

LE PROJET « MATHPLAY »

Comment développer les premières compétences en nombres et opérations chez les enfants de l'école maternelle?

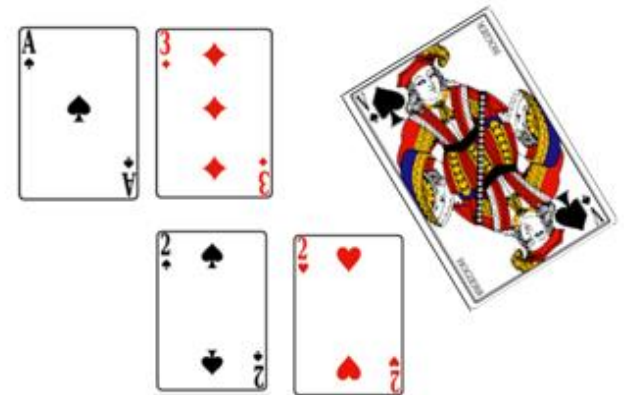
De l'efficacité d'une approche basée sur les jeux et de la collaboration avec les parents

Joëlle Vlassis – prof ass. - Université du Luxembourg



Plan

1. Le projet Mathplay
2. Les premières compétences en nombres et opérations
 - les compétences relatives aux opérations arithmétiques
3. Une approche basée sur les jeux
4. Quelques résultats
 - les compétences numériques
 - les parents
5. Conclusions



1. LE PROJET MATHPLAY

LE PROJET « MATHPLAY »

Finalité du projet MathPlay

Développer efficacement les compétences en nombres et opérations au maternel dans les contextes scolaire et familial

Objectifs spécifiques

1. Concevoir et implémenter, en collaboration avec les enseignants, une intervention basée sur les jeux, en contextes scolaire et familial.
2. Renforcer, via les jeux mathématiques, les relations entre l'école et la famille.
3. Evaluer l'effet de ces interventions sur les compétences « numériques » des enfants .

LE PROJET « MATHPLAY »

Le projet MathPlay, initié par l'université du Luxembourg, est le fruit d'une collaboration entre 4 équipes de recherche :

Luxembourg	Université du Luxembourg, Esch Belval	<ul style="list-style-type: none">- Débora Poncelet- Joëlle Vlassis- Christophe Dierendonck- Mélanie Tinnes-Vigne- Sylvie Kerger
France	Université de Lorraine, Nancy	<ul style="list-style-type: none">- Youssef Tazouti- Christophe Luxembourger
Suisse	HEP du Canton de Vaud, Lausanne	<ul style="list-style-type: none">- Anne-Françoise de Chambrier- Nadine Giauque
Belgique	Université de Liège	<ul style="list-style-type: none">- Annick Fagnant- Arianne Baye- Amélie Auquièr

LE PROJET « MATHPLAY »

- **Intervention basée sur des jeux**
 - **Huit jeux** ont été présentés aux élèves
 - conçus au départ de jeux traditionnels bien connus
 - adaptés aux objectifs mathématiques visés
 - tous expérimentés par des enseignants des classes maternelles des quatre pays
 - **Durée de l'intervention** : 1 jeu/semaine → 8 semaines
 - **Organisation des jeux** : Ceux-ci ont été proposés aux enfants par les enseignants eux-mêmes, dans le contexte habituel de leur classe
 - Quatre fois 20 minutes de jeu par semaine
 - Après avoir été initiés aux règles, les enfants jouaient en petits groupes.
- Les enseignants ont suivi un **programme de formation professionnelle** (14h répartis en 3 ou 4 ateliers) incluant :
 - le développement des premières compétences numériques
 - l'exploration des jeux et les difficultés potentielles des élèves
 - le rôle de l'enseignant dans les jeux
 - les relations école-famille

LE PROJET « MATHPLAY »

- **Etude quasi expérimentale : prétest – intervention – post-test**
 - Test sous forme d'Interviews (34 items) et basé sur 2 batteries existantes : TEDI-Math (Van Nieuwenhoven, Grégoire & Noël, 2001) et le TEMA-3 (Ginsburg & Baroody, 2003).
- **Compétences visées**

Compétences en nombres et opérations
- **Participants**

569 enfants de 4 à 6 ans issus de 46 classes

 - Groupe contrôle (GC) (N = 163) : Activités math. habituelles de classes
 - Groupe expérimental 1 (GE1) (N = 183) : Jeux en classe
 - Groupe expérimental 2 (GE2) (N = 223) : Jeux en classe et à la maison

LE PROJET « MATHPLAY »

- **La collaboration avec les parents (GE2)**

Afin de recueillir des données auprès des familles du GE2, nous avons utilisé trois outils : un questionnaire, un journal de bord et un entretien final.

1. Le questionnaire

- > Recueillir et analyser les croyances des parents sur les 1^{ères} compétences mathématiques et leur implication à l'école

2. Le journal de bord

- > Développer une communication entre les parents et les enseignants pendant les 8 semaines d'intervention
- > Collecter des données de recherche auprès des familles sur la manière dont les jeux étaient joués à la maison.

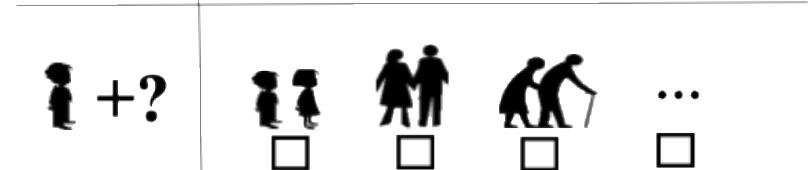
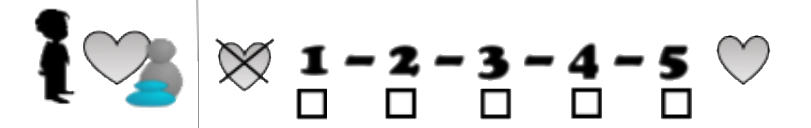
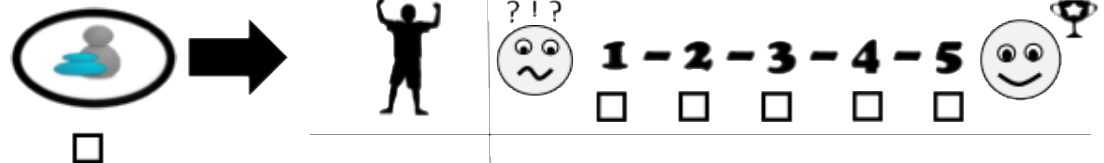
3. L'entretien final (avec des parents volontaires – uniquement au Luxembourg)

- > Recueillir leur avis sur l'expérience de collaboration autour des jeux.



Une page du journal de bord

Lundi



2. LES PREMIÈRES COMPÉTENCES EN NOMBRES ET OPÉRATIONS (ou compétences numériques)

L'IMPORTANCE DES PREMIÈRES COMPÉTENCES NUMÉRIQUES

- Les difficultés mathématiques sont cumulatives et s'accroissent avec le temps.
 - De nombreuses difficultés mathématiques à l'école primaire ont pour origine des difficultés dans les compétences numériques de base :
 - la signification des nombres
 - les relations entre les nombres
 - Il a été montré à plusieurs reprises que les premières compétences numériques sont des prédicteurs solides en matière de réussite en mathématiques à la fin du CP, voire au-delà.
- ⇒ Il importe donc d'engager les enfants dans des activités numériques dès le maternel → prévention des difficultés au primaire

QUELLES COMPÉTENCES ?

CN1 : Compétences de quantification

- Le comptage (*chaîne numérique*)
- Le dénombrement (*quantification*)

CN2 : Compétences concernant les relations entre les nombres

- La mise en relation de deux ou plusieurs collections
⇒ **Comparer** ($>$, $=$, $<$) - **Ordonner les quantités**
- **L'invariance** : comprendre qu'une quantité est indépendante de la nature et de la position des objets

CN3 : Compétences relatives aux opérations arithmétiques

- La décomposition des nombres et les relations parties-tout (ex. 5, c'est 3 et 2)
- **Les opérations arithmétiques (addition/soustraction) :**
➡ c'est-à-dire trouver la somme ou la différence



Collections différentes du point de vue de l'apparence mais ÉGALES du point de vue de la QUANTITÉ



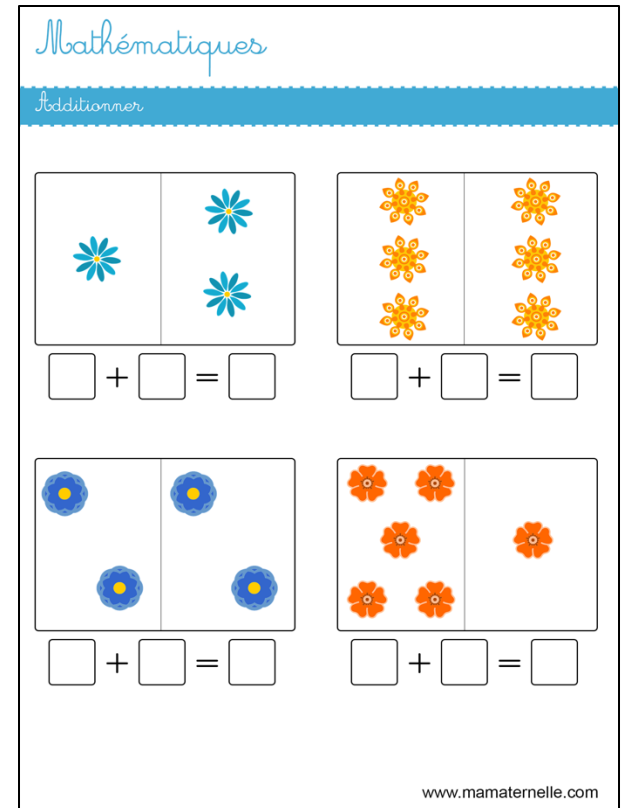
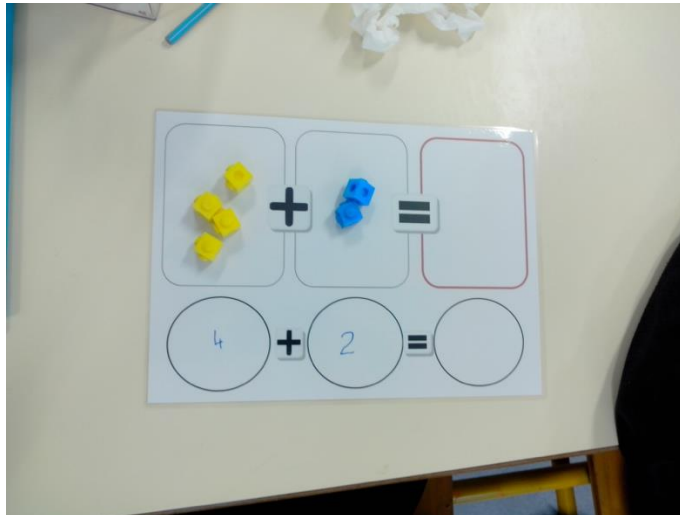
CN3. Les opérations arithmétiques

- ✓ **Enseignement de ces compétences** dans les classes maternelles :
 - parfois moins présent que pour CN1 ou CN2
 - enseignement traditionnel (= calcul déguisé)

CN3. Les opérations arithmétiques

Enseignement de ces compétences dans les classes maternelles :

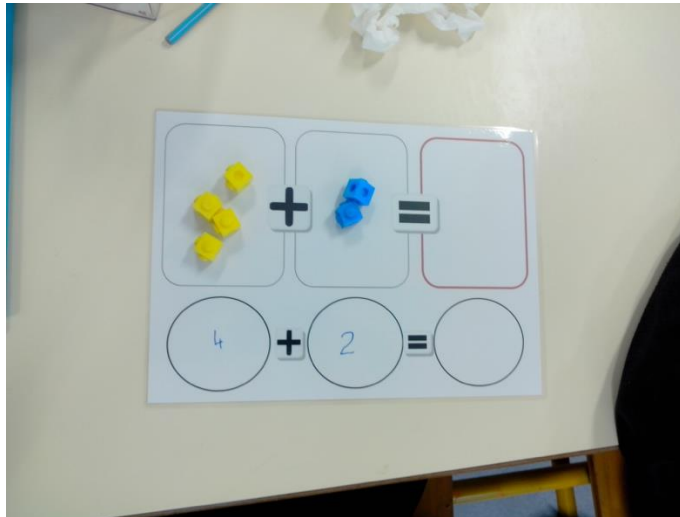
- parfois moins présent que pour CN1 ou CN2
- enseignement traditionnel (= calcul déguisé)



CN3. Les opérations arithmétiques

Enseignement de ces compétences dans les classes maternelles :









- parfois moins présent que pour CN1 ou CN2
- enseignement traditionnel (= calcul déguisé)



Sens pour les enfants?

Mathématiques

Additionner

			
<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	= <input type="text"/>
			
<input type="text"/>	+	<input type="text"/>	= <input type="text"/>

www.mamaternelle.com





**Sens de ces manipulations
pour les enfants?**

CN3. Les opérations arithmétiques

✓ Comment additionner deux quantités ?

→ Différentes stratégies :



- Rassembler matériellement (ou mentalement) les deux collections et **tout dénombrer**.
- **Surcompter** à partir du 1^{ier} (ou 2^e) nombre à l'aide de doigts ou mentalement
- **Utiliser l'opération mentale d'addition** : pouvoir donner directement la réponse 5, car l'enfant a mémorisé que 3 et 2, cela fait 5.

✓ Développer les compétences arithmétiques dès le préscolaire est déterminant pour les apprentissages arithmétiques futurs (Cheng, 2012, Kullberg, 2020).

CN3. Les opérations arithmétiques

Pourquoi développer les compétences arithmétiques?

1. Le sens des opérations et la fluidité dans les opérations : enjeux importants du primaire

→ Mais difficultés des élèves dans le domaine des opérations d'addition et de soustraction > recours exclusif aux techniques de calcul souvent apprises par cœur, au détriment du sens et l'aspect conceptuel de ces opérations (Guerrero and Palomaa, 2012).

2. A l'école maternelle, l'accent est trop longtemps mis sur le développement des compétences de comptage et de surcomptage, à partir desquelles les enfants sont sensés développer les additions et les soustractions (Kullberg, Björklund, Brkovic, Runesson Kempe, 2020).

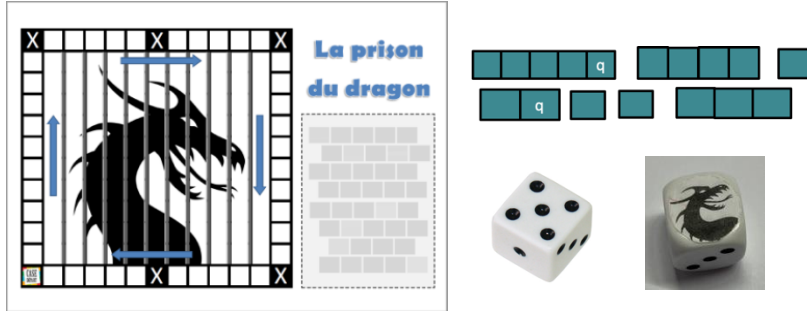
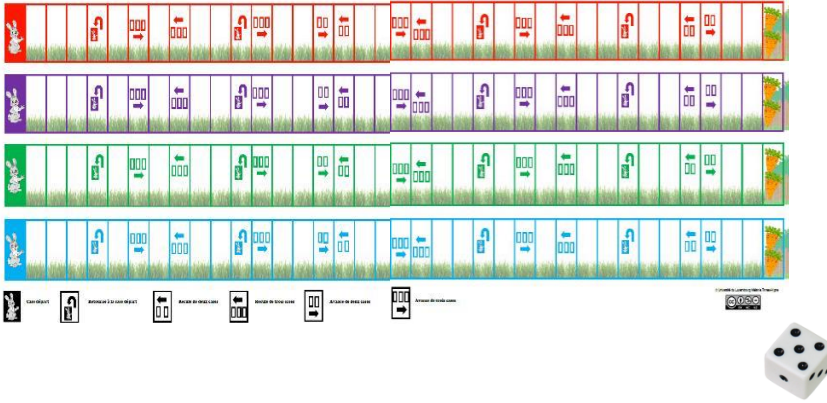
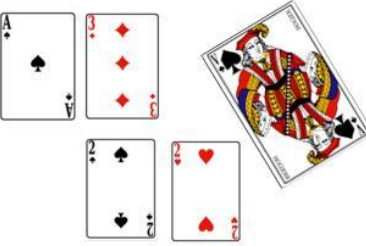
Or, ces stratégies de comptage ne représentent pas la meilleure façon pour les enfants de se préparer aux opérations plus complexes du primaire (Cheng, 2012).

CN3. Les opérations arithmétiques

Que faire en classe de maternel ?

- ✓ **Développer les relations parties-tout**, facilite la transition vers l'apprentissage de l'arithmétique en CP (Guerrero and Palomaa 2012; Baroody 2016; Cheng 2012; Kullberg et al. 2020).
 - ➡ **Relations parties-tout** : la capacité de percevoir la relation entre le tout et ses parties c-à-d de comprendre qu'un nombre peut être composé d'autres nombres (Cheng 2012 ; Resnick 1983).
- ✓ **Faire dépasser progressivement les stratégies de (sur)comptage** car elles peuvent entraver le développement de stratégies pour trouver, par exemple, le terme manquant dans $3 + _ = 8$
 - ➡ surcompter à partir de 3 ne va pas nécessairement permettre à l'enfant de trouver la réponse, s'il ne sait pas que 8 renvoie à un tout composé de 3 et d'une autre partie inconnue.

CN3. Les opérations arithmétiques : Jeux Mathplay

JEUX	MATERIEL	COMPÉTENCES
Jeu du dragon		composition et décomposition
Jeu des lapins-carottes		composition et décomposition
La carte en trop		composition et décomposition
Bataille addition		addition

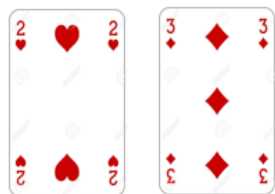
Jeu de la carte en trop : Un jeu à la transition préscolaire-CP

Le jeu de la carte en trop (→ 5)

Etape 1 : concrète

maternelle - CP

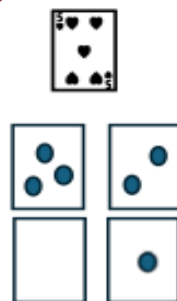
Jouer



Etape 2 : imagée

maternelle - CP

Dessiner des
cartes



Etape 3 : semi- symbolique

CP

Représenter

10	
9	1
7	3
5	5
?	?
2	?
?	4



Etape 4 :

symbolique – CP

Calculer

$$7 + \square = 10$$

$$2 + \square = 10$$

$$10 = \square + \square$$

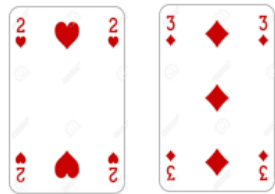
$$10 = \square + 4$$

Jeu de la carte en trop : Un jeu à la transition préscolaire-CP

Le jeu de la carte en trop (→ 5)

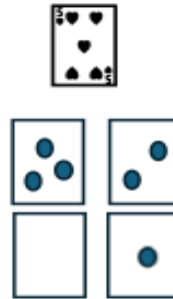
Etape 1 : concrète maternelle - CP

Jouer



Etape 2 : imagée maternelle - CP

Dessiner des
cartes



Le sens de l'addition et des relations parties-tout se construit **progressivement** en même temps qu'une symbolisation de plus en plus formelle.

Etape 3 : semi- symbolique

CP

Représenter

10	
9	1
7	3
5	5
?	?
2	?
?	4

Etape 4 : symbolique – CP

Calculer

$$7 + \square = 10$$

$$2 + \square = 10$$

$$10 = \square + \square$$

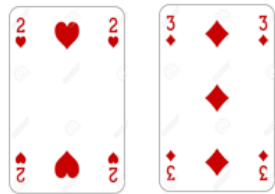
$$10 = \square + 4$$

Jeu de la carte en trop : Un jeu à la transition préscolaire-CP

Le jeu de la carte en trop (→ 5)

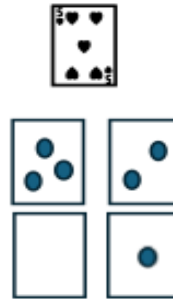
Etape 1 : concrète maternelle - CP

Jouer



Etape 2 : imagée maternelle - CP

Dessiner des
cartes



Le sens de l'addition et des relations parties-tout se construit **progressivement** en même temps qu'une symbolisation de plus en plus formelle.

Intérêt de cette progression, construite sur la base **d'actions qui font sens aux yeux des enfants :**

Toujours possible de **revenir en arrière,** lorsque le sens des **opérations formelles** de l'étape 4 se perd.

Etape 3 : semi- symbolique

CP

Représenter

10	
9	1
7	3
5	5
?	?
2	?
?	4

Etape 4 : symbolique - CP

Calculer

$$7 + \square = 10$$

$$2 + \square = 10$$

$$10 = \square + \square$$

$$10 = \square + 4$$

3. UNE APPROCHE BASÉE SUR LES JEUX

QU'EST-CE QU'UN JEU?

Jusqu'à présent, il n'existe pas réellement de consensus à propos d'une définition claire du « jeu » pour l'apprentissage des mathématiques.

Le terme « jeu » peut être utilisé à la fois pour désigner:

- **des activités mathématiques dirigées par l'adulte** à l'aide de doigts ou de matériels divers (cartes, cubes, dessins, etc.) (Kullberg, et al., 2020 ; Ollivier et al., 2020),
- **des jeux de société également dirigés par l'adulte** (Ramani & Siegler, 2008 ; Scalise & Ramani, 2017)
- **des jeux de société traditionnels joués en classe**, en petits groupes, tels que des jeux de dés, des jeux de cartes, des jeux de parcours, etc. (Gasteiger, 2015 ; Vogt, 2018).

QU'EST-CE QU'UN JEU?

Jusqu'à présent, il n'existe pas réellement de consensus à propos d'une définition claire du « jeu » pour l'apprentissage des mathématiques.

Le terme « jeu » peut être utilisé à la fois pour désigner:

- **des activités mathématiques dirigées par l'adulte** à l'aide de doigts ou de matériels divers (cartes, cubes, dessins, etc.) (Kullberg, et al., 2020 ; Ollivier et al., 2020),
- **des jeux de société également dirigés par l'adulte** (Ramani & Siegler, 2008 ; Scalise & Ramani, 2017)
- **des jeux de société traditionnels joués en classe**, en petits groupes, tels que des jeux de dés, des jeux de cartes, des jeux de parcours, etc. (Gasteiger, 2015 ; Vogt, 2018).

⇒ **Le terme « jeu » recouvre une diversité de situations ludiques qui sont plus ou moins dirigées par un adulte.**

QU'EST-CE QU'UN JEU?

Cinq critères pour définir en quoi consiste un jeu (Broström, 2017, Vogt, 2018; van Oers & Duikers, 2012; Vlassis et al., 2023). Celui-ci doit consister en une activité :

1. **amusante**
2. **Intrinsèquement motivante**, nécessitant donc, si l'objectif est de développer des compétences mathématiques, que le contenu mathématique fasse partie de la dynamique du jeu
3. qui implique **l'engagement actif de l'enfant**
4. qui se déroule **sous le contrôle des enfants** et non de l'adulte.
5. caractérisée par **les interactions et la communication** : les relations entre les pairs sont essentielles

QU'EST-CE QU'UN JEU?

Cinq critères pour définir en quoi consiste un jeu (Broström, 2017, Vogt, 2018; van Oers & Duikers; 2012; Vlassis et al., 2023). Celui-ci doit consister en une activité :

1. **amusante**
2. **intrinsèquement motivante**, nécessitant donc, si l'objectif est de développer des compétences mathématiques, que le contenu mathématique fasse partie de la dynamique du jeu
3. qui implique **l'engagement actif de l'enfant**
4. qui se déroule **sous le contrôle des enfants** et non de l'adulte.
5. caractérisée par **les interactions et la communication** : les relations entre les pairs essentielles

Un critère additionnel pour les jeux de société (Gasteiger, Obersteiner, and Reiss 2015; Hassinger-Das et al. 2017; Vlassis et al., 2023).

6. Impliquant **un aspect compétitif**, mettant les joueurs en concurrence les uns avec les autres ou avec un adversaire commun, afin de **déterminer le gagnant**.

QU'EST-CE QU'UN JEU?

Cinq critères pour définir en quoi consiste un jeu (Broström, 2017, Vogt, 2018; van Oers & Duikers, 2012, Vlassis et al., 2023). Celui-ci doit consister en une activité :

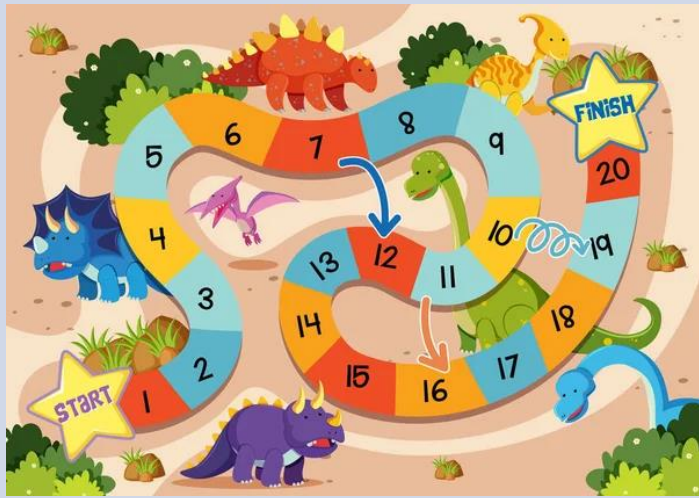
1. **amusante**
2. **intrinsèquement motivante**, nécessitant donc, si l'objectif est de développer des compétences mathématiques, que le contenu mathématique fasse partie de la dynamique du jeu
3. qui implique **l'engagement actif de l'enfant**
4. qui se déroule **sous le contrôle des enfants** et non de l'adulte.
5. caractérisée par **les interactions et la communication** : les relations entre les pairs sont essentielles

Un critère additionnel pour les jeux de société (Gasteiger, Obersteiner, and Reiss 2015; Hassinger-Das et al. 2017; Vlassis et al., 2023).

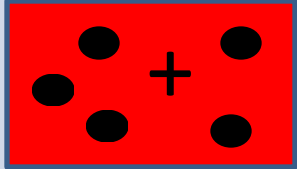
6. Impliquant **un aspect compétitif**, mettant les joueurs en concurrence les uns avec les autres ou avec un adversaire commun, afin de **déterminer le gagnant**.

Le respect de ces critères sera ainsi déterminant pour la motivation et l'engagement de l'enfant dans le jeu ... et donc dans les actions mathématiques.

Jeu « Broccoli enrobé de chocolat »



Cases rouges : tirer des cartes rouges



Dire combien de points, il y a en tout sur la carte

Cases bleues : tirer des cartes bleues



Compter à haute voix jusqu'au chiffre indiqué

Le jeu est un prétexte à faire réaliser des petites activités mathématiques formelles, extérieures au jeu (sans lien avec le but du jeu)
> souvent dirigé par l'adulte

Jeu « non Broccoli »

Jeu du dragon



La composition des nombres et les additions sont inhérentes au jeu.

➡ construire les murs pour enfermer le dragon

Le jeu n'est pas possible sans les mobiliser.

Les enfant jouent de manière autonome

(Vogt, 2018; Vlassis et al., 2023)

UNE APPROCHE D'ENSEIGNEMENT BASÉE sur les jeux

Mais jouer, même à un véritable jeu (non broccoli), ne suffit pas!

- Pour atteindre des objectifs d'apprentissage, **un certain soutien des adultes** est nécessaire
- Si les initiatives et les explorations des enfants sont essentielles, il importe également que l'enseignant rende les concepts mathématiques des jeux tangibles pour les élèves, afin de renforcer le développement de leurs compétences.

⇒ **Mathématiser les éléments du jeu** c'est-à-dire **établir un pont entre les actions posées dans le jeu et les mathématiques elles-mêmes** (van Oers, 1996).

Cependant, il ne s'agit pas, pour l'adulte, d'intervenir de manière trop importante ou trop dirigée (Broström, 2017):

- Si l'adulte prend trop de contrôle, le jeu risque de négliger l'initiative, la motivation et l'intérêt de l'enfant

LE RÔLE DE L'ENSEIGNANT

Comment alors concilier l'aspect « jeu » défini selon les critères énoncés ci-dessus et les apprentissages mathématiques ?

Les interventions de l'enseignant se situeront principalement après le jeu, afin de laisser le déroulement effectif de celui-ci sous le contrôle des enfants.

Avant le jeu, l'adulte conçoit ou adapte des jeux mathématiques et fournit le matériel approprié.

Pendant le jeu, l'enseignant reste plutôt en retrait et observe ce que font et disent les enfants → Interventions ponctuelles

Après le jeu, il est important que les enseignants organisent de brèves discussions (débriefing - synthèse) sur les stratégies utilisées pendant le jeu, ou qu'ils leur présentent des parties fictives afin d'aller plus loin (mathématisation progressive).

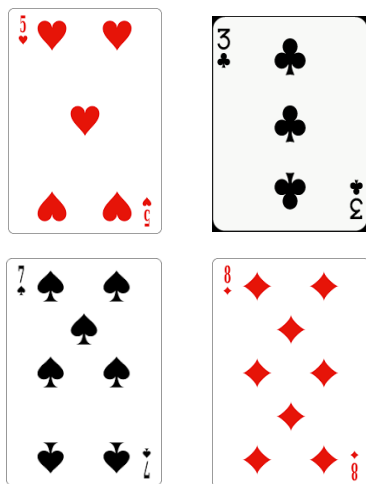
(Vlassis et al., 2022)

QUEL TYPE D'INTERVENTION APRÈS LE JEU ?

Exemples de débriefing (oral et/ou écrit)

Jeu de bataille

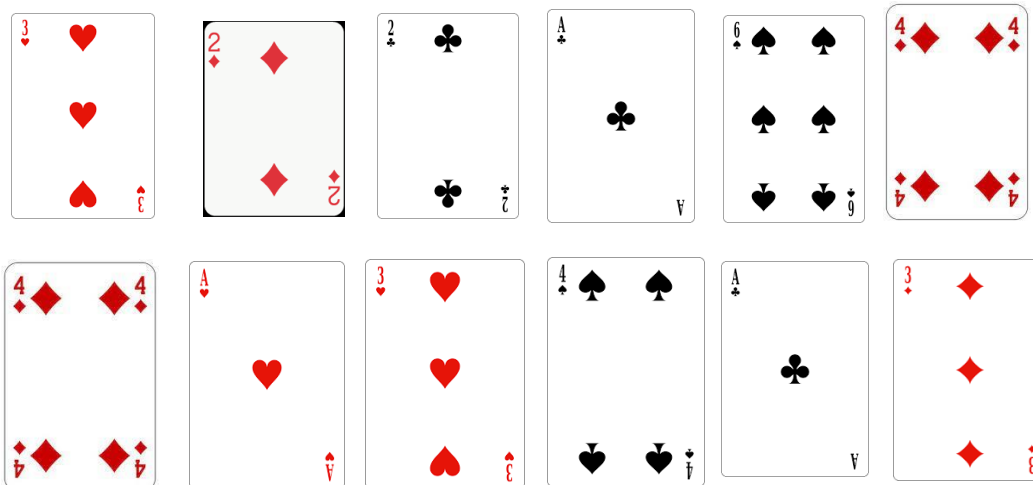
Faire entourer la carte gagnante



etc.

Carte en trop

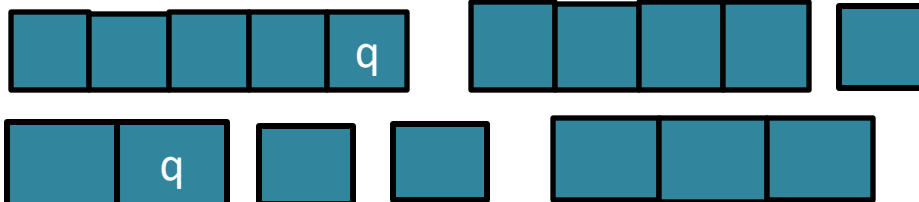
Entourer **deux** cartes qui font 6



etc.

Prison du dragon

Entoure les briques pour faire le même nombre que les points sur le dé. Prends différentes couleurs si tu as plusieurs idées



etc.

Une approche d'enseignement basée sur les jeux

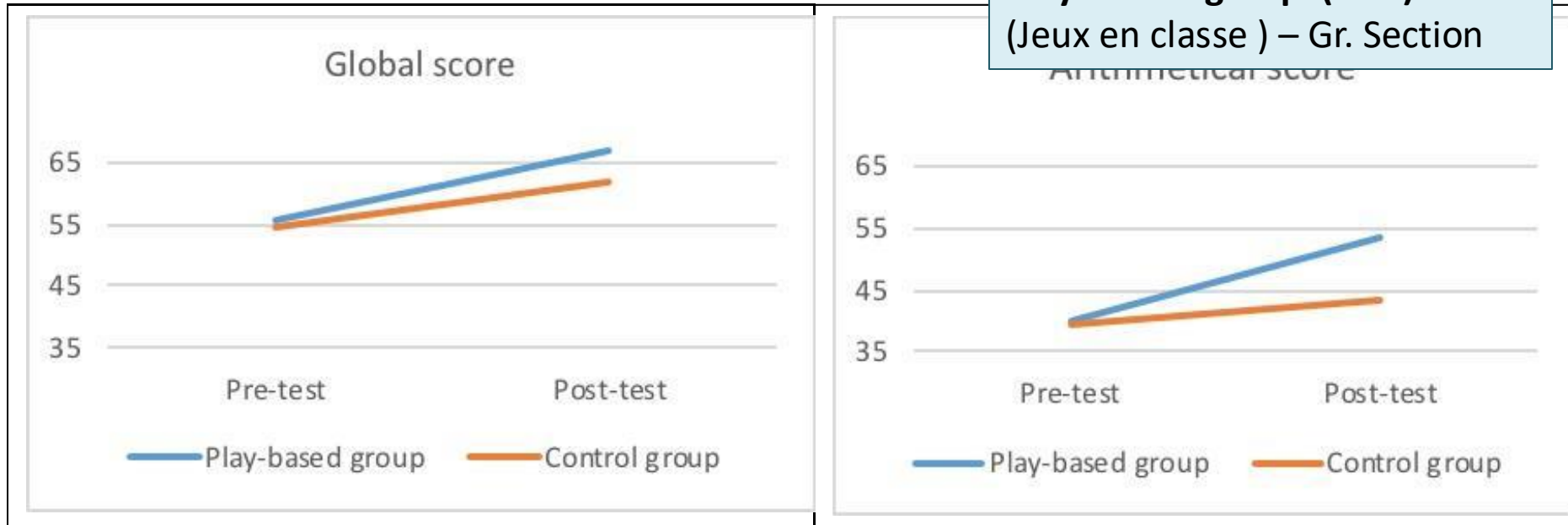
:

1. **des jeux répondant aux critères** définis précédemment
2. **un rôle important attribué à l'enseignant** qui doit faire discuter les enfants mais aussi interagir avec les enfants pour faire le lien entre les jeux et les idées mathématiques

4. QUELQUES RÉSULTATS

QUELQUES RÉSULTATS : Les compétences numériques

1. Evolution entre le prétest et le post-test pour le score global (34 items) et pour le score arithmétique (10 items)

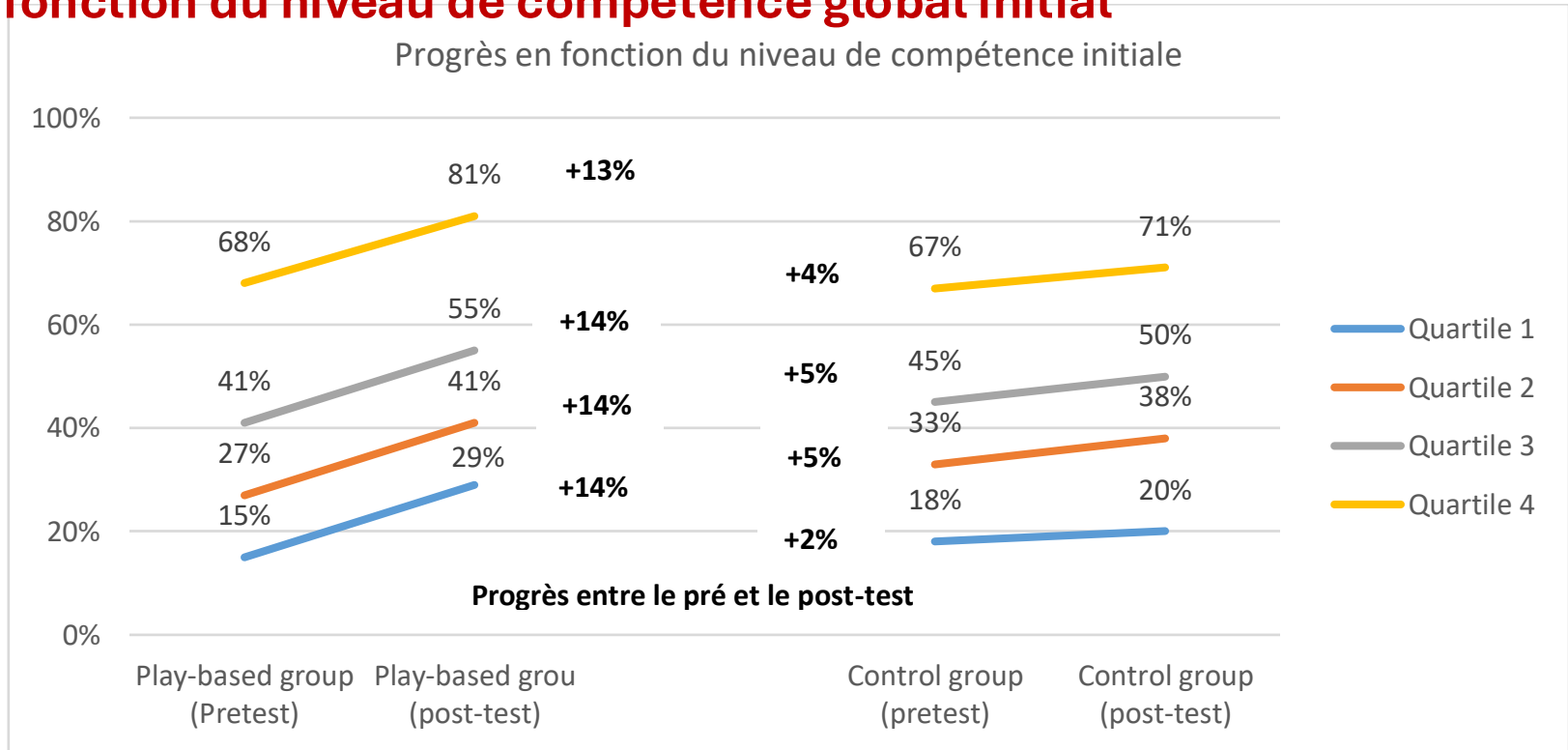


- **Au score global** : meilleure performance du Play-based group (PbG) mais différence non significative
- **Au score arithmétique** : nette différence en faveur du PbG. La différence est significative ($p=.001$)
- Les scores arithmétiques montrent que ces compétences sont difficiles pour les enfants de 5-6 ans (39% de réussite au prétest ; 53% au post-test GE1)

(de Chambrier et al., 2021, Vlassis et al., 2022)

QUELQUES RÉSULTATS : Les compétences numériques

2. Evolution entre le prétest et le post-test pour le score arithmétique en fonction du niveau de compétence global initial



- Ces résultats montrent une progression plus importante pour tous les quartiles dans le PbB group.
- Les jeux ont donc eu un effet positif pour tous les élèves, quel que soit leur niveau initial.
- **Les élèves « faibles » (quartile 1) du PbG ont progressé davantage que ceux du GC.**

(de Chambrier et al., 2021; Vlassis et al., 2022)

QUELQUES RÉSULTATS : Effet de la collaboration avec les parents

Au score global, les enfants du GE2 ayant joué à l'école et à la maison n'ont pas progressé significativement plus, en moyenne, que les enfants ayant joué uniquement à l'école (GE1).

MAIS

Les enfants du GE2 dont les compétences initiales étaient faibles ou très faibles ont fait plus de progrès que les enfants de GC et GE1 du même niveau.

⇒ Ces progrès pourraient s'expliquer par l'exposition plus importante aux compétences ciblées, ainsi que par l'étayage et les feedbacks individuels que permettent les interventions familiales.

(de Chambrier et al., 2021; Poncelet et al., 2023)

Entretien final - L'avis des parents luxembourgeois (N = 38 sur 87)

Que disent les parents de l'effet du projet sur le suivi scolaire de leur enfant?

Arguments positifs	24
Amélioration du suivi scolaire	15
Dégagement de temps pour se consacrer à l'enfant et aux affaires scolaires	2
Meilleure compréhension des attendus scolaires	2
Importance du soutien parental à la maison	1
La présence des jeux a facilité le soutien scolaire	1
Prise de conscience de l'importance de développer les apprentissages à la maison également	1
Sentiment de confiance renforcé	1
Effet positif des réunions sur le sentiment d'aisance des parents dans le suivi scolaire	1

Arguments négatifs	18
Pas d'amélioration du suivi scolaire	11
Pas d'influence sur ce dernier	3
Difficultés de soutenir le travail scolaire à cause de la maîtrise de la langue	2
Habitude familiale et pas d'incidence de la recherche	2
Neutre	4

(Poncelet et al., 2023)

5. CONCLUSIONS

Le dispositif conçu dans le projet MathPlay permet de développer une prévention dans les difficultés mathématiques du primaire.

Plusieurs axes de ce dispositif permettent cette prévention :

1. Travail sur les compétences numériques, avec le focus sur les compétences arithmétiques (4 jeux sur les 8 jeux proposés)
➡ prédicteurs solides de la réussite future des enfants.
2. Approche d'enseignement basée sur de « vrais » jeux :
 - Actions des enfants orientées vers un but qui fait sens à leurs yeux (jouer et gagner) : l'enfant comprend pourquoi, par exemple, il doit additionner ou décomposer un nombre \Rightarrow apprentissage significatif
 - Enfants véritablement actifs dans leurs apprentissages : actions dans le jeu sous leur contrôle et non celui de l'enseignant
 - Motivation augmentée \Rightarrow Implication plus importante dans le jeu et donc dans les apprentissages mathématiques.

3. Approche basée sur les jeux accordant **un rôle important à l'enseignant**, notamment après le jeu \Rightarrow Mathématisation progressive des apprentissages.

- lien entre les actions posées dans les jeux et les mathématiques elles-mêmes
- Important surtout pour les élèves faibles

4. Collaboration avec les parents (GE2) :

- effet sur les élèves faibles!
- relations renforcées entre les parents et l'école.
- début d'une implication plus soutenue dans les tâches scolaires?

Merci de votre attention!

LE PROJET « MATHPLAY »

Comment développer les premières compétences en nombres et opérations chez les enfants de l'école maternelle?

De l'efficacité d'une approche basée sur les jeux et de la collaboration avec les parents

Joëlle Vlassis - Université du Luxembourg



Workshop OCCITADYS sur la cognition numérique
17 & 18 octobre 2024 - Montpellier