

L'ATELIER DES POTIONS – UN JEU DIDACTIQUE ET LUDIQUE POUR L'APPRENTISSAGE ET L'ENSEIGNEMENT DES FRACTIONS

Alix **BOISSIERE**
IMAG, Univ Montpellier, CNRS, Montpellier, France
Plaisir Maths R&D
alix.boissiere@umontpellier.fr

Nicolas **PELAY**
Plaisir Maths R&D
nicolas.pelay@plaisir-maths.fr

Résumé

Ce texte reprend les grandes lignes de l'exposé que nous avons donné au séminaire national de l'ARDM en mars 2018 et dont la vidéo est accessible en ligne. Nous y avons présenté les travaux de recherche du collectif Plaisir Maths et en particulier la conception d'un jeu didactique et ludique pour l'enseignement et l'apprentissage de la notion de fractions : l'Atelier des potions®.

Mots clés

Jeu, Contrat didactique et ludique, Fractions, Atelier des potions®

I. INTRODUCTION

L'Atelier des potions est un jeu didactique et ludique conçu par des chercheurs, enseignants et animateurs du collectif Plaisir Maths¹ pour jouer et apprendre les fractions. Il est le fruit d'un projet de recherche et développement (R&D) mené en didactique des mathématiques au sein de Plaisir Maths R&D. Dans la continuité de la thèse de Pelay (2011) et de ses travaux de recherche sur la dialectique jeu/apprentissage en mathématiques. La thèse de Boissière est en cours de réalisation en lien avec ce nouveau jeu.

Dans une première partie, nous revenons sur les origines et les enjeux du projet didactique de Plaisir Maths, puis dans une deuxième partie nous décrivons le jeu Atelier des potions² et le cahier des charges qui a permis de le réaliser. Dans une troisième partie, nous détaillons le processus de recherche et développement et explicitons les choix opérés pour permettre sa réalisation.

¹ www.plaisir-maths.fr

² www.atelier-potions.fr

II. ORIGINE ET ENJEUX DU PROJET

1. Le travail de Pelay

Le travail de thèse de Pelay (2011) est le premier à mettre la dialectique jeu/apprentissage au cœur d'une problématique de recherche en didactique des mathématiques. Pelay a adapté des situations didactiques pour les rendre viables dans le contexte d'animation scientifique dans lequel il a mené ses expérimentations (séjours de vacances, fête de la science, classe de découverte, etc.). Il montre que le jeu est un moteur du processus de dévolution et qu'il existe, dans la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998), une dimension ludique intrinsèquement liée à la dimension didactique.

Le concept de contrat didactique et ludique est élaboré afin d'étudier les interactions entre un animateur et des enfants. Il est défini comme 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.

L'élaboration de ce concept montre ainsi qu'il est possible d'objectiver la dimension ludique d'une activité, et en particulier qu'il existe des ressorts ludiques³ internes à une situation didactique.

Une perspective de recherche, pour Pelay, est qu'il devient désormais possible d'intégrer la dimension ludique dès le processus de conception d'ingénierie didactique, ce qui ouvre la perspective de concevoir des « ingénieries didactiques et ludiques » : elles sont définies comme des ingénieries didactiques incluant la dimension ludique dans le processus de conception. L'objectif est notamment de pouvoir développer des ingénieries de développement adaptées au terrain en même temps que des recherches didactiques en lien avec la dialectique jeu/apprentissage.

Pour développer des recherches didactiques dans le champ encore peu étudié de l'animation scientifique, Nicolas Pelay s'engage de façon pratique : il expérimente par lui-même certaines animations scientifiques, s'engage en tant que directeur de séjour de vacances, forme de nouveaux animateurs scientifiques, etc. Cela le conduit à développer une méthodologie de recherche spécifique, la méthodologie des trois pôles (Pelay, 2016), pour rendre compte de son implication sur le terrain, et de l'impact sur ses recherches didactiques.

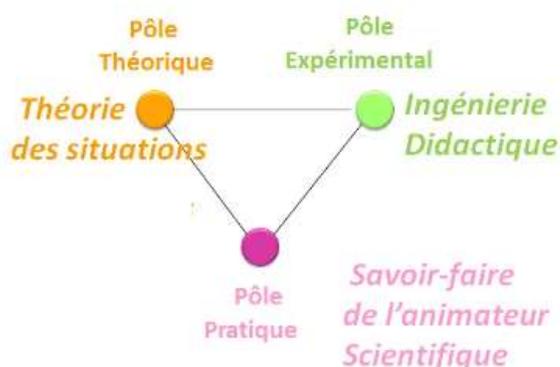


Illustration 1: Schéma de la méthodologie des trois pôles, Pelay (2016).

³ La course, la compétition, l'imaginaire et la recherche de stratégies sont par exemple les ressorts ludiques présents dans la situation didactique principale expérimentée et analysée dans la thèse de Pelay (2011). La notion est détaillée page 110.

2. Le projet didactique de Plaisir Maths

Afin de pouvoir poursuivre ses recherches sur la dialectique jeu/apprentissage, Pelay a fondé en 2011 Plaisir Maths, une structure de diffusion des mathématiques regroupant des chercheurs en didactique, des enseignants et des animateurs mathématiques. Les animations y sont conçues et expérimentées en lien avec l'approche théorique développée dans sa thèse, et la méthodologie des trois pôles devient une méthodologie de recherche et de développement (Pelay, 2016). Pour accompagner et rendre possible cette démarche, un nouveau métier est développé au sein de Plaisir Maths, celui d'ingénieur didactique, centré sur la conception d'animations, de jeux et de ressources, en lien direct avec la recherche en didactique des mathématiques.

Depuis sa création, Plaisir Maths a ainsi mené plus de 500 animations dans et hors la classe, et nous collaborons avec la maison des mathématiques et du numérique de Belgique (MDMEN), la Maison des Mathématiques et de l'Informatique de Lyon (MMI), et menons des projets de recherche et développement comme « L'atelier des potions » ou « les mathématiques, c'est stratégique » (Boissière, Pelay & Rougetet, 2017).

L'équipe de recherche et développement de Plaisir Maths poursuit le travail de recherche sur la dialectique jeu/apprentissage, et selon plusieurs axes :

Axe 1 : Elaboration d'animations, de jeux, de matheliers⁴ et d'ingénieries didactiques et ludiques

Nous nous questionnons sur les activités et les jeux proposés pour optimiser les liens entre jeu et apprentissages mathématiques, sur la classification de ceux-ci, et leur intégration dans les processus d'enseignement et d'apprentissage. Nous travaillons à développer les concepts introduits par Pelay (2011), notamment en vue de développer à terme des ingénieries didactiques et ludiques.

Axe 2 : Pratiques ludiques des enseignants et des animateurs

Nous cherchons à caractériser les pratiques des enseignants et des animateurs en formation et en ressource sur l'utilisation du jeu pour l'enseignement, l'apprentissage et la diffusion des mathématiques dans et hors la classe.

Axe 3 : Évaluation et impact des activités didactiques et ludiques

L'objectif est de mesurer l'impact et les effets de l'utilisation du jeu sur les élèves et les enfants : quels sont les apprentissages réalisés ? Comment évoluent la relation aux mathématiques ? Quels sont les effets sur le long terme de la mise en place de pratiques ludiques dans l'enseignement des mathématiques ?

3. Connexions avec la MMI

La maison des mathématiques et de l'informatique de Lyon (MMI⁵) est un lieu privilégié pour les expérimentations menées par Plaisir Maths. C'est un lieu de diffusion des sciences dédié aux sciences mathématiques et informatiques via une approche vivante, ludique et pluridisciplinaire, et connecté au milieu de la recherche universitaire. Entièrement pilotée par des enseignants-chercheurs passionnés, elle a été créée en 2012 par le Laboratoire d'excellence en Mathématiques et Informatique fondamentale de Lyon et déploie toute l'année des actions pédagogiques et innovantes à destination de publics variés : élèves, enseignants, grand public. L'offre d'animation est le résultat d'une collaboration avec des partenaires éducatifs et les acteurs associatifs lyonnais.

Plaisir Maths anime tous les samedis après-midi une ludothèque mathématique pour le grand

⁴ Le concept de mathelier® est un concept d'atelier mathématique développé au sein de Plaisir Maths qui vise à faire diffuser les mathématiques de façon ludique en intégrant des problématiques de recherche didactique et en s'appuyant sur la méthodologie des trois pôles.

⁵ www.mmi-lyon.fr

public, et mène tout au long de l'année des animations à destination des écoles avec des profils de classe très différents : classes de la grande section à la terminale, ordinaires, REP, REP+, Ulis, non francophones, etc.

La multitude des animations et la diversité des conditions d'animation nous permettent de mettre à l'épreuve la robustesse de nos activités au cours du temps, et de développer un pôle pratique consistant pour poursuivre nos recherches théoriques.

III. L'ATELIER DES POTIONS : UN JEU DIDACTIQUE ET LUDIQUE

Les animations menées à la MMI avec des groupes scolaires nous ont amené à considérer le fait que les résultats de la thèse de Pelay pourraient être pertinents en contexte d'éducation formelle. Nous avons commencé à travailler à la transmission de notre savoir-faire aux enseignants, dans l'optique de leur fournir les moyens de mettre en place des ingénieries didactiques et ludiques dans leur classe. Partant de ces observations, nous avons souhaité développer un jeu didactique pour le cycle 3 et prenant en compte l'intégration des composantes didactique et ludique dès la phase de conception.

1. Cahier des charges

Pour réaliser le jeu, nous avons défini un cahier des charges constitué de trois catégories : didactique, ludique, et utilisation en classe.

Sur le plan didactique, nous nous appuyons sur la théorie des situations didactiques, et nous identifions les caractéristiques didactiques que nous souhaitons retrouver dans notre jeu :

- un jeu qui favorise le processus de dévolution, permettant à la fois l'entrée et le maintien dans l'activité ;
- un jeu avec un fort potentiel d'adidacticité, et qui puisse s'insérer dans une séquence didactique articulant des situations d'action, de formulation et de validation ;
- un jeu qui laisse des choix possibles pour les variables didactiques mathématiques et d'organisation, afin de donner aux enseignants et animateurs de nombreuses possibilités d'action.

Sur le plan du ludique, l'objectif est d'élaborer un jeu de société qui puisse fonctionner comme tel, indépendamment de toute intention didactique *a priori*, et qui puisse être joué aussi bien à l'école que hors l'école. Nous souhaitons une grande part de manipulation, une contextualisation motivante et accrocheuse, et surtout de nombreux ressorts ludiques pour que la majorité des enfants puissent y trouver une caractéristique ludique qui leur plait. Plus le jeu comporte de ressorts ludiques, plus il a de chance de plaire à un grand nombre de joueurs.

Enfin, nous souhaitons que ce jeu puisse être un véritable outil d'enseignement en classe, dans la mesure où notre objectif est d'élaborer un jeu pour l'enseignement des mathématiques. En collaboration avec des enseignants du cycle 3, nous avons défini les critères suivants :

- le thème du jeu doit être une notion du programme scolaire ou une compétence du socle commun ;
- le jeu doit permettre le travail autonome des élèves ;
- l'ergonomie du jeu doit être adaptée à une utilisation en classe (facile à installer et à ranger, matériel adapté aux élèves, plusieurs modalités d'utilisation, etc.) ;
- la durée d'une partie doit être modulable ;
- les règles et la prise en main du jeu doivent être simples et faciles à comprendre.

2. La notion de fraction

L'appropriation du concept de fraction, introduite actuellement dans le curriculum français au cours du cycle 3, est complexe et source de difficultés pour de nombreux élèves tout au long de leur scolarité. Cette notion fait l'objet de travaux en didactiques des mathématiques constants depuis les années 1970, avec les travaux pionnier de Brousseau (1981), jusqu'à plus récemment, avec ceux d'Allard (2016) et Alahmadati (2016). De nombreuses difficultés conceptuelles décrites dans les travaux en didactiques sont le résultat des multiples interprétations possibles des fractions, selon le contexte d'utilisation et les problèmes associés.

Parmi les travaux menés en didactique, trois ingénieries ont été transposées, du moins en partie, dans l'enseignement ordinaire : l'ingénierie longue de Brousseau destinée à capturer l'ensemble de la notion, l'ingénierie de Douady et Perrin-Glorian (1986) constituée de situations visant à présenter les fractions comme outil à la résolution de problème, et l'ingénierie du groupe ERMEL proposant une introduction des fractions par le rapport de mesures de grandeurs.

Pour autant, l'enseignement des fractions demeure pour beaucoup d'enseignants du cycle 3 une réelle difficulté professionnelle sur laquelle ils sont en demande d'outils pédagogiques adaptés et de formation, et c'est pourquoi nous faisons l'hypothèse que le développement d'un jeu sur les fractions sera favorable au développement d'une problématique de recherche et de développement autour de la notion d'ingénierie didactique et ludique.

3. Présentation du jeu

L'Atelier des potions est un jeu de plateau qui peut se jouer seul, en binôme ou à quatre. Les joueurs sont des apprentis sorciers qui gagnent des points de magie en réalisant des potions. Au départ, chaque sorcier a devant lui un chaudron et un plateau avec quatre types d'ingrédients (des araignées, des grenouilles, des raies et des serpents) qui sont prédécoupés en morceaux (demis, tiers, quarts, neuvièmes, dixièmes, etc.).

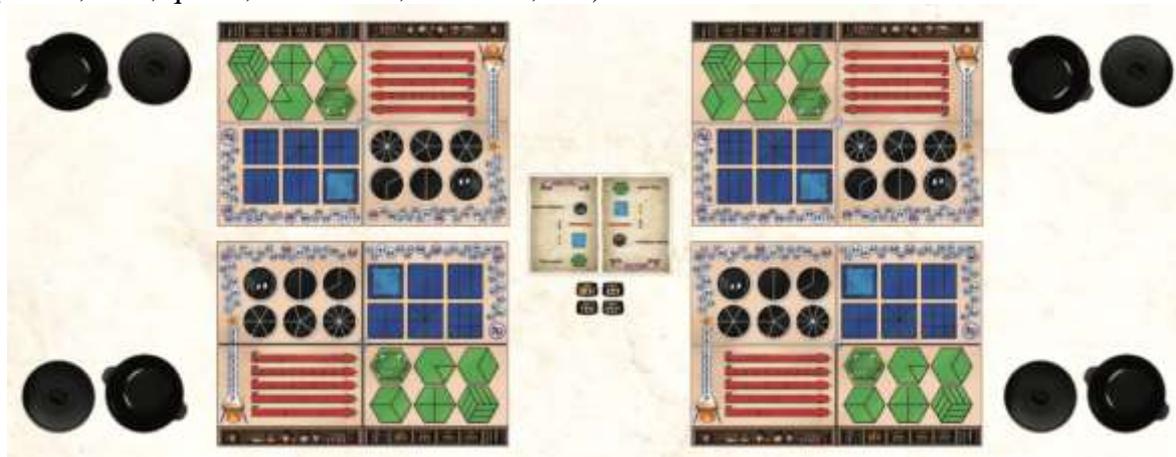


Illustration 2 : Exemple de configuration du jeu pour 4 joueurs.

Au signal, une recette est dévoilée et chaque joueur doit la réaliser en plaçant les morceaux d'ingrédients appropriés dans le chaudron. Il mise ensuite l'un des « jetons étoiles » à sa disposition sur le plateau, et referme son couvercle.

Par exemple, pour la potion n°16 ci-dessous, le joueur doit prendre trois neuvièmes de grenouille, deux huitièmes de raie, un sixième d'araignée, trois dixièmes de serpent.



Illustration 3 : Carte potion n°16

Lorsque tous les joueurs ont fini la recette, ils vérifient alors leur recette à l'aide du grimoire des solutions en l'ouvrant à la page correspondant à la potion en cours. Ils superposent à tour de rôle le contenu de leur chaudron sur les illustrations, et si l'ensemble des pièces se superposent exactement à l'illustration, cela signifie que les joueurs ont pris la bonne quantité d'ingrédients, et que la potion réalisée est correcte.

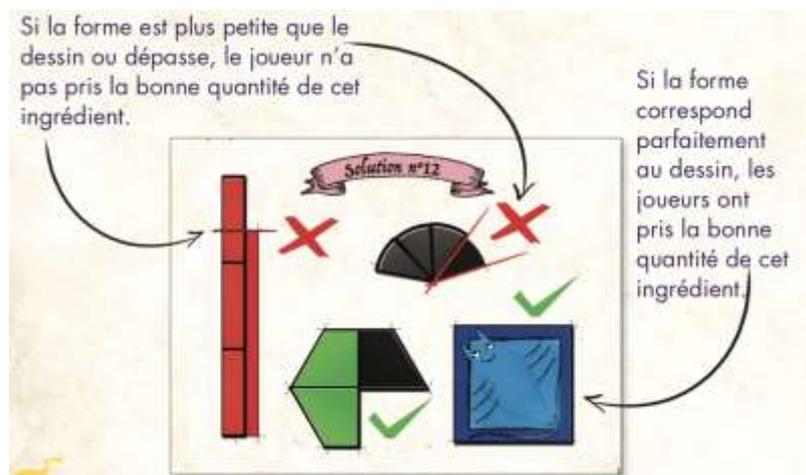


Illustration 4 : Exemple de vérification à l'aide du grimoire.

Lorsque la recette est correcte, le joueur marque autant de points de magie qu'il y a d'étoiles sur le jeton qu'il a choisi, et sinon (c'est-à-dire lorsque la quantité d'au moins un ingrédient est fautive), le joueur perd autant de points de magie qu'il y a d'étoiles sur le jeton qu'il a choisi. Le but du jeu est d'obtenir au cours d'une partie le plus de points de magie possibles. Ce jeu peut se jouer seul ou à plusieurs avec une autocorrection possible grâce au grimoire des solutions, et selon différents modes (entraînement, duel, coopératif, semi-coopératif, etc.)

4. Méthodologie de conception

Le projet de R&D pour la conception du jeu a commencé en janvier 2017. Cinq prototypes ont été élaborés et testés successivement dans des classes ordinaires et à la Maison des Mathématiques et de l'Informatique. Cette phase s'est achevée en mai 2018 au salon des jeux et de la culture mathématiques avec la première édition du jeu, et le jeu est depuis diffusé dans les écoles et fait l'objet d'une nouvelle phase de recherche et de développement.

Acteurs de la conception du jeu

Nous avons développé l'Atelier des potions dans l'optique de construire une ingénierie didactique et ludique, au sens de Pelay (2011), autour de celui-ci. De plus nous souhaitons que le jeu, et plus tard l'ingénierie didactique et ludique élaborée autour de ce jeu, puissent être utilisés dans le contexte de l'enseignement ordinaire. Afin d'assurer l'adaptabilité de notre jeu à l'enseignement ordinaire, au sens de Perrin-Glorian (2011), nous avons choisi de collaborer avec des enseignants du cycle 3 dès le début de la conception du jeu. Nous avons en effet fait appel à eux dès le choix de la notion sur laquelle nous allions baser le jeu (à l'aide d'un questionnaire) et lors de l'élaboration du cahier des charges. Cependant, l'ensemble des enseignants avec lesquels nous avons collaboré n'avait pas la même implication dans le projet. Au cœur du projet se trouve la cellule de conception du jeu, divisée en deux noyaux : le noyau de recherche et le noyau développement. Le noyau de recherche regroupe Alix Boissière, doctorante en didactique des mathématiques à l'université de Montpellier, ainsi que ses directeurs de thèse : Viviane Durrand-Guerrier et Nicolas Pelay. Le noyau de développement regroupe quant à lui une ingénieure en didactique des mathématiques travaillant pour Plaisir Maths, et deux enseignantes en cycle 3 associées à Plaisir Maths, une enseignante en élémentaire et une enseignante au collège.

Autour de la cellule de conception, et englobant celle-ci, se trouve l'ensemble des enseignants qui nous ont permis de tester et d'expérimenter le jeu à différentes étapes de sa création. Il s'agit soit d'enseignants faisant partie de la cellule de conception soit d'enseignants connectés à Plaisir Maths et familiers avec nos activités. La majorité de ces enseignants sont recrutés par le biais de visites à la MMI. Ces enseignants testent les différents prototypes du jeu et, permettent par leurs retours, de faire des choix à différentes étapes de conception du jeu pour parvenir au jeu tel qu'il est aujourd'hui (aussi bien du point de vue du matériel, que des règles et des ressources annexes).

Finalement, nous avons une communauté d'acteurs de l'enseignement (enseignants, formateurs, inspecteurs) à qui nous soumettons certains choix par le biais de questionnaires diffusés sur les réseaux sociaux, par email via les inspecteurs, et lors d'événements tels que les journées de l'APMEP. Certains détails du jeu, comme par exemple le choix du thème des fractions, découlent des réponses à ces questionnaires.

Cycles de conception

A partir du cahier des charges, élaboré avec la cellule de conception, le développement du jeu s'est effectué en ensemble de cycles (10 au total) constitués de 3 phases :

- Phase divergente. C'est une phase d'exploration pour la cellule de conception, à la suite de questionnements qui ont émergés lors du cycle précédent (ou lors de l'élaboration du cahier des charges au début de notre projet). Chaque membre de la cellule génère de nouvelles idées sur le matériel ou les règles du jeu qui sont par la suite transmises au reste de l'équipe.
- Phase convergente. Lors de cette phase la cellule de conception discute l'ensemble des propositions faites et choisit celles qui seront prises en compte pour le nouveau prototype.
- Phase de test du prototype. Les choix fait à l'étape précédente ont mené à un nouveau prototype qui est testé par les expérimentateurs de développement. Cela permet la validation ou le rejet des différents aspects du prototype et l'émergence de nouveaux questionnements.

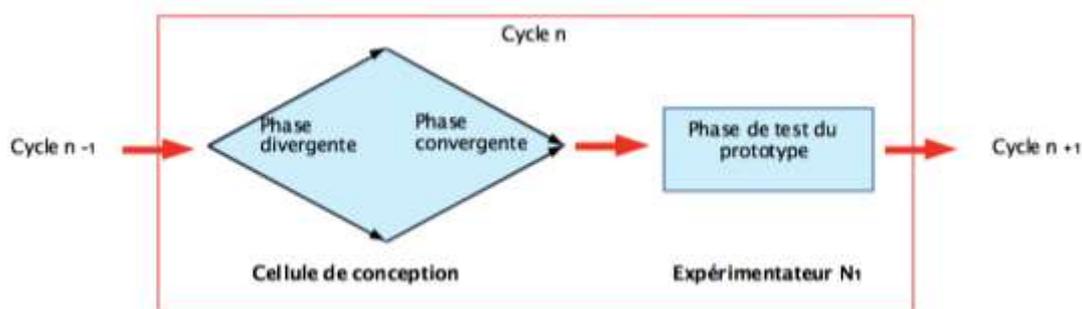


Illustration 5 : Cycles de conception.

IV. PROCESSUS DE CONCEPTION

Dans cette partie, nous décrivons le processus de conception de l'atelier des potions, en explicitant les choix qui ont été réalisés en lien avec la réflexion didactique et les contraintes du cahier des charges. Ce travail, objet de la thèse en cours d'Alix Boissière, vise à poursuivre la problématisation et conceptualisation de la dialectique jeu/apprentissage initiée dans la thèse de Pelay (2011).

1. Principe du jeu et intégration didactique-ludique

Lors du premier cycle de conception et après avoir choisi de développer un jeu de plateau autour de la notion de fraction, l'équipe des ingénieurs didactiques de Plaisir Maths s'est lancée dans une phase exploratoire de développement. Cette phase d'exploration a été guidée par les usages que nous souhaitons pouvoir faire du jeu aussi bien en contexte didactique, au sens de Brousseau, qu'en contexte ludique, et il s'est dégagé une tendance dans l'ensemble des propositions faites : l'articulation d'un objectif didactique avec une mécanique de jeu⁶. Il s'agit d'une articulation dans le sens où l'objectif est d'obtenir une intégration des dimensions didactiques et ludiques : nous ne voulions ni habiller un objectif didactique d'attributs ludiques (comme l'imaginaire, la manipulation, le comptage de points), ni ajouter à une mécanique ludique des éléments mathématiques (comme créer un mistigri avec des représentations de fractions sur les cartes).

Pour réussir à articuler les deux dimensions didactique et ludique, et ne pas se contenter de les juxtaposer, nous avons besoin d'une mécanique de jeu suffisamment robuste pour pouvoir être utilisée en contexte ludique sans intention didactique et qu'elle puisse, en même temps, être porteuse d'intentions didactiques lors d'une utilisation en contexte didactique, sans que le jeu disparaisse derrière les tâches didactiques.

Pour l'élaboration du jeu, nous avons choisi de nous centrer sur le genre de tâches suivant : reconnaître parmi un ensemble de représentations graphiques, en termes de rapport d'aire, celle(s) qui correspond(ent) à une fraction donnée. Ce genre de tâches est un objectif didactique au programme scolaire et souvent utilisé à la base des jeux que nous avons identifiés. De plus,

⁶ Une mécanique de jeu est l'agencement de mécanismes, tels que le déplacement d'un pion sur un plateau ou le retournement de la première carte d'une pile, caractéristiques d'un jeu ou d'un ensemble de jeux. Par exemple la mécanique du jeu de l'oie, pouvant être déclinée en une multitude de version, et l'agencement de mécanismes suivant : lancé de dé(s), déplacement sur un plateau serpentant, analyse de la case d'arrivée et action correspondante (redescendre par un serpent, monté en haut d'une échelle, fin de la partie si case finale), fin de tour, au joueur suivant.

en adaptant le genre de tâche pour reconnaître parmi un ensemble de pièces géométrique celle(s) correspondant à une fraction donnée d'une autre pièce géométrique, nous pouvions remplir la contrainte de manipulation de notre cahier des charges.

Avec cette dimension de manipulation, le genre de tâche que nous avons choisi nous semblait proche d'une mécanique à la base de nombreux jeux (tel que Bazar Bizarre, Crazy Cups, ou Dr Eureka) : retourner une « carte consigne » au centre de la table, réaliser tous en même temps et le plus rapidement possible le défi de manipulation (sélection ou agencement) donné par la carte, annoncer dès qu'un joueur a fini, vérification par les pairs, gain (ou non) de la « carte consigne », tour suivant. Cette mécanique, étant utilisée pour de nombreux jeux du commerce s'adressant à des enfants à partir de 6 ans, est de fait suffisamment robuste pour permettre une utilisation en contexte ludique et adaptée aux élèves du cycle 3. Par ailleurs, le cœur de la mécanique étant la réalisation d'une consigne de manipulation, nous avons fait l'hypothèse qu'elle pouvait être porteuse de nos objectifs didactiques à condition que la « carte consigne » corresponde à une liste de fractions correspondant aux pièces que les élèves doivent « attraper ». Nous avons à cette étape, l'ébauche d'un jeu didactique et ludique⁷:

- D'une part, le jeu est porteur de plusieurs ressorts ludiques : la compétition avec l'aspect course, le défi avec les difficultés de la consigne, le matériel de jeu qu'il faut attraper ou agencer et l'attente pendant la vérification du résultat par les pairs.
- D'autre part, le jeu est porteur d'enjeux didactiques : la prise des pièces pour réaliser les recettes de potions est directement connectée avec les enjeux didactiques sur les fractions.

Après une contextualisation ludique dans un univers magique où l'enjeu est la réalisation de potions magiques, nous avons joué sur les nombreuses variables didactiques à notre disposition et les ressorts présentés ci-dessus pour nous assurer d'avoir un bon équilibre entre les dimensions didactiques et ludiques.

2. L'impact de notre cahier des charges sur nos choix

L'ébauche de jeu que nous avons dégagée en articulant un genre de tâches didactiques avec une mécanique de jeu, comportait de nombreuses variables didactiques et ressorts ludiques sur lesquels nous pouvions jouer pour nous assurer d'avoir un bon équilibre entre les dimensions didactiques et ludiques. L'objectif de concevoir un jeu de société qui contienne du matériel ne pouvant plus être modifié une fois le jeu édité, nous a amené à fixer la valeur de certaines de ces variables. Les contraintes de notre cahier des charges ont guidé les différents choix que nous avons pu faire. Nous vous en présentons ici trois exemples.

Le choix du matériel pour un apprentissage de la notion d'équivalence de fractions

Après avoir fait le choix d'utiliser des formes géométriques pour représenter des fractions et fixé d'avoir quatre formes différentes représentant l'unité (carré, hexagone, disque et réglette) correspondant à quatre ingrédients, il nous fallait choisir quelles partitions de chacune des formes nous souhaitions avoir. Nous avons déjà fait le choix d'avoir plusieurs partitions régulières de chacune des formes unités. De nombreuses partitions ont été écartées pour des raisons géométriques ou ergonomiques, et d'autres ont été écartées par les recommandations du programme scolaire sur les fractions à utiliser au cycle 3.

Concernant la variable « partition de l'hexagone », parmi les valeurs restantes à cette étape, nos choix ont été guidés par l'utilisation que nous voulions faire du jeu. En effet, nous souhaitions que le jeu permette l'apprentissage de la notion de fraction équivalente (au cœur du programme

⁷ Ce terme est en cours de conceptualisation, et il sera à questionner par rapport au terme de jeu-situation proposé par Rousson dans sa thèse (Rousson, 2017).

sur les fractions au cycle 3). Nous souhaitons que le jeu, et en particulier le matériel, soit porteur de cet enjeu didactique. Pour cela, nous avons fait le choix de ne pas mettre dans le matériel toutes les représentations des fractions possibles, de sorte à rendre nécessaire pour le joueur le recours à l'équivalence de fractions.

Par exemple, pour la partition de l'hexagone (grenouille), nous avons mis la partition en quatre quarts, mais pas la partition en deux demis de sorte que lorsque la demi-grenouille sera demandée (par exemple avec la carte 48), les joueurs seront obligés de prendre un ensemble de pièces équivalentes, comme par exemple deux quarts.



Illustration 6 : Potion n°48 et détail des pièces de la grenouille (hexagone).

Le choix du matériel pour un apprentissage de la notion de décomposition des fractions supérieures à 1

La décomposition des fractions supérieures à un en une partie entière et une partie fractionnaire (inférieure à un) est une autre notion au cœur du programme du cycle 3. Elle permet d'introduire par la suite les fractions décimales et l'écriture décimale. Nous souhaitons que le jeu permette d'aborder cette notion.

Parmi les valeurs possibles pour les partitions de nos formes géométriques, nous avons fait le choix d'avoir (dans la majorité des cas) exactement quatre quarts, six sixièmes, neuf neuvièmes etc. Nous avons fait ce choix afin de faciliter la reconnaissance de la fraction attribuée à chaque partition. Il se trouve que ce choix permet, par ailleurs, le travail de décomposition des fractions supérieur à 1. En effet, lorsque sur une carte potion il est demandé onze huitième de raie (cf potion n°30), les élèves ne peuvent pas prendre onze fois un huitième puisqu'ils n'ont pas assez de matériel à disposition. Une des stratégies possibles est de prendre une raie entière et trois huitièmes de raie et décomposer ainsi $1\frac{3}{8}$ en $1 + \frac{3}{8}$.

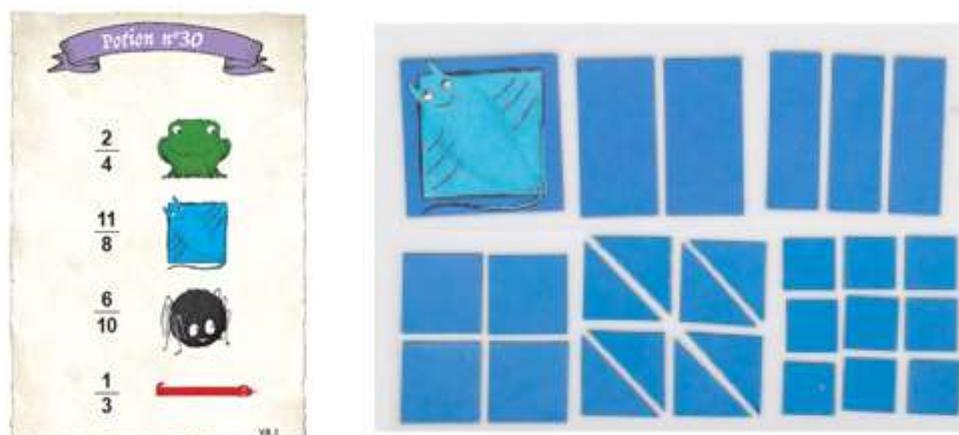


Illustration 7 : Potion n°30 et détail des pièces de la raie (carré).

Afin de permettre une progression didactique vers la décomposition des fractions supérieures à un en partie entière et partie fractionnaire inférieure à un, nous avons créé deux autres types de cartes : les cartes oranges avec une fraction écrite sous la forme $n/n + x/n$ ($x < n$), et les cartes jaunes avec une fraction écrite sous la forme d'un entier plus une fraction inférieure à 1. Elles permettent d'illustrer les différentes étapes du calcul.

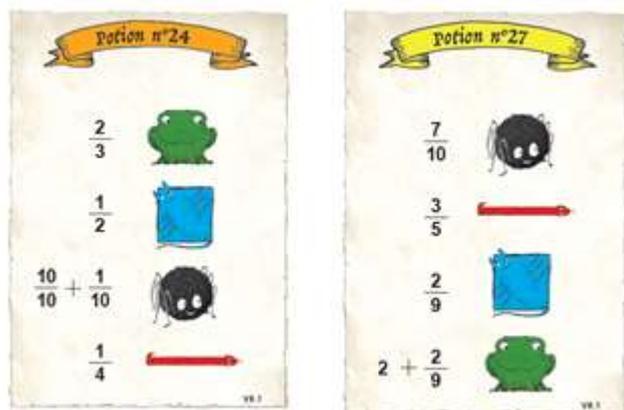


Illustration 8 : Potion n° 24 et n°25.

La représentation des solutions dans le grimoire des solutions

Une des contraintes importantes de notre cahier des charges, liée à une utilisation possible en classe, était que le jeu devait permettre l'autonomie des élèves. Cette contrainte s'est traduite dans notre jeu par la nécessité pour les élèves de pouvoir vérifier si leur potion est juste sans faire appel à l'enseignant. Nous avons pour cela choisi de créer un livret de solutions comme cela se fait aujourd'hui pour de nombreux jeux. Dans le cas de notre jeu, il s'agissait de représenter l'ensemble de pièces à prendre pour obtenir la fraction demandée.

Cependant, dans la majorité des cas, il n'existe pas une solution unique pour obtenir une fraction avec les pièces du jeu, il peut même en exister un grand nombre. Il aurait été trop fastidieux, pour la conception comme pour l'utilisation du grimoire, de lister toutes les combinaisons possibles, si bien que nous avons donc choisi de représenter les solutions sous la forme d'une surface sur laquelle les élèves posent l'ensemble de leurs pièces à la façon d'un puzzle. Si les pièces recouvrent la surface, c'est que les pièces choisies correspondent à une solution.

Une analyse mathématique a ainsi été nécessaire pour déterminer, pour chaque fraction, la forme de la surface solution. Voici un exemple simple : avec les partitions disponibles pour la grenouille hexagonale, nous pouvons former la demi grenouille à l'aide de deux quarts, d'un tiers plus un sixième, ou trois neuvièmes plus un sixième ; et il y a deux représentations d'un demi hexagone dont une seulement permet de valider toutes les solutions (représentation B sur l'illustration 9).

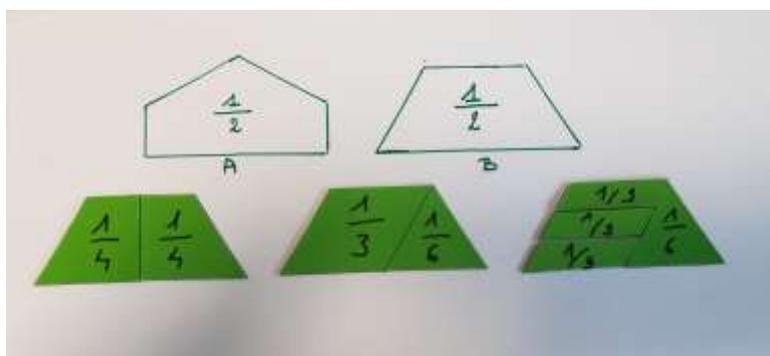


Illustration 9: Représentation d'un demi hexagone avec les pièces disponibles.

Dans ces deux premiers exemples, les choix que nous avons faits portaient sur le matériel

présent dans le jeu, et par conséquent sur le milieu. Dans ce troisième exemple, nous avons joué sur les ressorts ludiques en modifiant les règles du jeu pour remplir une contrainte de notre cahier des charges didactique.

Changement de règles du jeu pour un maintien de la dévolution

Les règles initiales du jeu stipulaient que le premier joueur à avoir fini sa potion l'annonce et stoppe ainsi la recherche des autres joueurs pour que tout le monde vérifie. Cette spécificité des règles du jeu, ne permettait pas de maintenir la dévolution dans l'activité, puisque le joueur le plus rapide empêchait les autres de terminer l'activité. De plus, lors des expérimentations nous avons pu observer que certains élèves, découragés par la rapidité d'un camarade, ne prenaient plus la peine de chercher à concocter la potion.

Le maintien de la dévolution par le jeu étant une contrainte de notre cahier des charges, nous avons donc fait le choix de diminuer le ressort compétition ludique et d'introduire un ressort de pari ludique, en introduisant des jetons de magie où les joueurs parient sur leur réussite. Il y a donc toujours un aspect course dans le jeu (pour récupérer le plus de points), mais tous les joueurs peuvent désormais constituer leur potion jusqu'au bout et gagner des points.

V. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La conception du jeu Atelier des potions et l'explicitation du processus de conception du jeu que nous avons décrit dans cet article est une nouvelle étape dans le projet de recherche et développement de Plaisir Maths sur la dialectique jeu /apprentissage, et la poursuite de l'élaboration théorique initié dans la thèse de Pelay (2011) :

- Les notions de « ressort ludique » et « variable ludique » sont reprises dans la thèse de Boissière en vue d'une conceptualisation plus fine, en ajoutant la notion de « mécanique ludique » pour pouvoir conceptualiser la notion de « jeu didactique et ludique ».
- Le concept de contrat didactique et ludique, élaboré initialement en contexte d'animation scientifique, a été mobilisé pour décrire et analyser les activités menées en classe, si bien que nous faisons aujourd'hui l'hypothèse de sa validité en contexte scolaire.
- La conception du jeu Atelier des potions doit aussi permettre de poursuivre l'objectif de création d'une ingénierie didactique et ludique de deuxième génération, qui était l'une des perspectives de la thèse de Pelay, et qui sera mise en œuvre dans le cadre de la thèse de Boissière.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLARD, C. (1990). *Etude du processus d'institutionnalisation dans les pratiques de fin d'écoles primaire : le cas de l'enseignement des fractions*. Thèse, Université de Paris VII.
- ALAHMADATI, A. (2016). *Autour du concept de fraction à l'école primaire en France. Étude exploratoire des significations de la fraction au travers des manuels scolaires, des représentations et des connaissances des élèves de cycle III*. Thèse, Université Lumière Lyon 2, France.
- BOISSIERE, PELAY & ROUGETET (2017). De la théorie des jeux à l'élaboration d'actions pour l'enseignement et la vulgarisation, Le cas des jeux de type Nim. *Petit X*, 104, 49- 71.
- BROUSSEAU, G. (1981). Problèmes de didactiques des décimaux. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 2(1), 37-128.
- BROUSSEAU, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : la Pensée Sauvage éditions.
- DOUADY, R. & PERRIN-GLORIAN, M-J. (1986). Liaison école-collège : Nombres décimaux. Brochure 62. Paris : IREM de Paris VII.

- PELAY, N. (2011). *Jeu et apprentissages mathématiques. Elaboration du concept de contrat didactique et ludique en contexte d'animation scientifique*. Thèse, Université Claude Bernard Lyon, France.
- PELAY, N. (2016). La méthodologie des trois pôles : une ingénierie de recherche et développement pour l'animation scientifique. In C. Cohen-Azria, M.-P. Chopin et D. Orange Ravachol *Questionner l'espace. Les méthodes de recherche en didactiques (4)* . Presses Universitaires du Septentrion
- PERRIN-GLORIAN, M.-J. (2011). L'ingénierie didactique à l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement de ressources et formations des enseignants. In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, L. Bueno-Ravel, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vandebrouck, F. Wozniak. (Eds.) (pp. 57-78). *En amont et en aval des ingénieries didactiques*. Grenoble: la Pensée Sauvage éditions.
- ROUSSON, L. (2017). *Conception d'un jeu-situation numérique et son appropriation par des professeurs. Le cas de l'enseignement de l'énumération à l'école maternelle*. Thèse, Université Claude Bernard Lyon 1.

MANUELS SCOLAIRES

- ERMEL. (1997). *Apprentissages numériques et Résolution de problèmes CM1*. Paris : Hatier.
- ERMEL. (1997). *Apprentissages numériques et Résolution de problèmes CM2*. Paris : Hatier.