

Variations de diamètres des arbres, un outil innovant pour caractériser la phénologie??? - Un cas d'étude d'arbres en ville...

Jérome Ngao, Thierry Ameglio, M. Saudreau

▶ To cite this version:

Jérome Ngao, Thierry Ameglio, M. Saudreau. Variations de diamètres des arbres, un outil innovant pour caractériser la phénologie??? - Un cas d'étude d'arbres en ville.... Ecole Thématique FP INRA -InnObs, Nov 2019, Montpellier, France. 39 p. hal-02444447

HAL Id: hal-02444447

https://hal.science/hal-02444447

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers. L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Variations de diamètres des arbres, un outil innovant pour caractériser la phénologie???

Un cas d'étude d'arbres en ville...

J. NGAO



T. AMEGLIO



M. SAUDREAU

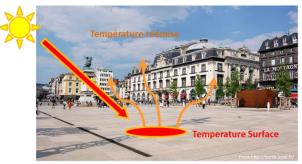
https://www6.ara.inra.fr/piaf/Presentation/Equipes/MEA

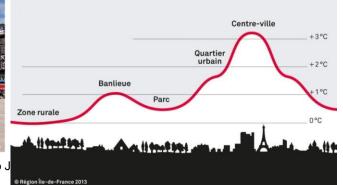
jerome.ngao@inra.fr



Contexte général

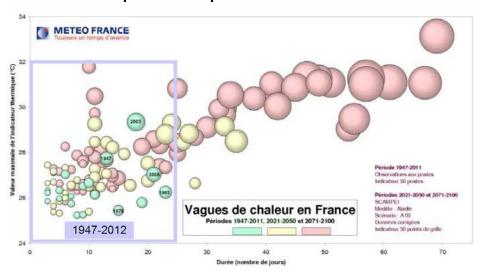
✓ Ilot de Chaleur Urbain (ICU) : Le bâti stocke l'énergie la journée et la restitue la nuit





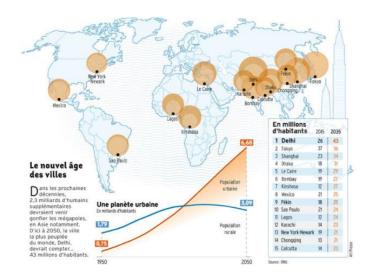
Clermont-Fd, Place de jaude – Photo Ngao J

✓ Changement climatique: Vagues de chaleur plus fréquentes



→ Impacts sur la santé et activités humaines...

✓ En 2050, les 2/3 de la population mondiale vivra en ville



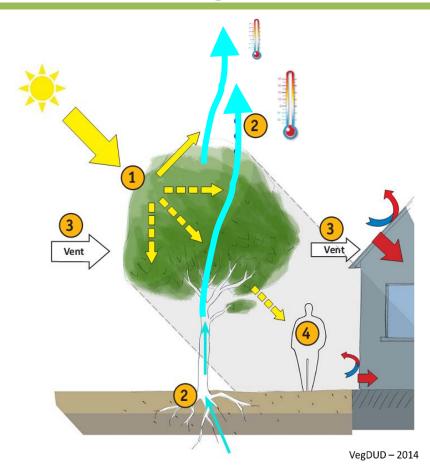




Contexte général

- Un enjeu majeur : Atténuer les Ilots de Chaleur Urbains
- Les arbres le font déjà!...
 - OMBRAGE
 - RAFRAICHISSEMENT

... Parmi d'autres services écosystémiques potentiels...

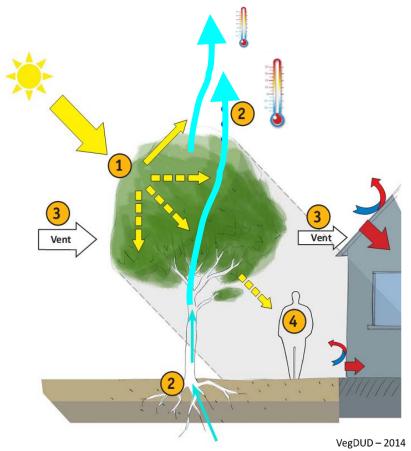




Contexte général

- Un enjeu majeur : Atténuer les llots de Chaleur Urbains
- Les arbres le font déjà!...
 - OMBRAGE
 - RAFRAICHISSEMENT

... Parmi d'autres services écosystémiques potentiels...



- > Services attendus dépendant du (bon!!!) fonctionnement de l'arbre:
 - Développement de la Surface Foliaire
 - Croissance de la Structure Ligneuse
- Services Quantitatifs : dépendance à la temporalité des processus
 - → Phénologie???



> Des Outils pour Gérer la Santé des Arbres en ville

• Variations de Diamètres



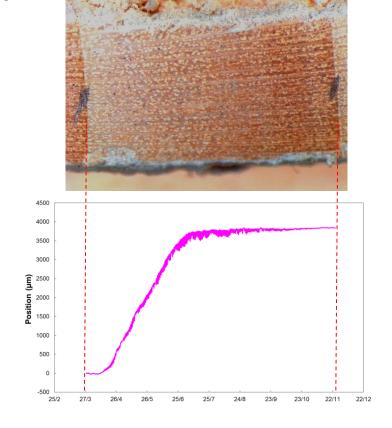






✓ Un intégrateur de processus:

√ Croissance radiale

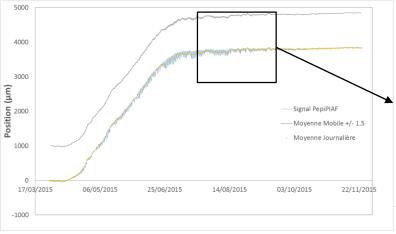


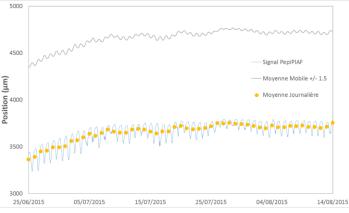






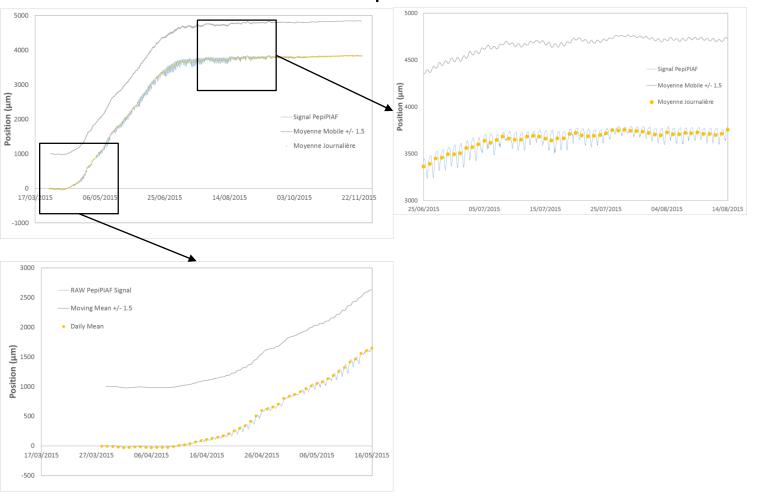
 Données temporelles (climatiques, physiologiques) sont souvent des données variant dans le temps



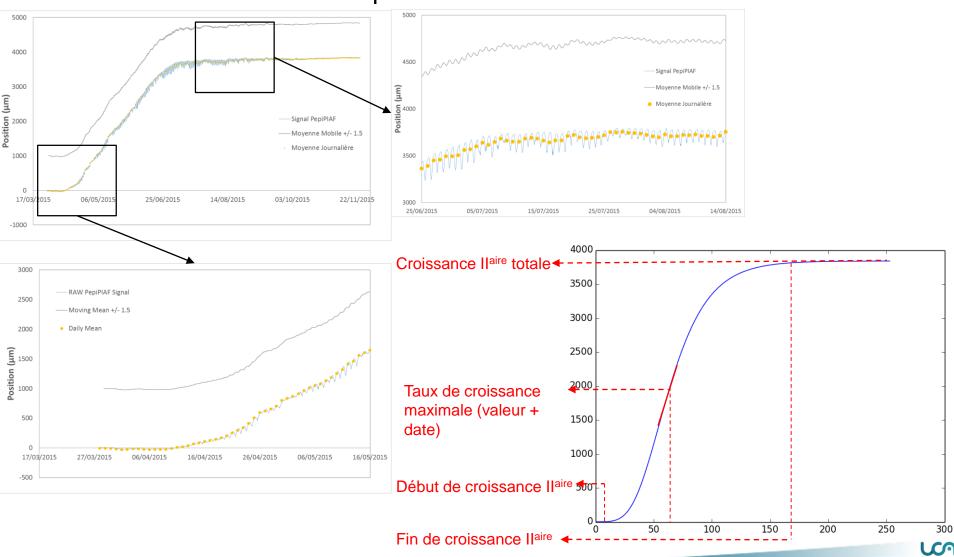




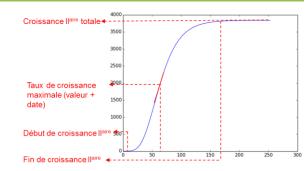
 Données temporelles (climatiques, physiologiques) sont souvent des données variant dans le temps

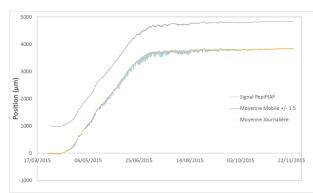


 Données temporelles (climatiques, physiologiques) sont souvent des données variant dans le temps



- ✓ Potentiellement beaucoup d'informations extractibles
 - Quel niveau de confiance?
 - Possibilité de traitements automatisés?
- → Comment traiter les variations temporelles? (amplitudes, pas de temps caractéristique)
 - ✓ Variation à long-terme : Moyenne
 - ✓ Variation à court-terme: Fluctuation







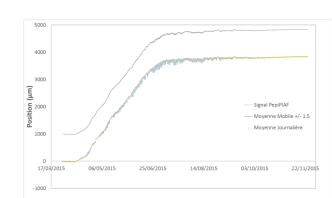


Croissance Ilaire totale

Taux de croissance

Début de croissance II

- ✓ Potentiellement beaucoup d'informations extractibles
 - Quel niveau de confiance?
 - Possibilité de traitements automatisés?
- → Comment traiter les variations temporelles? (amplitudes, pas de temps caractéristique)
 - ✓ Variation à long-terme : Moyenne
 - ✓ Variation à court-terme: Fluctuation



- ✓ Besoin de caractériser ces signaux:
 - 1. Distinguer Moyenne Vs Fluctuations
 - 2. Extraire des patrons, comme des évènements périodiques
 - → Améliorer l'analyse et l'extraction des informations temporelles
 - → Décomposition du signal





L'analyse de Fourier - Bases

 Initialement développée pour analyser des fonctions périodiques, la théorie a été généralisée à des fonctions intégrables: « Toute fonction intégrable peut être décomposée en une somme de fonctions sinusoïdales » :



Joseph Fourier 1768 - 1830

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right)$$

Rque: Propriété est souvent formulée à l'aide des nombres complexes:

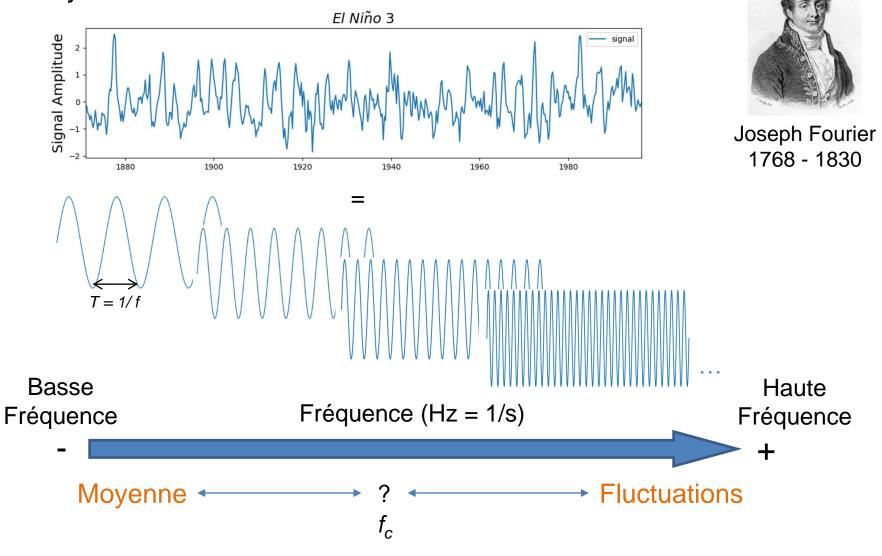
$$f(x) = \sum_{n = -\infty}^{\infty} \left(c_n exp(i \frac{n\pi x}{L}) \right)$$

$$exp(i \frac{n\pi x}{L}) = \cos(\frac{n\pi x}{L}) + i \sin(\frac{n\pi x}{L}) \text{ où } i^2 = -1$$

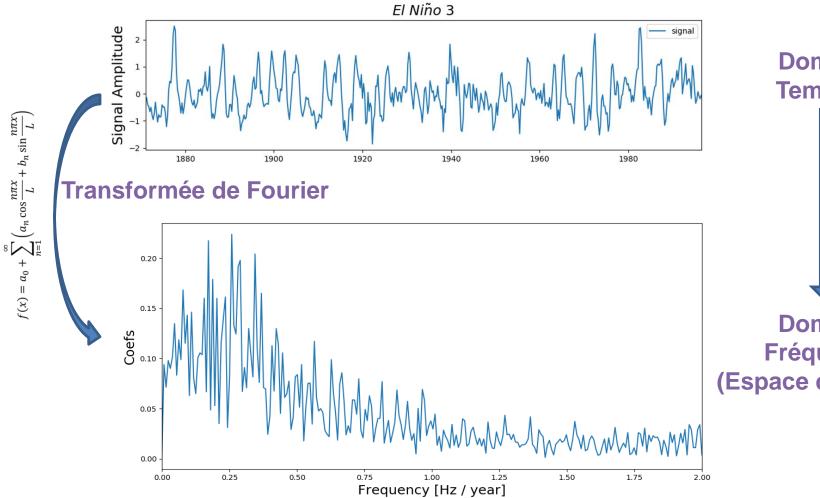


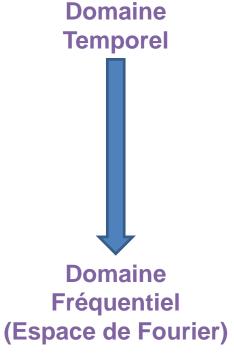
L'analyse de Fourier = trouver les coefficients a_i et b_i (ou c_i)

L'analyse de Fourier - Bases



L'analyse de Fourier – En pratique : Transformée

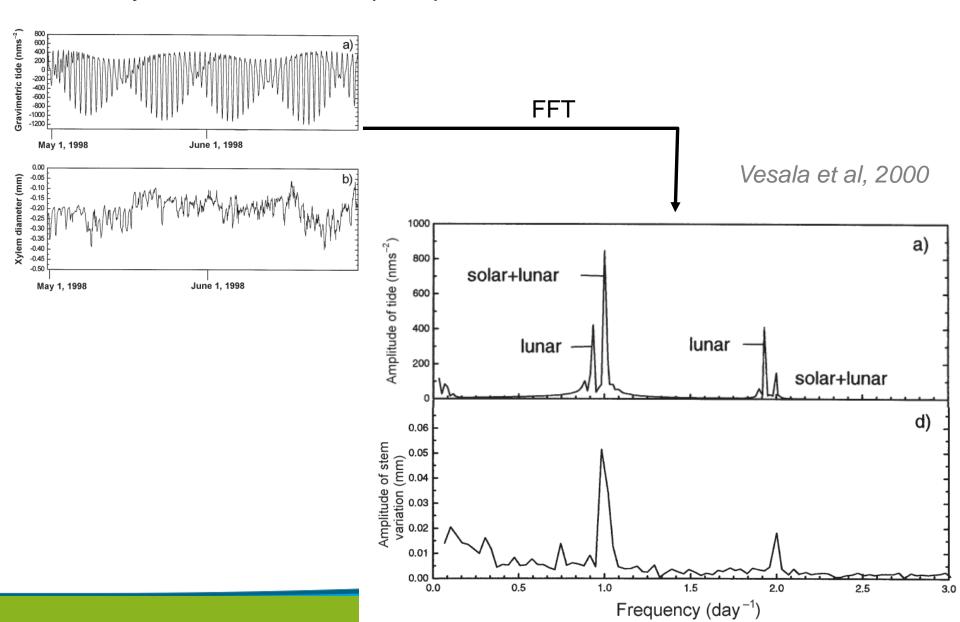




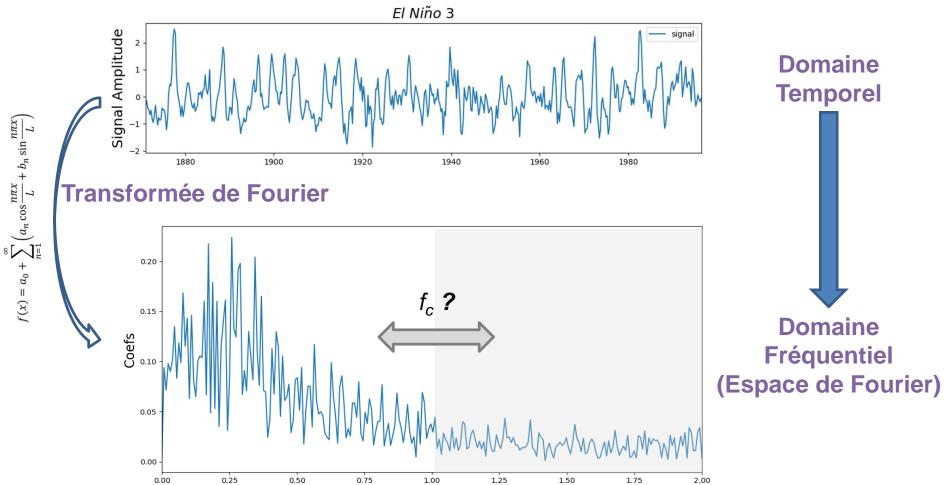




L'analyse de Fourier – En pratique : Transformée



L'analyse de Fourier – En pratique : Filtre



Moyenne

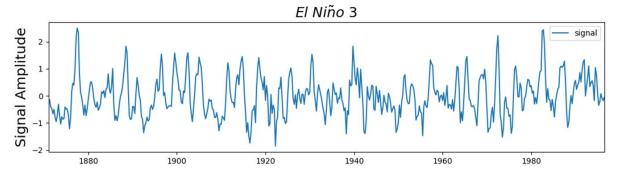
Fluctuations

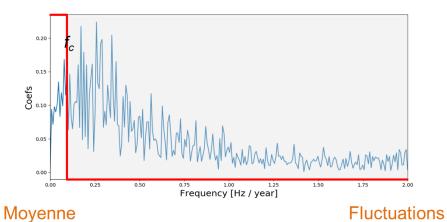
Choix de la fréquence de coupure f_c ?

Frequency [Hz / year]



L'analyse de Fourier – En pratique : Filtre

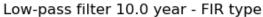




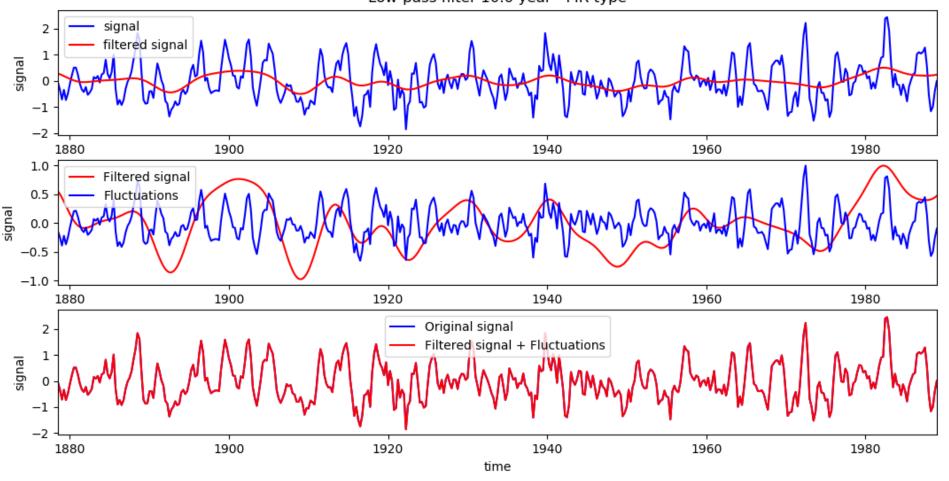
Exemple de filtre où les périodes supérieures à 10 ans sont conservée c.a.d les fréquence inférieures à 0.1 an⁻¹:

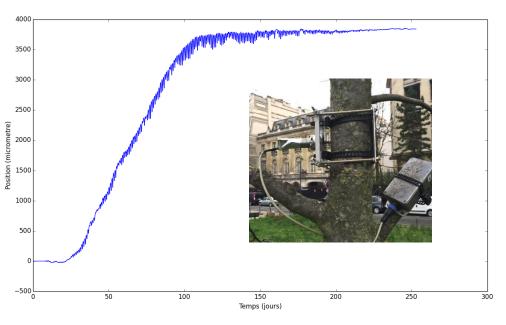
$$f_c \sim 0.1 \text{ an}^{-1} \text{ (rappel f = 1/T)}$$





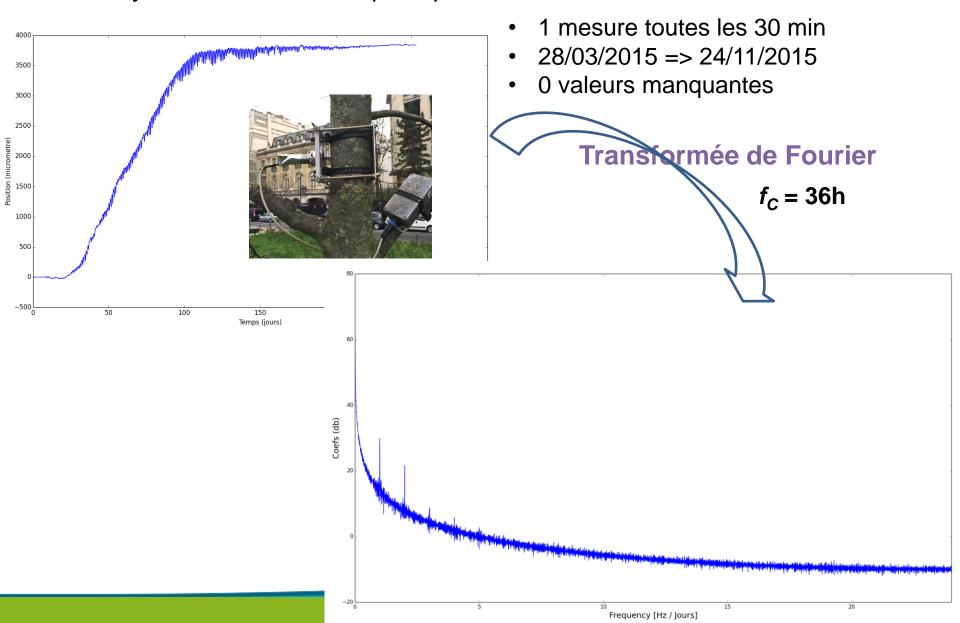


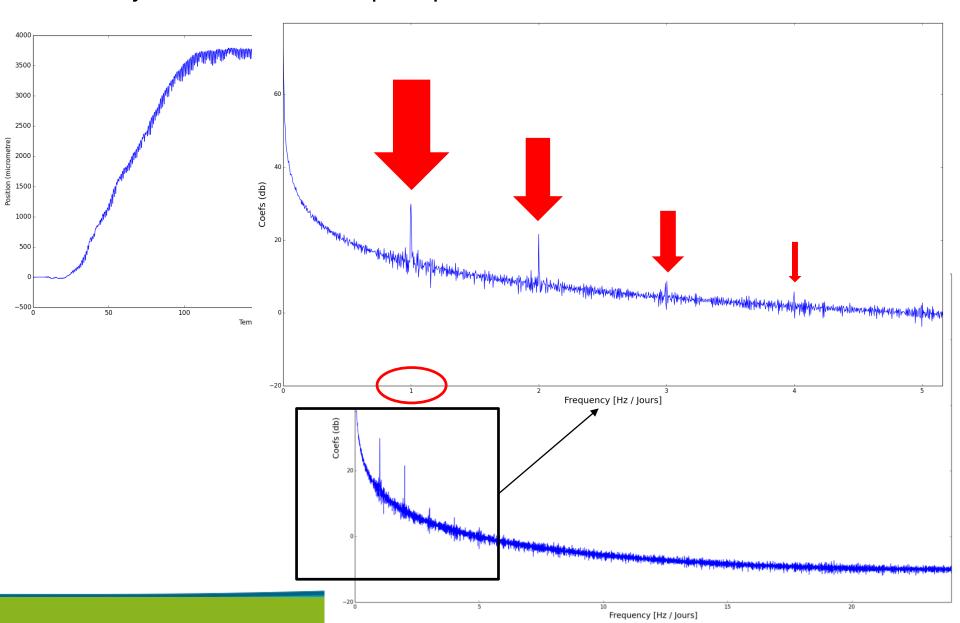




- 1 mesure toutes les 30 min
- 28/03/2015 => 24/11/2015
- 0 valeurs manquantes

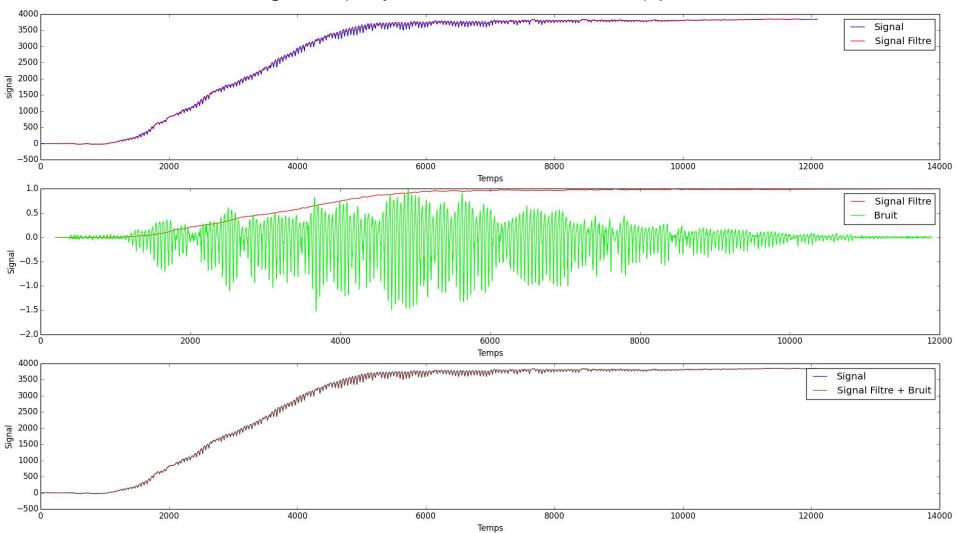


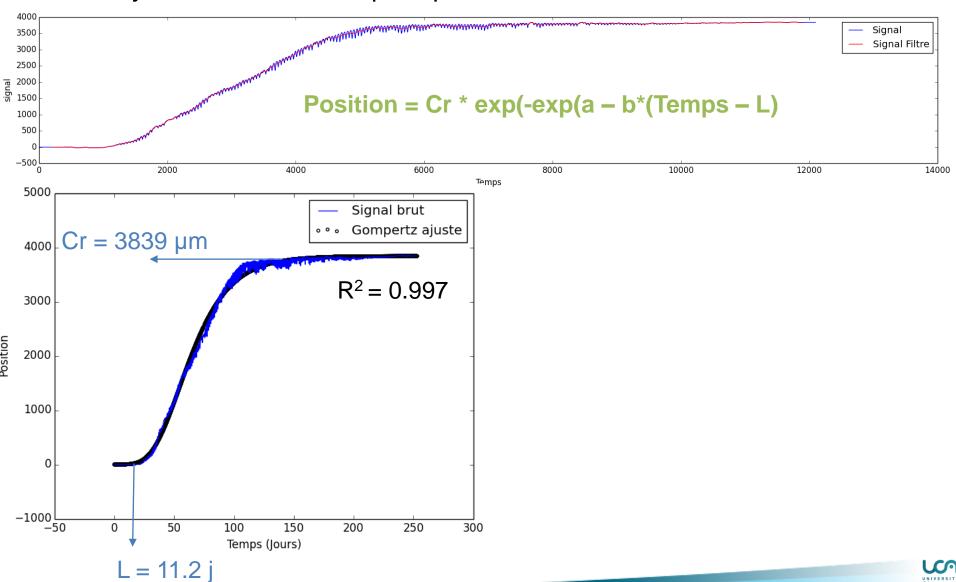




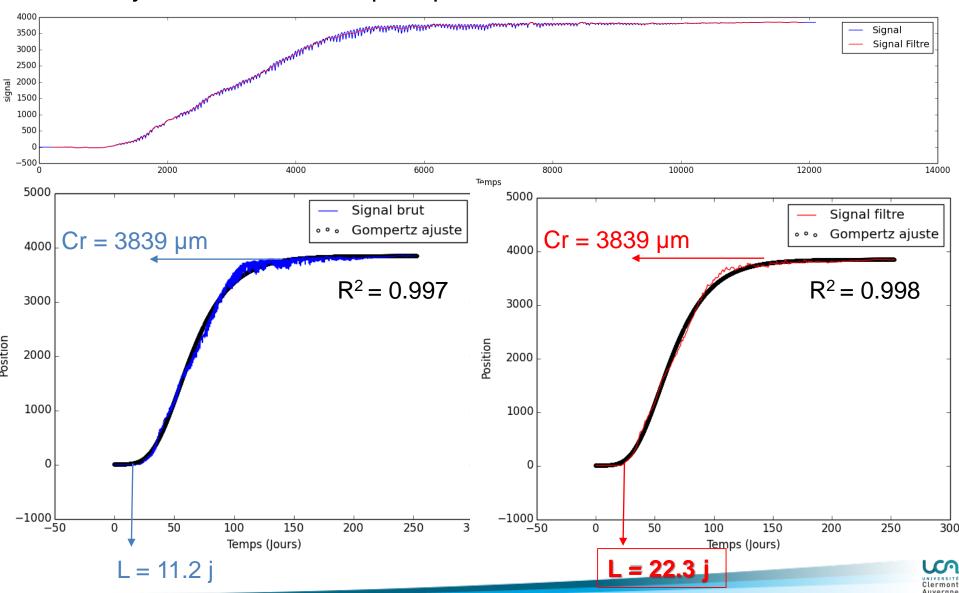
L'analyse de Fourier – En pratique : Filtre

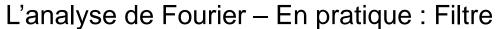
• Reconstruction des signaux (moyenne et fluctuation/bruit) par la transformée inverse

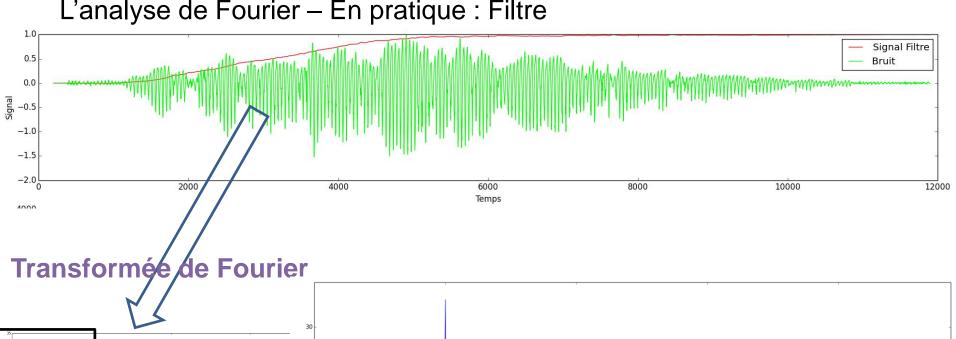


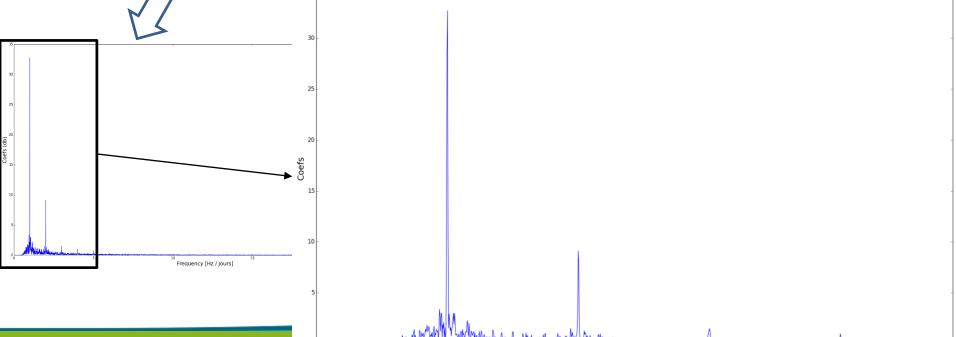










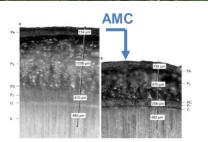


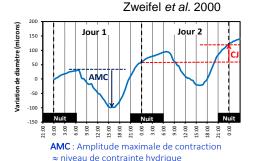
Contexte: Flux d'eau

> Des Outils pour Gérer la Santé des Arbres en ville

Variations de Diamètres

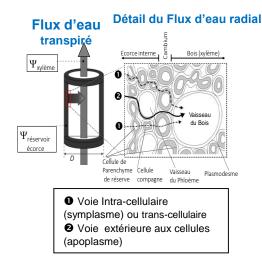


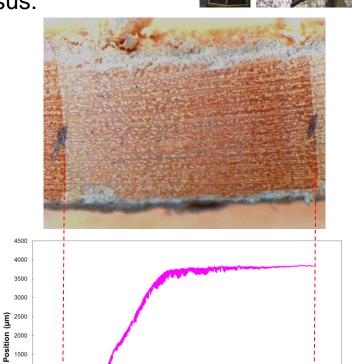




CJ : Croissance apparente Journalière ≈ activité de photosynthèse ✓ Un intégrateur de processus:

- ✓ Croissance radiale
- √ Flux hydrique



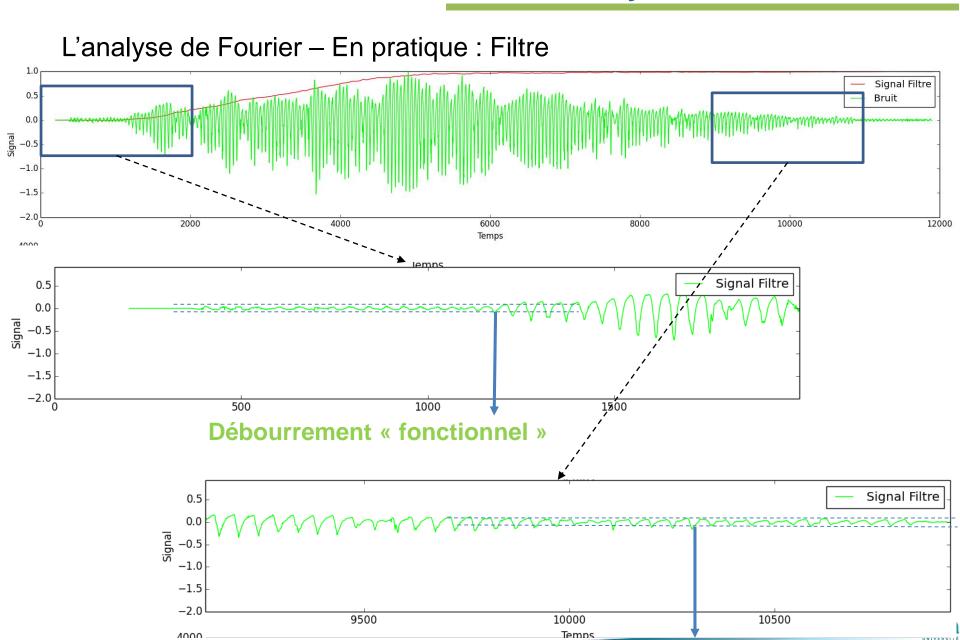


- → Fort lien avec le développement foliaire
- → Indicateurs temporelles du LAI





e « fonctionnelle »





L'analyse de Fourier – En pratique : Filtre

Débourrement « fonctionnel » Sénescence « fonctionnelle »

- A déterminer de façon plus systématique
- A valider avec mesures de flux de sève
- → Corrélations entre spectres LVDT / Flux de sèves
- → Utilisations d'autres méthodes (décomposition en ondelettes)



Conclusions

FFT:

- +++ Choix de la fréquence de coupure
- +++ Intuitif
- --- Signaux longs en temps i.e. échantillonnage important
- ➤ Librairies disponibles sous Python, etc...
- > Dans la pratique:
 - FFT -> filtrage (suivant signaux)
 - Ondelettes -> filtrage et corrélations temporelles



Conclusions

FFT:

- +++ Choix de la fréquence de coupure
- +++ Intuitif
- --- Signaux longs en temps i.e. échantillonnage important
- Librairies disponibles sous Python, etc...
- > Dans la pratique:
 - FFT -> filtrage (suivant signaux)
 - Ondelettes -> filtrage et corrélations temporelles

LVDT:

- +++ Non-invasif
- +++ Traitement automatisable
- + Intégrateur de processus (à détricoter)
- - Variabilité spatial (intra-inter-individu)
- Explorations du cycle annuel (polycyclisme, évènements gélive)
- Co-variation(s) avec facteurs environnementaux

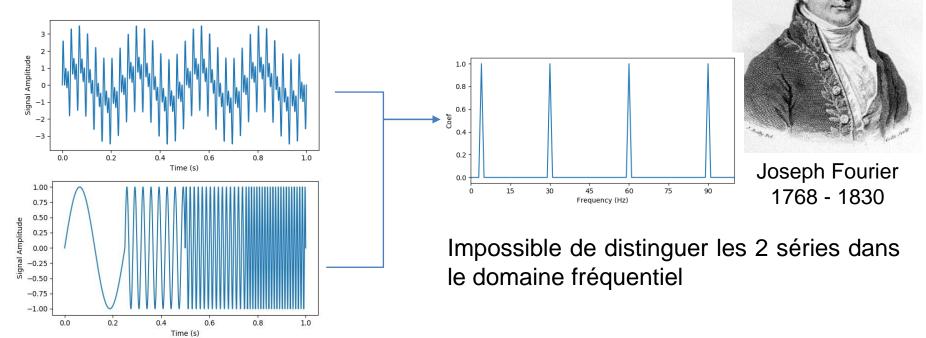
MERCI DE VOTRE ATTENTION!





L'analyse de Fourier – Des limites

Séries temporelles composées de 4 fréquences: 4, 30, 60, 90 Hz





- L'analyse de Fourier nous renseigne sur les fréquences présentes mais ne nous renseigne pas sur l'occurrence de ces fréquences dans le temps.
- Solution a été d'utiliser des fonctions de base « compactes » au lieu de fonction de base sinusoïdales à support « infini ».

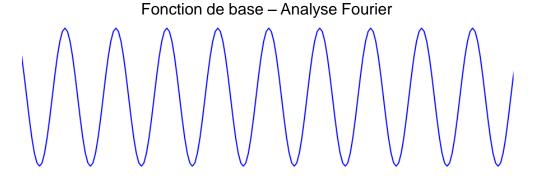


Analyse en ondelettes - Bases

Globalement la théorie est la même que l'analyse de Fourier mais les fonctions de base utilisées pour la décomposition du signal sont différentes



Alfred Haar 1885 - 1933



Fonction de base – Analyse Ondelettes



Jean Morlet 1931 - 2000



Alex. J. Grossmann 1930 - 2019



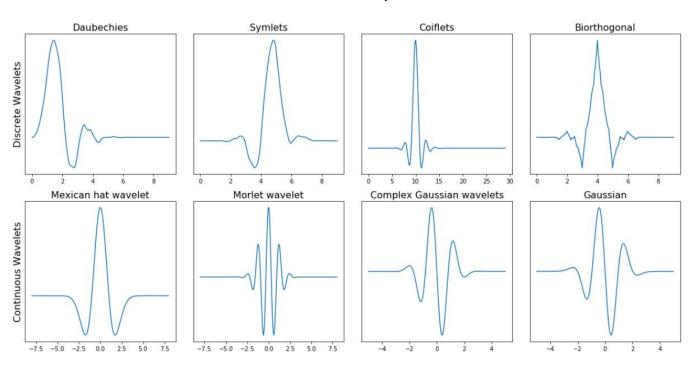
Analyse en ondelettes - Bases

Globalement la théorie est la même que l'analyse de Fourier mais les fonctions de base utilisées pour la décomposition du signal sont différentes



Alfred Haar 1885 - 1933

Fonction de base - Analyse Ondelettes





Jean Morlet 1931 - 2000

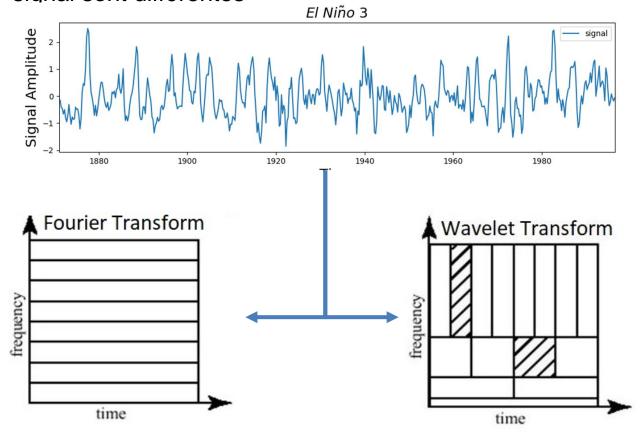


Alex. J. Grossmann 1930 - 2019



Analyse en ondelettes - Bases

Globalement la théorie est la même que l'analyse de Fourier mais les fonctions de base utilisées pour la décomposition du signal sont différentes





Alfred Haar 1885 - 1933



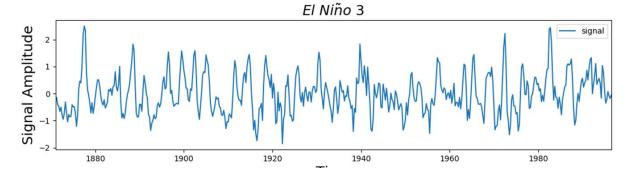
Jean Morlet 1931 - 2000



Alex. J. Grossmann 1930 - 2019



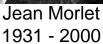
Analyse en ondelettes – En pratique

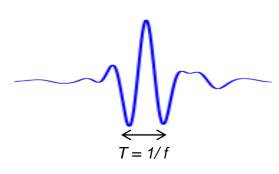




Alfred Haar 1885 - 1933







Basse

Fréquence





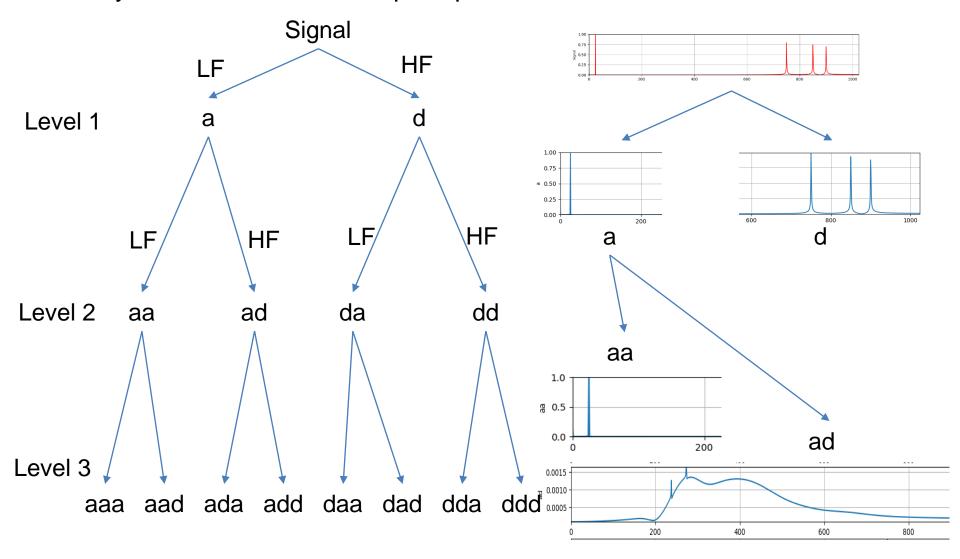
Fréquence (Hz = 1/s)

Haute Fréquence

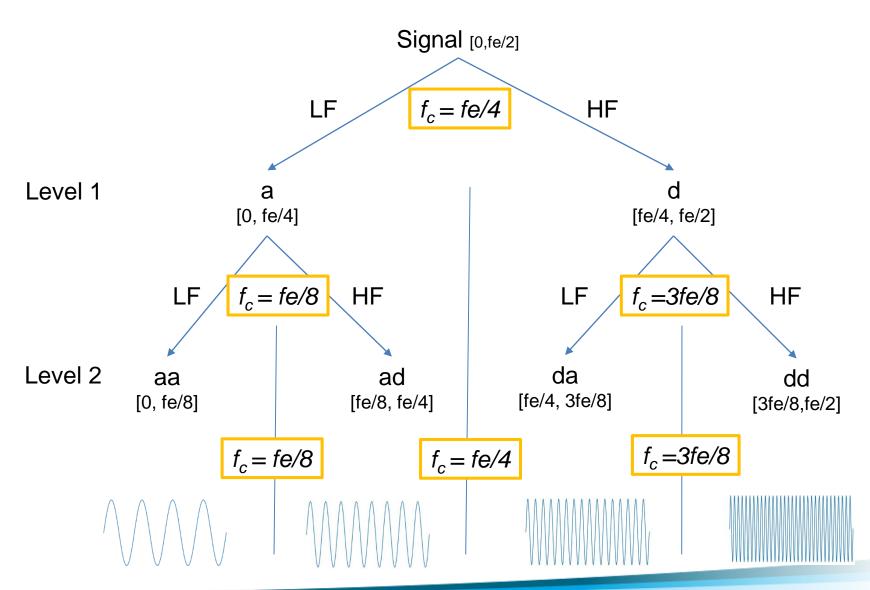
Moyenne ← Pluctuations



Analyse en ondelettes – En pratique – DWT



Analyse en ondelettes – En pratique – DWT



Analyse en ondelettes – En pratique – DWT

Série temporelle décomposition + Scalogramme





Contexte

> Des Outils pour Gérer la Santé des Arbres en ville

Daudet et al. 2005

