



HAL
open science

Suivis phénologiques par mesure du rayonnement transmis sous le couvert : application aux espèces forestières arborescentes

Dominique Guyon, Sylvia Dayau, Alain Kruszewski, Benoît Beguet, Jean-Charles Samalens, Jean-Pierre Wigneron, Alexis A. Ducouso, Jean-Marc Louvet, Yann Guengant, Sylvain S. Delzon, et al.

► To cite this version:

Dominique Guyon, Sylvia Dayau, Alain Kruszewski, Benoît Beguet, Jean-Charles Samalens, et al.. Suivis phénologiques par mesure du rayonnement transmis sous le couvert : application aux espèces forestières arborescentes. Atelier " Techniques alternatives d'observation de la phénologie " INRA et GDR 2968 SIP-GECC, Sep 2012, Avignon, France. 17 p. hal-02804188

HAL Id: hal-02804188

<https://hal.inrae.fr/hal-02804188>

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.

Suivis phénologiques par mesure du rayonnement transmis sous le couvert

application aux espèces forestières arborescentes

Dominique GUYON, Sylvia DAYAU, Alain KRUSZEWSKI, Benoît BEGUET,

Jean-Charles SAMALENS, Jean-Pierre WIGNERON

UR 1263 EPHYSE, BP81, 33883 Villenave d'Ornon

Alexis DUCOUSSO, Jean-Marc LOUVET, Yann GUEGANT, Sylvain DELZON

UMR 1202 BIOGECO, 69 route d'Arcachon, 33612 Cestas

Fabrice BONNE

UE 1261 UEFL, 54280 Champenoux

Frédéric BARET

UMR 1114 EMMAH, 84914 Avignon Cedex 9



Introduction

- **Besoin d'un suivi continu *in situ* du développement foliaire: du débourrement à la sénescence**
 - Phénotypage haut débit d'espèces forestières
 - Modélisation de la phénologie (gradients environnementaux)
 - Calibration/Validation d'indicateurs phénologiques satellitaires
- **Mieux et plus que les notations visuelles conventionnelles des stades phénologiques**
 - Quantitatif
 - Très haute fréquence et Fort échantillonnage spatial à bas coût
- **Suivi des variations saisonnières de la surface foliaire verte fondé sur des mesures de transmittance du rayonnement (PAR)**
 - Niveau arbre ou groupe d'arbres d'une même espèce ou population

Objectifs

- évaluer le potentiel des mesures des variations saisonnières de la fraction de PAR intercepté pour dater débourrement et sénescence sur espèces feuillues

$$Fipar = 1 - \frac{PAR_{transmis}}{PAR_{incident}}$$

- comparaison avec observations visuelles conventionnelles.
- variabilité spatio-temporelle du PAR incident
(désynchronisation/distance entre capteurs PAR transmis et incident)

- définir un système de mesure autonome, pas cher, et utilisable en grand nombre

prototype: capteur de PAR + carte acquisition

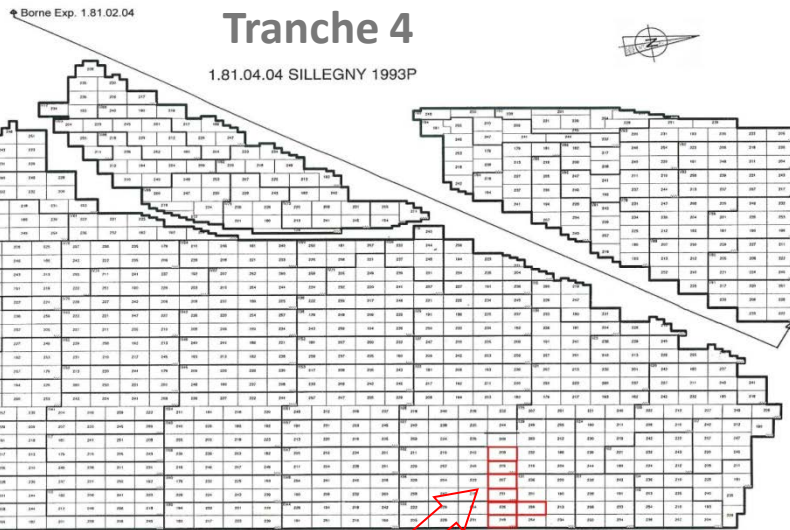
→ Deux dispositifs expérimentaux de chêne sessile à fort gradient phénologique

Cas « idéal »: plantation comparative de provenances de Sillégny (2009-)

Cas « réel »: peuplements en conditions naturelles dans les Pyrénées (2010-)

Dispositifs expérimentaux

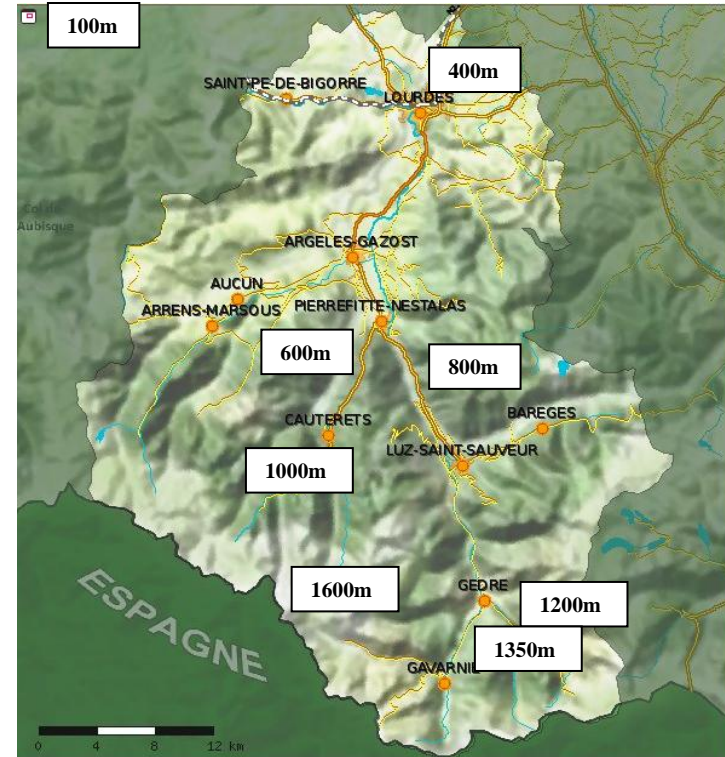
- Plantation expérimentale de provenances de chêne sessile de **Sillégny**



6 provenances génétiques:

- comportement phénologique contrasté
- en 6 parcelles unitaires (PU) mitoyennes de ~24 arbres
- 1 PU = 10x12m / 1 arbre ~10m

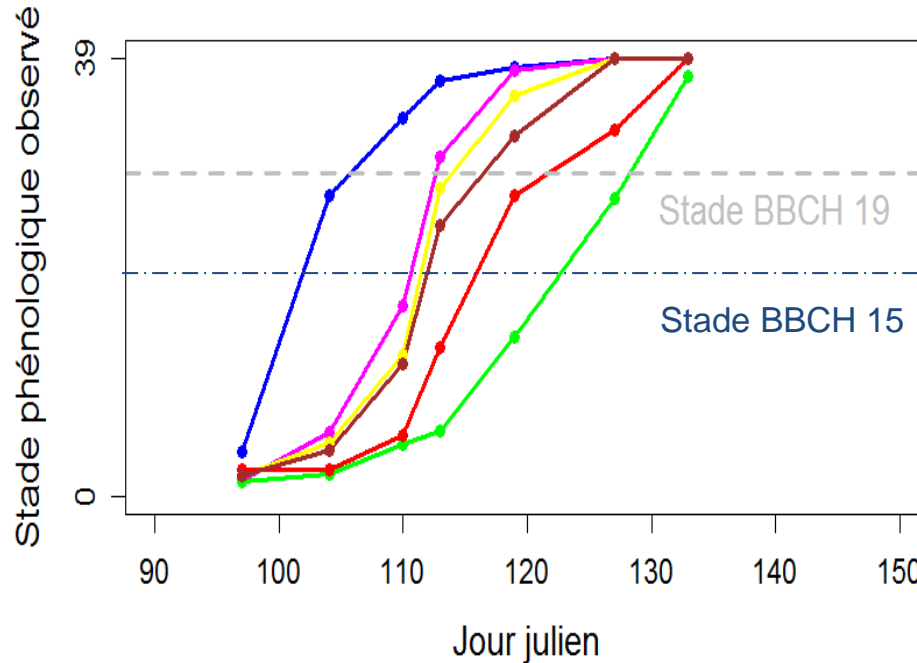
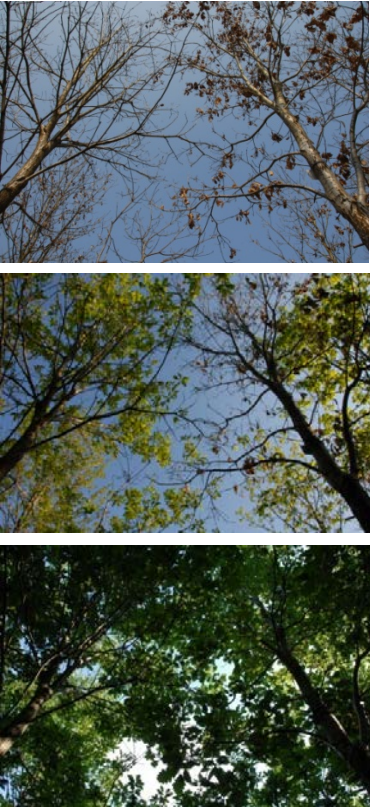
- Peuplements en conditions naturelles dans les Pyrénées



- 8 populations adultes de chêne sessile
- Gradient altitudinal 100 à 1600m
- topographie et contexte forestier variés

Observation visuelle des stades phénologiques

Débourrement



Premières feuilles
étalées

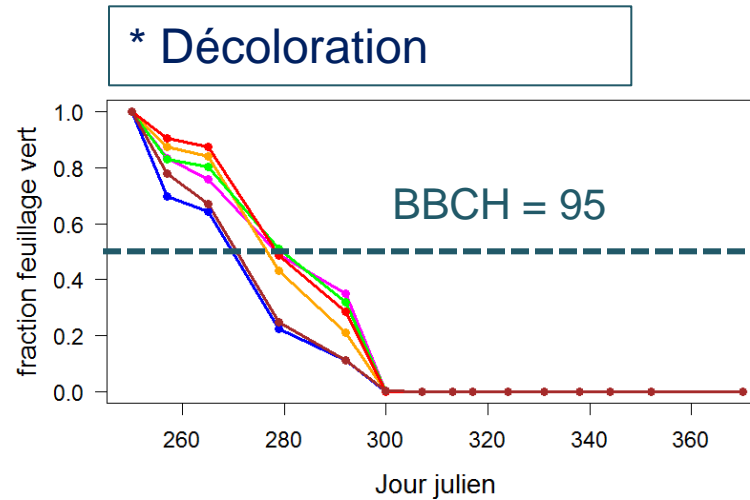
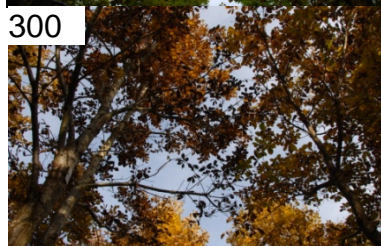
sur 90% du houppier

sur 50% du houppier

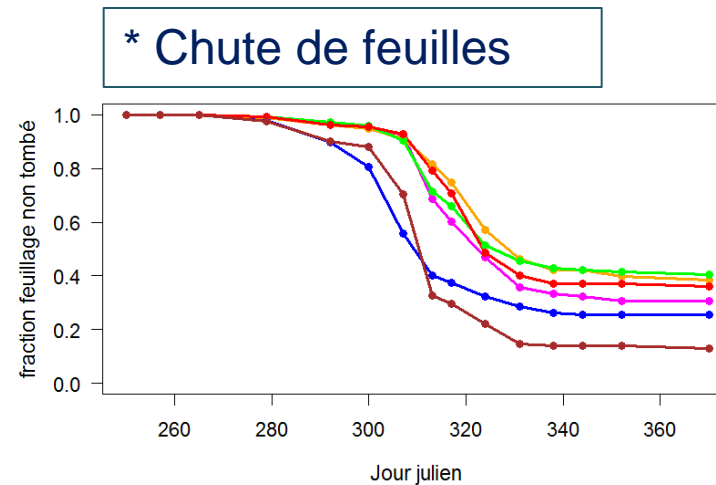
- Plantation Provenances: fréquence: 6 jours en 2009, 3 en 2011 suivi jusqu'à fin du développement
- Peuplements Pyrénéens: fréquence: 8 jours, suivi initialement ciblé sur stade BBCH15

Observation visuelle des stades phénologiques

Sénescence



50% des feuilles tombées ou ont changé de couleur



Capteurs de PAR

Capteur hémisphérique



+

restriction du champ de visée



PAR transmis



PAR incident

→ **échantillonner les arbres d'intérêt**

Restriction du champ de visée ($\pm 23^\circ$)

Angle zénithal réduit ($\sim 30^\circ$)

→ **éviter rayonnement solaire direct**

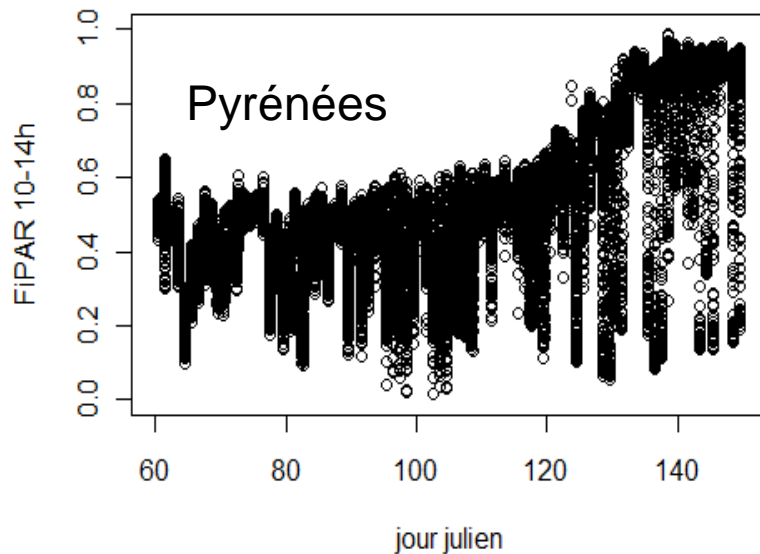
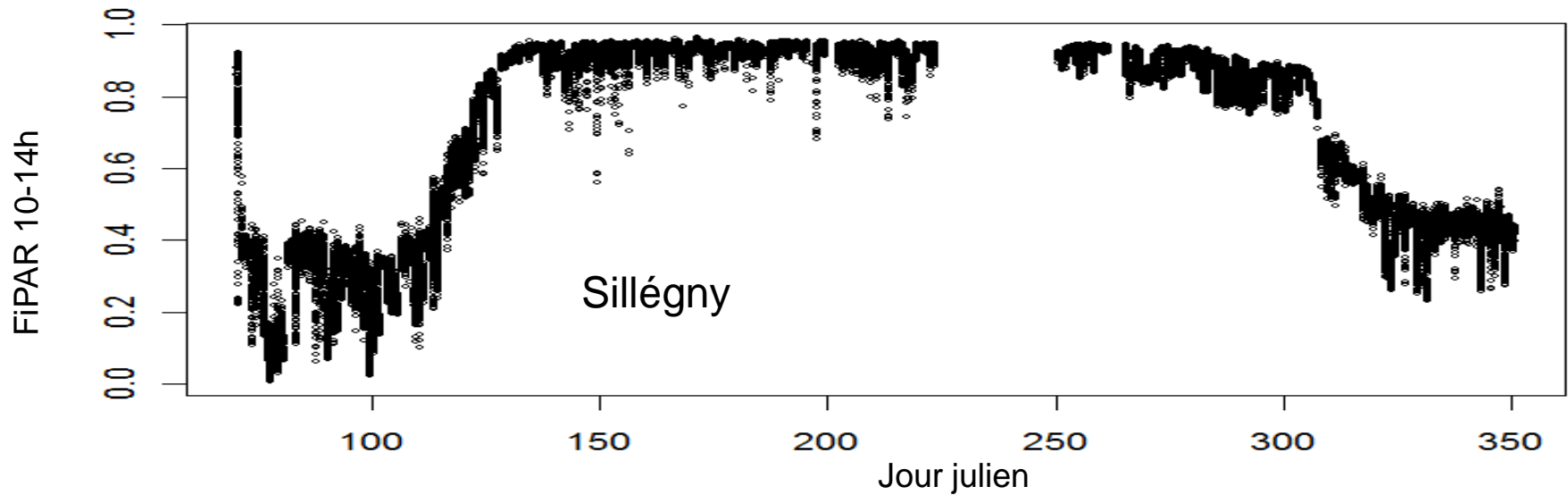
Azimut \sim Nord

	Plantation Provenances	Peuplements Pyrénées
Angle zénithal θ_v	Fixe 30°	Variable 10° à 40°
Angle Azimutal φ_v	Fixe + 10°	Variable -20° à +20° 1 cas= +60°

Acquisition

	Plantation Provenances	Peuplements Pyrénées
Système enregistrement	Un seul: centrale Campbell 21x	1 carte indépendante par capteur, à bas coût
Fréquence	1/min (intégration 1s)	1/min (instantané) 2010 1/min (intégration 20s) 2011
Autonomie alim	+++	++
Vidage/contrôle données	Maxi 1 mois	1 mois
Résolution	+++	++ 2010) +++ (2011)
Synchronisation incident/transmis	+++	++
Distance incident/transmis	< 20m	50 à 400m

Prétraitement des séries temporelles



Comparaison des FIPAR
instantanés entre les 2 dispositifs

Prétraitement des séries temporelles

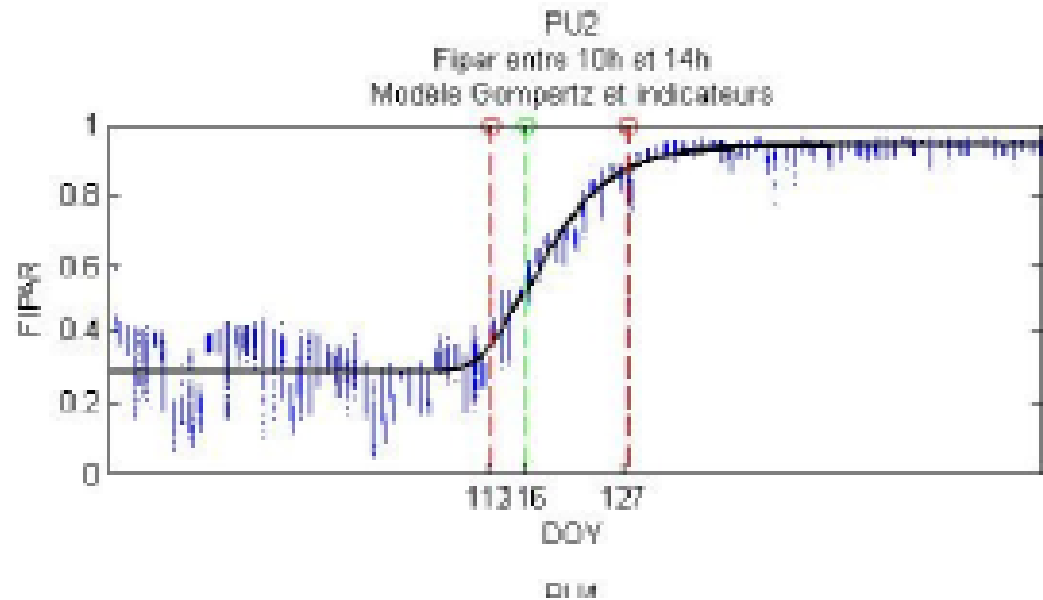
	Plantation Provenances	Peuplements Pyrénées
θ_{soleil}	$< 80^\circ$	$< 80^\circ$
φ_{solare}	$120^\circ - 240^\circ$	$120^\circ - 240^\circ$ $180^\circ - 300^\circ$ si $\varphi_v = 60^\circ$
PAR incident	> 0	$> 20 \mu\text{Mole}/\text{m}^2/\text{s}$
PAR incident et transmis		$> 3 \sigma$ de l'offset
Incidents reconnus	+	+
Cinétique aberrante		-
fiPAR = modélisation journalière PAR transmis/PAR incident	Non nécessaire	Nécessaire

Modélisation de la cinétique du FiPAR

- Paramétrique

Ajustement statistique
de fonctions sigmoïdes
asymétriques
choisies a priori

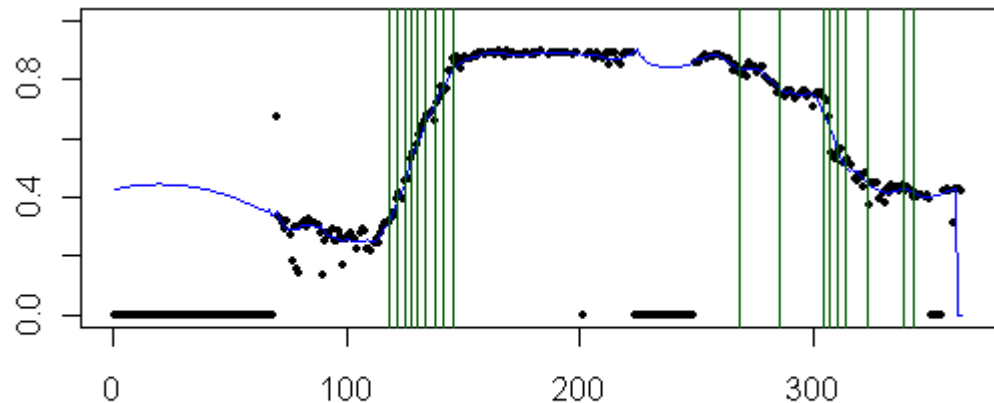
Point d'inflexion, % amplitude



- Non paramétrique

Ex: Filtre adaptatif Savitsky-Golay

% amplitude



Métriques → Dates clés de la cinétique saisonnière du FiPAR

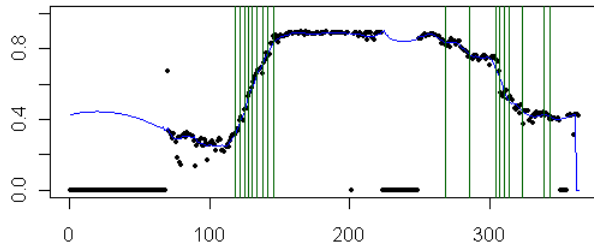
Modélisation de la cinétique du FiPAR

Plantation de provenances (ex. PU4)

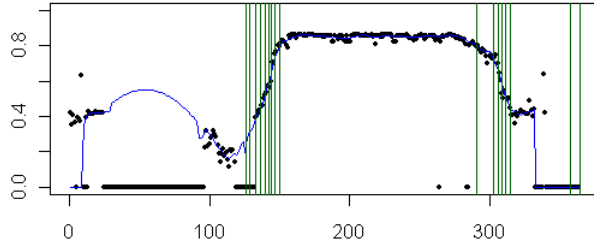
Peuplements pyrénéens

fiPAR journalier

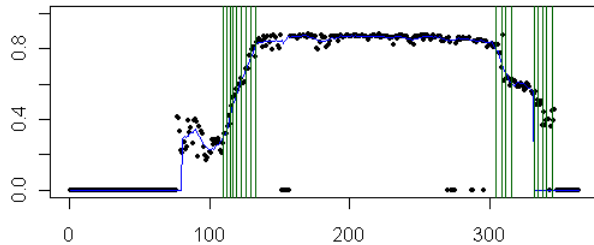
2009



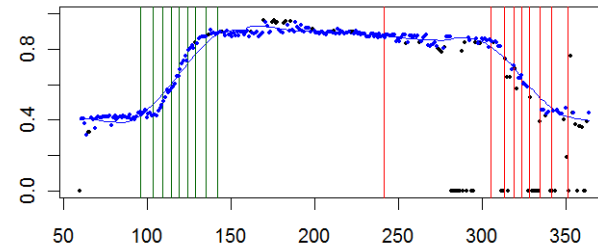
2010



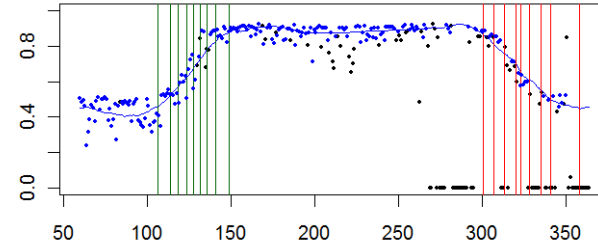
2011



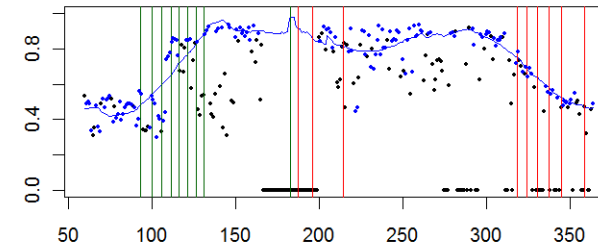
Site 10



Site 13



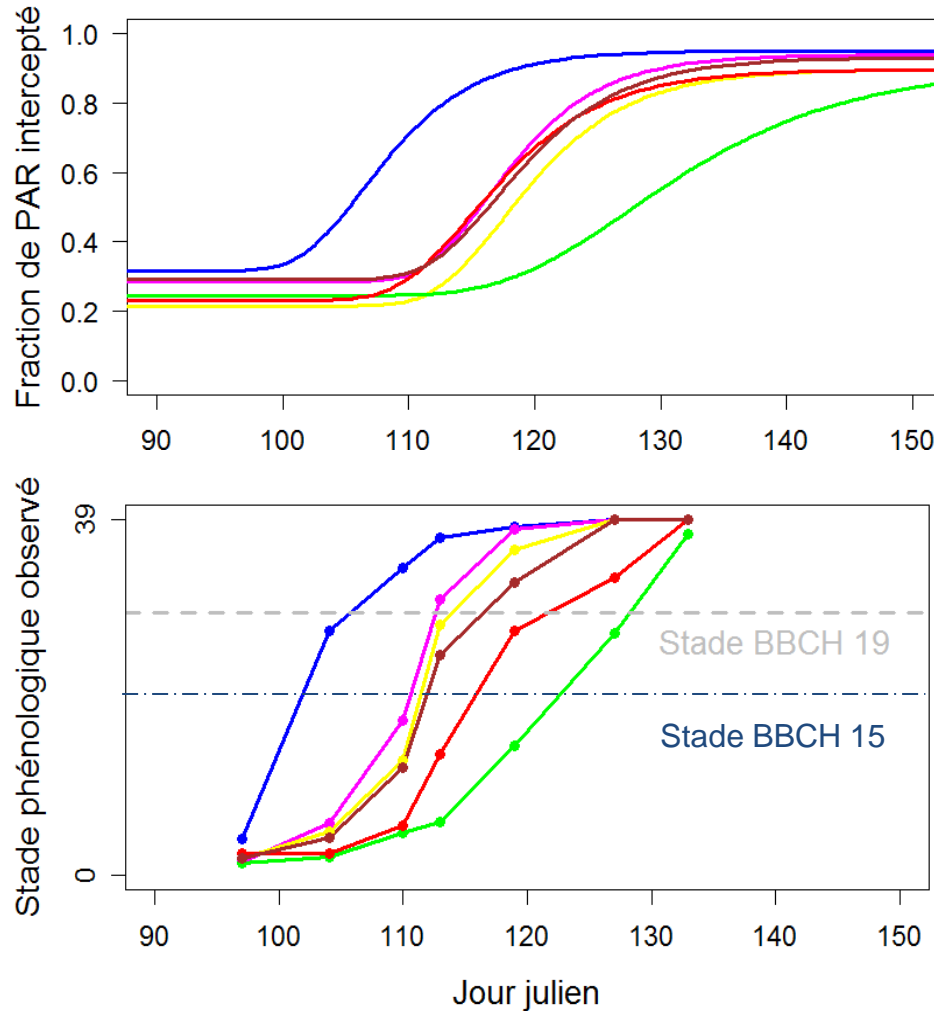
Site 8



jour de l'année

Datation du débourrement

- Augmentation sensible du fiPAR quand stade BBCH>14



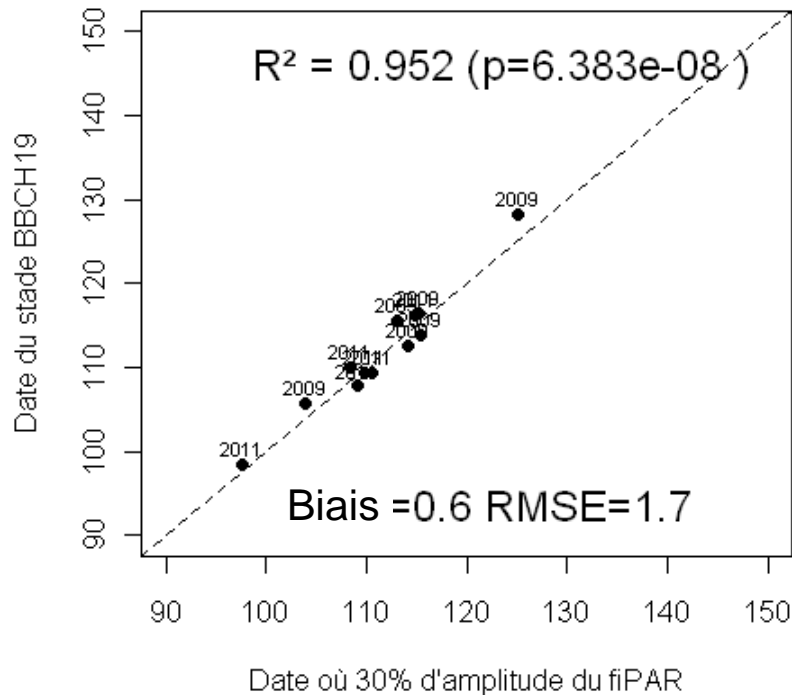
Sillégnny

Débourrement 2009

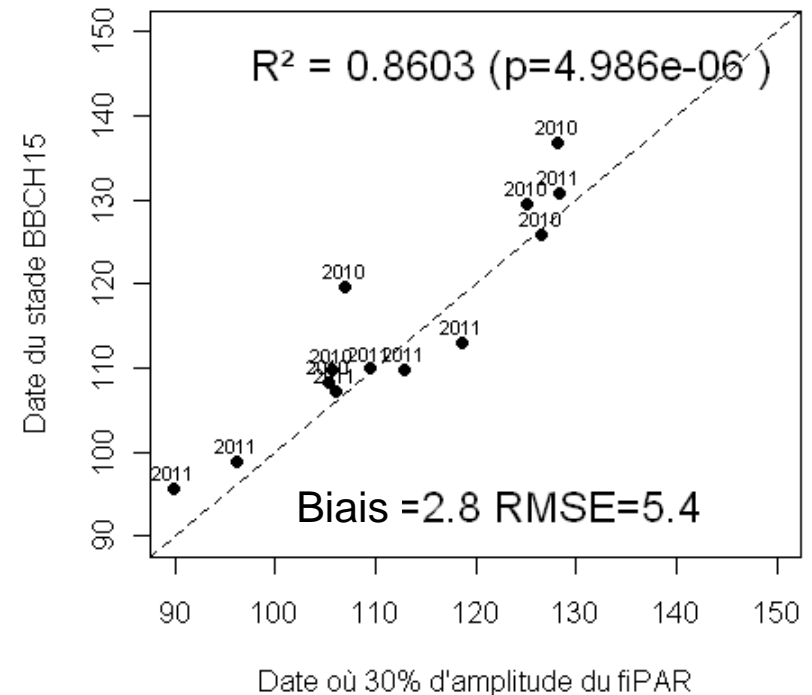
Datation du débourrement

- Bonnes performances en comparaison des observations visuelles
- Métrique « 30% amplitude du fiPAR » :

Plantation de provenances

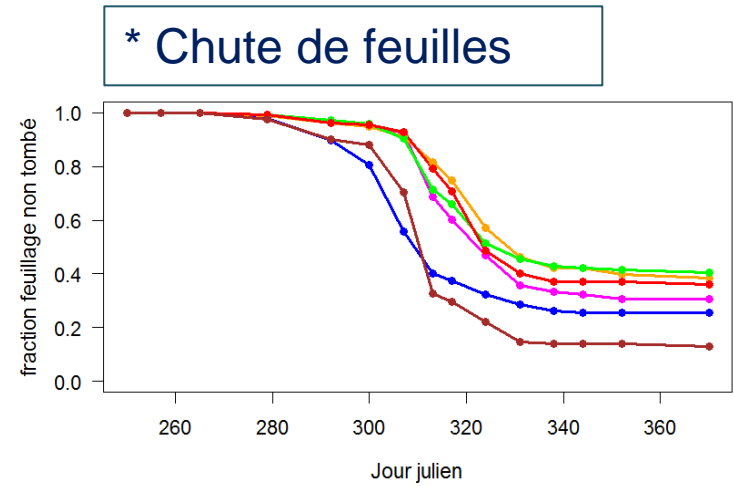
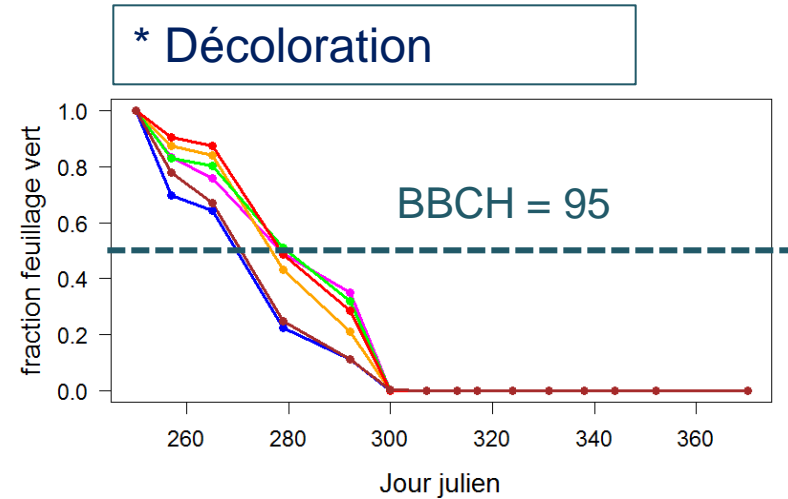
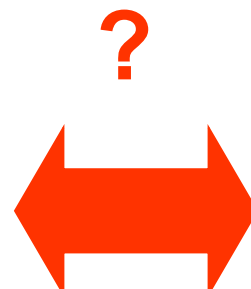
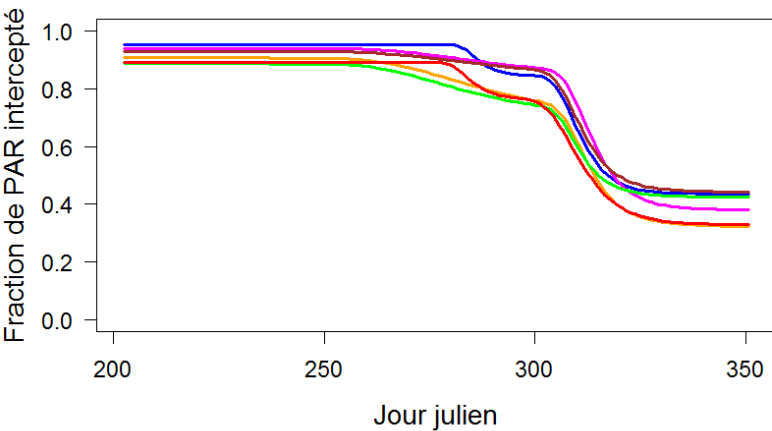


Peuplements pyrénéens



Datation de la sénescence

Interprétation de la cinétique du fiPAR *plus complexe que pour débourrement*



* Marcescence

Sillégnny

Sénescence 2009

Conclusion

débourrement

- **Bonnes performances du fiPAR pour dater le débourrement**
 - en comparaison des observations visuelles
 - intérêt de la métrique: 30% de l'amplitude du fiPAR
- **Les systèmes de mesure à bas coût testés fournissent des signaux qui capturent le développement foliaire**
- **Impact de la désynchronisation/distance entre mesures de PAR incident et transmis:**
 - peut être réduit par prétraitement
 - à quantifier sur la plantation de provenances où mesures simultanées du PAR incident en 8 points distants de 100 à 1200m des parcelles suivies.

Conclusion

sénescence

- Exploration en cours des données fiPAR
- Manifestations plus complexes que pour le débourrement foliaire (sauf gel)

changement de couleur, chute de feuilles, marcescence

- **Modification du capteur**

capteur de PAR doublé deux photodiodes dans le bleu et le rouge:

- limiter diffusion multiple
 - plus de contraste végétation/ciel
- propriétés optiques du feuillage
- **perspectives: capteurs moins chers**

