



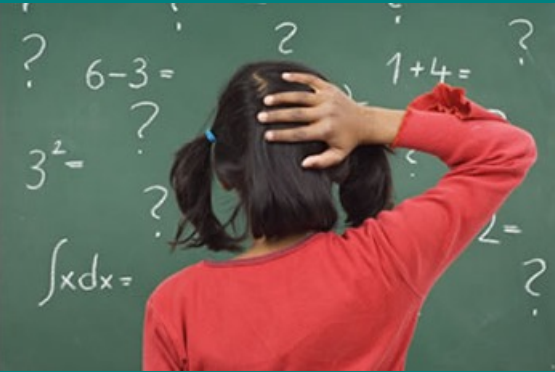
# SOUTENIR LE DÉVELOPPEMENT DES COMPÉTENCES ARITHMÉTIQUES CHEZ L'ENFANT AVEC TROUBLES MOTEURS: UNE ÉTUDE DE CAS UNIQUE



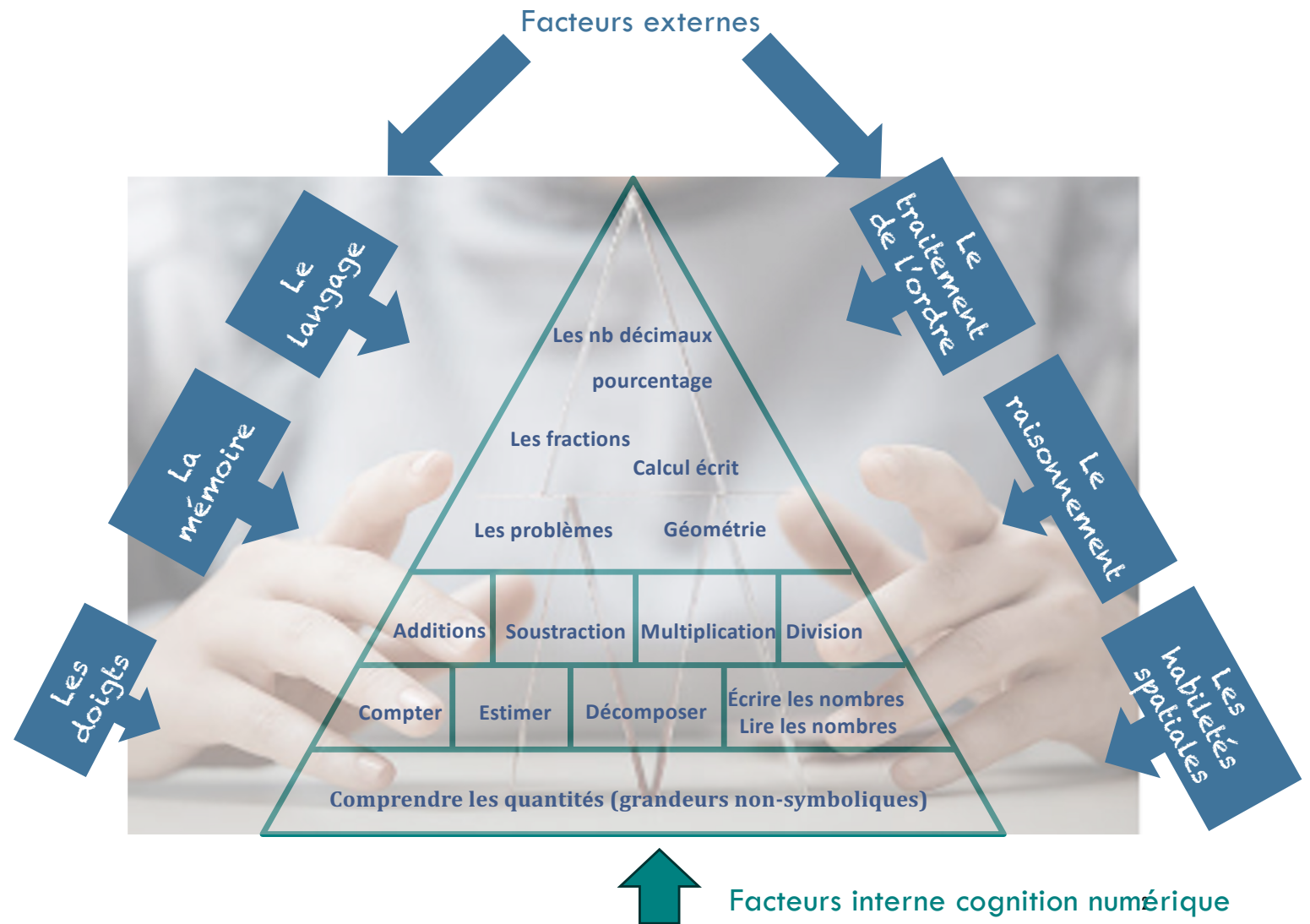
Research Unit for a life-Course perspective  
on Health and Education - RUCHE

Laurence Rousselle  
Marie Geurten  
Maëlle Neveu

# TROUBLES D'APPRENTISSAGE EN MATHÉMATIQUES

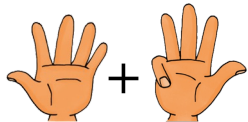
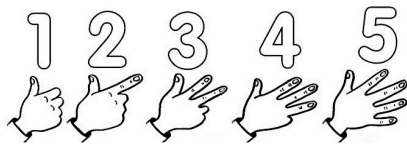


« Trouble des compétences numériques et des habiletés arithmétiques qui se manifeste chez des enfants d'intelligence normale qui ne présentent pas de déficit neurologique acquis » (Temple, 1992)





# RÔLE DES DOIGTS

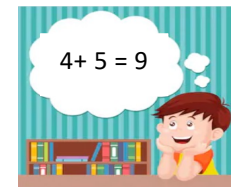
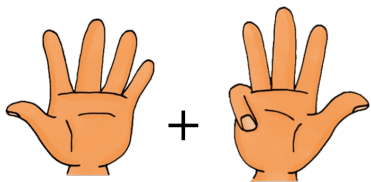


**Dès le début de l'école maternelle, les enfants utilisent leurs doigts dans différents contextes mathématiques.**

- Outil naturel, facile à utiliser
- disponible
- Un outil fonctionnel
- iconique

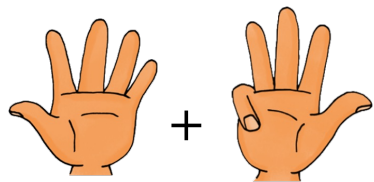
# RÔLE DE LA MÉMOIRE DE TRAVAIL

**A partir de la 2P, Passage des doigts à des stratégies mentales  
(décomposition/mémorisation)**

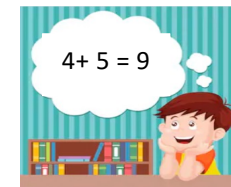


# RÔLE DE LA MÉMOIRE DE TRAVAIL

## Troubles d'apprentissage en mathématiques



+



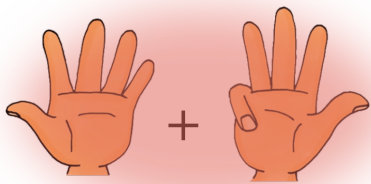
(Kyttälä et al. 2010; Szucs et al. 2013;  
Passolunghi & Siegel, 2004)

Difficultés +++ à passer des stratégies de doigt aux stratégies de mémoire.

Ils utilisent les stratégies du doigt plus longtemps et plus fréquemment. (Jordan et al., 2003 ; Wylie et al., 2012)

# RÔLE DE LA MÉMOIRE DE TRAVAIL

Difficulté en mémoire de travail + motricité fine



(Kyttälä et al. 2010; Szucs et al. 2013;  
Passolunghi & Siegel, 2004)

Difficultés +++ à passer des stratégies de doigt aux stratégies de mémoire.

Ils utilisent les stratégies du doigt plus longtemps et plus fréquemment. (Jordan et al., 2003 ; Wylie et al., 2012)

# NG- 9;3 ANS-MATH

## QI

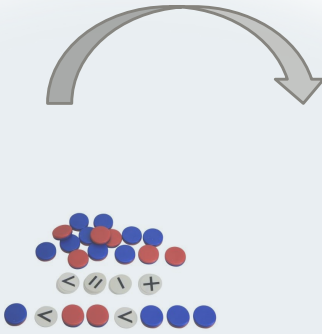
- ✓ Indice de Compréhension verbale et de Raisonnement fluide **OK**
- ✓ Déficit de Raisonnement visuo-spatial **KO**

- Bonne maîtrise de la chaîne numérique verbale (endroit/envers, à partir de n et jusqu'à n)
- Dénombrement ok quand objets espacés.
- Numération
  - Sens du nombre **KO** : comparaison de nombres très difficile sans représentation concrète (ligne numérique ou collections d'objets)
  - Transcodage ok



# NG- 9;3 ANS-MATH

- Arithmétique élémentaire :
  - Bonne compréhension du sens des opérations
  - Petits calculs (ajout/retrait de 1, 2 ou 3 unités max) sans support visuel.
  - Calculs plus complexes ( $>10$ ) KO, pas de stratégies de calculs
    - Pas de recours aux doigts comme support, pas de routine de comptage
    - possible avec matériel concret (jetons, bouchons..) mais peu précis → tombe souvent à terre
  - Pas d'automatisation des tables d'addition : entraînement ++ à la maison mais pas d'automatisation pour le moment.
  - Composition de nombres ( $8 = 5 + 3$ ) KO
  - Inclusion numérique (5 est inclus dans 8) KO
- Compréhension de la base 10 : abordé en classe mais KO



On continue et on 🤔🤔 ?



On renonce



On remplace ?



On trouve une prothèse?

## INTERVENTION MATÉRIEL

**Objectif:** résolution d'additions complexes (e.g.,  $46+39$ ) à l'aide d'un dispositif multi-support

- Exploiter la maîtrise du dénombrement
- Soulager la mémoire de travail
- Garder la trace des unités et des dizaines
- Travailler la compréhension des relations d'inclusion
- Travailler la décomposition
- Garder la trace des étapes



# INTERVENTION ETAPES

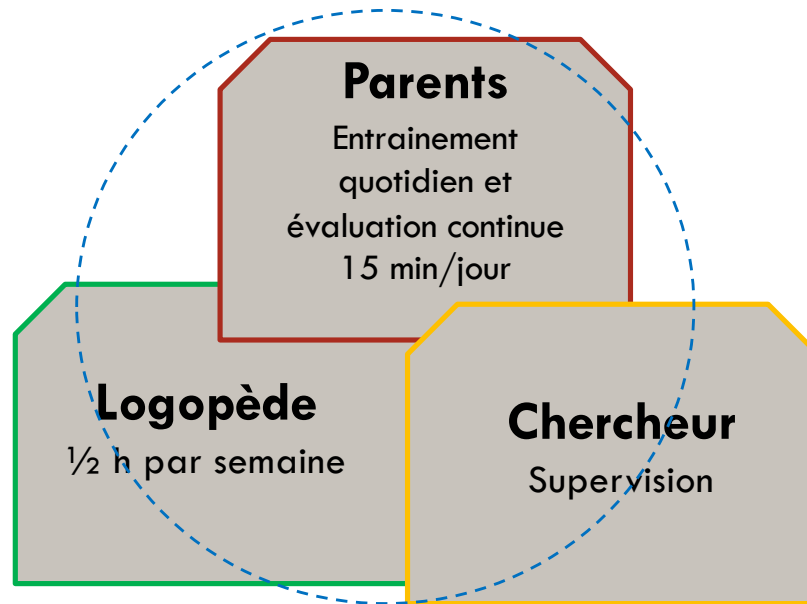
**Objectif:** résolution d'additions complexes (e.g.,  $46+39$ ) à l'aide d'un dispositif multi-support

- Étape 1 : placer le pion sur le plateau en respectant la structure des nombres (dizaines/unités)
- Étape 2 : résoudre l'addition structurée en (D)U+U sans retenue
- Étape 3 : résolution de l'addition structurée en (D)U+U avec emprunt.
- Étape 4 : résolution de l'addition structurée en DU+DU sans report.
- Étape 5 : résolution de l'addition structurée en DU+DU avec emprunt.

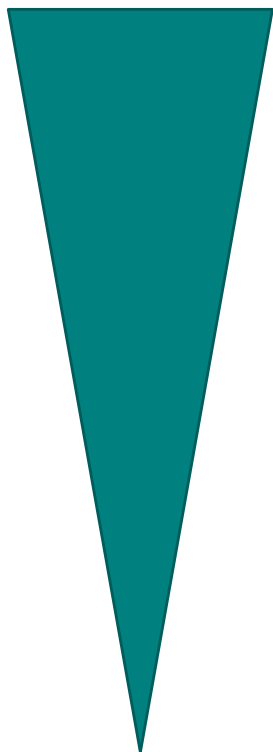
→ **Étape suivante dès 3 séances avec 90 à 100% de succès**



# COLLABORATION PARENT-PROFESSIONNELS



## LIGNES DE BASE



- **Mesure cible** : additions complexes avec support
- **Mesures de transfert** :
  - Composition de nombres
  - Complément à 10
  - Comparaison de nombres Arabes
- **Mesures controles** :
  - Additions complexes sans outil
  - Faits arithmétiques
  - Mémoire de travail
  - Lecture de mots

Exemple :  
 $35 + 37$

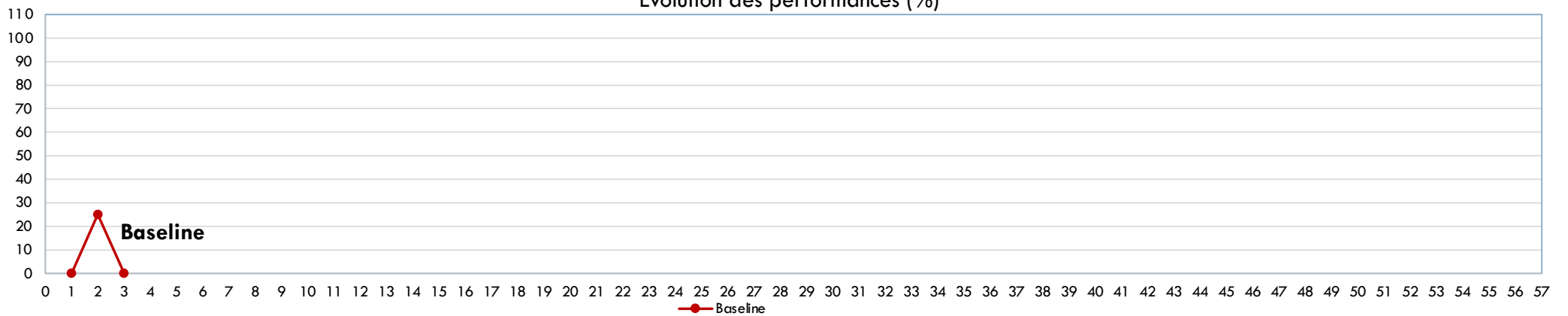
# INTERVENTION

## LIGNE DE BASE PRE-INTERVENTION

Résoudre des additions (DU+DU  
avec et sans report



Evolution des performances (%)





# INTERVENTION MÉTHODE

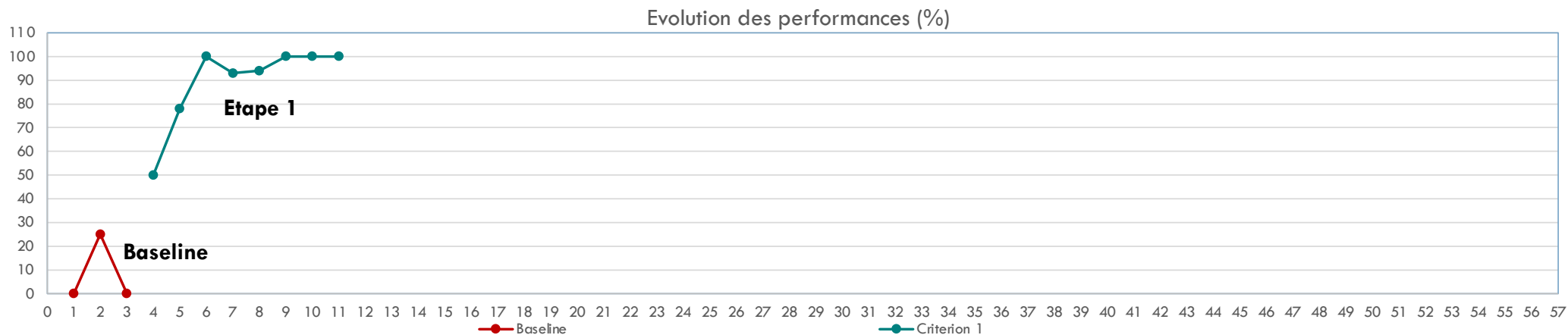
Exemple :  
45

Étape 1 : placer le pion sur le plateau en respectant la structure des nombres (dizaines/unités)

Exemple : 45

1. 4 dizaines → compter 4 lignes
2. 5 unités → compter 5 colonnes

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100








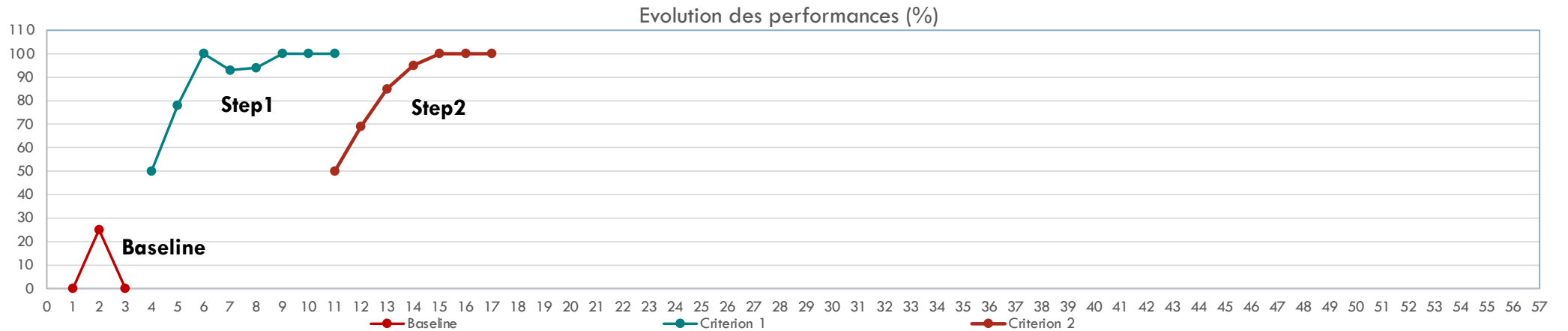
# INTERVENTION METHODE

Exemple :  
 $45 + 4 = 49$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44						50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Étape 2 : résoudre des additions (D)U+U sans report.

1. Placer le pion
2. Placer la réglette cuisenaire correspondant au 2<sup>ème</sup> terme



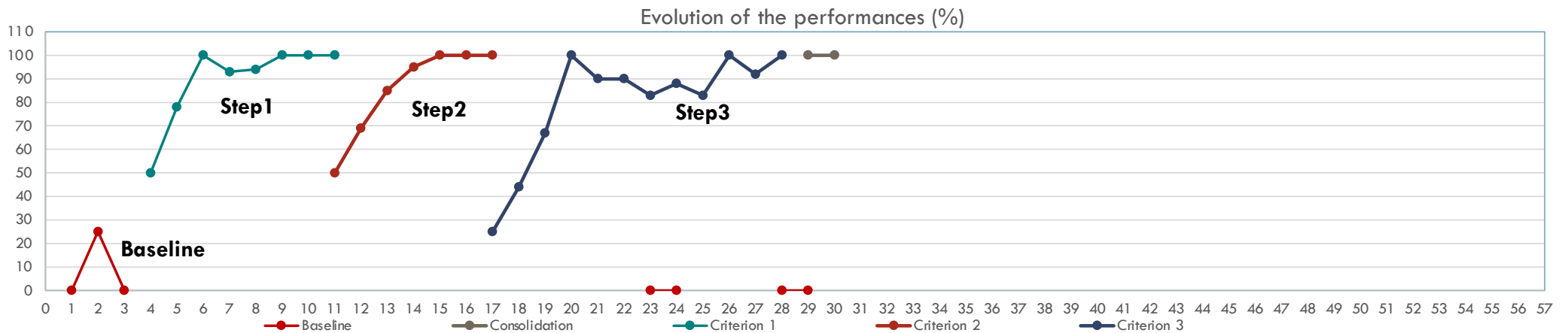
# INTERVENTION

## MÉTHODE

Exemple :  
 $37 + 5 = 42$

Étape 3 : résolution de l'addition structurée comme (D)U+U avec report.

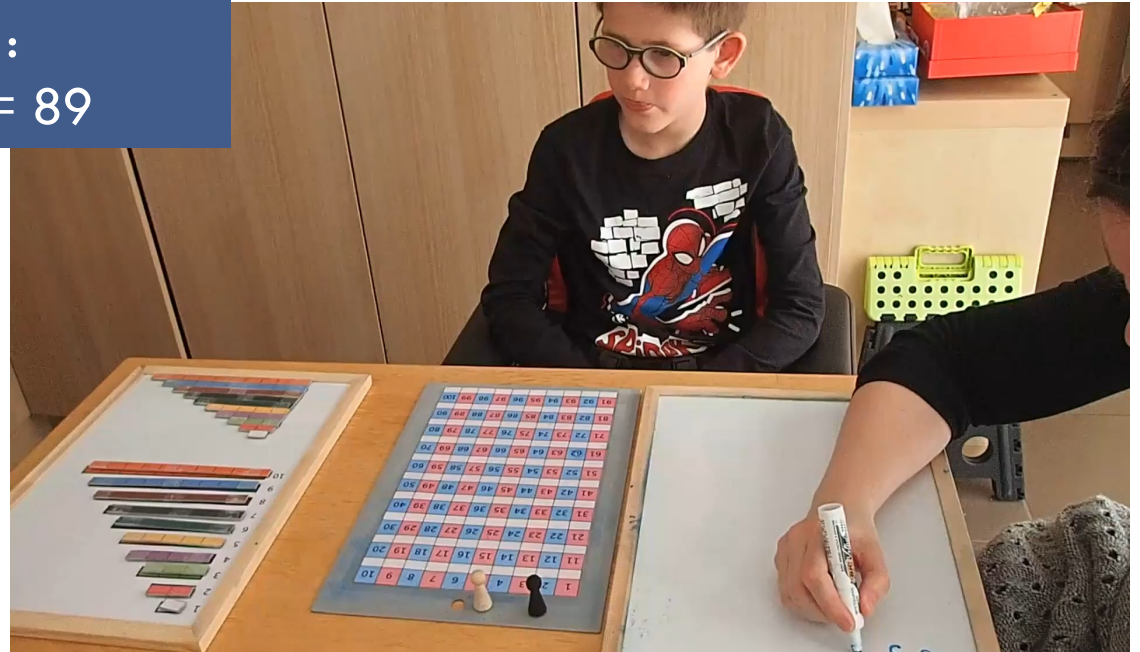
1. Placer le pion
2. Placer la réglette cuisenaire
3. Transformer la réglette cuisenaire ( $7 = 5 + 2$ )
4. Placer la composition de réglettes cuisenaires
5. Ecrire en nombre arabe



# INTERVENTION

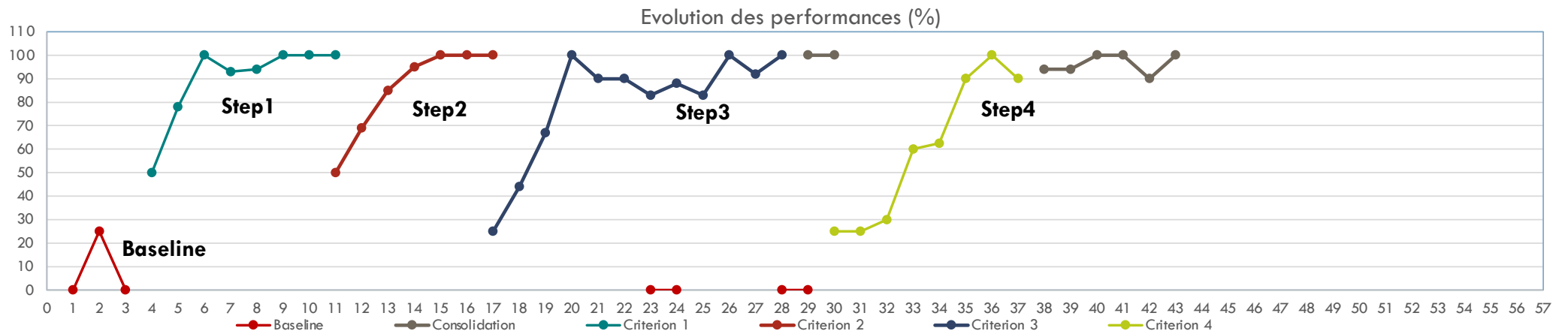
## MÉTHODE

Exemple :  
 $65 + 24 = 89$



**Etape 4 : résoudre l'addition structurée comme DU+DU sans report.**

1. Placer le pion **Premier terme**
2. Décomposer 24 2D et 4U
3. Placer le pion **Dizaine**.
4. Placer la réglette cuisenaire
5. Ecrire avec des nombres arabes



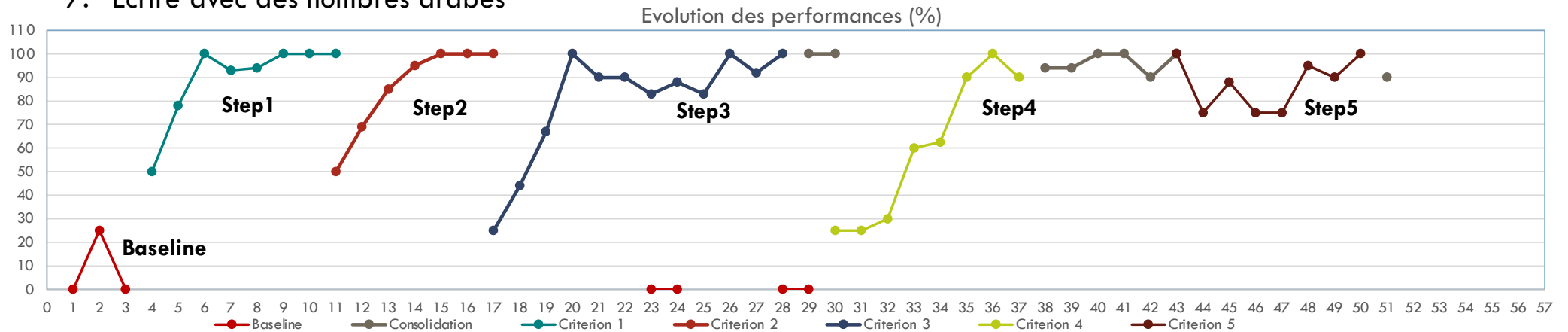
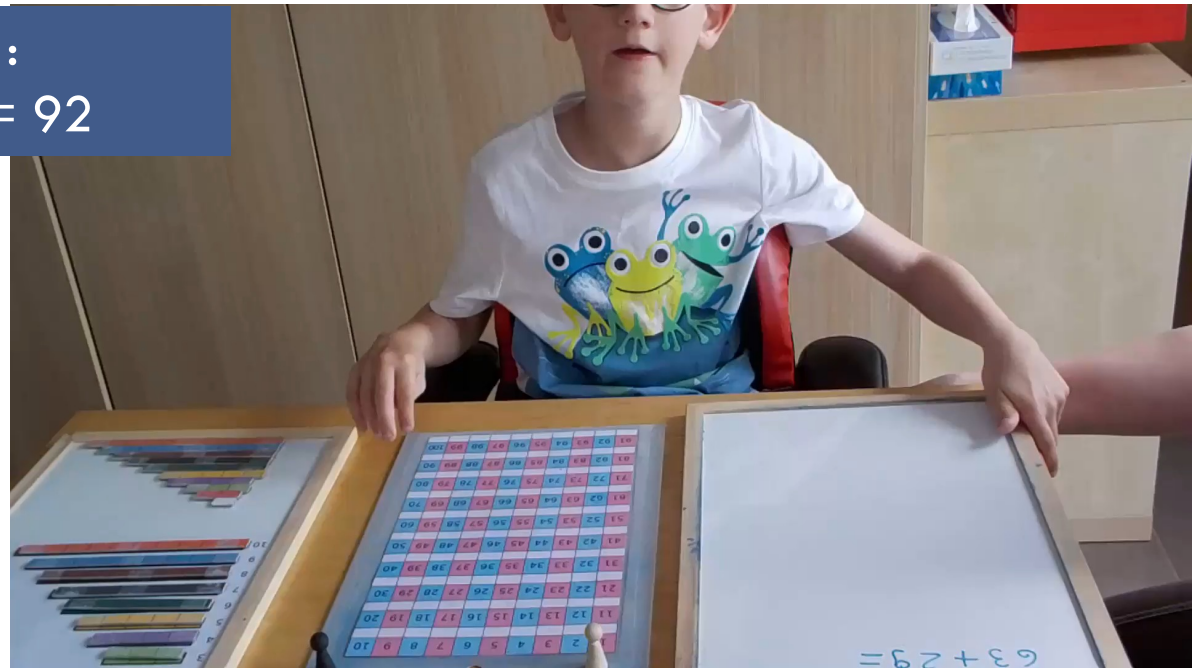
# INTERVENTION

## METHODE

Exemple :  
 $63 + 29 = 92$

**Etape 5 : résoudre l'addition structurée comme DU+DU avec report.**

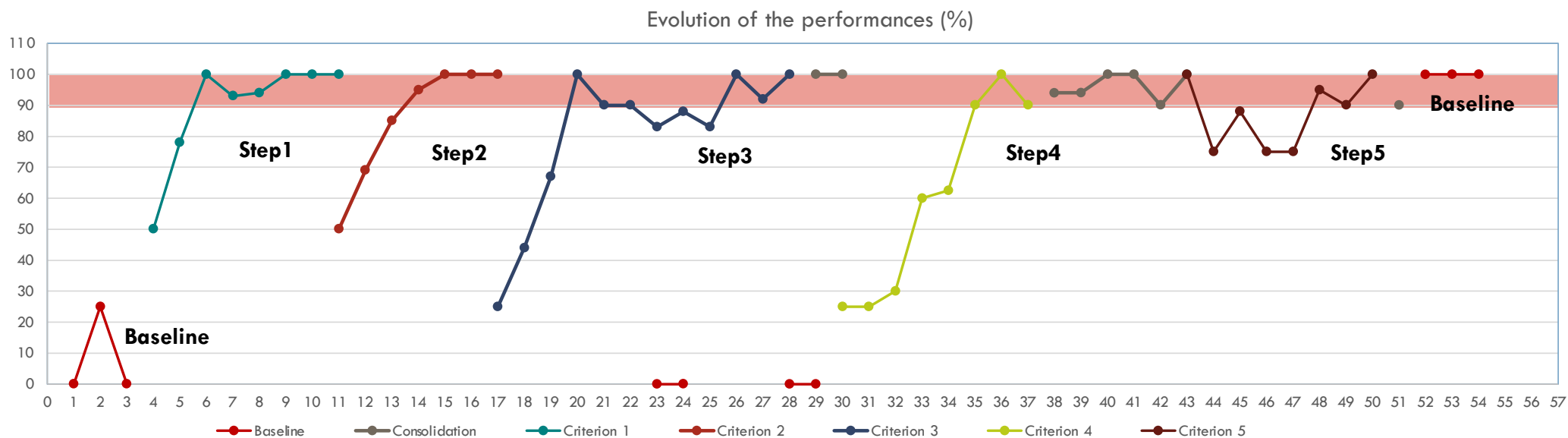
1. Placer le pion " premier opérande
2. Décomposer 24 2D et 9U
3. Placer le pion " dizaines "
4. Placer la réglette cuisenaire
5. Transformer la réglette cuisenaire
6. Placer les réglettes cuisenaires transformées
7. Ecrire avec des nombres arabes



# INTERVENTION

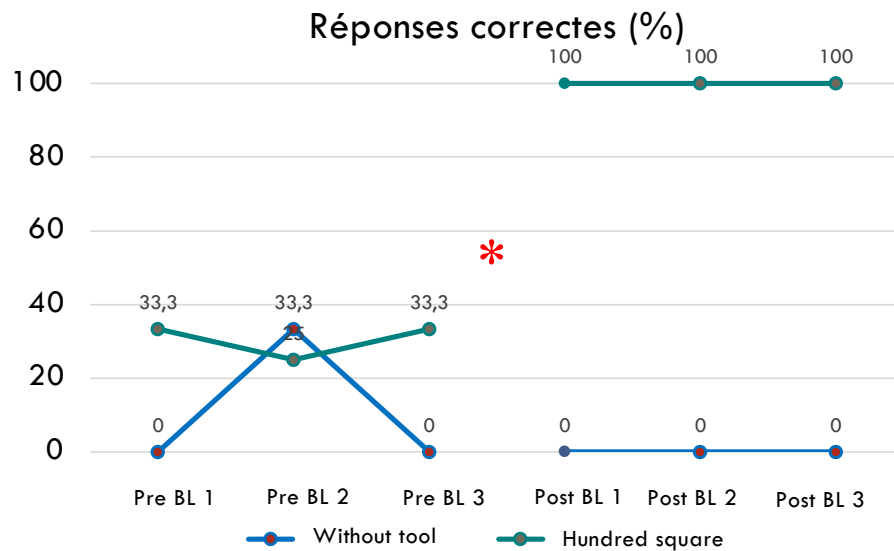
## LIGNE DE BASE POST-INTERVENTION

Résoudre des additions DU+DU avec et sans report avec l'outil



# RÉSULTATS

## MESURE CIBLE : ADDITIONS COMPLEXES AVEC/SANS SUPPORT



NAP	
Carré de 100	1*
Sans outil	.33

Non overlap of All Pairs Index (NAP), \*  $p < .05$

Amélioration spécifique à l'outil

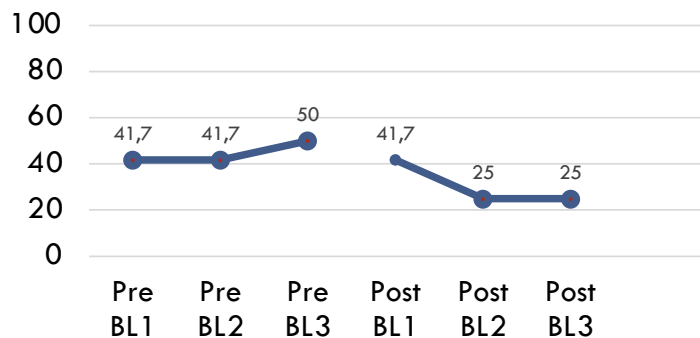
# RÉSULTATS

## MESURES DE TRANSFERT (SANS OUTIL)

Meilleure appréhension des compositions de nombres avec un matériel concret

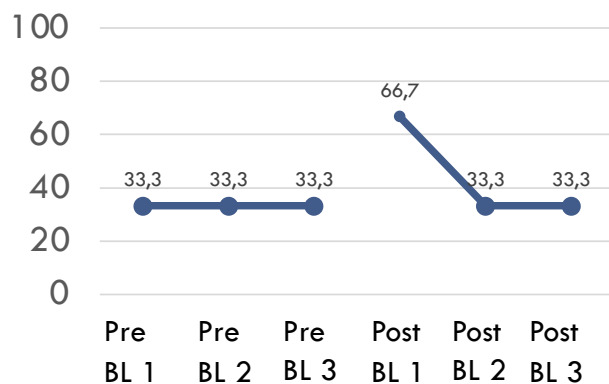
### Comparaison de nombres arabes 12 vs 16

RC (%)



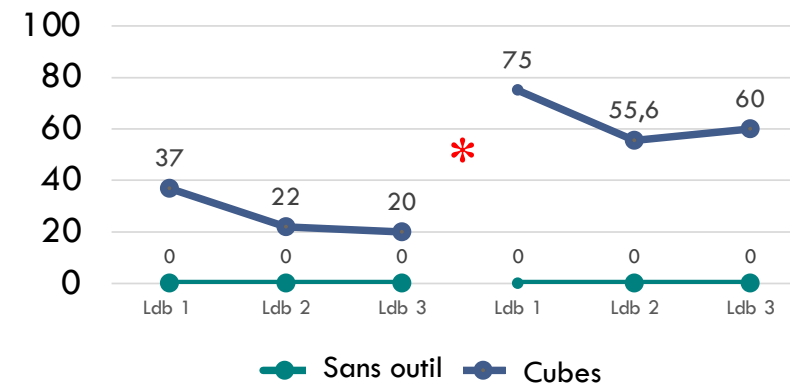
### Compléments à 10 10 = 7 et ...

RC (%)



### Compositions des nombres 7 = 5 + ...

Réponse correcte (%)



NAP

Cubes	1*
Sans outil	.50

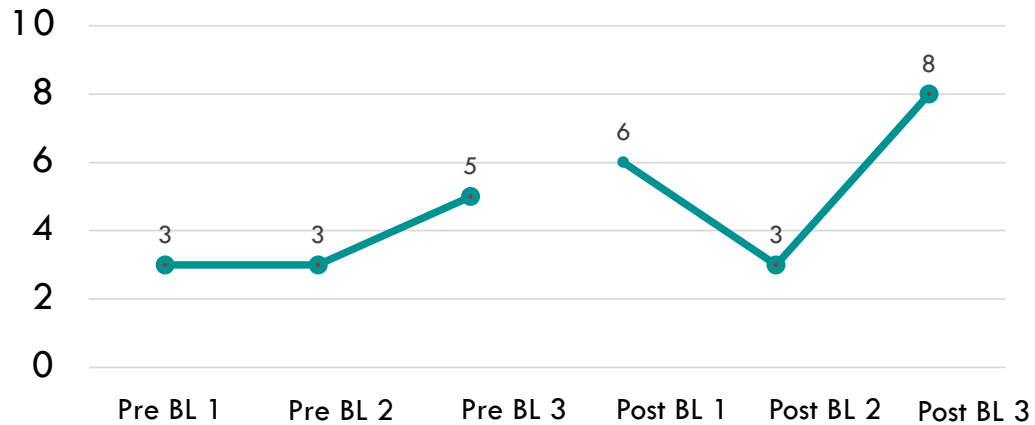
Non overlap of All Pairs Index (NAP), \*  $p < .05$

Non overlap of All Pairs Index (NAP), \*  $p < .05$

# RÉSULTATS MESURES CONTRÔLES

## Faits arithmétiques

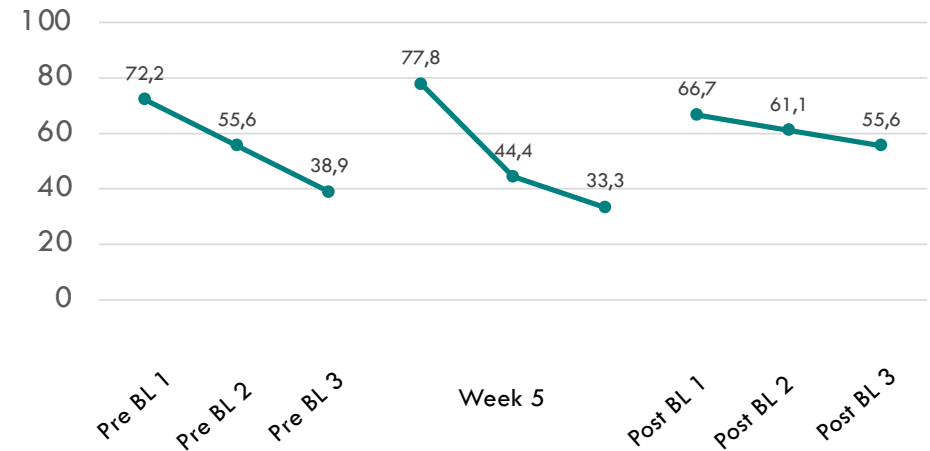
N de réponses correctes en 1mn



Non overlap of All Pairs Index (NAP), \*  $p < .05$

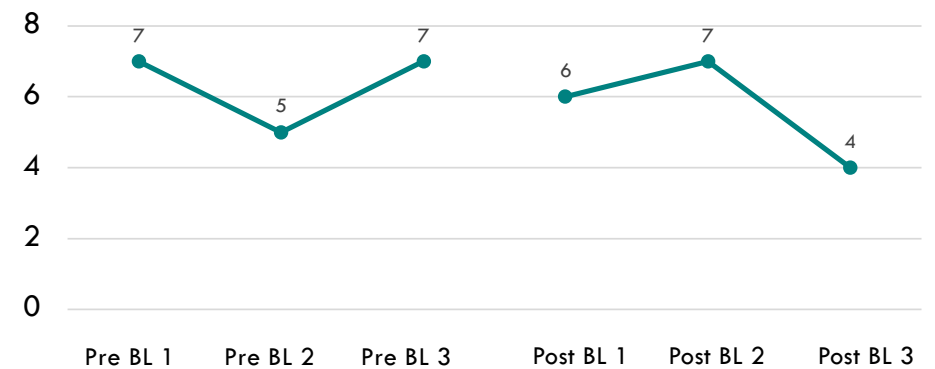
## Lecture de mots

Correct answers (%)



## Mémoire de travail

Correct answers





# CONCLUSION

**Moins d'anxiété math et  
meilleure estime de soi**

## **Efficacité et spécificité de l'entraînement**

- Effet spécifique de l'entraînement sur les capacités de calcul avec outil
- Mais pas sur développement cognitif général /sur les compétences mathématiques non entraînées

## **Transfert**

- Amélioration des connaissances visant la composition des nombres (avec matériel concret)

## **Objectif thérapeutique futur:**

- Compréhension de la magnitude des nombres arabes (sens du nombre)
- Apprentissage du calcul écrit → nombres  $> 100$
- Transfert de l'outil à l'école



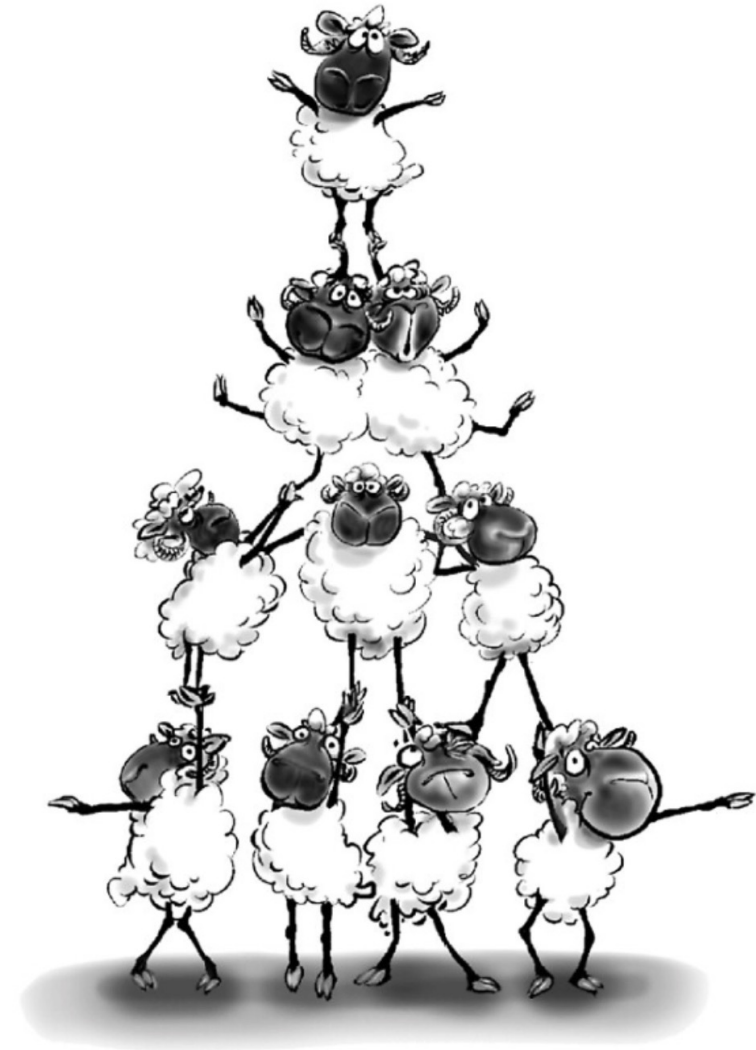
# UNE PORTE OUVERTE VERS DE NOMBREUSES POSSIBILITÉS

- Automatisation faits arithmétiques additifs (tous sauf  $8+7$  et  $6+8$ ).
- Opérations arithmétiques sans l'outil, ne veut plus utiliser le carré (c'était pour quand il était petit..) et écrit tous ses calculs à la main tout seul
- Passage au calcul écrit avec des nombres CDU : Addition/Soustractions avec et sans passage à la dizaine (gestion des report et emprunt)
- Magnitude :
  - Les comparaisons de collections de points OK.
  - Aucune compréhension de la magnitude des nombres arabes : réponses au hasard
- Beaucoup d'amélioration à l'école, passage dans un niveau plus avancé ( il a même des devoirs!!!)
  - Il a plus ou moins rattrapé son retard par rapport aux enfants de sa classe.
  - Il reste meilleur en lecture
  - Angoisse fortement diminuée

MERCI



NG et ses  
parents !



Coming together is a beginning  
Keeping together is progress  
Working together is success Merlin Curr

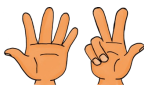
# TROUVER UN OUTIL

Le plus précis (le + de Réponse correcte, minimise l'écart % RC)

## Résoudre des additions



Sans outil



Doigts



Abaque



Carré de 100

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

Auteurs	Dates	Conclusion étude
Van Rooijen, Verhoeven, and Steenbergen	2016	Lien entre <b>Mtr + HMF</b> et compétences numériques des enfants. <b>Le dénombrement</b> = variable médiatrice entre Mtr et 1ères compétences numériques
Thevenot , Castel , Danjon , Renaud , Ballaz, Baggioni & Fluss	2014	Difficultés IMC : <b>gnosies, utilisation spontanée des doigts, reconnaissance de patterns de doigts (TR) et comparaison symbolique.</b> Préservés : comparaison <b>non symboliques</b> et <b>cpt arithmétiques.</b>
Van Rooijen, Verhoeven, Smits, Ketelaar, Becher, Steenbergen	2011	Décodage verbal + <b>HMF</b> sont les prédicteurs les plus importants des performances <b>arithmétiques.</b>
Jenks, Van Lieshout, and de Moor	2008	Enfants IMC scolarisés dans l'enseignement spécialisés → pas d'automatisation <b>des faits arithmétiques.</b> Cette différence n'est pas liée au type de lésion ni au dvp moteur global.
Arp ,Taranne & Fagard	2006	Limite <b>subitizing</b> < aux enfants contrôle . <b>Subitizing</b> corrélé positivement avec les performances en <b>dénombrement.</b> Subitizing et Dnb liés à la <b>coordination œil-main</b>
Lecointre and Camos	2004 (ANAE)	Retard dans <b>l'acquisition du dénombrement</b> chez les enfants IMC en cparaison aux enfants tout-venant. Principes de comptage acquis mais difficultés dans l'exécution du geste.
Montaru and Camos	2004 (ANAE)	IMC moins performants et plus lents que les enfants TV dans une tâche de <b>dénombrement.</b>

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

Auteurs	Dates	Conclusion étude
Van Rooijen, Verhoeven, and Steenbergen	2016	Lien entre <b>Mtr + HMF</b> et compétences numériques des enfants. <b>Le dénombrement</b> = variable médiatrice entre Mtr et 1ères compétences numériques
Thevenot , Castel , Danjon , Renaud , Ballaz, Baggioni & Fluss	2014	Difficultés IMC : <b>gnosies, utilisation spontanée des doigts, reconnaissance de patterns de doigts (TR) et comparaison symbolique.</b> Préservés : comparaison <b>non symboliques</b> et <b>cpt arithmétiques.</b>
Van Rooijen, Verhoeven, Smits, Ketelaar, Becher, Steenbergen	2011	Décodage verbal + <b>HMF</b> sont les prédicteurs les plus importants des performances <b>arithmétiques.</b>
Jenks, Van Lieshout, and de Moor	2008	Enfants IMC scolarisés dans l'enseignement spécialisés → pas d'automatisation <b>des faits arithmétiques.</b> Cette différence n'est pas liée au type de lésion ni au dvp moteur global.
Arp ,Taranne & Fagard	2006	Limite <b>subitizing</b> < aux enfants contrôle . <b>Subitizing</b> corrélé positivement avec les performances en <b>dénombrement.</b> Subitizing et Dnb liés à la <b>coordination œil-main</b>
Lecointre and Camos	2004 (ANAE)	Retard dans <b>l'acquisition du dénombrement</b> chez les enfants IMC en cparaison aux enfants tout-venant. Principes de comptage acquis mais difficultés dans l'exécution du geste.
Montaru and Camos	2004 (ANAE)	IMC moins performants et plus lents que les enfants TV dans une tâche de <b>dénombrement.</b>