

Année universitaire 2025-2026

**Master Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la
formation**

Mention Premier degré

Jeux de logique pour raisonner et argumenter

Présenté par Pauline SABADIE

Première partie rédigée en collaboration avec Chloé Spica

Mémoire de M2 encadré par Emmanuel BEFFARA

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier mon directeur de mémoire, Emmanuel Beffara, pour son accompagnement attentif, ses remarques pertinentes et son regard bienveillant qui ont grandement contribué à enrichir ma réflexion et à mener ce mémoire à son terme.

Je remercie aussi ma famille qui m'a soutenue tout au long de cette période. Merci d'avoir écouté avec patience mes monologues sur le raisonnement logique, même lorsque le sujet vous échappait. Vos expressions intriguées et vos réactions attentives m'ont souvent fait sourire et m'ont montré que j'étais bien entourée.

Je remercie mes proches pour leur soutien indéfectible dans les périodes les plus difficiles. Merci pour vos mots réconfortants, vos encouragements, vos blagues et vos rires qui ont su alléger les journées les plus stressantes. Votre bonne humeur et votre bienveillance ont été d'un grand réconfort tout au long de ce marathon.

Enfin, je remercie les élèves de CE1 qui ont participé à cette expérience avec bienveillance et enthousiasme. Leur curiosité et leur implication ont été pour moi une véritable source d'inspiration et leur motivation ont rendu ce travail agréable et formateur.

Tables des matières

PARTIE 1 : INTRODUCTION.....	3
1. Exposé de l'importance du problème.....	3
2. Revue de la littérature scientifique.....	4
2.1. La place du raisonnement logique dans les programmes scolaires.....	4
2.2. La ludification.....	5
2.2.1. Lien entre le jeu et le développement cognitif chez l'enfant.....	6
2.2.2. Distinction entre ludification et ludicisation.....	7
2.3. Le raisonnement dit "logique".....	8
2.3.1. Qu'est-ce que raisonner ?.....	8
2.3.2. Logique, raisonnement mathématique et analyse du discours.....	8
2.4. Apports, limites et enjeux didactiques des jeux utilisés en contexte scolaire.....	9
2.4.1. Les jeux numériques.....	9
2.4.2. Une ruse pédagogique ?.....	10
2.4.3. Des intérêts pour les apprentissages.....	10
3. Problématique.....	11
PARTIE 2 : MÉTHODOLOGIE.....	12
1. Présentation de Zermelo.....	12
1.1. Le dispositif.....	12
1.2. Intérêts et pré-requis.....	14
2. Matériel et protocole.....	15
2.1. La démarche.....	15
2.2. Les observables et les données à recueillir.....	18
2.3. Comparabilité et analyse progressive.....	19
2.4. La séquence.....	20
3. Mise en oeuvre.....	22
PARTIE 3 : ANALYSE DES RÉSULTATS.....	22
1. Engagement dans l'activité.....	23
2. Verbalisation du raisonnement logique.....	24
3. Compréhension et usages des quantificateurs logiques.....	26
PARTIE 4 : DISCUSSION ET CONCLUSION.....	27
1. Recontextualisation.....	27
2. Mise en lien avec les recherches antérieures.....	28
3. Limites et perspectives professionnelles.....	29
4. Conclusion.....	31
BIBLIOGRAPHIE.....	32
TABLE DES ANNEXES.....	35

PARTIE 1 : INTRODUCTION

1. Exposé de l'importance du problème

L'école est une institution en constante évolution. Aujourd'hui, l'un des objectifs principaux de l'école est de développer l'autonomie des élèves afin qu'ils soient acteurs de leurs prises d'initiatives. Cependant, lors de certaines activités, cette acquisition n'est pas naturelle pour les élèves, notamment lorsqu'il s'agit de justifier leur raisonnement. Posons une situation rencontrée en classe de CE1, lors d'une séance de mathématiques. Un élève résout un problème et réalise l'opération nécessaire à la résolution de l'exercice. Son calcul étant juste, on aurait pu penser que la situation problème a été bien comprise. Pourtant, lorsqu'on lui demande pourquoi il a réalisé ce calcul, l'élève ne réussit pas à répondre. De plus, il ne parvient pas à formuler une phrase réponse. En l'invitant à justifier son raisonnement, l'élève se retrouve en difficulté, ne comprenant pas l'objectif de cette demande. Alors, on peut se questionner sur la situation dite « problème » et se demander si elle a réellement été comprise. Un constat similaire a été fait en classe de CM2, où les élèves sont censés avoir une plus grande maîtrise du raisonnement. Lors d'une activité, un élève devait déterminer si une affirmation était vraie ou fausse en s'appuyant sur un raisonnement déductif. Il a donné la bonne réponse, mais lorsqu'on lui a demandé de justifier son choix, il s'est contenté de dire : « Parce que je le sais » ou « Parce que c'est comme ça ». Ce manque d'argumentation illustre que même à un niveau plus avancé, la capacité à détailler une réflexion n'est pas systématiquement acquise. Ces observations nous ont conduites à approfondir la question de la justification dans les apprentissages scolaires. En effet, on remarque que la justification était peu abordée à l'école et qu'elle était étroitement liée à de plus larges compétences nécessaires à son apprentissage. De plus, les capacités des élèves à raisonner et à argumenter sont nettement mobilisées lorsque l'élève tente de justifier sa réponse. Pourtant, ces termes ne sont que très rarement cités dans les programmes alors qu'il est essentiel qu'ils soient acquis pour toutes les disciplines abordées à l'école. Face à cette absence, divers procédés pédagogiques peuvent être mis en place afin de travailler les compétences requises à une justification maîtrisée. Dans le cadre de ce mémoire et par le sujet donné, c'est l'apprentissage par le jeu qui a été choisi pour essayer de répondre à cette lacune bien trop présente dans les apprentissages scolaires.

2. Revue de la littérature scientifique

2.1. La place du raisonnement logique dans les programmes scolaires

Dans les programmes du cycle 2 et du cycle 3, on retrouve des formulations qui laissent place à l'utilisation de la logique pour apprendre à raisonner, quelle que soit la discipline étudiée. Par exemple, le programme de cycle 3 en histoire-géographie insiste sur le fait que l'élève doit développer sa capacité à « raisonner, justifier une démarche et les choix effectués » où l'élève doit être capable de « poser des questions et de se poser des questions, de formuler des hypothèses, de vérifier et de justifier » (MEN¹, 2020, p. 67). Également, en mathématiques où dès le cycle 2 les élèves doivent apprendre à justifier de façon rationnelle ce qu'ils font en expliquant pourquoi et comment ils ont procédé. Ainsi, les programmes font de la capacité à raisonner et à justifier un véritable fil conducteur des apprentissages. D'ailleurs, justifier une réponse fait partie des attendus du Socle commun de connaissances, de compétences et de culture : « Raisonner, définir, démontrer et prouver, avoir le sens de la vérité et savoir suspendre son jugement » (MEN, 2025).

Ces dernières années, l'intégration des jeux dans les enseignements a suscité un grand intérêt chez les chercheurs. En effet, cet outil pédagogique serait utile pour répondre aux nouveaux besoins rencontrés dans les écoles et pourrait rendre service aux enseignants en renforçant la motivation et l'intérêt de tous les élèves. Cependant, malgré une étude approfondie en recherche, son application dans les programmes scolaires reste plus sous-entendue que véritablement établie.

En effet, nos programmes scolaires ne mentionnent pas directement la ludification comme un levier pédagogique à part entière. Cependant, plusieurs éléments montrent que cette démarche s'accorde aux recommandations. Par exemple, dans son Bulletin Officiel (2015), l'Éducation Nationale souligne à plusieurs reprises l'importance de réaliser en tant qu'enseignant des démarches pédagogiques dynamiques où l'élève est encouragé à élaborer ses connaissances par le biais de l'expérimentation. Ainsi, une approche ludique des apprentissages peut s'allier aux méthodes actives encouragées par les pédagogues. Par exemple, Célestin Freinet ou Maria Montessori qui considèrent que l'enfant doit être au centre de son apprentissage et qu'un apprentissage est plus efficace lorsque l'élève est placé dans une dynamique d'interaction et d'exploration.

¹ Ministère de l'Éducation Nationale

Toutefois, il est important de distinguer les pédagogies actives et la ludification. Par exemple, les pédagogies actives portées par Freinet ou Montessori visent à développer l'autonomie des élèves par une transmission du savoir passant par des manipulations ou encore de la coopération. Ainsi, les élèves sont placés au centre de leurs apprentissages et sont seulement accompagnés par l'enseignant. En effet, les pédagogies actives s'opposent à la pédagogie traditionnelle où l'enseignant est vu uniquement comme un détenteur et transmetteur de connaissances. Tandis qu'à l'inverse, la ludification repose sur l'utilisation du jeu en situation pédagogique en empruntant ses modalités et en s'adaptant. Nous pouvons donc affirmer que la ludification n'est pas une pédagogie active, elle est une action spécifique générée par l'enseignant qui va se centrer sur des leviers du jeu lors de la mise en place d'activités pédagogiques.

D'ailleurs, Brougère met en garde contre une vision trop simpliste qui assimilerait systématiquement les jeux aux apprentissages. D'après le professeur en Sciences de l'Éducation, le jeu n'est éducatif que s'il est accompagné d'un cadre structurant avec des objectifs clairs. « L'apprentissage par le jeu ne va pas de soi. Jouer, c'est avant tout prendre du plaisir, et non nécessairement chercher à apprendre. C'est l'accompagnement pédagogique qui transforme le jeu en outil d'apprentissage. » (Brougère, 2005, p. 95).

En effet, il ne s'agit pas simplement d'introduire des jeux pour le divertissement des élèves. Le jeu par ses mécanismes innovants est un outil très prometteur nécessitant une réflexion didactique approfondie lors de sa mise en œuvre en activité.

2.2. La ludification

« Apprendre en jouant » est une expression souvent rencontrée en pédagogie, mais que recouvre-t-elle réellement ? D'après Jacques Henriot cité par Bernard Perron (2013, p. 37) :

« Le jeu n'est pas dans la forme, mais dans l'usage qu'on en fait ». Si le jeu est naturellement associé au plaisir et à la spontanéité, son intégration dans les apprentissages repose sur des mécanismes bien précis.

2.2.1. Lien entre le jeu et le développement cognitif chez l'enfant.

Le jeu est considéré comme essentiel au développement cognitif, social et émotionnel des enfants. Selon les nombreuses recherches de Jean Piaget (1945), la pensée logique chez l'enfant ne se développe pas spontanément mais suit une progression en plusieurs étapes, appelées : « stades ». Ils vont de l'intelligence sensorimotrice à la pensée formelle. Par conséquent, on sait que l'enfant ne peut pas résoudre certains problèmes s'il n'a pas atteint le stade requis. Les quatre principaux stades du développement cognitif chez l'enfant, analysés et décrits par Piaget sont :

- **Le stade sensori-moteur : de la naissance à environ 2 ans.**

C'est le développement et la coordination des capacités sensorielles et motrices du bébé (comme regarder, toucher, porter à la bouche ou encore saisir). Lors de ce stade, l'enfant apprend à faire la différence entre son corps et les objets.

- **Le stade pré-opératoire : de 2 à 7 ans.**

C'est une utilisation de l'intuition plutôt que du raisonnement logique. Mais aussi, c'est la représentation des choses avec des mots ou des images.

- **Stade opératoire concret : de 7 à 12 ans.**

C'est la formation de pensées logiques à propos d'événements concrets. Mais aussi, une compréhension d'analogies concrètes et la capacité à exécuter des opérations arithmétiques (transformations mathématiques).

- **Le stade formel : de 12 ans à l'âge adulte.**

C'est le développement de la capacité d'élaborer un raisonnement abstrait. Selon ses théories, un enfant de 5 ans ne serait pas capable de résoudre des problèmes de comparaison de collections d'objets, car il n'aurait pas encore atteint le stade de l'intelligence opératoire concrète, qui se développe entre 7 et 11 ans. Dans cette perspective, les jeux de logique jouent un rôle clé en offrant à l'enfant des situations où il est amené à formuler des hypothèses, à tester des solutions et à ajuster son raisonnement en fonction des résultats obtenus.

Bruner (1983) souligne quant à lui que le jeu permet de rendre accessibles des concepts abstraits en proposant une approche expérimentale et interactive de l'apprentissage. Cette vision est partagée par Brougère (2005) qui insiste sur le fait que le jeu ne constitue pas

uniquement un levier de motivation, mais qu'il peut être un véritable outil de construction du savoir. Pourtant, il ne s'agit pas véritablement d'introduire un jeu dans un contexte pédagogique. Il s'agit plutôt d'introduire certains rouages du jeu dans une situation. Cette situation devra s'appuyer sur les 5 critères qui délimitent le jeu selon Brougère :

- L'enfant doit décider de participer à l'action, soit de son propre chef, soit suite à un processus d'adhésion.
- Ses actions doivent s'inscrire dans une réalité qui lui est propre sans avoir de conséquences graves dans le monde réel.
- L'enfant choisit librement ses modes d'action dans un cadre défini incluant les règles sociales et les règles de jeu.
- Les objectifs du jeu doivent être indéterminés, les élèves qui participent à l'activité ne peuvent pas prédire le résultat final.
- L'activité est limitée en temps et dans l'espace.

2.2.2. Distinction entre ludification et ludicisation.

Aujourd'hui, le jeu occupe une place grandissante dans les pratiques pédagogiques et évolue à travers les concepts de ludification et de ludicisation. Une première définition peut être offerte par S. Deterding et al. (2011, sp) qui définit le terme « gamification » par : « the use of game design elements in non-game contexts ». Plus récemment, on peut se référer à Dubois (2025) qui utilise le terme « ludification » en le définissant comme l'utilisation des leviers et mécanismes empruntés aux jeux dans un cadre qui en est originellement dépourvu, comme une situation d'apprentissage par exemple. Par cet outil, il sera plus facile de motiver et de maintenir l'attention des élèves tout au long des apprentissages. Cela permettra de dédramatiser les erreurs des élèves, de favoriser l'entraide en classe et de réaliser des retours de manière régulière. Plusieurs moyens ont été définis pour veiller à ces résultats : donner du sens à une action lors d'une mission donnée au joueur, valider des niveaux, obtenir un statut, faire appel à la curiosité et à l'imprévisibilité, favoriser le travail en coopération et en compétition et améliorer progressivement ces capacités (Yu-Kai Chou, 2003, cité par Dubois, 2025). Dans ce sens, l'enseignant peut utiliser des systèmes de points, de récompenses, réaliser divers niveaux ou encore réaliser des tableaux de classement (Dubois, 2025).

En revanche, la ludicisation repose sur une transformation plus profonde de l'activité d'apprentissage en lui conférant une véritable dimension de jeu. Comme l'explique James

Paul Gee (2003), cette approche ne se limite pas à l'ajout de mécaniques externes, mais elle nécessite une restructuration profonde de l'expérience d'enseignement. L'élève n'est plus seulement motivé par des récompenses extrinsèques, mais il devient acteur d'une situation immersive où la notion de plaisir d'apprendre est intrinsèquement liée à l'activité elle-même. Ainsi, les effets de la ludicisation vont dépendre du type de jeu utilisé, des objectifs d'apprentissage visés, mais aussi du public cible (Sanchez et al., 2020).

Ces nouveaux modes d'apprentissage reposent sur des modalités distinctes. Cependant, leurs leviers tels que la validation par essais, la coopération ou encore la recherche d'indices sont directement mobilisateurs de certaines formes de raisonnement logique. Ainsi, ils peuvent répondre à notre objectif commun : développer la capacité des élèves à raisonner et à argumenter.

2.3. Le raisonnement dit “logique”

2.3.1. Qu'est-ce que raisonner ?

Si l'on part de la définition du dictionnaire Larousse (2025) : « Le raisonnement est une suite d'arguments, de propositions liés les uns aux autres, en particulier selon des principes logiques, et organisés de manière à aboutir à une conclusion ». En effet, le raisonnement est un processus cognitif qui permet d'établir des liens logiques entre diverses informations afin d'arriver à une conclusion. Dans le cadre scolaire, on sait qu'il joue un rôle central dans de nombreuses disciplines.

2.3.2. Logique, raisonnement mathématique et analyse du discours

Ce paragraphe repose sur les recherches concernant l'articulation entre la logique et le raisonnement mathématique dans une perspective didactique de Durand-Guerrier (2005) et synthétise les faits observés.

Ses travaux montrent que l'articulation entre la logique et le raisonnement mathématique en didactique mobilise trois dimensions :

- **Dimension syntaxique** : la forme des énoncés.
- **Dimension sémantique** : signification, fonction référentielle du langage (partage d'information) et rôles des quantificateurs dans la construction du sens. Elle montre toutes les interprétations possibles d'un énoncé mathématique en ne précisant pas le contexte et l'énonciateur.

- **Dimension pragmatique** : l'usage concret du langage dans une situation. Elle permet une meilleure interprétation des énoncés en mentionnant son contexte (qui parle, à qui, pourquoi et dans quelles conditions) et l'état des connaissances des élèves. Ainsi, la dimension pragmatique complète la sémantique et précise le sens d'un énoncé.

De plus, Durand-Guerrier (2005) souligne que le langage possède une place centrale dans les mathématiques. Aussi, elle relève que pendant longtemps, les études se sont limitées à l'analyse d'une phrase isolée ce qui a caché des éléments essentiels pour comprendre comment les élèves peuvent construire le sens des concepts. Par exemple, la quantification, les anaphores ou encore les ambiguïtés représentent des dimensions essentielles à l'analyse du discours en contexte.

De plus, elle précise que le formalisme mathématique (symboles, langages mathématiques, logique formelle) a une place importante au collège. Cependant, on a aussi besoin de la langue naturelle pour exprimer, expliquer et effectuer des raisonnements. Ainsi, d'après elle ces deux langages sont complémentaires.

Donc, par cette lecture, on sait que le langage n'est pas un outil d'analyse secondaire. En effet, l'activité mathématique s'appuie sur le langage car il structure la pensée et organise le raisonnement en verbalisant les savoirs.

2.4. Apports, limites et enjeux didactiques des jeux utilisés en contexte scolaire

Dans cette partie, les propos tenus sont une synthèse de l'ouvrage de Sanchez, Romero & Viéville (2020) qui expose les réalités et les mythes de l'utilisation du jeu dans un cadre scolaire. On l'a choisi pour sa vue générale sur de nombreux travaux de recherches et pour sa présentation de concepts nouveaux.

2.4.1. Les jeux numériques.

Aujourd'hui, l'utilisation des jeux numériques lors des apprentissages est un sujet qui active grandement la recherche. Les résultats obtenus attestent que, pour certains apprentissages, l'utilisation des jeux numériques est bénéfique mais que cela ne peut pas répondre à l'ensemble des défis éducatifs rencontrés. Bien qu'ils suscitent un intérêt pédagogique, les chercheurs ont étudié comment leurs effets influencent positivement les élèves lors des apprentissages. D'après (Sanchez et al., 2020, p. 16) : « Ces jeux numériques,

lorsqu'ils sont développés en prenant en compte des visées éducatives ou en étant adaptés aux scénarios pédagogiques, offrent de nouvelles possibilités pour l'enseignement et la formation ». Cependant, ils ne sont pas toujours utilisés à bon escient. En effet, les enseignants utilisent souvent le jeu pour son pouvoir motivationnel. Mais, dans ce cas l'attention se portera non pas sur le contexte mais sur l'artefact. Alors que les jeux, par leurs propriétés intrinsèques, forment l'apprenant à une manière de penser et d'agir dans une situation donnée. Donc, l'utilisation des jeux numériques doit être réalisée avec vigilance.

2.4.2. Une ruse pédagogique ?

L'école a souvent été préoccupée d'utiliser les jeux comme outils lors des activités scolaires. Cependant, le jeu a rapidement fait sa place dans les apprentissages car il était possible qu'ils compensent : « Une paresse intellectuelle, un manque d'engagement » souvent présent chez les élèves. Plusieurs discours furent entendus : certains pensaient que les effets motivationnels des jeux pouvaient créer ce phénomène, d'autres ont laissé entendre dire que c'était leur contenu qui entraînait de tels effets. Ainsi, ces idées reçues et ces nombreux débats sont aujourd'hui facteurs de nombreux travaux de recherche. Les récentes recherches ont déduit que le jeu était une méthode qui permettait de créer une situation d'apprentissage où l'élève vivra une expérience signifiante. En effet, lorsque les élèves jouent, ils se trouvent dans une situation dite « adidactique » (Brousseau, cité par Schneider & Mercier, s.d.) où ils possèdent uniquement un but, des règles à respecter et des ressources mises à leur disposition. Ainsi, le rôle de l'enseignant sera de faire en sorte que les connaissances qu'il voudra faire acquérir aux élèves seront les savoirs nécessaires à la résolution des situations issues des jeux. C'est pourquoi, voir les jeux comme une ruse pédagogique est une conception biaisée de leur usage. Tout comme l'utilisation des jeux numériques, les jeux sont bénéfiques au bon développement des apprentissages par leurs propriétés intrinsèques et non pas par leur effet motivationnel.

2.4.3. Des intérêts pour les apprentissages.

En effet, ce sont les propriétés intrinsèques du jeu qui présentent un grand intérêt pour les apprentissages. Les jeux offrent aux élèves une certaine liberté en les laissant échouer, puis essayer de nouveau en corrigeant potentiellement leurs erreurs. Ainsi, les jeux contribuent à produire une influence sur les attitudes et les comportements des élèves. De plus, « Les situations d'apprentissage qui intègrent le jeu sont complexes et leur compréhension passe par la mise en œuvre de travaux interdisciplinaires qui font appel à des disciplines très diverses »

(Sanchez et al., 2020, p. 125). Alors, les élèves-joueurs, en s'engageant dans la résolution de problèmes, vont devoir faire appel à des connaissances pluridisciplinaires. En complément, les jeux permettent alors le développement de la pensée complexe en mobilisant simultanément diverses compétences et connaissances. D'autre part, les jeux permettent aux élèves de développer des compétences transversales comme la formation de l'esprit critique, la résolution de problèmes ou encore la collaboration, qui sont des concepts qui intéressent fortement les travaux de recherche ces dernières années. Cependant, de nombreuses questions concernant l'intérêt d'utiliser des jeux lors des apprentissages scolaires restent encore sans réponse. En effet, il reste difficile de mettre en place des activités où le jeu peut pleinement servir des intentions pédagogiques précises.

3. Problématique

En recherchant la place du raisonnement logique et de l'argumentation dans les programmes scolaires, nous avons pu constater que ces compétences étaient plus sous-entendues que véritablement annoncées. De plus, nous avons abordé le fait que le jeu était essentiel au développement cognitif, social et émotionnel des enfants. Puis, nous avons présenté et distingué deux nouveaux modes d'apprentissage : la ludification et la ludicisation. Ensuite, nous avons défini le raisonnement logique en soulignant la place centrale du langage dans son développement. Enfin, nous avons présenté les apports et limites des jeux utilisés en contexte scolaire, en présentant leurs enjeux didactiques et leur intérêt dans les apprentissages.

Ainsi, les éléments de la revue de la littérature ont alors conduit à formuler la problématique suivante :

Comment un dispositif ludique peut-il développer l'apprentissage du raisonnement logique et faciliter la verbalisation des arguments des élèves à l'école élémentaire ?

Afin d'apporter des éléments de réponse à notre question de recherche, nous avons formulé trois hypothèses de travail :

- **Hypothèse 1** : Le dispositif ludique rend les élèves plus engagés dans l'activité, ce qui les encourage à élaborer davantage leur raisonnement.

- **Hypothèse 2** : Le dispositif ludique aide les élèves à justifier leur réponse en verbalisant leurs arguments.
- **Hypothèse 3** : Les quantificateurs logiques tels que « tous », « aucun », « au moins un », « pas tous » représentent une difficulté chez les élèves.

PARTIE 2 : MÉTHODOLOGIE

1. Présentation de Zermelo

1.1. Le dispositif

Pour cette étude, nous avons choisi d'utiliser le jeu Zermelo conçu et développé par Luigi Bernardi. Ce support numérique et interactif repose sur les principes suivants : le joueur va devoir analyser une situation qui présente pour chaque partie une affirmation basée sur un ensemble d'objets, des concepts. Les affirmations ont été conçues pour que les élèves manipulent et rencontrent les quantificateurs logiques suivants : « tous », « au moins un », « aucun » et « pas tous ».

Ainsi, le but du jeu est que le joueur détermine à partir d'un ensemble d'objets si une propriété énoncée par l'affirmation est vérifiée par toutes les représentations, certaines ou encore aucunes. En effet, Zermelo peut corriger ou valider une réponse avec un retour immédiat et propose des niveaux progressifs en introduisant des concepts logiques plus complexes. Ainsi, les élèves joueurs se basent sur des observations concrètes pour élaborer leur raisonnement et répondre aux affirmations logiques. De plus, il peut être adaptable dans ses modalités, ses niveaux et son temps de jeu.

Figure 1 : menu principal du jeu Zermelo.



Le jeu offre la possibilité de paramétrer plusieurs éléments :

- Mode témoin : il ajoute une nouvelle règle au jeu, le joueur devra désigner un témoin, c'est-à-dire un objet qui témoigne du choix fait.

Par exemple : si l'élève veut dire que tous les objets ne sont pas rouges, il devra cliquer sur l'objet qui possède une couleur différente du rouge.

- Mode négation : utile pour sensibiliser le joueur aux affirmations négatives comme « un nombre qui n'est pas pair ».
- Le type d'objets à manipuler : il est possible de choisir entre des points de différentes couleurs, des animaux, des polygones ou encore des nombres.
- Le niveau de difficulté : afin de proposer des situations plus ou moins complexes selon l'âge et les compétences des élèves.
- La durée du jeu : elle est paramétrable.

1.2. Intérêts et pré-requis

D'après le concepteur du jeu : « Zermelo Game est un logiciel qui se prête à bien accompagner des activités dans le domaine de l'enseignement. » (Bernardi, L., 2024). On peut l'affirmer en observant les aspects innovants qui ont été de véritables facteurs motivationnels dans le choix de cet outil.

Par exemple, ses mécanismes permettent aux joueurs de développer des compétences de raisonnement et d'argumentation en les faisant justifier leur réponse par des observations et des recherches d'indices. Parallèlement, cela offre la possibilité aux joueurs de justifier en réfutant ou encore de vérifier certains faits énoncés. Ces opérations mentales sont très utiles au développement de leur esprit critique. Aussi, ce jeu initie les joueurs aux quantificateur et à la négation, qui sont des concepts pluridisciplinaires auxquels les élèves vont se confronter de manière régulière. De plus, par son interactivité, les joueurs ont un retour immédiat en cas d'erreur, ce qui est un grand atout pédagogique. Par ailleurs, le jeu Zermelo, utilisé de manière collective, favorise la verbalisation en donnant une importance au dialogue et à l'interaction entre les élèves et l'enseignant. Il a aussi pour but de clarifier le lien entre le langage formel et naturel, les joueurs apprennent alors à être plus vigilants avec les mots comme « aucun » qui peuvent être ambigus et qui nécessitent une certaine rigueur lors de leur réception.

De même, ce choix a été motivé par la polyvalence du jeu Zermelo. En effet, il permet aux joueurs de manipuler des concepts mathématiques, mais aussi plus généraux, en développant parallèlement leur capacité à raisonner et à argumenter. De plus, il peut être utilisé en collectif comme en autonomie et peut être joué du cycle 2 au lycée.

Toutefois, il est important de signaler que ce jeu nécessite de nombreux pré-requis pour les élèves au cycle 2 et 3. Pour pouvoir s'engager pleinement dans l'expérience du jeu, il faut que les joueurs :

- **Possèdent des connaissances générales sur le monde.**

Afin de pouvoir répondre aux affirmations portées sur les couleurs ou sur les animaux, par exemple.

- **Aient déjà abordé le vocabulaire spécifique utilisé.**

Par exemple, les quantificateurs : « tous », « aucun », « au moins un ».

- **Aient déjà travaillé les concepts présentés.**

Si les élèves n'ont pas étudié les figures géométriques planes, ils ne pourront pas participer au mode proposant des affirmations basées sur les propriétés des polygones.

- **Possèdent une certaine sociabilité et bienveillance entre eux.**

Si le jeu est utilisé collectivement, il nécessite une ouverture au dialogue et au débat.

Cependant, Zermelo possède aussi un pré-requis plus technique s'il est utilisé collectivement en classe :

- **Matériel**

La classe doit être équipée d'un rétroprojecteur afin de présenter les planches issues du jeu aux élèves.

2. Matériel et protocole

2.1. La démarche

Afin de répondre à notre problématique, nous avons créé dans un premier temps des planches d'activités avec des affirmations en reprenant les visuels du jeu numérique Zermelo. Ensuite, ces planches ont été intégrées dans un diaporama de type PowerPoint afin de faciliter leur projection au tableau numérique et de mieux gérer le rythme de la séance. Cependant, une question s'est rapidement imposée à nous. Nous nous sommes demandé si nous devions faire jouer les élèves collectivement ou individuellement. Suite à nos lectures et expériences nous avons choisi de les faire jouer collectivement et simultanément. En effet, une expérience individuelle du jeu numérique dans le contexte de ce travail aurait été un processus trop long et difficile à mettre en place, étant restreint par le matériel informatique des écoles. Mais aussi, cela n'aurait pas permis de travailler la collaboration entre élèves qui est recommandée par les pédagogies actives et qui est une modalité émergente et préconisée aux publics hétérogènes. Dans un second temps, des réflexions sur la planification des séances se sont imposées et nous avons choisi de réaliser 5 séances étalées sur cinq semaines, d'une durée de 30 à 45 minutes. Ainsi, cela nous permet de laisser aux élèves le temps d'appropriation entre

chaque séance et de nous permettre d'introduire toutes les modalités que nous souhaitons tester de manière évolutive et progressive. Également, cette fréquence hebdomadaire s'adapte aux contraintes de l'emploi du temps scolaire qui nous a été recommandé.

Pour rendre notre expérimentation davantage réalisable dans une situation de jeu, nous avons divisé nos classes en trois groupes de manière équitable pour constituer trois équipes d'environ 6-8 élèves. Une fois les élèves répartis, une consigne est annoncée : pour chaque planche, les équipes disposent de 5 à 10 minutes (temps adaptable selon les niveaux) pour discuter entre eux sur l'affirmation donnée. Quand l'enseignant clap des mains, chaque groupe donne sa réponse indiquant si l'affirmation est vraie ou fausse en l'écrivant sur une ardoise. Ainsi, chacun peut découvrir la réponse des autres et mener une réflexion personnelle en se demandant quel raisonnement ils ont pu mener pour arriver à cette réponse. Ensuite, chaque équipe désigne un élève dit « témoin » qui présente sa réponse à la classe en essayant de justifier le raisonnement de son équipe. Ainsi, les élèves auront l'occasion de participer tour à tour et pourront s'appuyer sur leur camarade lors de leur prise de parole.

Lors de l'activité, nous avons choisi de mettre en place un système de points afin de favoriser la motivation et donc l'implication des élèves. Par conséquent, un point est donné par bonne réponse et un point supplémentaire est donné si l'argumentation a respecté les 4 règles d'or de l'argumentation (cf : le guide). Ainsi, cette modalité nous permet de poser les bonnes conditions pour répondre à notre première hypothèse : *Le dispositif ludique rend les élèves plus engagés dans l'activité, ce qui les encourage à élaborer davantage leur raisonnement.*

Chaque séance est organisée autour de deux ou trois planches successives issues du jeu Zermelo avec des affirmations, soigneusement sélectionnées selon le niveau et les notions abordées :

- Pour les deux premières séances, les planches thématiques portent sur les animaux (leurs caractéristiques, couleurs...), ce qui facilite l'entrée dans l'activité pour les élèves de CE1 et de CM2 avec des notions basées sur des connaissances sur le monde qui les entoure. (*Annexe 2*)
- Pour la troisième séance, les supports varient selon les classes : les élèves de CM2 travaillent sur des planches avec des polygones, tandis que les élèves de CE1

manipulent des nombres en travaillant sur leur valeur et leur parité, plus accessibles pour leur niveau. (*Annexe 3*)

- Lors de la quatrième et de la cinquième séance, les élèves de CM2 ont continué d'aborder les polygones alors que les élèves de CE1 ont travaillé sur des planches mêlant les nombres et les animaux.

Afin de guider progressivement les élèves dans leur raisonnement et de rendre les justifications plus explicites, deux modalités complémentaires ont été intégrées aux séances. Tout d'abord, l'argumentation peut s'effectuer à l'oral et/ou à l'écrit. Ainsi, en plus des échanges collectifs à l'oral, les élèves sont amenés à formuler par écrit leur réponse et la justification associée sur leur ardoise. Cette double modalité vise à enrichir les données recueillies en observant avec quelle modalité les élèves sont le plus à l'aise et si les élèves préfèrent justifier en verbalisant leurs arguments (Hypothèse 2).

Dans cette perspective, nous avons conçu un guide pour justifier son argumentation (Annexe 1) que nous avons distribué aux élèves lors des séances. La création de ce support est un réel souhait d'accompagner les élèves dans la formulation de leur raisonnement. En effet, cet outil va leur permettre de progresser de manière autonome avec un outil simple, visuel et méthodique mis à leur disposition. Ainsi, comme recommandé par les pédagogies actives, les élèves seront acteurs de leurs apprentissages. Ce guide leur permet de suivre une démarche étape par étape pour répondre à l'affirmation annoncée sur les planches du jeu Zermelo. Le guide s'organise autour de quatre "règles d'or" :

1. **J'observe** : l'élève commence par regarder attentivement tous les éléments affichés sur la planche.
2. **Je constate** : l'élève va annoncer ce qu'il remarque d'après ses précédentes observations.
3. **Je peux alors conclure si l'affirmation est vraie ou fausse** : cette étape permet de formuler une conclusion claire, en lien avec l'affirmation posée.
4. **C'est cet indice qui m'a permis de répondre à la question car...** : l'élève doit expliquer comment il a fait le lien entre ce qu'il a observé et la réponse qu'il a donnée.

2.2. Les observables et les données à recueillir

Afin de répondre à notre problématique, nous avons identifié plusieurs observables permettant d'analyser les effets provoqués par l'activité sur le développement du raisonnement logique chez les élèves et leur capacité à verbaliser leurs arguments en justifiant. En ce sens, les résultats seront classés selon un codage allant de 0 à 2 avec 0 = Jamais, 1 = Parfois (lors de quelques parties) et 2 = Toujours. Cependant, ce codage reste indicatif et ne rend pas toujours compte de certains élèves qui peuvent se situer entre deux valeurs. Ainsi, nous avons choisi de porter notre attention sur quatre dimensions principales :

- **L'engagement des élèves.**

Cette observable repose sur trois indicateurs : la participation active des élèves, la concentration des élèves et la motivation des élèves.

En ce sens, cela nous permet de savoir si les élèves prennent beaucoup la parole en équipe ou lors de la mise en commun.. Mais aussi, s'ils sont motivés et concentrés tout au long de l'activité. Ainsi, ces données nous aideront à répondre à notre première hypothèse : *Le dispositif ludique rend les élèves plus engagés dans l'activité, ce qui les encourage à élaborer davantage leur raisonnement.*

- **La verbalisation et la structuration de l'argumentation.**

Cette observable repose sur quatre indicateurs : l'utilisation des étapes du guide pour structurer son raisonnement, l'utilisation des connecteurs logiques, la réalisation d'un exemple pour justifier sa réponse et si les élèves écoutent et réagissent aux arguments des autres élèves.

Le but étant d'analyser si la formulation de leurs réponses est claire et argumentée et de prendre en compte la richesse du vocabulaire utilisé dans les justifications orales et écrites. De plus, on observe le respect du schéma proposé dans le guide : observation, constatation, affirmer vrai/faux, repérage de l'indice. Mais aussi, la capacité des élèves à repérer les bons indices sur la planche en notant si le témoin abordé est pertinent ou non. Ainsi, nous pouvons répondre à notre hypothèse 2 : *Le dispositif ludique aide les élèves à justifier leur réponse en verbalisant leurs arguments.*

- **La compréhension et l'usage des quantificateurs logiques.**

Cette observable repose sur quatre indicateurs : la compréhension d'une affirmation avec un quantificateur logique, les erreurs produites à cause d'une mauvaise compréhension des quantificateurs logiques, l'utilisation spontanée des quantificateurs logiques.

Ici, on observe si les élèves sont capables d'invalider une affirmation en justifiant correctement ou en proposant un contre-exemple. Parallèlement, on regarde si certains quantificateurs logiques freinent les élèves dans leur raisonnement en recueillant des données qui nous permettent de répondre à notre hypothèse 3 : *Les quantificateurs logiques tels que « tous », « aucun », « au moins un », « pas tous »* représentent une difficulté chez les élèves.

2.3. Comparabilité et analyse progressive

L'hypothèse 2 suppose que le dispositif ludique augmente la justification des réponses des élèves et la verbalisation de leurs réponses. Ainsi, pour en mesurer l'effet nous avons opté pour une comparaison progressive lors de la séquence :

- La **séance 1**, dans un premier temps, va recueillir des données initiales sans guide et supervision lors de la recherche. Puis, dans un second temps, elle introduit le guide pour argumenter son raisonnement. Ici, nous observerons l'impact de cet outil sur la structuration des réponses des élèves.
- La **séance 2** se déroule aussi avec le guide. Ainsi, nous pourrions continuer d'observer l'impact qu'à cet outil sur le développement de l'argumentation du raisonnement des élèves.
- La **séance 3**, se réalise avec le guide lors des deux premières parties puis sans guide pour la dernière. Alors, nous pourrions voir si la structuration et le développement de leur argumentation et raisonnement logique ont évolué depuis la séance 1.
- La **séance 4**, va recueillir des données avec le guide uniquement pour la première partie. Ensuite, les élèves devront répondre sans l'aide du guide pour les deux prochaines parties. De ce fait, il nous sera possible de voir une nouvelle fois l'évolution de leurs réponses par rapport aux séances précédentes.
- La **séance 5**, se déroule sans guide pour les trois parties. Ainsi, on pourra observer ce qui a été retenu par les enfants et les automatismes qu'ils ont pu construire.

Ainsi, même en l'absence d'un groupe contrôle, la structure évolutive de la séquence nous permet d'étudier les effets du jeu et du guidage sur les comportements observés et les réponses formulées.

2.4. La séquence

La séquence pédagogique mise en œuvre est articulée en cinq séances, étalées sur cinq semaines.

L'introduction à l'activité a pour objectif principal de faire découvrir le fonctionnement du jeu Zermelo aux élèves avec l'illustration de plusieurs exemples et le guide : "Les 4 règles d'or de l'argumentation". Aussi, une définition pour chaque quantificateur logique observé a été élaborée afin que les élèves comprennent le sens de ces mots issus d'un vocabulaire spécifique. Nous trouvons important que les élèves ne soient pas freinés par des ambiguïtés sémantiques lors de la première séance. Ainsi, cette séance leur permettra d'aborder le jeu plus sereinement en les sensibilisant déjà aux modalités. De plus, des questions ont été posées aux élèves pour analyser leur réflexion sur la justification : "Qu'est ce que ça signifie argumenter sa réponse ?", "Est-ce que vous pensez toujours de la même manière que vos camarades ? Pourquoi ?" ou encore "Pourquoi pensez-vous qu'il est important de bien expliquer ses réponses ?" (*Annexe 5*). Cette phase nous a permis de découvrir leurs conceptions initiales du raisonnement logique et de les clarifier collectivement. D'ailleurs, elle nous a aussi permis de faire évoluer certaines modalités du jeu en observant les difficultés observées lors de cette étape. Alors, une évolution importante a été introduite dans le dispositif : l'analyse de l'affirmation présentée. Dans un premier temps, nous avons choisi de présenter aux élèves l'affirmation écrite sans la planche. Ainsi, les élèves réfléchissent davantage au sens de la phrase avant d'être influencés par les images.

La **première séance** débute le jeu en abordant le thème des animaux. Les élèves forment des groupes et vont travailler sans l'aide du guide. Puis, trois planches accompagnées d'une affirmation et différentes images d'animaux sont successivement projetées. Ainsi, pendant trois parties les élèves observent attentivement les animaux affichés et déterminent si l'affirmation est vraie ou fausse en argumentant **à l'oral**. Nous avons choisi dans un premier temps cette modalité car l'écriture d'une réponse justifiée est une tâche complexe lorsqu'elle est réalisée en groupe et que la production d'écrits reste une tâche difficile en CE1. Ensuite, un débat collectif est mené par l'enseignant qui sollicite les élèves pour qu'ils expliquent leurs ressentis, leurs facilités ou encore leurs difficultés. Lors de la première partie, l'activité se déroule sans le guide afin de les laisser dans un premier temps s'exprimer librement pour capter leurs raisonnements spontanés. Tandis que pour les deux autres parties le guide a été distribué afin de montrer aux élèves un exemple type de cheminement de justification. Cette

séance a ainsi posé les bases des séances à venir, en introduisant une démarche de justification.

La **deuxième séance** se déroule de la même manière que la séance précédente. Cependant, les élèves à l'aide du guide doivent pour les deux premières parties justifier leur réponse à **l'oral**, tandis que pour la dernière planche les élèves doivent justifier **à l'écrit** à l'aide d'une ardoise (une par groupe). Lorsque la modalité écrite est utilisée, l'élève témoin de chaque équipe doit lire à l'oral la réponse écrite par le groupe et justifier leur raisonnement en s'appuyant sur leur trace écrite. Nous avons choisi d'introduire cette modalité à la fin afin d'observer la réaction des élèves et s'ils possèdent plus de difficultés à argumenter à l'écrit qu'à l'oral.

Pour la **troisième séance**, les élèves disposent du guide pour les deux premières parties et doivent justifier **à l'oral**. En effet, le guide est uniquement retiré lors de la dernière partie. Cependant, cette séance marque une nouvelle étape dans la séquence avec un changement de thème. En effet, les planches projetées ne sont plus basées sur la description des animaux mais sur la parité des nombres pour les CE1 et les polygones pour les CM2. Ce changement permet de manier des concepts plus mathématiques tout en gardant les mêmes objectifs d'apprentissage. Ainsi, il nous sera possible d'observer si les élèves peuvent mener la même qualité de raisonnement et de justification en manipulant des concepts issus des programmes scolaires.

Pour la **quatrième séance** les élèves sont **libres d'utiliser la modalité qu'ils souhaitent** : l'oral ou l'écrit. De plus, ils peuvent s'aider du guide uniquement lors de la première partie. Ainsi, les autres parties se déroulent sans guide.

Enfin, pour la **cinquième séance**, nous avons fait le choix de retirer le guide et de toujours laisser les élèves **choisir la modalité qu'ils souhaitent**. L'objectif étant d'évaluer comment les élèves, sans aide extérieure, ont intégré la structuration d'une réponse argumentée et les cheminements possibles d'un raisonnement logique. De plus, les trois parties reposent sur un mélange des deux concepts abordés : les polygones pour les CM2 et les nombres pour les CE1 accompagnés des animaux.

Pour clore la séquence, une **discussion collective** est organisée afin de permettre aux élèves de revenir sur les différentes situations rencontrées, de mettre en mots les apprentissages réalisés au fil des séances ou encore d'exprimer leurs ressentis et remarques.

3. Mise en oeuvre

L'étude proposée dans la suite de ce mémoire a été mise en œuvre dans deux écoles et classes différentes : dans une classe de CE1 (cycle 2) et dans une classe de CM2 (cycle 3). De plus, il est important de préciser que ces deux niveaux sont issus d'écoles et de milieux sociaux différents. En effet, l'IPS² donné pour l'année scolaire 2023-2024 de l'école primaire située à Varcès est de 120,7 tandis que l'école issue de Grenoble affiche un IPS de 111,6.

La première observation a été réalisée au sein d'une classe de CE1 dans une école élémentaire située à Grenoble. Cette classe est composée de 24 élèves âgés de 7 à 8 ans. On y retrouve une certaine hétérogénéité scolaire, avec des élèves en réussite et d'autres en difficulté en lecture ou en mathématiques. À ce niveau, les élèves sont en cours d'acquisition de la pensée logique opératoire concrète. Ils commencent à être capables de mobiliser des raisonnements simples et de justifier une réponse en s'appuyant sur des faits observables. Cependant, leur capacité à argumenter reste encore très dépendante du contexte et du soutien de l'enseignant.

La seconde observation a été menée dans une classe de CM2 d'une école élémentaire située à Varcès-Allières-et-Risset. Cette classe compte 26 élèves, âgés de 10 à 11 ans. À cet âge, les élèves sont capables de mobiliser des raisonnements plus abstraits, de formuler des hypothèses, d'envisager des contre-exemples et de structurer un raisonnement plus complexe. Les compétences de justification et d'argumentation sont plus affirmées, même si elles restent à consolider.

PARTIE 3 : ANALYSE DES RÉSULTATS

Cette expérimentation a fait suite d'une méthode d'analyse qualitative. Ainsi, les données récoltées sont issues de mes observations, prises de notes et enregistrements vocaux analysés avec le logiciel ELAN.

² Indice de Position Sociale

Dans cette partie, je présente les résultats obtenus, classés chronologiquement par les séances mais aussi accompagnés d'indicateurs et d'un codage. Par cette organisation, on peut montrer les tendances observées dans la classe et se rendre compte des évolutions qui ont pu avoir lieu tout au long de l'expérimentation. De plus, les résultats se présentent autour des trois hypothèses de recherche : l'engagement dans l'activité, la verbalisation du raisonnement logique, la compréhension et l'usage des quantificateurs logiques.

1. Engagement dans l'activité

Table 1 : Évolution de l'engagement des élèves au fil des séances.

Codage :

0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours

Indicateur	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
Participant activement à l'activité.	2	2	2	2	2
Semblent concentrés.	2	1	2	2	2
Manifestent de la motivation.	2	2	2	2	2

Pour la **première hypothèse**, nous pouvons suggérer que le dispositif ludique rend les élèves plus engagés dans l'activité et les encourage à élaborer davantage leur raisonnement. En effet, tout au long de la séquence on constate que les élèves participent activement au jeu, en prenant souvent la parole et en interagissant fréquemment avec l'intervenant et les autres élèves de la classe avec des interventions comme : *“mais non les méduses ça volent dans l'eau, c'est pas vrai ce que tu dis !”* ou encore *“Non, la moitié de 1 ça ne peut pas être pair c'est 0,5 !”*. De plus, ils ont été très vite motivés dès le début des séances et cela à vivement participer à leur concentration et leur investissement. C'est pourquoi les élèves sont allés de plus en plus loin dans leur réflexion en tenant des discours comme cet élève : *“Pourquoi ils ont dit sont plus grands que 4 alors qu'ils ont dessiné un 4 ? Donc on ne peut pas savoir si il est supérieur ou pas supérieur !”*. Cependant, comme nous le montre le **Tableau 1**, une nuance peut être apportée au niveau de l'indicateur *“semble concentré”*. Effectivement, lors de la deuxième séance, les élèves semblaient dissipés lorsque la réponse devait être rédigée à

l'écrit. Alors, on peut constater que l'ajout d'une nouvelle modalité peut mettre en difficulté les élèves et nuire à leur concentration. Ce phénomène est potentiellement dû au fait que dans la modalité orale, l'argumentation fait partie du débat contradictoire alors qu'à l'écrit il n'y a aucun interlocuteur à convaincre et la dimension ludique peut être perdue. De plus, la tâche demandée était nouvelle et leur a donc demandé beaucoup plus de concentration ce qui peut démotiver certains élèves qui vont par la suite se déconcentrer rapidement.

2. Verbalisation du raisonnement logique.

Table 2 : Évolution de la verbalisation des arguments des élèves au fil des séances (Avec le guide).

Codage :

0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours

Indicateur	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
Utilisent les étapes du guide pour structurer son raisonnement.	1	2	1	2	Réalisée uniquement sans le guide.
Utilisent des connecteurs logiques (si, alors, car, donc etc).	1	2	2	2	
Montrent un exemple pour justifier leur réponse.	1	1	1	2	
Écoutent et réagissent à l'argumentation des autres élèves.	2	2	2	2	

Table 3 : Évolution de la verbalisation des arguments des élèves au fil des séances des élèves au fil des séances (Sans le guide).

Codage :

0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours

Indicateur	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
Utilisent les étapes du guide pour structurer son raisonnement.	0	Réalisée uniquement avec le guide.	1	1	2
Utilisent des connecteurs logiques (si, alors, car, donc).	1		1	2	2
Montrent un exemple pour justifier leur réponse.	0		1	1	1
Écotent et réagissent à l'argumentation des autres élèves.	2		2	2	2

Pour la **seconde hypothèse**, les résultats montrent que la présence du guide peut aider les élèves à justifier leur réponse en verbalisant leurs arguments de manière structurée. On peut observer que les élèves ont nettement progressé de la séance 1 à la séance 5 et ont rapidement suivi les étapes du guide pour structurer leur raisonnement avec et sans le guide. En effet, les premières interventions ont été brèves et peu détaillées : *“C'est faux parce que le poisson il n'a pas de pattes il a des nageoires”* alors que les dernières ont suivi les étapes du guide : *“j'observe que 0 c'était plus petit que 4 du coup alors j'ai dit que c'était faux et c'est 0 qui m'a permis de savoir si la réponse était vraie ou fausse”*. Alors, on peut suggérer que les parties réalisées avec le guide sensibilisent les élèves à une manière de structurer leur raisonnement et aux mots qui sont possibles d'employés. De ce fait, le guide des quatre règles d'or de l'argumentation a eu un rôle majeur dans l'accompagnement des élèves vers un apprentissage de la justification et de la verbalisation de leurs arguments. De même, que les

parties qui se déroulent sans le guide qui ont servi d'entraînement pour les élèves. En effet, elles permettent aux enfants de proposer leurs idées tout en pouvant se tromper, se corriger et de potentiellement revenir en arrière ce qui est bénéfique pour leur apprentissage du raisonnement logique. D'ailleurs, lors de la séance 5, les élèves utilisent les étapes des quatre règles d'or pour justifier son raisonnement sans utiliser le guide ce qui suggère une progression : *“j'observe le 4, le 18 qui sont pairs donc je peux dire que l'affirmation est vraie et l'indice qui m'a permis de répondre c'est le 14, le 18...”*. Cependant, comme on peut l'observer dans le **Tableau 2**, il leur a été encore parfois difficile d'utiliser des connecteurs logiques. En effet, il faut attendre la séance 4 pour que les élèves utilisent des connecteurs logiques spontanément comme on l'observe dans cette intervention : *“du coup je peux conclure que l'affirmation est fausse”*. De plus, les élèves ont aussi rencontré des difficultés pour montrer un exemple afin de justifier leur réponse. Par exemple, ils oubliaient cette étape sans le guide ou préféraient montrer les indices du doigt plutôt que les annoncer verbalement : *“je peux alors conclure que c'est vrai et l'indice c'est qu'ils sont tous les deux marrons *montre les animaux désignés*”*.

3. Compréhension et usages des quantificateurs logiques

Table 4 : Évolution de l'usage et de la compréhension des quantificateurs logiques.

Codage :

0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours

Indicateur	Modalité	Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
Comprennent une affirmation avec un quantificateur logique.		1	1	1	2	1
Sont induits en erreur par les quantificateurs logiques (erreurs sémantiques).		1	1	1	0	0
Utilisent spontanément des quantificateurs logiques.	<u>Écrite</u> :	Pas utilisée.	0	Pas utilisée.	Pas utilisée.	Pas utilisée.
	<u>Orale</u> :	1	1	1	1	1

Pour la **dernière hypothèse**, les résultats concluent que les quantificateurs logiques tels que “*tous*”, “*aucun*”, “*au moins un*” ou encore “*pas tous*” représentent bien des difficultés chez les élèves. En effet, on remarque dans nos données que l’utilisation spontanée des quantificateurs logiques et leur compréhension reste en cours d’acquisition. Par exemple, certains élèves employaient “pas tous” : “*parce que ce n’est **pas tous** les nombres qui sont pairs*”. De plus, les élèves ont beaucoup plus été en difficulté lorsqu’ils devaient argumenter par écrit qu’à l’oral. Ainsi, ces indicateurs nous montrent que ce sont des capacités encore à consolider avec de l’entraînement et de la supervision. D’ailleurs, ce résultat peut s’expliquer par le fait que l’intégration de mots peu connus dans le lexique des élèves demande un temps d’appropriation bien plus long que cinq séances réalisées sur une longue période.

Cependant, certains élèves ont progressé: “*et l’indice c’est qu’il y en a **au moins un** qui vit dans l’eau*” et le **Tableau 4** nous montre que lors de la séance 4 et 5 tous les groupes de la classe ont répondu juste à l’affirmation et n’ont pas été induits en erreur par les quantificateurs logiques. Ainsi, ces légères progressions et les efforts des élèves montrent qu’il est possible avec le temps que l’introduction de ces notions dans un cadre ludifié améliore l’appropriation et la compréhension des quantificateurs logiques des élèves.

PARTIE 4 : DISCUSSION ET CONCLUSION

1. Recontextualisation

Le but de cette étude est d’observer comment un dispositif ludique peut développer l’apprentissage du raisonnement logique et faciliter la verbalisation des arguments des élèves à l’école élémentaire. Afin de mener à bien cet objectif, nous avons collecté des données à partir de cinq séances qui ont été enregistrées pour recueillir les prises de paroles des élèves. Cela nous a permis de répondre à nos trois hypothèses, qui allaient dans le sens de nos résultats.

En effet, l’hypothèse 1 a été validée car les résultats montrent que le dispositif ludique rendait les élèves plus engagés dans l’activité et les encourageait à élaborer davantage leur raisonnement. De plus, les résultats ont montré que le dispositif ludique peut aider les élèves à justifier leur réponse en verbalisant leurs arguments comme l’atteste l’hypothèse 2. Enfin, nous avons également validé l’hypothèse 3 car les données confirment que les quantificateurs logiques représentent bien une difficulté chez les élèves.

2. Mise en lien avec les recherches antérieures

Nous pouvons affirmer que ce travail nous a permis de compléter certaines théories existantes et résultats antérieurs.

- **Ludification et conception pédagogique**

L'ouvrage de Sanchez, Romero & Viéville (2020) nous avait informé qu'il restait difficile de mettre en place des activités où le jeu pouvait pleinement servir des intentions pédagogiques précises. De plus, les travaux de Brougère (2005) annonçaient que le jeu n'est éducatif que s'il est accompagné d'un cadre structurant avec des objectifs clairs. De ce fait, cette étude a pu approfondir cette information en montrant que l'utilisation d'un dispositif ludique nécessite la mise en place d'une véritable ingénierie pédagogique. Il ne faut pas seulement voir cet outil comme un moyen de rendre les élèves motivés ou comme une réponse universelle aux difficultés scolaires. D'ailleurs, le jeu en lui-même ne suffit pas à maintenir l'attention. Nous l'avons vu dans notre expérience lorsque l'introduction de la modalité "justifier sa réponse à l'écrit" a fragilisé la concentration des élèves mis rapidement en difficulté par la tâche demandée. De ce fait, nous avons découvert qu'un dispositif ludique doit être articulé finement avec une conception pédagogique clairement définie par l'enseignant. C'est-à-dire qu'il doit rigoureusement cibler ses objectifs d'apprentissages et se servir du jeu pour les atteindre. Tout au long de la séquence son rôle est d'équilibrer l'activité entre guidage et autonomie, de complexifier les tâches de manière réfléchie et progressive mais aussi de fixer les apprentissages dans la durée.

- **Mise en place d'un nouvel outil emprunté au mécanisme du jeu : le guide**

Les travaux de Durand-Guerrier (2005) nous ont informé que l'activité mathématique s'appuie sur le langage car il structure la pensée et organise le raisonnement en verbalisant les savoirs. De ce fait, notre expérience a confirmé cette information. Elle a montré que le guide, en introduisant des éléments méthodologiques par le langage naturel, a permis aux élèves d'être sensibilisés à la structuration d'un raisonnement logique et d'acquérir progressivement un vocabulaire spécifique.

D'autre part, l'articulation entre un modèle de raisonnement structuré (le guide des quatre règles d'or de l'argumentation) et des moments d'autonomie ont permis de créer une progression chez les élèves. Effectivement, lors de ses phases libres, ils se trompent et ajustent

leurs propos avec les conseils des autres élèves, de l'intervenante ou encore en se référant au guide. Comme l'a annoncé Piaget en 1958, un élève peut utiliser un raisonnement déductif plus tôt si on l'entraîne à repérer et à contrôler ses erreurs. Alors, une alternance dans les séances entre les parties guidées et les parties réalisées en autonomie peut être un outil très enrichissant. En effet, il sensibilise les élèves au raisonnement logique en leur permettant de développer progressivement leurs compétences avec des rétroactions régulières.

- **Apprentissage des quantificateurs logiques**

En effet, nos recherches apportent des nouveautés sur les moyens nécessaires pour que les élèves utilisent et comprennent des quantificateurs logiques. Bruner en 1983 affirme que le jeu permet de rendre accessibles des concepts abstraits en proposant une approche expérimentale et interactive de l'apprentissage. Cependant, on a découvert que les cinq séances ne sont pas suffisantes pour que les élèves assimilent et emploient ce vocabulaire spécifique lors de leur prise de parole. Alors, l'introduction des quantificateurs logiques lors d'une activité ne favorise pas forcément leur compréhension. Effectivement, pour que les élèves utilisent spontanément ce vocabulaire spécifique, il est nécessaire qu'ils prennent connaissance de leur sens puis qu'ils les intègrent dans leur lexique mental. Pour cela, l'enseignant doit aborder l'apprentissage des quantificateurs logiques de manière progressive en organisant des activités régulières qui par la répétition aideront les élèves à s'approprier les quantificateurs logiques sur le long terme.

3. Limites et perspectives professionnelles

D'un point de vue méthodologique, on peut distinguer de nombreuses limites à cette expérience. Par exemple, nous avons réalisé cette séquence sur seulement deux classes. Ainsi, nos données ne peuvent pas fournir une représentation exacte de la population. En effet, si l'échantillon de personnes est insuffisant, nos résultats ne peuvent être généralisables. De plus, certaines séances ont parfois été trop espacées suite à des imprévus (remplacement, absence de l'enseignante référente, etc.). Par exemple, il y a eu plus de 2 semaines entre la séance 2 et la séance 3 et cela a pu nuire à la progression des élèves qui ont besoin de continuité pour s'approprier les apprentissages. Aussi, le matériel a mis un frein à notre travail car nous avons pu enregistrer les prises de paroles des élèves uniquement avec un seul appareil. Ainsi, les interventions des élèves étaient parfois inaudibles et donc difficiles à analyser. Pour conclure les limites, il aurait été possible de mieux gérer la transition entre la

modalité orale et écrite en l'abordant avec des dispositifs comme la dictée à l'adulte ou avec des exemples de phrases mais cela n'était pas réalisable dans le temps dont nous disposions.

Si l'expérience devait être renouvelée, elle devrait se baser sur un échantillon bien plus grand. De ce fait, les résultats pourront mieux représenter la population. Alors, il faudra réaliser la séquence sur plusieurs classes issues d'écoles différentes réunissant dans l'idéal des indices de positions sociales variés. De plus, il faudrait que la séquence se déroule sur cinq semaines sans pause afin que les élèves bénéficient d'une assiduité et stabilité nécessaire à l'apprentissage de ces nouvelles compétences. D'un point de vue technique, il serait aussi préférable d'avoir plusieurs appareils dans la salle de classe (par exemple un posé sur la table de chaque groupe). Ainsi, toute prise de parole pourrait être enregistrée et transcrite convenablement.

De plus, cette recherche nous a permis de découvrir que l'enseignant doit accorder une attention particulière à sensibiliser les élèves à l'argumentation de leurs réponses. En effet, il ne faut pas seulement les voir comme des compétences langagières mais comme des leviers qui sont primordiaux au développement de la pensée logique des élèves. Ainsi, pour atteindre cet objectif, il est possible de se servir d'un guide, d'affichages ou des exemples de connecteurs logiques en allégeant progressivement l'accompagnement pour favoriser l'autonomie. Mais aussi, d'organiser des activités courtes et récurrentes qui peuvent consolider l'apprentissage d'un vocabulaire spécifique (comme les quantificateurs logiques) en ritualisant le réinvestissement de nouvelles notions. Également, réaliser des rétroactions collectivement de manière bienveillante en explicitant les critères de réussite (justifier par un indice, employer un connecteur logique, citer un contre-exemple, etc.) peut aussi être idéale pour faire progresser des élèves.

Ainsi, cette étude inspire à accorder une plus grande place à l'argumentation dans les séquences pédagogiques. De cette façon, on peut l'appliquer dans toutes les disciplines scolaires. Par exemple, en français, lors d'une activité de compréhension de lecture nous pouvons demander aux élèves si le personnage principal se sent triste ou heureux. Ici, il est important de ne pas seulement les limiter à une réponse isolée comme « triste ». Il faut les amener à appuyer leur réponse en se basant sur des éléments précis des textes ou des illustrations afin qu'ils construisent leur réponse.

4. Conclusion

Les résultats obtenus lors de notre expérimentation se sont montrés concluants. Aujourd'hui, on peut suggérer que le dispositif ludique a augmenté l'engagement des élèves. En effet, il a aussi motivé les élèves à développer davantage leur raisonnement logique en verbalisant leurs arguments de manière structurée. Ainsi, pour observer ces résultats deux mécanismes ont été déterminants. Par exemple, la création du guide « les quatre règles d'or de l'argumentation » a aidé les élèves en présentant une explicitation de la tâche à accomplir et leur a permis de verbaliser leurs arguments dans le langage naturel. Mais aussi, l'alternance entre des phases d'autonomies et des phases guidées a favorisé les apprentissages en faisant progresser les élèves par des feed-backs réguliers menant à des autocorrections. Cependant, nous avons constaté qu'il existait toujours des difficultés au niveau de l'apprentissage des quantificateurs logiques. En effet, ce résultat est dû au fait que nous n'avons pas pu réaliser les séances sur une longue période et de manière assez régulière. De ce fait, les enfants n'ont pas eu le temps d'intégrer ce nouveau vocabulaire à leur lexique mental.

Pour conclure, un dispositif ludique comme Zermelo peut développer le raisonnement logique ainsi que la verbalisation des arguments des élèves de CE1. Toutefois, cela nécessite que l'enseignant s'appuie sur une ingénierie pédagogique rigoureuse qui aura pour objectif d'intégrer efficacement le dispositif ludique aux apprentissages.

Nous pouvons proposer des idées pour aller plus loin dans cette étude. Par exemple, il serait possible d'étendre la durée de la séquence et réaliser un post-test 4 semaines après l'étude pour observer ce que les élèves ont retenu. Mais aussi, mettre en place une démarche comparative avec un groupe en activité avec un dispositif ludique et un autre groupe isolé qui mènera la séquence de manière classique sans les mécanismes du jeu. De cette manière, on sera capable d'identifier précisément l'effet qu'à la ludification sur les apprentissages, la compréhension et l'engagement des élèves. Pour finir, il serait aussi intéressant d'observer si les élèves argumentent et justifient leurs réponses dans les autres disciplines à la suite ou parallèlement à la séquence. Ainsi, on sera capable d'observer si les élèves sont capables de remobiliser les compétences acquises dans d'autres disciplines et sur le long terme.

BIBLIOGRAPHIE

Bernardi, L. (2024). Zermelo game : All or none? *International Journal of Serious Games*, 11(2), 133-157.

<https://doi.org/10.17083/ijsg.v11i2.661>

Brougère, G. (2005). *Jouer, apprendre*. Économica Anthropos.

Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 7(2), 33–115.

Bruner, J. (1983). *Le développement de l'enfant, savoir-faire, savoir-dire* (8e éd.). Presses universitaires de France.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”*. In T. Reiners & L. C. Wood (Eds.), *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference* (pp. 9–15). ACM.

Dubois, N. (s.d.). *La ludification d'un contenu pédagogique : Un nouveau mode d'apprentissage*. Académie de Toulouse.

<https://pedagogie.ac-toulouse.fr/documentation/la-ludification-d-un-contenu-pedagogique-un-nouveau-mode-d-apprentissage>

Durand-Guerrier, V. (2005). *Recherches sur l'articulation entre la logique et le raisonnement mathématique dans une perspective didactique : Un cas exemplaire de l'interaction entre analyses épistémologique et didactique. Apports de la théorie élémentaire des modèles pour une analyse didactique du raisonnement mathématique* (Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1). HAL.

<https://theses.hal.science/tel-00201626v1/document>

Eduscol (s.d.) *Cycle 2*.

<https://eduscol.education.fr/84/j-enseigne-au-cycle-2>

Eduscol. (s.d.). *Cycle 3*.

<https://eduscol.education.fr/document/50990/download>

Éduscol. (s.d.). *Mathématiques, raisonner - cycle 4*.

<https://eduscol.education.fr/document/17224/download>

Gee, J. P. (2005). Learning by design: Good video games as learning machines. *E-Learning and Digital Media*, 2(1).

https://www.researchgate.net/publication/253367747_Learning_by_Design_Good_Video_Games_as_Learning_Machines

Larousse. (s.d.). *Raisonnement*. Dans *Larousse.fr – Dictionnaire*. Consulté le 28 mars 2025 sur <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/raisonnement/66273>

Ministère de l'Éducation nationale. (2015). *Bulletin officiel n° 13 du 26 mars 2015*.

https://www.education.gouv.fr/sites/default/files/imported_files/documents/BO_13_MEN_26-3-2015_404918.pdf

Ministère de l'Éducation nationale. (2025). *Socle commun de connaissances, de compétences et de culture*. Éditions du ministère de l'Éducation nationale.

<https://www.education.gouv.fr/media/226765/download>

Perron, B. (2013). L'attitude ludique de Jacques Henriot. *Sciences du jeu*, 1.

<https://doi.org/10.4000/sdj.216>

Piaget, J. (1945). *La formation du symbole chez l'enfant : Imitation, jeu et rêve, image et représentation*. (7 éd.). Delachaux et Niestlé.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1958). *Le développement des structures logiques chez l'enfant*. Delachaux et Niestlé.

Sanchez, É., Romero, M., & Viéville, T. (2020). *Apprendre en jouant*. Retz.

Schneider, M., & Mercier, A. J. (2005). *Situation adidactique, situation didactique, situation-problème : Circulation de concepts entre théorie didactique et idéologies pour l'enseignement*. Colloque de l'AFIRSE, Bordeaux, France.

<https://hal.science/hal-01995384>

Zermelo. (s.d.). *Outil pédagogique pour le raisonnement logique*.

<https://fr.oiler.education/zermelo>

TABLE DES ANNEXES

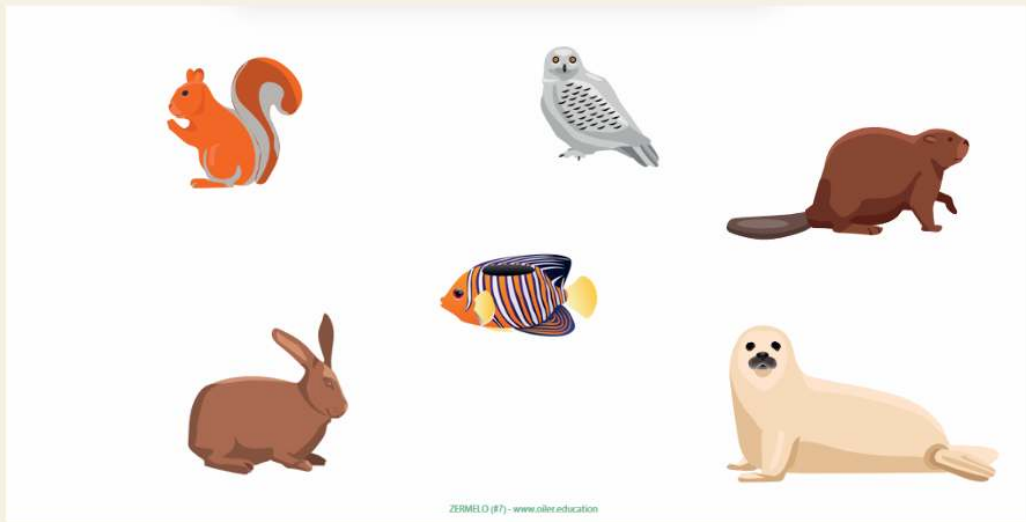
ANNEXE 1 : Guide “Les 4 règles d’or de l’argumentation”	36
ANNEXE 2 : Exemples d’illustrations présentées aux élèves issues du thème “Les animaux” du jeu Zermelo.....	37
ANNEXE 3 : Exemples d’illustrations présentées aux élèves issues du thème “Les nombres” du jeu Zermelo.....	38
ANNEXE 4 : Plan séquence de l’expérimentation.....	39
ANNEXE 5 : Réponses des élèves à la question : “Qu’est ce que ça signifie argumenter sa réponse ?” lors de la séance introductive.....	44
ANNEXE 6 : Première analyse des données de l’expérimentation.....	45

ANNEXE 1 : Guide “Les 4 règles d’or de l’argumentation”.

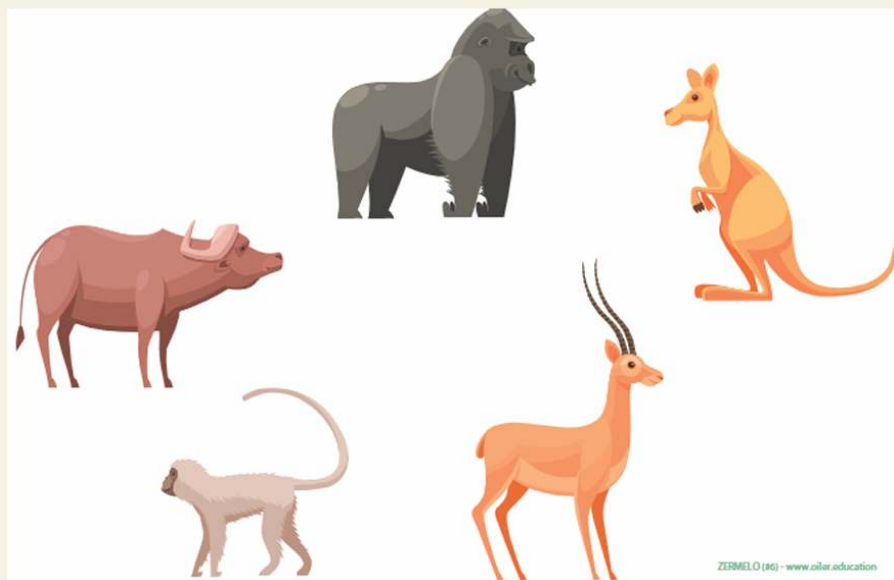


ANNEXE 2 : Exemples d'illustrations présentées aux élèves issues du thème "Les animaux" du jeu Zermelo.

"Tous les animaux ont des pattes."

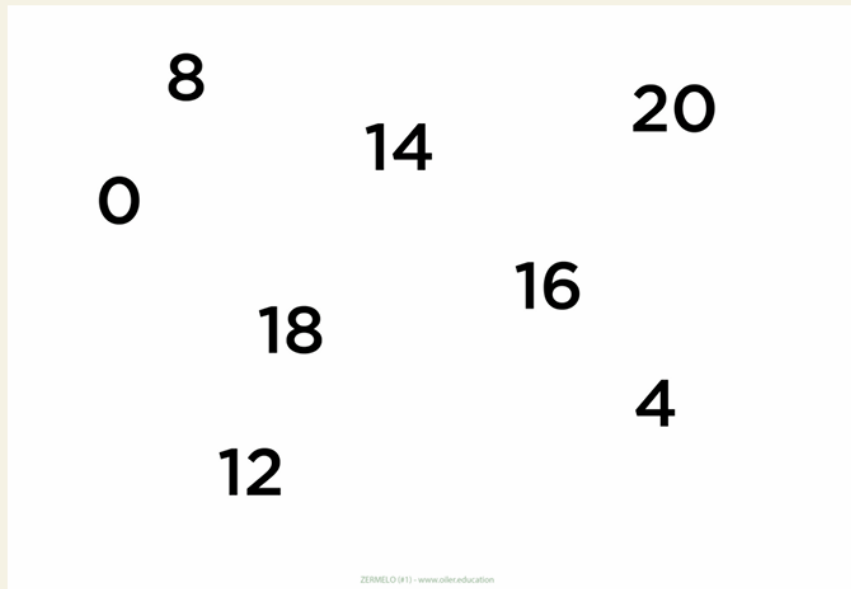


"Au moins un animal est de couleur marron."

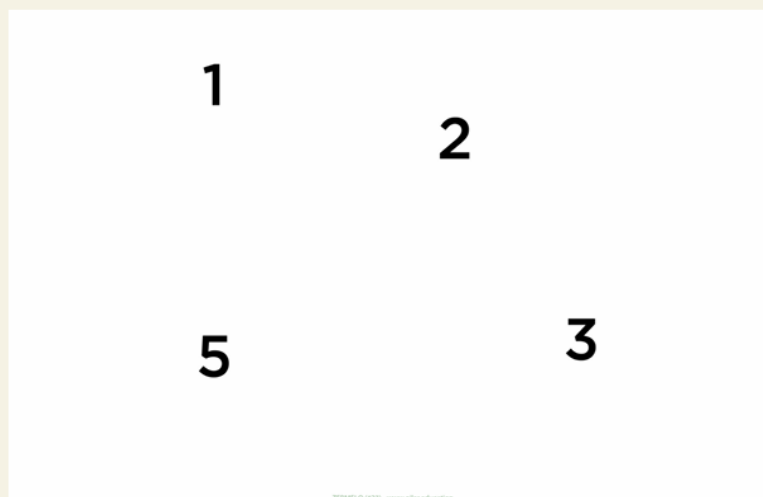


ANNEXE 3 : Exemples d’illustrations présentées aux élèves issues du thème “Les nombres” du jeu Zermelo.

“Tous les nombres sont supérieurs à 4”.



“Il y a au moins deux nombres pairs.”



ANNEXE 4 : Plan séquence de l'expérimentation.

	Dispositif	Objectifs d'apprentissage	Déroulement	Matériel
Séance introductive	En classe entière.	Découvrir le jeu et les planches du jeu Zermelo. Appropriation du guide des 4 règles d'or pour justifier son raisonnement. Découvrir des premières notions d'argumentation et de justification. Découvertes des quantificateurs "Tous", "Aucun", "Pas Tous" et "Au moins un".	1) Questions de réflexion : “Que signifie argumenter d'après vous ?” “Pourquoi est-il important de savoir argumenter ses réponses ?” 2) Présentation du Jeu (créé à partir de Zermelo) et du guide des quatre règles d'or pour justifier son raisonnement. 3) Première mise en activité: - Présentation du déroulement et des règles du jeu. - 3 parties “exemples” réalisées collectivement avec trois planches issues du jeu Zermelo. Modalité : À l'oral et avec le guide. 4) Définition collective des quantificateurs logiques. Tous / Pas tous / Aucun / Au moins un	Diaporama de la séance introductive. Guides des 4 règles d'or pour justifier son raisonnement.
Séance 1	<u>Temps de recherches</u> : En groupes. <u>Mise en commun</u>	Analyser une affirmation en prêtant une attention particulière aux quantificateurs logiques.	<u>Introduction</u> : Rappel de la séance précédente. Annonce des objectifs de la séance : jeu par	Diaporama de la séance 1. Guides des 4 règles d'or pour

	<u>et retours</u> : En classe entière.	Structurer son raisonnement. Justifier sa réponse. Verbaliser ses arguments et son raisonnement.	équipe avec 1 point par bonnes réponses et 1 point si l'argumentation a respecté les 4 règles d'or du guide. <u>Mise en activité</u> : Présenter aux élèves l'affirmation écrite sans la planche pour que les élèves observent le quantificateur qui aura été préalablement lu et souligné par le référent. <u>Modalité</u> : À l'oral. - Sans le guide pour la partie 1. - Avec le guide pour les parties 2 et 3. <u>Recherche</u> : Planches "animaux" 1) "Tous les animaux ont des pattes." 2) "Aucun de ces animaux ne vole." 3) "Au moins un animal vit dans l'eau." Restitution par un élève (différent pour chaque partie) et mise en commun après chaque planche. <u>Débat collectif</u>	justifier son raisonnement. Un feutre et une ardoise pour chaque groupe.
Séance 2	<u>Temps de recherches</u> : En groupes. <u>Mise en commun et retours</u> : En classe entière.	Analyser une affirmation en prêtant une attention particulière aux quantificateurs logiques. Structurer son raisonnement. Justifier sa réponse. Verbaliser ses arguments et son raisonnement.	<u>Introduction</u> : Rappel de la séance précédente. Annonce des objectifs de la séance : jeu par équipe avec 1 point par bonnes réponses et 1 point si l'argumentation a respecté les 4 règles d'or du guide. <u>Mise en activité</u> : Présenter aux élèves	Diaporama de la séance 2. Guides des 4 règles d'or pour justifier son raisonnement. Un feutre et une ardoise pour chaque groupe.

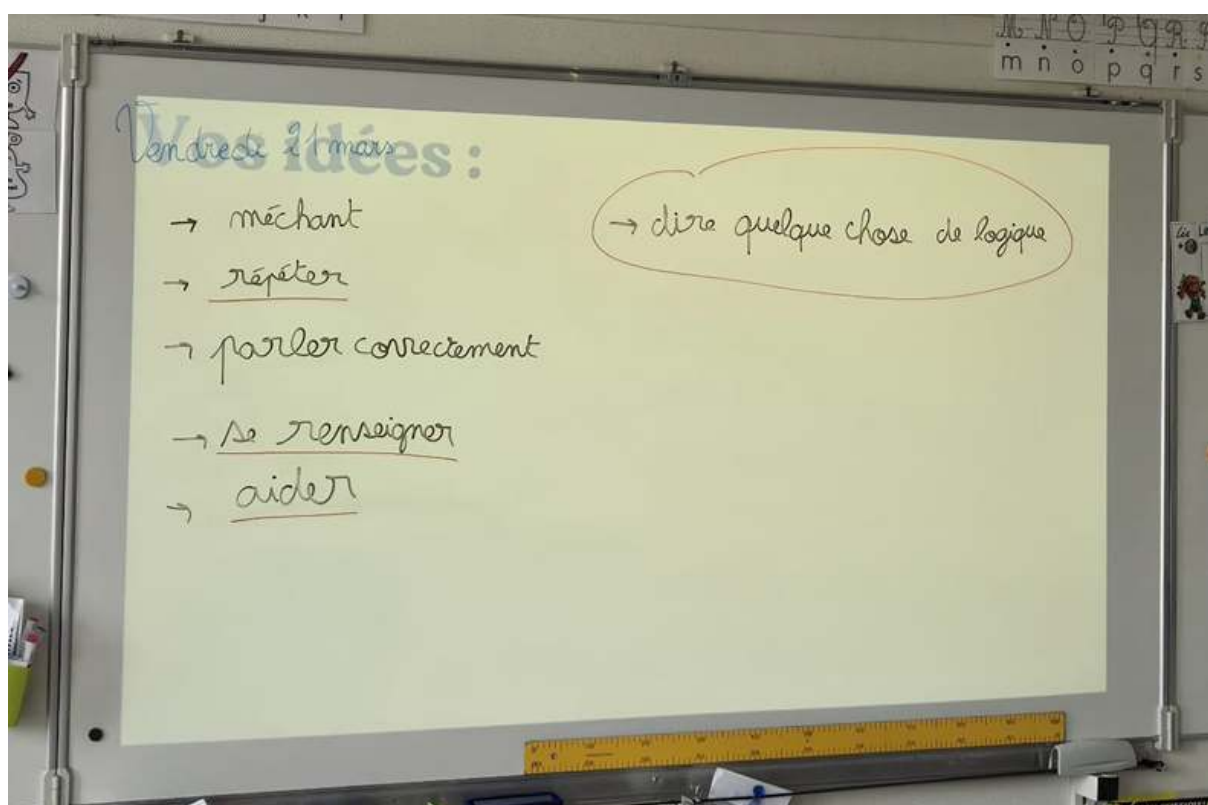
			l'affirmation écrite sans la planche pour que les élèves observent le quantificateur qui aura été préalablement lu et souligné par le référent. <u>Modalité</u> : Avec le guide. - A l'oral pour les parties 1 et 2. - A l'écrit pour la partie 3. <u>Recherche</u> : Planches "animaux" 1) "Tous les animaux vivent sur la terre ferme." 2) "Au moins un animal est de couleur marron." 3) "Tous les animaux sont des mammifères." Restitution par un élève (différent pour chaque partie) et mise en commun après chaque planche. <u>Débat collectif</u>	
Séance 3	<u>Temps de recherches</u> : En groupes. <u>Mise en commun et retours</u> : En classe entière.	Analyser une affirmation en prêtant une attention particulière aux quantificateurs logiques. Structurer son raisonnement. Justifier sa réponse. Verbaliser ses arguments et son raisonnement.	<u>Introduction</u> : Rappel de la séance précédente. Annonce des objectifs de la séance : jeu par équipe avec 1 point par bonnes réponses et 1 point si l'argumentation a respecté les 4 règles d'or du guide. <u>Mise en activité</u> : Présenter aux élèves l'affirmation écrite sans la planche pour que les élèves observent le quantificateur qui aura été préalablement lu et souligné par le référent.	Diaporama de la séance 3. Guides des 4 règles d'or pour justifier son raisonnement. Un feutre et une ardoise pour chaque groupe.

			<u>Modalité : À l'oral.</u> - Avec le guide pour les parties 1 et 2. - Sans le guide pour la partie 3. <u>Recherche :</u> Planches "Nombres" 1) "Tous les nombres sont supérieurs à 4". 2) "Il y a au moins deux nombres pairs." 3) "Aucun nombres n'est pairs." Restitution par un élève (différent pour chaque partie) et mise en commun après chaque planche. <u>Débat collectif</u>	
Séance 4	<u>Temps de recherches</u> : En groupes. <u>Mise en commun et retours</u> : En classe entière.	Analyser une affirmation en prêtant une attention particulière aux quantificateurs logiques. Structurer son raisonnement. Justifier sa réponse. Verbaliser ses arguments et son raisonnement.	<u>Introduction :</u> Rappel de la séance précédente. Annonce des objectifs de la séance : jeu par équipe avec 1 point par bonnes réponses et 1 point si l'argumentation a respecté les 4 règles d'or du guide. <u>Mise en activité :</u> Présenter aux élèves l'affirmation écrite sans la planche pour que les élèves observent le quantificateur qui aura été préalablement lu et souligné par le référent. <u>Modalité : À l'oral ou à l'écrit (choix libre).</u> - Avec le guide pour la partie 1. - Sans guide pour la partie 2 et 3. <u>Recherche :</u>	Diaporama de la séance 4. Guides des 4 règles d'or pour justifier son raisonnement. Un feutre et une ardoise pour chaque groupe.

			Planches "Animaux" et "Nombres" 1) "Tous les animaux n'ont pas de pattes." 2) "Tous les nombres sont pairs." 3) "Aucun animal ne vole." Restitution par un élève (différent pour chaque partie) et mise en commun après chaque planche. <u>Débat collectif</u>	
Séance 5	<u>Temps de recherches</u> : En groupes. <u>Mise en commun et retours</u> : En classe entière.	Analyser une affirmation en prêtant une attention particulière aux quantificateurs logiques. Structurer son raisonnement. Justifier sa réponse. Verbaliser ses arguments et son raisonnement.	<u>Introduction</u> : Rappel de la séance précédente. Annonce des objectifs de la séance : jeu par équipe avec 1 point par bonnes réponses et 1 point si l'argumentation a respecté les 4 règles d'or du guide. <u>Mise en activité</u> : Présenter aux élèves l'affirmation écrite sans la planche pour que les élèves observent le quantificateur qui aura été préalablement lu et souligné par le référent. <u>Modalité</u> : À l'oral ou à l'écrit (choix libre). Sans le guide pour toutes les parties. <u>Recherche</u> : Planches "Animaux" et "Nombres" 1) "Tous les animaux n'ont pas de pattes". 2) "Tous les nombres sont pairs." 3) "Aucun animal ne vole."	Diaporama de la séance 5. Guides des 4 règles d'or pour justifier son raisonnement. Un feutre et une ardoise pour chaque groupe.

			Restitution par un élève (différent pour chaque partie) et mise en commun après chaque planche. <u>Bilan</u> Ressentis des élèves, avis, sentiment de réussite ?, quand se sont sentis le plus à l'aise etc.	
--	--	--	---	--

ANNEXE 5 : Réponses des élèves à la question : “Qu’est ce que ça signifie argumenter sa réponse ?” lors de la séance introductive.



ANNEXE 6 : Première analyse des données de l'expérimentation.

Séance 1 :

I) Engagement dans l'activité (hypothèse 1)

Indicateur	Observations	Exemple
Participent activement à l'activité.	Oui	Les élèves prennent tous la parole et collaborent avec leurs autres camarades lors de l'activité.
Semblent concentrés. 0 = Distrait 1 = Plutôt distrait 2 = Très attentif	2 = Très attentif	Les élèves sont réactifs lorsque des consignes et conseils sont données.
Manifestent de la motivation. 0 = Non 1 = Un peu 2 = Oui, clairement	2 = Oui, clairement	« J'étais contente que tout le monde ait participé et donné des bonnes réponses ! »

II) Verbalisation du raisonnement logique utilisé (hypothèse 2)

Barème :

0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours

- Avec le guide :

Indicateur	Observations	Exemple
Utilisent les étapes du guide pour structurer son raisonnement.	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« on constate que le crocodile ça vit la plupart du temps dans l'eau, c'est vrai ».
Utilisent des connecteurs logiques (si, alors, car, donc).	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« je constate que c'est vrai qu'un des animaux vit dans l'eau car le crocodile vit dans l'eau et les autres ils ne vivent pas dans l'eau ».
Montrent un exemple pour justifier leur réponse.	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« je vois que les autres ne vivent pas dans l'eau et l'indice c'est qu'il y en a au moins un qui vit dans l'eau ». (l'élève montre le crocodile)
Écoutent et réagissent à l'argumentation des autres élèves.	2 = Toujours	« mais non les méduses ça volent dans l'eau, c'est pas vrai ce que tu dis ! »

- Sans le guide :

Indicateur	Observations	Exemple
Utilisent les étapes du guide pour structurer son raisonnement.	0 = Jamais	« C'est faux parce que le poisson ben il a pas de pattes il a des nageoires ».
Utilisent des connecteurs logiques (si, alors, car, donc).	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« Les méduses ça vit dans l'eau donc ça volent pas ».
Montrent un exemple pour justifier leur réponse.	0 = Jamais	« Et c'est faux car les méduses ça peut voler dans l'eau ».
Écoutent et réagissent à l'argumentation des autres élèves.	2 = Toujours	« Le crocodile vit dans l'eau ? »

III) Compréhension et usages des quantificateurs logiques (hypothèse 3)

Indicateur	Modalité de production	Observations	Exemple
Comprennent une affirmation avec un quantificateur logique. 0 = Non 1 = Un peu (quelques unes) 2 = Oui (toutes)		1 = Un peu (quelques unes)	Le quantificateur logique « au moins un » a représenté des difficultés pour les élèves.
Sont induits en erreur par les quantificateurs logiques (erreurs sémantiques). 0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours		1 = Parfois (lors de quelques parties)	« Au moins un ça veut dire qu'il y en a un ou plusieurs ? »
Utilisent spontanément des quantificateurs logiques. 0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours	Production écrite : Production orale :	Pas utilisée lors de cette séance. 1 = Parfois (lors de quelques parties)	« et l'indice c'est qu'il y en a au moins un qui vit dans l'eau »

Séance 2 :

I) Engagement dans l'activité (hypothèse 1)

Indicateur	Observations	Exemple
Participent activement à l'activité.	Oui	Les élèves prennent tous la parole et collaborent avec leurs autres camarades lors de l'activité. <i>« comment ça s'écrit ? »</i>
Semblent concentrés. 0 = Distract 1 = Plutôt distract 2 = Très attentif	1 = Plutôt distract	Les élèves sont réactifs lorsque des consignes et conseils sont données. Cependant, ils semblaient dissipés lorsque la réponse devait être rédigée à l'écrit.
Manifestent de la motivation. 0 = Non 1 = Un peu	2 = Oui, clairement	Les élèves étaient enthousiastes lorsqu'il leur a été proposé de chercher le mot « mammifère » dans le dictionnaire afin d'être plus précis possible dans leur réponse.

II) Verbalisation du raisonnement logique utilisé (hypothèse 2)

Barème :

0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours

- Avec le guide :

Indicateur	Observations	Exemple
Utilisent les étapes du guide pour structurer son raisonnement.	1 = Parfois (lors de quelques parties)	<i>« j'observe que tous les animaux n'ont pas de nageoires donc c'est... et je constate que tous les animaux vivent sur la terre ferme et je peux dire que c'est vrai car les poissons n'ont jamais eu de cornes »</i>
Utilisent des connecteurs logiques (si, alors, car, donc).	2 = Toujours	<i>« et du coup je peux constater que c'est vrai et l'indice qui m'a permis c'est que leurs couleurs elles sont marrons »</i> Abus de langage souvent présent dans les productions mais révélant une volonté de créer un lien de causalité entre deux événements.
Montrent un exemple pour justifier leur réponse.	1 = Parfois (lors de quelques parties)	<i>« je peux alors conclure que c'est vrai et l'indice c'est qu'ils sont tous les deux marrons » (l'élève montre les animaux désignés)</i>
Écoutent et réagissent à l'argumentation des autres élèves.	2 = Toujours	<i>« mais non, il est pas marron ! »</i>

III) Compréhension et usages des quantificateurs logiques (hypothèse 3)

Indicateur	Modalité de production	Observations	Exemple
Comprennent une affirmation avec un quantificateur logique. 0 = Non 1 = Un peu (quelques unes) 2 = Oui (toutes)		1 = Un peu (quelques unes)	<i>« Mais le mot dans la phrase il nous dit la réponse alors ! »</i> <i>« Au moins un ça veut dire qu'il y en a un mais il peut en avoir plusieurs ».</i>
Sont induits en erreur par les quantificateurs logiques (erreurs sémantiques). 0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours		1 = Parfois (lors de quelques parties)	<i>En parlant du quantificateur logique « au moins un » :</i> <i>« si il y en a deux c'est aussi vrai ? »</i>
Utilisent spontanément des quantificateurs logiques. 0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours	Production écrite : Production orale :	0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties)	<i>« je peux alors conclure que c'est vrai et l'indice c'est qu'ils sont tous les deux marrons »</i>

Séance 3 :

I) Engagement dans l'activité (hypothèse 1)

Indicateur	Observations	Exemple
Participent activement à l'activité.	Oui	Les élèves prennent tous la parole et collaborent avec leurs autres camarades lors de l'activité.
Semblent concentrés. 0 = Distract 1 = Plutôt distract 2 = Très attentif	2 = Très attentif	Les élèves sont réactifs lorsque des consignes et conseils sont données.
Manifestent de la motivation. 0 = Non 1 = Un peu 2 = Oui, clairement	2 = Oui, clairement	Les élèves sont investis dans l'activité. <i>« Pourquoi ils ont dit sont plus grands que 4 alors qu'ils ont dessiné un 4 ? Donc on ne peut pas savoir si il est supérieur ou pas supérieur ! »</i>

II) Verbalisation du raisonnement logique utilisé (hypothèse 2)

Barème :

0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours

- Avec le guide :

Indicateur	Observations	Exemple
Utilisent les étapes du guide pour structurer son raisonnement.	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« J'observe que 0 c'était plus petit que 4 ducoup alors j'ai dit que c'était faux et c'est 0 qui m'a permis de savoir si la réponse était vraie ou fausse »
Utilisent des connecteurs logiques (si, alors, car, donc).	2 = Toujours	« j'ai vu que la réponse était fausse car 0 c'est plus petit que 4 et les autres nombres ils étaient plus grands »
Montrent un exemple pour justifier leur réponse.	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« et l'indice qui m'a permis de dire que c'était faux c'est le 0 qui est plus petit que 4 »
Écoutent et réagissent à l'argumentation des autres élèves.	2 = Toujours	« non, 2 c'est un nombre pair car la moitié de 2 c'est 1 et tu peux enlever 1 et ça ne fait pas 0 ! »

- Sans le guide :

Indicateur	Observations	Exemple
Utilisent les étapes du guide pour structurer son raisonnement.	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« j'observe que c'est faux que tous les nombres sont pairs et je peux conclure que c'est faux parce qu'il y a bien tous les nombres qui sont pairs »
Utilisent des connecteurs logiques (si, alors, car, donc etc).	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« j'observe que c'est faux que tous les nombres sont pairs et je peux conclure que c'est faux parce qu'il y a bien tous les nombres qui sont pairs »
Montrent un exemple pour justifier leur réponse.	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« j'observe que 2 c'est un nombre pair car la moitié de 2 c'est 1 et tu peux enlever 1 et ça ne fait pas 0 »
Écoutent et réagissent à l'argumentation des autres élèves.	2 = Toujours	« c'est égalité ! »

III) Compréhension et usages des quantificateurs logiques (hypothèse 3)

Indicateur	Modalité de production	Observations	Exemple
Comprennent une affirmation avec un quantificateur logique. 0 = Non 1 = Un peu (quelques unes) 2 = Oui (toutes)		1 = Un peu (quelques unes)	Les élèves ont éprouvé des difficultés à comprendre les termes « supérieurs à » ou « inférieurs à » lorsqu'ils étaient abordés.
Sont induits en erreur par les quantificateurs logiques (erreurs sémantiques). 0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours		1 = Parfois (lors de quelques parties)	« Pourquoi ils ont dit sont plus grands que 4 alors qu'ils ont dessiné un 4 ? Donc on ne peut pas savoir si il est supérieur ou pas supérieur ! » »
Utilisent spontanément des quantificateurs logiques. 0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours	Production écrite : Production orale :	Pas utilisée lors de cette séance. 1 = Parfois (lors de quelques parties)	« c'est faux parce que c'est écrit au moins deux nombres qui sont pairs alors qu'il n'y en a qu'un »

Séance 4 :

I) Engagement dans l'activité (hypothèse 1)

Indicateur	Observations	Exemple
Participent activement à l'activité.	Oui	Les élèves prennent tous la parole et collaborent avec leurs autres camarades lors de l'activité.
Semblent concentrés. 0 = Distract 1 = Plutôt distract 2 = Très attentif	2 = Très attentif	Les élèves sont réactifs lorsque des consignes et conseils sont données.
Manifestent de la motivation. 0 = Non 1 = Un peu 2 = Oui, clairement	2 = Oui, clairement	« C'était trop bien ! » « On continue la semaine prochaine ? »

II) Verbalisation du raisonnement logique utilisé (hypothèse 2)

Barème :

0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours

- Avec le guide :

Indicateur	Observations	Exemple
Utilisent les étapes du guide pour structurer son raisonnement.	2 = Toujours	« <i>j'observe</i> que le 0 le 8 le 12 le 14 le 16 et le 4 ils sont plus petits que le 18 <i>je constate</i> que c'est faux donc <i>je peux conclure</i> que c'est faux et l' <i>indice</i> qui m'a permis de dire que c'était faux c'est le 8 le 0 le 12 et le 14 »
Utilisent des connecteurs logiques (si, alors, car, donc).	2 = Toujours	« faux <i>car</i> ils disent que tous les nombres sont plus grands que 18 »
Montrent un exemple pour justifier leur réponse.	2 = Toujours	« et l' <i>indice</i> qui m'a permis de dire que c'était faux c'est le 8 le 0 le 12 et le 14 »
Écoutent et réagissent à l'argumentation des autres élèves.	2 = Toujours	« ils disent que tous les nombres sont plus grands que 18 mais y a que le 20 qui est plus grand »

- Sans le guide :

Indicateur	Observations	Exemple
Utilisent les étapes du guide pour structurer son raisonnement.	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« <i>j'observe</i> un 1, un 2, un 5 et un 3 et euh... »
Utilisent des connecteurs logiques (si, alors, car, donc).	2 = Toujours	« <i>ducoup</i> je peux conclure que l'affirmation est fausse » Son emploi au sens de « par conséquence »
Montrent un exemple pour justifier leur réponse.	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« Il n'y en a que 3 qui sont impairs » L'élève entoure les trois nombres décrits au tableau.
Écoutent et réagissent à l'argumentation des autres élèves.	2 = Toujours	« Non, la moitié de 1 ça ne peut pas être pair c'est 0,5 ! »

III) Compréhension et usages des quantificateurs logiques (hypothèse 3)

Indicateur	Modalité de production	Observations	Exemple
Comprennent une affirmation avec un quantificateur logique. 0 = Non 1 = Un peu (quelques unes) 2 = Oui (toutes)		2 = Oui (toutes)	« faux car ils disent que tous les nombres sont plus grands que 18 »
Sont induits en erreur par les quantificateurs logiques (erreurs sémantiques). 0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours		2 = Jamais	Tous les groupes de la classe ont répondu juste à l'affirmation. On peut alors affirmer qu'ils n'ont pas été induits en erreur par les quantificateurs logiques utilisés.
Utilisent spontanément des quantificateurs logiques. 0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours	Production écrite : Production orale :	Pas utilisée lors de cette séance. 1 = Parfois (lors de quelques parties)	« parce que c'est pas tous les nombres qui sont pairs »

Séance 5 :

I) Engagement dans l'activité (hypothèse 1)

Indicateur	Observations	Exemple
Participent activement à l'activité.	Oui	Les élèves prennent tous la parole et collaborent avec leurs autres camarades lors de l'activité.
Semblent concentrés. 0 = Distract 1 = Plutôt distract 2 = Très attentif	2 = Très attentif	Les élèves sont réactifs lorsque des consignes et conseils sont données.
Manifestent de la motivation. 0 = Non 1 = Un peu 2 = Oui, clairement	2 = Oui, clairement	Les élèves sont très enjoués à l'idée de jouer et sont même déçus de ne plus avoir de séances prévues. « j'ai préféré les nombres ! »

II) Verbalisation du raisonnement logique utilisé (hypothèse 2)

Barème :

0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours

- Sans le guide :

Indicateur	Observations	Exemple
Utilisent les étapes du guide pour structurer son raisonnement.	2 = Toujours	« j'observe le 4, le 18 qui sont pairs donc je peux dire que l'affirmation est vraie et l'indice qui m'a permis de répondre c'est le 14, le 18 etc »
Utilisent des connecteurs logiques (si, alors, car, donc).	2 = Toujours	« mais la chouette elle a des pattes mais aussi des ailes donc je peux conclure que l'affirmation est fausse »
Montrent un exemple pour justifier leur réponse.	1 = Parfois (lors de quelques parties)	« l'indice qui m'a permis de dire que c'était vrai c'est le 4, le 14 etc »
Écoutent et réagissent à l'argumentation des autres élèves.	2 = Toujours	« oui, c'est vrai ! »

III) Compréhension et usages des quantificateurs logiques (hypothèse 3)

Indicateur	Modalité de production	Observations	Exemple
Comprennent une affirmation avec un quantificateur logique. 0 = Non 1 = Un peu (quelques unes) 2 = Oui (toutes)		1 = Un peu (quelques unes)	Quelques élèves ne sont pas encore assez confiants et m'ont demandé ce que veulent dire certains quantificateurs déjà abordés.
Sont induits en erreur par les quantificateurs logiques (erreurs sémantiques). 0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours		0 = Jamais	Lorsque j'ai demandé aux élèves à quoi il fallait faire attention dans une affirmation contenant le quantificateur logique « tous », les élèves ont tous vu et dit qu'ils devaient apporter leur attention sur ce mot.
Utilisent spontanément des quantificateurs logiques. 0 = Jamais 1 = Parfois (lors de quelques parties) 2 = Toujours	Production écrite : Production orale :	Pas utilisée lors de cette séance. 1 = Parfois (lors de quelques parties)	« j'observe que tous les chiffres sont pairs ducoup je peux constater que l'affirmation est vraie »

Année universitaire 2025-2026

Master 2 Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation
Mention Premier degré

Titre du mémoire : Jeux de logique pour raisonner et argumenter
Auteur : Pauline SABADIE

Résumé : Notre étude repose sur l'utilisation d'un dispositif ludique pour développer l'apprentissage du raisonnement logique et la verbalisation des arguments des élèves. Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé le jeu numérique Zermelo afin de construire une séquence de cinq séances dans une classe de CE1. Cette expérimentation visait à amener les élèves à évaluer la validité des affirmations proposées. Pour effectuer cette tâche, ils ont dû structurer leur raisonnement en repérant des indices pertinents afin de justifier leurs réponses et les verbaliser auprès de leurs camarades. De plus, la séquence invite les élèves à explorer le langage mathématique en les sensibilisant aux quantificateurs logiques présents dans les affirmations (tous, aucun, au moins un, etc.). Les résultats suggèrent que cette séquence a fait progresser les élèves en les rendant plus engagés, en améliorant leur capacité à structurer leur raisonnement et en augmentant leur capacité de verbalisation. Cette progression repose sur des choix pédagogiques rigoureux, comme l'alternance entre des phases guidées, avec un outil structurant (le guide des quatre règles d'or), et des phases plus autonomes. Ainsi, ce travail souligne l'importance d'une ingénierie pédagogique précise pour intégrer efficacement les jeux logiques aux apprentissages.

Mots clés : Raisonnement logique. Jeu. Argumentation. Justification. Verbalisation.

Abstract: Our study is based on the use of a game to develop learning logical reasoning and verbalization of students' arguments. To achieve this goal, we used the digital game Zermelo to build a sequence of five sessions in a CE1 class. This experiment aimed to encourage students to respond true or false to statements accompanied by boards from the game. To perform this task, they had to structure their reasoning by identifying the relevant clues to justify their answers and verbalizing them to their peers. Moreover, the sequence invites students to explore the mathematical language by making them aware of the logical quantifiers present in the statements (all, none, at least one, etc.). The results suggest that this sequence advanced students by making them more engaged, improving their ability to structure their reasoning and increasing their verbalization ability. This progression is based on rigorous pedagogical choices, such as alternating between guided phases, with a structuring tool (the guide of the «four golden rules»), and more autonomous phases. Thus, this work highlights the importance of precise pedagogical engineering to effectively integrate logical games into learning.

Keywords: Logical reasoning. Game. Argumentation. Justification. Verbalization.