

Présentation 6

- Rappels / Stats données
- Utilisation de SHAP : XAI
- Intelligibilité globale sur Random Forest
- Comparaison avec Correlation de Pearson
 - Pb et à venir ?

Rappels :



Travail sur PPMI_Gait_ArmSwing :

- The gait system used includes three lightweight wireless wearable sensors containing three axial accelerometers, gyroscopes and magnetometers
- 6 tests made : SWAY eyes open/closed + TUG 1 + TUG 2 + Usual walk + Dual task walk (voir pdf)
- 192 personnes et 56 mesures extraites

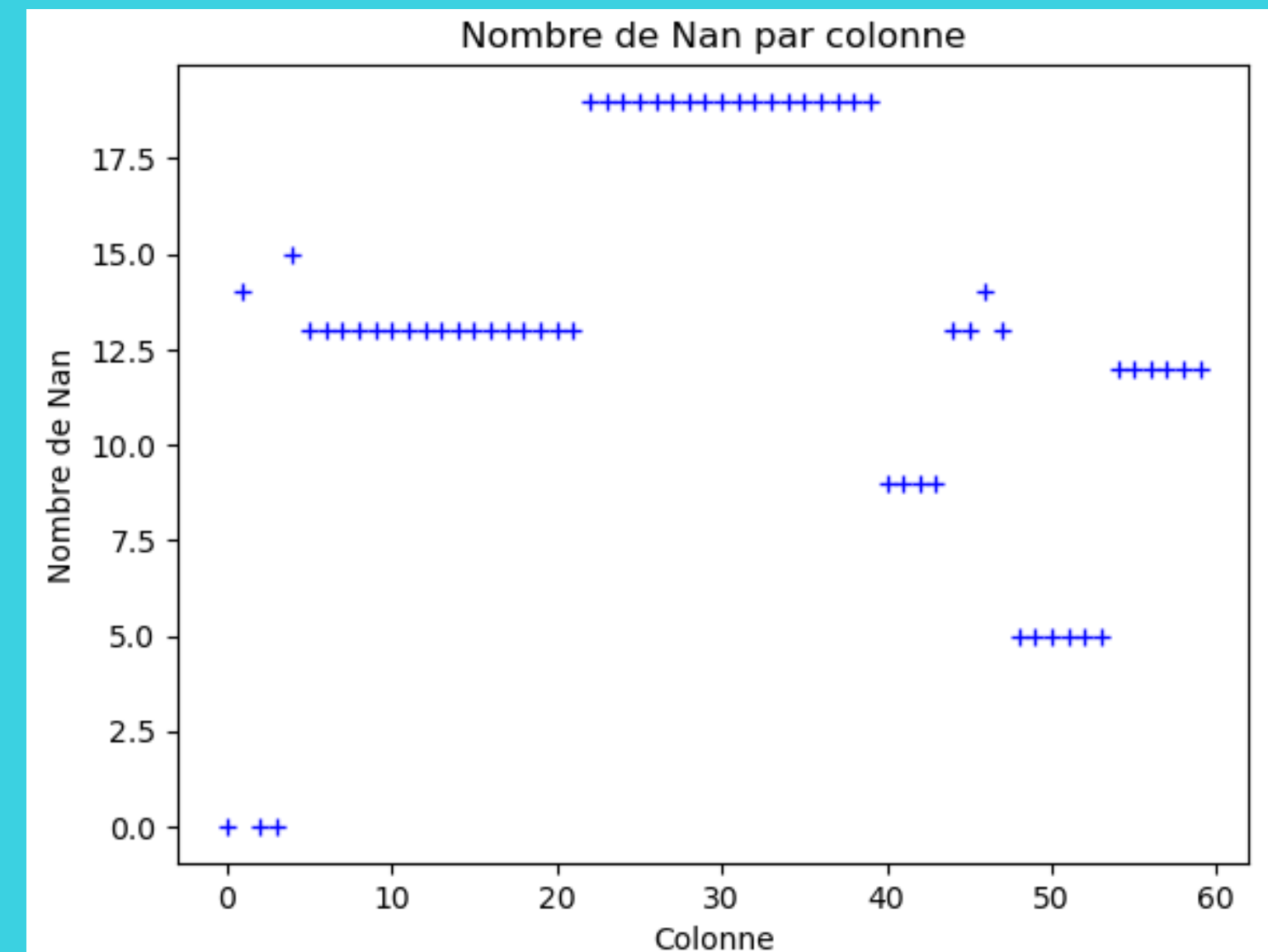
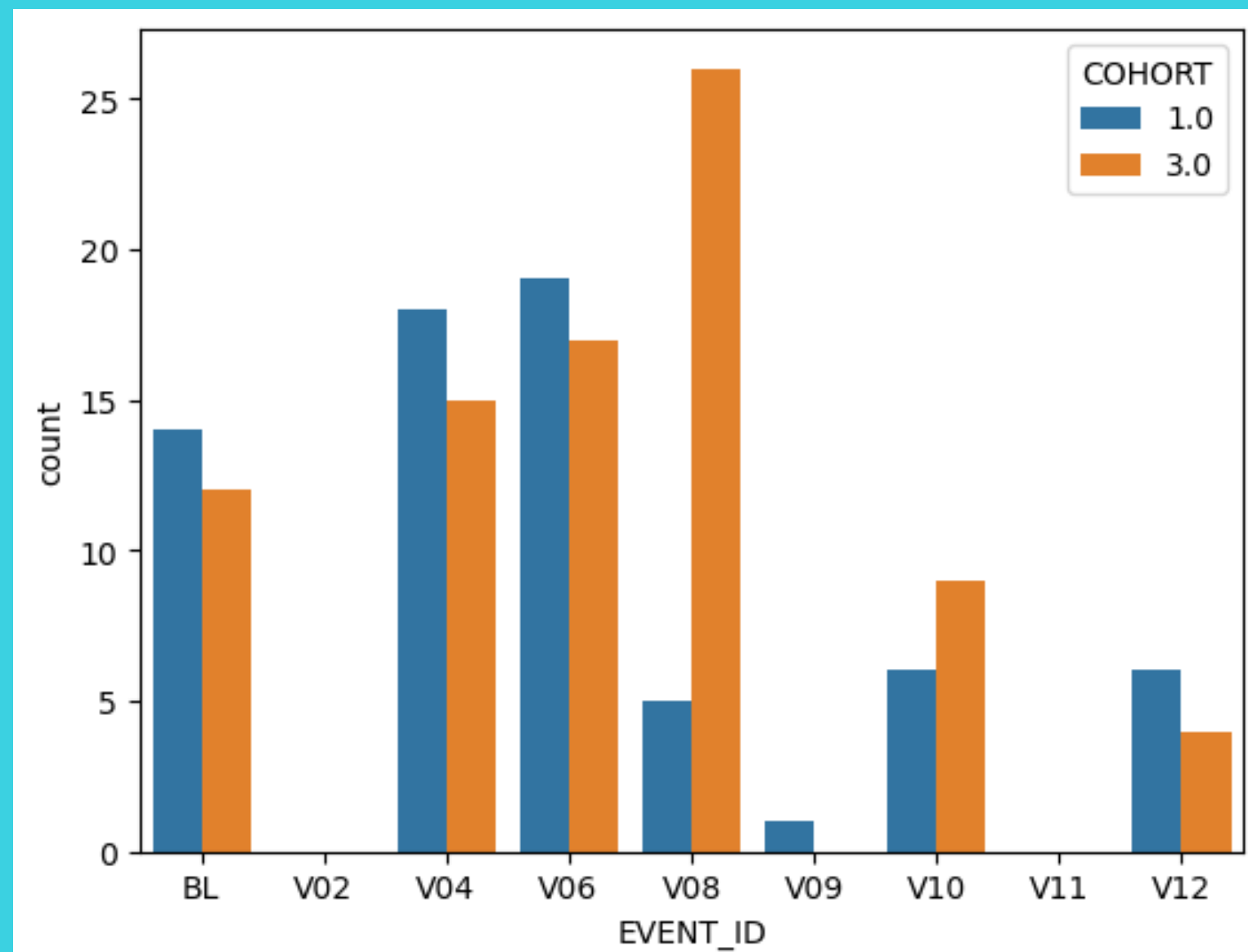
Statistiques sur les données



Nombre de personnes testées : 192 et récupération de 56 mesures

Nombre de Prodromal : (1, 96)

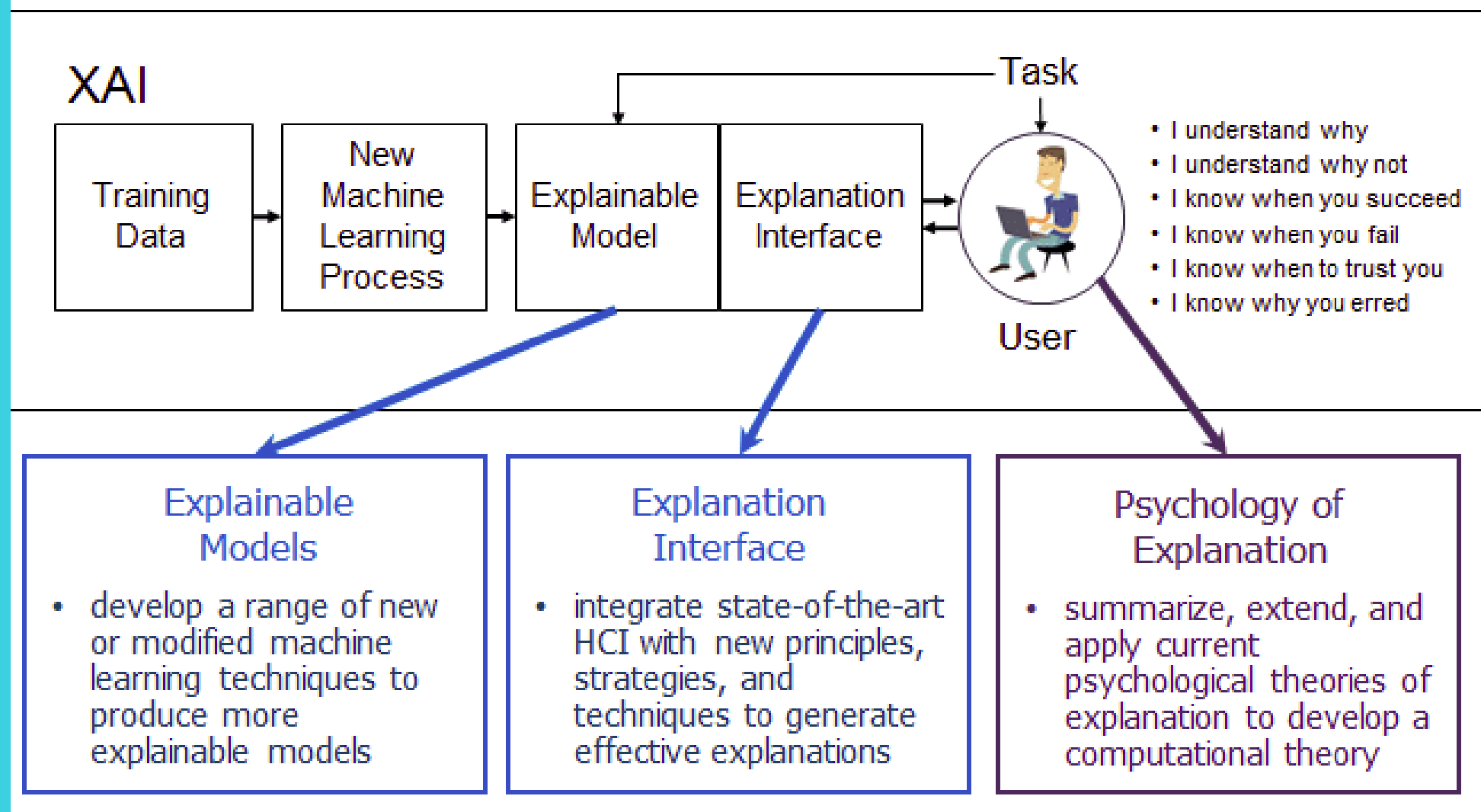
Nombre de personnes ayant Parkinson : (1, 96)



eXplainableAI



B. Program Scope – XAI Development Challenges



SHAP : SHapley Additive exPlanations.
This method aims to explain the prediction of an instance/observation by computing the contribution of each feature to the prediction.

Valeurs de Shapley:

Méthode d'intelligibilité reposant sur la théorie des jeux coopératifs (source quantmetry)

Le théorème de Shapley nous dit qu'il existe une unique répartition satisfaisant quatre propriétés (efficience, symetrie, joueur nul et additivité), assurant que la répartition du gain entre les joueurs est équitable.


Ainsi il existe une et une seul fonction $\phi_i(c)$ vérifiant les contraintes suivantes :

Propriété	Théorie	Interprétation	Exemple
Efficience	$\sum_{i \in N} \phi_i(c) = c(N) - c(\emptyset)$	La somme des parts de chaque joueur doit être égale au gain total . En général $c(\emptyset) = 0$, mais ce n'est pas toujours le cas, en particulier en intelligibilité !	Le trésor (gain) est partagé en intégralité entre les n pirates (joueurs)
Symétrie	$\forall Z \ c(Z \cup \{i\}) = c(Z \cup \{j\}) \Rightarrow \phi_i(c) = \phi_j(c)$	Si deux joueurs contribuent de la même façon dans toutes les coalitions dans lesquelles ils apparaissent, leurs parts doivent être égales .	Deux pirates qui contribuent de la même façon dans l'obtention du trésor, obtiennent la même part du butin.
Joueur nul	$\forall Z \ c(Z \cup \{i\}) = c(Z) \Rightarrow \phi_i = 0$	Si toutes les coalitions dans lesquelles un joueur est présent ont le même gain avec et sans lui, alors la part de ce joueur est nulle	Un pirate qui n'apporte rien, quel que soit le groupe de pirates avec lequel il collabore, n'obtient rien.
Additivité	$\phi_i(c_1 + c_2) = \phi_i(c_1) + \phi_i(c_2)$ $\phi_i(ac_1) = a\phi_i(c_1)$	Additivité des indices de Shapley par rapport à la fonction caractéristique du jeu	Si le groupe de n pirates obtient deux trésors, l'un après l'autre, les partager successivement, revient au même que de distribuer simultanément les deux trésors aux n pirates

Valeurs de Shapley:

Après calcul, on obtient la formule suivante :

$$\phi_i = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} \binom{n-1}{k}^{-1} \sum_{\substack{Z \subset N \setminus \{i\} \\ |Z|=k}} [c(Z \cup \{i\}) - c(Z)]$$



On observe bien, compare le gain obtenu de la coalition avec et sans ce joueur, afin de mesurer son impact lorsqu'il collabore avec cet ensemble de joueurs.

Pour passer de la théorie des jeux au Machine Learning, les joueurs deviennent les modalités des variables explicatives. Le gain à répartir devient la différence entre prévision et moyenne des prévisions.

Valeurs de Shapley:

En Machine Learning, on souhaite expliquer la prédiction $f(x)$ associée à une observation x .

A chaque couple observation-prédiction $(x, f(x))$, est associée un jeu :

- Les joueurs sont les valeurs x_i prises par x sur chaque variable d'entrée.
- La quantité à répartir équitablement entre tous ces joueurs est la différence entre la prédiction $f(x)$ et la moyenne des prédictions $\mathbb{E}[f(X)]$.
- La fonction caractéristique du jeu est : $c(u) = \mathbb{E}[f(X)|X_u = x_u]$, définie pour toute coalition u de valeurs x_u de x (voir [1]). Si u est la coalition $\{1, 2, 4\}$ (première, deuxième et quatrième variables d'entrée), la notation $X_u = x_u$ correspond à l'évènement $X_1 = x_1, X_2 = x_2, X_4 = x_4$.

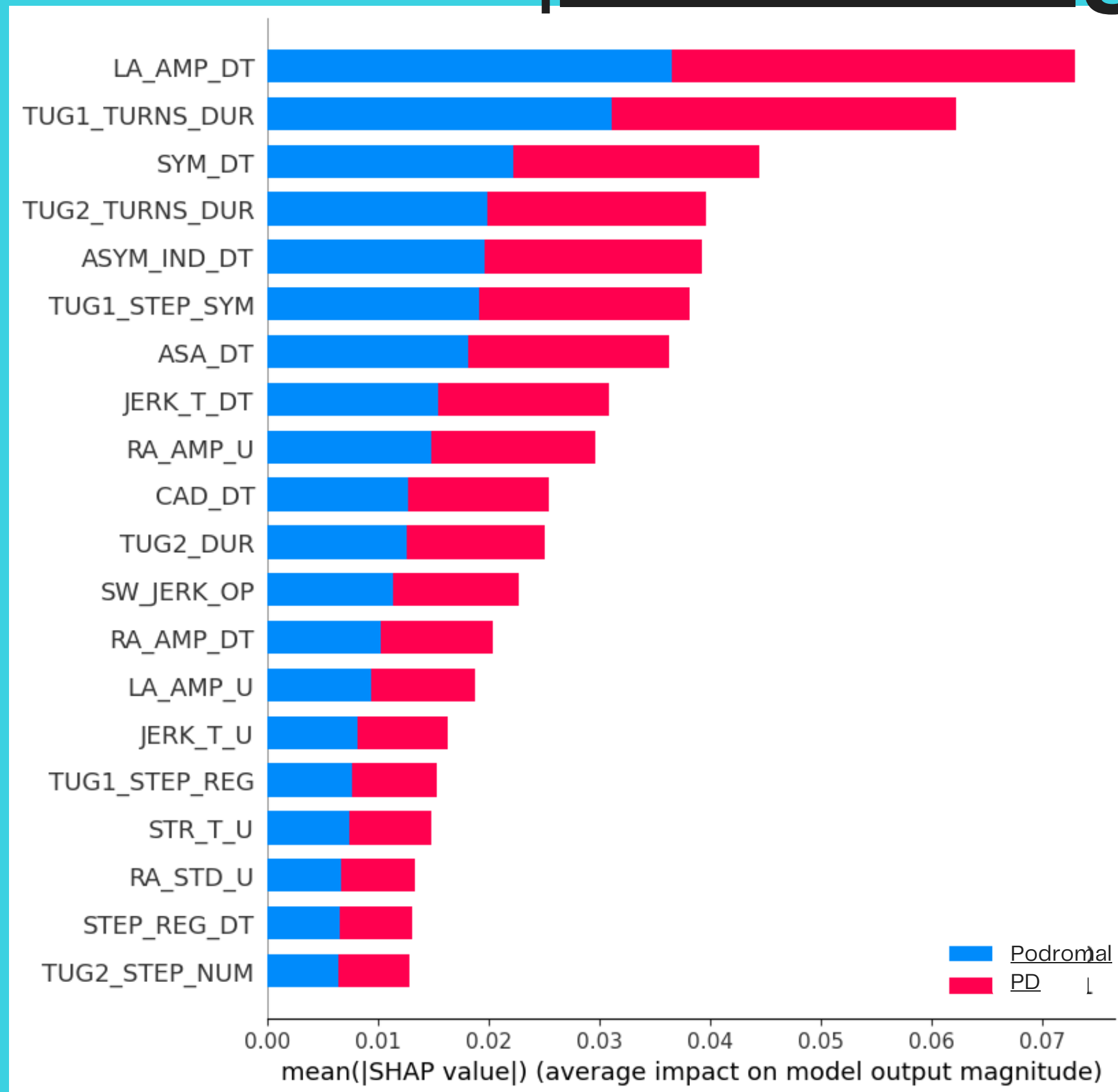
La valeur de Shapley associée à une modalité x_i est donc définie par :

$$\phi_i(f, x) = \sum_{u \subseteq \{1, \dots, n\} \setminus i} \frac{(n - |u| - 1)!|u|!}{n!} [\mathbb{E}[f(X)|X_{u \cup \{i\}} = x_{u \cup \{i\}}] - \mathbb{E}[f(X)|X_u = x_u]] \quad (4)$$

La somme des valeurs de Shapley d'une observation x est égale à l'écart entre la prévision $f(x)$ et la moyenne des prévisions $\mathbb{E}[f(X)]$:

$$f(x) - \mathbb{E}[f(X)] = \sum_{i=1}^p \phi_i \quad (5)$$

Graphique d'importance des variables pour Intelligibilité globale



Présentation :

Un graphique d'importance des variables liste les variables les plus significatives par ordre décroissant. Les variables du haut contribuent plus au modèle que celles du bas et ont donc un pouvoir prédictif élevé.

Observations :

- Toutes les caractéristiques semblent contribuer de la même manière à ce que les deux classes soient diagnostiquées avec PD (étiquette=1) ou podromal (étiquette = 0) car les couleurs occupent 50% des rectangles.
- LA_AMP_DT est la mesure qui a le plus grand pouvoir prédictif selon le modèle de random forest

Comparaison avec coefficients de corrélation

Le coefficient de corrélation de Spearman :

$$r_s = \frac{\text{COV}(rg_X, rg_Y)}{\sigma_{rg_X} \sigma_{rg_Y}}$$

permet de détecter des tendances monotones

Correlation les plus élevées

Features Correlating with Cohort : Spearman

COHORT	1
TUG1_TURNS_DUR	0.51
TUG2_TURNS_DUR	0.38
TUG2_DUR	0.38
TUG1_DUR	0.35
SYM_DT	0.32
TUG2_STEP_NUM	0.28
TUG1_STEP_NUM	0.27
ASYM_IND_DT	0.27
ASA_DT	0.27
STR_T_U	0.23

Critères avec le plus d'influences (décroissant)

LA_AMP_DT
TUG1_TURNS_DUR
SYM_DT
TUG2_TURNS_DUR
ASYM_IND_DT
TUG1_STEP_SYM
ASA_DT
JERK_T_DT
RA_AMP_U
CAD_DT
TUG2_DUR

Corrélation inverse élevées

L_JERK_DT	-0.22
R_JERK_U	-0.24
SP_U	-0.24
LA_AMP_U	-0.27
RA_AMP_U	-0.28
LA_STD_U	-0.3
RA_STD_U	-0.35
RA_AMP_DT	-0.37
LA_STD_DT	-0.38
SP_DT	-0.38
JERK_T_U	-0.39
LA_AMP_DT	-0.41
JERK_T_DT	-0.53

COHORT

**Intelligibilité locale à continuer
pour l'interprétation**

A venir:

- Continuer avec shap : intelligibilité des modèles
- Explication des différences d'accuracy entre les modèles
- Contenu Rapport / Presentation oral en 20min ?