



**INNOBS**

**Observation Satellitaire & Exploitation des séries temporelles**

**APPLICATION PRATIQUE: UTILISATION DE TIMESAT**



Marie Weiss

19/11/2019

# OBJECTIF

- ❖ Pratiquer le lissage/bouchage de trous sur des données satellite
  - ❖ Découvrir le logiciel TIMESAT
  - ❖ Tester différents algorithmes de lissage/bouchage, comprendre leurs avantages/inconvénients
  - ❖ Extraire des caractéristiques phénologiques

# TIMESAT

<http://www.nateko.lu.se/TIMESAT>

Jönsson, P., & Eklundh, L. (2004). TIMESAT—a program for analyzing time-series of satellite sensor data. *Computers & Geosciences*, 30, 833-845

## ❖ Données de travail

❖ 1 an:

❖ Données de NDVI ou LAI

❖ Images binaires NDVI, 0-100, données manquantes 255 (Afrique, .\data\wa)

❖ Fichier texte: série temporelle correspondant à plusieurs pixels (données VEGETATION (Data\_VGT\_BELMANIP))

❖ Forêt, Culture

# DEROULE DU TP

- ❖ **Exploration du jeu de données**

- ❖ TSM\_Imageview

- ❖ Visualisation des images de travail

- ❖ Sélection de la zone d'intérêt

- ❖ TSM\_GUI

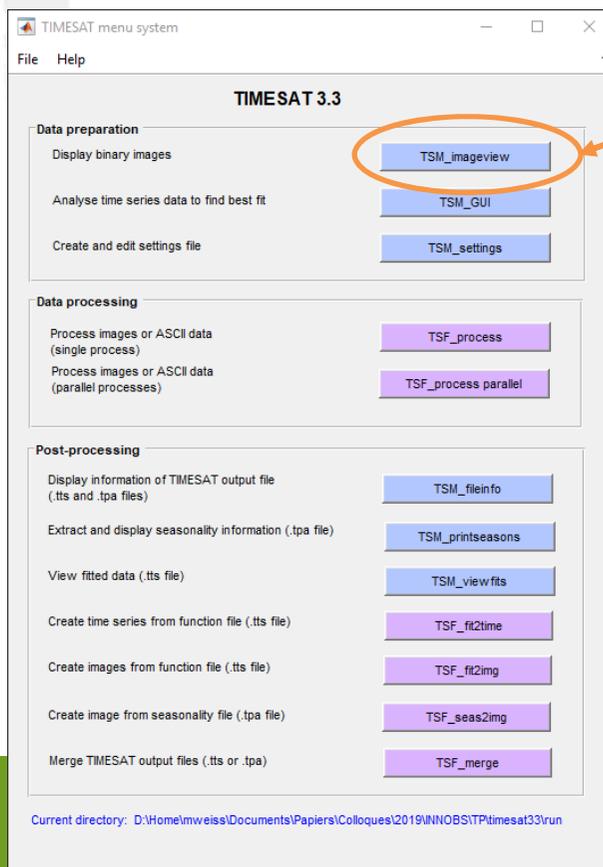
- ❖ Visualisation des séries temporelles de pixels

- ❖ Application manuelle du lissage/bouchage + ajustement des paramètres

- ❖ **Traitement en batch**

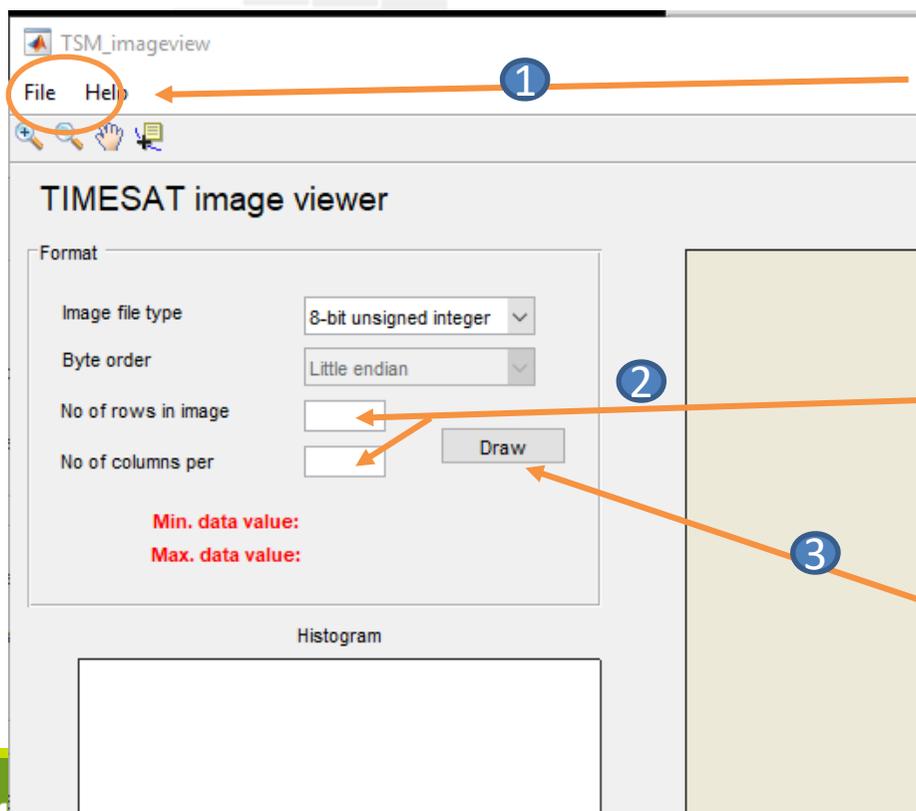
# Visualisation des images binaires (1)

❖ Lancer Timesat



TSM\_Imageview

## Visualisation des images binaires (2)



1 Open filelist

Choisir: timesat33\data\wa\ndvilstwa.txt  
Choisir une image de la liste

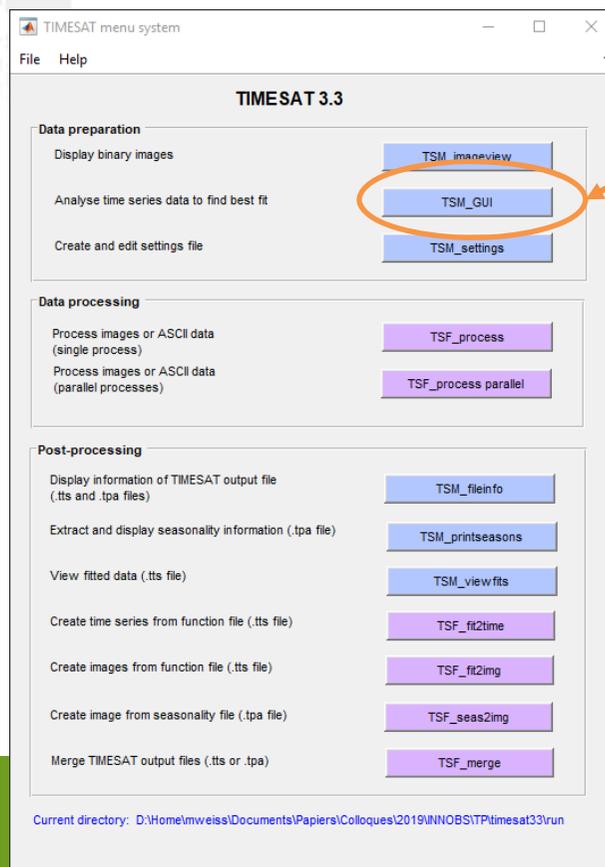
2 Taille image  
200x200

3 Cliquer sur "Draw"

4 Jouer avec l'affichage

# Travail sur des extraits – ASCII time series

❖ Lancer Timesat

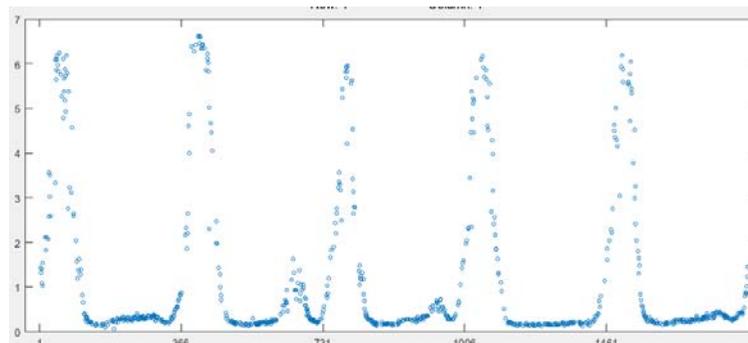
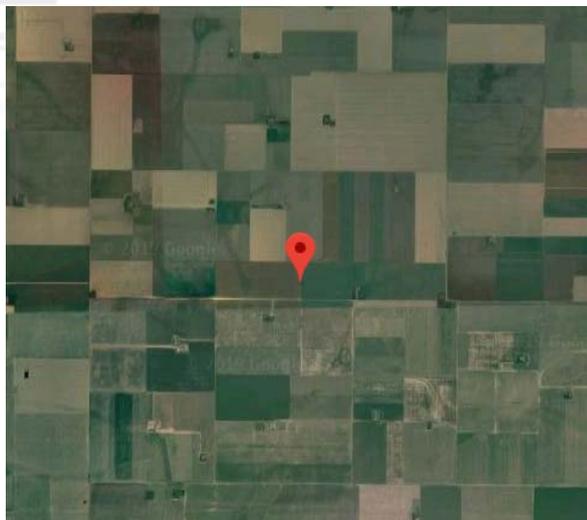


TSM\_GUI

File  
Open Ascii\_File  
“Data\_LAI\_BELMANIP\_Extracts”

Données journalières LAI  
Satellite VEGETATION  
2006 -2010

## Site Etudié

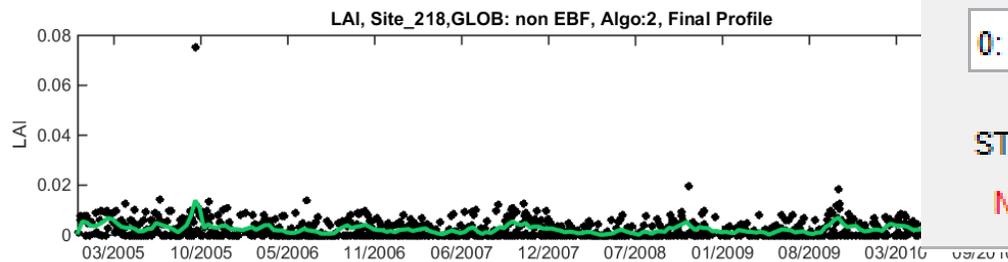


Site Agricole  
Argentine  
(-32.035°,-63.7794°)

# Affichage de la série temporelle

Données Valides

Si Amplitude <  
La série temporelle  
n'est pas prise en compte



## Common settings

Data range  to

Amplitude value

Spike method

0: none

STL stiffness value

Number of nodata: 1035

# Elimination des outliers: 3 méthodes



- ❖  $LAI(t) - \text{median}(LAI(t_{i=-3:+3})) > \text{cutoff}$

$LAI(t) < \text{mean}(LAI(t-1), LAI(t+1)) - \text{cutoff}$  ou  $LAI(t) > \text{max}(LAI(t-1), LAI(t+1)) + \text{cutoff}$

$$\text{cutoff} = \sigma(LAI(t_{i=1:\text{end}}))$$

- ❖ STL (Seasonal Trend decomposition by Loess)
  - ❖ Régression locale avec pondération des points
    - ❖ Courbe de tendance non linéaire, composante saisonnière
    - ❖ Elimine les résidus
  - ❖ Produit entre STL et un poids attribué aux données en fonction de leur qualité

Common settings

Data range: 0 to 7

Amplitude value: 0

Spike method: 1: median filter (3)

STL stiffness value: 3

Number of nodata: 1035

# Elimination des outliers: 3 méthodes

- ❖ Choisir le filtre de Savitsky-Golay

- ❖ Spike = median filter

- ❖ augmenter/diminuer la valeur de cutoff , voir impact sur le profil

(diminution du cutoff= moins de données valides pour lissage)

- ❖ STL Replace (Seasonnal Trend decomposition by Loess)

- ❖ Jouer sur le « stiffness » parameter (rigidité)

Nombre de données après filtrage

Common settings

Data range  to

Amplitude value

Spike method  
1: median filter

STL stiffness value

Number of nodata: 1035

# Application du lissage

=1 une saison par an  
<1 plusieurs saisons par an

Force la valeur minimum  
De la série temporelle

Class-specific settings

Seasonal par.	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Force minimum	<input type="text"/>	Start/end of season
No. of seasons / year: 1		Savitsky-Golay window size	20	1: Seasonal amplitude
No. of envelope iterations	3			Season start
Adaptation strength	5.0			Season end
				0.5
				0.5

Augmenter pour mieux  
adjuster à l'enveloppe  
supérieure

1-10 (défaut 2-3)  
Intensité avec laquelle on va  
essayer de fitter au mieux  
l'enveloppe supérieure

# Algorithmes de lissage: Savitsky-Golay

Data plotting

Lines  Points  Weights

Fitting method

- None
- Savitzky-Golay**
- Asymm. Gaussian
- Double Logistic
- Coarse seasonality
- STL season / trend

Season start / stop

Plot next series

Ajustement de polynômes de degré 2 sur une fenêtre glissante

$$f(t) = c_1 + c_2(t) + c_3(t^2)$$

Largeur de la demie-fenêtre  
Forte valeur => augmentation du lissage  
(recommandé  $\text{timesat} = \text{nbpoints}/\text{an}/4$ )

Mais mauvais fitting des changements abrupts

Class-specific settings

Seasonal par.   Force minimum

No. of seasons / year: 1

No. of envelope iterations  Savitsky-Golay window size

Adaptation strength

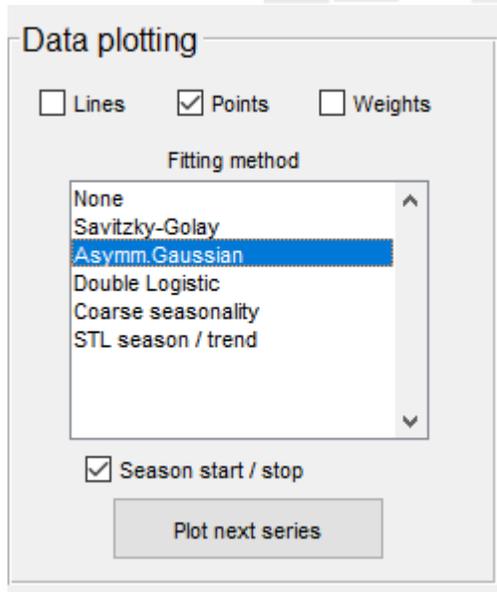
Start/end of season

1: Seasonal amplitude

Season start

Season end

# Algorithmes de lissage: gaussienne asymétrique



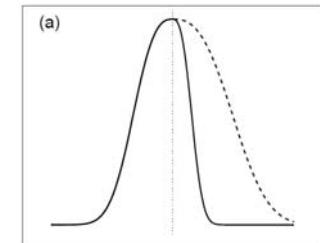
## ❖ Asymmetric Gaussians

Ajustement local de fonctions:

$$F(t) = c_1 + c_2 g(t)$$

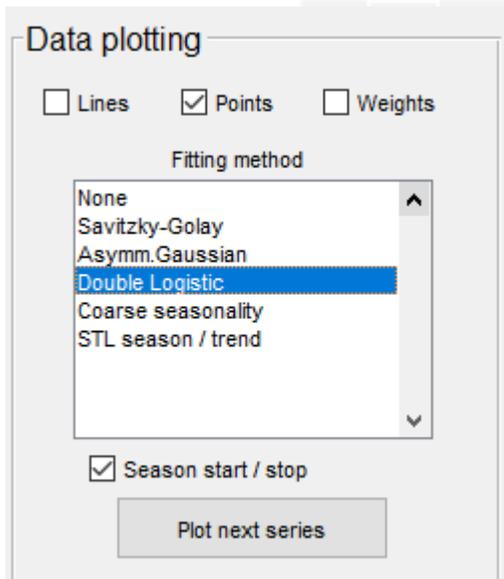
Niveau  
minimum  
+  
Amplitude

$$g(t) = \begin{cases} \exp\left[-\left(\frac{t-x_1}{x_2}\right)^{x_3}\right] & t > x_1 \\ \exp\left[-\left(\frac{x_1-t}{x_4}\right)^{x_5}\right] & t < x_1 \end{cases}$$



$x_2$  contrôle largeur de la fenêtre de gauche  
 $x_3$  contrôle largeur du pic

# Algorithmes de lissage: Double logistique

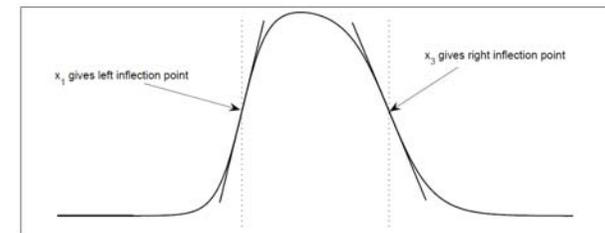


Ajustement local de fonctions:

$$F(t) = c_1 + c_2 g(t)$$

Niveau  
minimum  
+  
Amplitude

$$g(t) = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{x_1 - t}{x_2}\right)} - \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{x_3 - t}{x_4}\right)}$$



$x_1$  contrôle point inflexion gauche  
 $x_2$  contrôle la pente

.015

# Algorithmes de lissage: STL

- ❖ Régression locale avec pondération des points (LOESS)

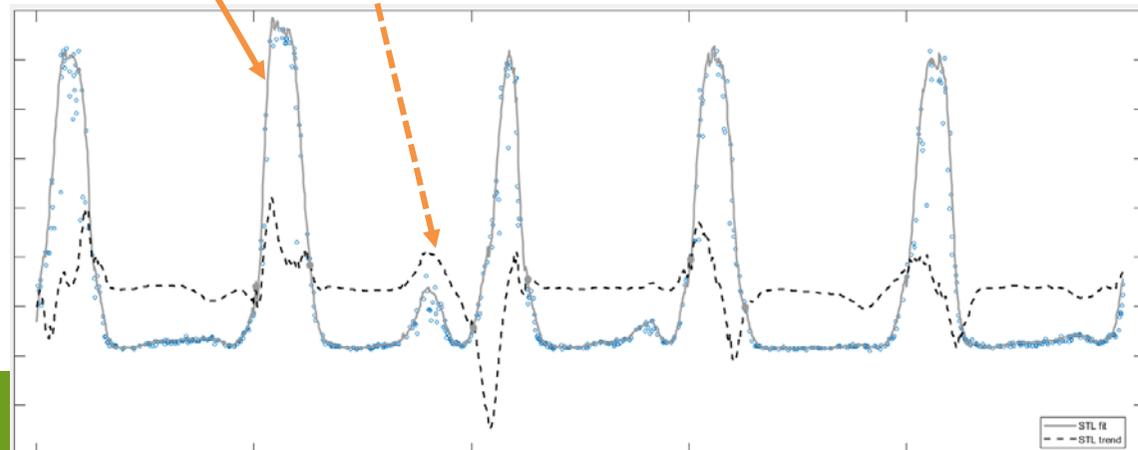
- ❖ Courbe de tendance non linéaire

- ❖ composante saisonnière

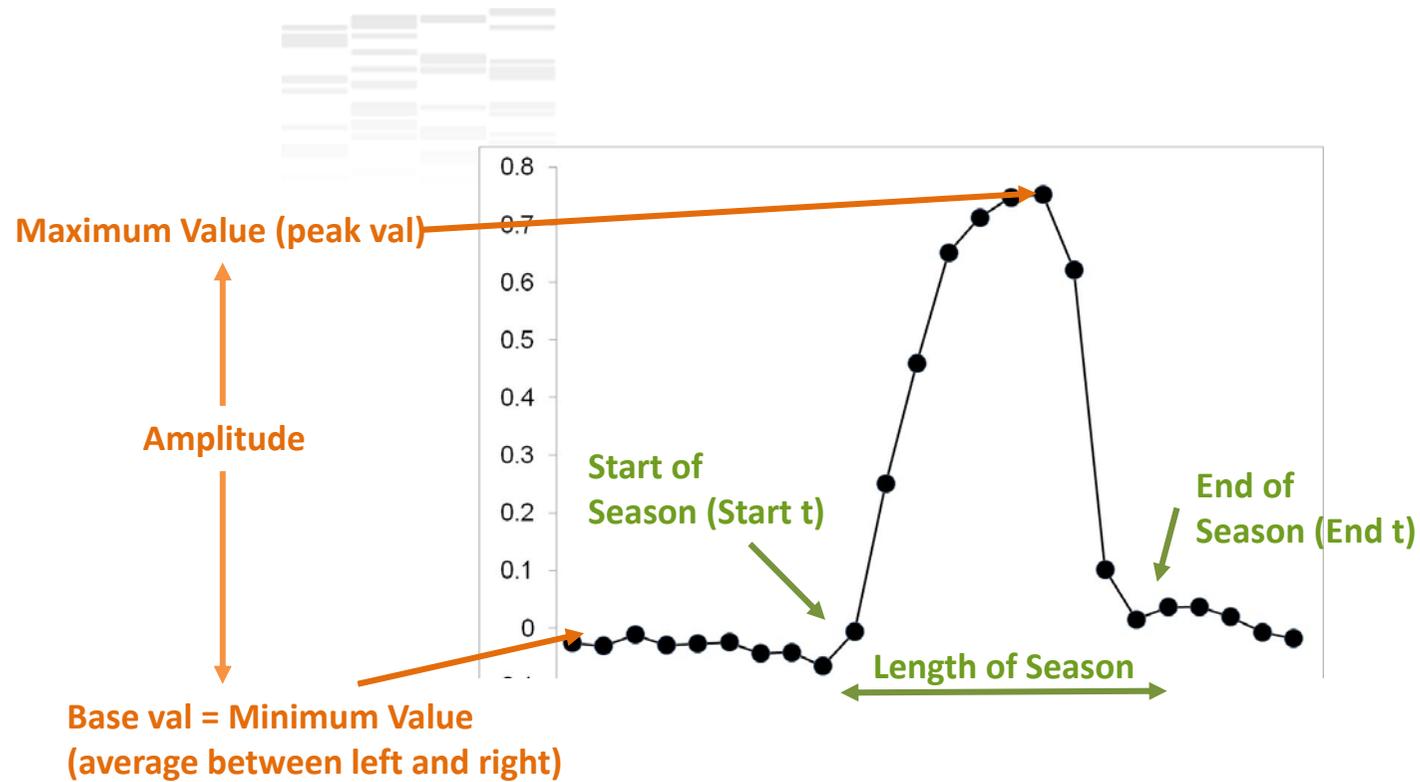
- ❖ Elimine les résidus

Surtout utilisé pour éliminer  
les outliers

- Précis que SG



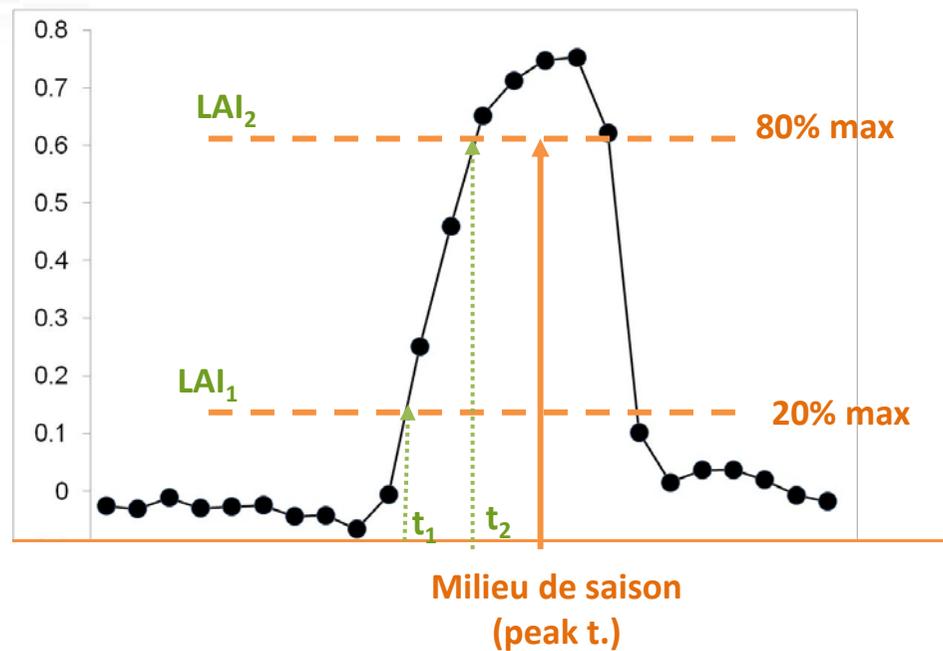
# Caractéristiques phénologiques



# Caractéristiques phénologiques

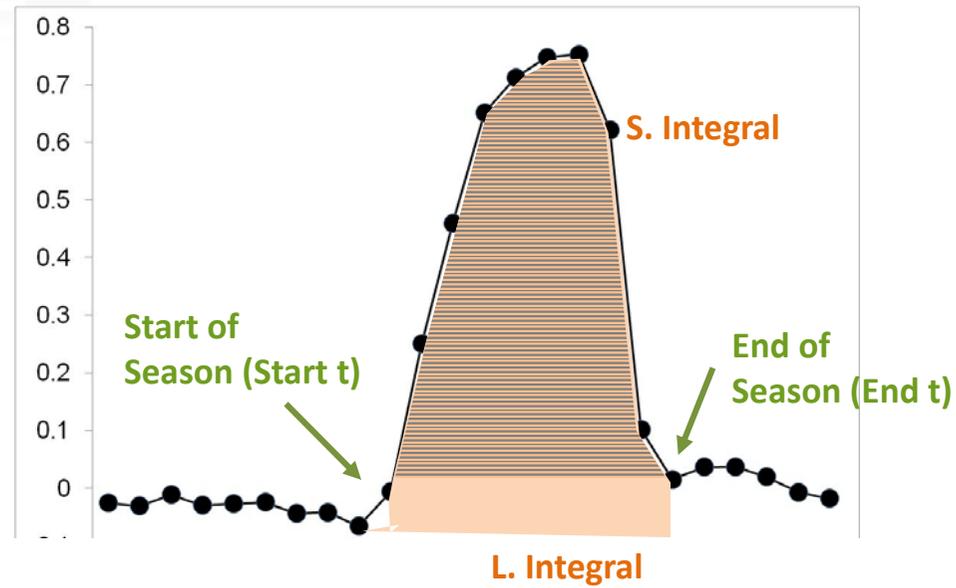
Taux de croissance

$$L_{deriv} = \frac{LAI_2 - LAI_1}{t_2 - t_1}$$



Taux de Sénescence  
( $G_{deriv}$ )

# Caractéristiques phénologiques



# Calcul des caractéristiques phénologiques

- ❖ 3 méthodes

- ❖ Seuillage

- ❖ Seasonal amplitude: on considère que le SoS correspond à une certaine fraction de l'amplitude totale pour une saison donnée

- ❖ Seuillage Absolu = niveau de la variable atteint

- ❖ Amplitude relative = amplitude relative sur l'ensemble de la série temporelle (différence entre les « moyennes robustes » des pics et de la base)

- ❖ STL: SoS, EoS définis par l'intersection entre la série temporelle et la courbe de tendance estimée par STL