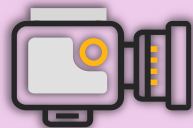
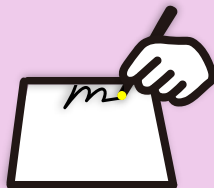


Détection du levé de stylo à partir de vidéos

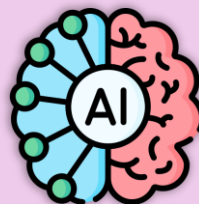
Une preuve de concept pour une analyse enrichie de l'écriture



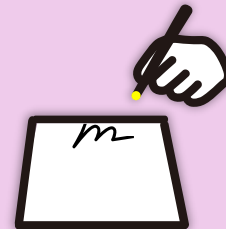
Vidéo vue
de dessus



Suivi de la
pointe du stylo



Classification par
apprentissage
automatique



Détection de
levé de stylo

Analyse de l'écriture manuscrite · Vision par ordinateur · Suivi de stylo · Cinématique · Dysgraphie · Santé numérique

Lauren Sismeiro*,

Rémy Plastres§, Binbin Xu*, Frédéric Puyjarinet*, Gérard Dray*

* EuroMov Digital Health in Motion, Univ Montpellier, IMT Mines Ales, France

§ IMT Mines Ales, France

1 INTRODUCTION

5 à 10 %



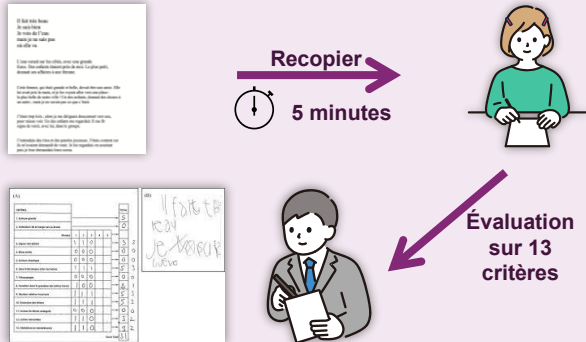
touché par la

DYSGRAPHIE

Contexte

La dysgraphie est un trouble de l'écriture généralement évalué à l'aide de tests statiques tels que le BHK.

Référence Clinique : BHK Test



Charles et al., BHK – Échelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant, 2004.

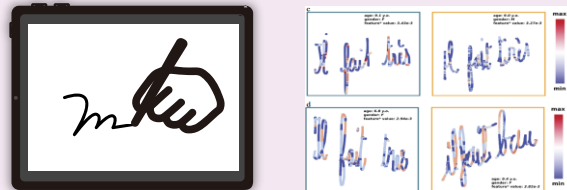
Enjeu

La dynamique du geste fournit des informations importantes sur le processus d'écriture.



Rosenblum et al., The in Air Phenomenon: Temporal and Spatial Correlates of the Handwriting Process, June 2003.

Outil de recherche : Tablette numérique



Limite actuelle

Les tablettes graphiques enregistrent la cinématique du stylo mais perdent le suivi lors des phases de levé.

Gilhodes et al., Traiter des données de langage écrit recueillies avec tablette graphique, 2023.

Approche

Exploiter l'analyse vidéo pour observer les mouvements du stylo en l'air.



Objectif

Détecter automatiquement les levés de stylo à partir des données vidéo.

Question de recherche

La vidéo permet-elle d'identifier de manière fiable les levés de stylo afin de compléter les données des tablettes graphiques lors des phases hors contact ?

2 MÉTHODE

2.1 Dataset



5 vidéos YouTube • (1080p, 30 fps)

• DorufaVSArt, <https://www.youtube.com/@DorufaVSArt>

Annotation

13 507 images

28.7% de *Pen-Up*

3 annotateurs :



2.2 Métrique d'évaluation

Score F_2 privilégié

✓ Priorité au rappel *(Recall)*

✓ Moins de FN *(Faux Négatifs)*

→ Adapté au dépistage

✓ Conditions d'écriture variées : styles (cursive / script), stylos (fin / épais, encre bleu / noir), supports (interligne variable)

2.3 Chaîne de traitement hybride en quatre étapes

Étape 1

Localiser automatiquement la pointe du stylo dans chaque image.

Étape 2

Transformer la trajectoire en variables descriptives du mouvement.

Étape 3

Estimer la probabilité de contact du stylo à chaque instant.

Étape 4

Convertir les probabilités instantanées en événements cohérents.

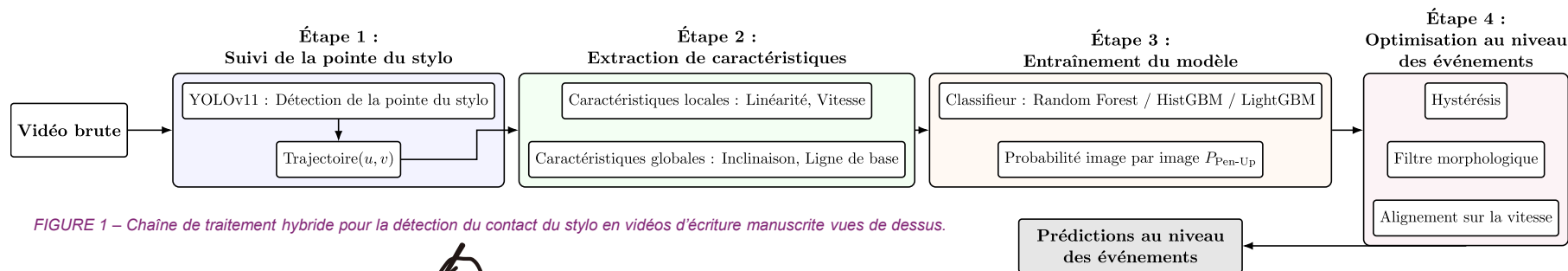


FIGURE 1 – Chaîne de traitement hybride pour la détection du contact du stylo en vidéos d'écriture manuscrite vues de dessus.



3 RÉSULTATS

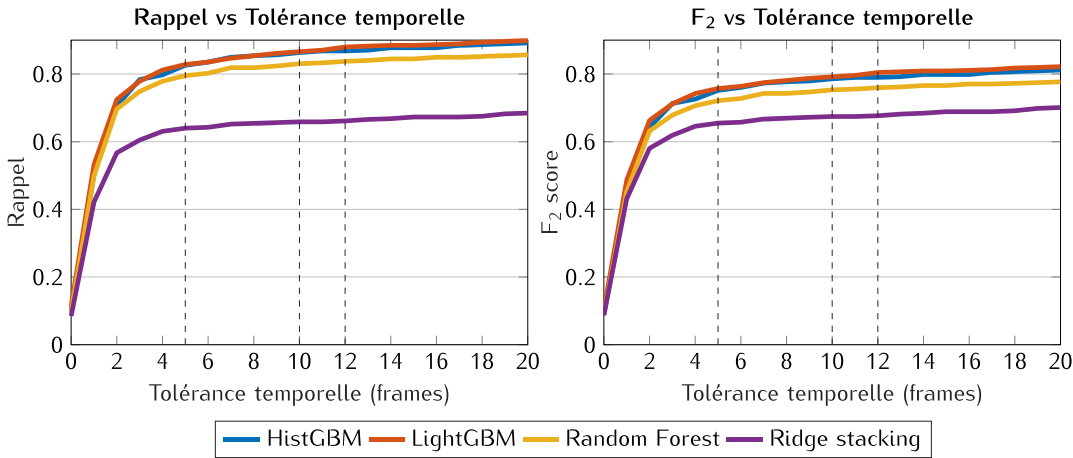
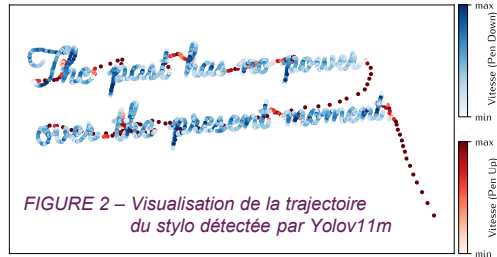


FIGURE 3 – Rappel et Score F_2 en fonction de la tolérance pour les quatre modèles évalués.

À une **tolérance temporelle de 12 frames**

(≈ 400 ms $\approx$ ordre de grandeur des pauses en écriture),

Pascual et al., In a split second: Handwriting pauses in typical and struggling writers, 2023.

LightGBM atteint : Rappel = 0,880 et F_2 = 0,805.

TABLE I – Performances au niveau de l'événement (classe *Pen-Up*) à des tolérances temporelles de 5, 10 et 12 images (Moyenne $\pm$ demi-largeur de l'IC95 %)

Model	Tol.	Recall	Precision	F_2
Random Forest	5	0.795 ± 0.145	0.526 ± 0.356	0.721 ± 0.175
	10	0.831 ± 0.159	0.549 ± 0.356	0.753 ± 0.159
	12	0.838 ± 0.159	0.554 ± 0.355	0.760 ± 0.164
HistGBM	5	0.826 ± 0.070	0.553 ± 0.343	0.752 ± 0.097
	10	0.864 ± 0.105	0.578 ± 0.339	0.786 ± 0.088
	12	0.868 ± 0.105	0.581 ± 0.339	0.790 ± 0.091
LightGBM	5	0.828 ± 0.079	0.564 ± 0.316	0.757 ± 0.122
	10	0.866 ± 0.072	0.590 ± 0.311	0.792 ± 0.112
	12	0.880 ± 0.067	0.599 ± 0.297	0.805 ± 0.080
Ridge stacking	5	0.640 ± 0.256	0.723 ± 0.309	0.655 ± 0.248
	10	0.659 ± 0.256	0.745 ± 0.289	0.674 ± 0.243
	12	0.661 ± 0.258	0.747 ± 0.289	0.677 ± 0.246



4 DISCUSSION

- ✓ Preuve de concept validée pour la détection des **Pen-Up** en vidéo.
- ✓ Descripteurs cinématiques interprétables cliniquement.

Limites

- X Jeu de données limité → généralisation à confirmer.
- X Caméra monoculaire → absence d'information de profondeur (hauteur du stylo non observable).

Perspectives

Acquisition multi-vues et reconstruction 3D du mouvement du stylo.

Projet AVIAREPTE

2 caméras
38 participants

Envie d'en savoir davantage ?

Detecting Pen-In-Air States from Video: A Proof-of-Concept Toward Complementary Handwriting Analysis

Lauren Sismeiro¹, Rémy Plastre², Binbin Xu³, Frédéric Puyjarinet², Gérard Dray²

¹EuroMov Digital Health in Motion, Univ Montpellier, IMT Mines Ales, France
²IMT Mines Ales, France

lauren.sismeiro@mines-ales.fr, remy.plastre@mines-ales.org

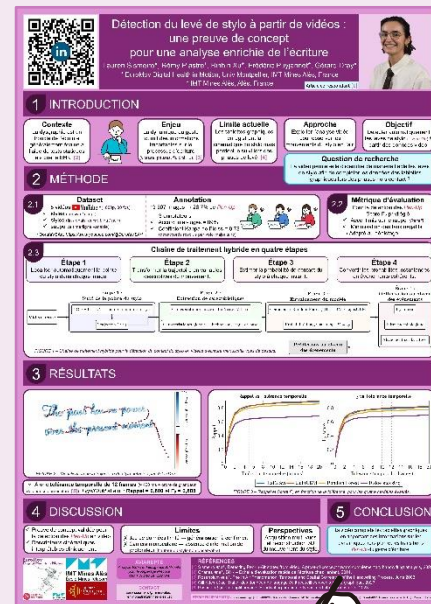


Poster exposé à PFIA
APIA + RCJIA



5 CONCLUSION

La vidéo complète les tablettes graphiques en apportant des informations sur les dynamiques hors-plan et les transitions **Pen-Up** du geste d'écriture.



Article correspondant acceptée à IEEE-ICCTA 2026, version *Preprint* déjà disponible sur arXiv.

Merci de votre attention ! *Questions & Discussion ?*



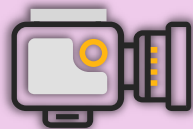
Lauren Sismeiro

lauren.sismeiro@mines-ales.fr

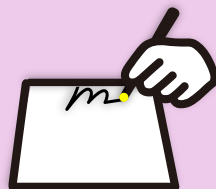


Article : « *Detecting Pen-In-Air States from Video: A Proof-of-Concept Toward Complementary Handwriting Analysis* »

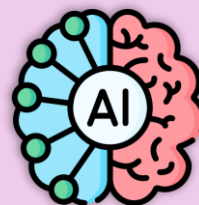
Analyse de l'écriture manuscrite · Vision par ordinateur · Suivi de stylo · Cinématique · Dysgraphie · Santé numérique



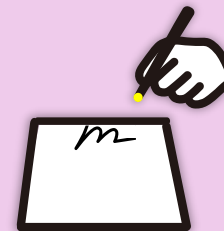
**Vidéo vue
de dessus**



**Suivi de la
pointe du stylo**



**Classification par
apprentissage
automatique**



**Détection de
levé de stylo**

Lauren Sismeiro*,

Rémy Plastres§, Binbin Xu*, Frédéric Puyjarinet*, Gérard Dray*

* EuroMov Digital Health in Motion, Univ Montpellier, IMT Mines Ales, France

§ IMT Mines Ales, France