

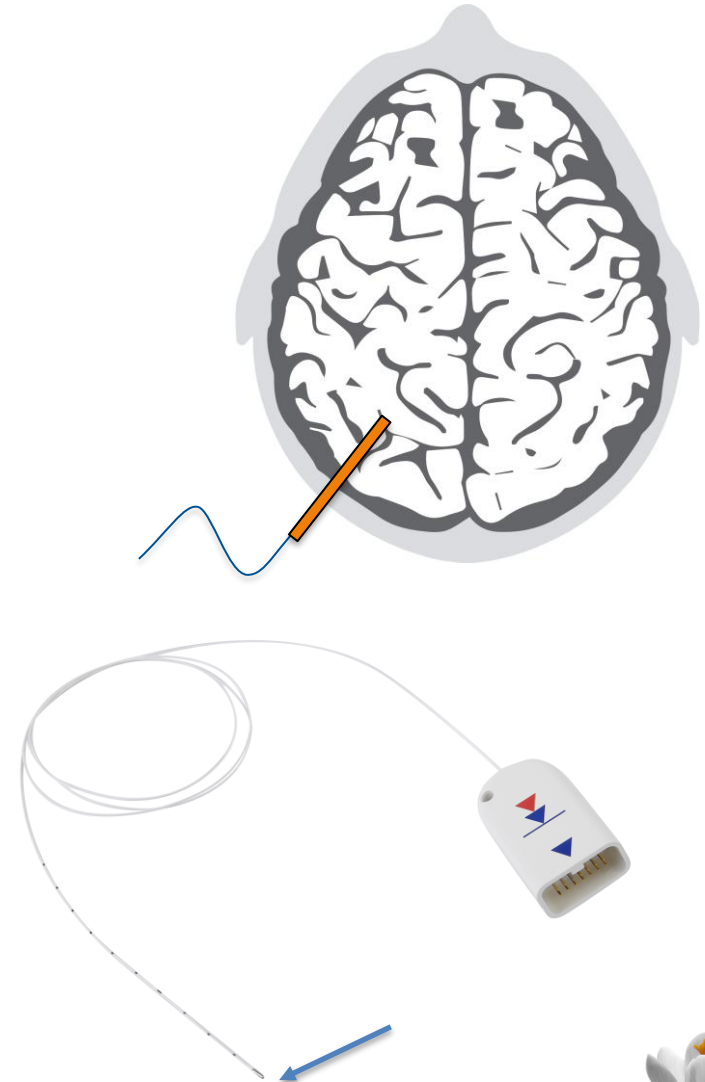


**Détection automatique des pics
d'un signal de pression
intracrânienne : comparaison
d'algorithmes combinant
apprentissage profond et fonction
de courbure**

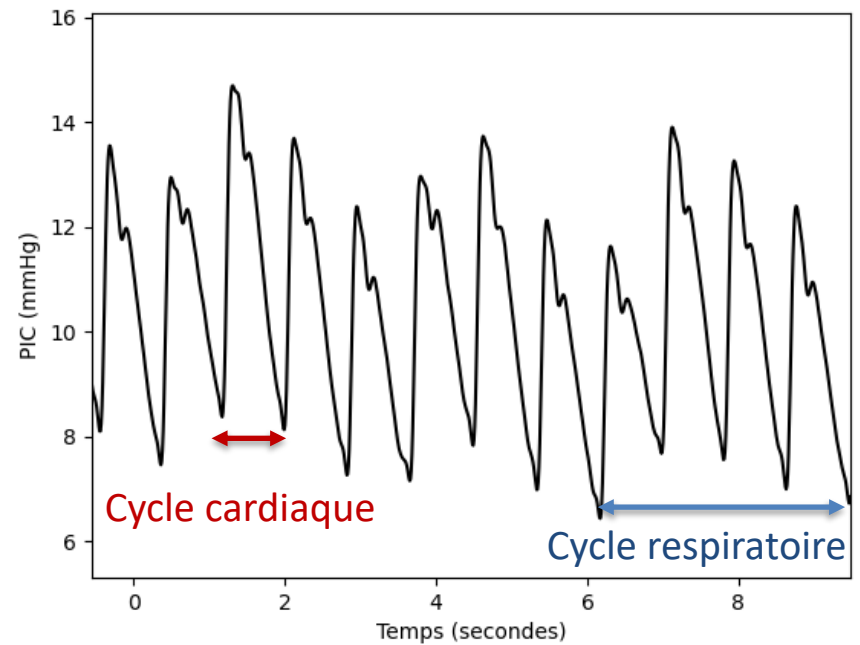
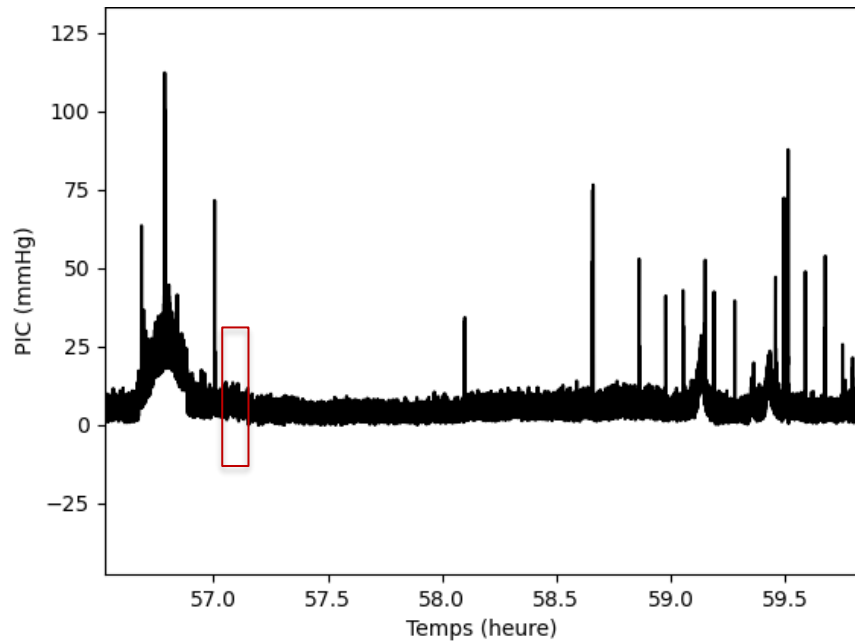
Donatien Legé, Marion Prud'homme, Julien Henriet

Mesure de la pression intracrânienne (PIC)

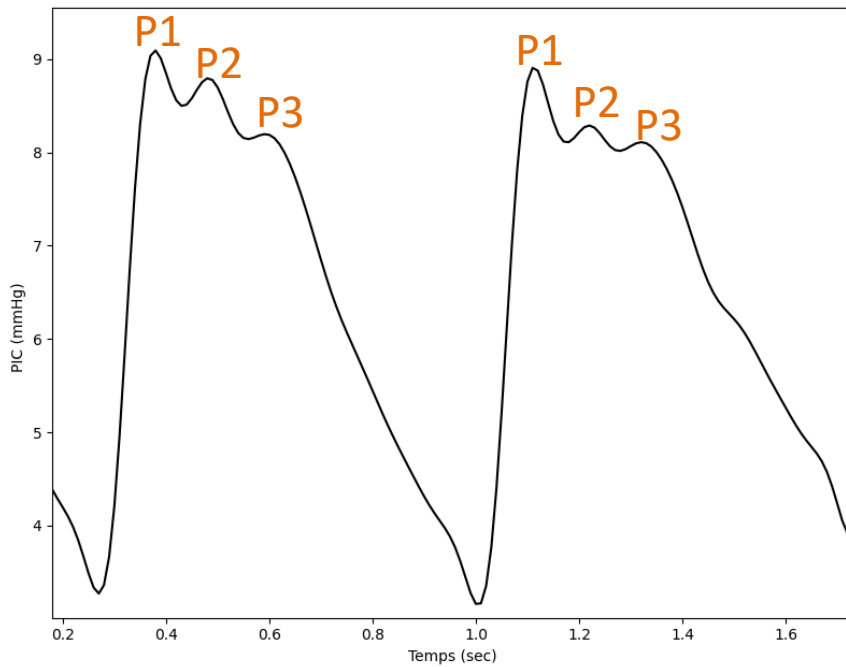
- Due à la présence de différents volumes (sang, parenchyme, LCS) au sein d'un espace clos
- Mesurée de façon invasive en soins intensifs (traumatismes crâniens...)
- Hypertension au-delà de 20mmHg



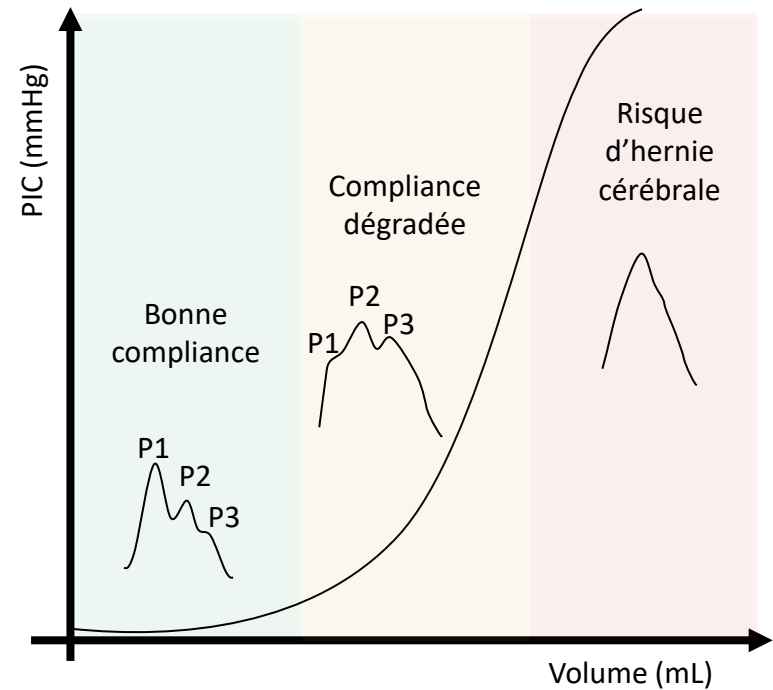
Morphologie du signal de PIC



Ratio P1/P2 et compliance cérébrale



$P1 > P2 \rightarrow$ PIC robuste aux changements de volume

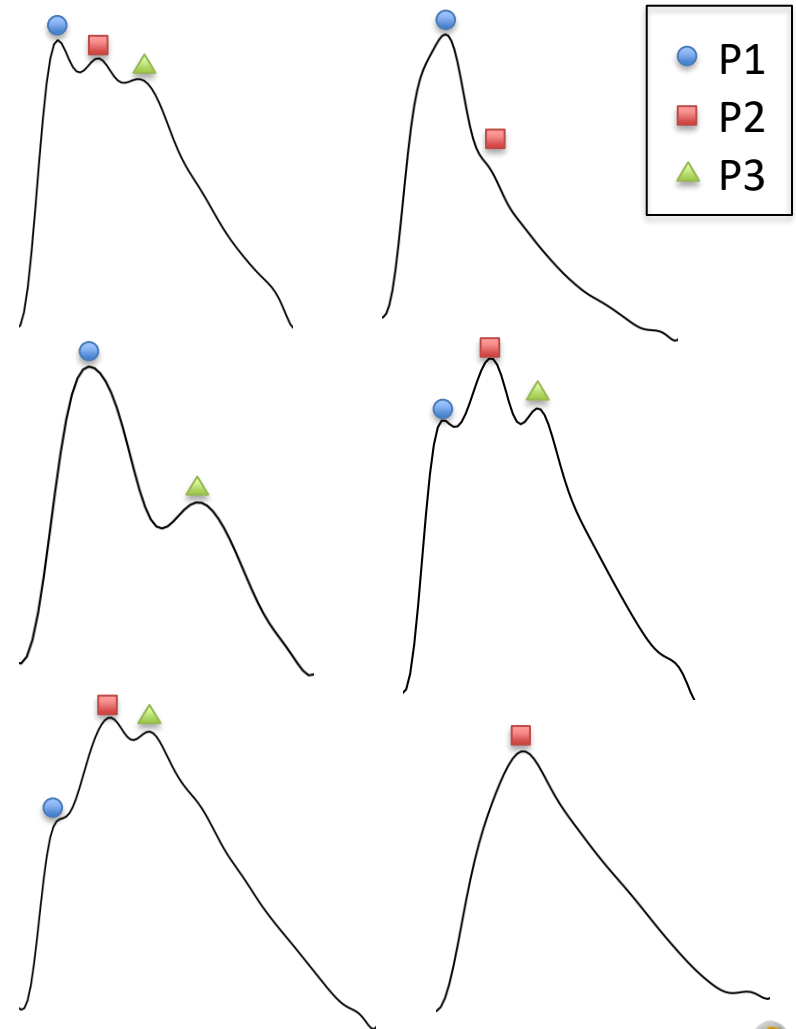


$P1 < P2 \rightarrow$ PIC sensible aux changements de volume



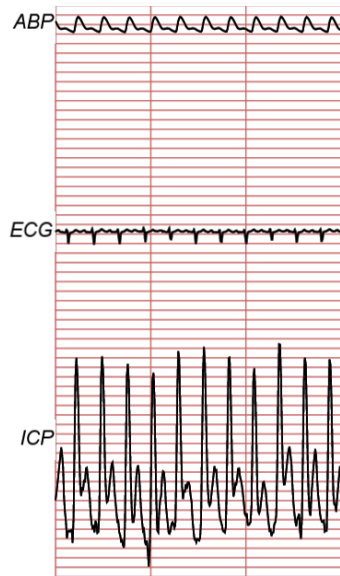
Caractéristiques des pics P1 et P2

- Grande variabilité des pulsations
- Besoin de la succession des pics pour être identifiés
- Potentielle absence d'un ou plusieurs pics



Analyses morphologiques existantes

Identification à l'aide d'un signal
auxiliaire (pression artérielle ou ECG)

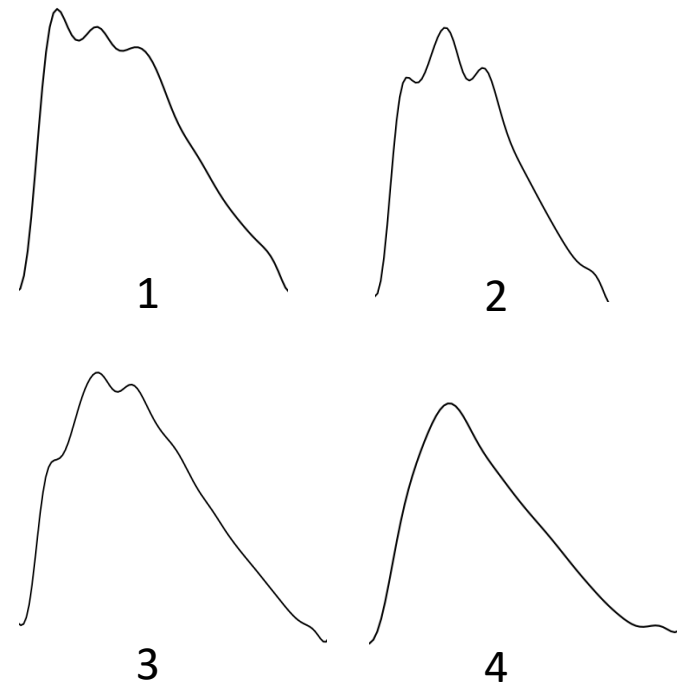


CHARIS Database

Hu *et al.*, 2008

Rashidinejad *et al.*, 2021

Classification discrète



Nucci *et al.*, 2016

Mataczynski *et al.*, 2022

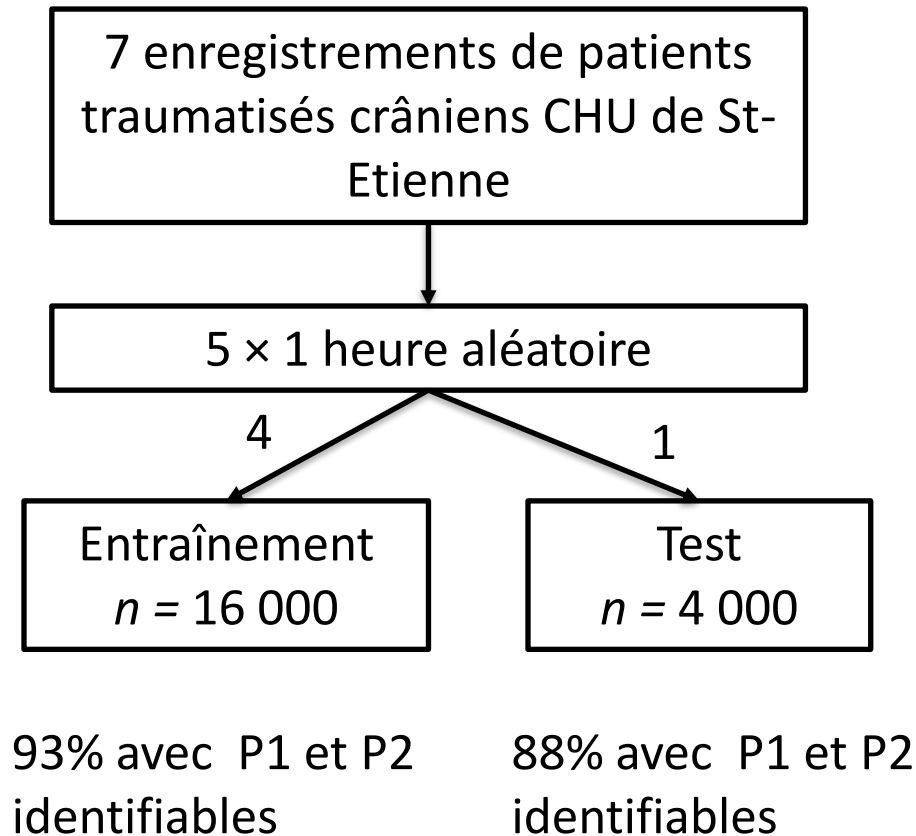


Objectifs

- **Monitoring du ratio P2/P1 en temps réel**
- **Utilisation du signal de PIC uniquement**
- **Affichage discontinu du ratio P2/P1 si nécessaire**



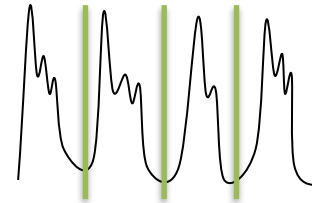
Données utilisées pour l'identification de P1/P2



Procédé d'identification de P1/P2

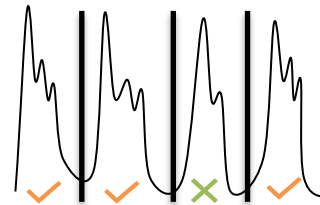
Prétraitements

*Découpage/normalisation
des pulsations*



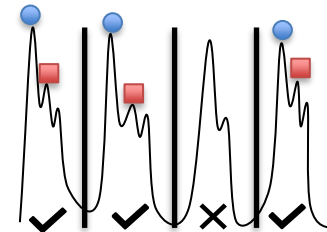
Sélection des pulsations

*Élimination des pulsations
sans P2/P1 calculable*



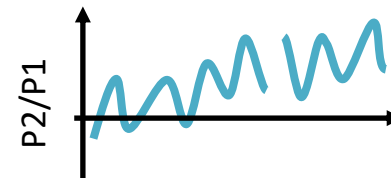
Identification de P1 et P2

*Découpage/normalisation
des pulsations*

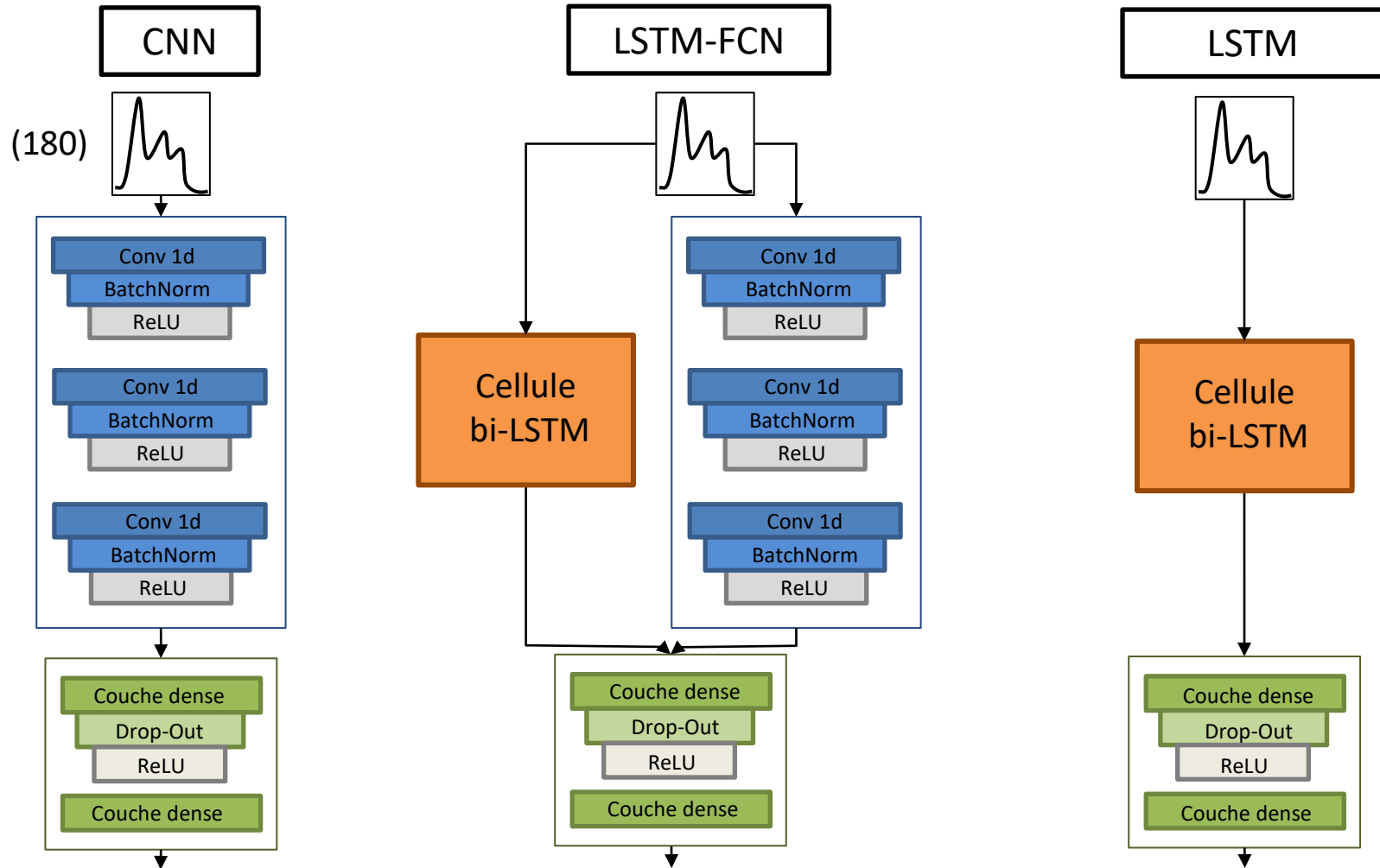


Post-traitements

*Lissage, suppression des
valeurs aberrantes*



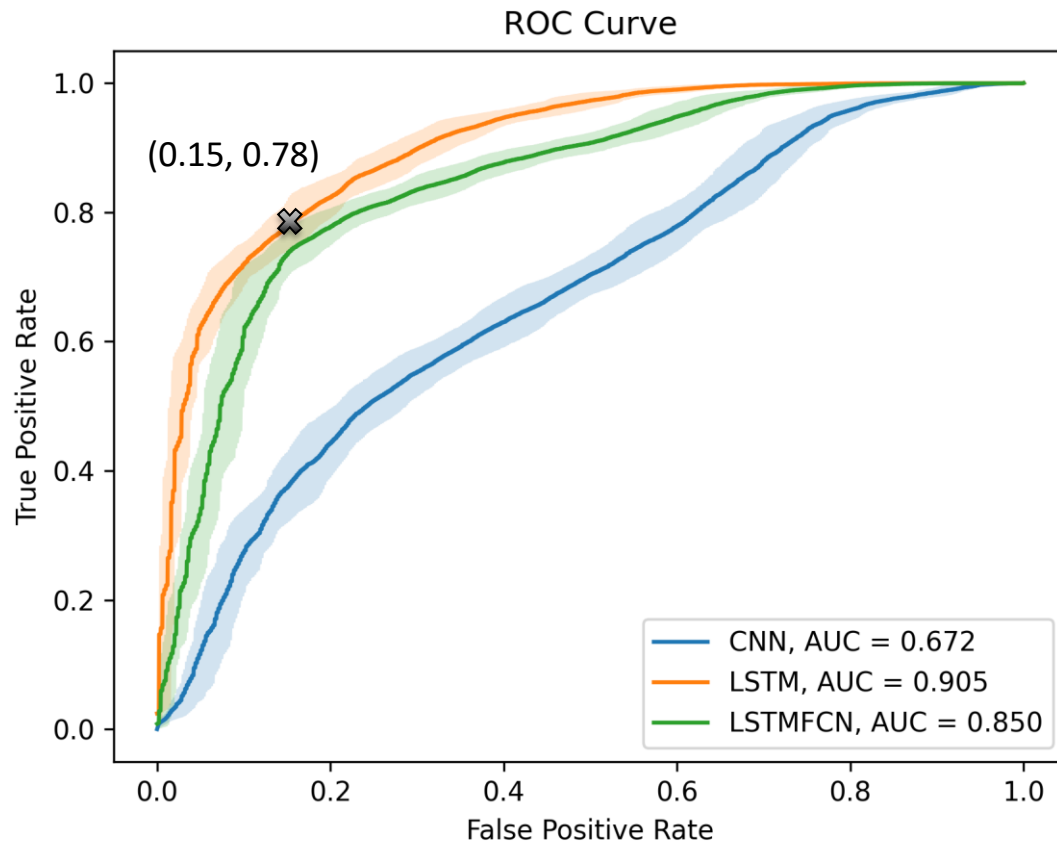
Tri des pulsations



Résultats

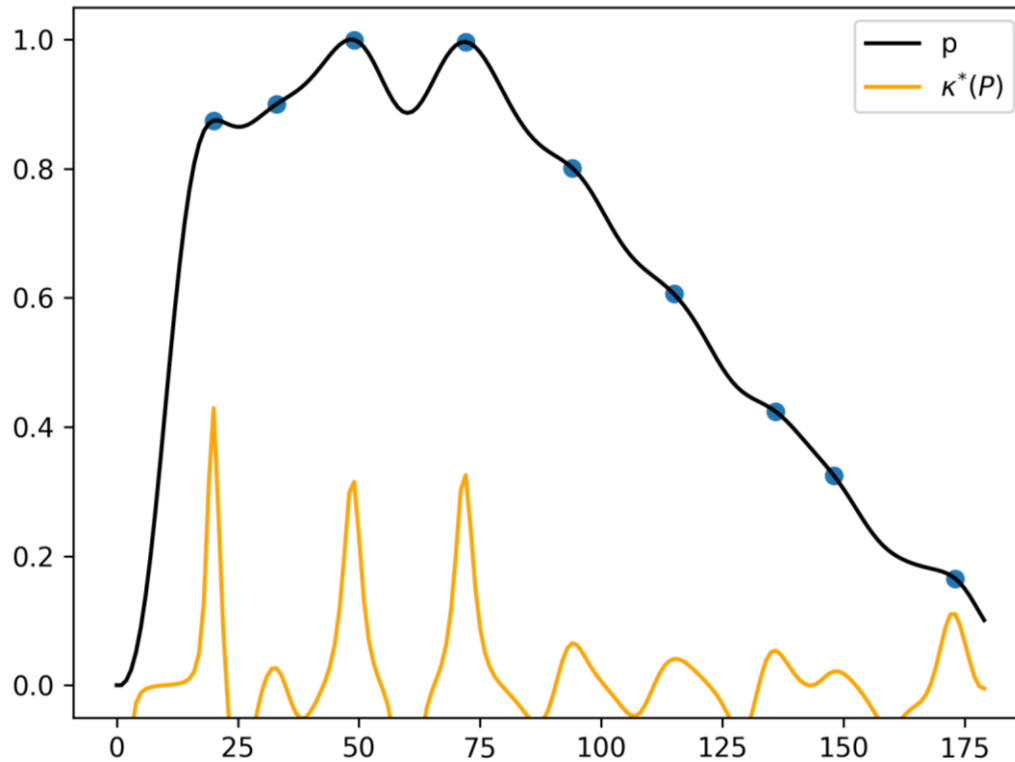
Faux négatif → perte
d'info disponible

Faux positif →
information erronée



Candidats P1 et P2

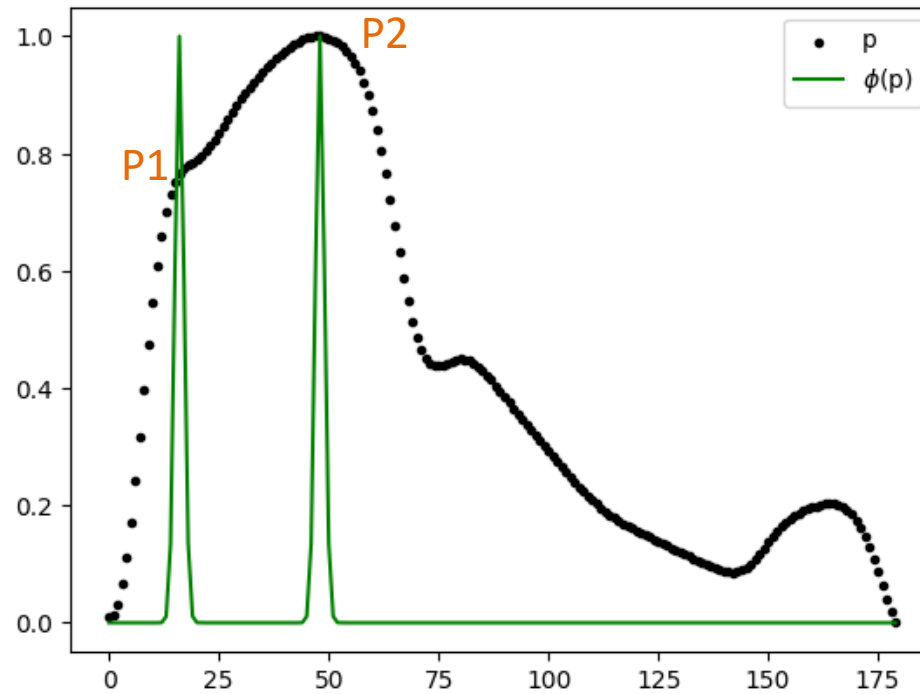
$$\kappa(p) = \frac{p''}{(1 + p'^2)^{3/2}}$$



Annotations P1 et P2

$$\phi : (p_1, p_2) \rightarrow l_{p_1}([1, 180]) + l_{p_2}([1, 180])$$

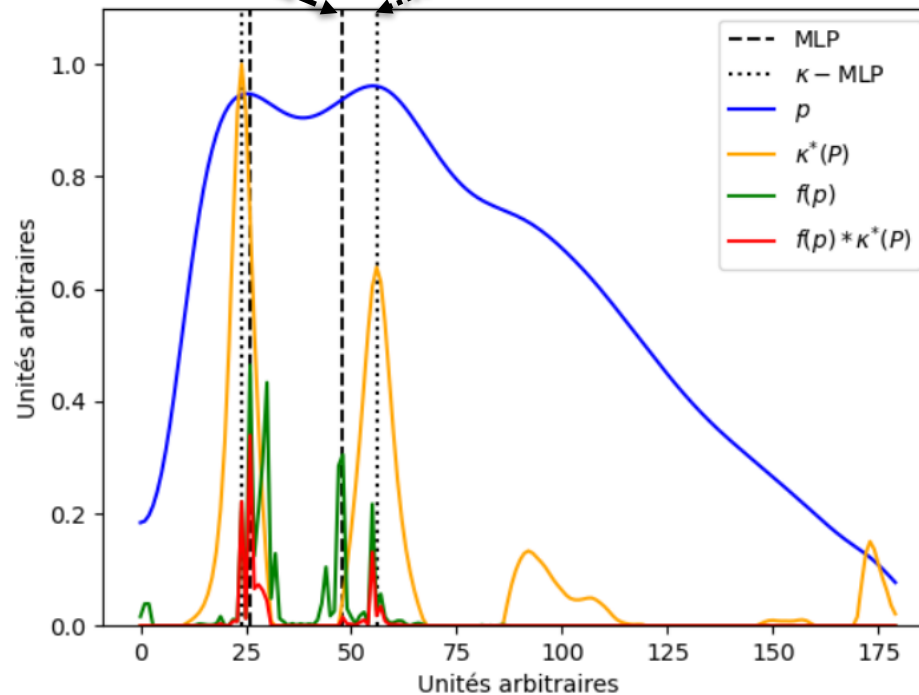
$$l_{\mu} : x \rightarrow e^{-|x-\mu|}$$



Identification de P1 et P2

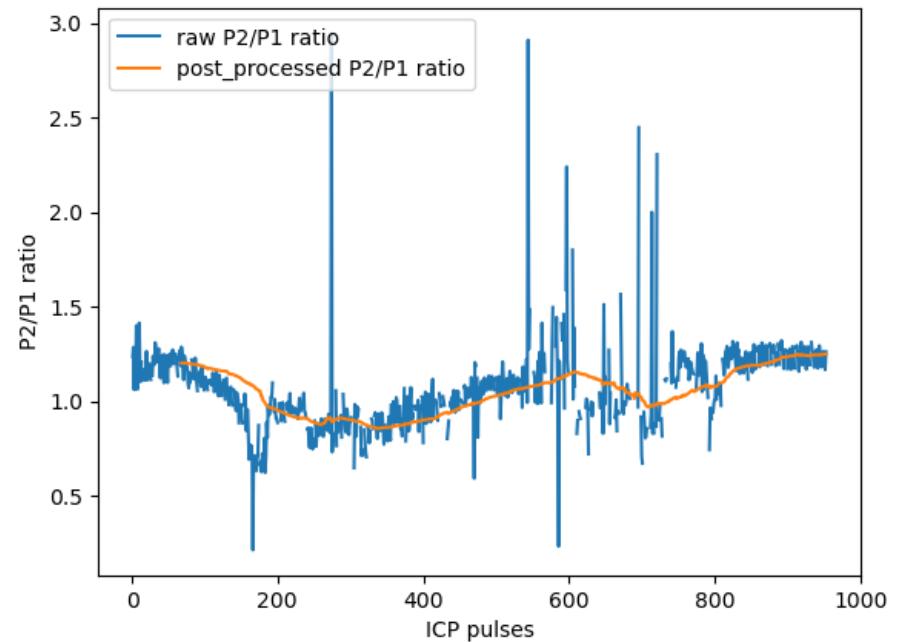
Maximum local de la
sortie du réseau de
neurones $f(p)$

Maximum local de courbure
maximisant le produit $f(p) * k(p)$



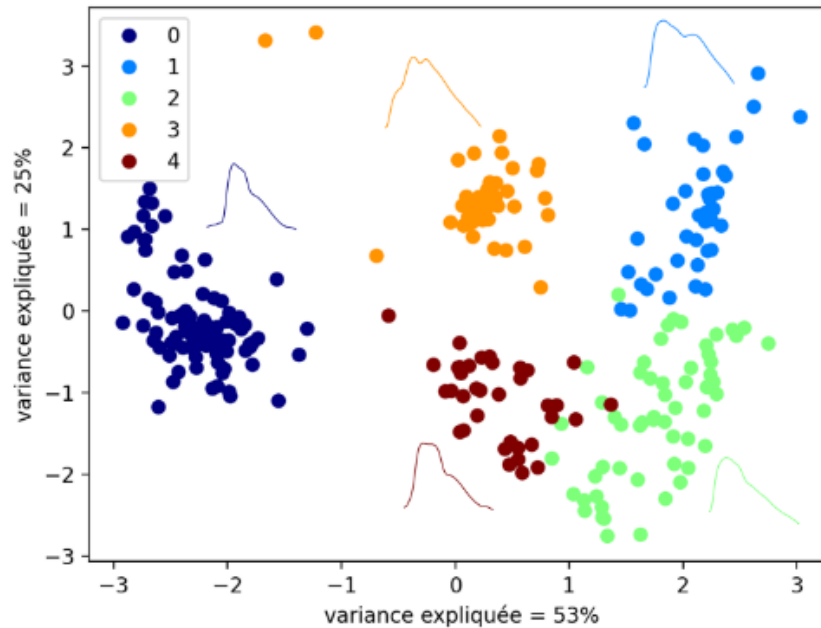
Résultats

	MAE ratio	Accuracy P1 > P2 (%)
bi-LSTM	0.03	96.3%
<i>k</i>-bi-LSTM	0.02	97.7%
LSTM-FCN	0.79	92.1%
<i>k</i> -LSTM-FCN	0.06	96.1%
CNN	0.46	85.6%
<i>k</i> -CNN	0.11	95.3%



Analyse des erreurs de classification P1 > P2

Pulsations mal classées



cluster	0	1	2	3	4
bi-LSTM	25.2%	26.3%	26.8%	11.2%	10.2%
CNN	48.6%	20.4%	6.1%	8.3%	16.6%



Travaux en cours

- Augmentation du nombre de patients
- Intégration à un dispositif embarqué
- Exploitation de l'information du ratio P1/P2

