

# Objets connectés et suivi à domicile de patients traités pour un cancer

## Master Systèmes Dynamiques et Signaux

Antoine JAMIN<sup>1</sup> – Jean-Baptiste FASQUEL<sup>1</sup> – Samir HENNI<sup>1,2</sup> –  
Anne HUMEAU-HEURTIER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LARIS-ISTIA, Université d'Angers

<sup>2</sup>Centre Hospitalier Universitaire d'Angers, département exploration vasculaire

Soutenance de Mémoire – Mercredi 5 juillet 2017



# Plan

## Le projet

Les objets connectés dans le domaine de la santé

Le protocole DyVaa

La méthodologie envisagée

## Analyse de séries temporelles

Descripteurs Statistiques

Dynamic Time Warping

Entropie

Analyse de la première phase du traitement

Synthèse



## Les objets connectés dans le domaine de la santé

- ▶ Domaine émergent. [Whitmore, 2015] [Seydoux, 2015]

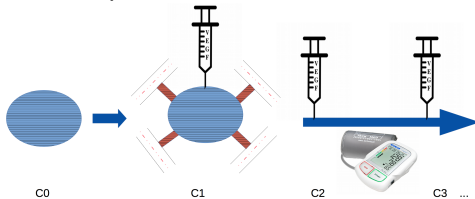


- ▶ Collecter des données : [Yin, 2016] [Islam, 2015]
  - ▶ accompagner et améliorer le diagnostic
  - ▶ accompagner le patient
- ▶ Objets connectés "grand public" pour suivre les usagers. [Borgia, 2014]
- ▶ Milieu des personnes âgées. [Pavel, 2015]
- ▶ Oncologie. [Denis, 2015] [Basch, 2016]

## DyVaa – Présentation

### Dysfonction Vasculaire induite par les antiangiogéniques

- ▶ Suivi de patients atteints de cancer du rein

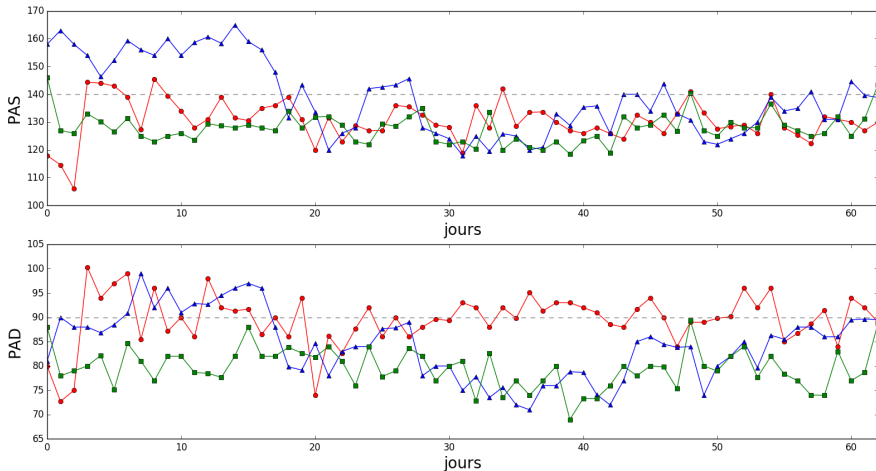


- ▶ Effets secondaires du traitement.
- ▶ Levées d'alertes.
- ▶ Exploitation des données.

## DyVaa – Les données (1/2)

- ▶ 28 patients dont 8 connectés
- ▶ 1 à 3 mesures par jour pendant environ 80 jours.
- ▶ Paramètres :
  - ▶ Pression Artérielle Systolique (PAS)
  - ▶ Pression Artérielle Diastolique (PAD)
  - ▶ Pression Artérielle Moyenne : 
$$PAM = \frac{PAS + 2 \times PAD}{3}$$

## DyVaa – Les données (2/2)



## DyVaa – L'objectif

- ▶ Profils de patients à partir de la mesure de la tension :
  - ▶ sur l'ensemble du traitement
  - ▶ sur la première phase du traitement
- ▶ Prédiction de l'efficacité du traitement.
- ▶ Personnaliser le suivi / Affiner la levée d'alerte.



## Méthodologie

- ▶ Problématique de l'analyse de séries temporelles.  
[Rani, 2012] [Aghabozorgi, 2015]
- ▶ Approches étudiées :
  - ▶ Descripteurs statistiques simples [Mori, 2016]
  - ▶ Dynamic Time Warping [Biernat, 2015]
  - ▶ Entropie [Humeau-Heurtier, 2015]
  - ▶ Algorithme ad-hoc : analyse de la première phase du traitement





## Descripteurs statistiques (1/2)

Inspiré de [Nanopoulos, 2001] [Mori, 2016]

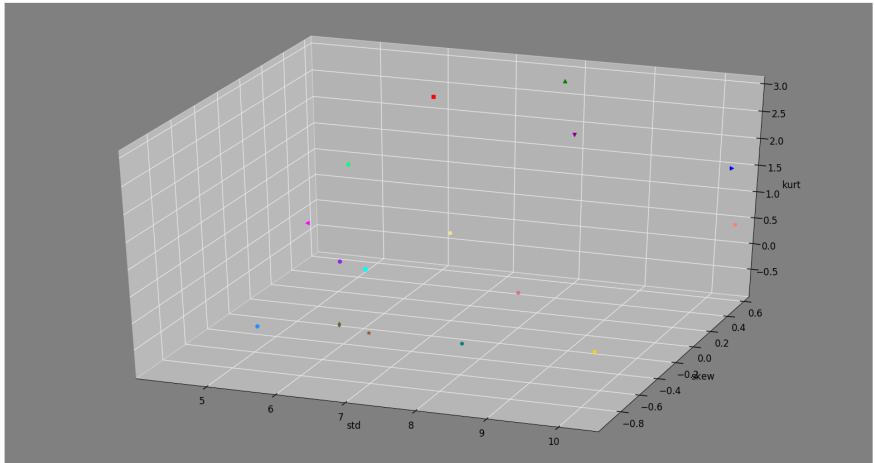
- ▶ Création d'un vecteur de caractérisation 3-D

- ▶ fluctuation :  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y(t) - \mu)^2}{n}}$

- ▶ asymétrie :  $SKEW = \frac{\sum_{t=1}^n (y(t) - \mu)^3}{n\sigma^3}$

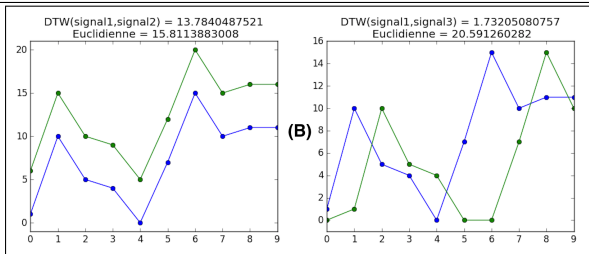
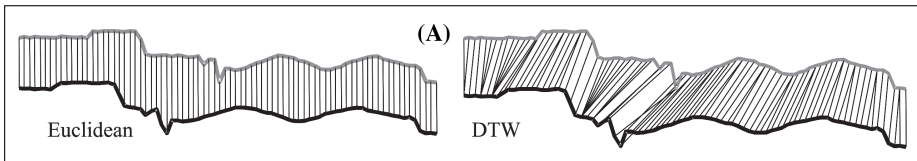
- ▶ aplatissement :  $KURT = \frac{\sum_{t=1}^n (y(t) - \mu)^4}{n\sigma^4} - 3$

## Descripteurs statistiques (2/2)



# Méthode

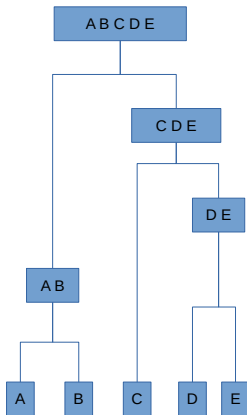
[Keogh, 2005]



# Clustering hiérarchique

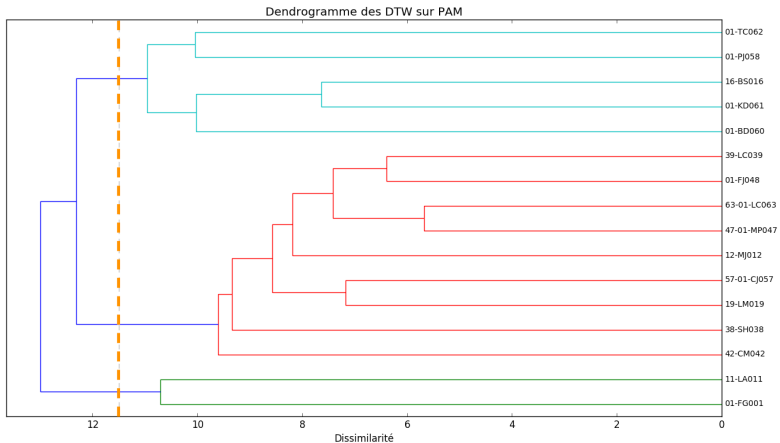
[Biernat, 2015]

Pas d'espace caractéristique : seulement des distances.



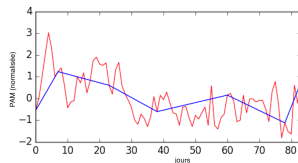
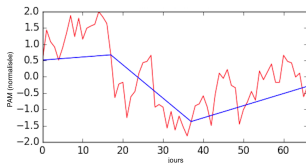
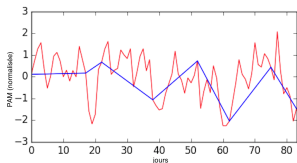
	A	B	C	D	E
A	0	$d_{AB}$	$d_{AC}$	$d_{AD}$	$d_{AE}$
B	$d_{AB}$	0	$d_{BC}$	$d_{BD}$	$d_{BE}$
C	$d_{AC}$	$d_{BC}$	0	$d_{CD}$	$d_{CE}$
D	$d_{AD}$	$d_{BD}$	$d_{CD}$	0	$d_{DE}$
E	$d_{AE}$	$d_{BE}$	$d_{CE}$	$d_{DE}$	0

## Résultat 1

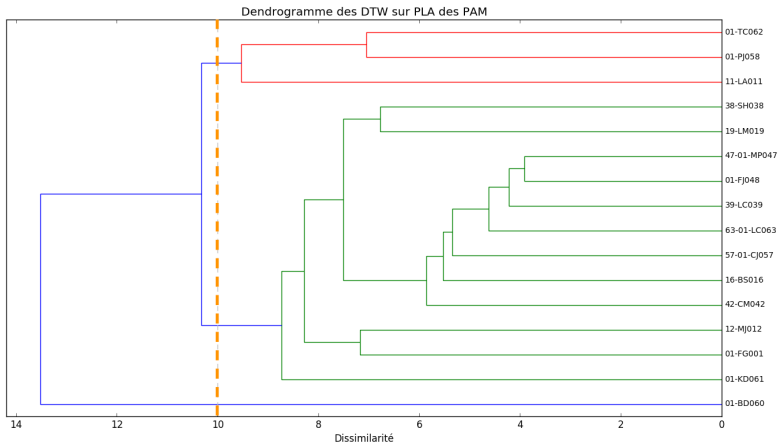


## Approximation linéaire par morceaux

S'affranchir des fluctuations. [Keogh, 2001] [Li, 2011]



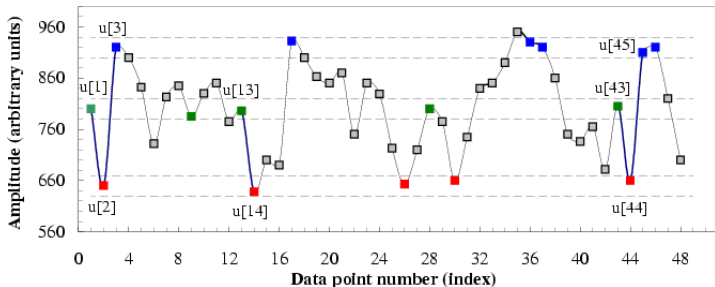
## Résultat 2



## Entropie de l'échantillon

[Pincus, 1991] [Richman, 2000]

$$\text{SampEn}(m, r, N) = -\ln \frac{A^m(r)}{B^m(r)}$$





## Entropie multi-échelle

[Costa, 2002] [Costa, 2005]

Trois étapes :

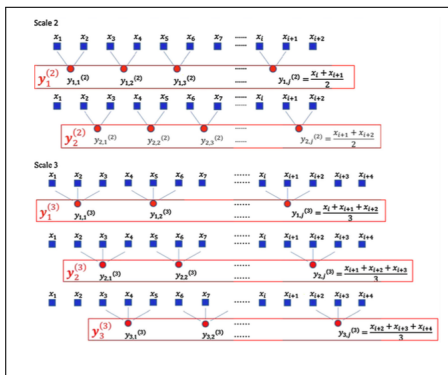
1. *coarse-grained* :  $y_j^{(\tau)} = \frac{1}{\tau} \sum_{i=(j-1)\tau+1}^{j\tau} x_i$
2. entropie de l'échantillon pour chaque échelle temporelle  $\tau$
3. affichage de l'entropie de l'échantillon pour chaque échelle  $\tau$



## Refined Composite multiscale entropy – Méthode

[Wu, 2014]

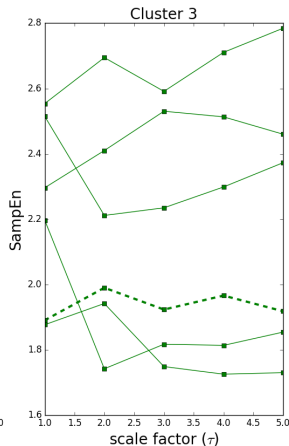
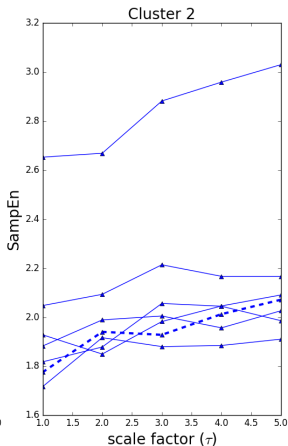
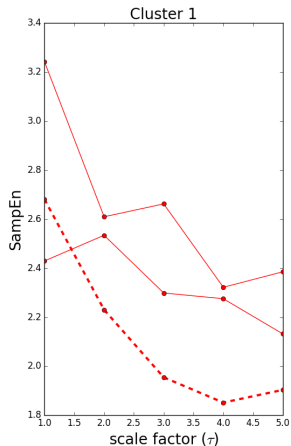
Modification de la procédure de *coarse-grained* :  $y_{k,j}^{(\tau)} = \frac{1}{\tau} \sum_{i=(j-1)\tau+k}^{j\tau+k-1} x_i$



$$RCMSE(x, \tau, m, r) = - \ln \frac{\sum_{k=1}^{\tau} n_{k,\tau}^{m+1}}{\sum_{k=1}^{\tau} n_{k,\tau}^m}$$

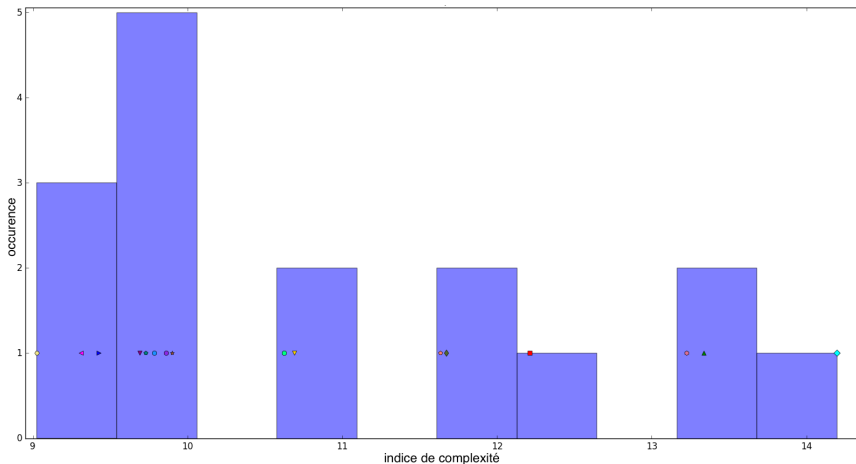
# Refined Composite multiscale entropy – Résultat 1

## Allure des courbes

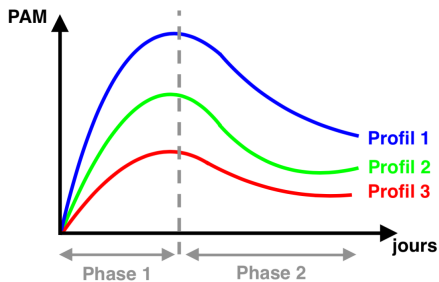


## Refined Composite multiscale entropy – Résultat 2

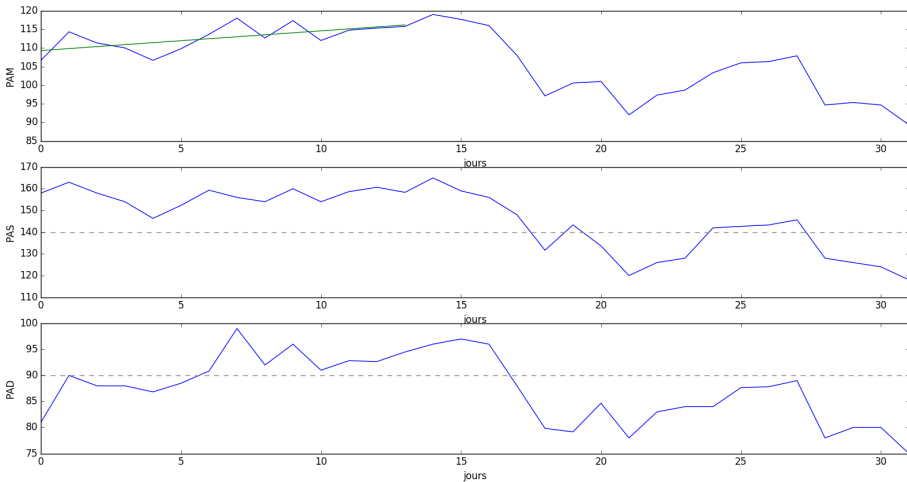
### Indice de complexité



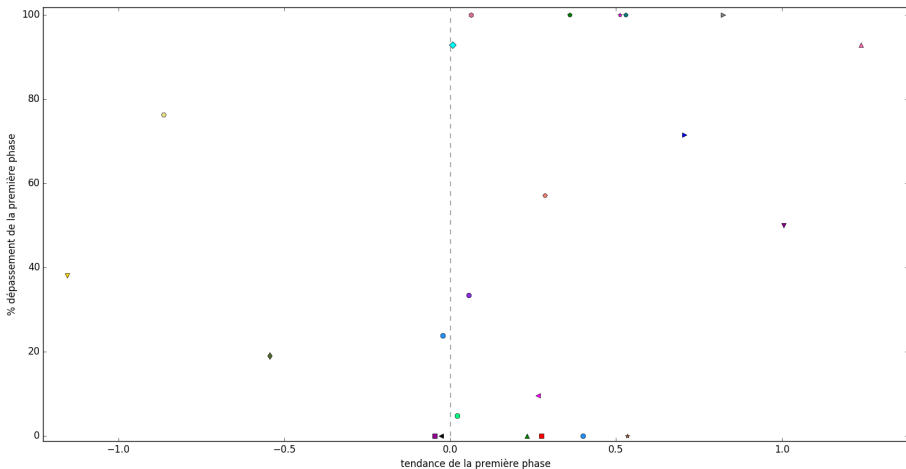
## Méthode (1/2)



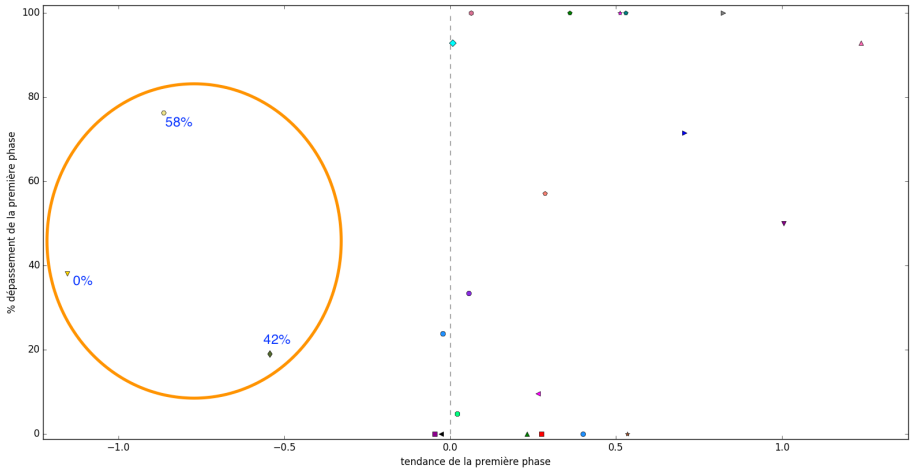
## Méthode (2/2)



## Résultat (1/5)

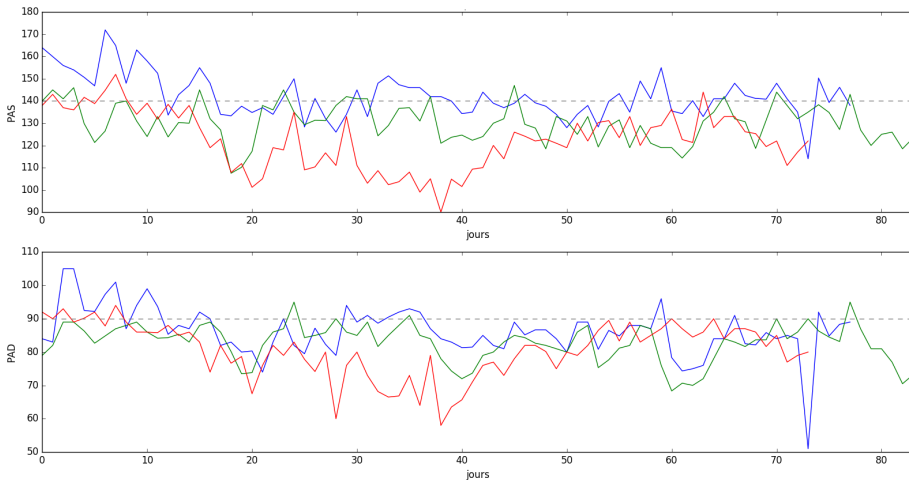


## Résultat (2/5)



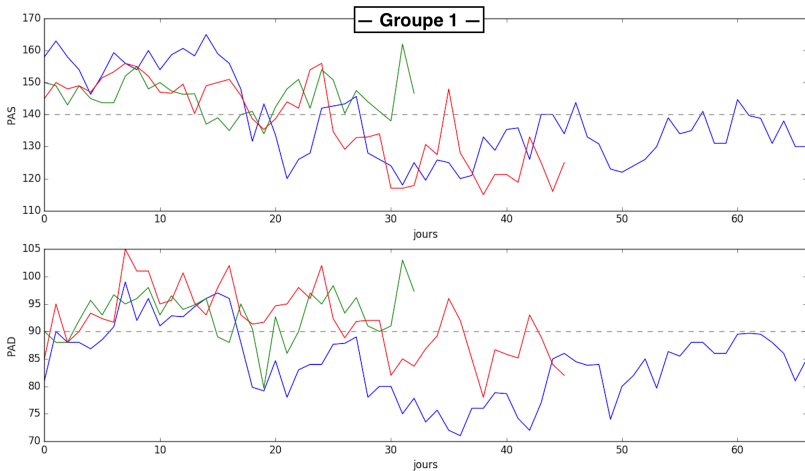


## Résultat (2/5)

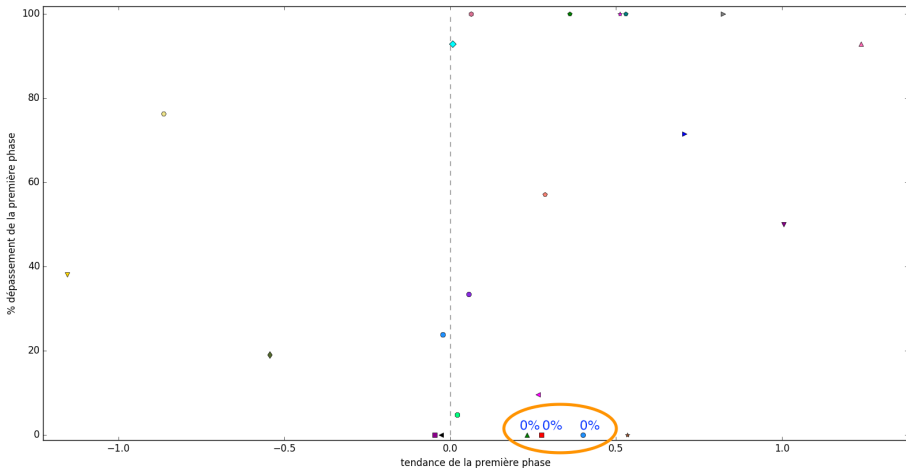




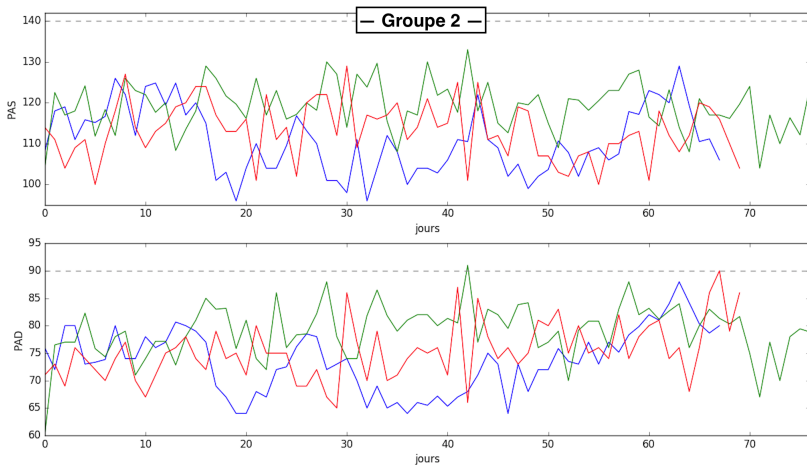
## Résultat (3/5)



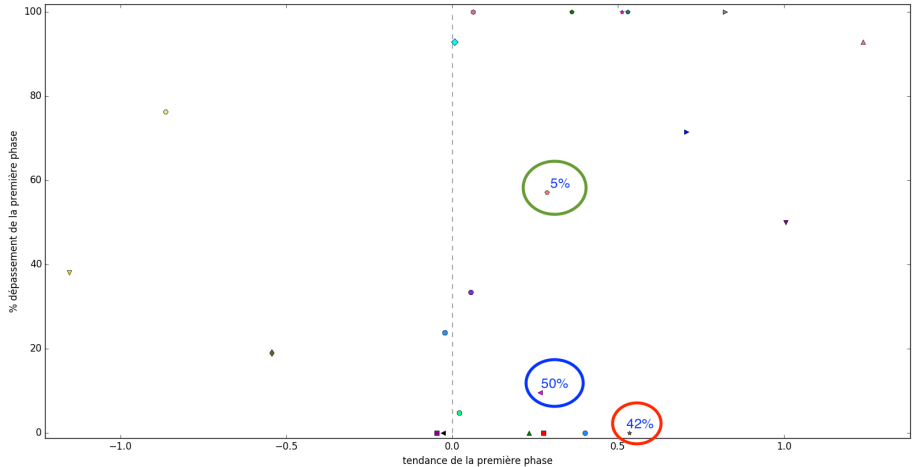
## Résultat (4/5)



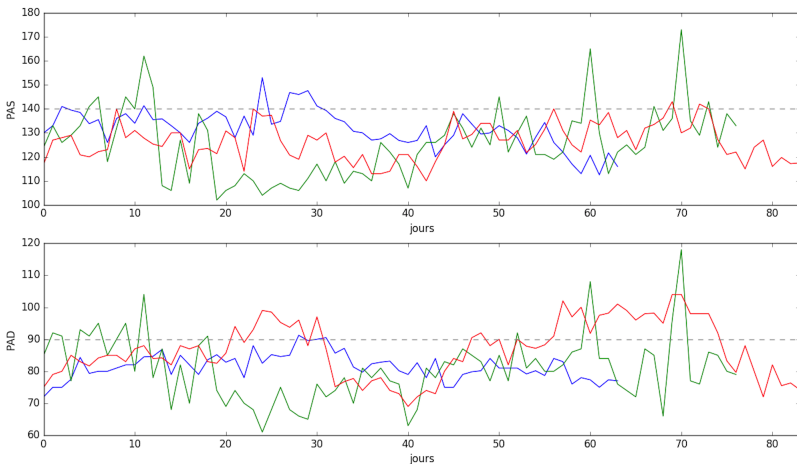
## Résultat (4/5)



## Résultat (5/5)



## Résultat (5/5)



## Synthèse

Dossier	RCMSE – pente	RCMSE – IC	CSE	DTW	PLA-DTW	DS 3D	DS 4D
01-FJ048	B	C	B	A	A	C	B
01-PJ058	C	C	A	C	B	A	C
01-BD060	C	B	A	C	C	A	A
01-KD061	B	C	C	C	A	A	A
01-TC062	C	C	C	C	B	B	C
01-FG001	A	A	A	B	A	A	A
11-LA011	C	A	B	B	B	A	B
12-MJ012	C	A	A	A	A	B	A
16-BS016	B	C	C	C	A	C	A
19-LM019	A	B	A	A	A	B	C
38-SH038	C	C	B	A	A	C	C
39-LC039	B	B	B	A	A	C	C
42-CM042	A	A	A	A	A	C	A
47-01-MP047	B	C	B	A	A	B	C
57-01-CJ057	B	C	B	A	A	C	A
63-01-LC063	B	A	C	A	A	B	A



## Conclusion

- ▶ Revue de différentes méthodes d'analyse de séries temporelles.
- ▶ RCMSE → traitement médical (article).

### Perspectives :

- ▶ Confrontation des autres méthodes au diagnostic médical et test de l'algorithme d'aide à la décision.

### Personnellement :

- ▶ Enrichissement personnel et perspectives professionnelles futures.

Merci pour votre attention.

