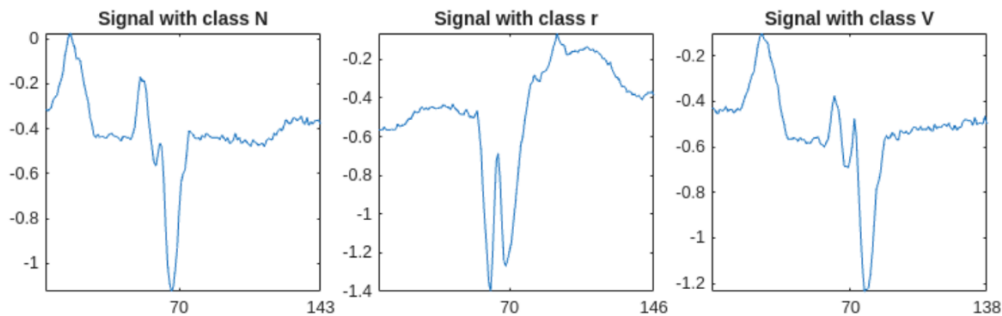


**Titre : "Détection d'anomalies dans des signaux ECG : un défi d'ingénierie médicale"**  
(A réaliser en binôme, à rendre le 3 novembre)

**Contexte :** Vous êtes ingénieur-e dans une startup qui développe un dispositif portable de surveillance cardiaque. Votre mission est de concevoir un algorithme capable de détecter des anomalies dans des signaux ECG, en utilisant une approche semi-supervisée (exemple : autoencodeur). On vous fournit un jeu de données contenant trois types de signaux :

- **Classe N** (notée 0 dans le fichier): Battements normaux.
- **Classe R** : (notée 1 dans le fichier) Anomalies connues (ex. : extrasystoles).
- **Classe V** : (notée 2 dans le fichier) Anomalies inconnues (ex. : fibrillation ventriculaire).



**Problème :** Les anomalies de classe V sont rares et mal caractérisées. Votre algorithme doit être capable de les détecter **sans avoir été entraîné sur elles**.

Approche semi-supervisée :

- Phase non supervisée : Entraînez votre algorithme uniquement sur les signaux normaux (classe N). Le modèle apprendra à reconstruire ces signaux.
- Phase de détection : Utilisez l'erreur de reconstruction pour identifier les anomalies (classes R et V), sans avoir entraîné le modèle sur elles.

**Contraintes :**

- Vous ne pouvez utiliser que des bibliothèques Python standard (numpy, scipy, sklearn, tensorflow/pytorch).
- Le modèle doit fonctionner en temps réel sur un Raspberry Pi (limite de 500ms par prédiction).
- Vous devez justifier tous vos choix (architecture, prétraitement, seuil de détection).

**Livrables attendus :**

1. Un rapport de 3-4 pages expliquant :
  - Votre stratégie de prétraitement et pourquoi elle est adaptée aux signaux ECG.
  - Votre choix d'architecture (pourquoi une architecture semi-supervisée ? Pourquoi pas un classificateur supervisé ?).
  - Comment vous avez déterminé le seuil de détection des anomalies.
  - Les limites de votre approche et des pistes d'amélioration.
2. Un notebook Python commenté avec :
  - Le code de prétraitement et de visualisation des données.
  - L'implémentation et l'entraînement du modèle.
  - L'évaluation des performances (métriques au choix, à justifier).

- Une analyse des erreurs (faux positifs/négatifs).

### Questions pour guider votre réflexion :

- Comment garantir que le modèle ne soit pas biaisé vers les anomalies connues (classe R) ?
- Comment évaluer les performances sur la classe V, alors qu'elle n'a pas été vue pendant l'entraînement ?
- Votre modèle serait-il robuste à du bruit (ex. : artefacts de mouvement) ? Comment le tester ?
- Pourquoi avez-vous choisi cette architecture ?"
- Quels sont les inconvénients de votre approche ?"
- Comment adapteriez-vous votre modèle pour un autre type de signal biomédical ?
- *Recherchez un article scientifique récent sur la détection d'anomalies dans les ECG. Résumez sa méthode et discutez de son applicabilité à votre problème.*

### Exemples de résultats :

