



Variations altitudinales de la phénologie foliaire des forêts feuillues pyrénéennes estimées par les observations satellitaires Spot/ VEGETATION

Dominique Guyon, Marie Guillot, Yann Vitasse, Hervé Cardot, Olivier Hagolle, Sylvain S. Delzon, Jean-Pierre Wigneron

► To cite this version:

Dominique Guyon, Marie Guillot, Yann Vitasse, Hervé Cardot, Olivier Hagolle, et al.. Variations altitudinales de la phénologie foliaire des forêts feuillues pyrénéennes estimées par les observations satellitaires Spot/ VEGETATION. 1. Colloque du GDR 2968 La phénologie: un observatoire des changements climatiques, Labo/service de l'auteur, Ville service., Oct 2009, Montpellier, France. 16 p. hal-02815986

HAL Id: hal-02815986

<https://hal.inrae.fr/hal-02815986>

Submitted on 6 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 altitudinales de la phénologie foliaire des forêts feuillues pyrénéennes estimées par les observations satellitaires Spot/ VEGETATION

Dominique Guyon ⁽¹⁾, **Marie Guillot** ⁽¹⁾, **Yann Vitasse** ⁽²⁾,
Hervé Cardot ⁽³⁾, **Olivier Hagolle** ⁽⁴⁾, **Sylvain Delzon** ⁽²⁾ et
Jean-Pierre Wigneron ⁽¹⁾

⁽¹⁾ INRA, UR 1263 EPHYSE, BP 81, 33883 Villenave d'Ornon

⁽²⁾ Université de Bordeaux, UMR 1202 BIOGECO, Av. des Facultés, 33405 Talence

⁽³⁾ Université de Bourgogne, Institut de Mathématiques, UMR CNRS 5584, BP 47870, 21078 Dijon

⁽⁴⁾ Centre National d'Études Spatiales (CNES), bpi 811, 31401 Toulouse Cedex 9, France



Contexte

- Variabilité altitudinale de la phénologie foliaire de la végétation en relation avec le gradient de température (cf. Vitasse et al., 2009).
- Forte vulnérabilité des écosystèmes forestiers montagnards au changement climatique.
- Observations phénologiques au sol forcément limitées dans le temps et l'espace
- Télédétection?
 - échantillonnage exhaustif des territoires, possibilités études rétrospectives
 - surtout utilisée à l'échelle continentale: gradients phénologiques latitudinaux, changement climat
 - limite actuelle des données satellitaires utiles:
 - bonne fréquence / cycle saisonnier de la végétation
 - mais assez basse résolution spatiale: 250 à 1000m = pixel mixte
 - données MODIS, VEGETATION, AVHRR,*



Objectifs

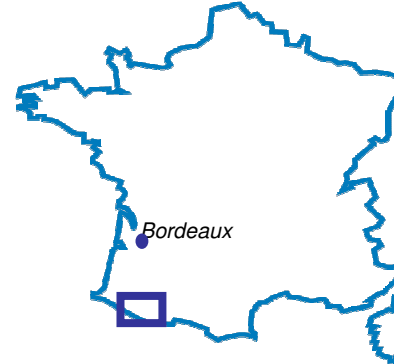
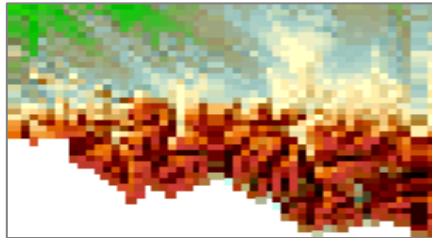
Evaluer le potentiel de séries de données de télédétection à moyenne résolution (Spot VEGETATION) pour:

- suivre les variations altitudinales de la phénologie foliaire des forêts feuillues tempérées
- quantifier l'impact de l'altitude sur la date de débourrement des espèces feuillues



Site d'étude et données

- Studied area (Longitude: 1.210E – 0.576W, Latitude: 42.638N – 43.996N)



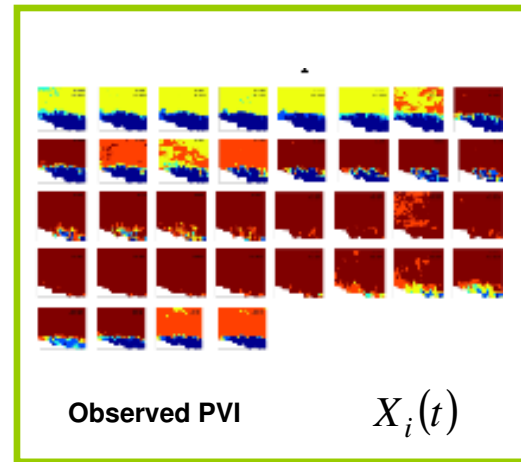
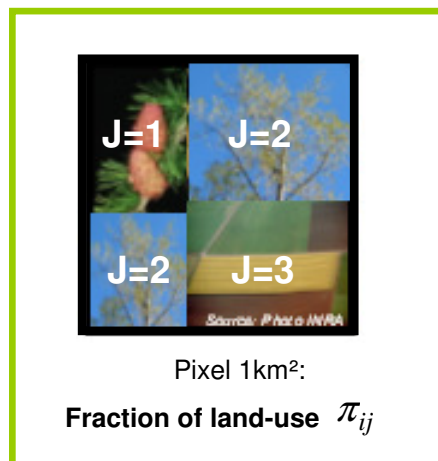
Main deciduous species:
Sessile oak, *Quercus petraea*
Beech, *Fagus sylvatica*

- Ground-based data: 3-year observation of budburst dates from 2005 to 2007.
31 stations observed in Luz and Ossau valleys
Altitudinal gradient: 100m to 1,600 m above sea level
- 10-day composed SPOT/VEGETATION data from 2002 to 2006 (36 per year)
filtering of cloudy and snowy pixels
atmospheric effects correction
normalisation of directional effects
used vegetation index: PVI (Perpendicular Vegetation Index)
- Ancillary data:
Elevation data : SRTM3 Digital Elevation Model (DEM)
Land use provided by the geographic database CORINE Land Cover 2000 (



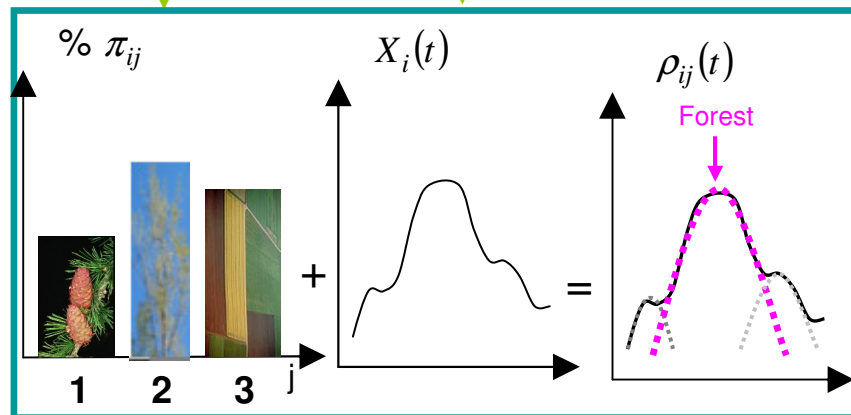
Retrieving the seasonal variations of deciduous forest PVI : → Disaggregation algorithm

- Size of the pixel VGT: $\sim 1\text{km}^2$ → measured PVI = linear combination of each land-use specific PVI



$$X_i(t) = \sum_{j=1}^J \pi_{ij} \rho_{ij}(t) + \varepsilon_{i,t}$$

Pixel i (circled in orange), $j=1$ (circled in purple), Classe j (circled in purple), $\rho_{ij}(t)$ (circled in red with a question mark)



PVI individual response $\rho_{ij}(t)$

**= seasonal variations
of PVI per land-use
class for each pixel**

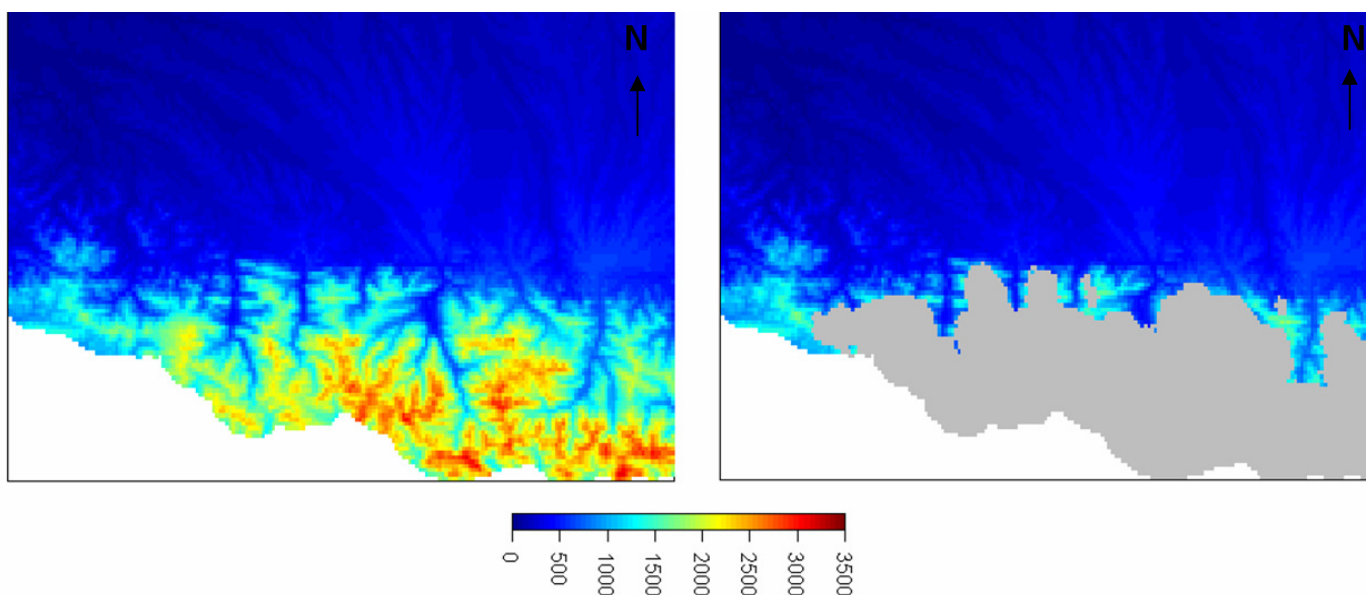


Remote sensing observations must be continuous over the year → Creation of a mean year

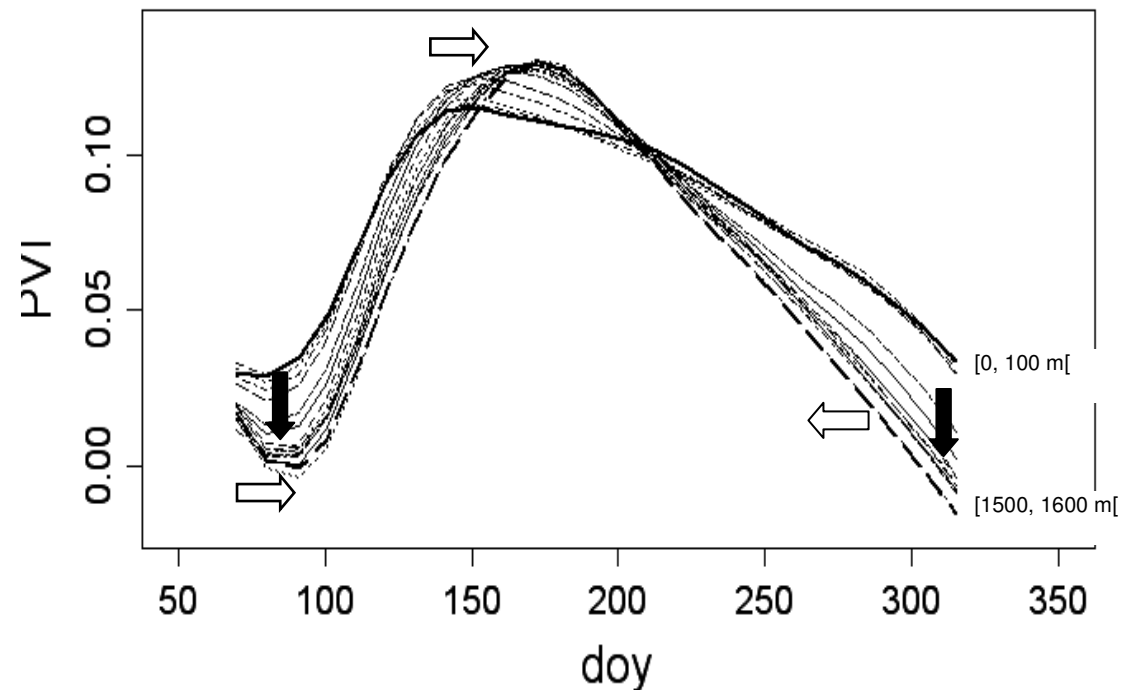
- Averaging the PVI observed during the 5-years per 10-day period
- Retrieving the PVI mean individual response between March, 11 and November, 11

Altitudes on the studied area, given
by SRTM3 Digital elevation model

NMODR mask on the studied area (grey
pixels: NMODR=0 between March, 11 and
November, 11 for a mean year (2002-2006))



Altitudinal distribution of individual responses for deciduous forests



Altitudinal variations of PVI seasonal curves of broadleaved forests.

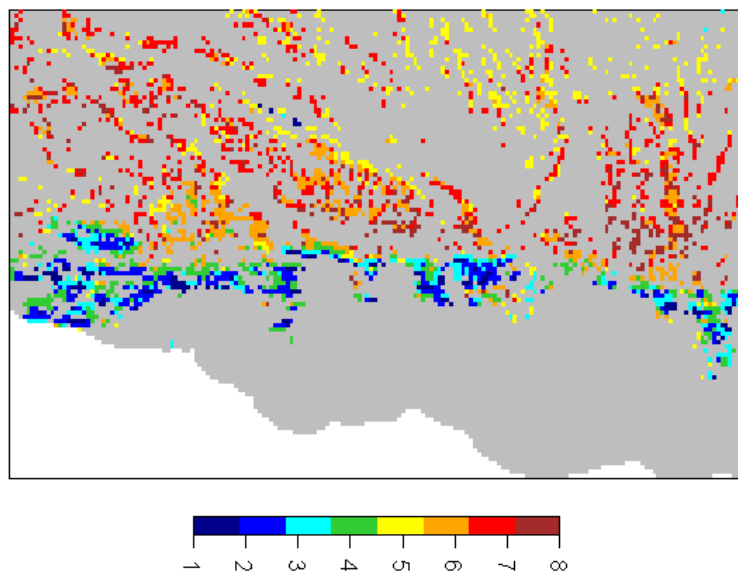
The individual PVI are averaged by altitude class of 100m.

Results for pixels with fraction of broadleaved forest $\pi_{ij}=\text{deciduous} > 40\%$.

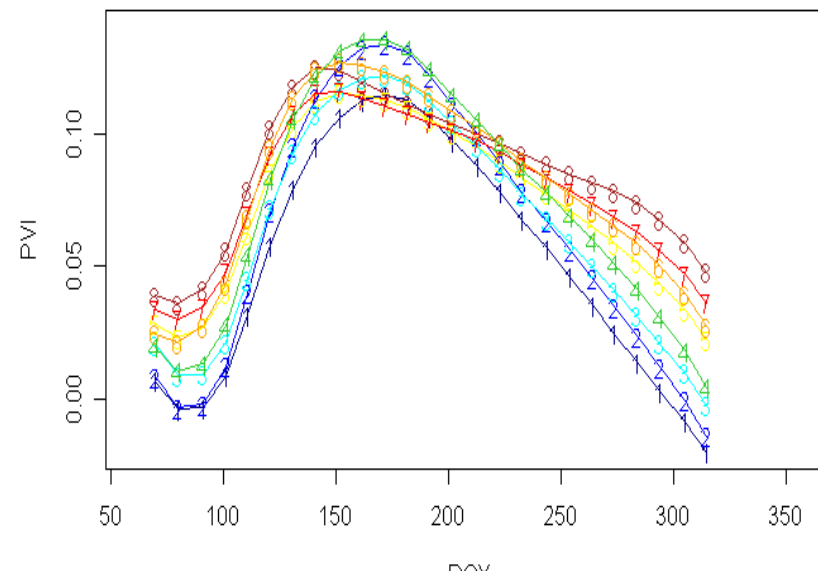


Spatial distribution of individual responses for deciduous forests

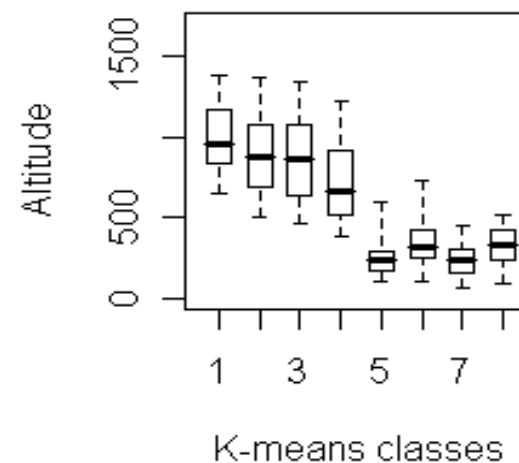
K-means classification map (8 classes):



Phenological curves of the 8 class centres:



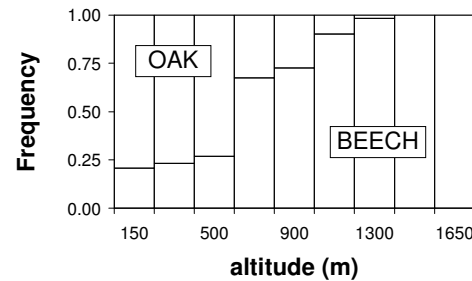
- Classes 1 to 4 : High altitude classes
+ altitude effect
- Classes 5 to 8 : < about 500m classes
+ geographic range of species



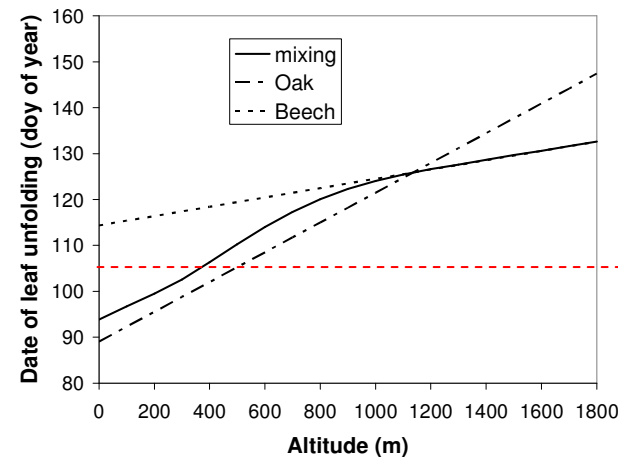
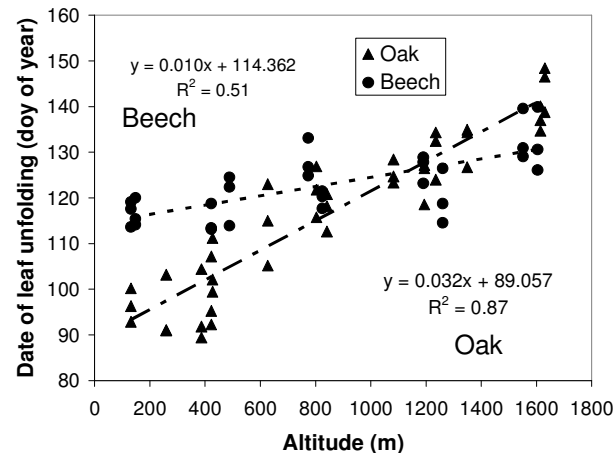
Budburst dating

- Ground observations $\Rightarrow$ Altitudinal pattern of leaf unfolding date (LUD) of the deciduous forests

Reference species=
sessile oak and beech



Altitudinal repartition of the broadleaved species:
presence frequency of oak
versus beech



LUDref:
Overall
mean LUD =
105

Ground observations for oak and beech
(Vitasse et al (in press)).

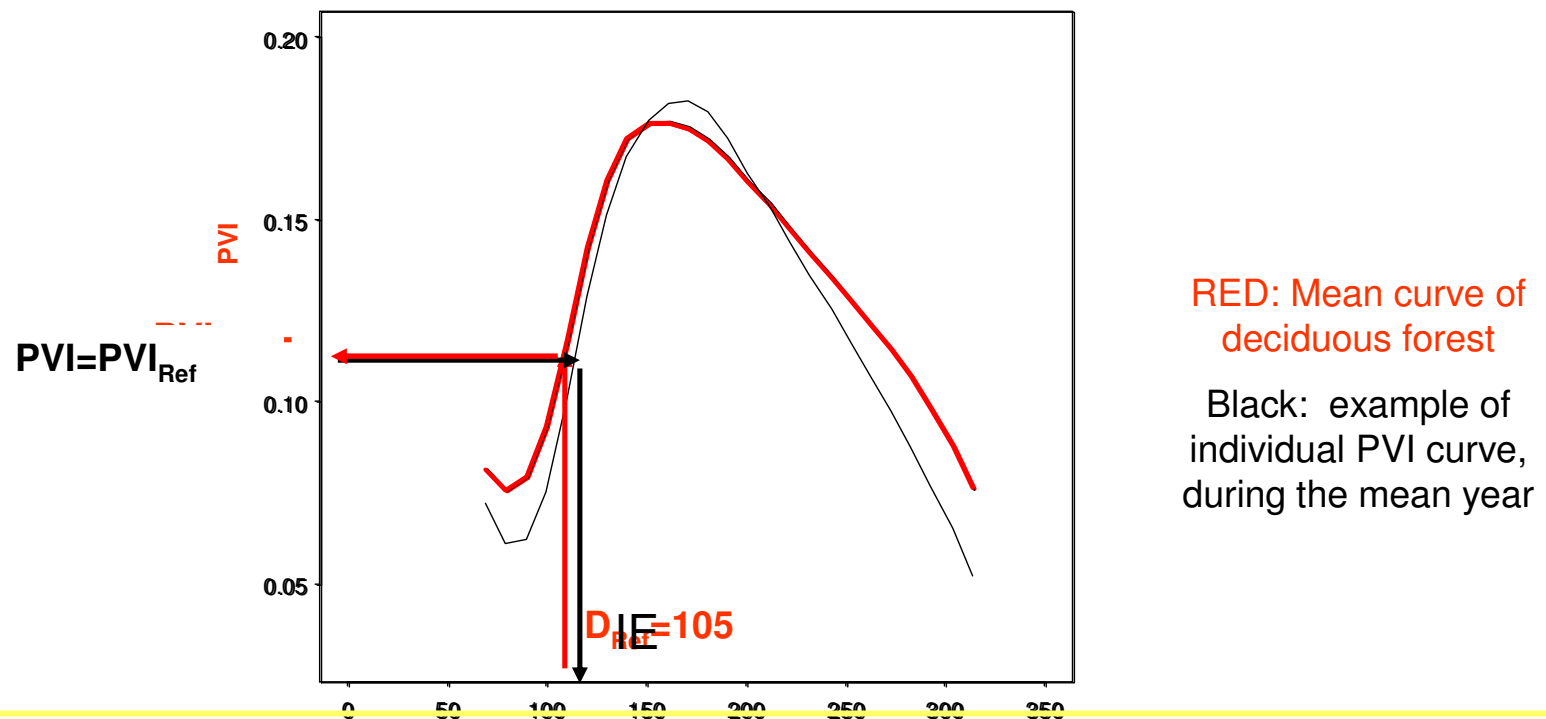
Altitudinal pattern for the both species and for their
mixing (LUDd in text).
mean delay ≈ 2.3 days 100m-1



Budburst dating

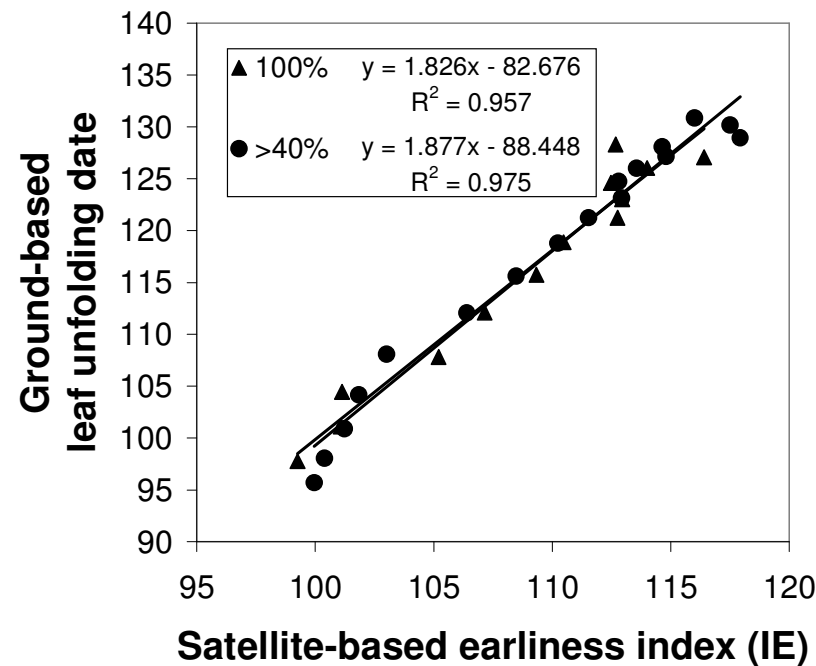
- Overall mean LUD at ground : $LUD_{Ref} = 105$ (April, 15)
- PVI_{Ref} = PVI value on the mean curve of deciduous forest for $DOY = LUD_{Ref}$

→ Earliness Index, IE = date for which individual PVI equals PVI_{Ref}



Budburst dating

- Strong linear relation between IE and ground observations, both averaged by altitudinal classes



RMSE $\approx$ 2 days

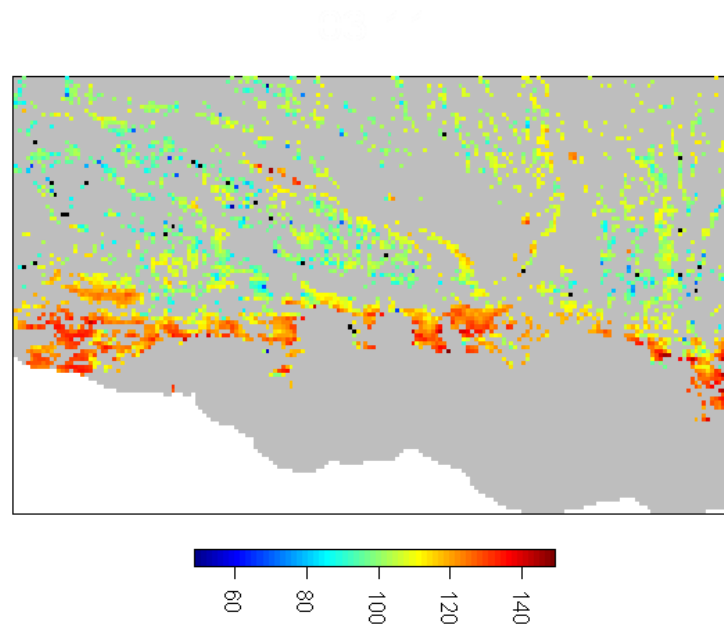
Results for pixels with the fraction of deciduous forest $\pi_{ij}=\text{deciduous} > 40\%$ and for pure pixels (100%)..

→ Prediction model of LUD over the studied area for all deciduous forests:

$$\text{Satellite-based Leaf Unfolding Date} = \text{SLUD} = 1.83 \text{ IE} - 82.7.$$



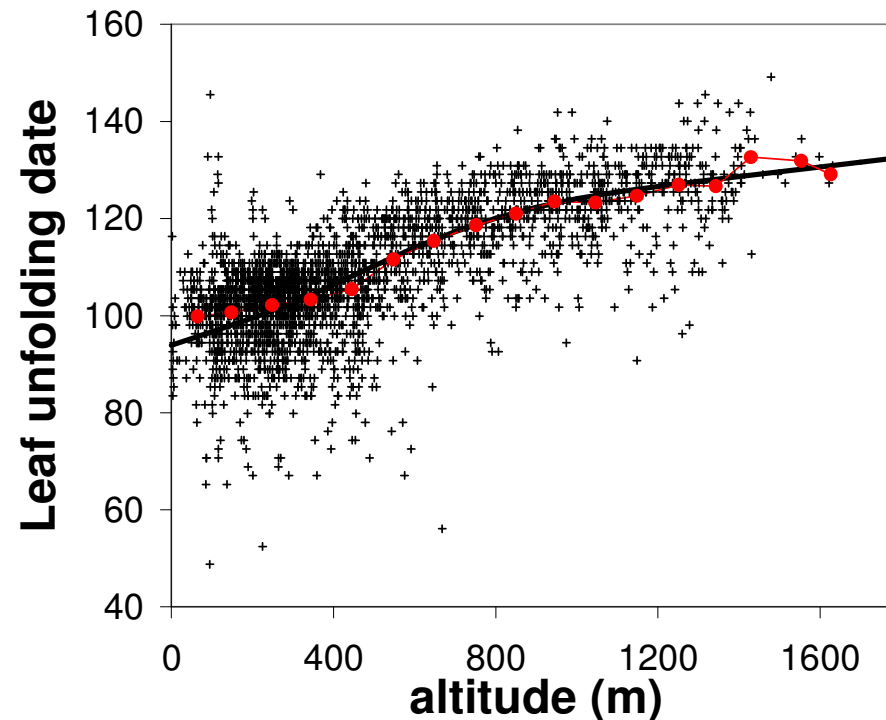
Map of budburst date



Spatial variations of the individual satellite-based dates of leaf unfolding over the studied area for the mean year (2002-2006)
pixels with fraction of deciduous forest $\pi_{ij}=\text{deciduous} > 40\%$.



Altitudinal variations of budburst date



Satellite-based date of leaf unfolding (SLUD) as function of altitude for pixels in comparison with the pattern altitudinal of mean ground-based LUD (i.e. LUDd).

Individual SLUD values are indicated by crosses. Their average by 100m wide class of altitude is superimposed in red.)

pixels with fraction of deciduous forest $\pi_{ij} = \text{deciduous} > 40\%$.



Conclusions

- La réduction de la durée de la période de croissance avec l'altitude est clairement observable à partir des variations saisonnières du signal de télédétection.
- Les variations altitudinales de la date de débourrement de 2.3 jours pour un dénivelé de 100m bien retrouvées par télédétection.
- Erreur moyenne des estimations ≈ 2 jours pour une altitude donnée, équivalent au changement provoqué par une variation de la température moyenne annuelle de 0.5°C .
- Potentiel des séries temporelles de télédétection à haute répétitivité temporelle pour suivre l'impact du changement climatique sur la phénologie des forêts feuillues



Perspectives 1

Variations altitudinales de la phénologie foliaire des forêts feuillues

- Extension au cycle complet de végétation: sénescence
- Évaluer la précision de la datation des 2 phénophases (débourrement, sénescence): comparaison prédictions par modèles phénologiques
- Analyse rétrospective (*séries données télédétection >10ans*) :
Variabilité au cours des ans / impact changement climatique.
En travaillant sur des années moyennes glissantes sur ~ 5 ans



Perspectives 2

Extension de l'approche à l'échelle du territoire national (et européen)

*variations de la phénologie des forêts feuillues de plaine
analyse rétrospective (>10ans)*

- Indicateurs spatialisés de la dynamique foliaire saisonnière des forêts feuillues: anomalies interannuelles, tendances long terme
- Appui/spatialisation des réseaux d'observation sol: phénologie, état santé, météo, ...
- Confrontation avec des prédictions de modèles phénologiques
 - Effet de conditions climatiques extrêmes (sécheresse)
 - Impact du changement climatiquedépérissements forestiers? adaptation phénologie? aires de répartition ?

Post Doc CNES: Jean Charles Samalens (2009-2011)

