

QUAND LES SECRETS DE L'ÉCRITURE SE CACHENT SOUS LA PEAU

L'ANALYSE DE L'ÉCRITURE PAR ÉLECTROMYOGRAPHIE

Mathieu Arès^{1,3}, Cyril Muehlethaler^{1,2,3}, Jacques Abboud^{1,4} et François Nougarou^{1,5}

¹Université du Québec à Trois-Rivières, ²Groupe de Recherche en Science Forensique, ³Centre international de criminologie comparée,

⁴Groupe de Recherche sur les Affections Neuromusculosquelettiques et ⁵Laboratoire des Signaux et Systèmes Intégrés

1. Introduction

L'analyse forensique de l'écriture repose sur des principes fondamentaux établis par des experts. Deux postulats majeurs structurent cette discipline :

« L'individualité de l'écriture est la base de toute identification. » – (Hilton, 1963)

« La variation de l'écriture est une propriété essentielle de chaque scripteur. »

– (Hilton, 1963)

Hypothèses

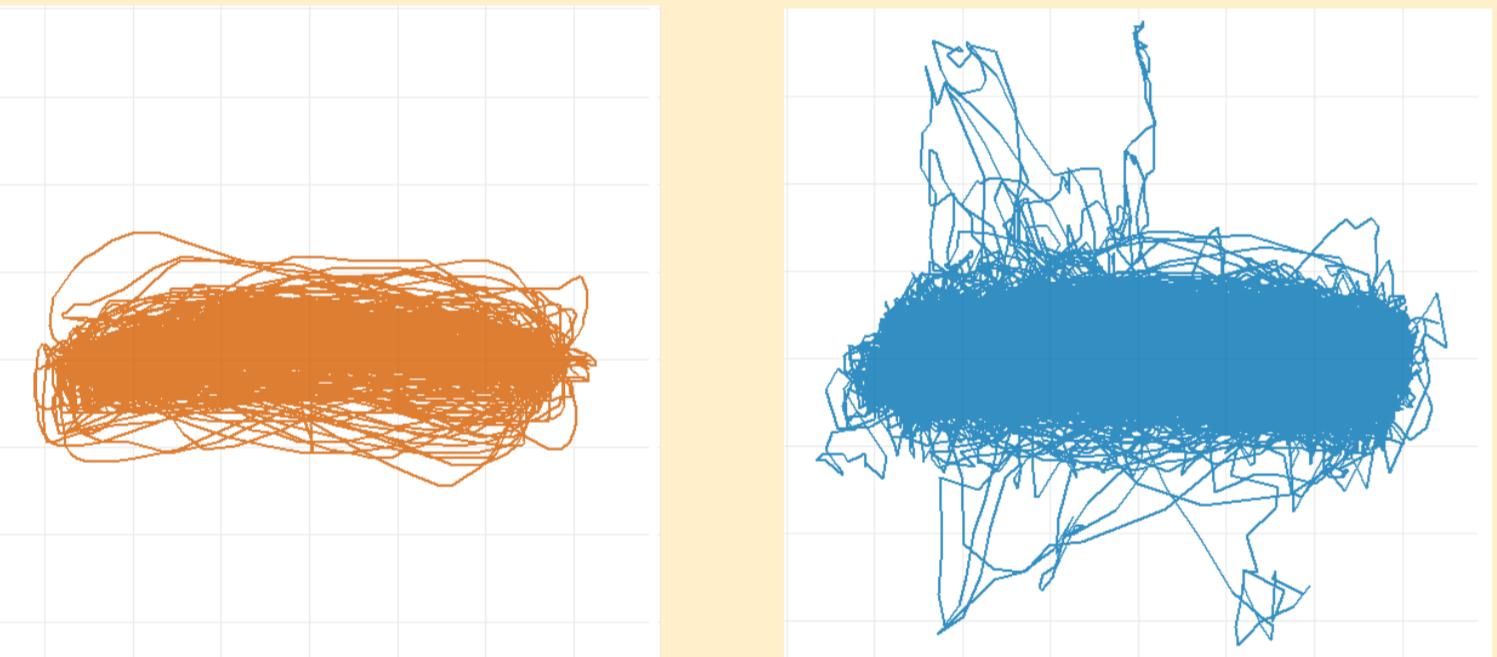
1 Est-il possible d'analyser l'écriture à partir de signaux musculaires?

2 Que se passerait-il si nous utilisions ce nouveau signal pour analyser l'écriture dans différentes positions?

3 La méthode basée sur l'EMG permet-elle de révéler des différences subtiles dans les changements de conditions d'écriture, qui ne seraient pas détectables avec les méthodes traditionnelles?

3. Résultats

Visualisation des différences entre l'écriture originale et générée



Tracé original capté par la tablette graphique Écriture virtuelle créée à partir de l'EMG

Prédiction	Référence			
	Direction 1	Direction 2	Direction 3	Direction 4
Direction 1	18	0	0	0
Direction 2	0	17	0	0
Direction 3	0	1	18	3
Direction 4	0	0	0	15

Tableau 1 : Matrice de confusion des directions d'écriture pour l'écriture sans EMG

Prédiction	Référence			
	Direction 1	Direction 2	Direction 3	Direction 4
Direction 1	18	0	0	0
Direction 2	0	18	0	0
Direction 3	0	0	18	1
Direction 4	0	0	0	17

Tableau 2 : Matrice de confusion des directions d'écriture pour l'écriture avec EMG

Les quatre directions d'écriture évaluées correspondent à quatre tâches distinctes : écrire sur l'axe X, l'axe Y et les deux diagonales.

Les trois positions d'écriture évaluées correspondent à l'écriture avec le coude à un angle de 0°, 45° et 90°.

Analyses

L'écriture générée à partir des signaux EMG est similaire à l'écriture naturelle. Elle sera toutefois grandement influencée par la position lors de l'écriture.

✓ La méthode traditionnelle sans EMG :

Capable de distinguer les directions d'écriture (Tableau 1).

✓ La méthode issue des signaux EMG :

Aussi capable de distinguer les directions d'écriture (Tableau 2).

Prédiction	Référence		
	Position 1	Position 2	Position 3
Position 1	18	8	3
Position 2	5	14	2
Position 3	1	2	19

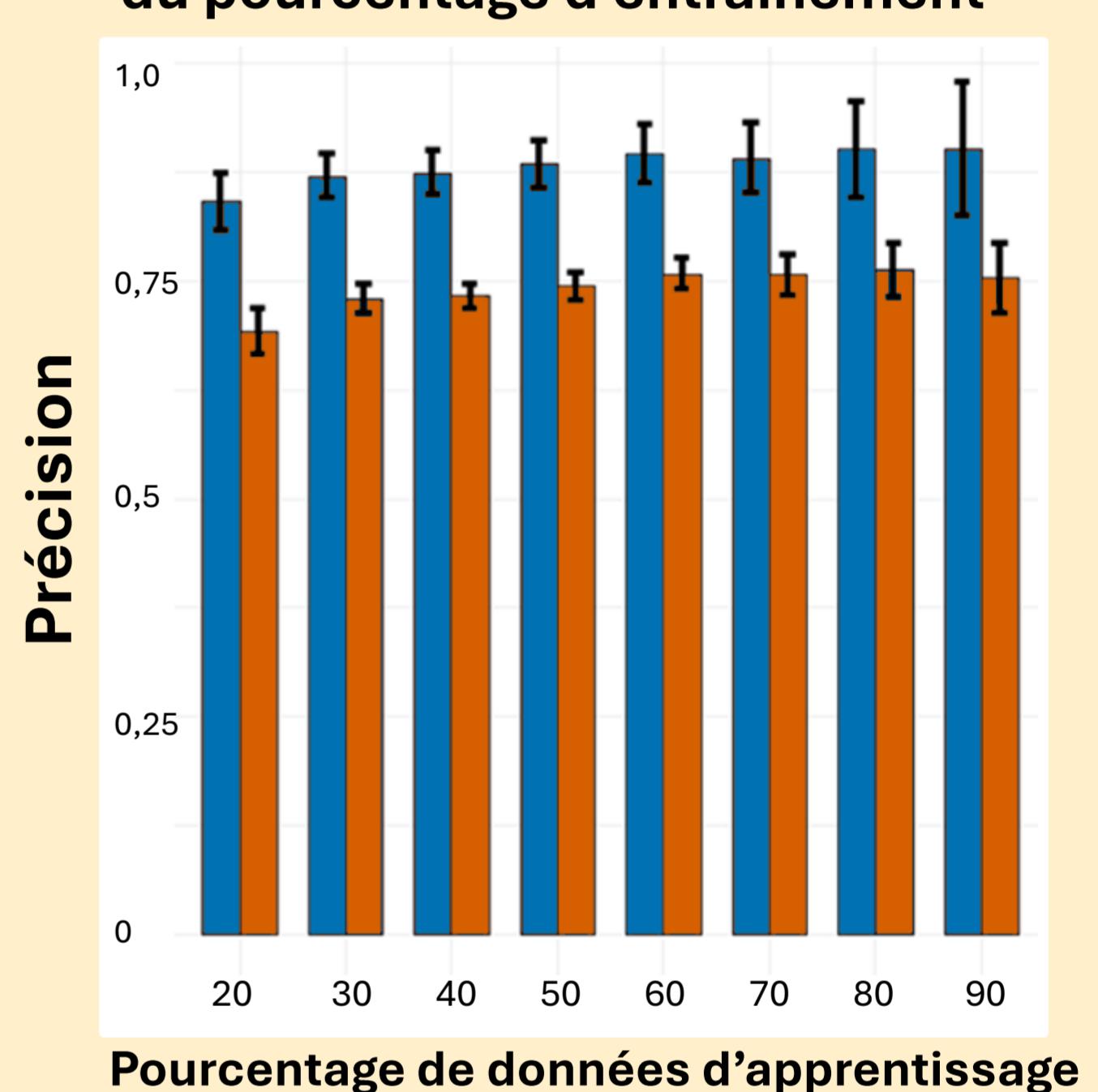
Tableau 3 : Matrice de confusion des positions d'écriture pour l'écriture sans EMG

Prédiction	Référence		
	Position 1	Position 2	Position 3
Position 1	23	2	0
Position 2	1	21	0
Position 3	0	1	24

Tableau 4 : Matrice de confusion des positions d'écriture pour l'écriture avec EMG

Les trois positions d'écriture évaluées correspondent à l'écriture avec le coude à un angle de 0°, 45° et 90°.

Graphique de précision en fonction du pourcentage d'entraînement



Légende : Sans EMG (méthode traditionnelle)
Avec EMG (méthode développée)

4. Conclusions

1 ✓

Il est possible d'analyser l'écriture à partir des signaux EMG à condition d'avoir un protocole optimisé.

2 ✓

La méthode permet d'analyser les postulats fondamentaux de l'écriture sous un nouvel angle, offrant ainsi une nouvelle manière d'interpréter le terme « écriture » comme un geste plutôt qu'un symbole.

3 ✓

La méthode basée sur l'EMG met en évidence des différences de conditions d'écriture qui ne peuvent pas être détectées par les méthodes traditionnelles (3 positions différentes).

5. Perspectives



Long terme

- Étudier différents états (stress, fatigue, douleur)
- Étude sur les maladies neurodégénératives (Parkinson, Alzheimer)



Forensique
Étude sur les effets de substances psychoactives sur l'écriture

Remerciements

Merci à Ahmed Khelifi et Liv Cadola pour leurs précieux conseils. Merci également aux organismes subventionnaires pour leur appui essentiel à ce projet. Un merci particulier à l'UQTR pour la subvention des Fonds de développement académique du réseau (FODAR) en 2024.



Université du Québec
à Trois-Rivières



NSERC
CRSNG



LSSI
Laboratoire
des signaux
et systèmes intégrés



Centre international de

criminologie comparée



GROUPE DE RECHERCHE
SUR LES AFFECTIONS
NEUROMUSCULOSQUELETTIQUES

Références

- Hilton, O. (2001). Some Basic Rules for the Identification of Handwriting. *Journal of the american society of questioned document examiners*, 4(2), 95-100.
Linden, J. (2022). Forensic Examination of Dynamic Signatures [PHD defense, UNIL]. Posted at the University of Lausanne Open Archive.
Chengzhang Li, Zheren Ma, Lin Yao, & Dingguo Zhang. (2013). Improvements on EMG-based handwriting recognition with DTW algorithm. *2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 2144-2147. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2013.6609958>
Shafeiyan, M., & Nougarou, F. (2023). Improving simultaneous and proportional control from EMG signals based on a Two-Stage Regression Structure. *2023 45th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/EMBC40787.2023.10340870>

Compléments

Pour accéder à toutes les sources, les coordonnées des chercheurs ou le mémoire duquel les données sont tirées:

