



Site de Grenoble

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 Chloé SPICA

Première partie rédigée en collaboration avec Pauline SABADIE

Mémoire encadré par Emmanuel BEFFARA

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, je souhaite remercier mon directeur de mémoire, Monsieur Emmanuel Beffara qui m'a accompagné dans la réflexion et l'élaboration de ce mémoire.

Je tiens également à remercier mes élèves qui ont participé avec enthousiasme à l'expérimentation et qui sont donc aussi acteurs de ce mémoire.

Dans un dernier temps, je tiens à remercier mon binôme de mémoire Pauline Sabadie pour la réalisation en collaboration de la première partie de ce mémoire ainsi que pour son soutien et sa bienveillance.

Tables des matières

PARTIE 1 : INTRODUCTION.....	3
I) Exposé de l'importance du problème.....	3
II) Revue de la littérature scientifique.....	4
1. La place du raisonnement logique dans les programmes scolaires.....	4
2. La ludification.....	5
a. Lien entre le jeu et le développement cognitif chez l'enfant.....	6
b. Distinction entre ludification et ludicisation.....	7
3. Le raisonnement dit "logique".....	9
a. Qu'est-ce-que raisonner ?.....	9
b. Les différents types de raisonnements.....	9
c. La pensée logique.....	13
4. Apports, limites et enjeux didactiques des jeux utilisés en contexte scolaire.....	14
a. Les jeux numériques.....	14
b. Une ruse pédagogique ?.....	14
c. Un intérêt pour les apprentissages.....	15
III) Problématiques.....	16
PARTIE 2 : MÉTHODOLOGIE.....	18
I) Présentation de Zermelo.....	18
1. Le dispositif.....	18
2. Intérêts et pré-requis.....	19
II) Matériel et protocole.....	21
1. La démarche.....	21
2. Les observables et la stratégie d'analyse.....	24
3. Comparabilité et analyse progressive.....	25
4. La séquence.....	25
III) Mise en oeuvre.....	28
PARTIE 3 : ANALYSE DES RÉSULTATS.....	29
I) Évolution de l'engagement des élèves (hypothèse 1).....	29
II) Amélioration de la qualité des justifications (hypothèse 2).....	30
III) Mobilisation des quantificateurs (hypothèse 3).....	34
IV) Comparaison entre les niveaux CE1 et CM2.....	36
PARTIE 4 : DISCUSSION ET CONCLUSION.....	38
I) Mise en perspective des résultats.....	38
II) Profils d'élèves et contexte de la classe.....	38
III) Limites et points de vigilance.....	39
IV) Les Perspectives.....	40
V) Conclusion et retour réflexif.....	41
BIBLIOGRAPHIE.....	42
TABLE DES ANNEXES.....	45

PARTIE 1 : INTRODUCTION

I) 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 pouvait penser que la situation problème est 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, même si le résultat de cet élève était juste. Mais aussi, comment enseigner aux élèves le concept de justification quand il ne fait pas partie officiellement des compétences à acquérir à l'école élémentaire ? 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 conduit 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 jamais 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.

II) Revue de la littérature scientifique

1. La place du raisonnement logique dans les programmes scolaires

Ces dernières années, l'intégration de la ludification dans l'enseignement 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 les fondements de cette démarche sont pris en compte dans les recommandations. Par exemple, dans son Bulletin Officiel (BOEN¹), 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 (MEN², 2020). Ainsi, effectuer une approche ludique des apprentissages peut faire partie des méthodes actives encouragées par des pédagogues. Par exemple, Célestin Freinet ou Maria Montessori qui considèrent que l'enfant est 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.

Toutefois, il est important de distinguer les pédagogies actives de la ludification. Les pédagogies actives, portées par des figures comme Freinet ou Montessori, visent à développer l'autonomie de l'élève par la manipulation, la coopération et l'expérimentation. À l'inverse, la ludification ne repose pas sur une méthode pédagogique globale, mais sur l'introduction d'éléments issus du design de jeux (défis, scores, niveaux, badges...) dans des activités non ludiques. Elle vise principalement à renforcer l'engagement et la motivation dans une tâche

¹ Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale, de la jeunesse et des sports

² Ministère de l'Éducation Nationale

scolaire. Ainsi, bien que la ludification puisse être intégrée à une démarche active, elle reste une modalité spécifique, centrée sur les leviers du jeu et non sur la méthode d'apprentissage elle-même.

De plus, dans les programmes du cycle 2 et du cycle 3, on retrouve des formulations qui laissent place à l'utilisation pour apprendre à raisonner, quelque soit la discipline étudiée. Par exemple, le programme de cycle 3 insiste en histoire-géographie 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 » (MEN, 2020, p. 67). Les termes « raisonner », « argumenter » et « débattre » peuvent être liés aux objectifs visés par la ludification qui encourage ces compétences à travers le jeu pour favoriser l'expérimentation et la justification des choix.

Toutefois, Brougère (2005) 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 une méthode active très prometteuse nécessitant une réflexion didactique approfondie lors de sa mise en œuvre en activité.

2. La ludification

« Apprendre en jouant » est une expression souvent rencontrée en pédagogie, mais que recouvre-t-elle réellement ? D'après Jacques Henriot (1969, p. 24) : « Le jeu n'est pas dans la chose 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.

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

Avant d'aborder le lien entre jeu et développement cognitif, il convient de différencier plusieurs concepts souvent confondus. D'un côté, le jeu libre est selon UNICEF "les moments où les enfants ont une totale liberté de jouer comme ils le souhaitent", sans but éducatif explicite. De l'autre, la pédagogie par le jeu s'appuie sur des jeux pensés pour faire apprendre, avec des objectifs didactiques précis. Enfin, la ludification consiste à intégrer des mécanismes de jeu (récompenses, classements, défis...) dans des contextes qui ne sont pas des jeux à l'origine, comme une leçon ou un exercice. Cette distinction est importante car les effets cognitifs varient selon le type de dispositif utilisé en classe.

Le jeu est considéré comme essentiel au développement cognitif, social et émotionnel des enfants. Selon les nombreuses recherches de Jean Piaget, la pensée logique chez l'enfant ne se développe pas spontanément mais suit une progression en plusieurs étapes, dite : « 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 en 1945 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, la capacité à faire semblant. C'est la représentation des choses avec des mots ou des images.

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

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.**

Raisonnement abstrait / logique abstraite. C'est la capacité d'un raisonnement moral / mature.

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 constitue 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 ludifiée devra s'appuyer sur les 5 critères qui délimitent le jeu selon Brougères (2005) :

- L'enfant doit décider de participer à l'action, soit de son propre chef, soit suite à un processus d'adhésion.
- Ces 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.

b. Distinction entre ludification et ludicisation.

Aujourd'hui, le jeu occupe une place grandissante dans les pratiques pédagogiques. Ce nouvel outil évolue à travers les concepts de ludification et de ludicisation. Brougère a donné une première définition universitaire de la ludification, aujourd'hui devenue canonique, et offerte par S. Deterding et al. (2011, sp) : « *the use of game design elements in*

nongame-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 le chercheur américain Gee (2003) dans son article, 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 mécanismes et leviers peuvent répondre à notre objectif commun : développer la capacité des élèves à raisonner et à argumenter à travers des jeux de logique.

Ainsi, la ludification et la ludicisation offrent des leviers pédagogiques intéressants, à condition d'être mises au service d'objectifs cognitifs clairs.

Dans notre recherche, ces approches ne sont pas considérées comme des fins en soi, mais comme des moyens permettant de soutenir un apprentissage exigeant : celui du raisonnement logique. En effet, certains mécanismes ludiques tels que la manipulation d'hypothèses, la validation par essais/erreurs, l'argumentation en équipe ou la recherche d'indices sont

directement mobilisateurs de formes de raisonnement logique, comme la déduction, l'induction ou la recherche de contre-exemples.

3. Le raisonnement dit “logique”

a. Qu'est-ce-que raisonner ?

Si l'on part de la définition du dictionnaire Larousse : « 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. Par exemple, en mathématiques, en sciences ou encore en français. Dans ces domaines, les élèves doivent démontrer, expliquer et justifier leurs réponses. Cependant, il existe plusieurs types de raisonnement, chacun faisant appel à des stratégies cognitives distinctes. En ce sens, cette diversité doit être prise en compte dans les méthodes pédagogiques afin d'accompagner au mieux le développement de la pensée logique des élèves.

b. Les différents types de raisonnements.

- **Le raisonnement déductif/démonstratif**

Ce raisonnement applique une règle à un cas particulier pour en déduire une conclusion, on parle aussi de raisonnement démonstratif (Meunier, 2016). Il est souvent formalisé sous une forme de syllogisme qui peut se composer de trois éléments différents (Déret & Jamet, 2000, p. 165-166) :

1. Une prémisse majeure (règle générale) : par exemple, « *Tous les mammifères allaitent leurs petits.* »
2. Une prémisse mineure (cas particulier) : « *La vache est un mammifère.* »
3. Une conclusion (déduction logique) : « *Donc, la vache allaite ses petits.* »

Selon Meunier (2016, p. 11), cette forme de syllogisme qualifiée de concluant « conduit à une conclusion certaine, sous réserve que les prémisses soient vraies. » D'après Déret et Jamet (2000), ce raisonnement est devenu un pilier central des mathématiques et des sciences où les élèves peuvent résoudre des problèmes ou démontrer une réponse.

Piaget (1945), en étudiant le développement du raisonnement logique chez l'enfant, a

montré que la pensée déductive se construit progressivement. En effet, d'après lui, ce type de raisonnement apparaît principalement au stade des opérations formelles, c'est-à-dire vers 11 à 12 ans. De plus, il annonce qu'à cet âge, les enfants utilisent davantage un raisonnement dit inductif. Toutefois, des études plus récentes ont nuancé cette approche. Dans son ouvrage, Houdé (2022) explique que le développement du raisonnement logique n'est pas aussi strictement linéaire que l'avait décrit Piaget. Il met en avant l'idée que les enfants peuvent mobiliser des formes de raisonnement déductif plus tôt, à condition qu'ils soient accompagnés et guidés dans leur réflexion. Il insiste notamment sur le rôle des inhibitions cognitives : lorsqu'un enfant apprend à raisonner, il doit inhiber des intuitions erronées pour adopter un raisonnement logique : « il existe déjà chez le bébé des capacités cognitives assez complexes, des connaissances physiques, logiques et mathématiques ainsi que psychologiques non réductibles à un fonctionnement strictement sensori-moteur. » (Houdé, 2022, p. 25). Ainsi, un élève peut utiliser un raisonnement déductif plus tôt si on l'entraîne à repérer et à contrôler ses erreurs.

- **Le raisonnement par l'absurde**

C'est une forme particulière du raisonnement déductif. À l'école primaire, il est très peu utilisé. En effet, lorsqu'il est abordé, c'est rarement dans le cadre de résolutions de problèmes. On a pu observer qu'il est principalement mobilisé en français, quand les élèves travaillent la compréhension de texte ou la cohérence textuelle d'un récit. Dans ces activités, les élèves sont parfois amenés à envisager une situation contradictoire ou à repérer ce qui ne fonctionne pas dans un texte. Le raisonnement par l'absurde peut être un outil très riche pour apprendre à argumenter.

Il repose sur des principes simples selon Gardies (1991, p. 10) :

- On suppose que ce qu'on veut prouver est faux.
- On cherche ce qui découle de cette supposition et on développe les calculs jusqu'à obtenir une contradiction.
- On conclut que la supposition était fausse.

On peut s'appuyer sur les publications de Dirichlet (cité par Delahaye, 2018) pour formuler un exemple en généralisant son principe des tiroirs : « Soit un meuble comportant n tiroirs dans lequel sont rangés m objets. Si $m > n$, alors au moins l'un des tiroirs contient deux objets ou plus. » (Delahaye, 2018, p. 74). On peut alors démontrer par l'absurde que si on

répartit 13 chaussettes dans 12 tiroirs alors il y aura au moins un des tiroirs qui contiendra plusieurs chaussettes.

Même si cette démarche peut sembler complexe, Houdé (2011) explique qu'il est possible de la rendre accessible aux élèves dès l'école élémentaire. Pour cela, il faut bien les accompagner et leur proposer des supports concrets comme des figures, des manipulations ou encore des mises en situation. Ainsi, ce type de raisonnement pousse les élèves à adopter une posture réflexive ou encore à vérifier la cohérence de leurs réponses.

- **Le raisonnement inductif**

À l'inverse, le raisonnement inductif est un mode de pensée fondé sur l'observation de cas particuliers pour en tirer une règle générale. Selon Piaget (1993), le raisonnement inductif est essentiel à la formation des concepts. Le raisonnement inductif est l'un des premiers modes de pensée que l'enfant mobilise spontanément. Il observe, expérimente, puis généralise. Par exemple, un élève de CP qui remarque que lorsqu'on ajoute 1 à un nombre, on obtient toujours le suivant, peut en conclure que « *+1 permet d'avancer d'un cran dans la suite des nombres* ».

Dans le contexte scolaire, le raisonnement inductif est particulièrement utile, car il permet aux élèves de faire des généralisations à partir de situations concrètes. En observant des objets ou des phénomènes spécifiques, l'élève est amené à formuler des hypothèses sur des catégories plus larges, développant ainsi sa capacité à généraliser.

Par exemple, les élèves pourraient conclure que « *tous les oiseaux peuvent voler* » en observant une majorité d'oiseaux, sans considérer des exceptions comme les manchots.

- **Le raisonnement analogique**

D'après le CNRTL, raisonner par analogie signifie : « former un raisonnement fondé sur les ressemblances ou les rapports d'une chose avec une autre ». D'un point de vue neuropsychologique, le raisonnement analogique est « la capacité à établir une correspondance entre deux situations : une situation de base et une situation cible » (Krzemien, Leroy & Maillart, 2015, p. 270).

Les recherches montrent que ce type de raisonnement, théorisé par Piaget (1945), apparaît chez l'enfant qu'à l'âge de 11-12 ans, dans la période de la pensée formelle.

Cependant, d'autres études ont démontré que ce type de raisonnement apparaît dès quatre ans dans le développement des enfants : « à condition qu'ils comprennent les relations impliquées » (Bruttin & Bücher, s.d., p. 68). Par exemple, si un enfant n'a pas réussi son évaluation de grammaire, il pourra facilement penser qu'il ne sera pas capable de réussir les autres évaluations issues de la même discipline. Ainsi, son raisonnement analogique sera le suivant : si l'évaluation de grammaire ne s'est pas bien déroulée, il y a un risque que l'évaluation de vocabulaire ne se passe pas bien.

- **Le raisonnement par l'utilisation d'indices, d'exemples ou de contre-exemples.**

Dans les pratiques de classe, les élèves sont régulièrement amenés à mobiliser des indices ou des exemples concrets pour comprendre un énoncé, anticiper une situation ou justifier une réponse. Même si ces démarches peuvent sembler naturelles, elles reposent en réalité sur des formes de raisonnement spécifiques qui participent au développement de la pensée logique. Le raisonnement par indice, autrement appelé l'argumentation indicielle (Plantin, 2016), consiste à rechercher des éléments présents dans une situation pour en déduire une information implicite. Ce type de raisonnement est sollicité dans toutes les disciplines, et bien que non formel, il mobilise des compétences essentielles : observer, constater, relier et conclure. Par exemple, si l'enseignant lit la phrase suivante aux élèves : « *Loïc rentre trempé à la maison en claquant la porte.* » Puis, il demande aux élèves : « *Comment Loïc se sent-il ?* » Les élèves pourront en déduire que Loïc se sent énervé car il a claqué la porte, mais aussi parce qu'il pleut dehors. Ainsi, ces déductions ne sont pas dites, mais elles sont données à partir d'indices textuels.

De plus, donner un exemple est une stratégie courante chez les élèves pour illustrer une idée ou pour montrer qu'ils ont compris. On sait notamment que, lors de débats ou d'écrits argumentatifs, un exemple bien choisi peut rendre une pensée plus claire et plus convaincante. Par exemple, un élève peut écrire : « *Je pense que l'amitié est importante parce que quand je suis triste un ami peut me remonter le moral.* »

Enfin, le contre-exemple peut être aussi un outil très utile. Il permet de remettre en question une affirmation générale en montrant qu'il existe au moins un cas qui la contredit. On le retrouve majoritairement en mathématiques, lorsqu'un seul contre-exemple suffit à démontrer qu'une règle n'est pas vraie. Par exemple, si l'enseignant demande aux élèves de répondre à l'affirmation : « *Tous les quadrilatères ont au moins un angle droit* », l'élève devra

répondre : « faux » en donnant un contre-exemple. Ici, un des contre-exemples possibles est d'énoncer les propriétés du parallélogramme. Mais aussi, il est possible que l'élève réalise un dessin afin d'établir son contre-exemple, en dessinant un quadrilatère sans angle droit, par exemple.

Ainsi, ce type de raisonnement apprend aux élèves à questionner les énoncés et à justifier leurs réponses avec précision. Ces formes de raisonnement sont accessibles dès le cycle 2 et peuvent être développées dans toutes les disciplines.

c. La pensée logique.

Le CNRTL définit la logique comme une « science relative aux processus de la pensée rationnelle (induction, déduction, hypothèse...) et à la formulation discursive des vérités ». Du point de vue de Houdé (2011), la pensée logique correspond à la capacité à ordonner des idées, à établir des liens entre elles et à construire un raisonnement cohérent en vue de résoudre un problème ou de tirer une conclusion. Elle s'appuie sur des opérations mentales telles que la comparaison, la classification, l'inclusion ou encore la déduction. Dans une perspective constructiviste, Piaget (1975) a montré que la pensée logique ne se développe pas spontanément, mais qu'elle résulte d'un processus progressif lié à l'interaction entre l'enfant et son environnement. De plus, il énonce qu'à l'école primaire les élèves se situent principalement au stade des opérations concrètes. Ainsi, la logique est davantage mobilisée lorsque les situations sont incarnées, manipulables ou contextualisées.

En parallèle, dans une approche plus didactique, Brousseau (1986) explique que l'élève construit ses pensées logiques à travers des situations de recherche à travers lesquelles il peut émettre des hypothèses, faire des essais, se tromper ou encore corriger. Selon Brousseau, c'est dans la confrontation à des problèmes ouverts ou à des jeux structurés que la pensée logique prend tout son sens. Par ailleurs, les travaux de Luigi Bernardi sur le programme Zermelo (2020) montrent qu'il est possible de faire progresser les élèves dans leur capacité à raisonner logiquement en leur proposant des situations ludiques et visuelles, dans lesquelles ils doivent utiliser des termes précis comme : « tous », « aucun », « au moins », etc. Ainsi, ils doivent justifier leurs réponses en s'appuyant sur un témoin. Ces jeux amènent l'élève à s'engager dans une démarche de réflexion progressive, à tester ses idées et à expliciter son raisonnement.

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) publié par la maison d'édition Retz intitulé « Apprendre en jouant » 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.

a. 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. S'ils suscitent un intérêt pédagogique, les chercheurs ont analysé 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. Souvent, les enseignants utilisent le jeu pour son pouvoir motivationnel. Mais dans ce cas, l'attention ne sera pas portée 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 précise. Ainsi, l'utilisation des jeux numériques doit être réalisée avec vigilance. Leur intégration dans les apprentissages doit nécessiter de la part de l'enseignant une préparation didactique et pédagogique.

b. 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 milieux scolaires 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. p. 2) 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 par leur effet motivationnel.

c. Un intérêt 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. 1254). 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.

III) Problématiques

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. Par la suite, nous avons présenté et distingué deux nouveaux modes d'apprentissage : la ludification et la ludicisation. Ensuite, nous avons défini le raisonnement logique en exposant ses différentes formes et en déterminant la pensée logique. Enfin, nous présentons 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 ludifié peut-il favoriser la structuration du raisonnement logique et la verbalisation chez les élèves de l'école élémentaire ?

Par « ludifié », nous entendons une forme de ludification qui implique activement les participants dans l'action et favorise les interactions entre eux. Il ne s'agit donc pas simplement d'un jeu présenté comme support, mais d'une situation où le jeu structure les échanges et les prises de décision des élèves.

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

- **Hypothèse 1** : La ludification, en favorisant la participation et l'interaction entre élèves, renforce leur engagement dans l'activité et stimule leur envie de raisonner.
- **Hypothèse 2** : Le guidage et les supports de justification proposés dans le cadre ludifié aident les élèves à structurer leur pensée et à formuler des justifications plus précises et argumentées.
- **Hypothèse 3** : Bien que les quantificateurs logiques tels que « tous », « aucun », « au moins un », « pas tous » puissent représenter une difficulté pour les élèves, nous

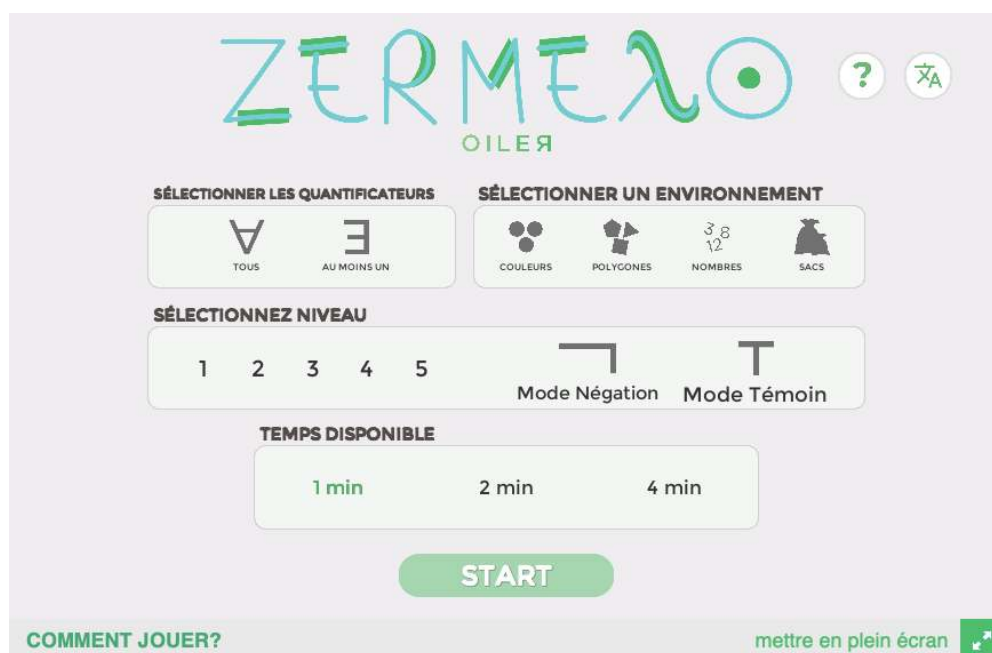
faisons l'hypothèse que le jeu Zermelo, en mobilisant ces notions dans un cadre ludifié, permet d'en faciliter l'appropriation et la compréhension.

PARTIE 2 : MÉTHODOLOGIE

I) Présentation de Zermelo

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.



[Page d'accueil du jeu Zermelo sur internet](#)

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.

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 quantificateurs 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 cycle 5.

Toutefois, il est important de signaler que ce jeu nécessite de nombreux pré-requis pour les élèves de niveau 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 des pré-requis plus techniques 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.

II) Matériel et protocole

1. La démarche

Afin de répondre à notre problématique, nous avons dans un premier temps fait le choix de faire jouer les élèves au jeu Zermelo simultanément en créant nos propres planches d'activités avec des affirmations, en nous appuyant sur les visuels disponibles sur la plateforme Zermelo. Ces planches ont été intégrées dans un diaporama (type PowerPoint) afin de faciliter leur projection au tableau numérique et de mieux gérer le rythme de la séance. 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 restreints par le matériel informatique des écoles. De plus, cela n'aurait pas permis de travailler le côté collectif que nous voulons mettre en avant dans notre démarche. 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.

Lors de notre expérience, nous avons fait le choix d'observer la capacité des élèves à argumenter et à vérifier leur réponse lors de l'utilisation du jeu Zermelo. De plus, quelques questions ont été posées afin de guider nos réflexions :

- Quels aspects du jeu Zermelo facilitent l'argumentation et la justification ?
- À l'inverse, quels aspects semblent être des obstacles pour certains élèves ?
- Quels effets observe-t-on dans la posture des élèves (engagement, prise de parole, confiance dans leurs réponses) ?

Ainsi, ce sont ces pistes qui nous ont permis d'élaborer les modalités d'organisation des séances.

Nous avons choisi d'orienter notre dispositif vers un fonctionnement plus interactif, centré sur une dimension collective. 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. Puis, à la fin du temps imparti, chaque équipe doit désigner un élève « témoin » qui présente la réponse à la classe et qui justifie le raisonnement de son équipe.

Pour chaque planche présentée, chaque équipe pouvait obtenir un maximum de deux points :

- Un point était attribué lorsque la réponse donnée était correcte, c'est-à-dire cohérente avec la situation proposée et justifiée de manière pertinente.
- Un second point était accordé lorsque l'argumentation respectait les quatre règles d'or de la justification (cf. guide d'aide).

La validation des points ne reposait pas uniquement sur l'enseignante : elle faisait l'objet d'une approbation collective. Après la présentation de la justification par une équipe, le reste de la classe et l'enseignante validaient ensemble la réponse. Cette autorisation sociale du groupe favorisait la coopération, la discussion et la reconnaissance du raisonnement produit. Ce mode d'évaluation participatif visait ainsi à encourager l'écoute, l'accord collectif et la valorisation des démarches argumentées.

Chaque séance est désormais organisée autour de 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.
- Pour les deux dernières séances, 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, plus accessibles pour leur niveau.

Afin de guider progressivement les élèves dans leur raisonnement et de rendre les justifications plus explicites, deux modalités complémentaires ont été intégrées aux séances : l'argumentation peut s'effectuer à l'oral et/ou à l'écrit. Ainsi, en plus des échanges collectifs à l'oral, les élèves ont été amenés à formuler par écrit leur réponse et la justification associée

sur leur ardoise. Cette double modalité visait à enrichir les données recueillies en observant avec quelle modalité les élèves étaient le plus à l'aise.

Dans cette perspective, nous avons conçu un guide de justification, distribué aux élèves lors de certaines séances. Ce support vise à accompagner les élèves dans la formulation de leur raisonnement, en leur fournissant un outil simple, visuel et méthodique. Ainsi, il leur permet de suivre une démarche étape par étape pour répondre à l'affirmation à partir des 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 identifie une ou plusieurs propriétés des objets.
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 donné, en mobilisant un vocabulaire logique adapté (tous, aucun, au moins un, etc.).



2. Les observables et la stratégie d'analyse

Afin de répondre à notre problématique, nous avons identifié plusieurs observables permettant d'analyser l'impact du dispositif sur le raisonnement logique et la verbalisation des élèves. Nous avons choisi de porter attention à trois dimensions principales :

L'engagement des élèves :

- Fréquence des prises de parole spontanées en grand groupe ou en équipe
- Participation aux échanges au sein des groupes (qualité des interactions, effort de coopération). Leur implication dans le jeu.
- Sont-ils capables de discuter et de s'opposer de manière constructive pendant l'échange oral ?

La qualité du raisonnement :

- Capacité à repérer les bons indices sur la planche (témoin pertinent ou non)
- Formulation d'une conclusion claire et justifiée
- Utilisation des quantificateurs logiques dans le raisonnement : tous, aucun, au moins un, pas tous
- Capacité à invalider une affirmation ou à proposer un contre-exemple

La verbalisation et la structuration de la justification :

- Richesse du vocabulaire utilisé dans les justifications orales ou écrites
- Respect du schéma proposé dans le guide de justification (observer, constater, conclure, expliquer)
- Evolution de la clarté et de la précision des justifications entre les séances

Nous avons pris en compte les productions orales (prises de parole des élèves, débats) et écrites (ardoises, justifications individuelles ou de groupe). Certaines séances comportaient uniquement des justifications orales, d'autres intégraient une phase écrite, ce qui nous a permis de comparer les deux modalités et d'observer les différences de formulation et de raisonnement selon le support.

Pour recueillir ces observables, nous avons conçu une **grille d'observation** (*Annexe 1*) inspirée d'une échelle de notation allant de 0 (pas du tout) à 3 (bien développé). Celle-ci nous

a permis d'obtenir une vision d'ensemble du niveau d'engagement et de la qualité des justifications. Toutefois, cet outil s'est révélé insuffisamment précis pour saisir toute la richesse des interactions et des raisonnements produits.

C'est pourquoi nous avons complété notre analyse à partir des **enregistrements audio** et des **photographies** réalisés pendant les séances. Ces supports se sont avérés essentiels pour affiner notre observation, revenir sur les échanges entre élèves et conserver une trace plus fidèle des attitudes, des discussions et de la dynamique collective du dispositif ludifié.

3. Comparabilité et analyse progressive

Notre dispositif vise à observer l'évolution des élèves tout au long de la séquence, en lien avec nos trois hypothèses : l'engagement, la qualité des justifications et la mobilisation des quantificateurs logiques. Pour cela, nous avons mis en place une analyse progressive fondée sur la comparaison des cinq séances.

- La séance 1 va permettre de recueillir des données initiales, en l'absence d'aide (sans guide, sans formulation écrite).
- La séance 2 introduit le guide de justification pour observer l'impact de cet outil sur la structuration de la réponse.
- Les séances 3 et 4 vont permettre une alternance entre justifications orales et écrites, afin d'identifier la modalité la plus favorable à l'argumentation.
- Enfin, la séance 5, réalisée sans aide, nous permettra d'évaluer l'évolution des capacités des élèves en autonomie, en comparant leurs justifications avec celles de la séance 1.

4. La séquence

La séquence pédagogique mise en œuvre est articulée en cinq séances, étalées sur cinq semaines. (*Annexe 2*)

La **première séance, introductive**, avait pour objectif principal de faire découvrir le fonctionnement du jeu Zermelo aux élèves, tout en découvrant leurs compétences initiales en raisonnement logique. Également, à cette étape, il s'agissait d'observer leur spontanéité dans

leur argumentation et dans leur capacité à mobiliser les quantificateurs logiques de base (« tous », « aucun », « pas tous », « au moins un »). Pour introduire la séance, des questions ont été posées aux élèves pour analyser leur réflexion sur la justification : « 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 ? » Le jeu Zermelo et les consignes ont ensuite été expliqués aux élèves afin de comprendre le déroulement de nos séances à venir, avec l'illustration de plusieurs exemples sur le thème des animaux (*Annexe 3*). De plus, une définition pour chaque quantificateur logique a été élaborée afin que les élèves comprennent le sens de ces mots issus d'un vocabulaire spécifique.

La **deuxième séance** poursuivait le travail amorcé précédemment, toujours à partir du thème des animaux et cette fois-ci réalisée en groupe et avec l'aide du guide pour les trois planches. Cependant, une évolution importante a été introduite dans le dispositif : l'analyse de l'affirmation présentée. En effet, nous avons choisi dans un premier temps de présenter aux élèves l'affirmation écrite sans la planche afin que les élèves observent le mot quantifieur qui aura été préalablement lu et souligné par le référent. Ainsi, les élèves, avant de découvrir les animaux, seront plus aptes à comprendre le sens de l'affirmation et les enjeux qu'elle annonce. Ensuite, trois planches illustrant différentes images d'animaux ont été successivement projetées. Pour chaque planche, une affirmation a été donnée et les élèves devaient argumenter par groupe **à l'oral**. Les élèves devaient alors observer attentivement les animaux affichés et déterminer si l'affirmation était vraie ou fausse en argumentant et en formulant leur hypothèse à voix haute, sans l'aide d'ardoise ni de guide de justification. L'objectif étant de les laisser s'exprimer librement pour capter leurs raisonnements spontanés. Ensuite, un débat collectif était mené par l'enseignant qui sollicitait les élèves pour qu'ils expliquent leur point de vue ou encore qu'ils argumentent ou contestent les hypothèses de leurs camarades. Pour les autres parties, le guide a été distribué aux élèves afin de leur montrer un cheminement de justification qui comporte quatre étapes. Les élèves ont alors pu répondre à l'affirmation, en essayant de développer leur justification avec le guide. Cette séance a ainsi posé les bases du travail à venir, en introduisant la démarche de justification et en servant de repère pour mesurer les évolutions lors des séances suivantes.

La **troisième séance** s'est déroulée comme lors de la deuxième séance. Cependant, les élèves devaient répondre et justifier leur réponse en utilisant pour les deux premières planches **l'oral**, tandis que pour la dernière planche les élèves devaient justifier **à l'écrit** avec une

ardoise. Avec cette modalité, l'élève témoin de chaque équipe devait alors à l'oral présenter la réponse du groupe à la classe et justifier leur raisonnement en s'appuyant sur leur trace écrite.

La **quatrième séance**, réalisée avec le même déroulement que les précédentes, marquait une nouvelle étape dans la séquence avec un changement de thème. En effet, les planches projetées ne représentaient plus des animaux, mais des figures géométriques, plus précisément des polygones pour les CM2 et des nombres pour les CE1. Ce changement permettait d'aborder des propriétés plus mathématiques tout en gardant les mêmes objectifs de raisonnement logique. Comme lors de la séance précédente, les élèves disposaient du guide de justification pour les trois planches abordées. De plus, les élèves devaient une fois encore justifier **à l'oral** pour la première planche, puis **à l'écrit** pour les deux dernières planches. (*Annexe 4*)

Enfin, pour cette cinquième et **dernière séance**, nous avons fait le choix de retirer le guide et de laisser à chaque équipe l'autonomie de **choisir la modalité qu'ils souhaitaient**. L'objectif étant d'évaluer comment les élèves avaient intégré les mécanismes de raisonnement logique travaillés au cours de la séquence, sans aide extérieure. Le thème des planches reste le même que lors de la séance précédente : les polygones pour les CM2 et les nombres pour les CE1. Cependant, afin de complexifier la tâche, le mode négation a été utilisé pour certaines planches, invitant les élèves à réfléchir sur des énoncés formulés de manière négative, ce qui fait appel à un raisonnement plus fin et rigoureux. De plus, les élèves devaient être d'autant plus vigilants puisqu'une nouvelle formulation a été introduite : l'affirmation portant sur "autant que". Elle permet d'évaluer la capacité des élèves à comparer deux ensembles et à raisonner sur l'égalité de quantités. Ainsi, cette séance visait à observer les raisonnements spontanés et les capacités des élèves après les apprentissages précédents, et à observer l'évolution de leur justification à l'oral ou à l'écrit. (*Annexe 5*)

Pour clore la séquence, une **discussion collective** est organisée afin de permettre aux élèves de revenir sur les différentes situations rencontrées, de confronter leurs stratégies de raisonnement ou encore de mettre en mots les apprentissages réalisés au fil des séances.

III) 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'IPS³ 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, aux profils variés. On y retrouve une certaine hétérogénéité scolaire, avec des élèves en réussite, d'autres en difficulté en lecture ou en mathématiques, ou encore quelques élèves bénéficiant d'un accompagnement spécifique. 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, de justifier une réponse en s'appuyant sur des faits observables, mais 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, présentant également des profils scolaires diversifiés. À cet âge, les élèves entrent progressivement dans le stade des opérations formelles décrit par Piaget. En effet, ils 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.

Ainsi, en rencontrant des profils d'élèves différents, nous pouvons offrir une vision comparative sur l'impact des jeux de logique en fonction du développement cognitif et des capacités argumentatives des élèves.

³ Indice de Position Sociale

PARTIE 3 : ANALYSE DES RÉSULTATS

I) Évolution de l'engagement des élèves (hypothèse 1)

L'un des premiers aspects observés au cours de notre séquence concerne l'implication des élèves dans l'activité. Cet engagement a été analysé à partir de plusieurs critères: la participation orale lors des phases collectives, l'implication dans les échanges au sein des groupes, l'attention portée pendant les périodes de réflexion, ainsi que les expressions d'intérêt ou de plaisir manifestées verbalement ou non verbalement.

Dès la première séance, le dispositif ludique a suscité une certaine curiosité. Le format original du jeu, avec ses planches illustrées et ses affirmations à vérifier, a éveillé l'intérêt de la majorité des élèves. Toutefois, nous avons remarqué que la participation était encore très inégale : certains élèves prenaient spontanément la parole, tandis que d'autres restaient en retrait, en particulier lors des phases collectives.

L'engagement a nettement évolué à partir de la deuxième séance, avec la mise en place du système d'équipes et de points. Ces éléments ont stimulé une forme de motivation collective car les élèves discutaient davantage entre eux pour trouver des réponses. Certains qui étaient plutôt discrets se sont révélés plus actifs dans les échanges en groupe. Les rôles tournants de « *témoin* » et la mise en valeur de la parole de chacun ont aussi favorisé une plus grande répartition de la prise de parole.

Pour observer l'évolution de l'engagement des élèves lors de l'activité, j'ai noté leurs réactions et échanges spontanés à la fin de la séance 2. Le dialogue ci-dessous illustre l'enthousiasme des élèves, leur motivation à participer activement, ainsi que leur désir de prolonger l'activité pour continuer à réfléchir et à s'améliorer.

- **Enseignante (moi)** : « Très bien, vous avez tous fini la première partie ! Alors, qu'est-ce que vous en pensez ? »

- **Élève 1** : « Oh oui ! C'était trop drôle, c'est trop facile ! »

- **Élève 2** : « Moi au début j'avais peur de me tromper... mais après, c'était rigolo et tout le monde peut avoir raison ! »
- **Élève 3** : « On peut refaire ? »
- **Enseignante (moi)** : Bien, c'est super alors ! La semaine prochaine, on refera ce petit jeu avec deux nouvelles planches que je vous expliquerai.
- **Tous les élèves** : « Ouiiiiii ! » , « Trop bien ! »...

Au fil des séances, les élèves attendaient le moment du jeu avec enthousiasme, notamment plusieurs d'entre eux ont manifesté de la joie à l'idée de recommencer l'activité. Certains exprimaient spontanément des phrases comme : « *C'est trop bien, on va encore jouer aujourd'hui ?* », ou encore : « *J'espère qu'on aura un point cette fois-ci !* ». L'ambiance générale était dynamique, sans que cela nuise au travail de réflexion. Les discussions étaient de plus en plus fournies, les arguments plus présents, et les élèves semblaient prendre plaisir à chercher ensemble. Cette motivation s'est maintenue jusqu'à la séance 5, où, malgré le retrait des aides, l'engagement est resté élevé. L'ajout d'éléments de compétition bienveillante (points, rotation des rôles, débat) a stimulé une participation plus active, sans créer de tension ou d'exclusion.

Dans l'ensemble, nous avons observé une progression claire de l'implication des élèves. Le cadre ludique, combiné à un travail de groupe et à une valorisation de la parole, a eu un impact très positif sur leur engagement dans l'activité.

II) Amélioration de la qualité des justifications (hypothèse 2)

Le second axe majeur de notre observation porte sur l'évolution des capacités de justification des élèves, tant à l'oral qu'à l'écrit. Cette analyse nous permet de mesurer la façon dont les élèves sont passés de réponses souvent intuitives à des raisonnements davantage structurés, en lien avec notre objectif de développement du raisonnement logique.

Au début de la séquence, les justifications orales étaient souvent très brèves, parfois limitées à une simple affirmation sans explication. On entendait par exemple : « *C'est vrai*

parce que c'est comme ça », « *Je pense que oui* », sans lien clair avec l'image ou l'affirmation proposée.

L'introduction du guide de justification en séance 2 a été un tournant. En proposant une structure simple en quatre étapes (observer, constater, conclure, expliquer), il a permis à de nombreux élèves de mieux organiser leurs idées. Progressivement, nous avons vu apparaître des justifications plus claires, où les élèves expliquaient ce qu'ils voyaient, ce qu'ils constataient, puis en tiraient une conclusion. Certains ont commencé à utiliser des connecteurs logiques comme « *donc* », « *car* » ou « *parce que* », ce qui témoignait d'une réflexion plus construite. Le vocabulaire s'est également précisé : les élèves faisaient référence à des caractéristiques visibles sur les images (« *Tous les animaux sont des poissons donc aucun ne volent* », « *celui-là n'est pas marron donc pas tous* »). Toutefois pour certains, utiliser le guide n'était pas évident. En effet, malgré l'affiche du guide donnée aux élèves, ils ne l'utilisaient pas lors de leur réflexion et nous devions répéter plusieurs fois de s'aider du guide pour les aider. Mais dans l'ensemble la présence du guide a permis de structurer leur pensée et de les amener à relier l'observation visuelle à une conclusion logique argumentée.

Lors de la séance 3, l'introduction de l'ardoise pour permettre une justification écrite a mis en évidence des différences intéressantes entre les élèves. Au début, certains avaient oublié d'utiliser le guide ou ne s'y référaient pas, ce qui donnait lieu à des réponses très courtes comme « *faux* » ou « *c'est faux parce que...* »



Photographies des ardoises d'élèves lors de la séance 3 sur la première planche Zermelo avec l'affirmation : « Tous ces animaux peuvent voler »

Après un rappel collectif sur le fonctionnement du guide, les élèves de CM2 ont progressivement réussi à organiser leurs idées par écrit. Leurs phrases étaient plus complètes et leur vocabulaire plus précis. Plusieurs ont repris spontanément les formulations proposées dans le guide, telles que « je constate que... » ou « donc l'affirmation est fausse car... ». L'utilisation de l'ardoise semblait leur offrir un temps de réflexion plus long, leur permettant de construire une justification plus claire et plus structurée que lors des échanges oraux.

Lors de cette séance, nous avons pu assister à des débats très pertinents entre les élèves, chacun défendant ses idées et confrontant ses raisonnements avec ceux de ses camarades.

Par exemple, avec la planche présentée en séance 3 (ci-dessous), les réponses des élèves étaient différentes et ont convoité un débat plus que prenant. (*Annexe 6*)



Planche Zermelo présentée aux élèves en séance 3

Les séances suivantes ont confirmé cette évolution. Les justifications sont devenues plus précises, plus complètes, et le vocabulaire logique a commencé à être intégré naturellement. Certains élèves faisaient explicitement référence au témoin, aux différences entre les images, et justifiaient leurs réponses en mobilisant plusieurs éléments visuels. Le travail en groupe a également contribué à cette progression, car les échanges entre pairs permettaient d'ajuster les formulations et de renforcer la cohérence des arguments.

Par exemple, en séance 4, une diapositive issue du jeu Zermelo affichait l'affirmation suivante.

"Au moins un polygone est de couleur orange."

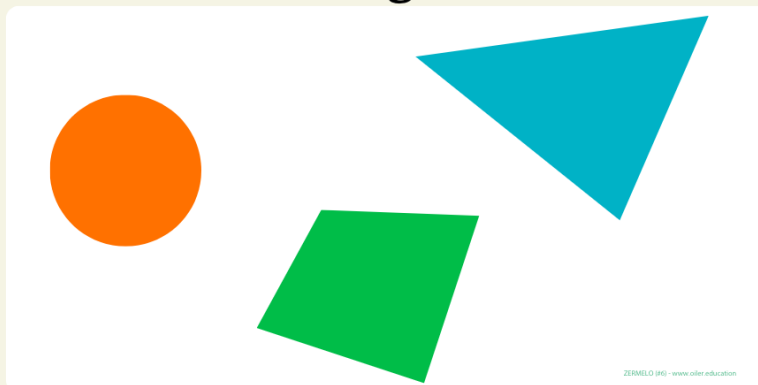


Planche Zermelo présentée aux élèves en séance 4

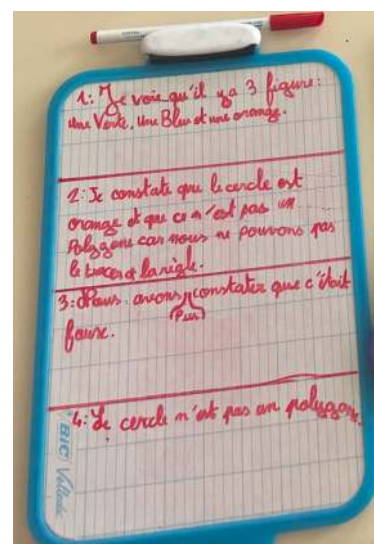
Une équipe de CM2 a justifié sur l'ardoise :

« 1: Je vois qu'il y a 3 figures : une verte, une bleue et une orange.

2 : Je constate que le cercle est orange et que ce n'est pas un polygone car nous ne pouvons pas le tracer à la règle.

3 : Nous avons pu constater que c'était faux.

4 : Le cercle n'est pas un polygone »



Ardoise d'un élève qui justifie sa réponse à l'aide du guide.

Dans l'ensemble, nous avons pu observer une nette amélioration dans la qualité des justifications, que ce soit à l'oral ou à l'écrit. Le dispositif proposé a permis de faire émerger des raisonnements plus structurés, surtout lorsqu'il était accompagné d'un guidage adapté.

III) Mobilisation des quantificateurs (hypothèse 3)

Nous voulions également amener les élèves à manipuler des quantificateurs logiques tels que « *tous* », « *aucun* », « *au moins un* » et « *pas tous* ». Ces termes, bien qu'ils fassent partie du langage courant, ne sont pas toujours bien compris par les élèves dans leur sens logique. Nous avons donc prêté attention à la manière dont ces termes étaient utilisés et compris au fil des séances.

Au départ, les élèves étaient confrontés à des affirmations simples comportant un quantifieur logique, sans aide extérieure. Les réponses des élèves étaient généralement très globales.

Par exemple voici la première diapositive (issue du jeu Zermelo) présentée aux élèves :

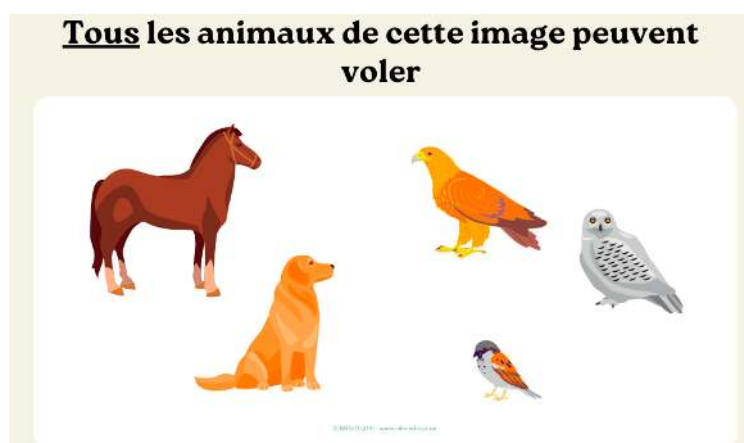


Planche Zermelo présentée aux élèves en séance 1 et en séance 3

Certains élèves ont alors répondu de manière très simple à l'oral comme « *faux parce qu'il y a un chien et un cheval* » ou simplement « *faux* ». Toutefois nous avons pu constater que des réponses des élèves montraient que certains quantificateurs étaient utilisés. Par exemple, un élève affirmait : « *Pas tous les animaux peuvent voler car le chien et le chat ne possèdent pas d'ailes* ».

On remarque donc que le quantifieur « *tous* » était relativement accessible, mais utilisé parfois de manière approximative.. Les termes « *aucun* » ou « *au moins un* » semblaient plus difficiles à appréhender où plusieurs élèves confondaient « *aucun* » et « *pas tous* ».

La formulation de ces affirmations suscitait parfois un blocage lié à la compréhension même du vocabulaire.

En mettant l'accent sur le vocabulaire contenu dans les affirmations, avant l'observation des planches, les élèves ont pu se concentrer davantage sur le sens logique des phrases.

Vocabulaire spécifique		Vocabulaire spécifique	
TOUS	Cela signifie que chaque élément correspond à la description. <u>Exemple</u> : "Tous les élèves de la classe ont une trousse." → Cela signifie que chaque élève en a une, sans exception.	AUCUN	Il n'y en a pas du tout. <u>Exemple</u> : "Aucun élève de la classe n'a son manteau sur lui." → Personne ne porte de manteau.
PAS TOUS	Certains correspondent, mais pas tous. Il y a des exceptions à trouver sur l'image. <u>Exemple</u> : "Pas tous les élèves portent des baskets aujourd'hui." → Certains en portent, d'autres non.	AU MOINS UN	Il y en a au moins un, mais pas forcément tous. <u>Exemple</u> : "Au moins un élève de la classe a des lunettes." → Il y en a un, peut-être plus, mais pas forcément tous.

Diapositives présentées aux élèves sur les différents quantificateurs afin d'en donner une définition et de comprendre le sens.

De plus, le fait de présenter l'affirmation avant l'image, en soulignant le mot-clé, a également facilité l'identification du type de raisonnement attendu.

Par exemple, plusieurs groupes se sont interrogés sur la signification précise de « *au moins un* » et ont proposé des reformulations pour en clarifier le sens : « *ça veut dire qu'il y en a un ou plus, pas zéro ?* ». Ce type d'échange a permis d'engager une réflexion collective sur la portée des quantificateurs.

À partir de la deuxième et troisième séance, l'utilisation des quantificateurs a commencé à se faire plus naturellement chez les élèves. Chez les CM2, on a pu entendre des formulations précises comme : « *Il y a au moins un animal de couleur marron, donc*

l'affirmation est vraie » ou encore : « Tous ces animaux sont des mammifères, car il y a un chien, une vache, un lion et un dauphin donc c'est vrai ».

En séance 4, avec l'introduction de contenus plus abstraits (polygones), les élèves ont dû adapter leur raisonnement non seulement sur des éléments visuels, mais aussi sur des propriétés mathématiques (polygones, angles droits...). Le travail sur « *au moins un* » ou « *aucun* » s'est précisé. Plusieurs élèves ont commencé à discuter entre eux pour vérifier la portée d'une affirmation : « *Si on dit aucun polygone n'a d'angle droit, il suffit qu'il y en ait un pour que ce soit faux* ». Ces moments témoignent d'une prise de conscience de la logique interne des affirmations, et non plus seulement d'une lecture intuitive des images.

Enfin pour clore cette séquence, le retrait du guide et l'introduction de nouvelles structures, comme "autant que" ou des affirmations négatives, ont permis d'évaluer l'autonomie des élèves face à des raisonnements plus complexes. Si certains ont été déstabilisés et ont pris beaucoup plus de temps pour répondre, d'autres ont su mobiliser les quantificateurs avec rigueur. Une équipe de CM2 a par exemple justifié à l'oral sur une planche (Annexe 5) ainsi : « *Il n'y a pas autant de triangle orange que de triangle vert, donc l'affirmation est vraie. On a compté : 5 triangles oranges et 4 triangles verts, donc la réponse c'est faux.* ». Cette réponse, bien que simple, montre une bonne compréhension de la logique d'équivalence et du raisonnement quantitatif.

Globalement, nous avons constaté que l'utilisation des quantificateurs a évolué positivement pendant la séquence. Le cadre visuel, les échanges en groupe et les reformulations successives ont permis aux élèves d'approcher ces notions avec davantage de rigueur.

IV) Comparaison entre les niveaux CE1 et CM2

La séquence ayant été menée dans deux classes de niveaux différents, il nous semblait pertinent de comparer les comportements et les productions des élèves de CE1 et de CM2. Bien entendu, les attentes et les capacités diffèrent selon l'âge, mais le dispositif proposé étant le même, il était intéressant d'en observer l'adaptation.

Chez les **CM2**, les élèves ont rapidement compris les consignes et ont su structurer leurs réponses avec un vocabulaire adapté. Ils étaient à l'aise à l'écrit comme à l'oral, et ont mobilisé les quantificateurs logiques avec justesse dès la troisième séance. Certains ont même tenté des raisonnements plus complexes, en anticipant les contre-exemples ou en reformulant l'affirmation pour la discuter. Leur capacité à travailler en autonomie était également plus marquée, notamment en fin de séquence.

Chez les **CE1**, les choses ont été plus progressives. Les élèves étaient très motivés et ont montré une progression rapide grâce au guide. Cependant, les quantificateurs se sont révélés particulièrement difficiles à comprendre et à mobiliser, probablement en raison de la durée trop courte de l'activité pour en assurer la mémorisation. À l'écrit, l'exercice était également complexe pour les CE1, ce qui a conduit l'enseignante à ne le proposer qu'une seule fois. Ces observations suggèrent que si le guide est un outil efficace pour stimuler l'engagement et le raisonnement, son adaptation aux plus jeunes nécessite davantage de temps et de répétitions pour consolider la maîtrise des notions clés.

Pour conclure, au fil des semaines qui ont suivi la séquence, nous avons constaté une évolution dans la manière dont les élèves justifient leurs propos. Ils cherchaient davantage à expliquer leurs réponses, en mobilisant des exemples ou des contre-exemples pour appuyer leur raisonnement. Cette attitude était particulièrement visible lors des séances de mathématiques et de sciences, où les élèves semblaient plus attentifs à la cohérence de leurs arguments.

Nous avons également remarqué un changement dans leur manière de s'exprimer collectivement. Lors des corrections d'exercices, par exemple, lorsqu'un élève proposait une réponse erronée, d'autres levaient spontanément la main pour réagir, non pas seulement pour donner la "bonne réponse", mais pour expliquer pourquoi. Ils formulaient des justifications destinées à aider leurs camarades à comprendre, montrant ainsi une meilleure maîtrise du raisonnement logique et une volonté de partager leur compréhension.

PARTIE 4 : DISCUSSION ET CONCLUSION

I) Mise en perspective des résultats

Les résultats obtenus lors de cette séquence montrent que le dispositif mis en place a permis de favoriser l'engagement des élèves et d'améliorer progressivement la qualité de leurs justifications. Cela confirme en partie notre première hypothèse, selon laquelle la ludification, combinée à un cadre coopératif, stimule l'implication et incite les élèves à expliciter davantage leur raisonnement.

Les deux dernières hypothèses sont également renforcées par les observations : le fait de proposer des affirmations logiques impliquant des quantificateurs, dans un contexte visuel et progressif, a permis aux élèves de mieux comprendre ces notions abstraites et de les mobiliser dans leurs réponses, malgré la difficulté de compréhension au départ. L'introduction du guide de justification a joué un rôle important pour structurer la pensée des élèves.

Ces constats s'inscrivent dans les recherches menées sur les apports des pédagogies actives, et en particulier du jeu, dans les apprentissages cognitifs. Comme le soulignent Brougère (2005) et Houdé (2022), le jeu peut être un véritable levier pour faire émerger des compétences complexes lorsque les conditions sont réunies : consignes claires, objectifs définis, place au langage et à la coopération. De plus, nos observations rejoignent les travaux de Piaget sur le rôle du conflit socio-cognitif dans le développement du raisonnement.

II) Profils d'élèves et contexte de la classe

L'analyse des résultats doit toutefois être nuancée en fonction des profils d'élèves et du contexte de la classe.

La classe de CM2 formaient un groupe très dynamique, curieux et volontaire, avec un bon niveau de coopération et une relation de confiance bien établie avec leur enseignante. Cette configuration a certainement facilité la mise en œuvre du dispositif ludifié et la participation active des élèves.

La classe se distinguait également par un engagement collectif fort, une bonne cohésion et une réelle capacité d'écoute entre pairs. Ces éléments ont permis aux élèves d'entrer rapidement dans la démarche de justification et de s'approprier les règles du jeu. Le dispositif s'est donc déroulé dans des conditions particulièrement favorables, où la motivation et la bienveillance étaient déjà présentes avant même le début de l'expérimentation.

Cependant, il est important de souligner que ces conditions ne sont pas représentatives de l'ensemble des contextes scolaires. Dans des écoles confrontées à davantage d'hétérogénéité sociale, de difficultés scolaires ou de tensions de groupe, la mise en place d'un tel dispositif pourrait rencontrer d'autres obstacles. Les effets positifs observés ici ne peuvent donc pas être généralisés à toutes les classes sans adaptation. Ce contexte privilégié doit être pris en compte dans l'analyse : il a sans doute renforcé la réussite de la séquence et facilité l'adhésion des élèves à la démarche ludifiée.

III) Limites et points de vigilance

Comme toute étude, ce travail comporte certaines limites. Avant même de débiter notre expérimentation, nous avons été confrontées à un premier obstacle lié à la mise en œuvre du dispositif. Dans une première version du déroulement, nous avons imaginé une organisation semi-individuelle : les planches seraient projetées à l'ensemble de la classe, et chaque élève devraient répondre individuellement à l'affirmation posée à l'aide de son ardoise (par « vrai » ou « faux »), avant qu'un ou plusieurs d'entre eux ne soient invités à justifier leur réponse à l'oral. Ce fonctionnement avait l'avantage de faire participer tout le monde, tout en gardant une organisation claire. Mais nous nous sommes vite rendu compte que cela ne ressemblait pas à un jeu. Les élèves voyaient l'activité comme un exercice classique, comme ceux qu'ils font souvent à l'école. Il n'y avait pas vraiment de moment de recherche, d'essai-erreur ou de prise de risque. La dimension ludique n'était pas présente.

Nous avons alors réfléchi à une autre question : quand un élève joue seul à un jeu sur ordinateur, il est actif, il clique, il prend des décisions. Mais quand le jeu est projeté devant toute la classe, est-ce que les élèves sont encore vraiment actifs ? Dans cette première version, ils semblaient plutôt passifs. Cette remarque nous a amenées à modifier notre organisation pour retrouver l'interactivité du jeu, même dans un cadre collectif.

De plus, la durée relativement courte de la séquence (cinq séances) et l'absence de groupe témoin ne permettent pas de mesurer précisément l'impact du dispositif sur le long terme. De plus, notre double posture d'observatrice et d'intervenante a pu influencer le comportement des élèves, rendant difficile la neutralité totale de l'analyse.

Nous avons également constaté que les outils de recueil de données, bien que variés (grilles, audios, photographies), restaient partiels pour saisir toute la richesse des interactions. Certains échanges informels ou réactions spontanées ont pu échapper à l'observation systématique.

Enfin, une autre limite, plus conceptuelle, concerne la qualité des justifications produites. Si les élèves ont progressé dans leur capacité à argumenter, certains d'entre eux parvenaient à construire des raisonnements très convaincants... mais sur une base fausse. Cette capacité à "bien justifier" un propos inexact interroge sur la frontière entre raisonnement logique et vérité. Ce phénomène rappelle le principe des fake news, où la forme du discours peut sembler logique et cohérente, alors que le fond ne l'est pas. Cette observation souligne la nécessité, à l'école, d'enseigner non seulement à argumenter, mais aussi à vérifier et confronter ses arguments, pour développer un véritable esprit critique.

IV) Les Perspectives

Plusieurs pistes pourraient être envisagées pour prolonger ce travail :

- Adapter le jeu à d'autres niveaux, notamment au cycle 1, en travaillant des formes plus simples de catégorisation ou de négation.
- Intégrer une version numérique ou interactive du dispositif, pour renforcer l'autonomie ou différencier les niveaux de difficulté.
- Tester l'impact du dispositif dans d'autres disciplines (sciences, EMC), où la justification et l'argumentation sont également centrales.

- Mener une recherche plus systématique sur la manière dont les élèves s'approprient les quantificateurs et les structures logiques dans différents contextes scolaires.

V) Conclusion et retour réflexif

Ce travail nous a permis de réfléchir à la manière dont la ludification peut devenir un levier d'apprentissage du raisonnement logique à l'école primaire. En plaçant les élèves dans un cadre motivant, interactif et collaboratif, le jeu favorise non seulement l'engagement, mais aussi la construction d'une pensée structurée.

L'expérience a montré que la verbalisation et le travail collectif sont essentiels pour aider les élèves à expliciter leur raisonnement et à prendre conscience de leur démarche. Au-delà de l'activité elle-même, cette séquence a contribué à installer dans la classe une culture de la justification et de l'écoute mutuelle.

En tant que future enseignante, cette recherche m'a fait prendre conscience de l'importance de proposer des situations où les élèves apprennent en agissant, en discutant et en réfléchissant ensemble. Les perspectives de prolongement sont nombreuses : adapter ce type de dispositif à d'autres disciplines, à d'autres cycles, ou sur une durée plus longue, afin de renforcer les apprentissages logiques et langagiers.

En définitive, ce travail montre que le jeu n'est pas un simple outil de motivation, mais un véritable support de pensée, capable d'amener les élèves à raisonner, à argumenter et à construire ensemble du sens.

BIBLIOGRAPHIE

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

Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *La Recherche 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.

Bruttin, C., & Bücher, F. (s.d.). *Raisonnement analogique et mémoire de travail chez des personnes présentant une déficience intellectuelle modérée à sévère*. In Évaluation et intervention auprès d'élèves en difficultés (chap. 5).

Delahaye, J.-P. (2018). *Trivial, mais puissant : le principe des tiroirs*. Pour la Science, volume 483, pages 74-79.

Déret, D., & Jamet, F. (2000). *Raisonnement déductif et rationalité : d'Aristote aux modèles cognitifs*. Bulletin de psychologie, 53(446), pages 163-175.

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>

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>

Gardies, J.-L. (1991). *Le raisonnement par l'absurde*. Presses Universitaires de France.

Gee, J. P. (2003). *Learning by Design: Good Video Games as Learning Machines*, Research Gate.

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

Houdé, O. (2011). *La Psychologie de L'enfant*. (5e éd.). Presses Universitaires de France.

Houdé, O. (2022). *Apprendre à résister : Pour combattre les biais cognitifs* (Éd. mise à jour et augmentée, 2022). Flammarion.

Krzemien, M., Leroy, S., & Maillart, C. (2015). *Évaluation du raisonnement analogique et des connaissances relationnelles d'enfants présentant une dysphasie*. *Revue de neuropsychologie*, 7(4), 269-288.

Meunier, J-M. (2016). *Raisonnement, résolution de problèmes et prise de décision*. Dunod

Piaget, J. (1945). *La formation du symbole chez l'enfant : Imitation, jeu et rêve, image et représentation*. (7 éd. en 1978) Delachaux et Niestlé.

Piaget, J. (1993). *Le jugement et le raisonnement chez l'enfant* (8e éd). Delachaux et Niestlé.

Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives*. Presses Universitaires de France.

Plantin, C. (2016). *Dictionnaire de l'argumentation : Une introduction aux études d'argumentation*. ENS éditions.

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

Savignac, E., & Brougère, G. (Dirs.). (2012). *Dictionnaire des sciences du jeu*. Paris : CNRS Éditions.

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

Unicef. (s.d.). *Qu'est-ce que le jeu libre et pourquoi il est recommandé de l'encourager à la maison ?*

<https://www.unicef.org/parenting/fr/soins-attentifs/le-jeu-libre>.

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

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

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Grille d’observation vierge.....	46
ANNEXE 2 : Plan de séquence classe de CM2.....	47
ANNEXE 3 : Exemple d’illustrations du jeu Zermelo présentées aux élèves avec le thème des animaux.....	48
ANNEXE 4 : Exemple d’illustrations du jeu Zermelo présentés aux élèves de CM2 avec le thème des polygones.....	49
ANNEXE 5 : Exemple d’illustrations du jeu Zermelo présentés aux élèves de CM2 avec le thème des polygones avec l’utilisation du “autant que”.....	50
ANNEXE 6 : Retranscription d’une session avec le jeu Zermelo lors de la séance 3.....	51

ANNEXE 1 : Grille d'observation vierge

GRILLE OBSERVATION

MÉMOIRE : SUR LEUR JUSTIFICATION

Séance 1												
0 : Pas du tout	1: Peu développé	2 : En développement	3 : Bien développé									
ENGAGEMENT DES ÉLÈVES : Fréquence des prises de parole spontanées en grand groupe ou en équipe				<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table>	0	1	2	3	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3									
☐	☐	☐	☐									
INTERACTION ENTRE LES ÉLÈVES : Sont-ils capables de discuter et de s'opposer de manière constructive pendant l'échange oral ? Leur implication dans le jeu.				<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table>	0	1	2	3	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3									
☐	☐	☐	☐									
UTILISATION DES INDICES : Reprennent-ils correctement les indices fournis sur les planches pour justifier leur réponse ? (témoin pertinent ou non)				<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table>	0	1	2	3	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3									
☐	☐	☐	☐									
QUALITÉ DU RAISONNEMENT : Formulation d'une conclusion claire et justifiée				<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table>	0	1	2	3	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3									
☐	☐	☐	☐									
LANGAGE ET ARGUMENTATION : Utilisent-ils un langage précis et adapté pour justifier leur raisonnement (ex : « tous », « aucun », « au moins un », etc.) ?				<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table>	0	1	2	3	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3									
☐	☐	☐	☐									
RAISONNEMENT : Capacité à invalider une affirmation ou à proposer un contre-exemple				<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table>	0	1	2	3	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3									
☐	☐	☐	☐									
LA VERBALISATION : Richesse du vocabulaire utilisé dans les justifications orales ou écrites				<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table>	0	1	2	3	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3									
☐	☐	☐	☐									
STRUCTURATION DU RAISONNEMENT : Utilisent-ils les étapes logiques (observation, constatation, conclusion) dans leur argumentation ?				<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table>	0	1	2	3	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3									
☐	☐	☐	☐									

NOTES QU'ON A PU OBSERVÉ :

ANNEXE 2 : Plan de séquence classe de CM2

CE1-
CM2

RAISONNER ET ARGUMENTER AVEC LE JEU ZERMELO

SÉQUENCE
MÉMOIRE

Objectifs
généraux

Observer comment l'utilisation d'un jeu de logique, **Zermelo**, peut aider les élèves à affiner leur raisonnement et à mieux structurer leurs arguments, tout en tenant compte des différences de niveau au sein du groupe.

Axes
d'observation

- Si le jeu fait progresser l'argumentation des élèves.
- La structure de leurs justifications (leur argumentation).
- Les modalités qui facilitent ou rendent plus difficile leur raisonnement.

Nom et numéro de la séance	Dispositif	Objectifs d'apprentissage	Déroulement	Matériel
Séance 1 Découverte du jeu et premiers raisonnements	Collectif – classe entière	- Introduire les notions de "Tous", "Aucun" et "Au moins un". - Observer les premières capacités d'argumentation avec et sans le support d'aide. - Travailler sur la justification d'une réponse. - Découverte du jeu Zermelo.	Mise en route : • Questions de réflexion sur la justification à l'oral. - « Est-ce que vous pensez toujours de la même manière que vos camarades ? Pourquoi ? » - « Pourquoi pensez-vous qu'il est important de bien expliquer ses réponses ? » • Explication de l'objectif de la séquence et de la séance en cours. • Explication du jeu Zermelo. • Définir collectivement les quantificateur logique pour être sûr que tout le monde comprennent. Tous / Pas tous / Aucun / Au moins un Recherche : • Illustration de 2 exemples : planches d'animaux. - Demander pour chaque affirmation "pourquoi" ? Modalité : Orale uniquement (sans guide). Déroulement : Deux planches issues du jeu Zermelo présentées avec une affirmation. Les enfants devront y répondre par vrai/faux.	- Diaporama Zermelo séance 1 (planche d'animaux x2)
Séance 2 Structuration du raisonnement avec le guide	3 équipes de 6 à 8 élèves	- Apprendre à analyser une affirmation en groupe. - Structurer la justification.	Mise en route : • 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 de l'argumentation (cf : le guide "aide"). • Présenter aux élèves l'affirmation écrite sans la planche pour que les élèves observent le mot quantifieur qui aura été préalablement lu et souligné par le référent. Modalité : • Orale en groupe avec restitution par l'élève témoin. Recherche : planches animaux (3x) • 1ère planche : répondre à l'affirmation sans l'utilisation du guide + débat collectif. • Présentation du guide : distribution du guide par équipe. • 2ème et 3ème planche : répondre à l'affirmation avec l'utilisation du guide + débat collectif.	- Diaporama Zermelo séance 2 (3x planches d'animaux) - Guide "aide"

Séance 3 Passage à l'écrit et mobilisation des acquis	3 équipes de 6 à 8 élèves	- Observer si l'argumentation orale est plus fluide et structurée que l'argumentation écrite. - Identifier les difficultés rencontrées avec les termes logiques ("aucun", "au moins un").	Mise en route : • Rappel de la séance précédente. • Annonce des objectifs de la séance : utilisation pour la dernière planche de la modalité écrite. Modalité : • Orale en groupe avec restitution par l'élève témoin pour les 2 premières planches. • Ecrite sur l'ardoise avec restitution par l'élève témoin qui présente à l'oral leur trace écrite avec leur raisonnement pour la dernière planche. • Utilisation du guide pour les 3 planches. Recherche : planches animaux (3x) • 3 planches Zermelo projeter : répondre à l'affirmation.	- Diaporama Zermelo séance 3 (3x planches d'animaux) - Guide "aide" - Ardoise
Séance 4 Transfert vers un contenu mathématique	3 équipes de 6 à 8 élèves	- Observer si l'argumentation orale est plus fluide et structurée que l'argumentation écrite. - Identifier les difficultés rencontrées avec les termes logiques ("aucun", "au moins un"). - Transférer les raisonnements à un autre contenu (polygones / nombres). - Consolider l'usage du guide.	Mise en route : • Rappel de la séance précédente. • Annonce des objectifs de la séance : changement de planches Pour les CE1 : représentation de nombres Pour les CM2 : représentation de polygones Modalité : • Ecrite en groupe avec restitution par l'élève témoin pour la première planche. • Ecrite sur l'ardoise avec restitution par l'élève témoin qui présente à l'oral leur trace écrite avec leur raisonnement pour les 2 dernières planches. • Utilisation du guide pour les 3 planches. Recherche : planches polygones ou nombres (3x) • 3 planches Zermelo projeter : répondre à l'affirmation	- Diaporama Zermelo séance 4 (3x planches polygones ou nombres) - Guide "aide" - Ardoise
Séance 5 Raisonnement autonome et formulations complexes	3 équipes de 6 à 8 élèves	- Évaluer l'autonomie, la transférabilité des acquis. - Introduire des formulations complexes.	Mise en route : • Rappel de la séance précédente • Annonce des objectifs de la séance : Introduction du mode négation et de la notion "autant que" • Explication des termes "autant que" et de la négation Modalité : • Modalité libre (écrit ou oral) choisie par les élèves • Aucun guide Recherche : planches polygones ou nombres (3x) • 3 planches Zermelo projeter : répondre à l'affirmation Débat final collectif :	- Diaporama Zermelo séance 5 (3x planches polygones ou nombres) - Ardoise

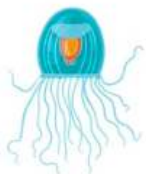
ANNEXE 3 : Exemple d'illustrations du jeu Zermelo présentées aux élèves avec le thème des animaux.

"Tous les animaux ont des pattes"



ZERMELO (17) - www.cibet.education

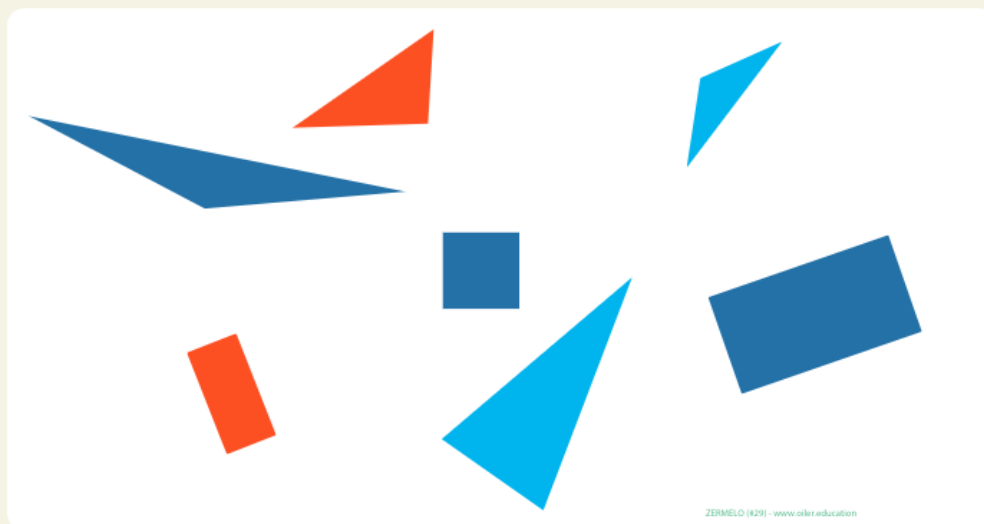
"Aucun de ces animaux ne vole."



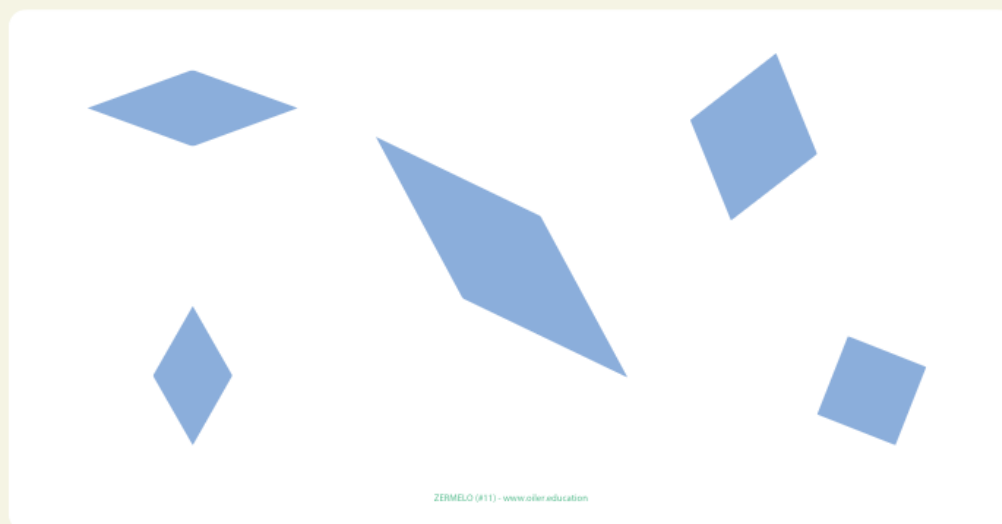
ZERMELO (18) - www.cibet.education

ANNEXE 4 : Exemple d'illustrations du jeu Zermelo présentés aux élèves de CM2 avec le thème des polygones.

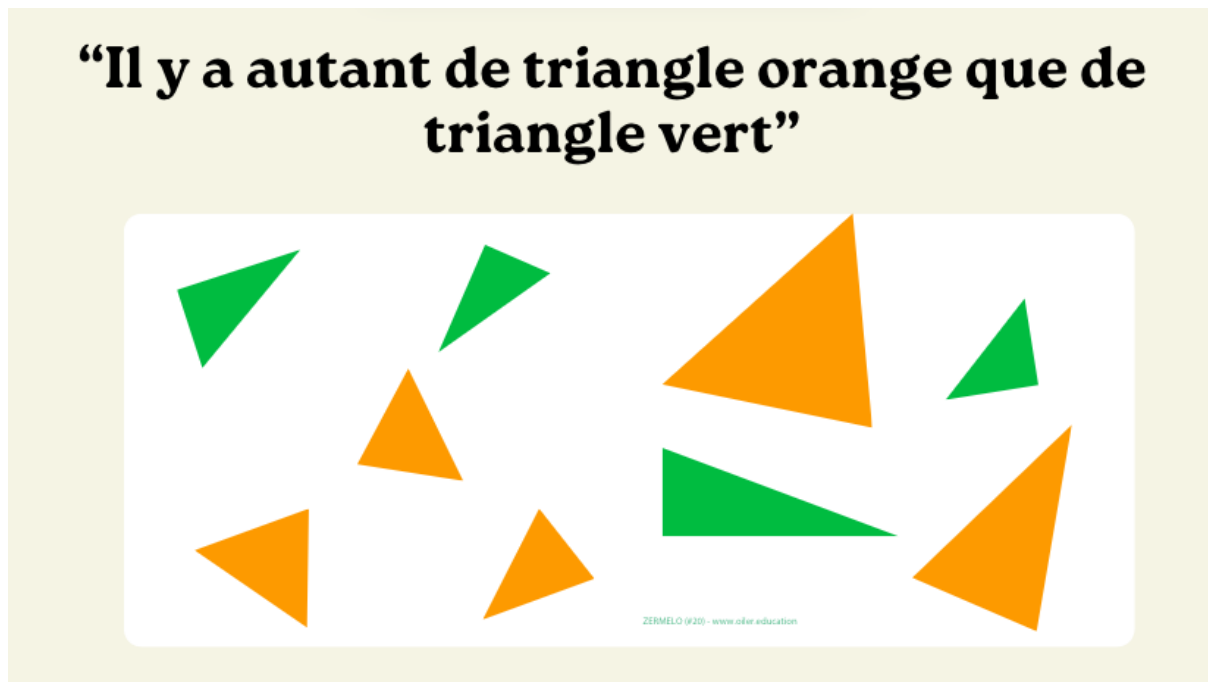
"Tous les polygones ont quatre côtés."



"Tous ces polygones sont des losanges"



ANNEXE 5 : Exemple d'illustrations du jeu Zermelo présentés aux élèves de CM2 avec le thème des polygones avec l'utilisation du “autant que”.



ANNEXE 6 : *Retranscription d'une session avec le jeu Zermelo lors de la séance 3.*

- **Enseignante (moi)** : « Sur cette planche, vous avez un crocodile, un tigre, une panthère et un lion. La question est : “Au moins un animal vit dans l’eau.” Que pensez-vous ? »

Après 5-10 minutes de réflexion, chaque témoin des 3 équipes ont présenté leur réponse.

- **Élève 1 (Équipe Rouge)** : « Je constate que le crocodile passe beaucoup de temps dans l’eau pour se cacher et chasser. Donc l’affirmation est vraie, car au moins un animal vit dans l’eau. »

- **Élève 2 (Équipe Bleu)** : « Je constate que le crocodile peut aussi rester sur la terre ferme et n’est pas toujours dans l’eau. Donc je pense que l’affirmation est fausse. »

- **Élève 3 (Équipe Vert)** : « Je constate que le tigre, la panthère et le lion vivent sur la terre, mais le crocodile va dans l’eau. Donc l’affirmation est vraie. »

- **Enseignante (moi)** : « Alors est-ce que vous êtes d’accord des réponses de vos camarades ? »

- **Élève 4 (Équipe Rouge)** : « Mais il passe beaucoup de temps dans l’eau pour chasser et se cacher, donc ça compte ! »

- **Élève 5 (Équipe Vert)** : « Moi je suis d’accord avec l’équipe Rouge. Au moins un animal est dans l’eau parfois, donc c’est vrai. »

- **Élève 6 (Équipe Vert)** : « Oui ! Et on regarde tous les animaux : le tigre, la panthère et le lion restent sur la terre, mais le crocodile va dans l’eau, donc ça suffit pour dire vrai. »

- **Élève 7 (Équipe Bleu)** : « Oui mais la question dit “vit dans l’eau”, pas “peut aller dans l’eau”. Le crocodile ne vit pas entièrement dans l’eau. Donc je pense que c’est faux. »

- **Élève 8 (Équipe Rouge)** : « Je vois ce que tu veux dire. »

- **Enseignante (moi)** : « Très bien ! Vous avez tous réfléchi et justifié votre choix. Vous avez vu, vous n’avez pas tous la même réponse mais chacun a réussi à donner son point de vue en justifiant clairement sa réponse. Donc on est d’accord qu’on accorde un point de réponse à chaque équipe »

- **Élève 2 (Équipe Bleu)** : « Oui ! »

- **Élève 4 (Équipe Rouge)** : « Oui, oui chacun a donné sa justification »

- **Élève 6 (Équipe Vert)** : « Oui, on est d’accord. »

