



Le comptage sur les doigts pour soulager la mémoire de travail des enfants avec un Trouble Développemental de la Coordination (TDC).

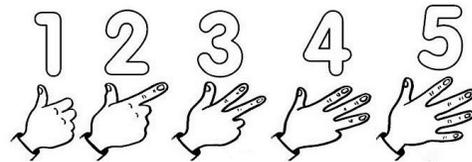
Neveu Maëlle, Cédric Schwartz et Laurence Rousselle

(Neveu et al., 2024)

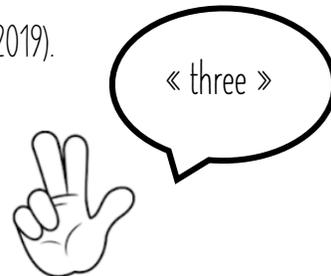
Introduction

Dès l'entrée à l'école maternelle, les enfants utilisent leurs doigts dans les traitements mathématiques.

- Supportent l'acquisition de la chaîne numérique verbale (Beller et Bender, 2011) et des procédures de dénombrement (Alibali & Dirusso, 1999; Graham, 1999).

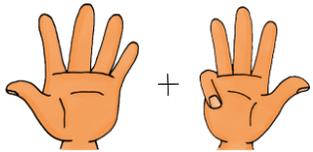


- Contribuent à communiquer la valeur cardinale d'une quantité (Gunderson et al., 2015) et à faciliter l'apprentissage de la valeur cardinale des nouveaux mots-nombres (Gibson et al., 2019).



Introduction

En 1^{ère} primaire, les enfants utilisent leurs doigts pour résoudre des calculs.



Différentes stratégies pour représenter et combiner les quantités (Baroody, 1989; Kullberg & Björklund, 2020).

Outil fonctionnel, amélioration des performances en calcul des jeunes enfants (Crollen & Noël, 2015; Dupont-Boime & Thevenot, 2018)

A partir de la 2^{ème} primaire

Transition vers des stratégies de calcul mental (Jordan et al., 2003, 2008; Wylie et al., 2012).

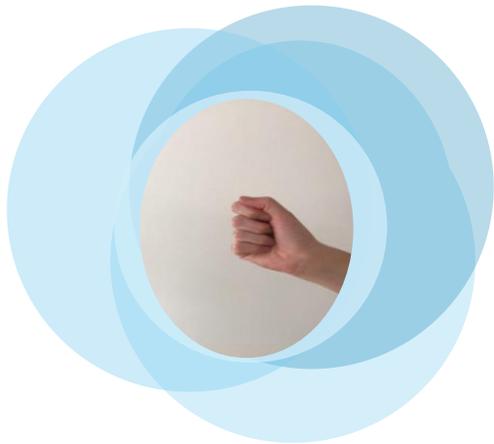


Plus tardive chez les enfants avec troubles des apprentissages en maths souvent associé à de faibles ressources en Mtr (Jordan et al. 2003; Wylie et al., 2012; De Smedt et al., 2013).

- Utilisation plus intensive des doigts pour diminuer la charge en Mtr inhérente aux tâches numériques (Noël, 2005, 2009; Passolunghi et al., 2008)

Introduction

Le comptage sur les doigts repose sur des **habiletés motrices fines**.



Vitesse et régularité

Important pour réaliser un geste **fluide** et **synchronisé** avec la récitation de la chaîne numérique verbale

Trop lent et irrégulier
Trop rapide



Désynchronisation voix/doigts

Entre les deux



Geste peut ajouter une charge cognitive
additionnelle si il est peu automatisé

Introduction

Alors que le trouble développemental de la coordination (TDC) se caractérise par **des difficultés motrices** persistantes souvent associées à une **faible Mtr** (Wilson et al., 2012; Alloway & Archibat, 2009), aucune étude n'a jamais investigué la fonctionnalité du comptage sur les doigts chez ces enfants.

Les enfants avec TDC pourraient pourtant être doublement pénalisés dans la résolution de problèmes numériques avec:

Faibles ressources en
Mtr



Difficultés motrices
Restriction dans l'utilisation des doigts pour soulager la Mtr quand celle-ci est fortement sollicitée

Introduction

Objectif:

Investiguer la fonctionnalité du comptage sur les doigts chez les enfants avec TDC

- 1/. Déterminer si les enfants avec TDC utilisent **efficacement** le comptage sur les doigts pour résoudre une tâche qui sollicite fortement la Mtr
- 2/. Evaluer la **qualité des gestes de comptage** produits par les enfants avec TDC, par l'exploration de **paramètres biomécaniques**

Méthode

Population 

30 enfants francophones

15 enfants avec TDC
(Moyenne d'âge = 8.6 ans)
Critères diagnostiques DSM-5



15 enfants Tout-venant
(Moyenne d'âge = 8.4 ans)

Niveau scolaire
Raisonnement fluide
(Balance, WISC-V)

Méthode

Tâches expérimentales: Session 1

Quotient intellectuel: Subtests des similitudes, vocabulaire, matrices et balances (WISC-V)

Dextérité manuelle: Placer les chevilles, Enfiler le lacet, Suivre le trajet (MABC-II)

Mémoire de travail: Empan de lettre à l'envers

Maitrise de séquences ordonnées: Connaissance et élaboration de la chaîne numérique verbale et de l'alphabet

→ Récitation des séquences à partir du premier terme et entre deux termes.

Méthode

Tâches expérimentales: Session 2

Tâche 1

Pas de charge en mémoire de travail



Tâche 2

Faible charge en mémoire de travail



Tâche 3 (N-After)

Forte charge en mémoire de travail
cdt° numérique et alphabétique



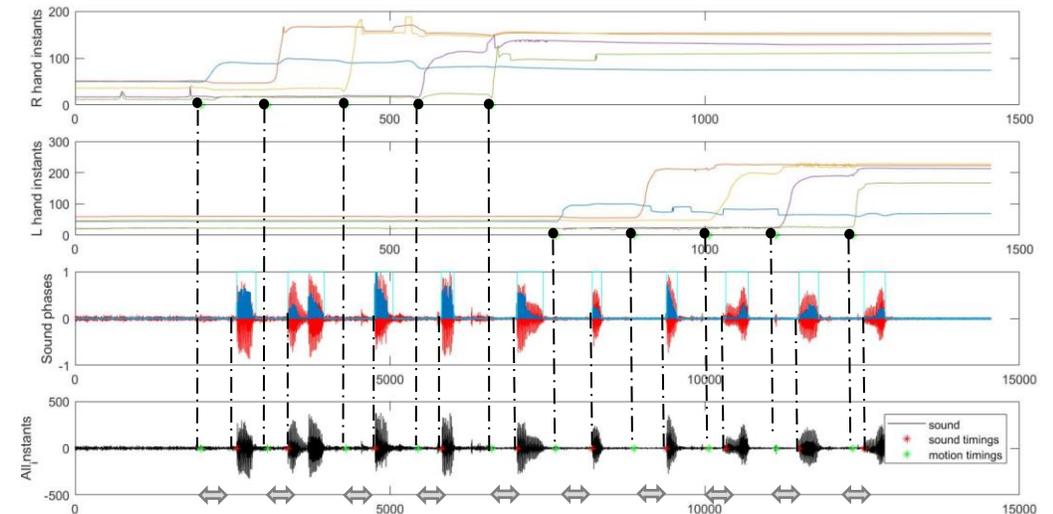
Méthode

Mesures comportementales



Mesures Biomécaniques
Analyses du mouvement en 3D

- ↔ Durée d'exécution du geste
- ↔ Régularité
- ↔ Temps de transition inter-droits
- ↔ Synchronisation doigts/voix

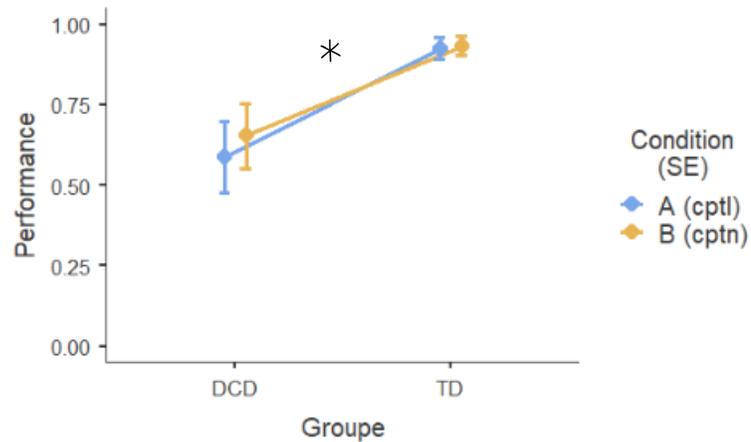


Analyses statistiques: modèles mixtes linéaires généralisés

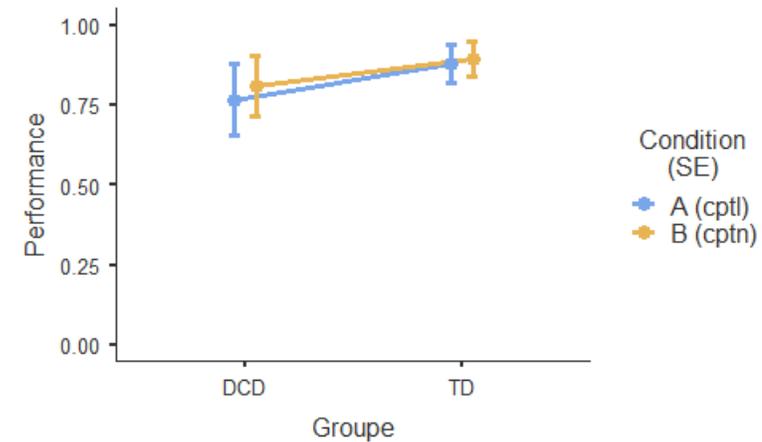
Résultats

Déterminer si les enfants avec TDC utilisent **efficacement** le comptage sur les doigts pour résoudre une tâche avec une forte charge en Mtr (Tâche N-After)

Effet de groupe
 $t(869)=3.40; p<.001:$



Effet de groupe
 $t(869)=0.93; p=.35$



Mémoire de travail : $t(879)=2.22; p=.03$

Dextérité manuelle: $t(879)=0.24; p=.81$

→ Différences de groupes semblent davantage liées à une limitation en **Mtr** qu'à un déficit de la **dextérité manuelle**

Résultats

Déterminer si les enfants avec TDC utilisent **efficacement** le comptage sur les doigts pour résoudre une tâche avec une forte charge en Mtr (N-After)

Analyse approfondie des erreurs commises par les enfants; « Quel est le **n^{ième}** nombre après x? »

Catégories d'erreurs	Groupe TDC	Groupe tout-venant	Total
Synchronisation doigt/voix	11	2	13
Erreurs Mémoire de travail			
Arrêt	81	27	108
Initiation	31	9	40
Total	112	36	148
Autres erreurs			
Consigne	3	4	7
Enonciation	6	5	11
Inversion	32	2	34
Inclassifiable	3	2	5
Total	44	13	57

Résultats

Déterminer si les enfants avec TDC utilisent **efficacement** le comptage sur les doigts pour résoudre une tâche avec une forte charge en Mtr (N-After)

Analyse approfondie des erreurs commises par les enfants; « Quel est le **n^{ième}** nombre après x? »

Catégories d'erreurs	Groupe TDC	Groupe tout-venant	Total
Synchronisation doigt/voix	11	2	13
Erreurs Mémoire de travail			
Arrêt	81	27	108
Initiation	31	9	40
Total	112	36	148
Autres erreurs			
Consigne	3	4	7
Enonciation	6	5	11
Inversion	32	2	34
Inclassifiable	3	2	5
Total	44	13	57

Dans les deux groupes, les enfants font plus d'erreurs de Mtr que d'erreurs de synchronisation doigts/voix

$$\chi^2 = .53; p = .47$$

Résultats

Déterminer si les enfants avec TDC utilisent **efficacement** le comptage sur les doigts pour résoudre une tâche avec une forte charge en Mtr (N-After)

Analyse approfondie des erreurs commises par les enfants; « Quel est le **n^{ième}** nombre après x? »

Catégories d'erreurs	Groupe TDC	Groupe tout-venant	Total
Synchronisation doigt/voix	11	2	13
Erreurs Mémoire de travail			
Arrêt	81	27	108
Initiation	31	9	40
Total	112	36	148
Autres erreurs			
Consigne	3	4	7
Enonciation	6	5	11
Inversion	32	2	34
Inclassifiable	3	2	5
Total	44	13	57

Enfants avec TDC font trois fois plus d'erreurs de Mtr que les enfants tout-venant

$$t(28) = 2.38; p = .02$$

Résultats

Evaluer la qualité des gestes de comptage produits par les enfants avec TDC par l'exploration de **paramètres biomécaniques**.

Tâche 1

Pas de charge en Mtr
Effet de groupe

Paramètre	t(58)
Durée totale	-1.51
Transition	-1.56
Régularité	-.92



Lorsque les doigts sont levés seuls, **aucune différence** de groupe n'a été mise en évidence.

Tâche 2

Faible charge en Mtr
Effet de groupe

Paramètre	t(69)
Durée totale	-54.20
Transition	-.02
Régularité	-.96***
Synchronisation	-.01



Lorsque les doigts sont levés en correspondance avec la récitation de la séquence verbale, les enfants avec TDC sont **moins réguliers** que les enfants du groupe contrôle.

Résultats

Evaluer la qualité des gestes de comptage produits par les enfants avec TDC par l'exploration de **paramètres biomécaniques**.

Tâche 3 (N-After) Forte charge en Mtr

Paramètre	Effet de groupe $t(686)$	Effet de la performance à l'item $t(686)$	Interaction groupe x perf. Item $t(686)$
Durée totale	.03	1.48	1.62
Transition	.60	2.97**	.81
Régularité	.12	2.43*	.28
Synchronisation	-1.05	2.42*	.90

Gestes de comptage réalisés durant les essais échoués sont plus lents, moins réguliers et moins synchronisés que ceux réalisés lors des essais réussis.

→ Caractéristiques non liées au groupe.

→ Les enfants avec TDC produisent des gestes de comptage qui ne diffèrent pas des gestes produits par les enfants contrôle, que l'essai soit réussi ou échoué

Synthèse et discussion

Objectif

Investiguer la fonctionnalité du comptage sur les doigts chez les enfants avec un trouble développemental de la coordination (TDC).

Déterminer si, malgré leurs déficits moteurs, les enfants avec TDC utilisent efficacement le comptage sur les doigts.

Performance à la N-After

- Enfants avec TDC < enfants tout-venant
- Covariée significative: Mtr

Analyses des erreurs



- Oublis de consignes ✓
- Synchronisation doigt/voix ✗

Examiner la qualité des gestes exécutés par les enfants avec TDC lors du comptage sur les doigts

Analyses biomécaniques

- Gestes de comptage des enfants avec TDC sont comparables à ceux réalisés par les enfants tout-venant.
- Erreurs commises par les enfants avec TDC dans la N-After ne résultent pas d'un dysfonctionnement des gestes de comptage
- Aucune dégradation des gestes consécutive à l'augmentation de la charge en Mtr de la tâche.

Gestes automatisés

Synthèse et discussion

Futures investigations

- 1/. Examiner la fonctionnalité du comptage sur les doigts dans d'autres tâches numériques
 - Résolution de problèmes arithmétiques
- 2/. Déterminer si les patterns mis en évidence dans l'étude sont spécifiques aux enfants avec TDC
 - Comparaison avec des enfants qui présentent des troubles des apprentissages en mathématiques
- 3/. Elargir l'utilisation des analyses du mouvements en 3D pour répondre à d'autres questions en lien avec le développement numérique.