième partie, ce qui peut s'expliquer par le fait que le défi était plus difficile pour elles à relever et qu'elles y sont parvenues, ensemble. Ainsi, contrairement à la situation précédente, l'augmentation du niveau de difficulté n'entraine pas une diminution de l'engagement des élèves, ce qui peut s'expliquer par le fait que la réussite, dans cette situation, dépend des connaissances engagées.

Présentation et analyse de la situation « Les pirates »

La situation des pirates, qui s'inspire du jeu des étoiles de Giroux (2007), est un jeu de planche dans lequel chaque joueur a un pion pirate. La planche de jeu correspond à un tableau de nombres, de 0 à 179, comportant 10 colonnes (figure 5).

Le but de cette situation est d'obtenir le plus de points possible. Pour ce faire, il faut se rendre sur des cases présentant des trésors (10 points) ou des sacs de pièces d'or (5 points) et éviter les cases sur lesquelles se trouve un bateau de pirates, qui font perdre 10 points au joueur. Pour garder la trace des points obtenus, les élèves prennent une carte trésor ou une carte sac de pièces d'or lorsqu'ils arrivent sur ces cases. Si un élève arrive sur une case avec un bateau de pirate, on simule qu'il se fait attaquer par des pirates et perd alors 10 points (il doit donc remettre une carte « trésor » ou deux cartes « sac de pièces d'or »). Dans le cas où l'élève a seulement un sac de pièces d'or (5 points), il la perd, et s'il n'a pas de cartes, il n'y a pas de conséquence.

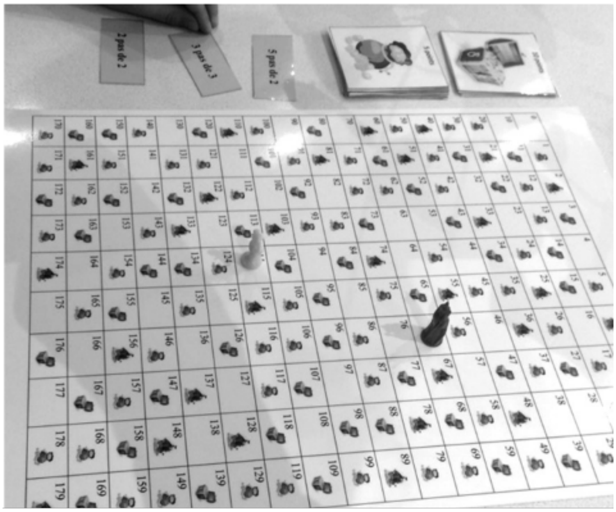

Figure 5. – Matériel dans la situation des pirates

Cette figure montre la planche de jeu, les cartons utilisés pour effectuer le déplacement du pion sur la planche ainsi que les cartes obtenues par les joueurs en cas de gain.

Cliché des autrices

Au début de la partie, chaque élève place son pion pirate sur la case de son choix. Les pions peuvent se déplacer en avançant ou en reculant sur la planche. Le déplacement du pion se fait à partir de cartons remis par l'orthopédagogue. Lors de la première partie, chaque élève reçoit trois cartons indiquant un nombre de pas et une longueur de pas (ex. : 3 pas de 4). Les cartons sont placés face visible devant les élèves, de manière à favoriser les interactions. Une fois qu'un carton est utilisé, il n'est plus possible de le reprendre. La partie se termine lorsque les élèves n'ont plus de cartons et celui qui a le plus de points remporte la partie.

Analyse *a priori*

Cette situation s'apparente aux jeux de société classiques, qui impliquent des pions se déplaçant sur une planche de jeu et au terme duquel un joueur remporte la partie. Différentes caractéristiques de cette situation sont susceptibles de favoriser l'engagement ludique des élèves : le contexte des pirates qui met en jeu un second degré, l'aspect compétitif qui provoque le plaisir d'essayer de vaincre les autres, l'espace de choix qui favorise la prise de décision et permet un certain contrôle sur le gain ainsi que le hasard qui ajoute une touche de frivolité. Les caractéristiques de cette situation pourraient favoriser une position de joueur, dans la mesure où des élèves pourraient jouer pour le simple plaisir du jeu, sans chercher à mettre en place des stratégies plus efficaces pour contrôler leurs déplacements. Il est aussi possible qu'ils retiennent des stratégies plus efficaces pour contrôler leurs déplacements (position d'actant), qu'ils recherchent activement des stratégies plus économiques (position d'apprenant) ou qu'ils demandent/acceptent l'aide de l'orthopédagogue pour contrôler leurs déplacements (position d'élève).

Cette situation se découpe en trois parties. Dans chacune d'elles, le nombre de pas varie d'un carton à l'autre, mais ne dépasse jamais 5. Pour faire évoluer les stratégies des élèves, nous avons joué sur la longueur des pas, c'est-à-dire le nombre de cases par pas et, aussi, sur le nombre de cartons à utiliser pour effectuer le déplacement (tableau 4).

Tableau 4. – Progression de la situation « Les pirates »

	Partie 1	**Partie 2**	**Partie 3**
Longueur des pas	3 cases/pas ou moins	1 case/pas ou 10 cases/pas	1 case/pas ou 10 cases/pas
Nombre de cartons à utiliser pour effectuer le déplacement	1	2 (un où la longueur est de 10 cases/pas et l'autre, de 1 case/pas)	2 (un où la longueur est de 10 cases/pas et l'autre, de 1 case/pas)
Présence de cartons « Joker »	Non	Non	Oui

À la partie 1, la longueur des pas ne dépasse pas 3 cases/pas et un seul carton est utilisé pour effectuer le déplacement. Comme les nombres sont peu élevés, il est possible d'effectuer le déplacement en contrôlant à la fois la longueur et le nombre de pas. Par exemple, un joueur peut effectuer un déplacement de 2 pas de 3¿cases/pas en comptant : 1, 2, 3, (1), 1, 2, 3, (2), et ce, en déplaçant le pion d'une case à chaque nombre nommé. Il est aussi possible d'identifier d'abord le nombre de cases correspondant au déplacement (en l'occurrence, 6) et d'effectuer ensuite le déplacement du pion en avançant ou en reculant le pion d'une case à la fois.

Lors de la deuxième partie, chaque élève reçoit trois cartons rouges et trois cartons bleus. Deux cartons (un rouge et un bleu) doivent être utilisés pour effectuer le déplacement du pion. Sur les cartons rouges, la longueur des pas est de 10 et sur les cartons bleus, elle est de 1. Ainsi, le nombre de cases correspondant au déplacement est plus élevé qu'à la première partie (il varie de 11 à 55). Le dénombrement une à une des cases pour effectuer le déplacement est donc coûteux, surtout si les élèves souhaitent essayer différents déplacements pour obtenir un coffre au trésor (10 points). Il y a effectivement plusieurs possibilités de déplacements puisqu'en plus de pouvoir avancer et reculer leur pion, les élèves peuvent combiner le carton rouge de leur choix avec le carton bleu de leur choix. Une stratégie efficace pour effectuer rapidement le déplacement consiste alors à se déplacer de 10 cases à la fois (en descendant ou montant le pion d'une case sur la planche) pour faire les pas de 10.

La troisième partie se distingue de la deuxième dans la mesure où des cartons « Joker » sont ajoutés, permettant aux élèves de choisir le nombre de pas. Ainsi, tout comme à la partie 2, les élèves se déplacent en utilisant deux cartons dont un correspond à des pas de 1 et l'autre, à des pas de 10, mais sur certains cartons (les cartons Joker), le nombre de pas n'est pas indiqué, augmentant ainsi l'espace de choix des élèves.

Analyse *a posteriori*

Lors des séances sur le jeu des pirates, les quatre élèves sont présentes. À la première partie, l'orthopédagogue remet à chacune trois cartons indiquant les déplacements à effectuer. La stratégie la plus fréquente consiste à identifier le nombre de cases correspondant au déplacement (par somme successive ou par multiplication) et à effectuer ensuite le déplacement en comptant une case à la fois. Toutefois, vers la fin de cette partie, trois élèves, plutôt que de se déplacer une case à la fois sur la planche de jeu, effectuent directement un déplacement de 10 cases en montant ou descendant d'une case sur la planche de jeu. Cette stratégie est non seulement utilisée pour se déplacer de 10 cases, mais aussi pour se déplacer de 12 cases (en décomposant 12 en 10 + 2) et de 9 cases (en décomposant 9 en 10 - 1). De plus, alors qu'au début de la partie, les élèves se contentent généralement de considérer deux déplacements (en avançant et en reculant à partir du même carton), les élèves considèrent de plus en plus de déplacements possibles avant d'arrêter leur choix. Les élèves sont engagées : elles manifestent leur joie lorsqu'elles trouvent un déplacement leur permettant d'obtenir un coffre au trésor (10 points) et lorsque l'une d'elles joue, les autres sont attentives à ce qu'elle fait ou cherchent le déplacement qu'elles effectueront lorsque ce sera à leur tour de jouer. L'orthopédagogue aide les élèves à contrôler leur déplacement en cas d'erreur et à la fin de la partie, elle met en évidence, en faisant participer les élèves, les différentes stratégies mobilisées pour effectuer le déplacement du pion sur la planche. Elle insiste également sur l'intérêt d'essayer différents déplacements pour en choisir un qui augmente les chances de remporter la partie. Son retour est ainsi à la fois axé sur les enjeux didactiques et ludiques de la situation.

Au début de la deuxième partie, des élèves identifient d'abord le nombre de cases correspondant au déplacement et tentent ensuite d'effectuer le déplacement du pion en avançant ou en reculant d'une seule case à la fois. Cette stratégie est cependant coûteuse en termes de temps en raison du nombre important de cases correspondant au déplacement, qui peut aller jusqu'à 55. Lorsque les élèves utilisent cette stratégie, l'orthopédagogue les invite à rechercher une stratégie plus efficace. Dans cette partie, le va-et-vient entre les positions d'actant, d'apprenant et d'élève conduit les élèves à procéder de plus en plus (parfois avec le soutien de l'orthopédagogue) à la coordination d'un comptage par 10 (en déplaçant le pion vers le bas ou vers le haut sur la planche) et d'un comptage par 1 (en déplaçant le pion vers la droite ou vers la gauche). Par exemple, une élève qui utilise les cartons « 3 pas de 10 » et « 2 pas de 1 » compte 10, 20, 30 (en déplaçant son pion de trois cases vers le haut) puis 31, 32 (en déplaçant son pion de deux cases vers la gauche), reculant ainsi de 32 cases.

Pour choisir les cartons qu'elles utiliseront, les quatre élèves semblent d'abord agencer deux cartons au hasard, mais lorsqu'elles n'obtiennent pas de coffre au trésor (10 points), ni en avançant ni en reculant, elles essaient une nouvelle combinaison de cartons. Ainsi, après les deux premiers déplacements, toutes les élèves ont deux coffres au trésor (donc 20 points). Cependant, lors du dernier déplacement, il y a seulement deux déplacements possibles, puisque les élèves peuvent avancer ou reculer avec les deux cartons qui leur restent. Deux élèves ne peuvent obtenir 10 points, ce qui provoque une grande déception chez l'une d'entre elles, qui semble accorder une importance considérable au fait de gagner au jeu.

À la troisième partie, plutôt que de jouer les unes contre les autres, les élèves jouent ensemble contre l'orthopédagogue, les obligeant ainsi non seulement à prendre des décisions, mais aussi à formuler leur choix, voire à le justifier pour convaincre leurs coéquipières. Les élèves reçoivent trois cartons rouges (pas de 10 cases) et trois cartons bleus (pas de 1 case), dont deux cartons Joker (l'un d'eux permet de choisir le nombre de pas de 1 et l'autre, le nombre de pas de 10). S'appuyant sur leur expérience à la deuxième partie, les quatre élèves s'entendent pour conserver les deux cartons Joker pour la fin de la partie. Ce sont ici leurs connaissances sur le jeu davantage que leurs connaissances en mathématiques qui permettent de prendre une décision augmentant leur chance de gagner. Elles discutent ensuite ensemble afin de choisir un déplacement avantageux en contrôlant à la fois les pas de 10 et les pas de 1. Lorsque c'est au tour de l'orthopédagogue de jouer, elle formule à voix haute sa stratégie et les élèves sont attentives à ce qu'elle dit et fait. La relation ludique, qui lie les élèves à l'orthopédagogue dans une perspective de compétition, semble ici favoriser l'engagement ludique et, avec lui, l'apprentissage des élèves, puisqu'elles sont alors attentives aux explications de l'orthopédagogue.

Au dernier tour, les élèves ont entre leurs mains les deux cartons Joker. Une élève propose de faire 10 pas de 10, reconnaissant que cela est équivalent à un déplacement de 100 cases, et une autre élève descend alors le pion de 10 cases. Pour choisir le nombre de pas de 1 à effectuer, les élèves déplacent ensuite le pion de 1 en comptant jusqu'à ce que celui-ci arrive sur un trésor. Quant à l'orthopédagogue, qui a elle aussi conservé ses deux cartons Joker pour le dernier tour, elle explique une fois de plus sa stratégie à voix haute. Pour sa part, elle choisit un coffre au trésor près de son pion et identifie ensuite le déplacement à effectuer pour se rendre à celui-ci. L'orthopédagogue obtient ainsi, comme les élèves, trois coffres au trésor. Une élève s'exclame : « C'est égalité ! ». Une autre ajoute :

« Mais on est plus de personnes alors c'est nous qui gagne ! ». Les quatre élèves rient. L'orthopédagogue, pour blaguer, rétorque que c'est elle qui est gagnante, puisqu'étant seule, elle n'a pas à partager ses pièces d'or avec d'autres personnes. Et c'est sur ce ton jovial, où les interactions renvoient au pôle ludique du contrat didactique et ludique, que se termine la séance.

En somme, à la première partie, les élèves prennent au hasard un carton pour effectuer un déplacement et choisissent entre un déplacement avant ou arrière, se contentant alors d'obtenir 5 points, et parfois même aucun point, sans tester d'autres déplacements. Cependant, les élèves constatent éventuellement l'intérêt d'évaluer différentes possibilités d'action pour choisir le déplacement qui permet d'obtenir le plus de points. Cela les conduit à retenir les stratégies les plus efficaces pour contrôler leurs déplacements (position d'actant) ou à rechercher de nouvelles stratégies (position d'apprenant). Plus les élèves mettent en place des stratégies efficaces, et donc économiques, plus il est facile pour elles d'évaluer les différentes possibilités, et donc de faire des choix judicieux. Lorsqu'une élève commet une erreur dans son déplacement sans que les autres interviennent, l'orthopédagogue l'aide à contrôler sa stratégie ou à mettre en place une stratégie plus efficace, ce qui apparait nécessaire puisque le milieu n'offre pas de rétroaction. Les élèves sont alors renvoyées à une position d'élève, et s'appuient en partie sur les questions et les commentaires de l'orthopédagogue pour effectuer correctement leur déplacement.

Dans la situation des pirates, il y a une certaine part de hasard. Il est effectivement possible que les cartons obtenus combinés à la case de départ choisie ne permettent pas à un joueur d'obtenir trois coffres au trésor. Cependant, les chances de remporter la partie sont largement supérieures si un élève choisit les déplacements les plus avantageux et plus encore, s'il fait des choix en anticipant les prochains déplacements possibles. Les enjeux ludiques et didactiques ne sont donc pas indépendants dans la mesure où plus les élèves ont de connaissances, plus elles prennent en compte une diversité de déplacements possibles avant de prendre une décision.

De plus, l'espace de choix augmente au fil des parties, donnant ainsi plus de contrôle aux élèves pour aller chercher le maximum de points possibles. L'augmentation du nombre de déplacements possibles rend nécessaire la mise en œuvre de stratégies qui font appel au savoir visé par l'enseignement pour faire un choix avantageux dans un temps raisonnable. Les élèves reconnaissent d'ailleurs l'inefficacité, dès la deuxième partie, de compter les cases une à une, et se placent dans une position d'apprenant, mais parfois aussi d'élève pour que l'orthopédagogue les aide à utiliser une stratégie efficace, sans que cela n'affecte leur engagement ludique.

Discussion

Un contrat de dépendance des élèves vis-à-vis de l'orthopédagogue (Mary, 2003) peut rapidement s'installer en contexte orthopédagogique en raison de la fonction même de ce service et du nombre restreint d'élèves avec lequel l'orthopédagogue travaille. Dans le cadre de notre recherche, nous avons ainsi cherché à comprendre comment le caractère ludique de situations mathématiques était susceptible, ou non, de favoriser la prise de décision d'élèves suivis en orthopédagogie. Les trois situations à caractère ludique que nous avons présentées se distinguent considérablement les unes des autres. Dans ce qui suit, nous nous intéressons à l'incidence, sur l'engagement et l'apprentissage, de deux caractéristiques des situations, soit la nature de la relation entre les élèves (compétition et/ou coopération) et le contrôle exercé sur le gain (gain reposant sur le hasard et/ou sur les décisions prises par les élèves).

La nature de la relation entre les élèves : compétition et/ou coopération

La relation ludique entre les élèves diffère dans chacune des situations et parfois même, à l'intérieur d'une même situation. Dans la bataille des rectangles, étant donné que les élèves travaillent en équipe de deux, elles sont liées entre elles à la fois dans une perspective de coopération et de compétition. En effet, chaque élève coopère avec sa coéquipière tout en étant en compétition contre les élèves de l'équipe adverse. Dans les planchers à recouvrir, les élèves travaillent d'abord individuellement en complétant chacune un bon de commande pour recouvrir leur plancher, mais elles travaillent ensuite en coopération, c'est-à-dire qu'elles doivent, ensemble, choisir ce qu'elles inscriront sur un même bon de commande pour recouvrir un plancher. Et enfin, dans la situation des pirates, les élèves, dans les deux premières parties, jouent individuellement les unes contre les autres, alors que dans la troisième partie, elles jouent ensemble contre l'orthopédagogue.

Globalement, nos résultats montrent que l'aspect compétitif, peu présent dans les tâches scolaires au Québec, favorise l'engagement ludique. Les élèves, lorsqu'elles jouent les unes contre les autres ou qu'elles affrontent l'orthopédagogue, manifestent souvent de la joie lorsqu'elles gagnent et de la déception lorsqu'elles perdent. Diverses recherches (Barallobres, 2006 ; Pelay, 2011 ; Kilii *et al.*, 2018) montrent que la compétition peut agir comme facteur motivationnel dans des situations à caractère ludique où le contrôle repose sur la connaissance, les élèves cherchant alors à mobiliser des stratégies efficaces pour gagner. Notre étude suggère que l'aspect compétitif peut aussi être pertinent dans des situations à caractère ludique où le gain repose sur le hasard afin de donner un but à l'activité, comme c'est le cas dans la bataille des rectangles. Dans ce cas-ci, il ne s'agit pas de mobiliser des stratégies efficaces pour gagner, mais plutôt, pour savoir plus rapidement qui a gagné (en l'occurrence, qui a le plus de carreaux dans son rectangle). Cependant, le fait que le gain repose entièrement sur le hasard peut parfois créer un sentiment d'injustice et la motivation qui peut découler de l'aspect compétitif semble s'atténuer lorsque le défi devient plus important sur le plan mathématique et que l'effort cognitif n'a aucun impact sur le gain.

Le contexte orthopédagogique, en raison du nombre restreint d'élèves, facilite par ailleurs l'organisation d'une compétition entre les élèves et l'orthopédagogue. L'orthopédagogue a alors un double rôle : d'une part elle participe au jeu, et est ainsi liée aux élèves sur le plan ludique dans une perspective de compétition, et d'autre part elle conserve son rôle d'orthopédagogue, et est donc responsable de mettre en place les conditions favorables à l'apprentissage des élèves. Dans la troisième partie de la situation des pirates, les interactions renvoient au pôle didactique lorsque l'orthopédagogue questionne les élèves sur leur choix ou les aide à contrôler leur stratégie tandis que les interactions renvoient plutôt au pôle ludique lorsque les élèves comparent les points qu'elles ont obtenus avec ceux de l'orthopédagogue. Lorsque c'est à son tour de jouer, l'orthopédagogue formule à voix haute sa stratégie pour faire avancer le savoir sans toutefois imposer sa stratégie aux élèves. Les élèves sont grandement attentives à ce qu'elle dit et fait, ce qui peut notamment s'expliquer par la relation ludique qu'elles entretiennent avec elle. En effet, comme les élèves souhaitent gagner contre l'orthopédagogue, elles sont curieuses de savoir combien de points elle obtiendra pour les comparer aux leurs et l'écoutent donc attentivement, favorisant par le fait même leur apprentissage. La relation de compétition semble aussi réduire le lien de dépendance des élèves envers l'orthopédagogue. Bien que les élèves acceptent l'aide de l'orthopédagogue, elles ne la recherchent généralement pas, souhaitant plutôt mettre en place leurs propres stratégies.

La relation de coopération se distingue de la relation de compétition : il ne s'agit pas de gagner contre les autres, mais plutôt de réussir avec les autres. La coopération semble favorable à l'engagement ludique dans la mesure où les élèves prennent plaisir à travailler ensemble. Or, elle présente aussi un intérêt sur le plan didactique : elle amène les élèves non seulement à prendre des décisions, mais aussi à formuler leur stratégie et parfois, à la justifier pour convaincre les autres élèves. C'est notamment le cas dans la partie 2 des planchers à recouvrir où la confrontation des points de vue permet aux élèves de compléter correctement le bon de commande, ce qui n'aurait sans doute pas été possible si chacune de ces élèves avait travaillé individuellement. L'organisation de travaux d'équipe, dans lequel les élèves doivent fournir une réponse commune, semble ainsi provoquer des réflexions riches et des discussions entre élèves faisant avancer le savoir, et ce, malgré l'omniprésence de l'orthopédagogue. La relation de coopération, combinée à la présentation d'un problème qui représente un défi adapté aux connaissances mathématiques des élèves, peut ainsi, comme la relation de compétition, favoriser la dévolution et un engagement important chez les élèves.

Le contrôle exercé sur le gain : gain reposant sur le hasard et/ou sur les décisions prises par les élèves

Le contrôle exercé sur le gain varie dans chacune des situations. Dans la bataille des rectangles, le fait de gagner ou de perdre dépend entièrement du hasard, tandis que dans les planchers à recouvrir, il repose au contraire uniquement sur les connaissances mathématiques engagées par les élèves. Dans la situation des pirates, il y a une certaine part de hasard, mais le choix des déplacements a aussi un impact considérable sur le fait de gagner ou de perdre. Il s'agit ainsi d'un jeu de stratégie impliquant une part de hasard.

Un aspect original de notre recherche est que le hasard n'est pas utilisé dans le but de travailler le concept de probabilités, mais plutôt pour ajouter une touche de frivolité. La place importante du hasard dans la bataille des rectangles semble favoriser l'engagement ludique des élèves, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'il génère de l'incertitude et de la frivolité, mais aussi par le fait qu'il éloigne les élèves des tâches scolaires habituelles où la réussite dépend plutôt des connaissances engagées. Cependant, lorsque le gain repose entièrement sur le hasard, comme c'est le cas dans la bataille des rectangles, les enjeux ludiques et didactiques sont en quelque sorte indépendants les uns des autres. En effet, les élèves mettent d'abord en place une stratégie de leur choix en mobilisant des connaissances mathématiques pour connaître le nombre de carreaux dans leur rectangle (enjeu didactique) et elles comparent ensuite le nombre de carreaux dans chacun des rectangles pour savoir qui remporte la carte de l'adversaire (enjeu ludique). La stratégie utilisée n'a aucun impact sur le fait de gagner ou de perdre. Les connaissances mathématiques permettent de trouver plus rapidement le nombre de carreaux dans le rectangle et ainsi de poursuivre le jeu, mais elles ne permettent pas de gagner. Cette caractéristique semble provoquer une diminution de l'engagement des élèves lorsque le niveau de difficulté augmente et une perte progressive de l'intérêt pour le jeu. Lors de la dernière carte jouée, les élèves, mais aussi l'orthopédagogue, oublient d'ailleurs même de vérifier qui remporte la carte de l'adversaire.

Les situations à caractère ludique où le gain repose entièrement sur la connaissance, comme c'est le cas dans les planchers à recouvrir, s'apparentent pour leur part aux tâches scolaires dans la mesure où la réussite et l'échec reposent entièrement sur les décisions prises par les élèves. Or, lorsque les connaissances mathématiques engagées permettent de réussir, les enjeux didactiques et ludiques sont intimement liés. Dans les planchers à recouvrir, les élèves sont attentives au moment de recouvrir les planchers avec les carreaux commandés, car la rétroaction, en plus de leur indiquer si elles ont réussi ou non (enjeu ludique), leur permet d'évaluer la justesse des connaissances engagées (enjeu didactique).

Contrairement à la situation des planchers à recouvrir, dans la bataille des rectangles, le milieu ne renvoie pas de rétroaction. Les élèves sont donc dépendantes de l'orthopédagogue pour savoir si les connaissances qu'elles ont engagées sont adéquates et l'orthopédagogue, pour sa part, est en quelque sorte contrainte d'intervenir quand les élèves s'entendent sur une réponse erronée. Nos résultats montrent d'ailleurs que ce ne sont pas tant les élèves qui se tournent vers l'orthopédagogue que l'orthopédagogue qui intervient pour favoriser l'avancement du savoir. Les situations à caractère ludique où le milieu n'offre pas de rétroaction semblent ainsi, par moments, contraindre les élèves à adopter une position d'élève. Il semble alors plus difficile pour l'orthopédagogue de masquer ses intentions didactiques sous le caractère ludique des situations. En revanche, les situations où le gain repose sur les décisions prises par les élèves et où le milieu renvoie une rétroaction semblent particulièrement intéressantes pour favoriser une position d'apprenant.

Or, le gain ne repose pas nécessairement uniquement sur le hasard ou sur les décisions prises par les élèves. Les situations peuvent aussi être construites de sorte que les décisions des élèves influencent le gain, sans toutefois leur permettre de contrôler entièrement la situation. Dans la situation des pirates, les élèves choisissent les déplacements qu'elles effectuent, lesquels ont une incidence majeure sur les points obtenus, et les valeurs des variables didactiques sont pensées de façon qu'il soit utile de mobiliser les connaissances voulues pour prendre des décisions avantageuses relativement rapidement. Or, il y a aussi une part de hasard, car les possibilités d'action varient en fonction des cartons obtenus indiquant les déplacements possibles, de la case sur laquelle le pion se trouve, et de l'endroit où sont situés les sacs de pièces d'or, les trésors et les bateaux de pirates sur la planche de jeu. Le hasard semble ici favoriser l'engagement ludique sans toutefois créer un sentiment d'injustice, car les élèves reconnaissent qu'elles ont du contrôle sur le fait de gagner ou de perdre. Tout au long de cette situation, elles cherchent ainsi à mobiliser des stratégies efficaces pour choisir un déplacement avantageux, ce qui nécessite de convoquer des connaissances sur la numération. Le soutien de l'orthopédagogue est toutefois nécessaire lorsque les élèves ne contrôlent pas adéquatement leur déplacement, car le milieu n'offre pas de rétroaction. Un équilibre entre une part de hasard, qui ajoute une certaine frivolité, et une part de contrôle, qui rend le savoir visé utile pour gagner, semble ainsi être une formule intéressante pour favoriser l'articulation des enjeux ludiques et didactiques.

Conclusion

Un certain nombre d'études (Dorier & Maréchal, 2008 ; Dumais, 2005 ; Kiili *et al.*, 2018 ; Vogt *et al.*, 2018) montrent que le caractère ludique des situations peut être favorable à l'enseignement-apprentissage des mathématiques. Une particularité de notre recherche était de mettre à l'épreuve des situations à caractère ludique en contexte orthopédagogique. Considérant qu'un appui sur le jeu peut être intéressant, dans ce contexte, pour ajouter une touche de frivolité et ainsi encourager la prise de décisions des élèves malgré la proximité de l'orthopédagogue, nous avons construit et expérimenté une séquence d'enseignement sur la multiplication et la numération décimale de position composée de différentes situations à caractère ludique, et analyser l'incidence des caractéristiques des situations sur l'engagement et l'apprentissage des élèves. Si les situations de la séquence se distinguent les unes des autres, elles comportent toutefois chacune un potentiel didactique et un potentiel ludique.

À l'instar de Brousseau (2002), il nous semble qu'un jeu ne peut être véritablement favorable à l'apprentissage des mathématiques que si une analyse didactique spécifiant les possibilités d'actions des élèves est réalisée. C'est dans cette perspective que les situations à caractère ludique, dans notre étude, ont été soigneusement choisies/construites de façon à faire apparaitre chez les élèves les stratégies souhaitées, et ainsi à rendre utiles les connaissances mathématiques visées par l'enseignement. Nos résultats montrent que le jeu sur les valeurs des variables didactiques, dans les trois situations, a favorisé le recours à des stratégies de plus en plus évoluées sur le plan mathématique.

Les situations mathématiques de notre séquence comportent par ailleurs chacune un potentiel ludique généré par différents éléments (le hasard, la compétition, le second degré…) qui interagissent entre eux. Notre recherche montre que les enjeux ludiques et didactiques sont plus ou moins liés entre eux, selon les caractéristiques des situations. Les situations dans lesquelles le gain repose sur les connaissances engagées favorisent davantage la liaison entre les enjeux didactiques et ludiques que celles faisant intervenir le hasard. Cependant, le hasard apparait intéressant pour rompre avec les tâches scolaires habituelles et favoriser l'engagement ludique.

Notre recherche a par ailleurs permis d'articuler les positions de joueur, d'actant, d'apprenant et d'élève au concept de contrat didactique et ludique pour ainsi analyser l'incidence des caractéristiques de situations à caractère ludique sur l'engagement des élèves, en prenant en compte la nature de l'engament, ludique et cognitif. Elle permet de plus de préciser comment une orthopédagogue gère simultanément les enjeux ludiques et didactiques, selon les caractéristiques des situations, afin de maintenir l'engagement des élèves tout en favorisant leur apprentissage. Alors que certaines interventions visent strictement un des enjeux (soit ludique, soit didactique), d'autres visent à la fois à assurer le bon déroulement du jeu et à favoriser l'avancement du savoir. Il serait toutefois pertinent de poursuivre l'étude de l'articulation entre les positions adoptées par les élèves et les interventions de l'orthopédagogue. D'une certaine façon, l'orthopédagogue, comme les élèves, adopte différentes positions au cours de situations à caractère ludique, passant par exemple d'une position d'adversaire de jeu à une position d'orthopédagogue.

Au cours de notre étude, nous nous sommes par ailleurs questionnées sur la façon dont les élèves cadrent leur activité. De leur point de vue, s'agit-il d'un jeu et/ou d'une situation d'apprentissage ? Des entrevues auprès des élèves seraient nécessaires pour répondre à cette question. Cela étant dit, l'important, pour l'apprentissage, n'est pas tant que les élèves aient le sentiment de jouer, mais plutôt que les caractéristiques des situations favorisent la dévolution. Et sur ce point, nos résultats suggèrent que le caractère ludique des situations peut agir comme levier, en contexte orthopédagogique, pour favoriser l'engagement d'élèves identifiés en difficulté en mathématiques et instaurer un climat propice aux interactions entre les élèves à propos du savoir, à la prise de décision et à l'apprentissage.

Bibliographie

Ahmad, F. (2014). *Étude des déterminants anthropo-didactiques de l'usage des jeux à l'école maternelle dans l'enseignement des mathématiques* [thèse de doctorat, Université de Bordeaux]. https://theses.hal.science/tel-01132569/

Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherche en didactique des mathématiques*, *9*(3), 281-308.

Ascher, M. (1998). *Mathématiques d'ailleurs*. Seuil.

Atkins, I. (2020). *L'enseignement-apprentissage des structures additives auprès d'élèves ayant un trouble du spectre de l'autisme sous l'angle de la théorie des situations didactiques.* [Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal]. Archipel.

Barallobres, G. (2006). *Enseignement introductif de l'algèbre et validation* [Thèse de doctorat, Université de Montréal]. Papyrus. https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/16466

Barallobres, G. & Bergeron, L. (2020). Pratiques efficaces d'enseignement des mathématiques : une analyse du point de vue de la didactique des mathématiques. *Recherche en didactique des mathématiques*, *40*(1), 97-134.

Brougère, G. (2005). *Jouer/apprendre.* Economica.

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

Brousseau, G. (2002). Les doubles jeux de l'enseignement des mathématiques. *Revue du centre de recherche en éducation, Université de Saint Etienne*, *22*(23), 83-155.

Brousseau, G. (2009). *Le cas de Gaël revisité* (1999-2009). https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00582620

Butlen, D. & Vannier, M. P. (2010) Un exemple de situation pour la formation ASH (option D) [Atelier]. In *Actes du 37e colloque de la commission permanente des IREM sur l'enseignement élémentaire, COPIRELEM 2010 : L'enseignement des mathématiques à l'école : l'évaluation dans tous ses états*, La Grande Motte. https://publimath.apmep.fr/numerisation/WO/IWO11006/IWO11006.pdf

Chaniac, C., Charnay, R., Douaire, J., Guillaume, J.-C. & Valentin, D. (1995). *Un, deux… beaucoup, passionnément ! Les enfants et les nombres.* ENS éditions.

Dorier, J.-L. & Maréchal, C. (2008). Analyse didactique d'une activité sous forme de jeu en lien avec l'addition. *Grand N*, *82*, 69-89.

Duflo, C. (1997). *Jouer et philosopher*. PUF.

Dumais, S. (2005). *L'utilisation du jeu en classe préscolaire pour viser le développement du concept de nombre* [Thèse de doctorat, Université de Montréal]. Papyrus. https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/16465

Fénichel, M. & Pfaff, N. (2005). *Donner du sens aux mathématiques. Tome 2. Nombres, opérations et grandeurs.* Bordas.

Giroux, J. (2007). Adapter l'enseignement en classe d'adaptation scolaire ? La Théorie des situations didactiques à la rescousse des difficultés d'enseignement aux élèves en difficulté d'apprentissage [Communication orale]. *Symposium : Entre didactique et politique : Actualités de la Théorie des situations didactiques à propos de quelques questions vives sur l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire*, Bordeaux.

Héroux, S. & Poirier, L. (2012). Les jeux mathématiques pour développer la démocratie dans une classe de milieu défavorisé. *International Journal for Mathematics in Education*, *4*, 263-268.

Houle, V. (2019). L'enseignement des structures multiplicatives : regard critique sur le contenu de cahiers d'activités du 2e cycle du primaire. *Revue de l'ADOQ, 7,* 26-35.

Houle, V., Atkins, I. & Ghailane, O. (sous presse). Le jeu mathématique comme levier à la dévolution en contexte orthopédagogique. Actes du 8e colloque de l'Espace Mathématique Francophone : *L'activité mathématique dans une société en mutation : circulations entre recherche, formation, enseignement et apprentissage*, Cotonou, Bénin.

Kiili, K., Ojansuu, K., Lindstedt, A., & Ninaus, M. (2018). Exploring the educational potential of a game-based math competition. *International Journal of Game-Based Learning, 8*(2), 14–28. https://doi.org/10.4018/IJGBL.2018040102

MARGOLINAS, C. (1993). *De l'importance du vrai et du faux*. La Pensée Sauvage.

MARY, C. (2003). Interventions orthopédagogiques sous l'angle du contrat didactique. *Éducation et francophonie*, *31*(2), 103-124.

NUMA-BOCAGE, L. & BIERI, M. (2015). Apprentissages mathématiques avec les jeux de société et médiation didactique auprès d'élèves en difficulté. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, *2*(70-71), 181-194.

PELAY, N. (2011). *Jeu et apprentissages mathématiques : élaboration du concept de contrat didactique et ludique en contexte d'animation scientifique* [Thèse de doctorat, Université Claude Bernard]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00665076/document

PELTIER, M-L. (2000). Les jeux mathématiques sont-ils la panacée à la démotivation des élèves ? *Grand N, 67*, 33-40.

RABECQ-MAILLARD, M. (1969). *Histoire des jeux éducatifs*. Nathan.

TOURIGNY, C. (2004). *Une intervention en mathématiques en milieu défavorisé s'articulant sur le jeu : contribution au développement de compétences mathématiques chez les enfants* [Mémoire de maîtrise, Université de Montréal]. Papyrus. https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/14456

VOGT, F., HAUSER, B., STEBLER, R., RECHSTEINER, K., & URECH, C. (2018). Learning through play– pedagogy and learning outcomes in early childhood mathematics. *European Early Childhood Education Research Journal, 26*(4), 589–603. https://doi.org/10.1080/1350293X.2018.1487160