

Graphomotricité et apprentissage du langage écrit chez les enfants avec et sans troubles des apprentissages

Webinaire LURCO

Margaux Lê

Maître de conférence en Psychologie – Université de Strasbourg

Contact: margaux.le@unistra.fr

INTRODUCTION

L'écriture est une activité complexe : processus moteurs et langagiers (orthographe, syntaxe, composition)

Une activité longue à automatiser (Palmis et al., 2017)

L'écriture: une activité essentielle à la réussite scolaire :

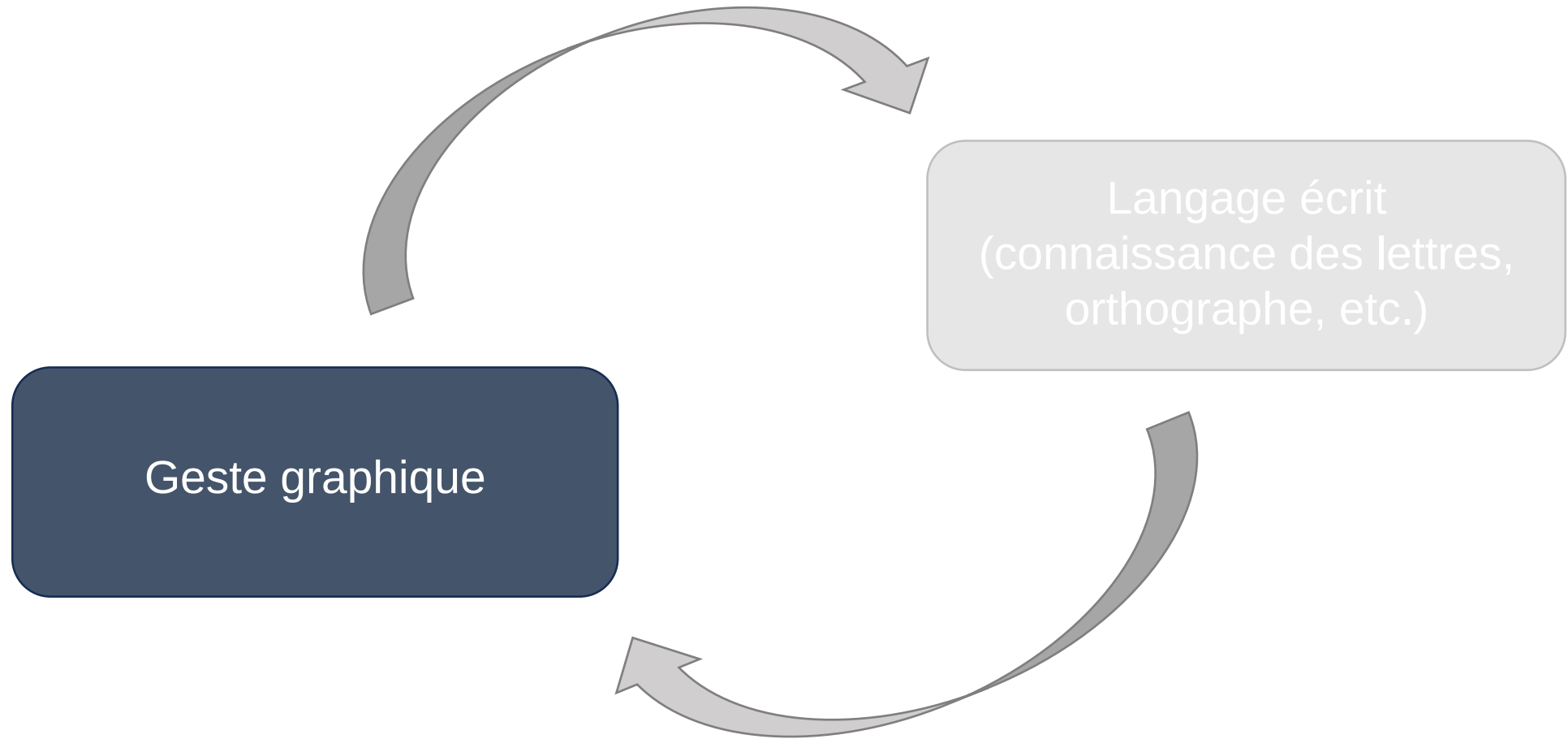
- Représente encore une large part du temps de classe des 7-12 ans (Marr et al., 2003) malgré la réduction de la pratique et du temps d'enseignement explicite (ex. rapport Desbuissons, 2023)
- Impliquée dans les autres apprentissages
- Difficultés d'écriture impactent la réussite académique



⇒ Objectif de la présentation:

- Généralités sur la graphomotricité
- Quelles interactions entre les processus graphomoteurs et langagiers pendant les tâches d'écriture?
- Quelles implications pour la compréhension des troubles du langage écrit et pour leur prise en charge?

UNE ACTIVITÉ GRAPHOMOTRICE



UNE ACTIVITÉ GRAPHOMOTRICE

- L'écriture manuscrite laisse une trace statique destinée à être lue : le **produit**
- Mais l'analyse du produit est insuffisante pour décrire le **processus**
 - Une écriture lisible et soignée n'est pas forcément une écriture automatisée !
 - Besoin d'indicateurs fins pour évaluer la qualité du geste d'écriture
 - ⇒ Intérêt de l'enregistrement de l'écriture avec une tablette digitalisée

UNE ACTIVITÉ GRAPHOMOTRICE

- L'écriture manuscrite laisse une trace statique destinée à être lue : le **produit**
- Mais l'analyse du produit est insuffisante pour décrire le **processus**
 - Une écriture lisible et soignée n'est pas forcément une écriture automatisée !
 - Besoin d'indicateurs fins pour évaluer la qualité du geste d'écriture
 - ⇒ Intérêt de l'enregistrement de l'écriture avec une tablette digitalisée



Informations spatiales (produit)

Informations temporelles (latence, durée de tracé)

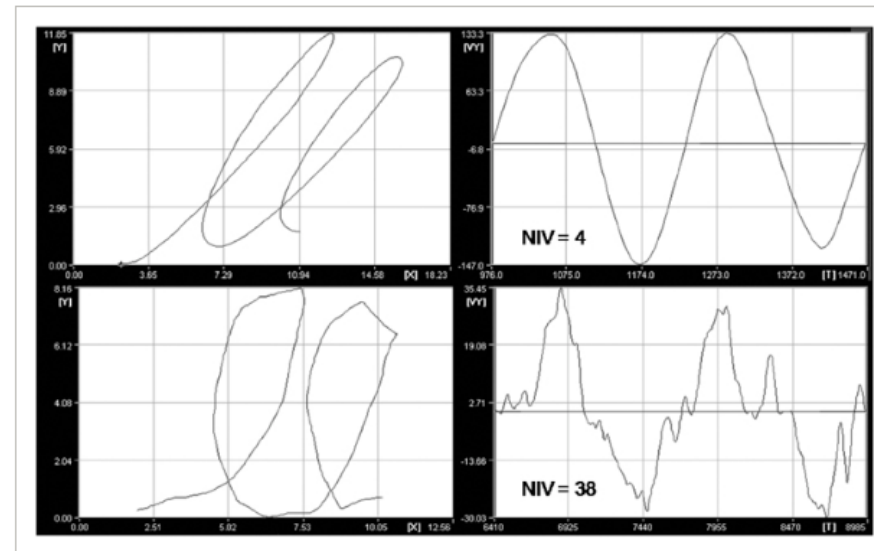
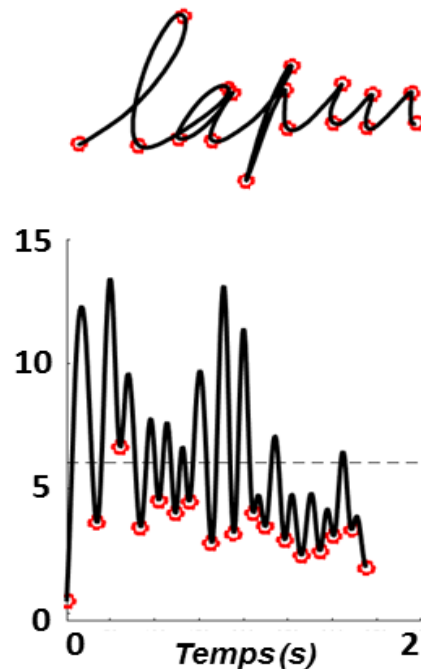
Informations dynamiques (pression exercée par le crayon)

Informations cinématiques (vitesse, fluidité)

UNE ACTIVITÉ GRAPHOMOTRICE

Les informations cinématiques (vitesse, fluidité) sont particulièrement intéressantes

Le profil de vitesse (variations de la vitesse) donne une indication sur la **fluidité du mouvement**
⇒ La fluidité du geste est un **marqueur d'automatisation**



EVOLUTION DU PRODUIT ET DU PROCESSUS D'ÉCRITURE



5 ans

7 ans

9 ans

adulte

EVOLUTION DU MODE DE CONTRÔLE DE L'ÉCRITURE



Contrôle balistique

- Mouvements rapides et brefs puis arrêt pour vérifier la trace écrite

Contrôle rétroactif visuel

- Mouvement contrôlé pendant l'écriture par la vision = lenteur
- Programmes moteurs pas encore automatisés.

Contrôle majoritairement proactif

- Avec la pratique : automatisation progressive des programmes moteurs
- Permet de programmer plusieurs traits avant de commencer à tracer (contrôle proactif)

⇒ L'apprentissage de l'écriture repose sur l'automatisation de programmes moteurs

5 ans

7 ans

9 ans

adulte

DÉVELOPPEMENT DU GESTE GRAPHIQUE

(1) Développement moteur

- Manipuler un stylo nécessite une coordination fine des doigts et du poignet : sollicitation de plus en plus importante des articulations distales avec le développement
- Dextérité manuelle (et notamment digitale) prédit la vitesse et la qualité du geste graphique (Volman et al., 2006; Kaiser, 2009; Feder et al., 2005)

(2) Processus sensorimoteurs

- Intégration des informations sensorielles nécessaire pour le **contrôle rétroactif** de l'écriture (utilisation de retours sensoriels pour contrôler les erreurs en cours de tâche)

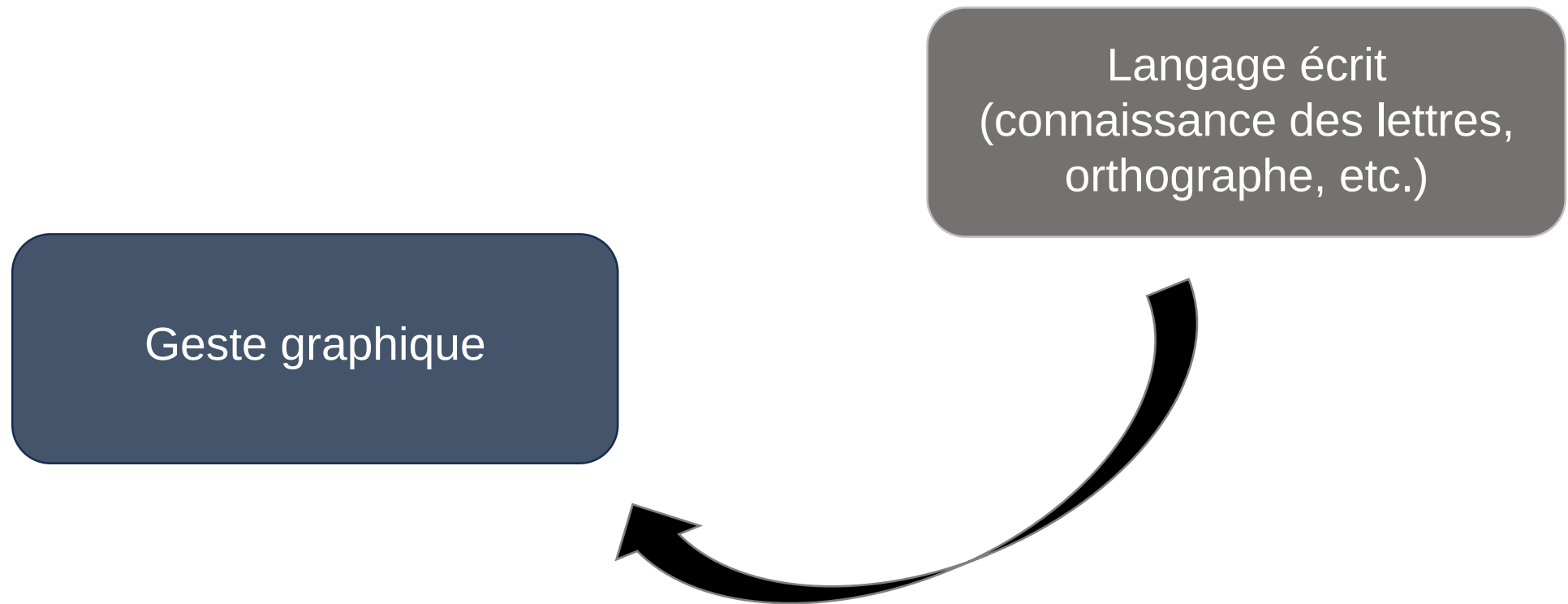


A 7 ans : contrôle rétroactif visuel pour tracer les lettres = très lent



A 9 ans : utilisation ++ des informations proprioceptives

INTERACTIONS ENTRE GRAPHOMOTRICITÉ ET LANGAGE ÉCRIT

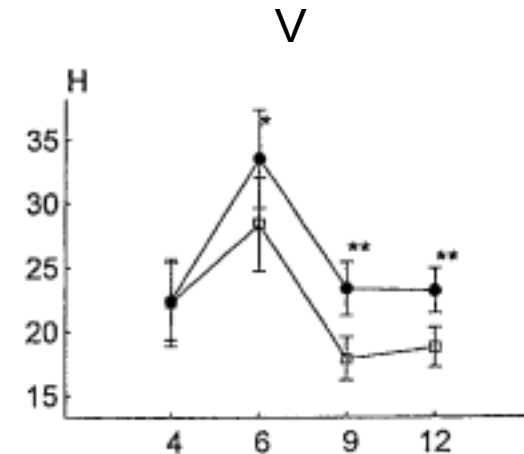
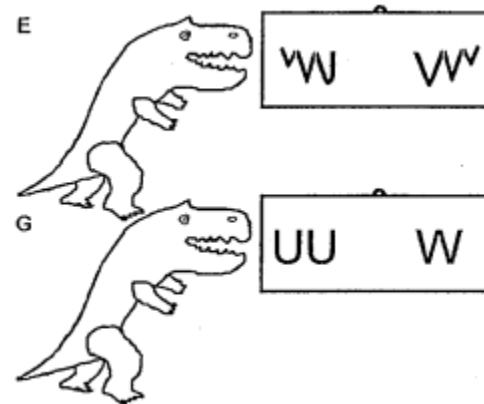


INTERACTIONS ENTRE GRAPHOMOTRICITÉ ET LANGAGE ÉCRIT

Différence écriture-dessin: on ne trace pas de la même façon un O si on nous dit que c'est un « o », un œuf, ou un zéro (Delazer et al., 2002)

Le processus d'écriture est sensible à l'apprentissage du langage écrit

- Différenciation entre écriture et dessin apparaît entre 6 et 9 ans (Adi-Japha et al., 2001)
- Plus rapide pour tracer la lettre que la forme



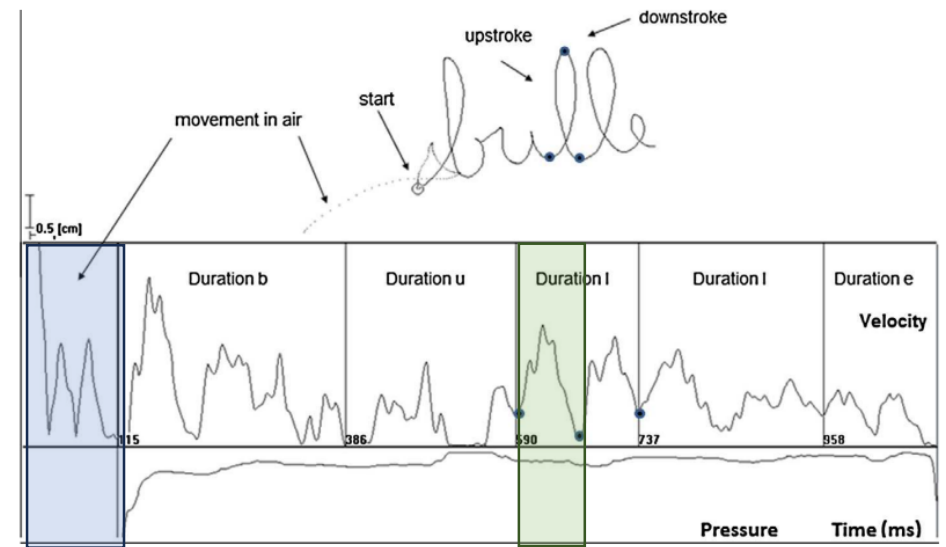
INTERACTIONS ENTRE GRAPHOMOTRICITÉ ET LANGAGE ÉCRIT

- La latence et la durée de production du mot dépendent de la régularité et de la fréquence (Roux et al., 2013; Kandel et al., 2015)
- Les enfants plus jeunes (avant 9 ans) sont plus sensibles à l'irrégularité même si l'effet se retrouve chez les adultes

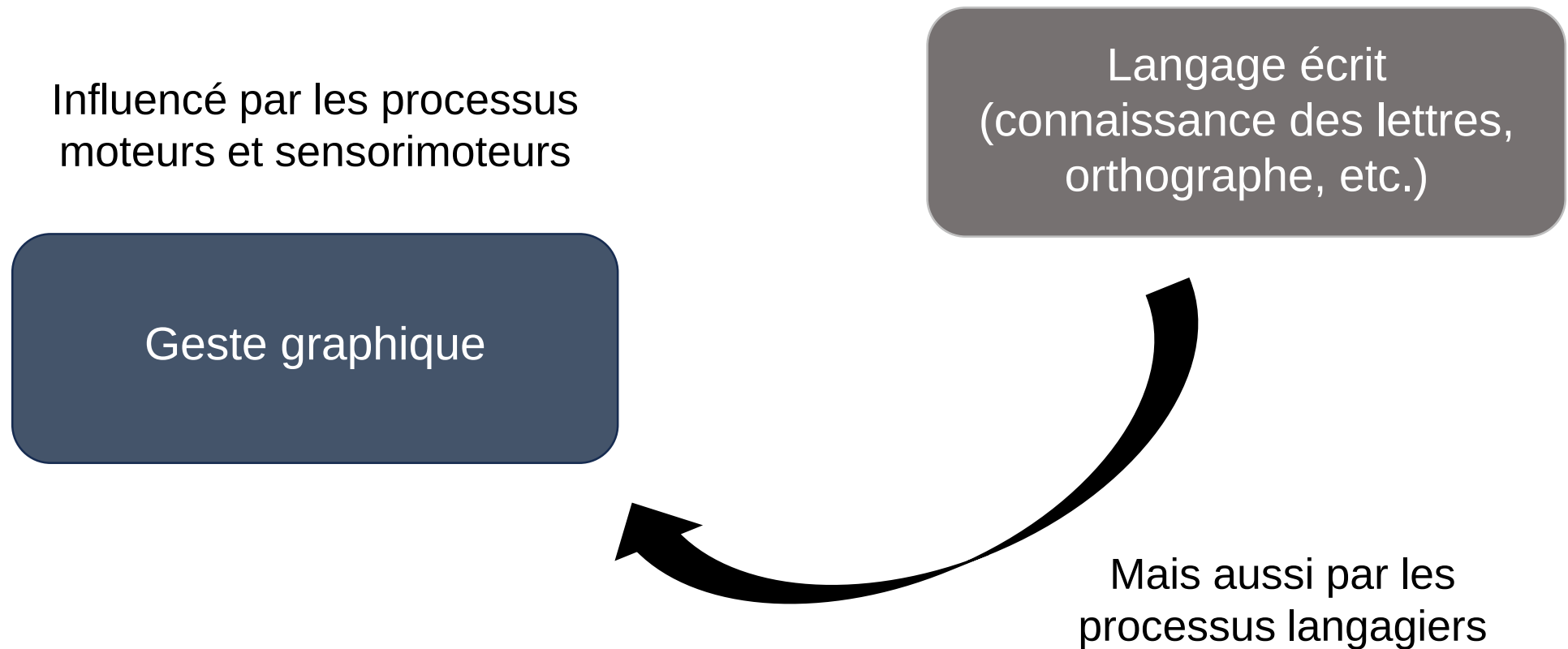
Mots réguliers
PARDON

vs

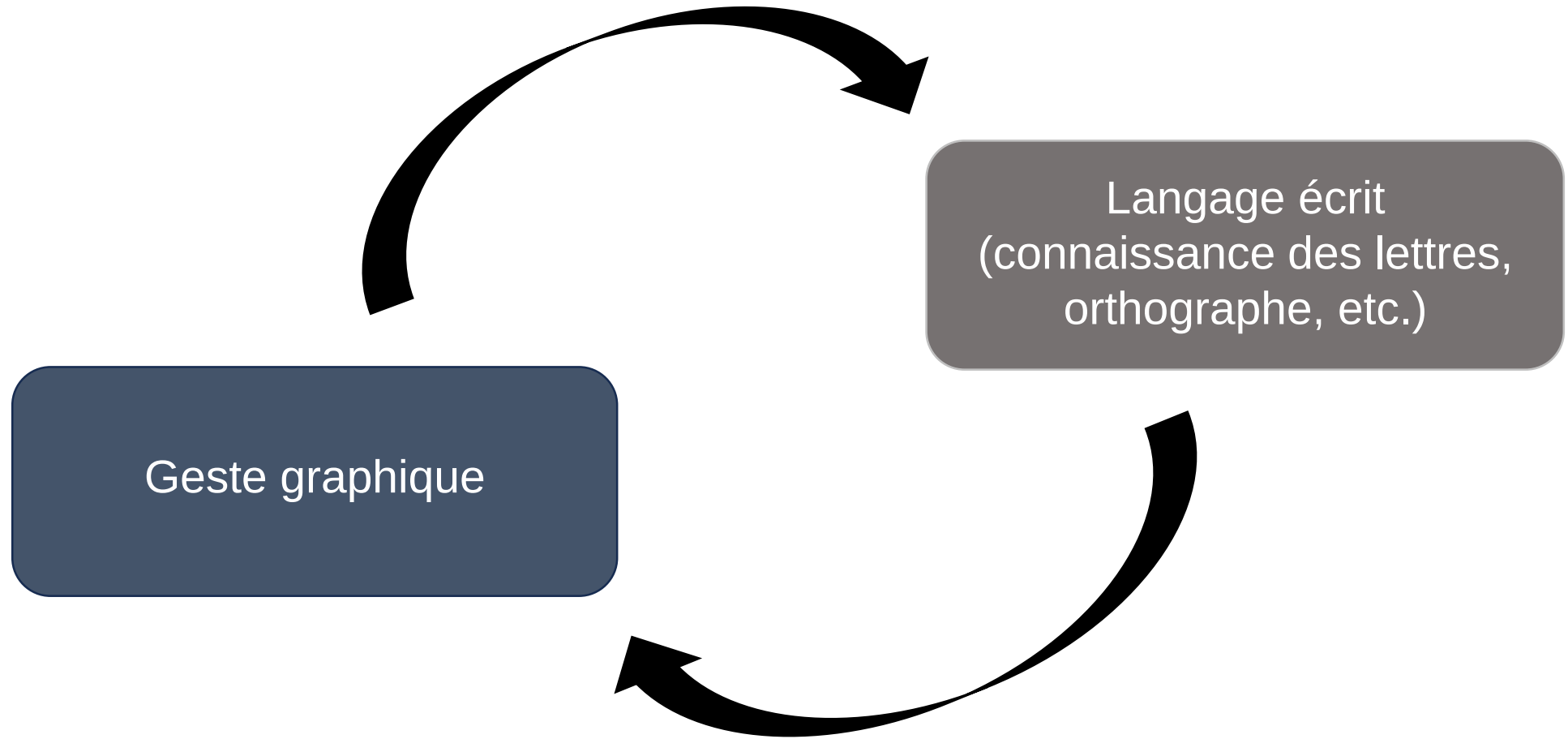
Mots irréguliers
PARFUM



INTERACTIONS ENTRE GRAPHOMOTRICITÉ ET LANGAGE ÉCRIT



INTERACTIONS ENTRE GRAPHOMOTRICITÉ ET LANGAGE ÉCRIT



⇒ Quelle influence de la motricité sur le langage écrit?

CONTRAINTES MOTRICES ET APPRENTISSAGE DU LANGAGE ÉCRIT

(1) Effet du coût du contrôle moteur pendant les tâches d'écriture

- Contraintes motrices liées (stylo lourd) gênent l'apprentissage des lettres (isolées ou apprises au sein de pseudo-mots) chez les enfants de 5 ans (Suggate et al., 2016; 2023)
 - L'effet délétère du stylo lourd n'est pas retrouvé quand les enfants apprennent en pointant la lettre (Suggate et al., 2023)
 - Effets similaires retrouvés chez l'adulte pour l'apprentissage de pseudo-lettres (Seyll et al., 2020)
- ⇒ Conséquences délétères d'un contrôle graphomoteur détérioré non seulement sur l'écriture mais aussi sur l'apprentissage de lettres



Suggate et al., 2023

GRAPHOMOTRICITÉ ET APPRENTISSAGE DE LETTRES

(2) Contribution de la sensori-motricité à l'apprentissage du langage écrit?

- Tracer à la main (vs clavier) facilite la reconnaissance des lettres chez les enfants de 4-5 ans (Longcamp et al., 2005) : moins d'erreurs notamment pour les lettres en miroir
- Effets positifs retrouvés chez les adultes (Longcamp et al., 2006; 2008)



Z



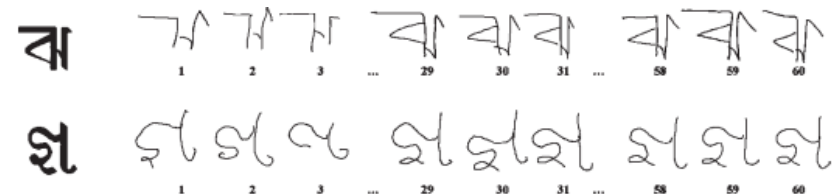
Z

Apprentissage de 12
lettres en majuscules

∠ Σ

Z ∟

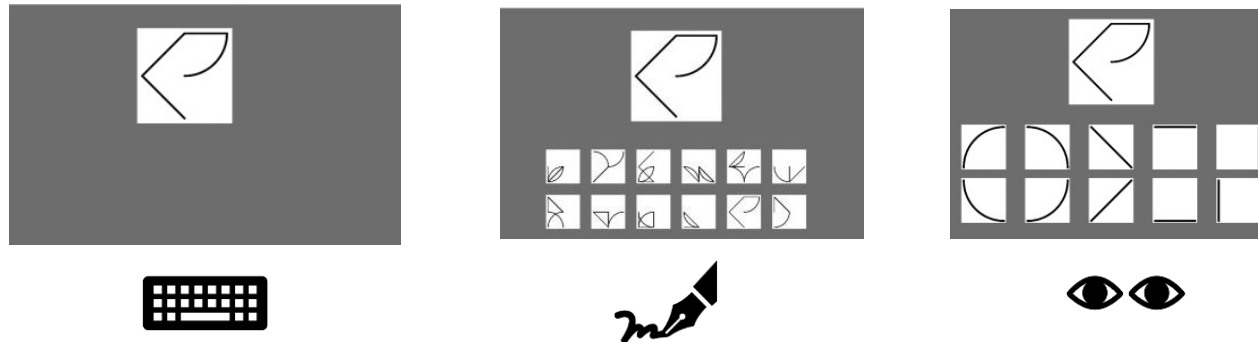
Reconnaissance



GRAPHOMOTRICITÉ ET APPRENTISSAGE DE LETTRES

(2) Contribution de la sensori-motricité à l'apprentissage du langage écrit?

- Hypothèse graphomotrice
 - ⇒ Représentation sensorimotrice de la lettre en mémoire facilitent sa reconnaissance
 - ⇒ Activation du cerveau au niveau des régions motrices pendant la lecture de lettres uniquement après apprentissage à la main (Longcamp et al., 2008; James & Engelhardt, 2012)
- Hypothèse visuelle
 - ⇒ Ecrire à la main demande une analyse fine des caractéristiques visuo-spatiales de la lettre
 - ⇒ Apprendre en décomposant les étapes pour construire la lettre (composition) facilite la reconnaissance de lettre par rapport au clavier (comme l'écriture à la main) (Seyll & Content, 2020; 2022)



GRAPHOMOTRICITÉ ET APPRENTISSAGE DE L'ORTHOGRAPHE

(2) Contribution de la sensori-motricité à l'apprentissage du langage écrit?

Ecrire facilite l'apprentissage de l'orthographe de nouveaux mots par rapport à la lecture (Share et al., 2008)

Apprentissage de
pseudo-mots

VATTON

Test : dictée (rappel)

vatton 

Test : reconnaissance

✓ VATTON

✗ VATONS

⇒ Effet de la pratique (Pinet et al., 2023; Share et al., 2008)



⇒ Effet spécifique de la graphomotricité?
Résultats divergents (Bosse et al., 2014; Ouellete et al., 2014)

⇒ Influence des compétences motrices?

⇒ Différences liées à des effets développementaux? Effet de l'expertise?

GRAPHOMOTRICITÉ ET APPRENTISSAGE DE L'ORTHOGRAPHE

⇒ Le bénéfice de la sensorimotricité dépend-il des compétences motrices?

Etude 1:

- **Participants** : 55 adultes (âge moyen = 20 ans; écart type = 11 mois)



Apprentissage de
pseudo-mots

VATTON

+ Mesures de la motricité fine, de la graphomotricité

- **Principaux résultats:**

⇒ Effet bénéfique de la condition écriture manuscrite sur l'apprentissage de nouveaux mots (dictée et reconnaissance)

⇒ Mais pas d'interaction avec la motricité fine ou à la graphomotricité

Lê et al., in prep

GRAPHOMOTRICITÉ ET APPRENTISSAGE DE L'ORTHOGRAPHE

⇒ Le bénéfice de la sensorimotricité dépend-il de l'expertise?

Etude 2:

Participants : Enfants de CE2 et 6^{ème}



Apprentissage de
pseudo-mots

VATTON

- + Mesures de la motricité fine, de la graphomotricité, de l'automatisation de l'écriture manuscrite
- + Mesures prédicteurs langagiers

Etude 3:

Participants : Adultes sans troubles



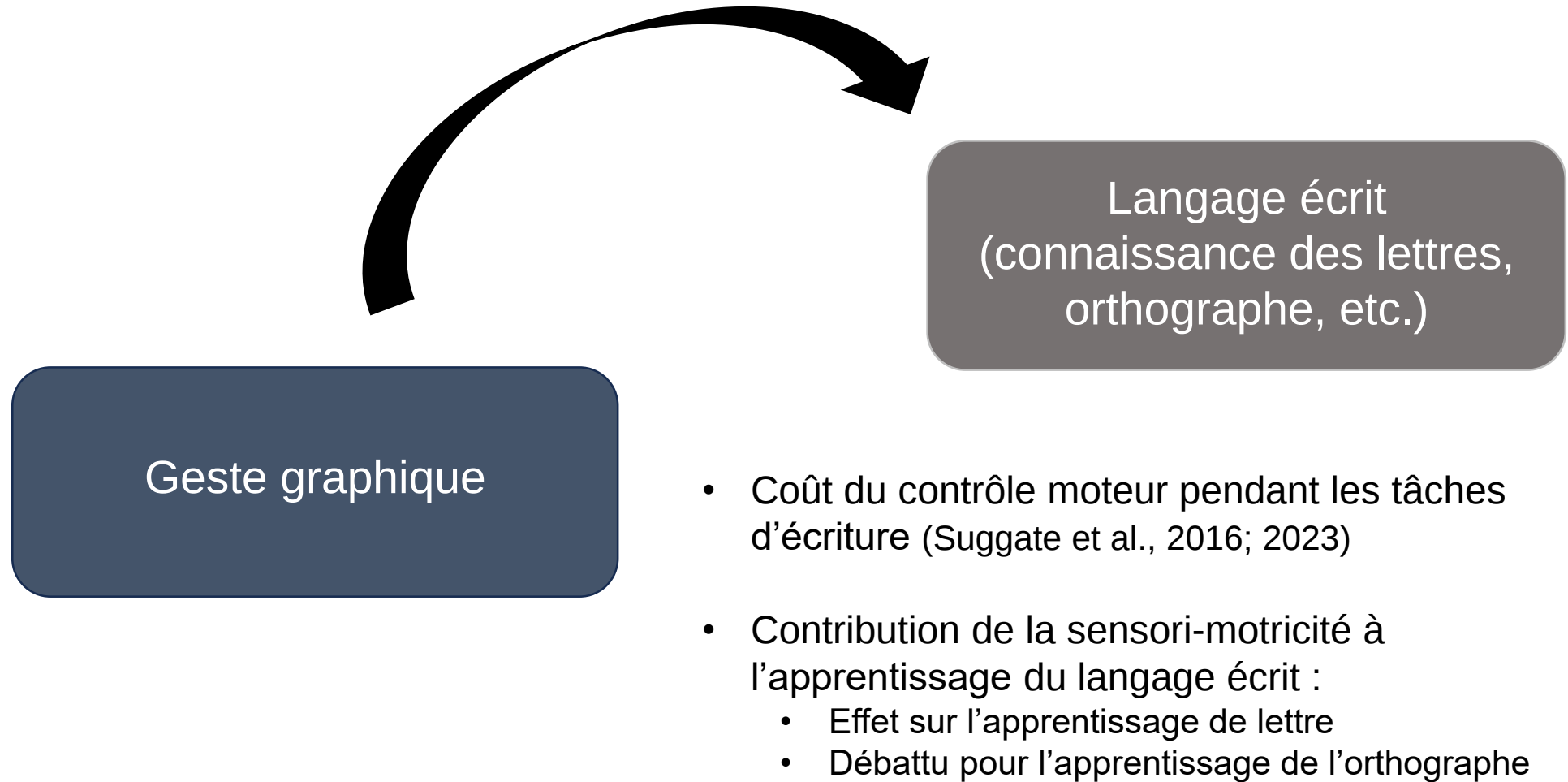
Apprentissage de
pseudo-mots

VATTON

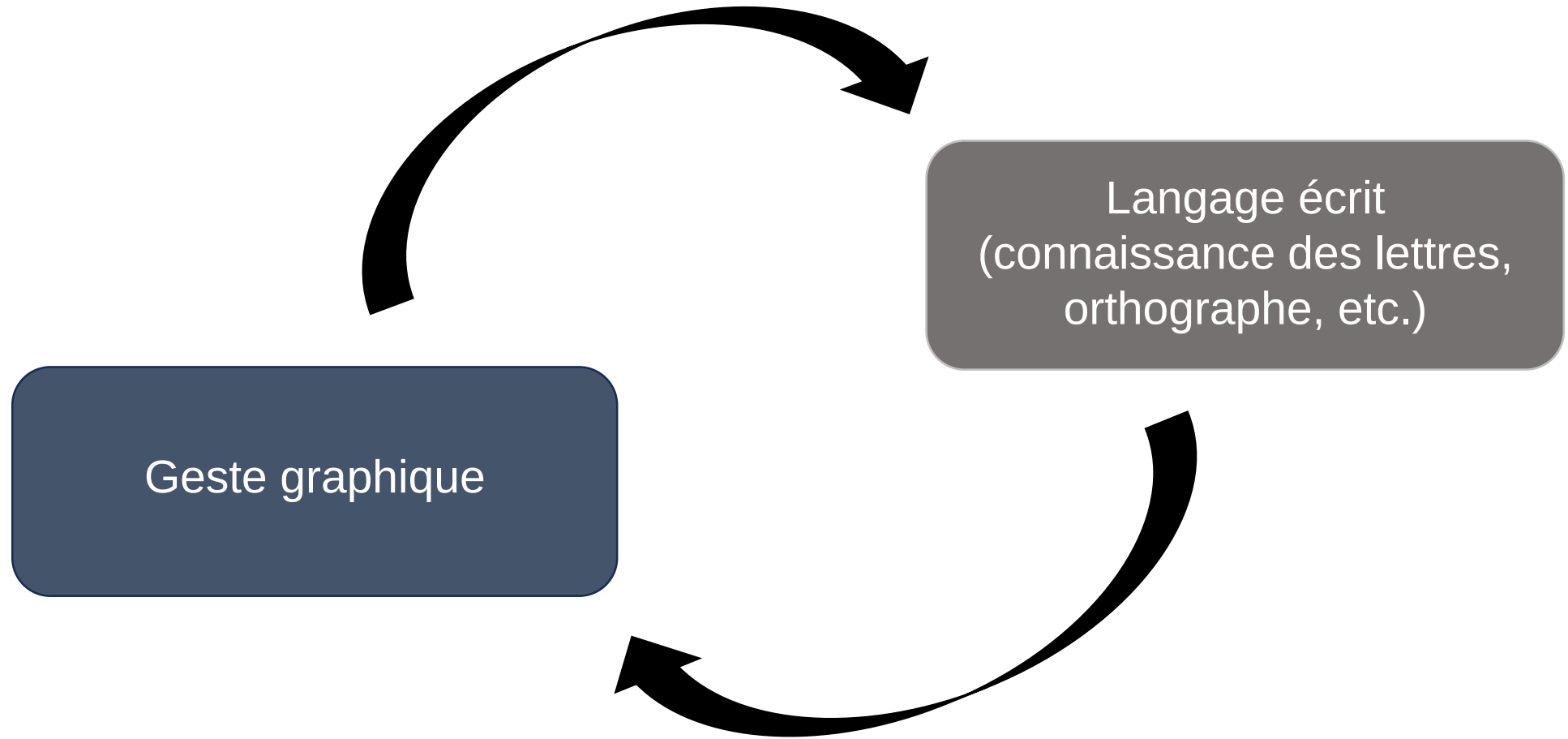
- + Mesures de l'automatisation de l'écriture manuscrite/tapuscrite

Résultats en cours d'analyse

INTERACTIONS ENTRE GRAPHOMOTRICITÉ ET LANGAGE ÉCRIT



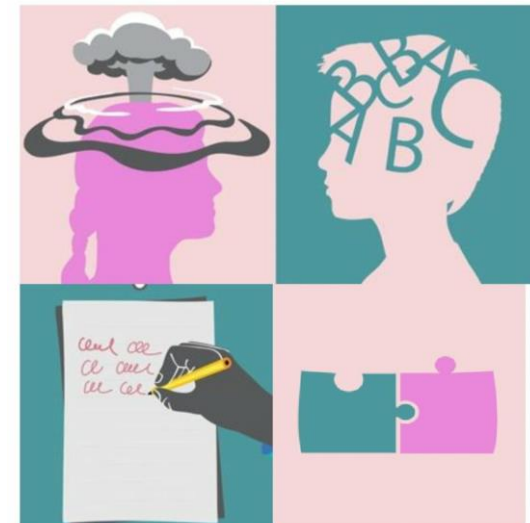
INTERACTIONS ENTRE GRAPHOMOTRICITÉ ET LANGAGE ÉCRIT



⇒ Quelles conséquences pour la compréhension et la prise en charge des troubles du langage écrit?

GRAPHOMOTRICITÉ DANS LES TROUBLES DU NEURODÉVELOPPEMENT

- Le geste graphique est influencé à la fois par des processus graphomoteurs et langagiers
- Trouble de l'écriture (dysgraphie) peut être la manifestation de différents TND (e.g. Jover et al., 2012)
- Atteinte de l'écriture manuscrite (**qualité de l'écriture et/ou la vitesse**) rapportée dans plusieurs TND :
 - 50% à 87% des enfants avec un trouble développemental de la coordination ont une dysgraphie (Huau et al., 2015; O'hare & Khalid, 2002)
 - 21% à 85% des enfants avec une dyslexie ont une dysgraphie associée (Capellini et al., 2010; Chaix et al., 2007)



GRAPHOMOTRICITÉ DANS LES TROUBLES DU NEURODÉVELOPPEMENT

⇒ Différences et similarité entre le TDC et la dyslexie

- **Dysgraphie dans le TDC**

- Qualité détériorée (Jolly et al., 2024) mais résultats plus divergent pour la vitesse de tracé
- Augmentation du nombre de pauses (Prunty et al., 2013)
- Difficultés majorées par l'augmentation des contraintes spatio-temporelles (Huau et al., 2017)
- Déficit d'apprentissage graphomoteur (Huau et al., 2017)

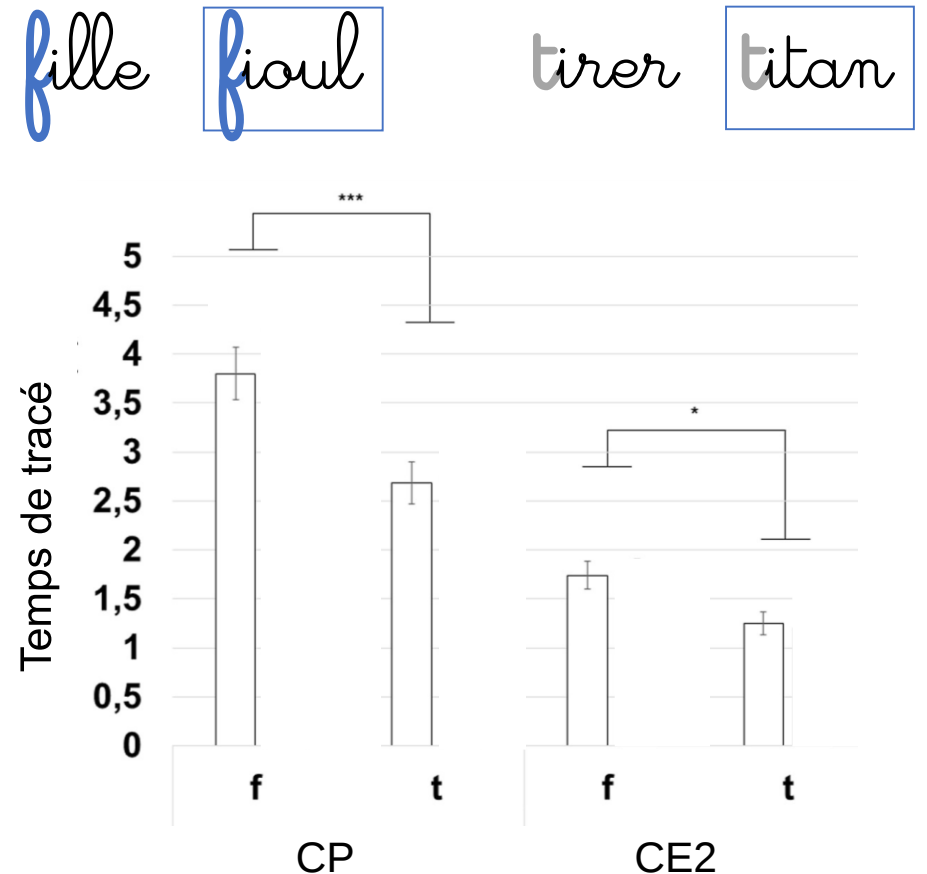
- **Dysgraphie dans la dyslexie :**

- Lenteur (Jolly et al., 2024; Sumner et al., 2013)
- Augmentation du nombre de pauses, notamment sur les mots mal orthographiés (Sumner et al., 2013)
- Performances similaires à celles d'élèves appariés sur le niveau de lecture lors de tâches d'écriture (Martínez-García et al., 2020; Sumner et al., 2013)

GRAPHOMOTRICITÉ DANS LES TROUBLES DU NEURODÉVELOPPEMENT

⇒ Influence des contraintes graphomotrices dans la dyslexie ?

- Lettres plus ou moins difficiles à tracer (contraintes graphomotrices)
 - Difficultés plus importantes en cas d'associations des contraintes graphomotrices et orthographiques (ex: fréquence du mot) uniquement chez les élèves de CP (Danna et al., 2022)
- ⇒ Augmentation des difficultés quand deux types de contraintes sont cumulées
- ⇒ Résultats similaires chez les élèves dyslexiques (Gosse et al., 2020)



GRAPHOMOTRICITÉ DANS LES TROUBLES DU NEURODÉVELOPPEMENT

⇒ Impact de l'association entre les deux troubles

- Accumulation des difficultés spécifique de chaque trouble?

Tâche de Copie

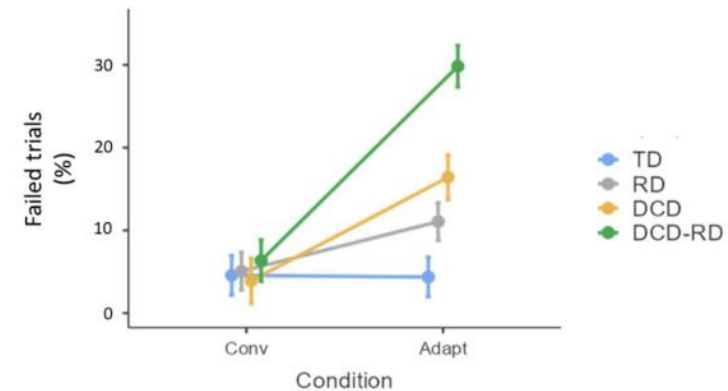
- Trois groupes affectés au niveau de la qualité et de la vitesse d'écriture par rapport au groupe contrôle
 - Vitesse de tracé : DCD > Dyslexie = Dyslexie+DCD
- ⇒ Profil Dyslexie+DCD similaire à la dyslexie isolée

Jolly et al., 2024

Adaptation graphomotrice



---> Conventional writing direction (from left to right)
---< Opposite writing direction (from right to left)



Danna, Lê et al., 2024

TROUBLES DE LA MOTRICITÉ ET TROUBLES DU LANGAGE ÉCRIT

- Influence des troubles du LE sur la graphomotricité mais quel impact des difficultés (grapho)motrices sur l'apprentissage du langage écrit?
- Motricité fine prédicteur du niveau de langage écrit ultérieur (Cameron et al., 2012; Doyen et al., 2017)
- **Jover et al. (2013)** : fréquente association entre les troubles de la motricité et du langage écrit
 - Entre 30 et 70% des enfants avec un TDC présentent un trouble de la lecture associé
 - Entre 10 et 70% des enfants dyslexiques présentent un trouble de la motricité associé

⇒ **Quelle interaction entre ces troubles ?**

- Accumulation des difficultés spécifique de chaque trouble?
- Profil particulier spécifique des enfants avec une comorbidité?
- Majoration du déficit en lecture/orthographe?

TROUBLES DE LA MOTRICITÉ ET TROUBLES DU LANGAGE ÉCRIT

- **Lê et al., in prep :**

Comparaison d'enfants avec et sans difficultés motrices

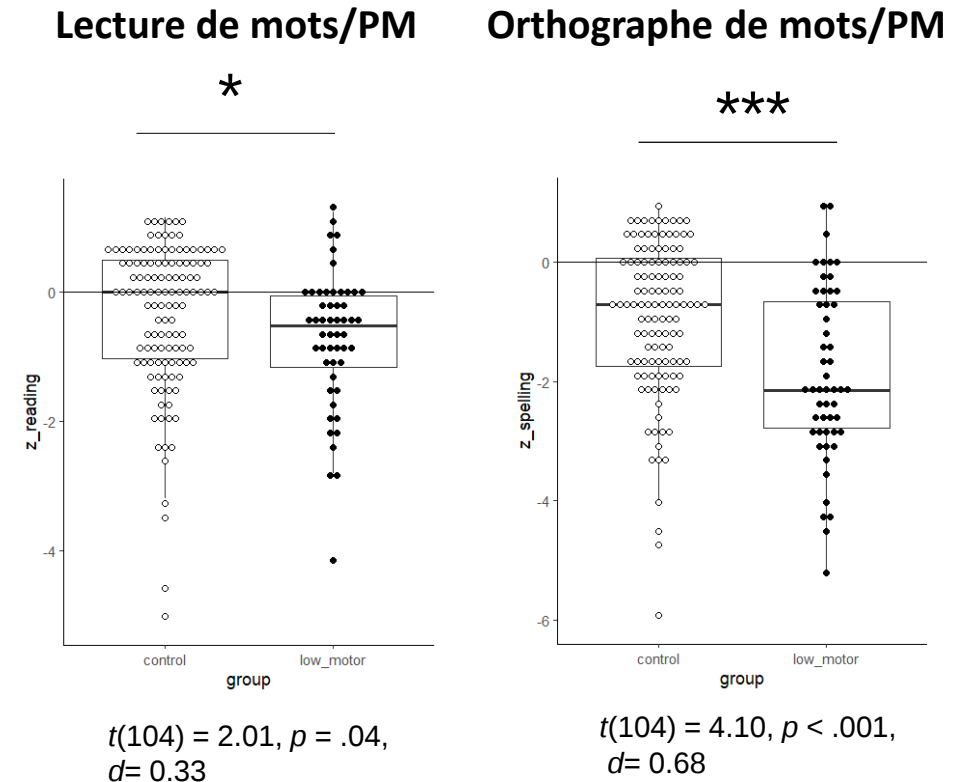
Plus large proportion de scores déficitaires en lecture de mots (19.2% vs 13.2%) mais surtout en orthographe (61.5% vs 30.6%) chez les enfants avec de faibles performances motrices

- **Di Brina et al. 2018:**

Comparaison d'enfants dyslexiques avec ou sans trouble développemental de la coordination

Plus faibles performances en lecture de mot/pseudo mots chez les enfants avec un trouble isolé

⇒ Hypothèse d'un profil différent avec chez les enfant avec un trouble isolé : un déficit phonologique plus marqué vs chez les enfants avec une comorbidité : des difficultés d'automatisation d'écriture impactant la construction des représentations orthographiques



Quel bénéfice d'une intervention motrice chez ces enfants?

INTERVENTION MOTRICE ET LANGAGE ÉCRIT

Participants

205 élèves de CM1 tout venants

Répartition aléatoire des classes dans deux groupes :

- Groupe entraîné (motricité) (N = 112)
- Groupe contrôle actif (mathématiques) (N = 93)



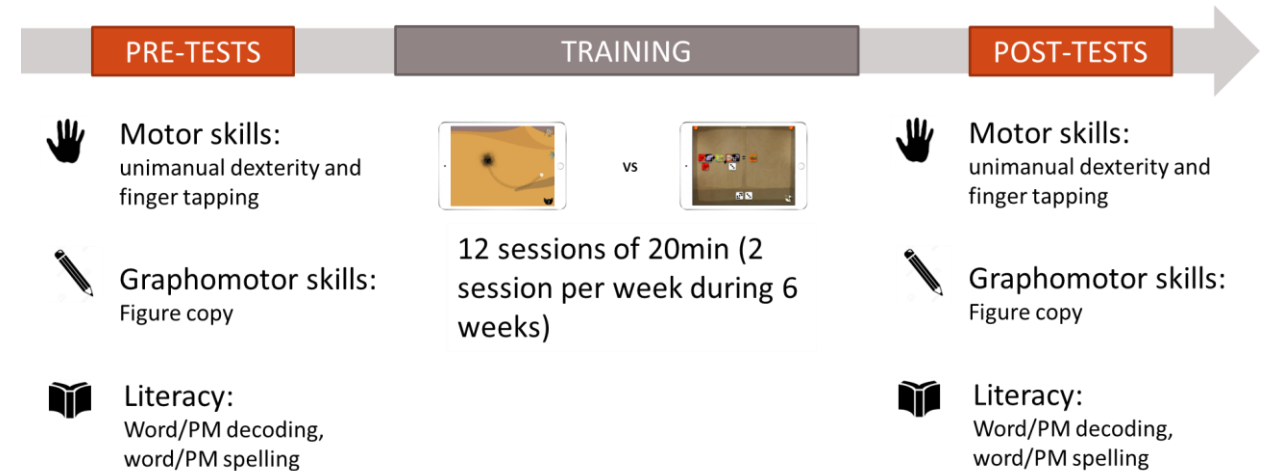
Pré/post tests:

- Evaluation de la motricité fine
- Evaluation du langage écrit (lecture/orthographe de mots/PM, compréhension...)
- (+ Evaluation des fonctions exécutives)

Entraînement

Jeu sur tablette ciblant la coordination visuo-motrice, le déliement digital et la dextérité unimanuelle (pince pouce-index)

⇒ 6 semaines (20min deux fois par semaine)



INTERVENTION MOTRICE ET LANGAGE ÉCRIT

Bénéfices de l'intervention motrice (comparativement à l'intervention contrôle) sur certaines tâches évaluant :

- **La motricité fine** → Un entraînement moteur sur tablette tactile améliore la motricité fine des élèves
- **L'orthographe** → Entraîner la motricité améliore non seulement la motricité mais aussi le langage écrit



Cognitive Development
Volume 67, July–September 2023, 101363



Improving literacy development with fine motor skills training: A digital game-based intervention in fourth grade

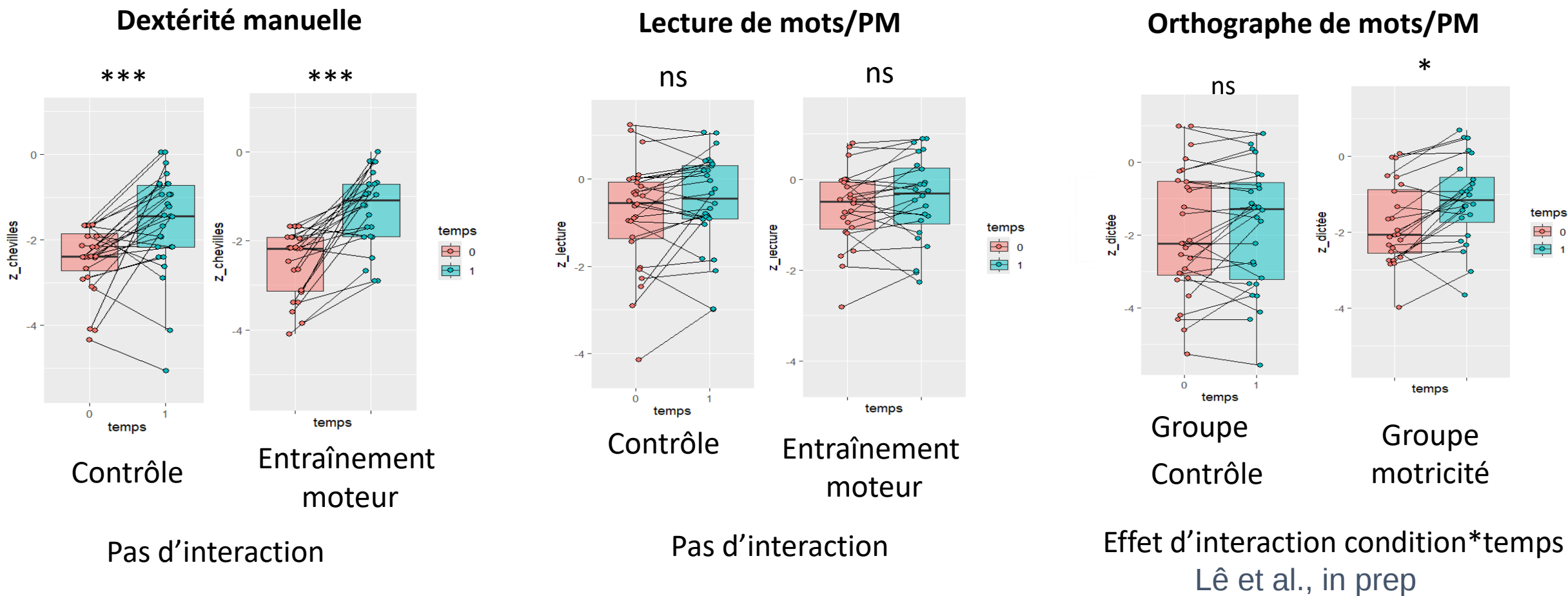
Margaux Lê ^{a b 1}, Pauline Quémart ^{a b c 2}, Anna Potocki ^{a b d 3}, Manuel Gimenes ^{a b 4},
David Chesnet ^{b 5}, Eric Lambert ^{a b 6}

Qu'en est-il des enfants présentant des difficultés motrices? Bénéficient-ils aussi de ce type d'entraînement?

INTERVENTION MOTRICE ET LANGAGE ÉCRIT

Participants

52 participants sélectionnés à posteriori (dans la cohorte présentée précédemment) sur la base de leur score en dextérité manuelle : déplacement de chevilles du M-ABC ($< -1,5$ e.t.)



INTERVENTION MOTRICE ET LANGAGE ÉCRIT

Bénéfice de l'intervention motrice (comparativement à l'intervention contrôle) **sur l'orthographe** (mais pas sur la lecture) à la fois chez les élèves tout venants et chez les élèves présentant des difficultés motrices

Les résultats suggèrent un lien causal entre difficultés motrices et orthographiques
⇒ Intérêt de dépister les potentielles difficultés motrices dans le cas de la dysorthographe

Attention !

- Petite taille d'effet (notamment sur la motricité) : intervention peu efficace?
 - Pas assez longue ni assez intensive? Effet de l'entraînement sur tablette (Martzog et al., 2022) ?
 - Combiner intervention motrices et langagières? Interventions ciblant l'écriture (cf. Hoy et al., 2011; Santangelo & Graham, 2016)
- Pas de bilan complet : besoin de généraliser ces résultats à des enfants avec TND

EN CONCLUSION

L'écriture est une activité complexe : processus moteurs et langagiers

Ces processus s'influencent mutuellement :

- Le geste graphique est sensible aux contraintes orthographiques (ex: réduction de vitesse de tracé pour écrire les mots moins fréquents ou irréguliers)
- Une augmentation des contraintes graphiques détériore l'apprentissage de nouveau mots
- Bénéfice de la graphomotricité pour apprendre les lettres mais à confirmer pour l'orthographe

Implications pour les TND:

- Les troubles du langage écrit (même isolés) peuvent affecter le processus d'écriture
- Les enfants avec une dyslexie et des difficultés motrices semblent présenter un profil particulier
- Sensibles aux interventions motrices pour améliorer l'orthographe



Eric Lambert,
Université de Poitiers
CeRCA



Pauline Quémart,
Université de Nantes



Marianne Jover,
Aix-Marseille Université,
Psyché



Aline Frey,
Aix-Marseille
Université, CRPN

Merci de votre attention !



Manuel Gimenes,
Université de Poitiers
CeRCA



Anna Potocki,
Université de Grenoble-Alpes



David Chesnet,
MSHS Poitiers



Jeremy Danna,
CNRS, CLLE

