

Entraîner la précision du sens du nombre avec la vision ou le toucher chez le jeune enfant

Fanny Gimbert^{1,2}, Edouard Gentaz^{1,2,3}, Cécile Chevassut^{1,2}, et Karine Mazens^{1,2}

¹Univ. Grenoble Alpes, LPNC, F-38000 Grenoble, France
²CNRS, LPNC F-38000 Grenoble, France
³Laboratoire du développement Sensori-Moteur Affectif et Social



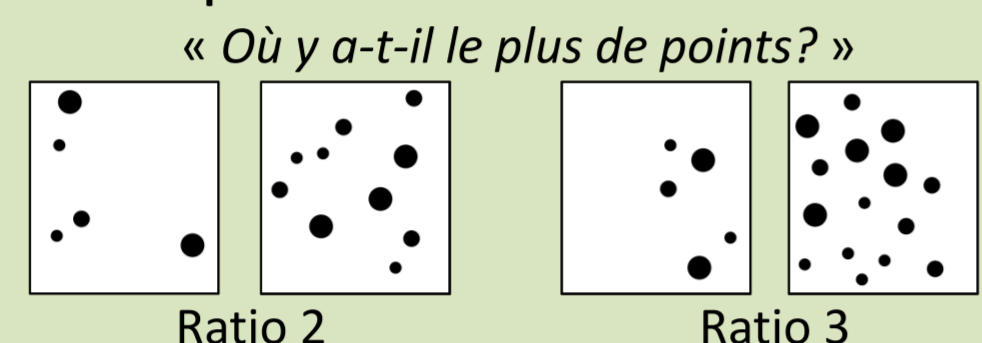
Introduction

Qu'est-ce que le sens du nombre?

C'est une capacité que possèdent la plupart des animaux, l'humain inclus, pour comparer en un seul coup d'œil deux grandes quantités (> 4) approximativement¹. La précision du sens du nombre corrèle avec les performances en arithmétique².

Comment la précision du sens du nombre est-elle mesurée?

Avec des tâches de comparaison de deux grands nombres non-symboliques, en utilisant différents ratios pour faire varier la difficulté.



Cette tâche existe dans les modalités visuelle et haptique.³

Cette précision peut-elle être améliorée par l'entraînement?

Chez l'adulte:

- **Oui**, après un entraînement intensif avec feedback (> 1000 trials)⁴
- **Non**, les feedback améliorent seulement la motivation à faire la tâche, conduisant ainsi à une meilleure précision⁵

Chez l'enfant: pas de données.

Relation causale entre sens du nombre et réussite en arithmétique?

Chez l'adulte: entraîner le sens du nombre améliore les performances en arithmétique symbolique exacte^{6,7}, mais voir⁸ pour des critiques de ces études.

Chez l'enfant: un entraînement du sens du nombre favorise la réussite à un test d'arithmétique exact réalisé juste après⁹. Effet durable?

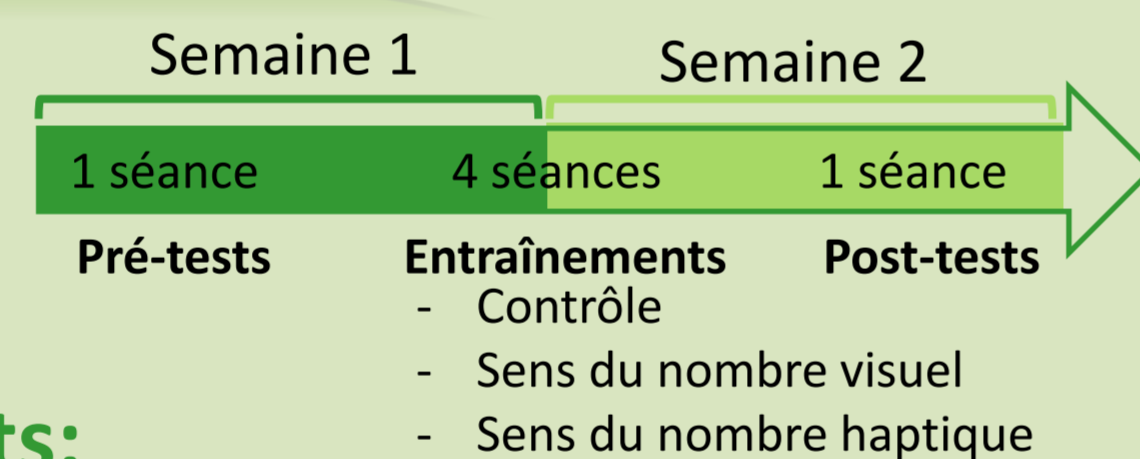
Notre étude: deux questions de recherche

- 1) La précision du sens du nombre peut-elle être améliorée par l'entraînement chez l'enfant ?
- 2) Entraîner la précision du sens du nombre améliore-t-il les performances en arithmétique ?

Méthode

Participants

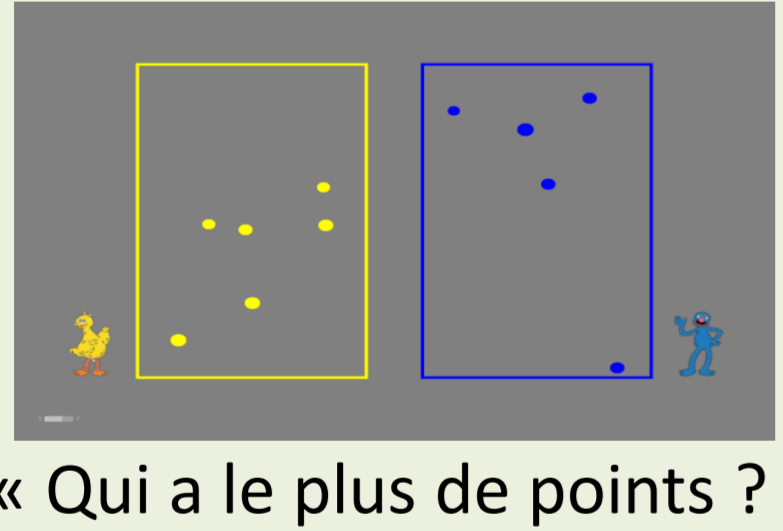
68 enfants de maternelle (30 filles);
âge moyen: 5 ans et 8 mois.



Tâches réalisées en pré- et post-tests:

Deux mesures de la précision du sens du nombre

Comparaison visuelle de nombres non-symboliques: Panamath¹⁰



« Qui a le plus de points ? »

Comparaison haptique de nombres non-symboliques



Stimuli réalisés par impression 3D
« Où y a-t-il le plus de points? »

Deux mesures des performances en arithmétique symbolique exacte

Additions symboliques exactes
Ex: 6 + 2
Score et Temps de Réponse

Problèmes symboliques exacts
Ex: « Denis a 2 billes. Il en gagne 2 de plus. Combien de billes a-t-il maintenant? »

Entraînements: participation à un des trois entraînements

4 séances de 15 minutes, pendant 2 semaines, à raison de 2 séances par semaine

Contrôle Sens du nombre visuel Sens du nombre haptique

Phonologie: sons [a], [i], [l], [m]

Retrouver les sons étudiés dans les mots d'une comptine, les mots d'images présentées, au début, à la fin du mot?

Entraînements du « sens du nombre » = 15 additions approximatives/séance

Dispositif utilisé dans l'entraînement haptique

Côté enfant

Côté expérimentateur

Résultats

1) La précision du sens du nombre peut-elle être améliorée par l'entraînement chez l'enfant ?

Amélioration au cours des séances d'apprentissage?

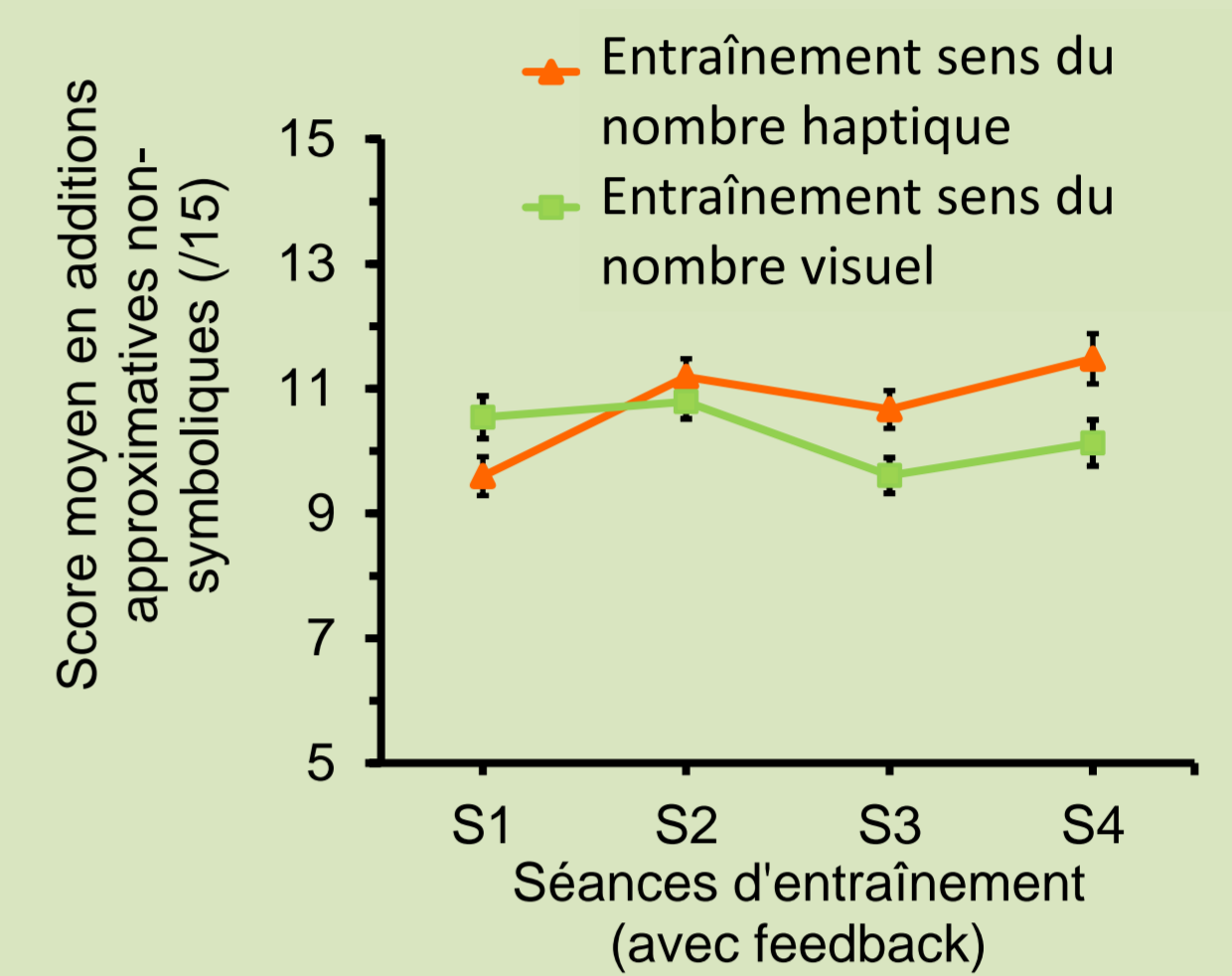
Les enfants du groupe « sens du nombre haptique » ont progressé en addition approximatives non-symboliques mais pas les enfants du groupe « sens du nombre visuel ».

Interaction séance x modalité sensorielle:
 $p < .001$, $\eta^2 = .15$

Entraînement haptique:

$$S1 \neq S2, p = .02$$

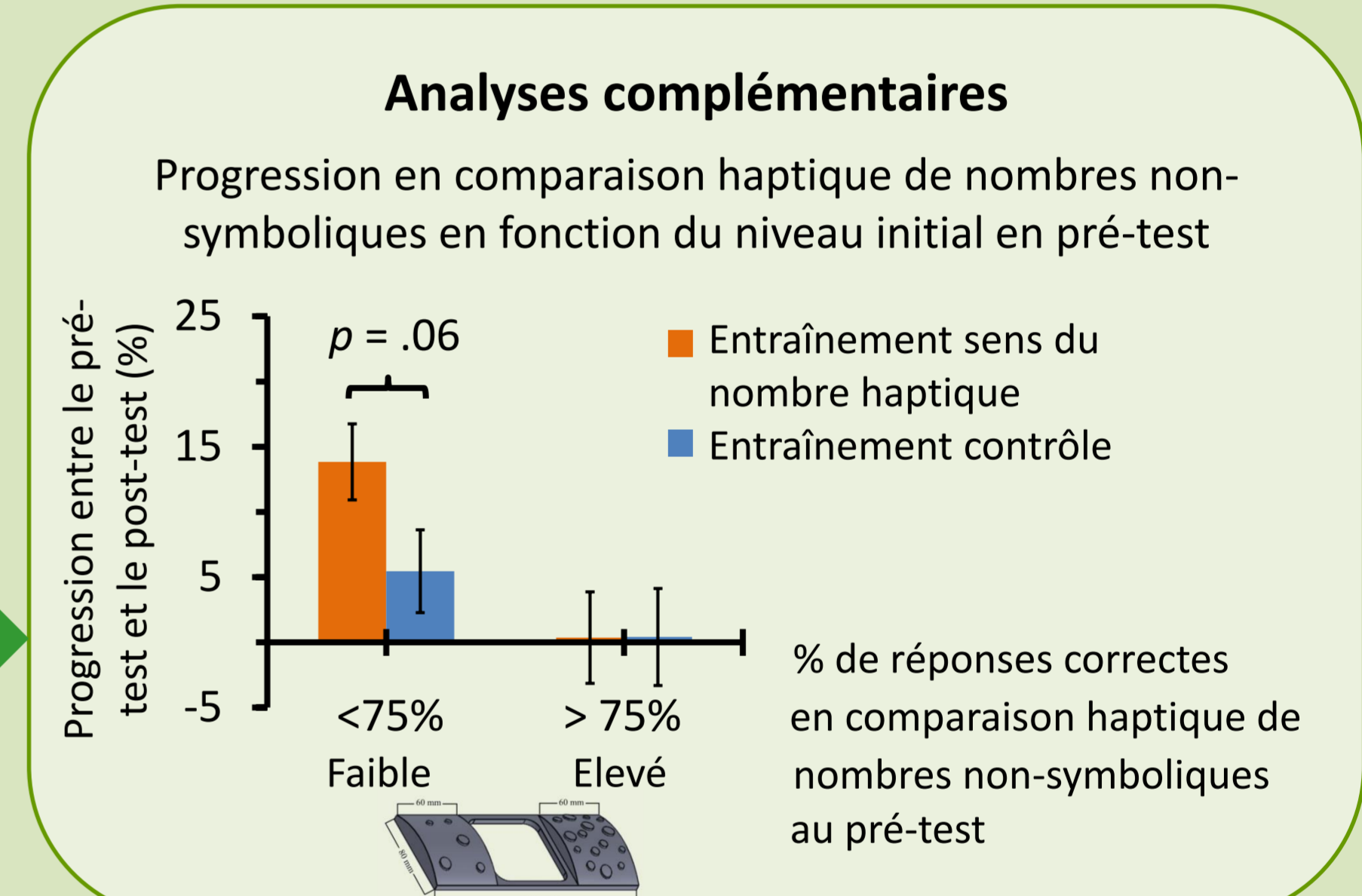
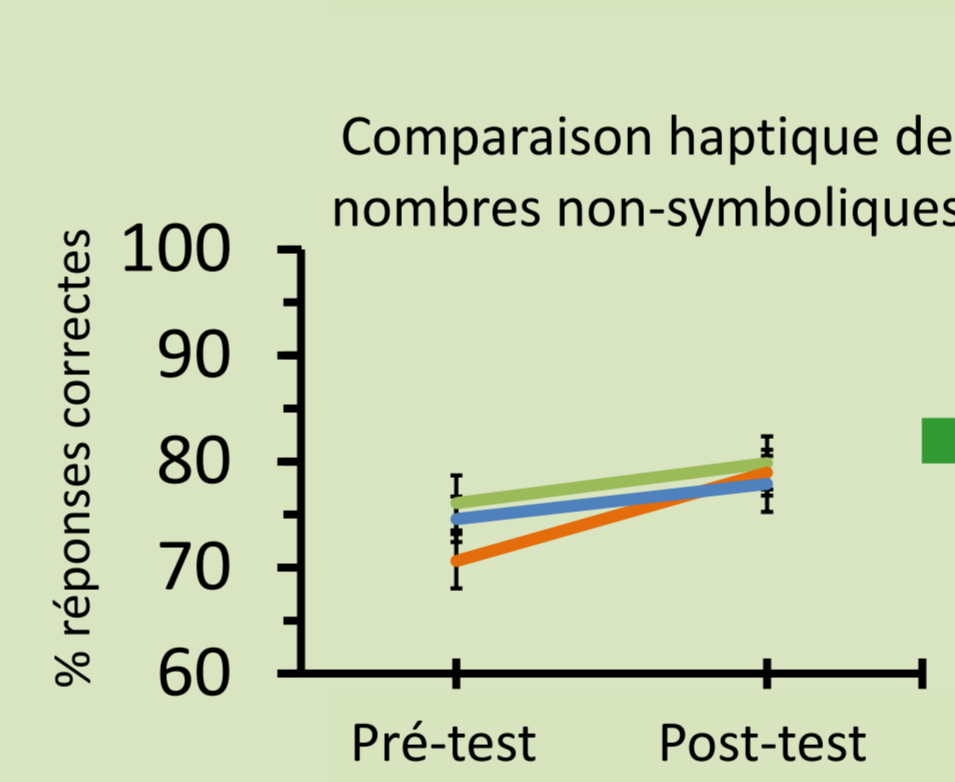
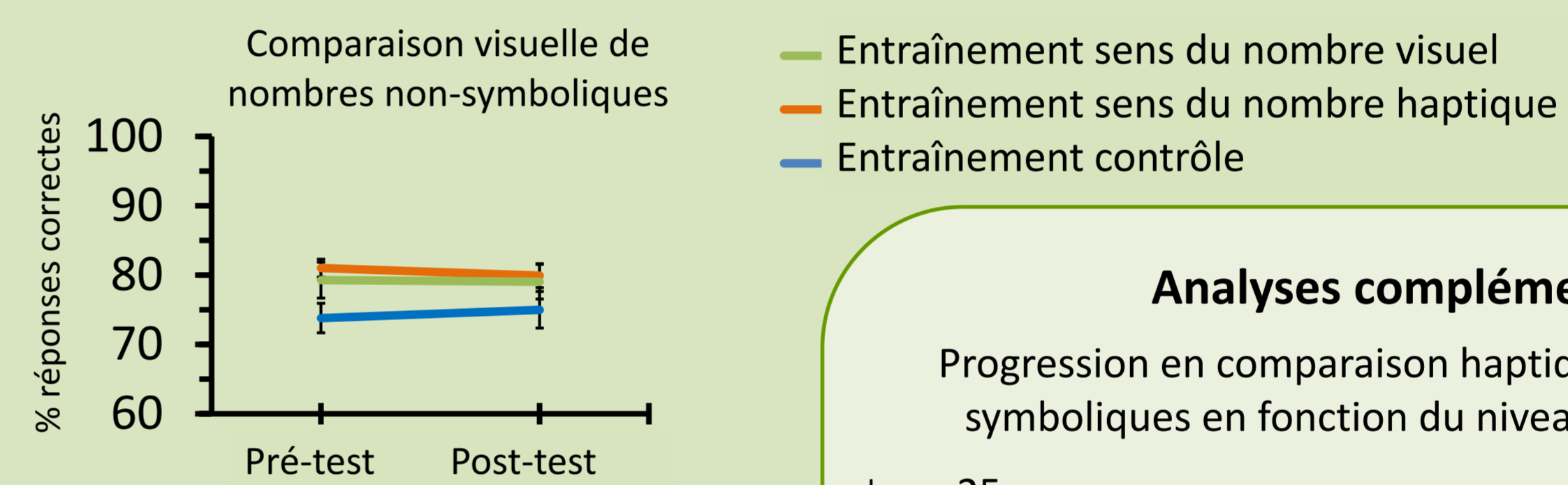
$$S1 \neq S4, p < .001$$



Amélioration entre le pré-test et le post-test ?

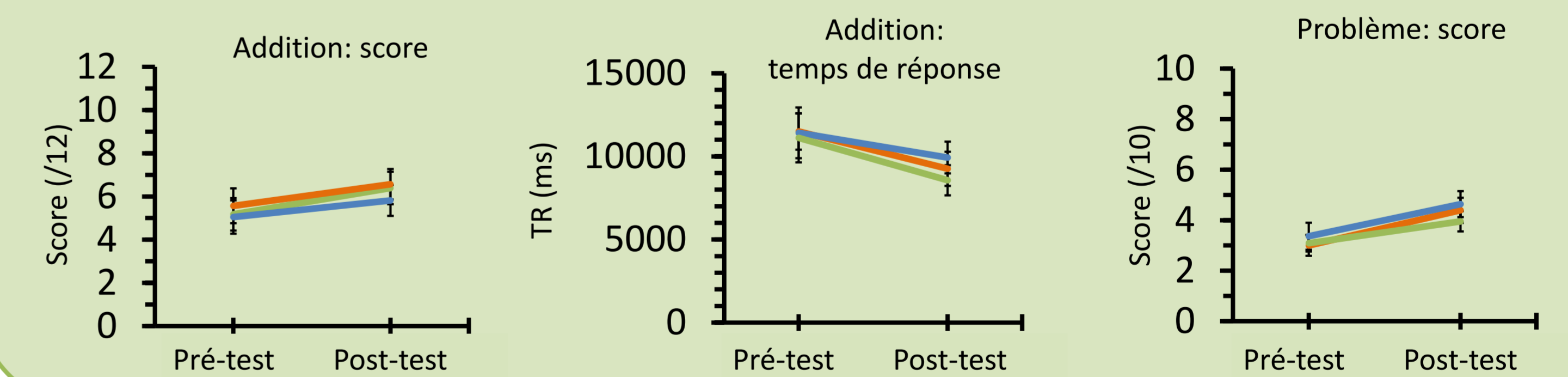
Pas de différence de progression entre les enfants des 2 groupes ayant reçu un entraînement au sens du nombre et ceux du groupe contrôle ($ps > .17$).

Chez les enfants avec un niveau initial faible en comparaison haptique l'entraînement haptique semble avoir été bénéfique ($M = 13.8$ vs 5.5 , effet tendanciel, $p = .06$).



2) Entraîner la précision du sens du nombre améliore-t-il les performances en arithmétique?

Les 2 entraînements au sens du nombre n'ont pas plus amélioré les performances des enfants en arithmétique symbolique exacte que le contrôle (interactions: groupe x période: $ps > .58$).



Conclusion

- Il est possible d'améliorer la précision des enfants dans une tâche d'addition approximative de nombres non-symboliques haptique.
- Les résultats ont montré peu d'effet de généralisation sur la tâche de comparaison haptique (tendance chez les enfants au niveau initial faible).
→ Précision du sens du nombre plus malléable en haptique qu'en visuel?
- 4 séances de 15 minutes d'entraînement du sens du nombre n'ont pas permis aux enfants de progresser en arithmétique symbolique exacte.
→ Des entraînements plus intensifs auraient-ils été plus efficaces?
→ Quelle intensité nécessaire pour des entraînements efficaces ?
→ Rapport investissement / efficacité intéressant?

Références

- 1 Dehaene, S. (2010). *Bosse des maths (La): Quinze ans après*. Paris: Odile Jacob.
- 2 Fazio, L. K., Bailey, D. H., Thompson, C. A., & Siegler, R. S. (2014). Relations of different types of numerical magnitude representations to each other and to mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 123, 53–72.
- 3 Gimbert, F., Gentaz, E., Camos, V., & Mazens, K. (2016). Children's Approximate Number System in Haptic Modality. *Perception*, 45(1–2), 32–45.
- 4 DeWind, N. K., & Brannon, E. M. (2012). Malleability of the approximate number system: effects of feedback and training. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 1–10.
- 5 Lindskog, M., Winman, A., & Juslin, P. (2013). Are there rapid feedback effects on Approximate Number System acuity? *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 270.
- 6 Park, J., & Brannon, E. M. (2013). Training the Approximate Number System Improves Math Proficiency. *Psychological Science*, 24(10), 2013–2019.
- 7 Park, J., & Brannon, E. M. (2014). Improving arithmetic performance with number sense training: An investigation of underlying mechanism. *Cognition*, 133(1), 188–200.
- 8 Lindskog, M., & Winman, A. (2016). No evidence of learning in non-symbolic numerical tasks—A comment on Park and Brannon (2014). *Cognition*, 150, 243–247.
- 9 Hyde, D. C., Khanum, S., & Spelke, E. S. (2014). Brief non-symbolic, approximate number practice enhances subsequent exact symbolic arithmetic in children. *Cognition*, 131(1), 92–107.
- 10 Halberda, J., Mazocco, M. M., & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature*, 455(7213), 665–668.
- 11 Park, J., Bermudez, V., Roberts, R. C., & Brannon, E. M. (2016). Non-symbolic approximate arithmetic training improves math performance in preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 152, 278–293.