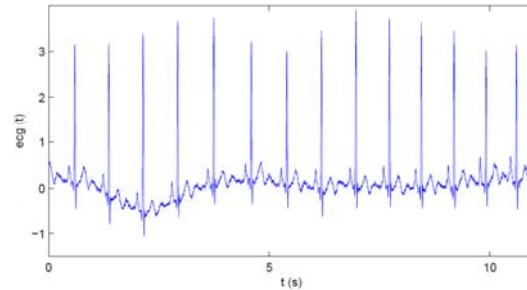


## 6. Etude de cas



### ■ Introduction :

- On considère un signal ECG peu bruité (soin pris lors de l'acquisition) mais présentant cependant une dérive de la ligne de base et une fréquence de battement relativement élevée



## 6. Etude de cas



### ■ Introduction :

- Ce signal va être prétraité afin de :
  - Atténuer les effets de la dérive de la ligne de base ;
  - Supprimer la modulation d'amplitude afin de mieux estimer les pics R.
- L'objectif final étant d'estimer les intervalles R-R, P-P, P-R et Q-T.

## 6. Etude de cas



### ■ Prétraitement pour la détection des ondes R

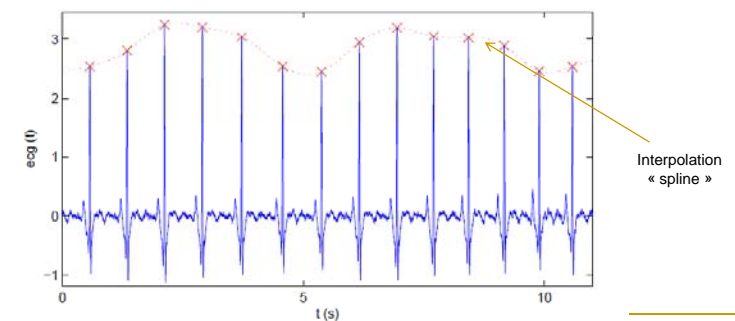
- **Objectif :** Détecter au mieux les instants d'apparition  $t_k$  des ondes R.
- **Méthode :** Filtrage passe-haut, puis seuillage (robuste au bruit (contrairement aux approches dérivées) et précise).
- Cette méthode simple est rendue possible grâce à l'amplitude élevée des pics R qui les rendent « faciles » à détecter.
- Le préfiltrage passe-haut se fait à fréquence fixe  $f_c = 5\text{Hz}$  et permet d'éliminer la dérive de la ligne de base.

## 6. Etude de cas



### ■ Prétraitement pour la détection des ondes R

- Par ailleurs, après détection des pics, une interpolation polynomiale « spline » des différents sommets permet d'extraire le signal en modulation d'amplitude relatif à la respiration.

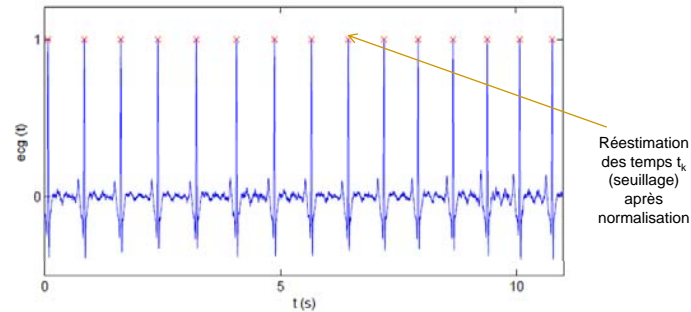


## 6. Etude de cas



### ■ Prétraitement pour la détection des ondes R

- Pour démoduler le signal, une simple division du signal acquis préfiltré par le signal interpolé suffit.



- Chaque pic R est ainsi normalisé.

## 6. Etude de cas



### ■ Prétraitement pour la détection des ondes R

- Les intervalles R-R sont alors estimés à partir des différents instants  $t_k$  réestimés sur le signal normalisé.
- Cette approche permet d'estimer de manière plus précise les intervalles R-R.

## 6. Etude de cas



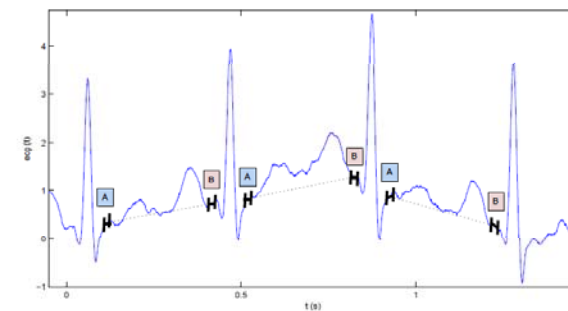
### ■ Prétraitement pour la détection des ondes P

- L'existence de la dérive de la ligne de base rend difficile la segmentation des ondes P.
- Un filtrage passe-haut (tel qu'utilisé pour la détection des ondes R) est ici inadapté : le filtrage à 5Hz tend à distordre les ondes P dont l'occupation spectrale est pour partie incluse dans cette bande passante...
- **Méthode** : ajustement de la dérive par estimation au moindre carré d'une droite joignant la fin d'un complexe QRS et le début du suivant.

## 6. Etude de cas



### ■ Prétraitement pour la détection des ondes P



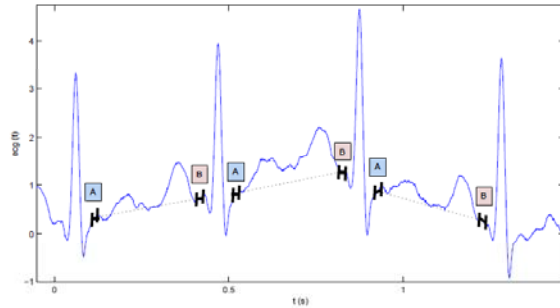
- Les intervalles A et B sont définis grâce à l'estimation des intervalles R-R par la méthode de seuillage/normalisation précédente.

## 6. Etude de cas



### ■ Prétraitement pour la détection des ondes P

- La suppression de la dérive se fait alors par soustraction de la droite estimée sur chaque intervalle R-R.



## 6. Etude de cas



### ■ Présegmentation de l'ECG pour l'estimation des intervalles

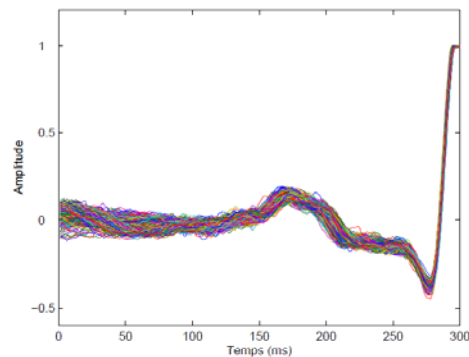
- Les prétraitements précédents ayant été effectués, une fenêtre d'étude arbitraire de 340 échantillons est défini pour chaque battement.
- La fréquence d'échantillonnage est de 1kHz. Chaque échantillon représente donc 1ms.
- La fenêtre choisie doit inclure l'ensemble des intervalles intrabattement.
- Les signaux traités par la suite au moyen de la méthode de Woody généralisé seront alors de 2 types :

## 6. Etude de cas



### ■ Présegmentation de l'ECG pour l'estimation des intervalles

- Alignement des ondes P de l'ECG par rapport à l'onde R qui les suit directement.

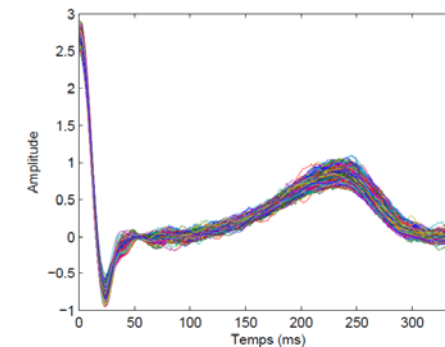


## 6. Etude de cas



### ■ Présegmentation de l'ECG pour l'estimation des intervalles

- Alignement des ondes T de l'ECG par rapport à l'onde R qui les précède directement.



## 6. Etude de cas



### ■ Analyse des intervalles P-R à l'effort

- **Les sujets** : 12 hommes âgés de 27 +/- 8ans, sains, non-fumeurs et n'étant pas sous médication.
- **Leur activité physique** journalière est plus ou moins soutenue.

	SED	SM	SC
Heures d'entraînement par semaine	< 5	5 < et < 10	> 10
$V_{O_2}$ max [ml/min/kg]	< 55	55 < et < 65	> 70

Définition des différentes catégories d'athlètes : les sédentaires (SED), les sportifs modérés (SM) et les sportifs confirmés.

## 6. Etude de cas



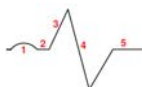
### ■ Analyse des intervalles P-R à l'effort

- **Les sujets** : 12 hommes âgés de 27 +/- 8ans, sains, non-fumeurs et n'étant pas sous médication.
- **Leur activité physique** journalière est plus ou moins soutenue.

	SED	SM	SC
Heures d'entraînement par semaine	< 5	5 < et < 10	> 10
$V_{O_2}$ max [ml/min/kg]	< 55	55 < et < 65	> 70

Définition des différentes catégories d'athlètes : les sédentaires (SED), les sportifs modérés (SM) et les sportifs confirmés.

## 6. Etude de cas



### ■ Analyse des intervalles P-R à l'effort

- **Le test d'effort** :
  - 5 minutes d'enregistrement au repos
  - Epreuve d'effort à Puissance Maximale Aérobie (puissance maximale d'effort atteinte par le sujet à son niveau de  $VO_2$  max, c'est-à-dire sa consommation max d'oxygène).
  - L'épreuve d'effort est progressive (la « charge » augmente toutes les 2 minutes).
  - La fréquence de pédalage est imposée sur l'intervalle [75-90] révolutions par minute.

## 6. Etude de cas



### ■ Analyse des intervalles P-R à l'effort

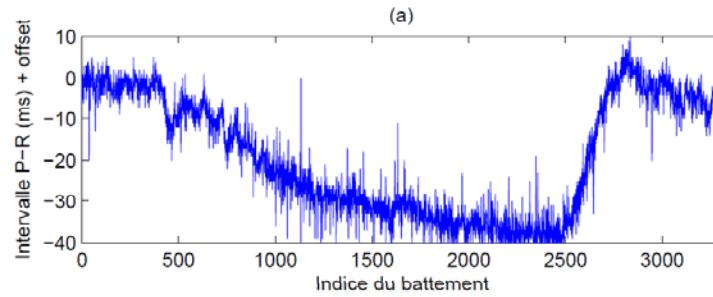
- A l'effort, les ondes P et T peuvent se superposer.
- Dans ce cas, la taille de la borne gauche de la fenêtre d'étude des ondes P est choisie de manière à ne faire apparaître que la partie décroissante de l'onde T.
- L'estimation des intervalles P-R est alors réalisée grâce à la méthode de Woody généralisée.

## 6. Etude de cas



### ■ Analyse des intervalles P-R à l'effort

#### ■ Résultats bruts :



Estimation des intervalles P-R. L'onde T est modalisée par une fonction affine par morceau (3).

## 6. Etude de cas



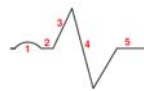
### ■ Analyse des intervalles P-R à l'effort

■ **Commentaires** : La variabilité des résultats restent importantes.

■ Ce « bruit » dans l'estimation est principalement dû à la présence d'un bruit d'acquisition de type EMG.

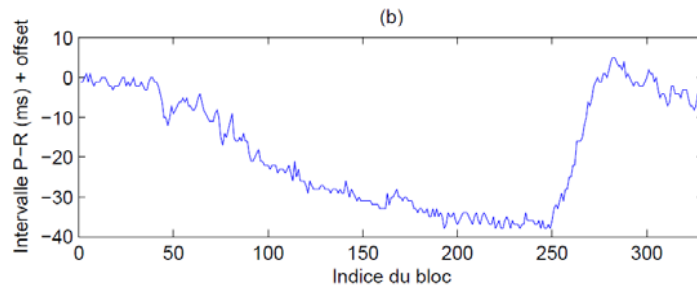
■ **Solution** : On effectue l'estimation sur des complexes ECG moyennés par bloc de 10 (les blocs sont disjoints).

## 6. Etude de cas



### ■ Analyse des intervalles P-R à l'effort

#### ■ Résultats sur blocs :



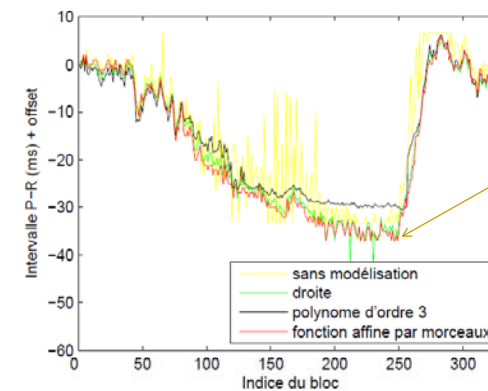
■ On obtient une courbe de tendance du P-R

## 6. Etude de cas



### ■ Analyse des intervalles P-R à l'effort

#### ■ Influence de la modélisation de l'onde T :



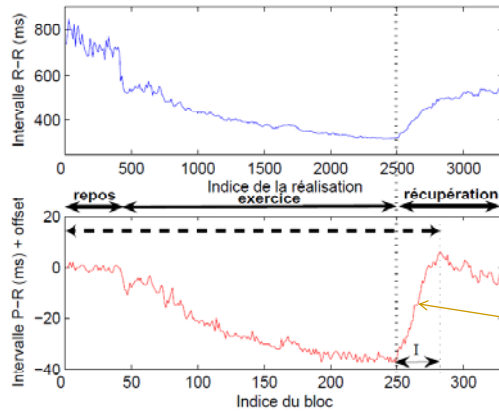
Solution la moins biaisée

## 6. Etude de cas



### Analyse des intervalles P-R à l'effort

#### Interprétations : identification des phases



L'onde T est modélisée par une fonction affine par morceau (3).

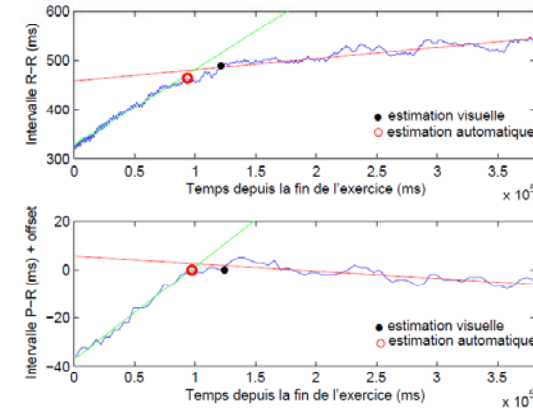
Intervalle étudié pour l'étude de la récupération

## 6. Etude de cas



### Analyse des intervalles P-R à l'effort

#### Interprétations : phase de récupération



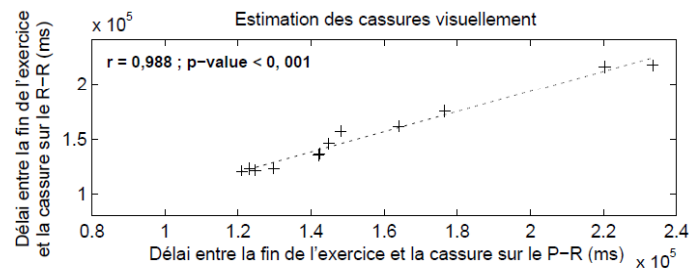
Chez tous les sujets, présence d'un changement de pente brusque appelé « cassure » sur la période de récupération (intervalle I précédent)

## 6. Etude de cas



### Analyse des intervalles P-R à l'effort

#### Interprétations : phase de récupération



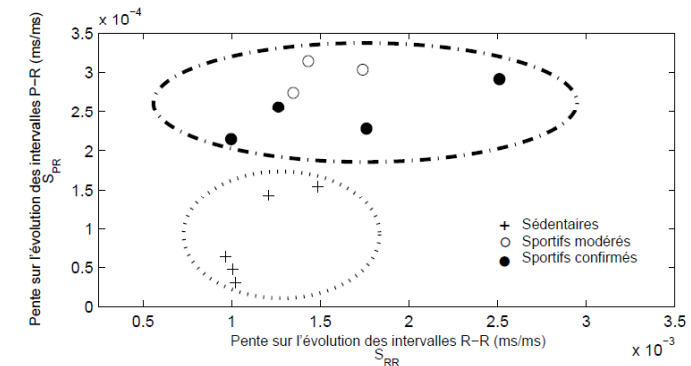
Il existe donc bien une corrélation entre les 2 ruptures de pente et ce pour les 12 sujets.

## 6. Etude de cas



### Analyse des intervalles P-R à l'effort

#### Interprétations : phase de récupération



On arrive à classer les sujets entre eux de manière cohérente

## 6. Etude de cas



### ■ Analyse des intervalles P-R à l'effort

#### ■ **Interprétations : Conclusion**

- Il apparaît grâce à cette étude que l'étude de la variation de la pente des intervalles P-R entre la fin de l'exercice et le brusque changement de pente  $S_{PR}$  est un bon indice de classification du type de patient (sportif ou non)
- En effet, il apparaît que cette pente est moins importante chez les sédentaires que chez les sportifs.