



Habillé ou épuré : le matériel en question

GROUPE IREM « PEGASE - NOMBRE »

IREM-PRIMAIRE-GRENOBLE@UNIV-GRENOBLE-ALPES.FR

MARIE-CAROLINE CROSET - ANNE DIVISIA – FANNY GIMBERT - NICOLAS LE GAC - GÉRALDINE MASTROT - HÉLÈNE STOFFEL

Le groupe IREM Pégase-Nombre

Un groupe

Enseignants
Formateurs, maitres formateurs
& conseiller pédagogique
Chercheurs

Un cadre

Irem
Institut de recherche
sur l'enseignement
des mathématiques

Une action

Le nombre à la maternelle
Créer une ingénierie didactique
d'enseignement du nombre à l'école
maternelle

Proposer un sujet de
mémoire MEEF-PE



Notre communication

L'EXPÉRIMENTATION DE NOTRE GROUPE



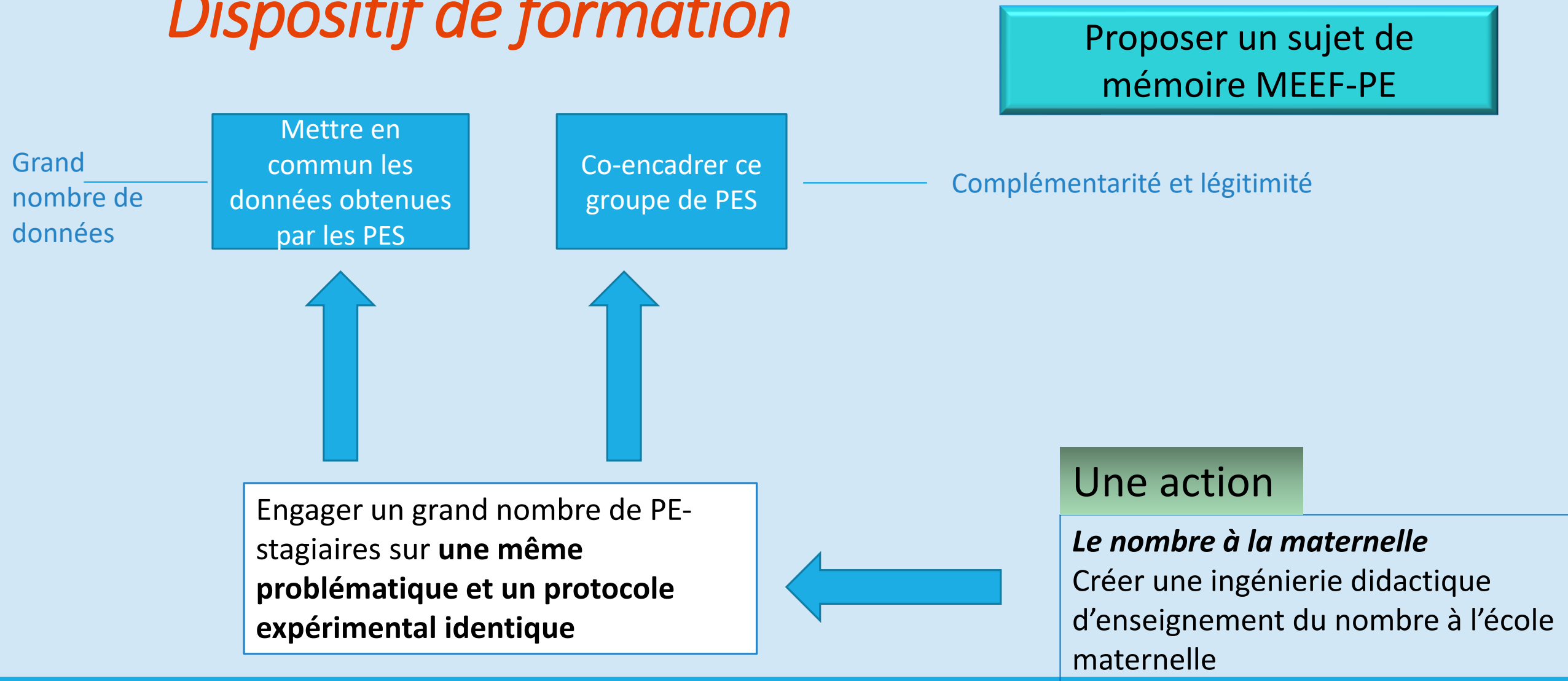
LE DISPOSITIF DE FORMATION DES PES



Comment avons-nous engagé nos PES ?

Comment avons-nous engagé les PES ?

Dispositif de formation



Comment avons-nous engagé les PES ?

Dispositif de formation

Mettre en commun les données obtenues par les PES

Co-encadrer ce groupe de PES

Engager un grand nombre de PE-stagiaires sur une même problématique et un protocole expérimental identique

Ce qui est annoncé aux PES :

- Se former à et par la recherche
biblio, mise en œuvre, etc
- Comprendre l'importance de la compétence ajout / retrait
- Apprendre des gestes didactiques « essentiels »
évaluation/observation, repérage des procédures, explicitation et institutionnalisation des savoirs...

Expérimentation très guidée ?

- Récouter des données en milieu écologique
- Travailler en équipe
- Participer en équipe à la constitution de données scientifiques

Extrait TD 2

Une action

Le nombre à la maternelle

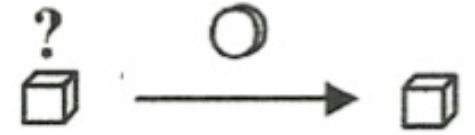
Créer une ingénierie didactique d'enseignement du nombre à l'école maternelle



Etat de l'art



Résolution de problèmes



- Le nombre est un concept qui doit prendre appui sur des représentations, des techniques et des problèmes.

Vergnaud (1990)

- Les enfants perçoivent et comprennent très précocement et facilement les effets des transformations affectant la quantité (ajout, retrait).
- La simulation physique puis mentale des situations favorise l'acquisition des opérations arithmétiques et la compréhension des symboles.

Fayol (2013)

- En effet, enseigner la résolution de problèmes doit arriver avant les symbolisations mathématiques formelles.

Fagnant (2013)

Résolution de problèmes

Les travaux de recherche
s'accordent à dire que
savoir résoudre des problèmes,
dès le cycle 1,
permet de donner du sens
aux symboles mathématiques.



Le matériel dans tous ses états



Une méta-analyse de l'efficacité de l'enseignement des mathématiques à l'aide de manipulations concrètes. (Carbonneau et al., 2013)

- L'utilisation d'un matériel de manipulation concret en mathématique a un effet sur l'apprentissage des élèves.
- La richesse perceptive peut être préjudiciable.

Matériel épuré



Matériel habillé



Le matériel dans tous ses états



Une méta analyse de travaux de recherche

(Carbonneau et al., 2013)

Les limites :

- Les résultats montrent certaines incohérences.
- Peu d'études récentes : 3 études postérieures à 2008.
- Une seule étude en *Kindergarten* datant de 1977 sur 26 élèves.

=> Nécessité de poursuivre les recherches en maternelle

Distinguer connaissance et savoir

De la connaissance contextualisée au savoir décontextualisé le transfert par l'institutionnalisation

⇒ Outiller les PES sur un temps d'apprentissage important : l'institutionnalisation

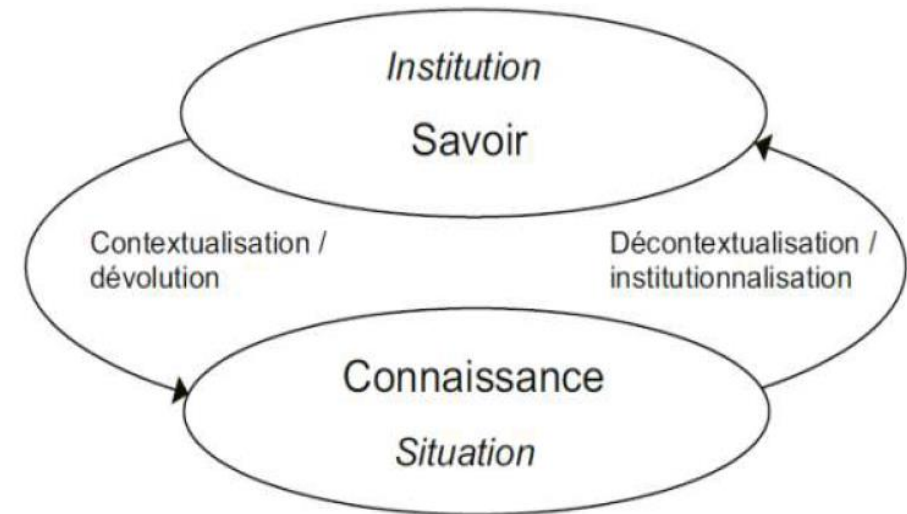


Figure 1 : Savoir et connaissance (extrait de (Claire Margolinas & Laparra, 2010 p.146)

Problématique

Quelles sont les conditions d'un enseignement efficace de la résolution de problèmes additifs en grande section ?

Hypothèse 1 : Un matériel épuré favorise les apprentissages en résolution de problèmes par rapport à un matériel habillé.

Hypothèse 2 : Un enseignement explicite, structuré et spiralaire améliore l'apprentissage des élèves.

Comment avons-nous engagé les PES ?

Constitution de l'état de l'art

Des **articles** à lire à l'aide de grilles d'analyse

Travail pour le TD2, 18 novembre, 14h

LECTURES

- 1 article obligatoire: Essentielles CP
- 1 article au choix:
 - Carbonneau
 - Laparra & Margolinas
 - Fayol

Récupérer Grille d'analyse Section Irem-Pegase-Nombre
Remplir deux grilles
Envoyer à irem-primaire-grenoble@univ-grenoble-alpes.fr

REFLECHIR A LA QUESTION GENERALE

Déposer une proposition d'expérimentation :
Qui permettrait de répondre à cette question

<https://padlet.com/mkcrosset1/xgbhier5vjc90i2x>

Est-ce que le matériel de la classe pourrait détourner les élèves de leurs apprentissages mathématiques ?

Est-ce que le matériel de la classe pourrait détourner les élèves de leurs apprentissages, en particulier sur les notions d'ajouts et de retrais ?

Analyse d'un extrait de l'ouvrage de Michel Fayol (2018) *L'acquisition du nombre*, chapitre 3 Genèse et mise en œuvre des opérations, pages 73-78, PUF.

Des idées fortes	
Des idées qui m'ont surpris	
Des idées / des mots / des éléments que je n'ai pas compris	
Commentaires personnels	

Analyse de la traduction de l'article de Carbonneau (2013)
Une méta-analyse de l'efficacité de l'enseignement des mathématiques à l'aide de manipulations concrètes, pages 1-10 puis p.15-19

Combien d'études ont été intégrées à cette méta analyse ? Combien d'élèves étaient concernés ? de quels niveaux ?	
Citer les critères qui agissent sur l'efficacité de la manipulation ?	
Que peut-on en tirer sur le guidage pédagogique à adopter ?	
Que peut-on en tirer sur la nature d'un manipulatif efficace ?	
Que peut-on en tirer sur la durée d'une manipulation optimale ?	
Quelles autres conclusions de cet article pourraient nous être utiles ?	

Comment avons-nous engagé les PES ?

Constitution de l'état de l'art

Des retours des grilles d'analyse

Analyse d'un extrait de l'ouvrage de Michel Fayol (2018) *L'acquisition du nombre*, chapitre 3 Genèse et mise en œuvre des opérations, pages 73-78, PUF.

Des idées fortes	<p><u>Résolution des additions :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Par l'intermédiaire de matériel un élève de 3 ans conçoit déjà que 3 et 4 pions font 7 pions → pourtant pas d'acquisition de l'opération. - Procédures : comptage, sur-comptage, mémorisation - Procédure choisie en fonction de la vitesse, ou volonté d'exactitude du résultat.
	<p><u>Résolution de soustraction :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Résolution d'abord par aide externe, puis intériorisation des procédures. - résolution par stratégie séparée, ou mise en correspondance de 2 ensembles. - récupération en mémoire des résultats de petites soustractions - récupération par l'addition correspondante
	<p><u>Résolution des multiplications :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Plus le produit est grand, plus la durée de résolution est longue et les erreurs importantes. ← mémorisation défectueuse ← l'organisation des connaissances en mémoire
	<p><u>Résolution des divisions :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Situation partitive (combien d'éléments par partie) et quotitive (combien de parties)

Alice

Que peut-on en tirer sur la nature d'un manipulatif efficace ?

Le matériel de manipulation épuré est préférable pour la rétention et la résolution de problème

- la richesse perceptive est identifiée dans la littérature comme un élément préjudiciable à l'apprentissage et aux performances des élèves (effet sur l'attention des enfants qui sont distraits par les détails superficiels)
- la méta analyse va dans ce sens notamment pour la rétention (performances immédiates inférieures avec un matériel riche) et pour la résolution de problème (effet plus faible et négatif en comparaison avec un matériel épuré)

En revanche, la méta-analyse montre qu'en matière de durée le matériel riche est préférable. Ce résultat ne va pas dans le sens des études cognitives (selon ces études : la richesse du matériel inhibe le transfert d'apprentissage) et appelle des recherches complémentaires en fonction des différents résultats d'apprentissage visés.

Que peut-on en tirer sur la durée d'une manipulation optimale ?

Je n'ai pas bien compris les informations sur la durée de manipulation. J'ai cru comprendre que la méta-analyse montre qu'un enseignement sur une durée courte (14 jours ou moins) a plus d'effet que sur une durée longue mais que ce résultat qui contredit la littérature s'explique par un effet de codage.

Virginie

Que peut-on en tirer sur la durée d'une manipulation optimale ?

Concernant la rétention : l'effet sur les apprentissages des élèves a été plus important dans les études courtes (< 15 jours) que dans les études qui ont duré plus longtemps.

Concernant la résolution de problèmes : l'effet sur les apprentissages des élèves a été plus important dans les études courtes (< 15 jours) ou longues (> 45 jours) que dans les études d'une durée moyenne (15-45 jours)

Quelles autres conclusions de cet article pourraient nous être utiles ?

La manipulation peut être moins efficace avec les enfants les plus jeunes (3-6 ans) : difficulté à concevoir qu'un objet peut aussi représenter un concept mathématique.

Mariette

Comment avons-nous engagé les PES ?

Constitution de l'état de l'art

Carbonneau et al. (2013) Une méta-analyse de l'efficacité de l'enseignement des mathématiques à l'aide de manipulations concrètes

Combien d'études ont été intégrées ?
Combien d'élèves ? Quels niveaux ?

55 études
7 237 élèves
de la maternelle jusqu'à l'Université

Groupe Contrôle
Groupe Expérimental

Table 2
Descriptive Statistics for Continuous Variables

Variable	M	SD	Range	
			Minimum	Maximum
Age	9.8 years	2.4	5.5	17.0
Treatment time	25.0 days	42.7	1.0	180.0

Un temps du TD consacré à la compréhension des tableaux de données.

Carbonneau et al. (2013) Une méta-analyse de l'efficacité de l'enseignement des mathématiques à l'aide de manipulations concrètes

Que peut-on en tirer sur la nature d'un manipulatif efficace ?

Dans le tableau des données agrégées (4) aucun écart statistique n'est remarquable. Alice

Table 4
Variability of Effect Sizes Within Aggregated Data

Moderator	k	N	d	95% CI	$Q_{between}$
Perceptual richness					0.21, $p = .64$
Yes	26	4,050	0.36	[0.27, 0.45]	
No	24	1,923	0.39	[0.28, 0.50]	

p value élevée les résultats ne sont pas statistiquement significatifs

Extraits TD 3

Comment avons-nous engagé les PES ?

Constitution de l'état de l'art

Développement d'une **culture de la recherche**

Culture de la résolution de problèmes

Culture de la manipulation

Gestes professionnels :

- rôle essentiel de l'**institutionnalisation**
- proposer des situations didactiques qui font **sens** aux élèves

Interactions au sein du groupe de PES pour **motiver et encourager la lecture d'articles de recherche... et mieux les comprendre !**

Bibliographie très cadrée :

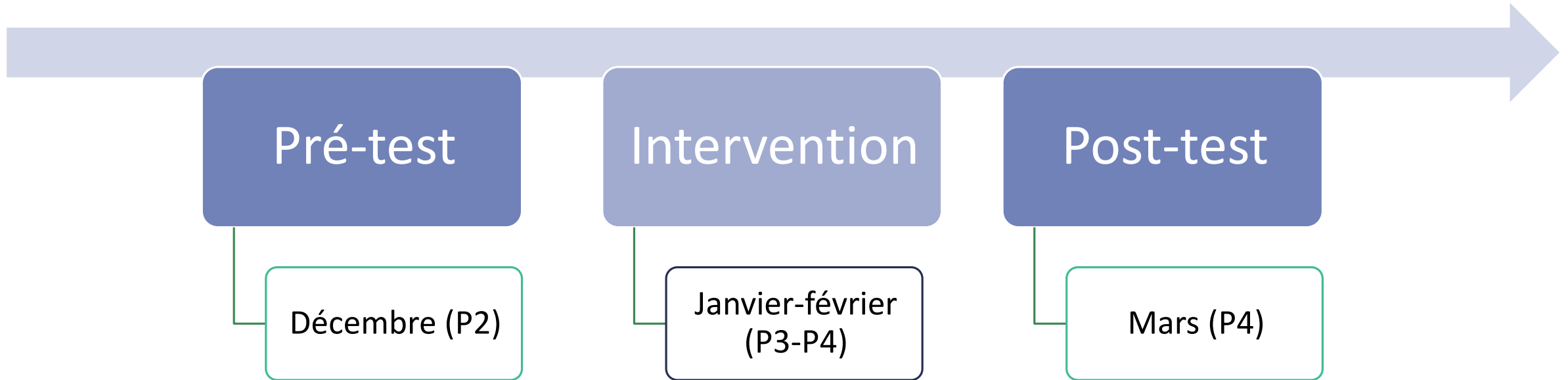
- . peu de lectures complémentaires
- . cheminement vers la problématique parfois mal tracé



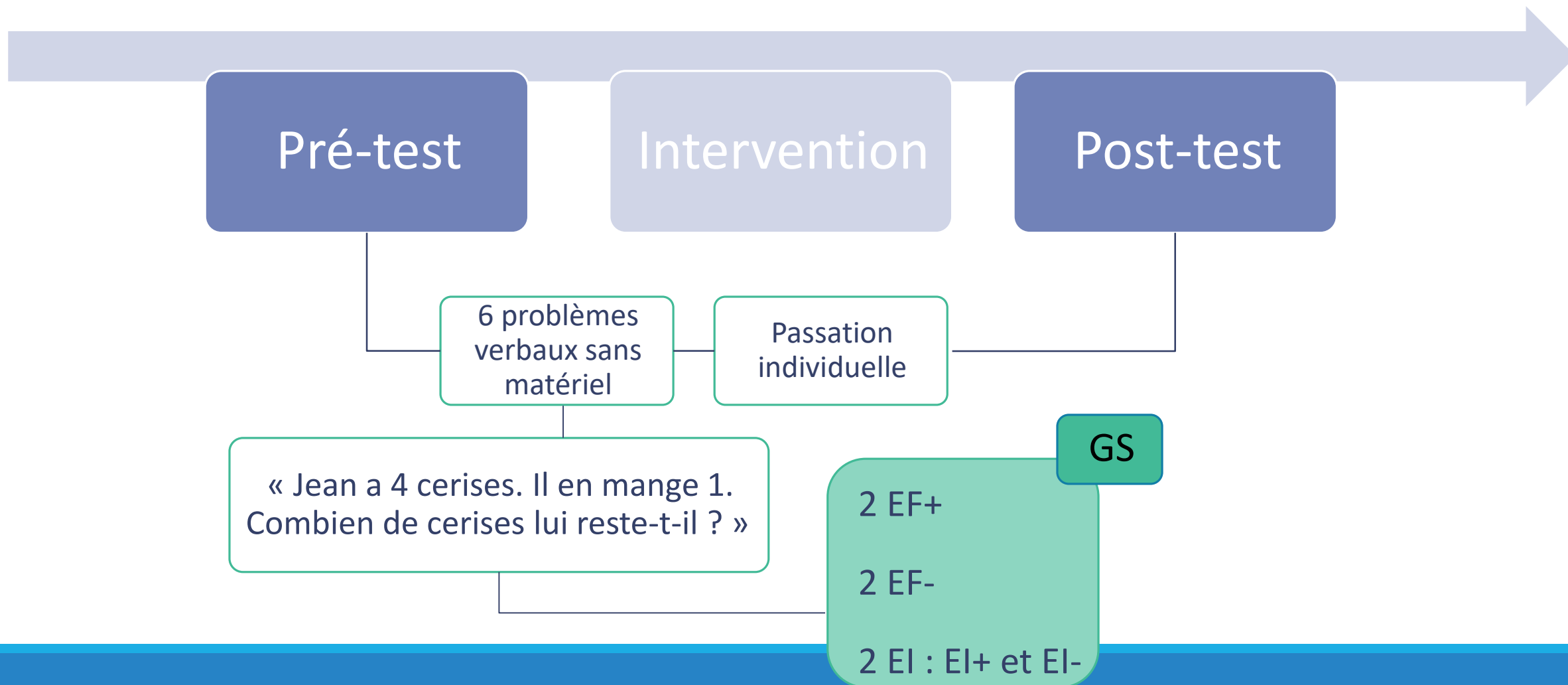
Expérimentation



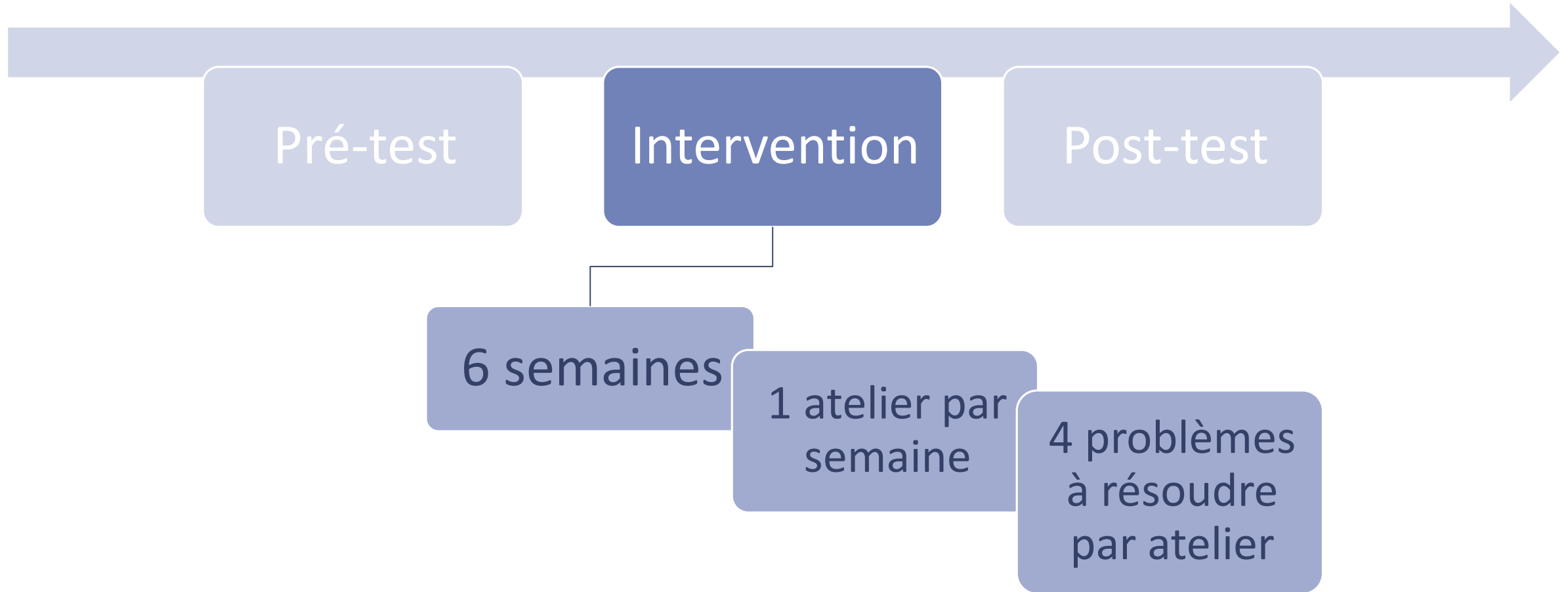
Organisation de l'expérimentation



Pré et post-tests



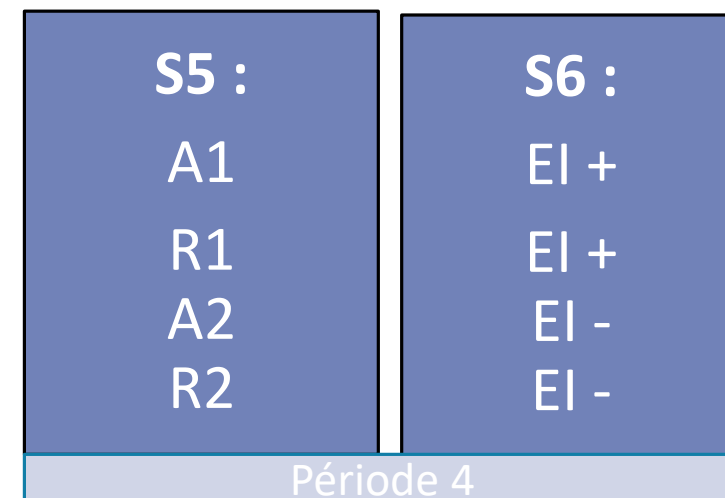
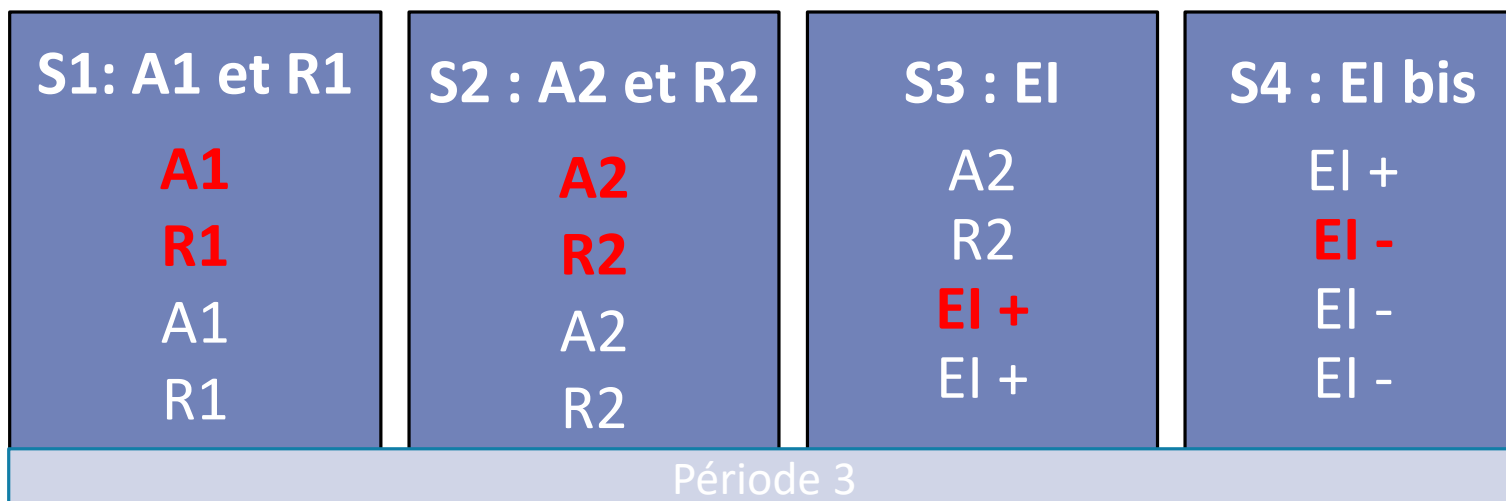
Intervention



Intervention

Etat Final :
A pour Ajout
R pour Retrait
A2 et R2

Etat initial : **EI+** et **EI-**



Entraînement cumulatif: chaque semaine une nouvelle situation problème est découverte mais on réactive ce qui a été travaillé précédemment

Procédures

Pour A et R : Que s'est-il passé dans la boîte ? Qu'est-ce qui a changé ?

Recomptage sur deux mains
Recomptage sur une main
Surcomptage
Décomptage

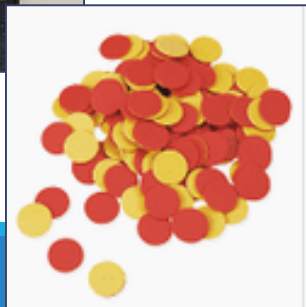
Pour EI : Avez-vous trouvé combien il y en avait au début ?

Pour EI, partir du résultat de la fin et remonter l'histoire

Intervention : script

Quelles sont les conditions d'un enseignement efficace de la résolution de problèmes additifs en Grande Section ?

Pré-test



Intervention

Dispositif
épuré

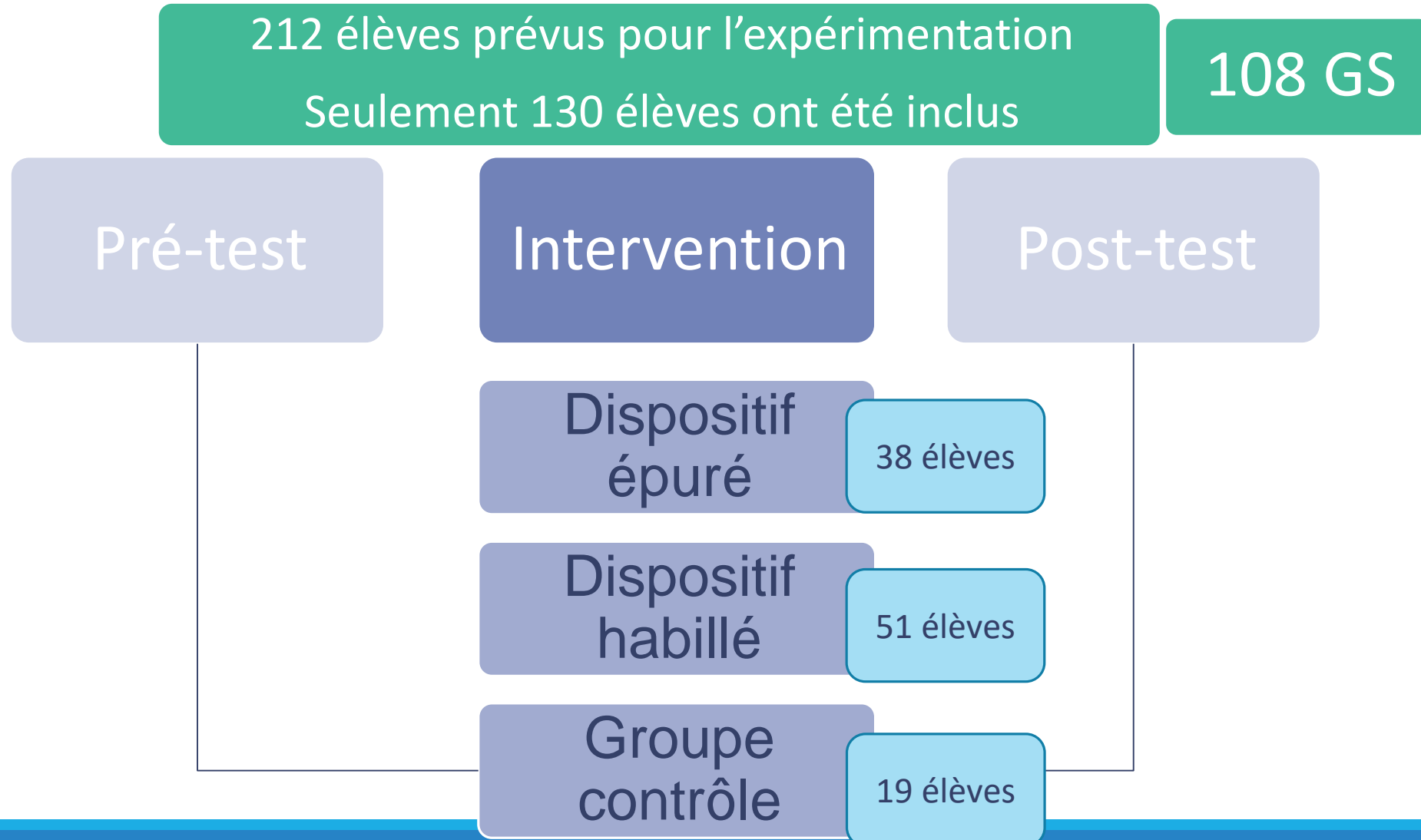
Dispositif
habillé

Groupe
contrôle

Post-test



Intervention : participants



Préparation de l'intervention

Les formateurs ont fait des choix

Didactiques

- Définir les types de problèmes traités
- Rédiger les énoncés
- Construire une progression
- Cibler des procédures
- Ecrire un script détaillé du dispositif de passation
- Rédiger un script épuré

Pédagogiques

- Travailler en atelier
- Harmoniser les aides mobilisables dans la classe
- Choisir un l'album

Les stagiaires ont :

- « Joué » le script
- Rédigé l'adaptation du script pour le mode habillé
- Défini les détails de l'habillage: décors, plateau, marottes, coffre, graines
- Interrogé la liste des procédures (doigts) à entraîner

Comment avons-nous engagé les PES ?

L'exemple de la préparation de l'intervention

Par le jeu de rôles et l'organisation matérielle à anticiper.

En discutant leurs propositions :

- usage de la schématisation
- consignes explicites
- organisation de la classe

Par des apports professionnels :

- intégrer l'institutionnalisation
- prendre une posture d'observateur pour évaluer
- expliciter et entraîner les procédures

Beaucoup de temps pris sur la mise en œuvre au détriment du didactique (procédures)

Peu de questionnements sur la manipulation de EI dans les mémoires.

Les PES relèvent le biais de « l'effet maître »



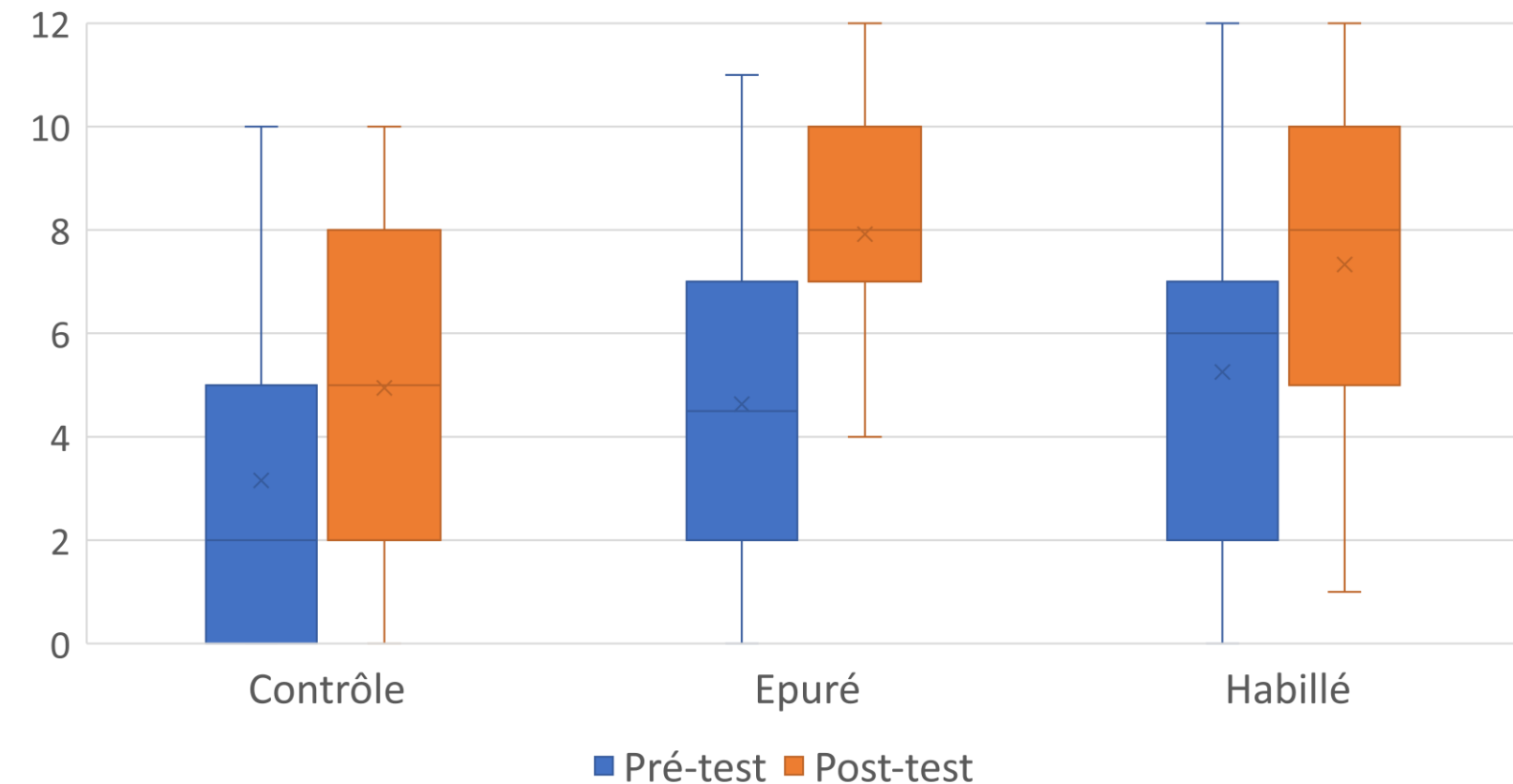
Résultats



Résultats des GS aux tests selon les conditions

1. Description des résultats

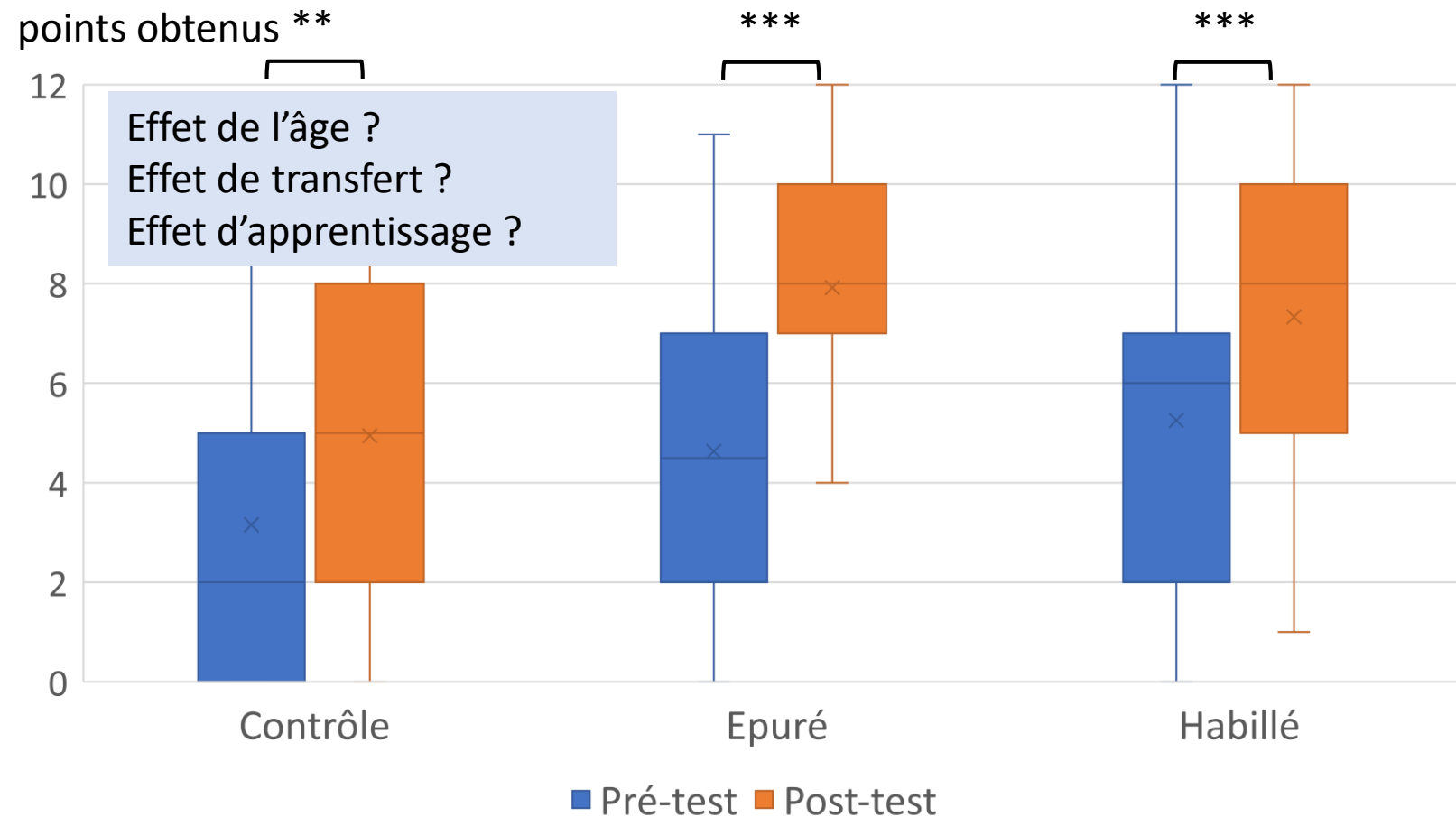
Nombre de points obtenus



Résultats des GS aux tests selon les conditions

2. Quelle progression ?

Nombre de points obtenus **

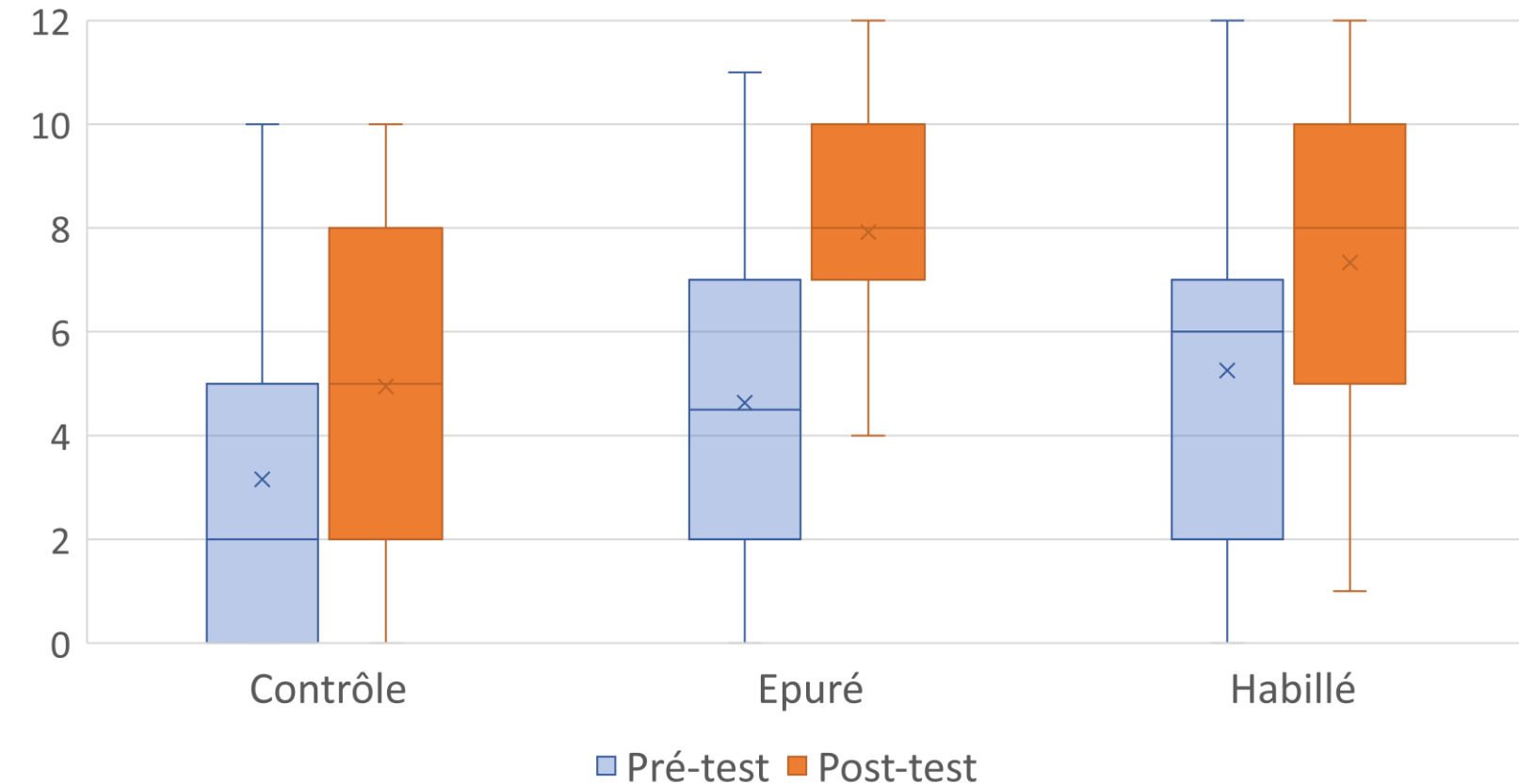


Des groupes qui progressent significativement

Résultats des GS aux tests selon les conditions

3. Quel impact sur les scores aux post-tests ?

Nombre de points obtenus



Effet significatif des scores des élèves au **pré-test** ($p < 0.001$, $\eta^2 \approx 0.36$)

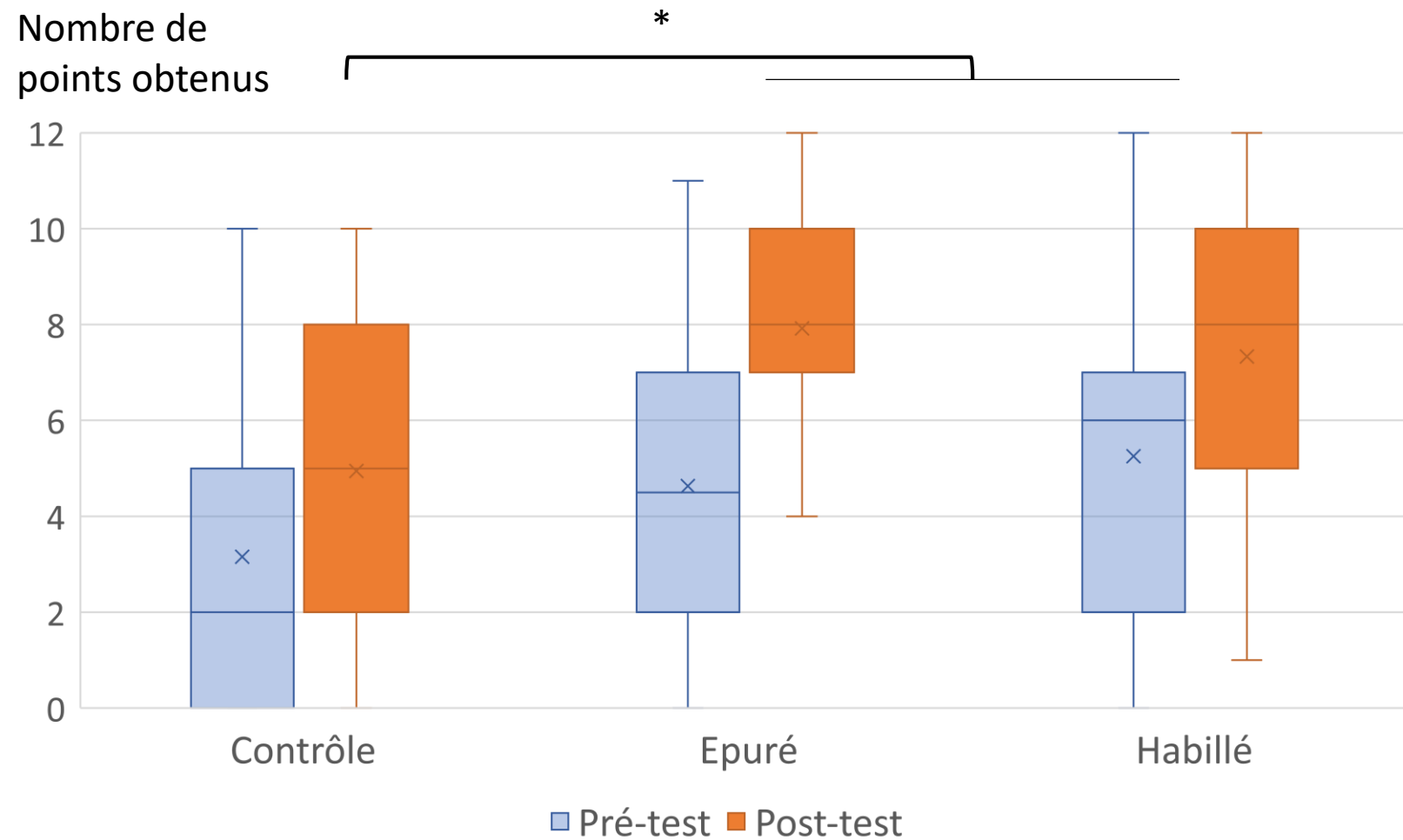
Pas d'effet significatif de l'âge des élèves ($p \approx 0.44$, $\eta^2 \approx 0.003$)

Effet significatif des **conditions** ($p \approx 0.012$, $\eta^2 \approx 0.05$)

Résultats des GS aux tests selon les conditions

3. Quel impact de l'intervention sur les scores aux post-tests ?

Nombre de points obtenus

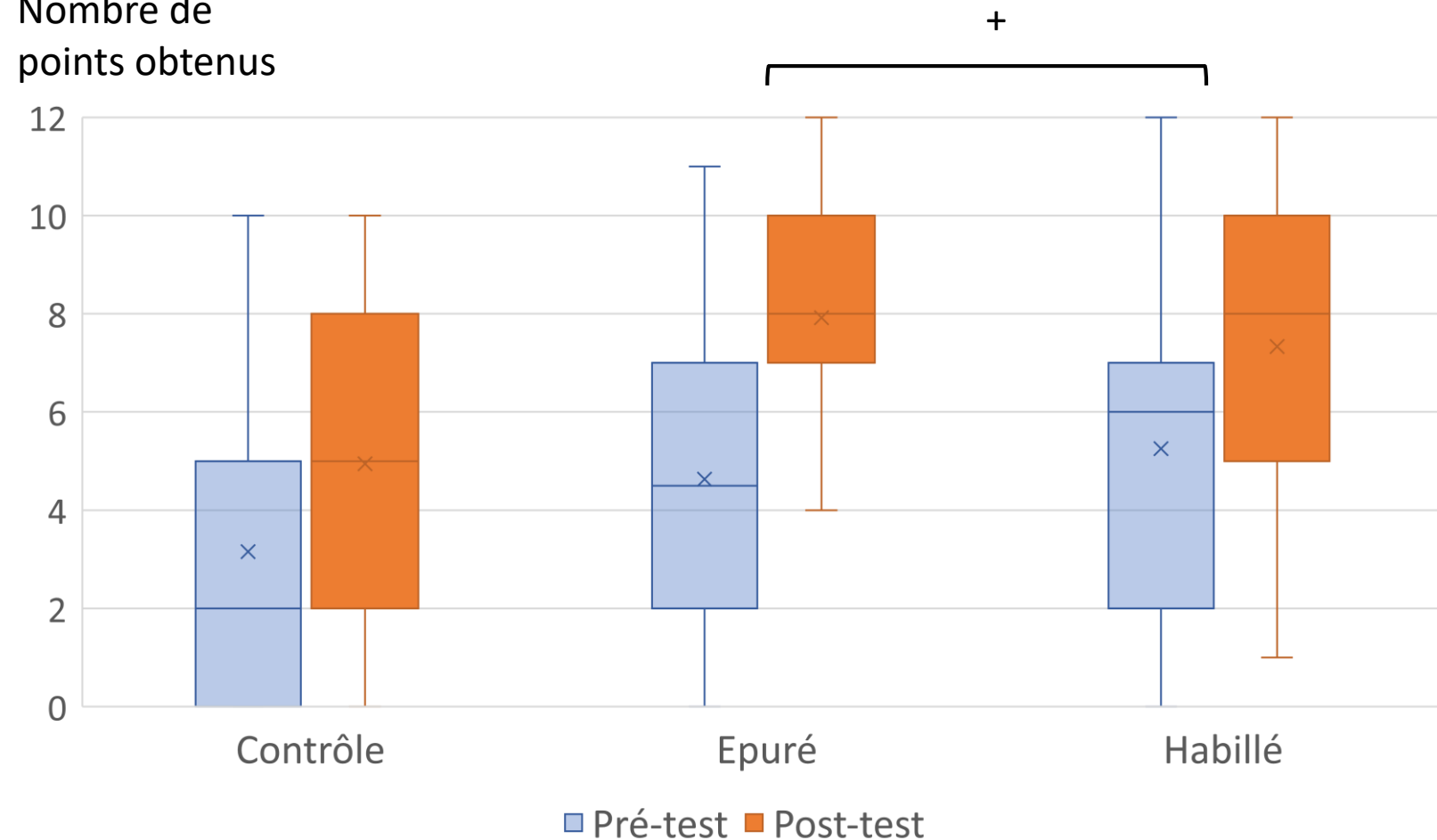


Contraste C vs. E+H
Effet significatif de l'intervention
($p \approx 0.014$)

Résultats des GS aux tests selon les conditions

4. Quel impact de la nature du matériel sur les scores aux post-tests ?

Nombre de points obtenus



Contraste E vs. H
Effet tendanciel d'une des deux conditions (**Epuré**) d'intervention à laquelle les élèves étaient assignés ($p \approx 0.067$)

Synthèse de l'expérimentation

Retour sur l'hypothèse 1.

Un effet **tendanciel** en faveur du **matériel épuré**

Hypothèse 1 : Un matériel épuré favorise les apprentissages en résolution de problèmes par rapport à un matériel habillé.

Retour sur l'hypothèse 2.

Un effet **significatif** en faveur du **dispositif expérimenté**

Hypothèse 2 : Un enseignement explicite, structuré et spiralaire améliore l'apprentissage des élèves.



Perspectives et bilan



A propos de l'expérimentation

Quelle validité externe de l'étude ?

Dépendant d'un niveau scolaire

Dépendant de l'objectif visé

Dépendant du choix de l'habillage

Perspectives :

Réplication de l'étude et élargissement

Mesure du temps dédié aux ateliers dans chaque condition

Mesure de l'engagement des élèves dans les ateliers

Enrichir notre état de l'art en « didactique » :

Résultats issus du courant de recherche sur l'efficacité de l'enseignement (répétition, explicitation des procédures, retours immédiats,...) (Hattie, 2008)

Synthèse : Retours des PES

Comprendre une **démarche expérimentale en milieu écologique**.
Confronter la rigueur scientifique à une pratique de classe

Des **échanges** entre pairs sur une même problématique

Des **gestes professionnels** : évaluation/observation, repérage des procédures, explicitation et institutionnalisation des savoirs...

« C'est l'un des modules qui a été le plus formateur pour moi cette année, et notamment pour avoir eu un réel exemple de séquence bien conçue à mener en classe! » (Audrey)

Synthèse : Retours des PES

Comprendre une **démarche expérimentale en milieu écologique**.
Confronter la rigueur scientifique à une pratique de classe

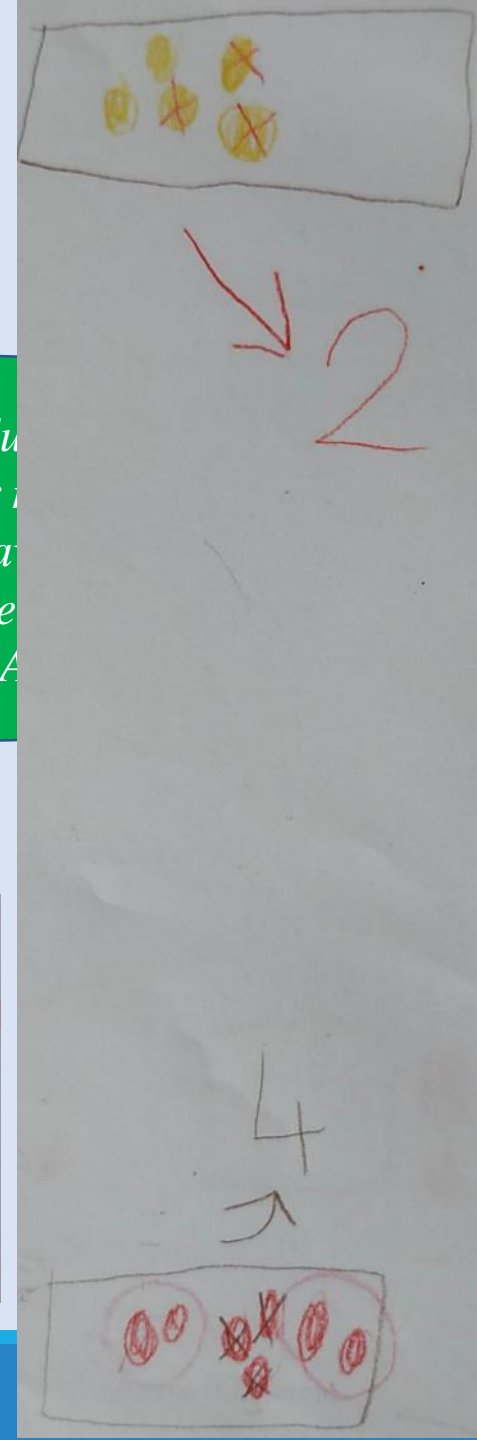
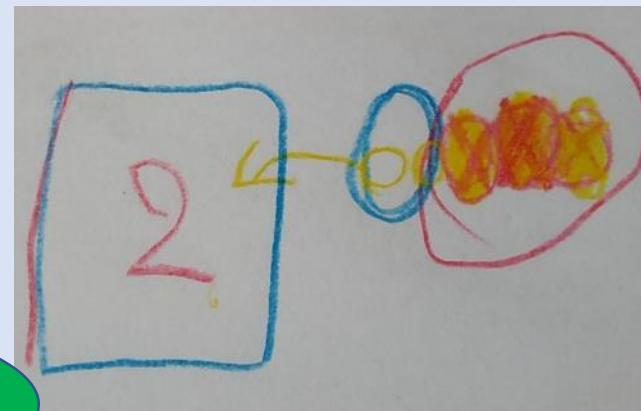
Des **échanges** entre pairs sur une même problématique

Des **gestes professionnels** : évaluation/observation, repérage des procédures, explicitation et institutionnalisation des savoirs...

Oser la résolution de problèmes arithmétiques
Avec de l'ajout à deux étapes
Des questions sur l'état initial

« J'ai continué en proposant une procédure de schématisation » (Alice)

« C'est l'un des modules plus formateurs pour... et notamment pour... exemple de séquence mener en classe! » (A)



merci



Merci à Audrey, Virginie, Victoria, Remi, Alice, Anaïs, Mariette, Matthieu, Marine, Charlotte, Théo, Camille, Laura, Marie-France, Morgan, Emilie, Marie et tous leurs élèves !



Bibliographie

Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology, 105*(2), 380.

ERMEL-INRP. (2003). *Apprentissages numériques et résolution de problèmes GS* (Hatier).

Fagnant, A. (2013). Opérations arithmétiques et symbolisations variées. Partir des démarches informelles des élèves pour donner du sens aux apprentissages. *Education et Formation, 01*, 23-38.

Fayol, M. (2018). *L'acquisition du nombre: «Que sais-je?» n° 3941*.

Hattie, J. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. routledge.

Laparra M., Margolinas C. (2016) *Les Premiers Apprentissages scolaires à la loupe. Approches anthropologiques et diadactiques*, De Boeck.

Vergnaud, G. (1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 10/2.3*, 133-170.