

Évaluation des mouvements faciaux basée sur la détection d'anomalies

Olga POLEZHAEVA stagiaire Master 2

Encadrement : Eder-A., RODRIGUEZ-M. et Stéphanie DAKPE

UR 7516 Laboratoire CHIMERE – Université de Picardie Jules Verne

Journée Santé & IA 28 juin 2022



Contexte



D'un point de vue clinique, l'analyse des mouvements faciaux est essentielle pour assurer un suivi efficace des patients dans le cadre des réhabilitations faciales.



L'évaluation des troubles de la mobilité faciale dans majorité de cas restent subjectives par rapport à l'expérience du clinicien.



Objectif

Quantifier et détecter les anomalies au visage lors du sourire.



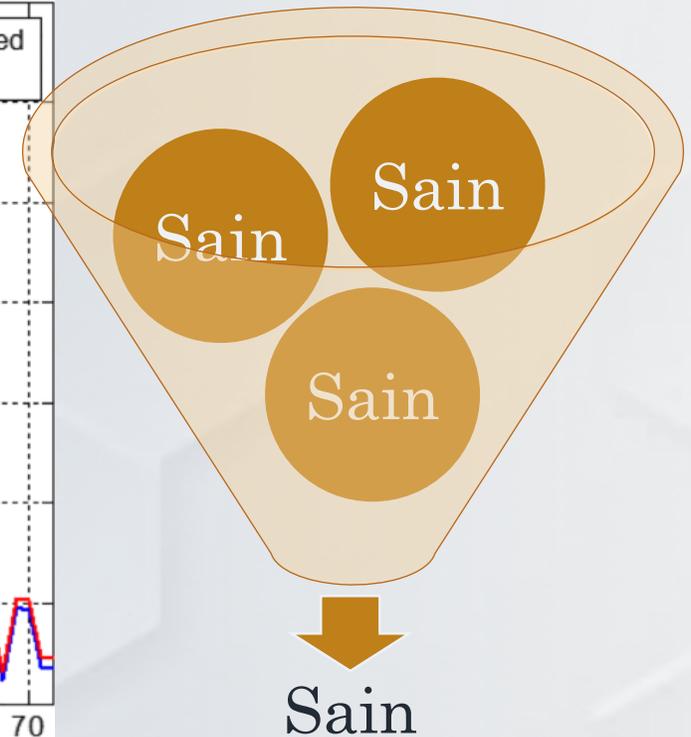
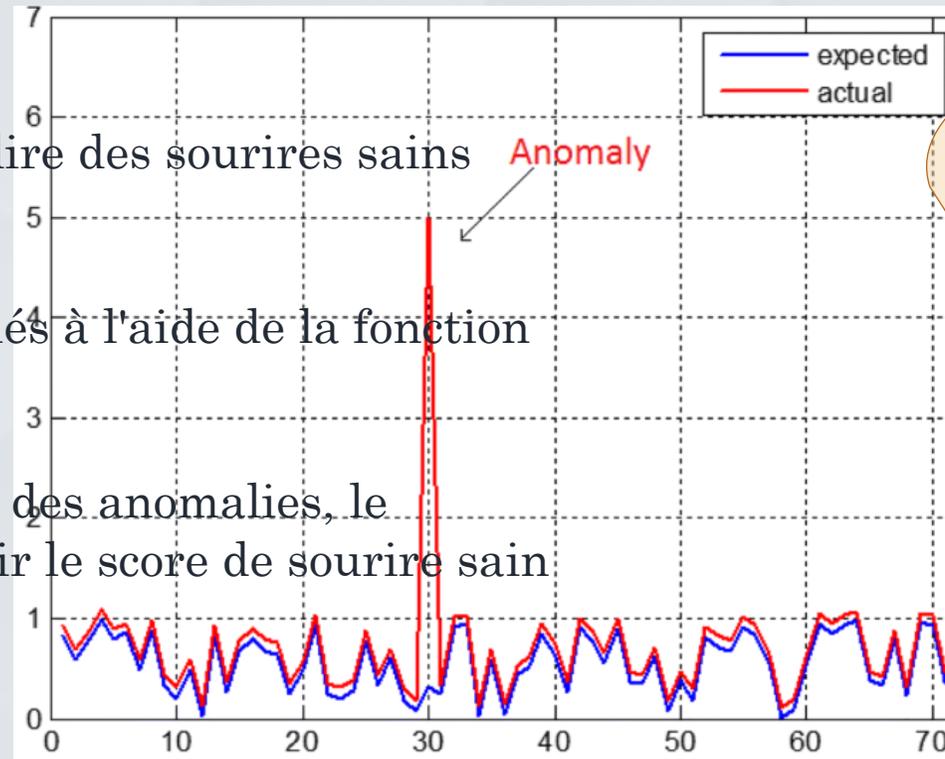
Stratégie

Utiliser la technique de prévision pour détecter les anomalies.

Le modèle est formé pour prédire des sourires sains chez des volontaires sains.

Les sourires de test sont évalués à l'aide de la fonction d'erreur (RMSE)

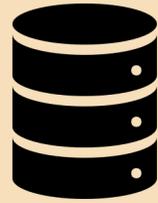
Selon la stratégie de détection des anomalies, le meilleur modèle devrait obtenir le score de sourire sain le plus bas.



Etapes



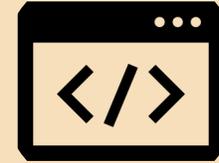
Datasets



Traitement
des données



Modèle
d'AP



Résultats



Bases de données



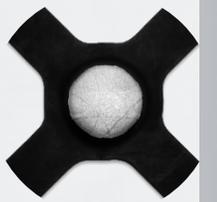
Pose des 105 marqueurs sur la face à l'aide d'un masque perforé

Réalisation d'une gouttière maxillaire servant de référentiel fixe

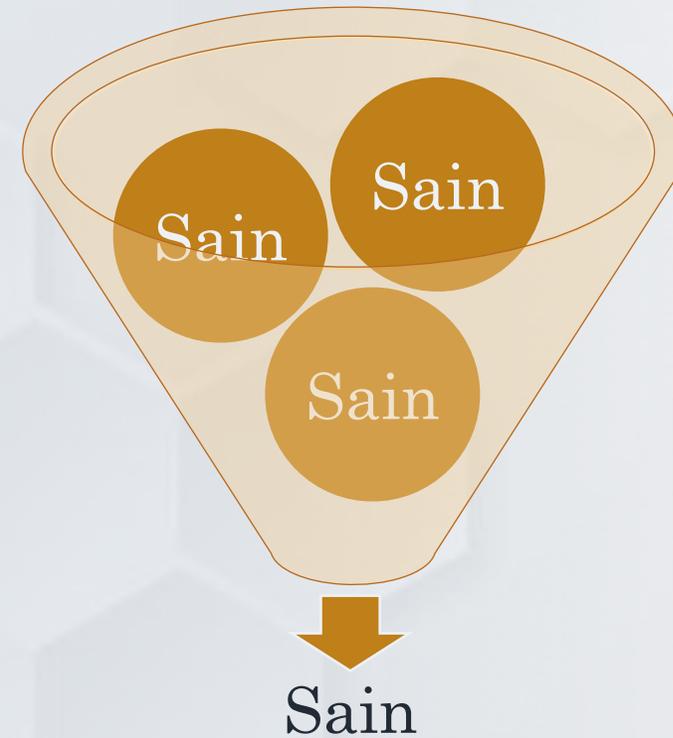
Plateforme capture de mouvement. 10 caméras optoélectroniques et une caméra RGB (Vicon)



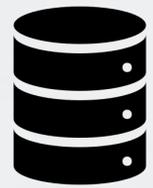
Bases de données



	Sains	Pathologiques
Entraînement	25	0
Validation	7	0
Test	4	9



Traitement des données

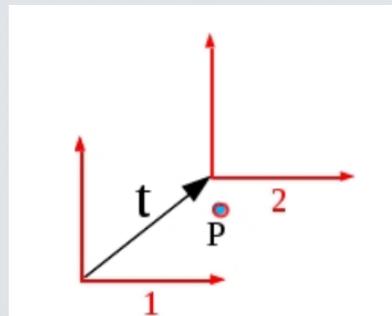


1. Une transformation homogène

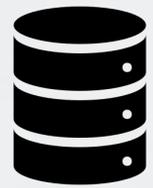
- Cette transformation ne tient pas compte de la translation et de la rotation de la tête, donc les mouvements du visage sont suivis avec précision

$$H\mathbf{P}' = H\mathbf{M}_W {}^W\mathbf{P}'$$

où \mathbf{P}' est la coordonnée homogène de P , $H\mathbf{M}_W$ est la matrice de transformation, est appliqué afin d'exprimer P dans H c'est-à-dire $H\mathbf{P}$.

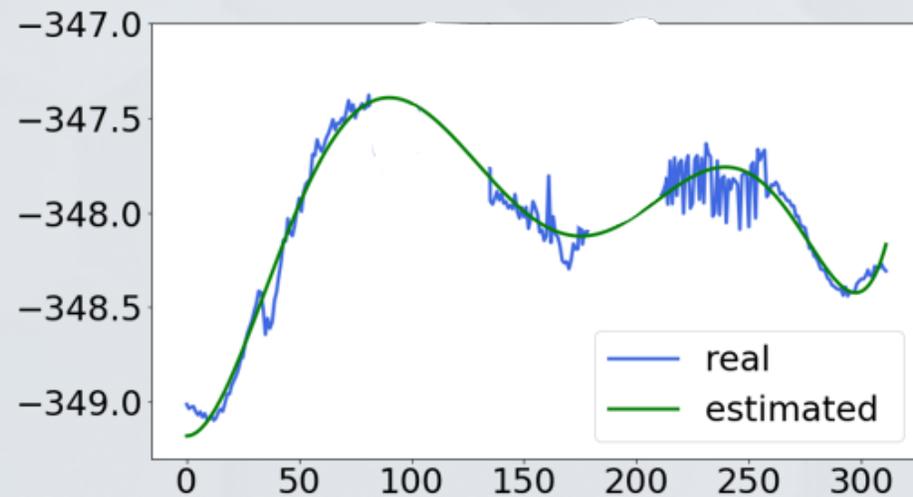


Traitement des données

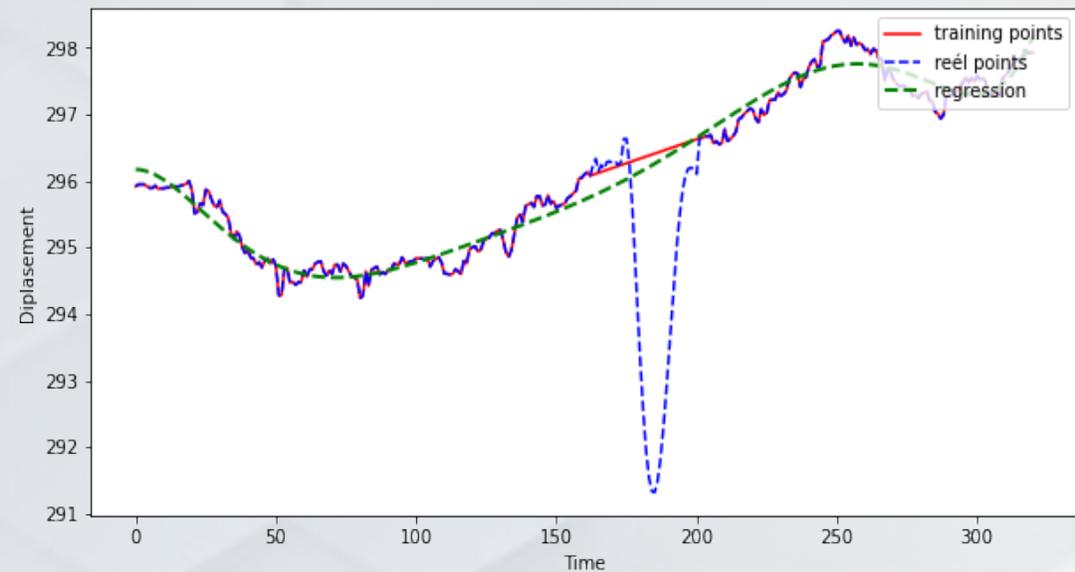


2. Régression linéaire

$$\hat{y} = \sum_i w_i x_i + b_0$$



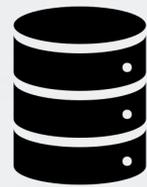
Estimer les données manquantes



Enlever les valeurs anormaux

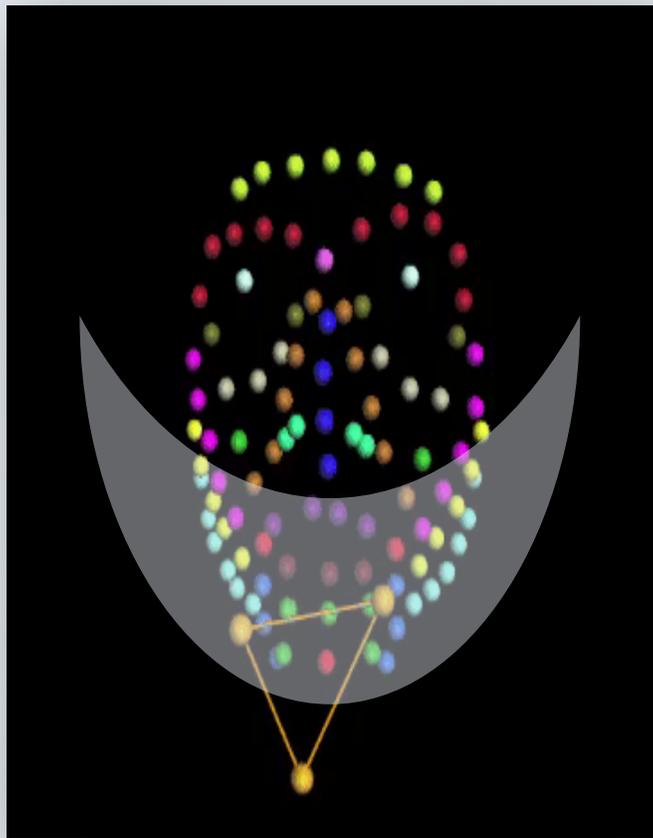


Traitement des données

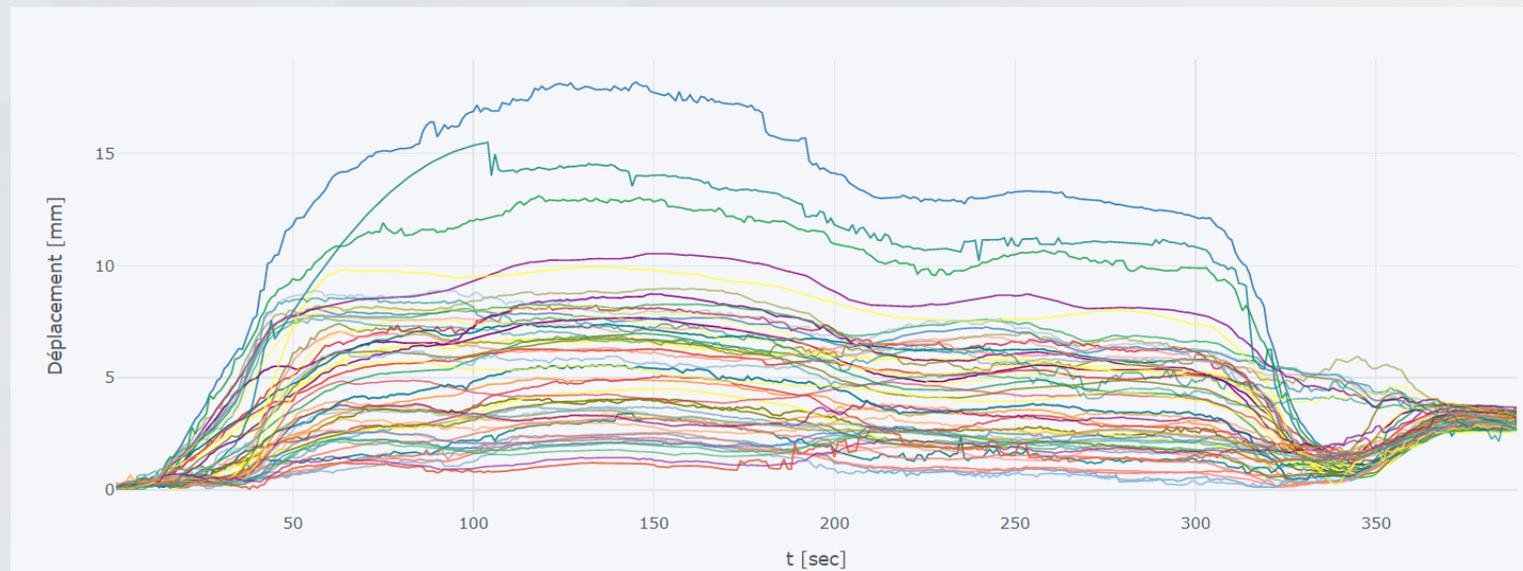


3. Transformation de déplacement

$$D(P_j(t)) = \|P_j(0) - P_j(t)\|$$



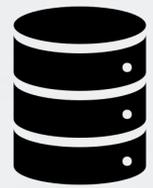
Trajectoire 3d des marqueurs
(coordonnés p1, p2, p3)



Déplacement des marqueurs de zone buccale



Traitement des données



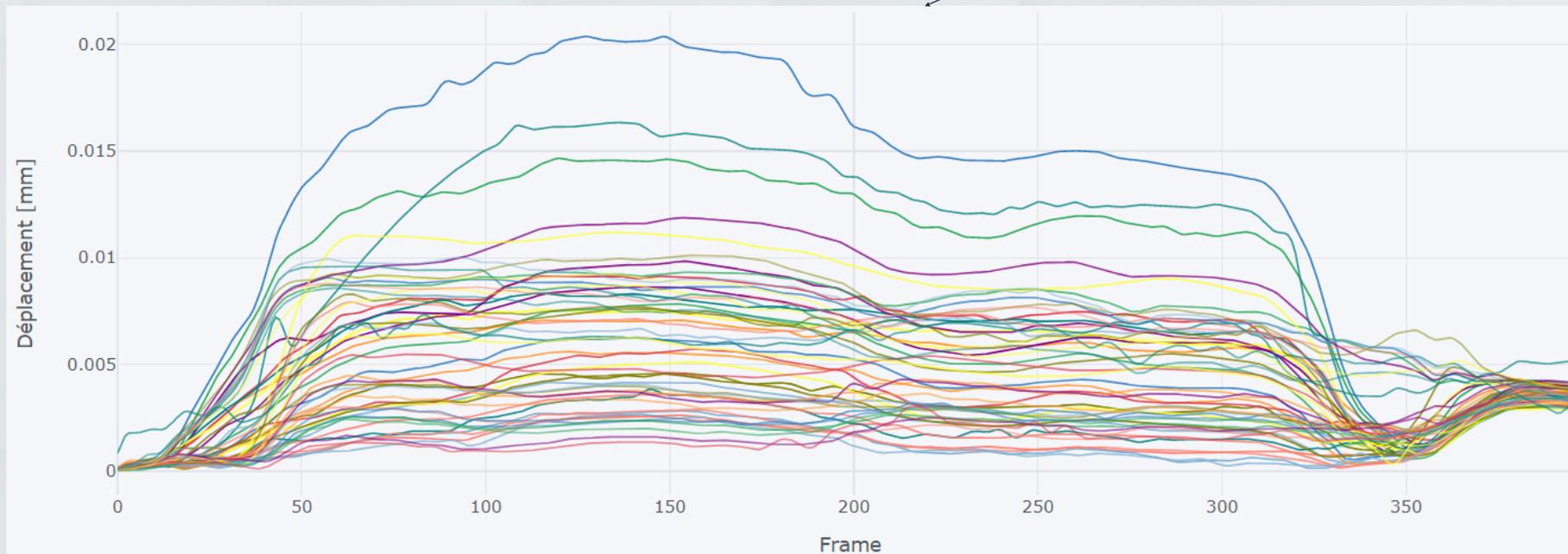
4. Filtration

Filtre **Butterworth** passe-bande ($n = 4$; $\omega = 15$ Hz)

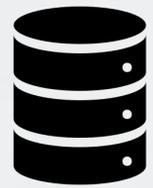
$$G_n(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega/\omega_c)^{2n}}}$$

5. Transformation d'échelle

$$S(D(P_j)) = D(P_j) / \max(D(P), D(P_j))$$

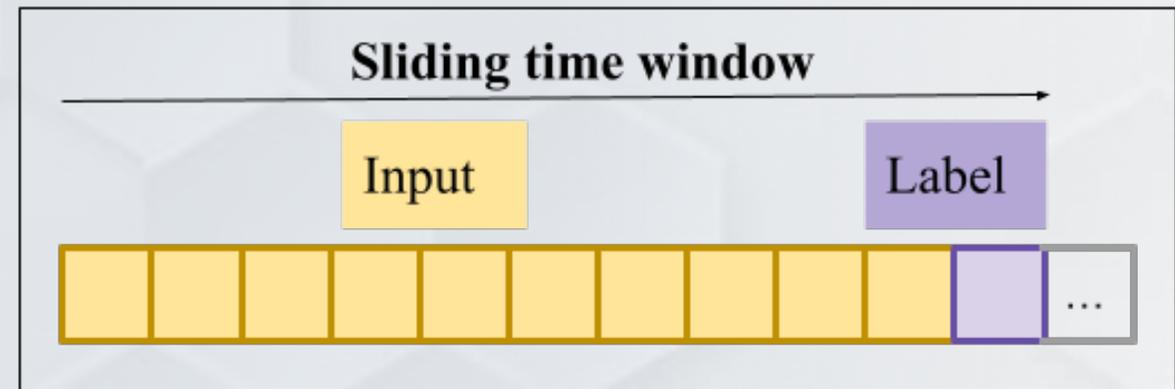


Traitement des données



6. Fenêtres glissantes

- Le processus de fenêtrage consiste à créer un paquet d'entrées et de cibles en faisant glisser une fenêtre sur un vecteur
- Taille de fenêtre = taille d'entrée + taille cible, (où : taille d'entrée = 10 et taille cible = 1)



Fenêtre glissante



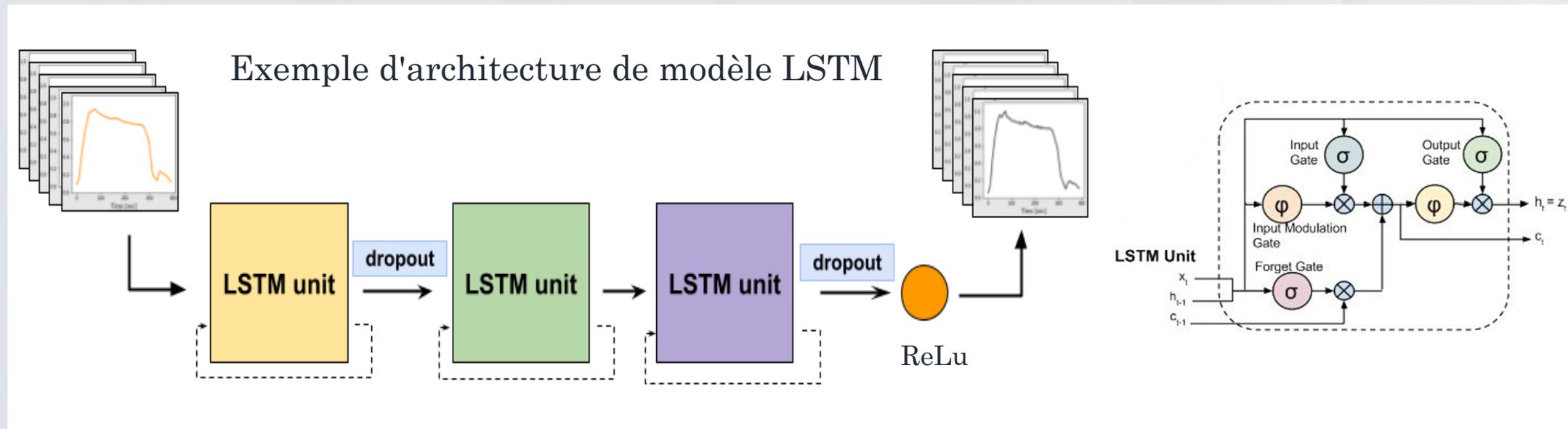


Baseline

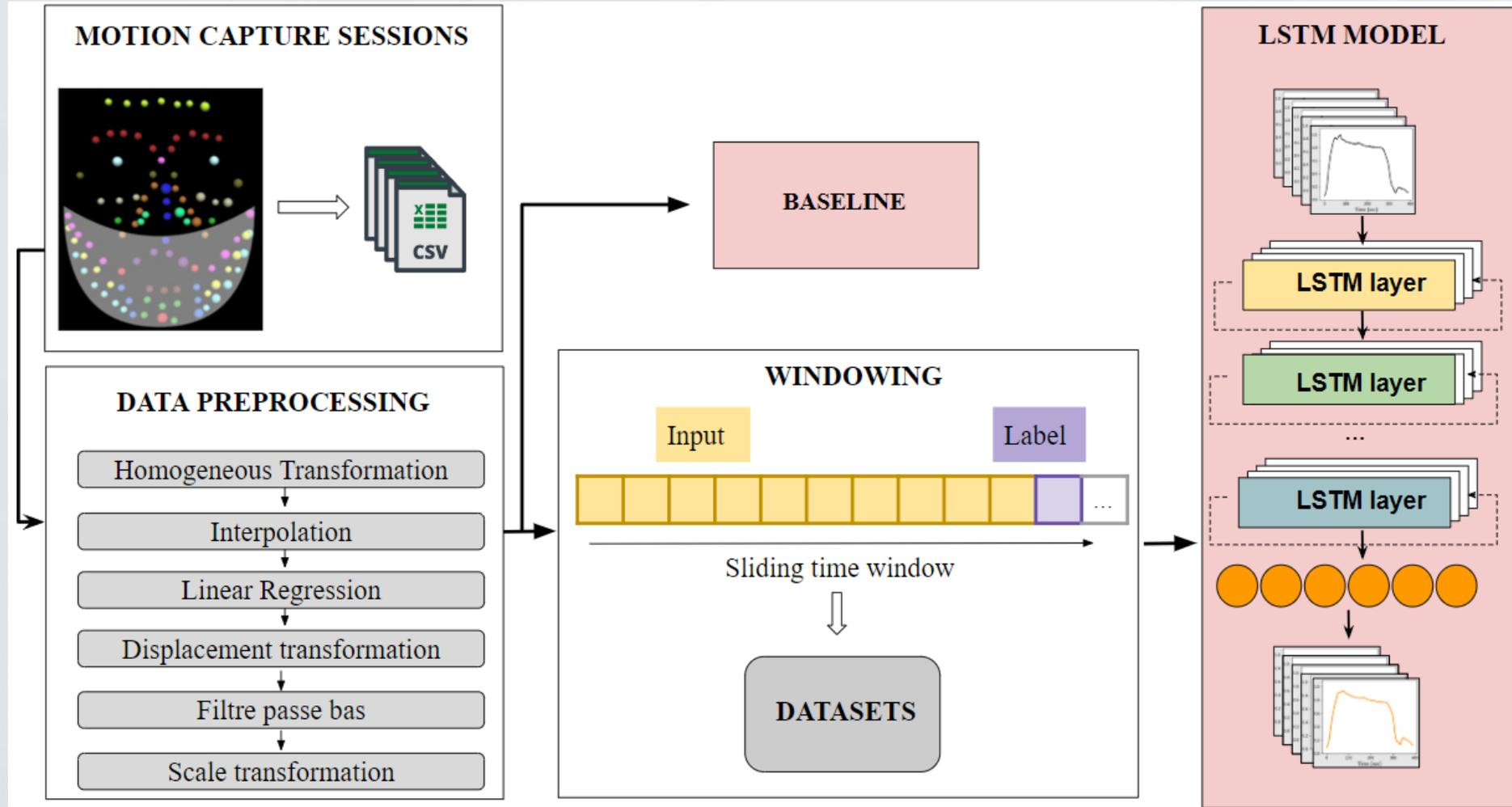
Un sourire constant qui est égal à la moyenne du déplacement mis à l'échelle du marqueur

$$B(P) = \frac{1}{n} \sum S(D(P))$$

Modèle LSTM



« Pipeline »



Expérience



5 modèles LSTM

Taille d'entrée : 52×11×400

Couches cachées : de 1 à 5

Unités cachées : 30

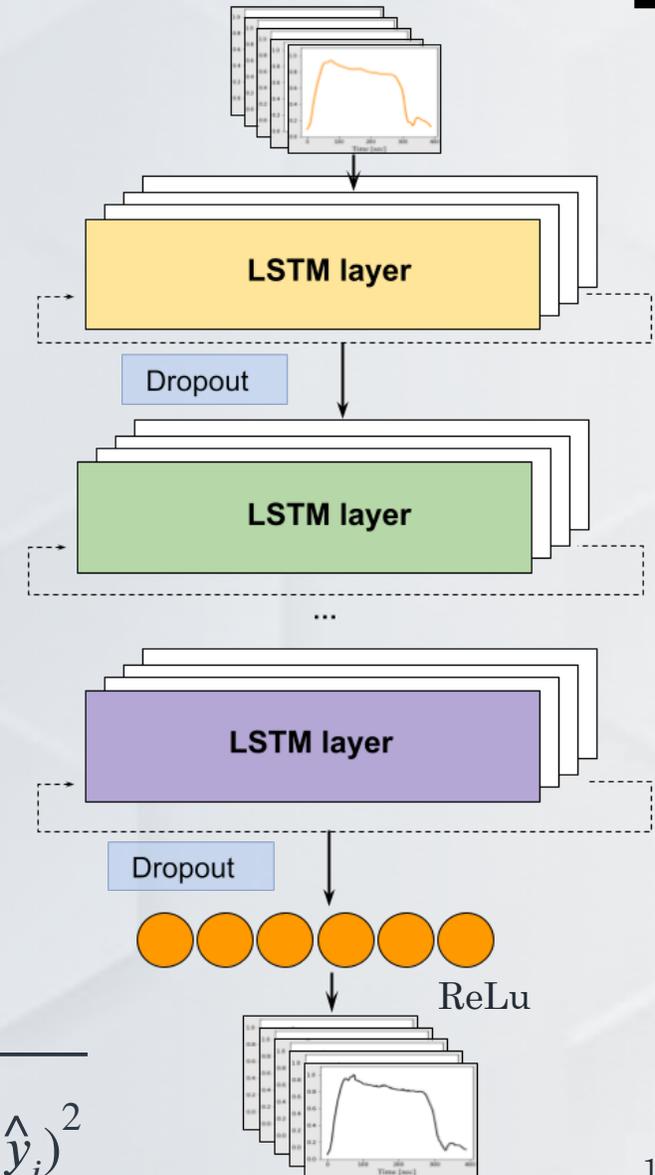
Optimisateur : Adam

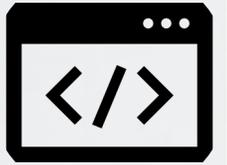
Dropout : rate = 0.1

Activation : ReLu

Loss : Mean Squared Error : $Loss(y, \hat{y}) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N |y - \hat{y}_i|$

Metrics : Root Mean Squared Error : $RMSE(y, \hat{y}) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (y - \hat{y}_i)^2}$

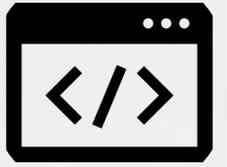




RMSE score de la base des données



Résultats



Ecart-type de LSTM-3

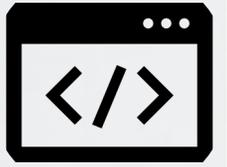
Training	Validation	S-Test	P-Test
0.0119	0.0274	0.0174	0.0362

Valeurs RMSE obtenues pour la base de données de test.

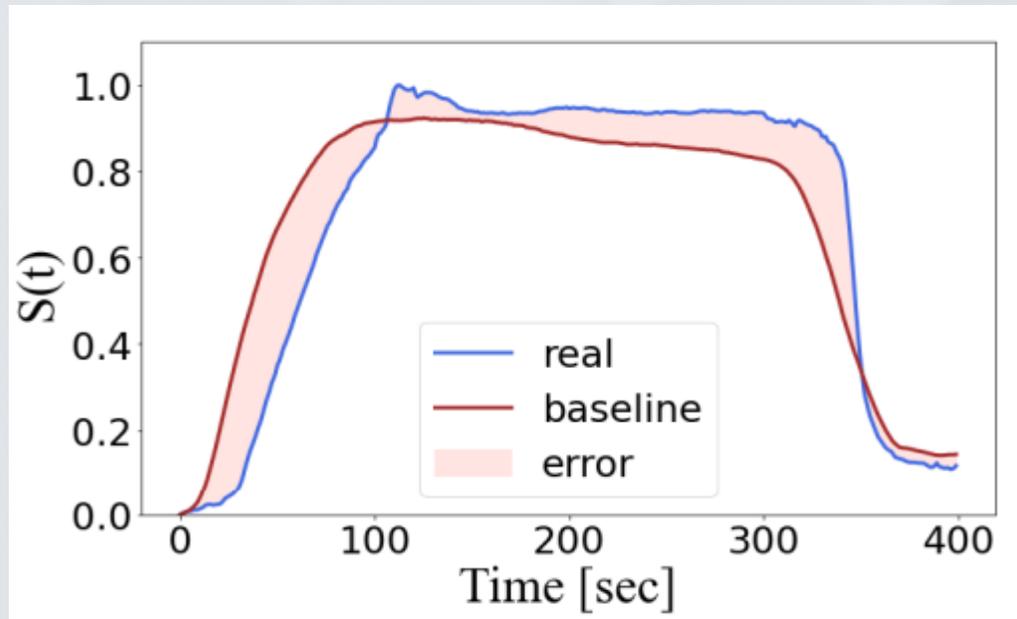
Sourire	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4	P - 1	P - 2	P - 3
LSTM - 3	0.0454	0.0398	0.0327	0.0338	0.0895	0.0976	0.0625
Baseline	0.163	0.103	0.092	0.11	0.168	0.202	0.142



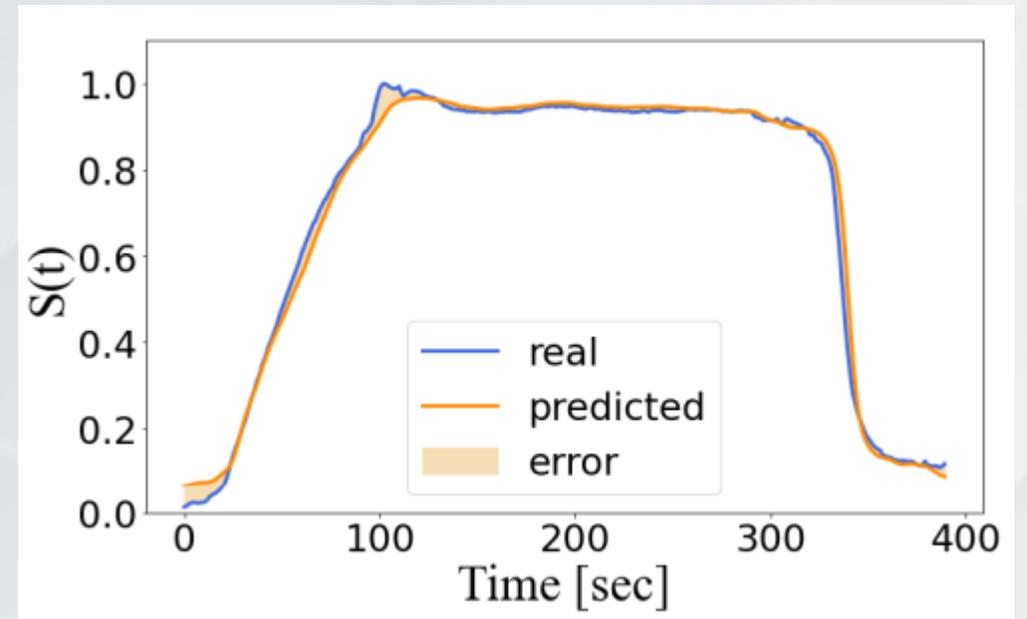
Résultats



Baseline



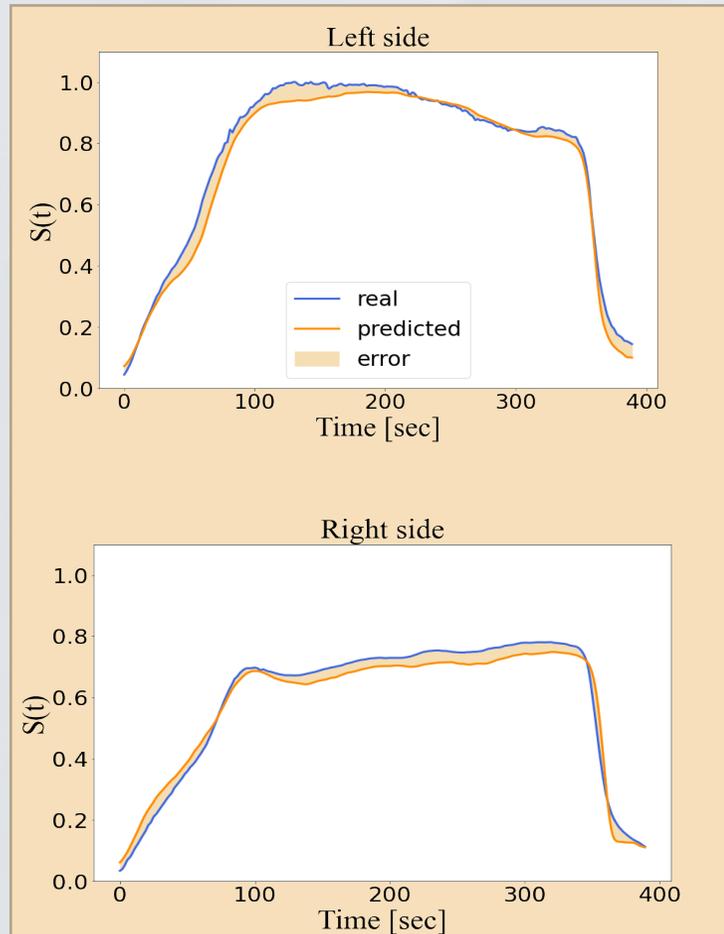
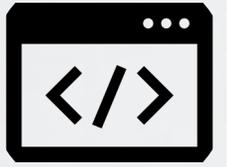
LSTM - 3



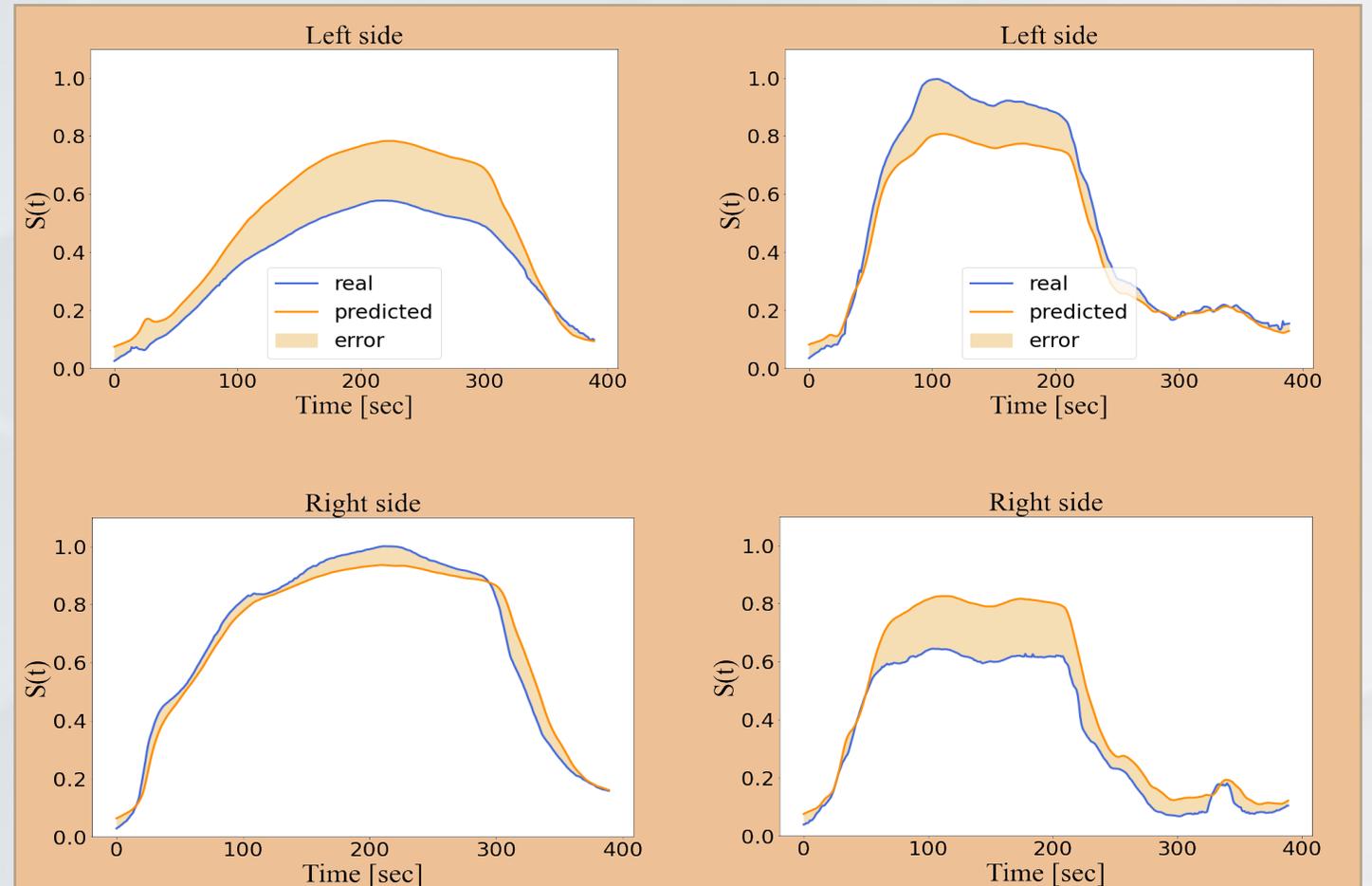
Prédictions du marqueur de la commissure buccale gauche sur le jeu de données de test



Résultats



(a) Volontaire sain

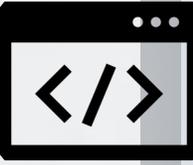


(b) Sujets pathologiques

Évaluation LSTM-3 des marqueurs de la commissure orale sur l'ensemble de données de test



Conclusion



Similaire aux diagnostics cliniques, le meilleur modèle donne le score plus élevé aux sourires pathologiques que aux sourires sains

Le modèle a appris à prédire des sourires symétriques pendant l'entraînement (caractéristique de sourires sains).

Le modèle peut être utilisée pour évaluer d'un patient pendant la période de rééducation



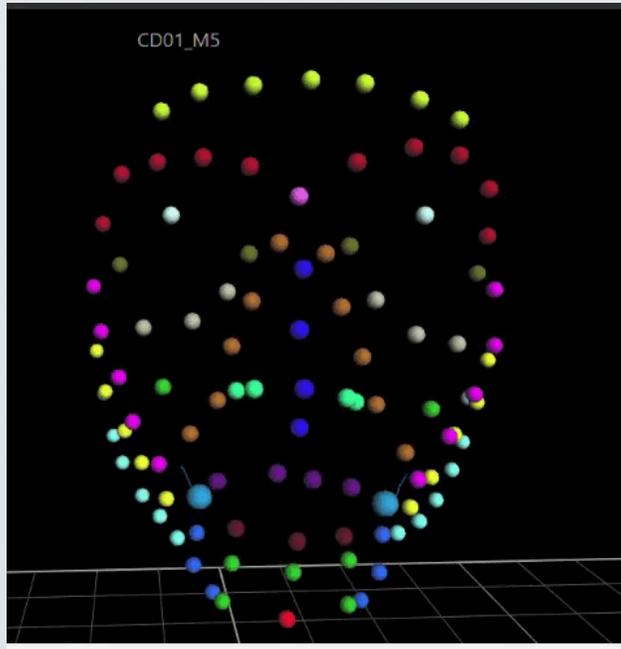
Limite



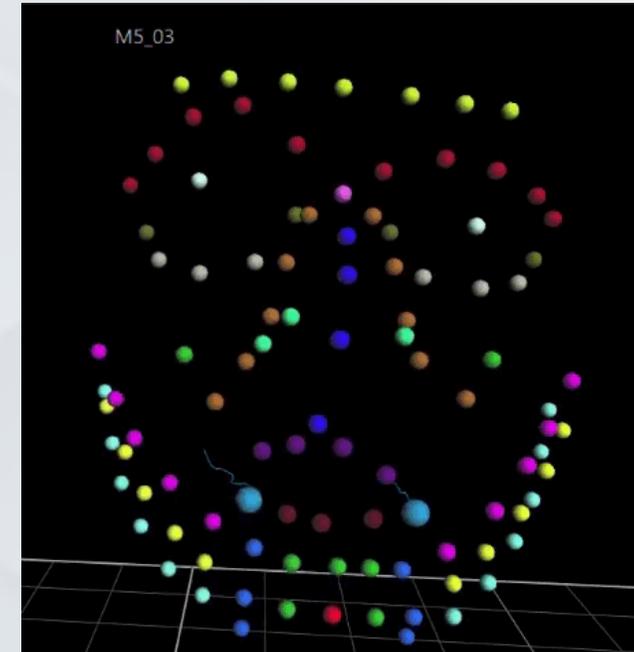
- Le transformation de déplacement ne suivi pas la direction du mouvement;



- On ne peut pas mettre en évidence la côté le plus pathologique



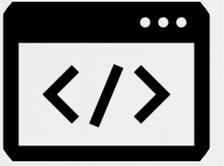
(a) Volontaire sain



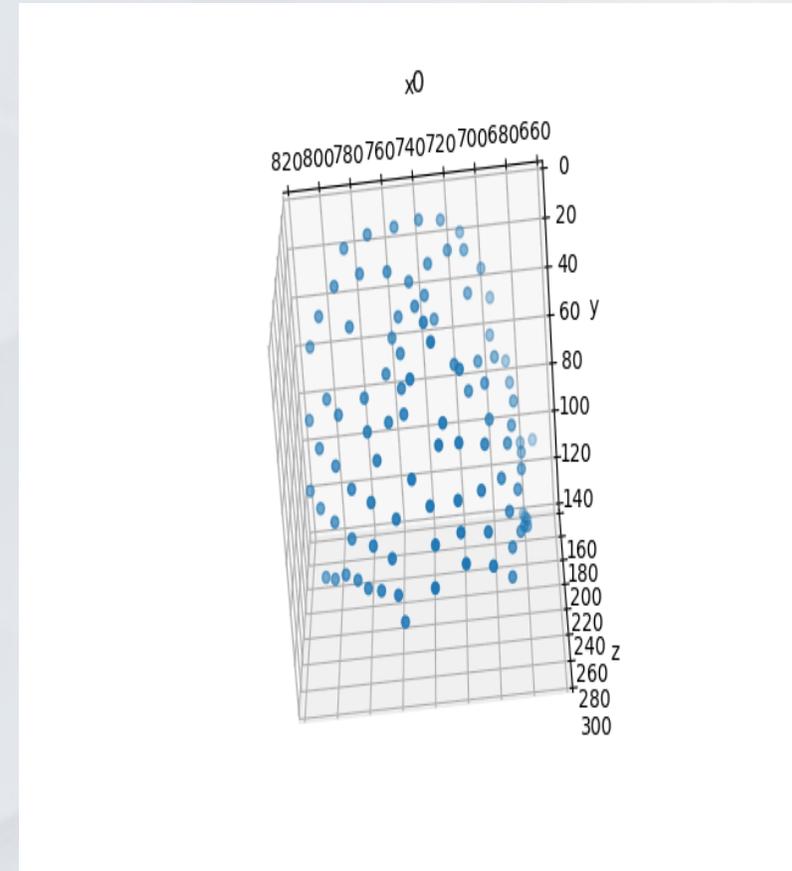
(b) Sujets pathologiques



Solution proposé



- Développer un modèle d'AP pour détecter les anomalies en utilisant les coordonnées 3D
- Augmentation des données



**Merci de votre attention !
Avez-vous des questions ?**



Références bibliographiques

- ADOLPHS N., HABERL E.-J., LIU W., KEEVE E., MENNEKING H. & HOFFMEISTER B. (2014). Virtual planning for craniomaxillofacial surgery—7 years of experience. *Journal of CranioMaxillofacial Surgery*, 42(5), e289–e295.
- SARHAN F.-R. (2017). Quantification des mouvements de la mimique faciale par motion capture sur une population de volontaires sains. PhD thesis, Compiègne.
- SARHAN F.-R., MANSOUR K. B., GODARD C., NEIVA C., DEVAUCHELLE B., MARIN F. & DAKPE S. (2016). Validation d'un protocole d'analyse quantifiée des mouvements de la mimique faciale. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 46(4-5), 280.
- SARHAN F.-R., MANSOUR K. B., NEIVA C., GODARD C., DEVAUCHELLE B., MARIN F. & DAKPÉ S. (2015). Apports d'une plateforme d'analyse du mouvement dans l'évaluation et la rééducation des atteintes de la mimique faciale. *Kinésithérapie, la Revue*, 15(158), 30–31.

