



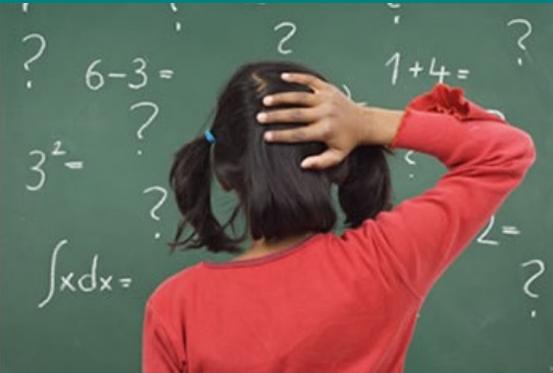
SOUTENIR LE DÉVELOPPEMENT DES COMPÉTENCES ARITHMÉTIQUES CHEZ L'ENFANT AVEC TROUBLES MOTEURS: UNE ÉTUDE DE CAS UNIQUE



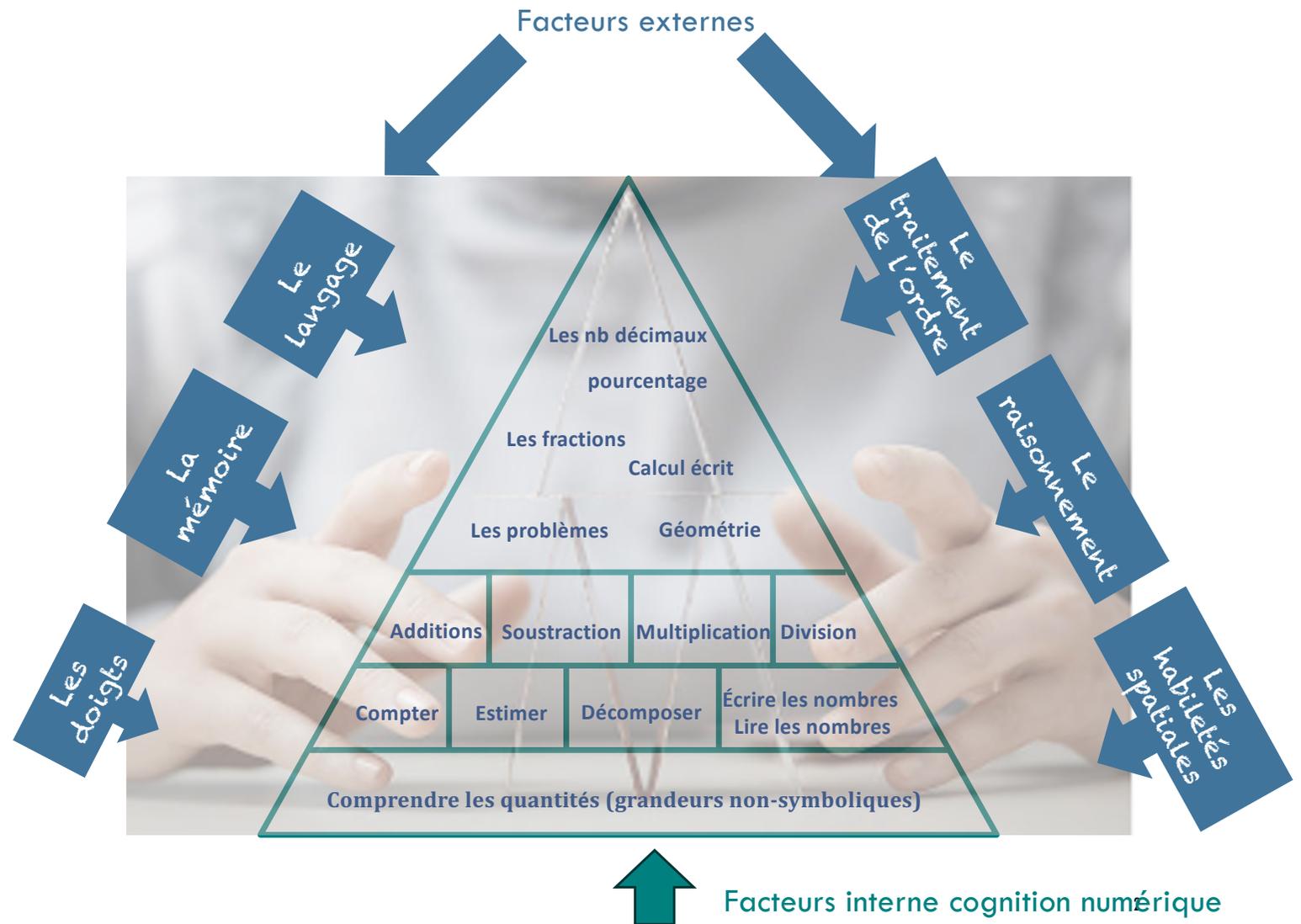
Research Unit for a life-Course perspective
on Health and Education - RUCHE

Laurence Rousselle
Marie Geurten
Maëlle Neveu

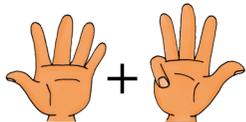
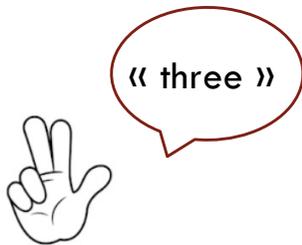
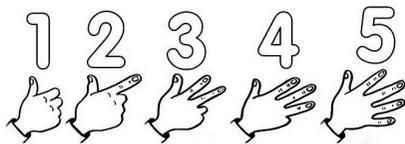
TROUBLES D'APPRENTISSAGE EN MATHÉMATIQUES



« 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

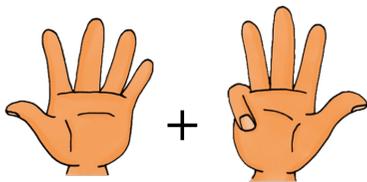


Dès le début de l'école maternelle, les enfants utilisent leurs doigts dans différents contextes mathématiques.

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

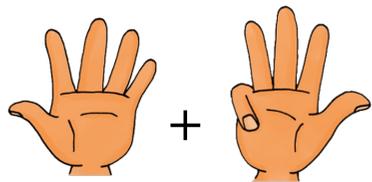
RÔLE DE LA MÉMOIRE DE TRAVAIL

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

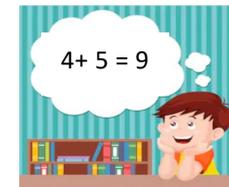


RÔLE DE LA MÉMOIRE DE TRAVAIL

Troubles d'apprentissage en mathématiques



+



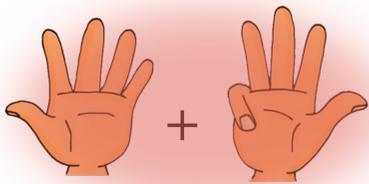
(Kyttälä et al. 2010; Szucs et al. 2013;
Passolunghi & Siegel, 2004)

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

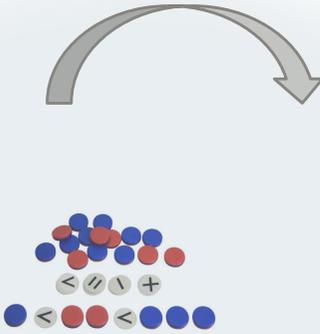
QI

- ✓ 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

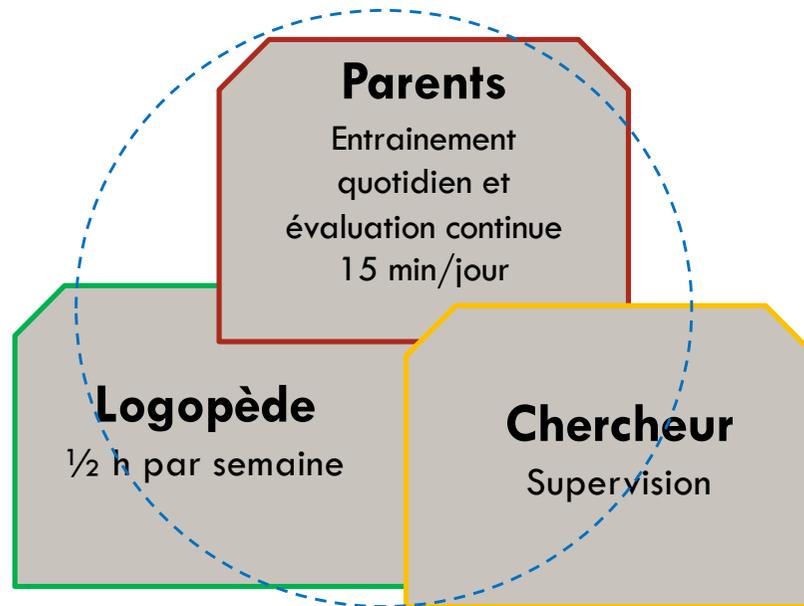
Objectif: résolution d'additions complexes (e.g., $46+39$) à l'aide d'un dispositif multi-support

- 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.

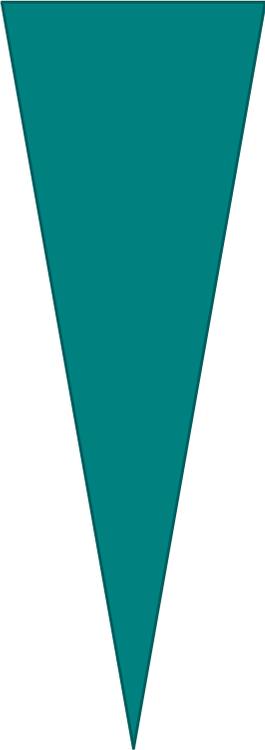
→ **Étape suivante dès 3 séances avec 90 à 100% de succès**



COLLABORATION PARENT-PROFESSIONNELS



LIGNES DE BASE

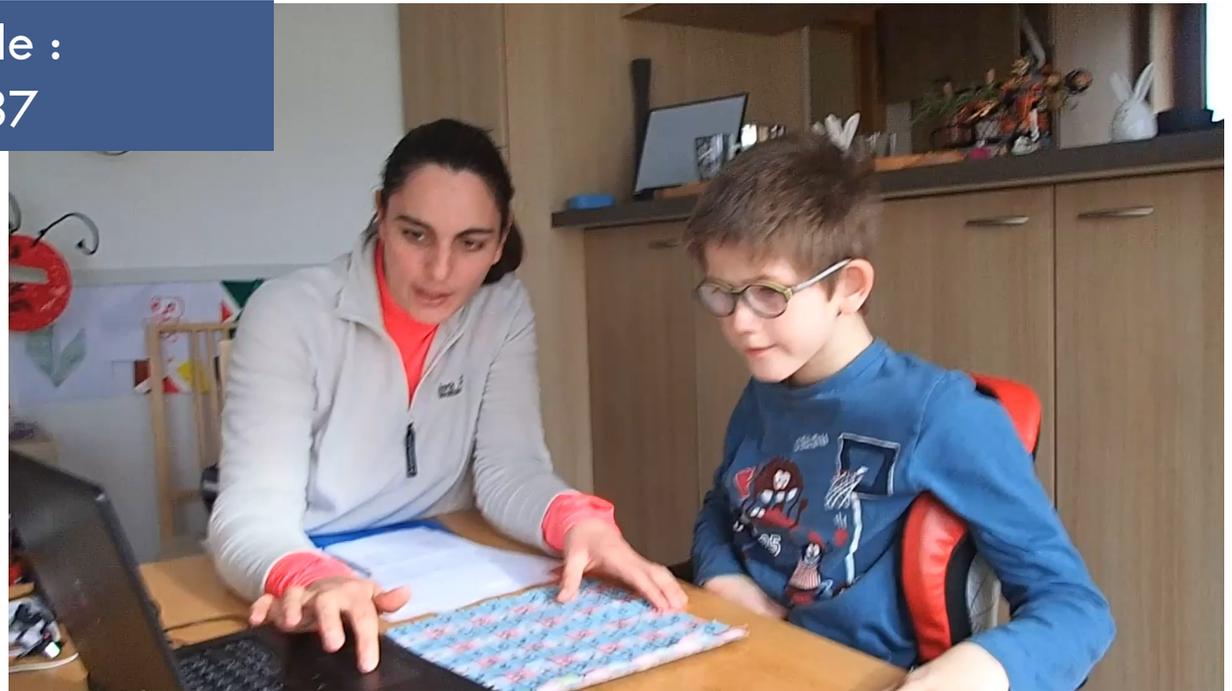
- 
- **Mesure cible** : additions complexes avec support
 - **Mesures de transfert** :
 - Composition de nombres
 - Complément à 10
 - Comparaison de nombres Arabes
 - **Mesures controles** :
 - Additions complexes sans outil
 - Faits arithmétiques
 - Mémoire de travail
 - Lecture de mots

Exemple :
 $35 + 37$

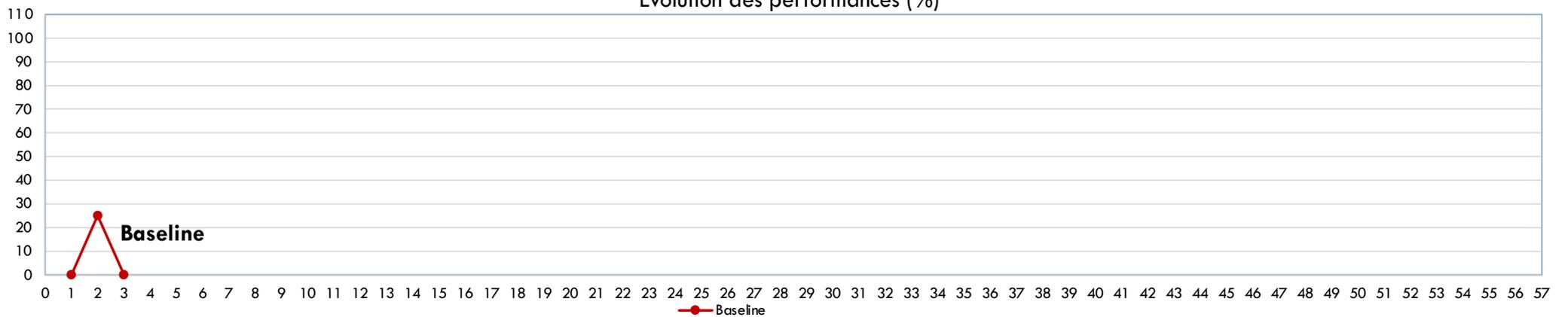
INTERVENTION

LIGNE DE BASE PRE-INTERVENTION

Résoudre des additions (DU+DU
avec et sans report



Evolution des performances (%)





INTERVENTION MÉTHODE

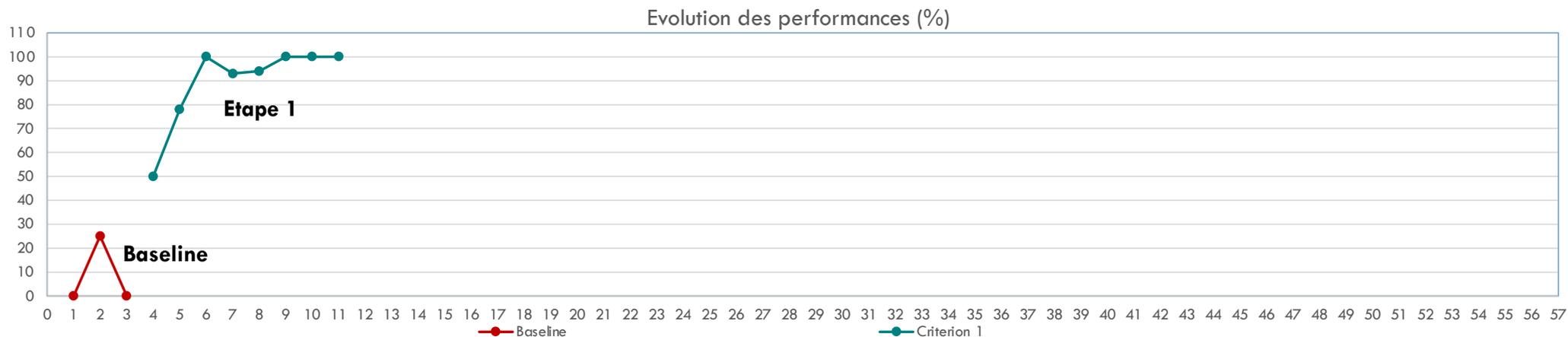
Exemple :
45

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 |





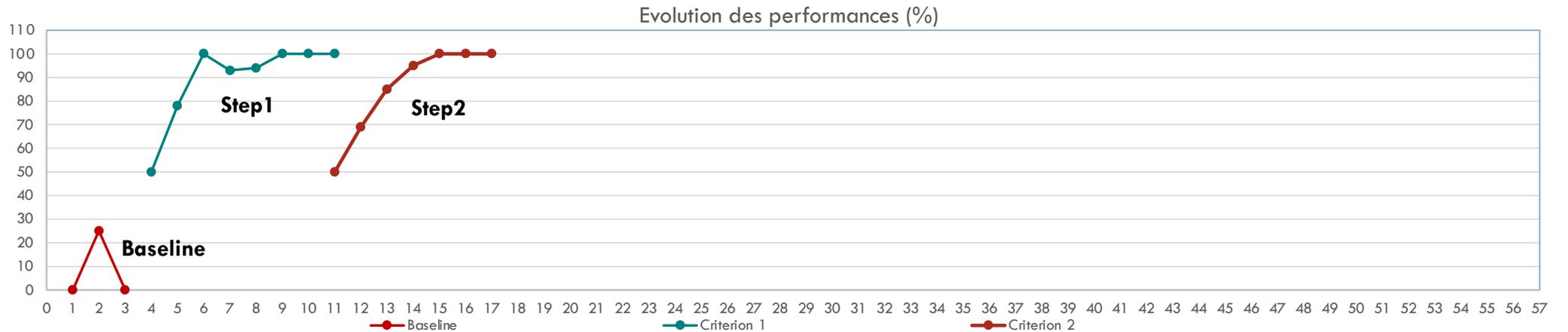
INTERVENTION METHODE

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^{ème} terme



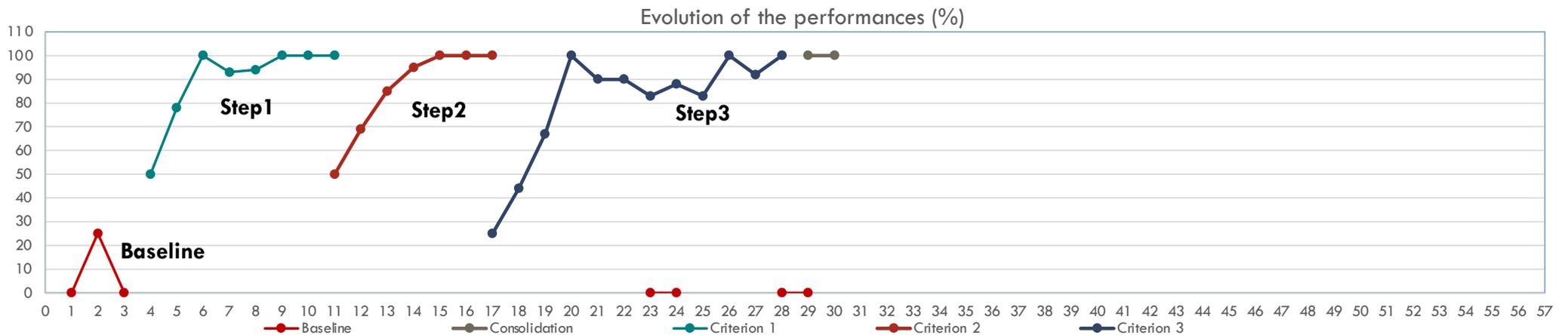
INTERVENTION

MÉTHODE

Exemple :
 $37 + 5 = 42$

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

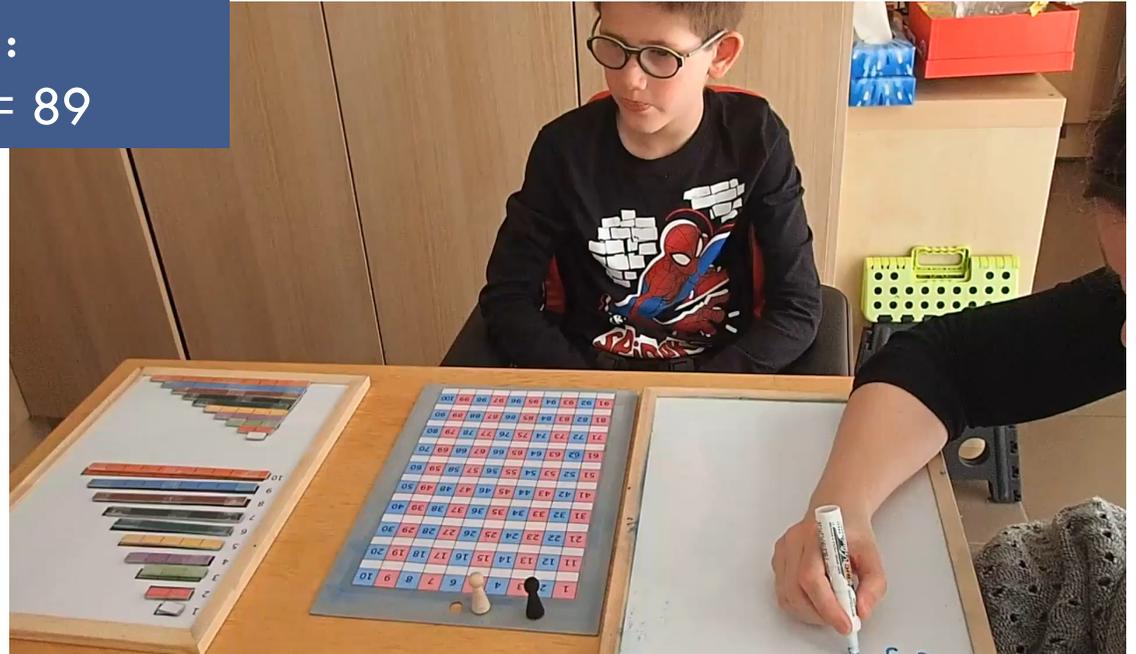
1. Placer le pion
2. Placer la réglette cuisenaire
3. Transformer la réglette cuisenaire ($7 = 5 + 2$)
4. Placer la composition de réglettes cuisenaires
5. Ecrire en nombre arabe



INTERVENTION

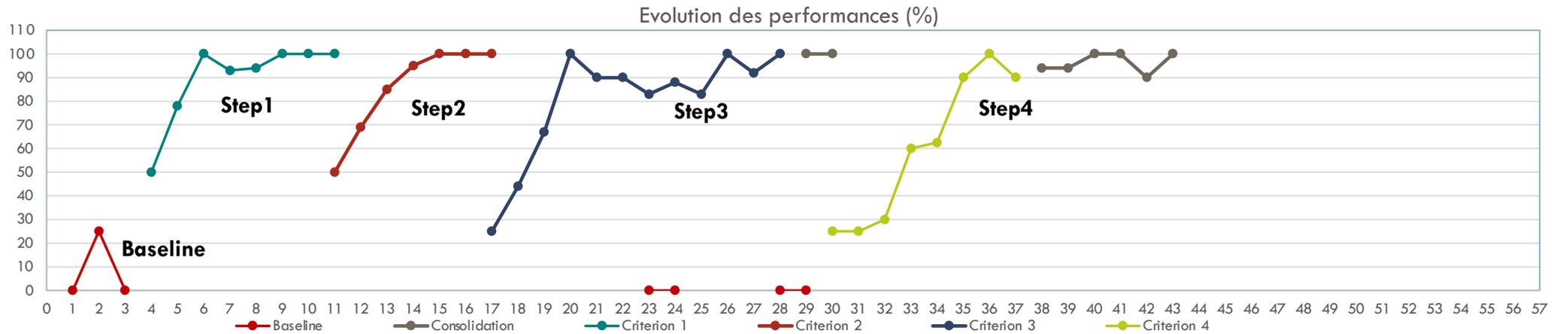
MÉTHODE

Exemple :
 $65 + 24 = 89$



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

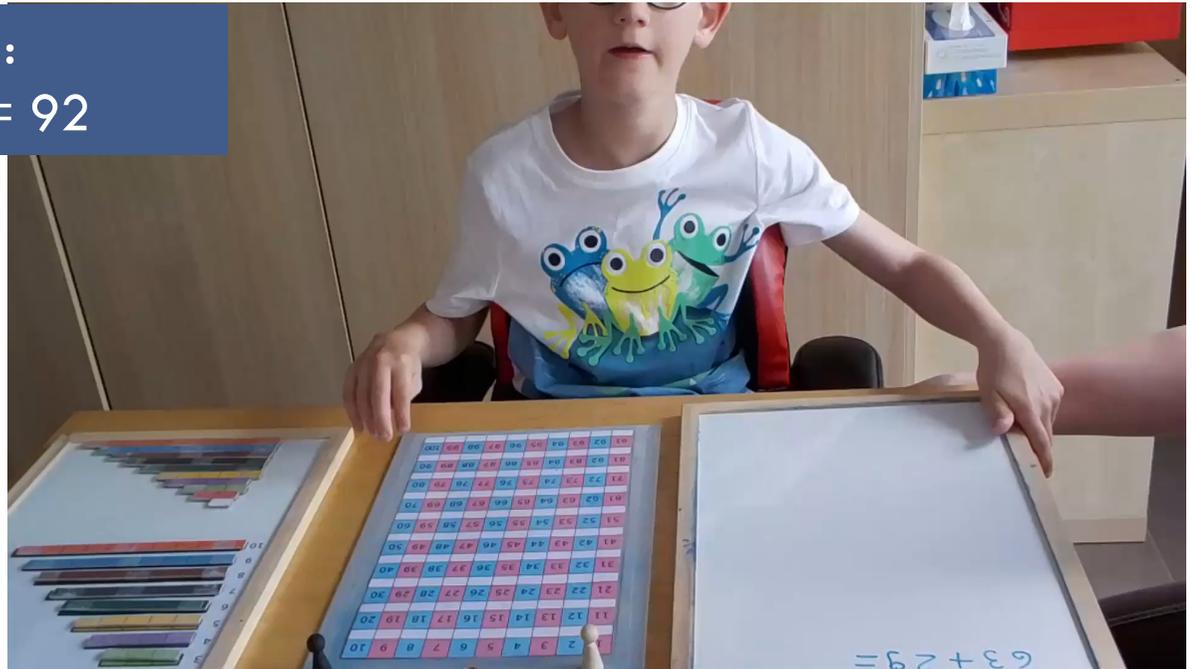
1. Placer le pion **Premier terme**
2. Décomposer 24 2D et 4U
3. Placer le pion **Dizaine**.
4. Placer la réglette cuisenaire
5. Ecrire avec des nombres arabes



INTERVENTION

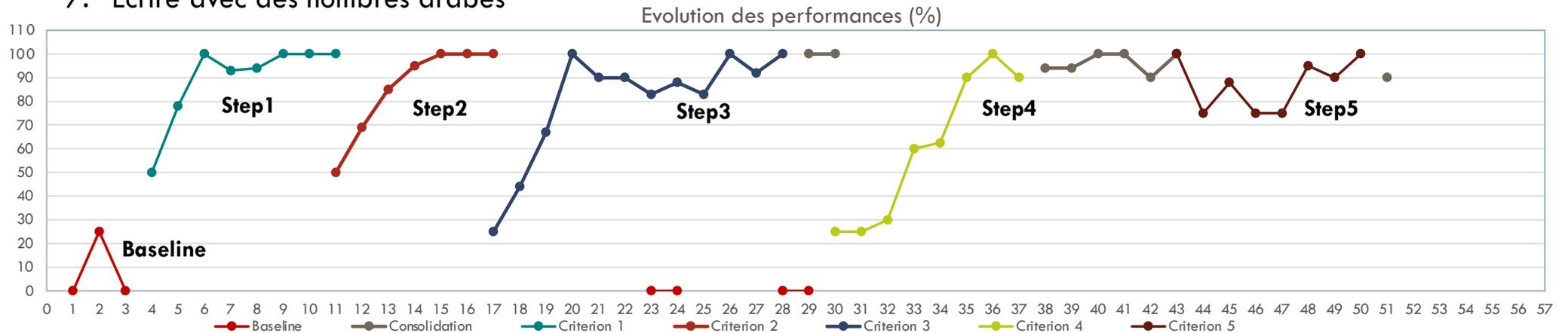
METHODE

Exemple :
 $63 + 29 = 92$



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

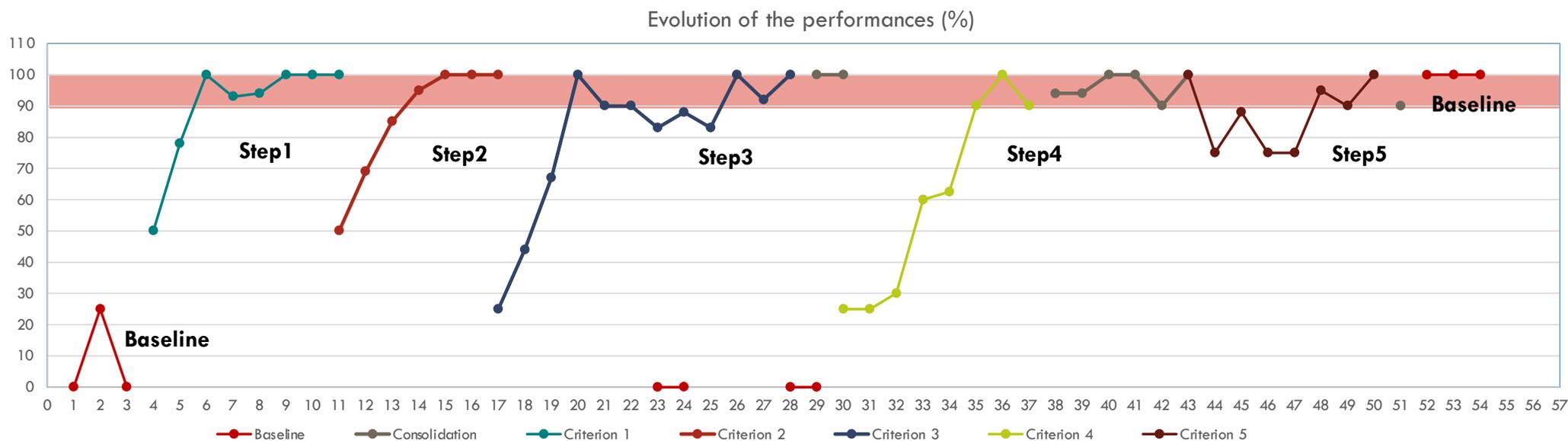
1. Placer le pion " premier opérande
2. Décomposer 24 2D et 9U
3. Placer le pion " dizaines "
4. Placer la réglette cuisenaire
5. Transformer la réglette cuisenaire
6. Placer les réglettes cuisenaires transformées
7. Ecrire avec des nombres arabes



INTERVENTION

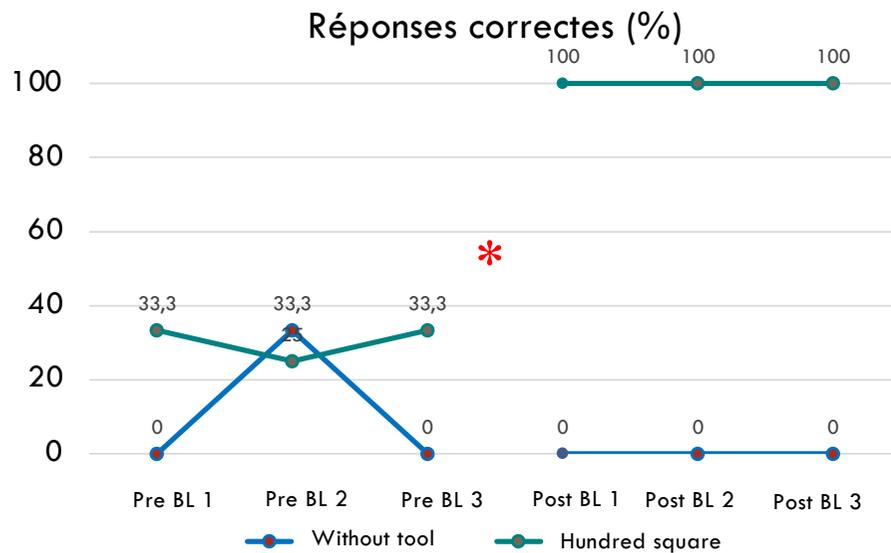
LIGNE DE BASE POST-INTERVENTION

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

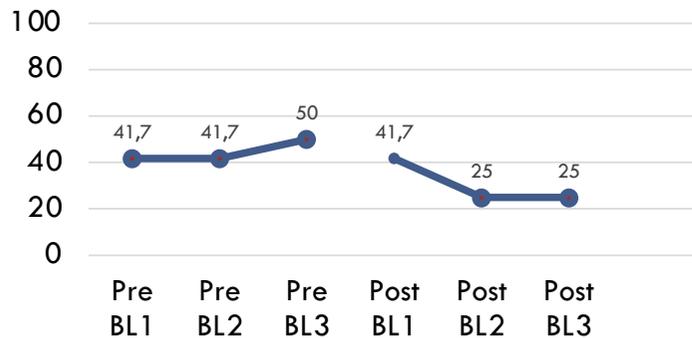
RÉSULTATS

MESURES DE TRANSFERT (SANS OUTIL)

Meilleure appréhension des compositions de nombres avec un matériel concret

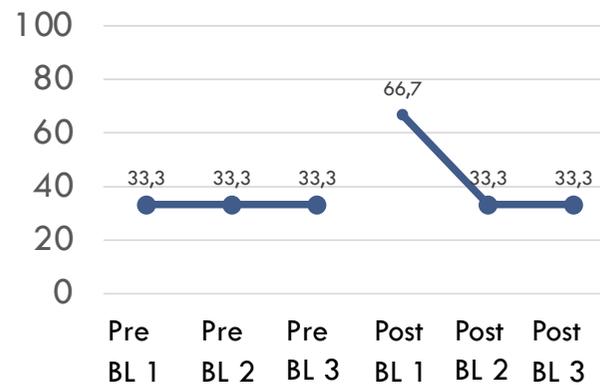
Comparaison de nombres arabes 12 vs 16

RC (%)



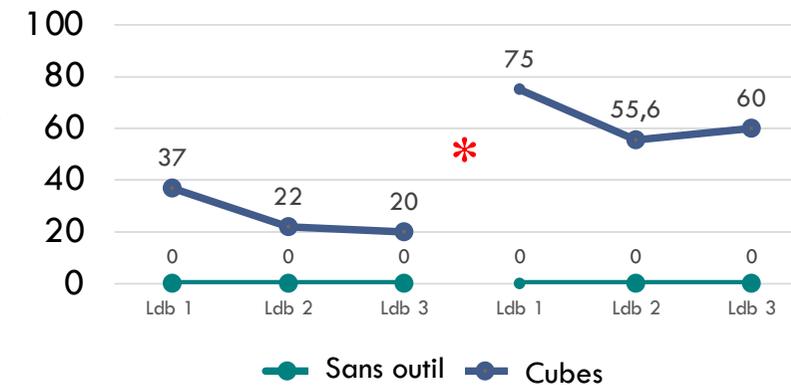
Compléments à 10 10 = 7 et ...

RC (%)



Compositions des nombres 7 = 5 + ...

Réponse correcte (%)



NAP

| | |
|------------|-----|
| Cubes | 1* |
| Sans outil | .50 |

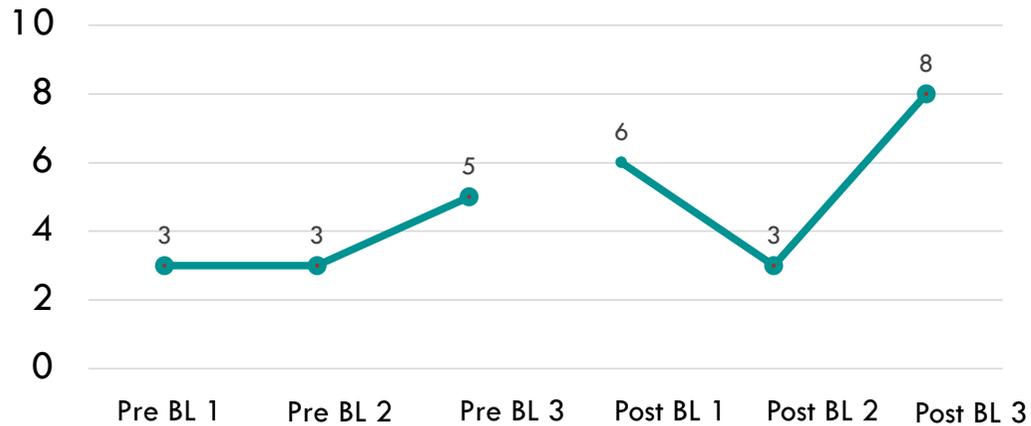
Non overlap of All Pairs Index (NAP), * $p < .05$

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

RÉSULTATS MESURES CONTRÔLES

Faits arithmétiques

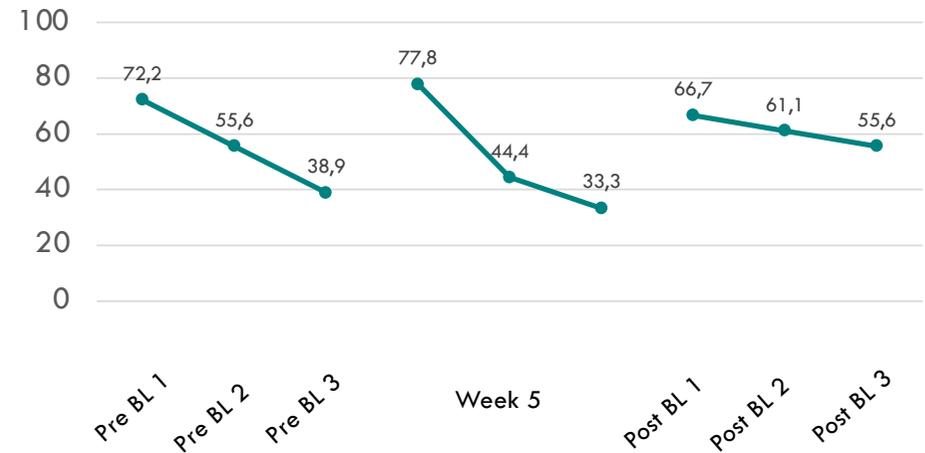
N de réponses correctes en 1mn



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

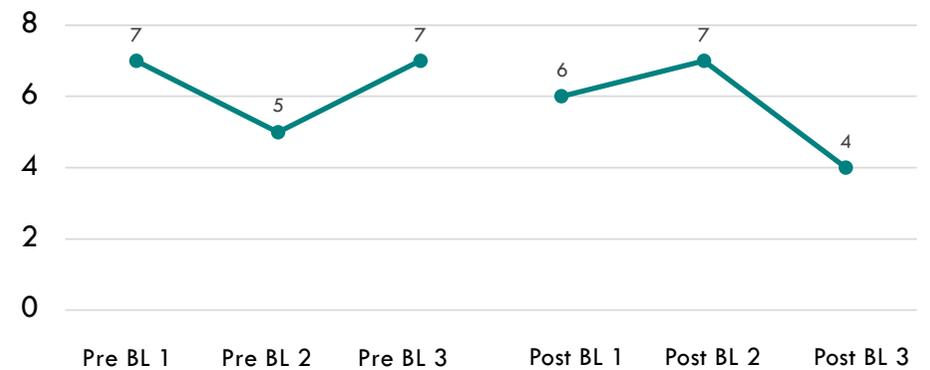
Lecture de mots

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



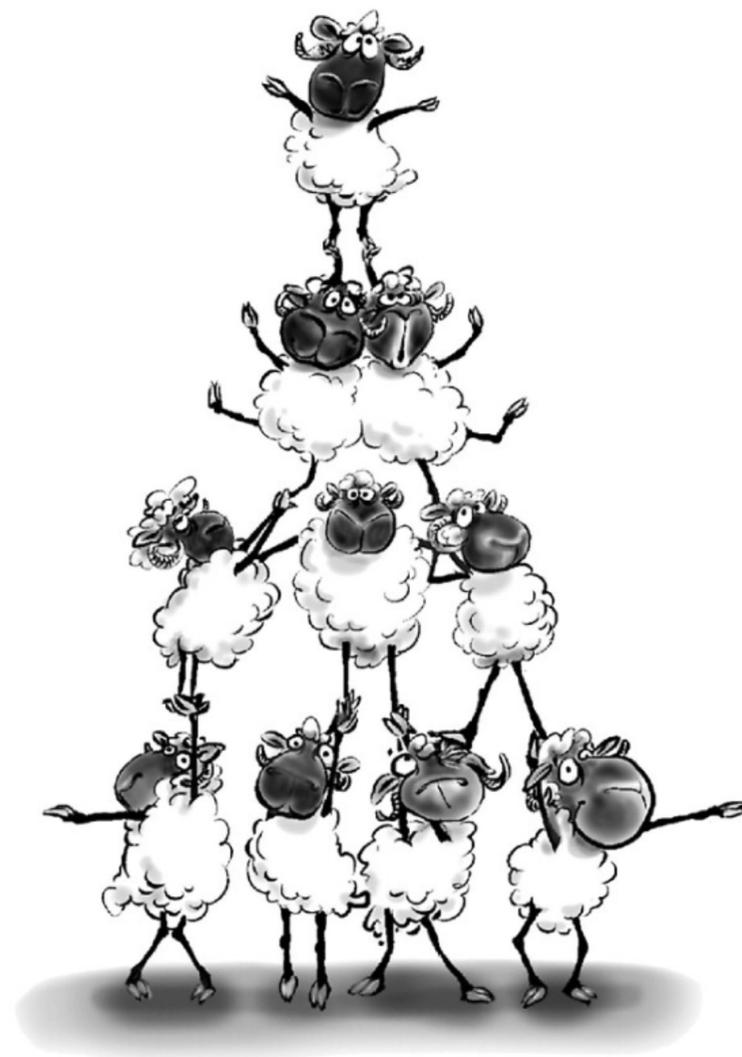
UNE PORTE OUVERTE VERS DE NOMBREUSES POSSIBILITÉS

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

REVUE DE LA LITTÉRATURE

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