

Suivi de la phénologie des arbres sur le **RÉ**seau **N**ational de suivi à long terme des **É**COsystèmes **FOR**estiers (**RENECOFOR**)

François LEBOURGEOIS*, Andy Hennebelle*, Sébastien CECCHINI et Manuel NICOLAS

*AgroParisTech – Centre de Nancy ; UMR LERFOB, Nancy
Office National des Forêts, Département Recherche, Développement, Innovation,
Fontainebleau



francois.lebourgeois@agroparistech.fr
manuel.nicolas@onf.fr
sebastien.cecchini@onf.fr



Partie I. Présentation du réseau et des données disponibles

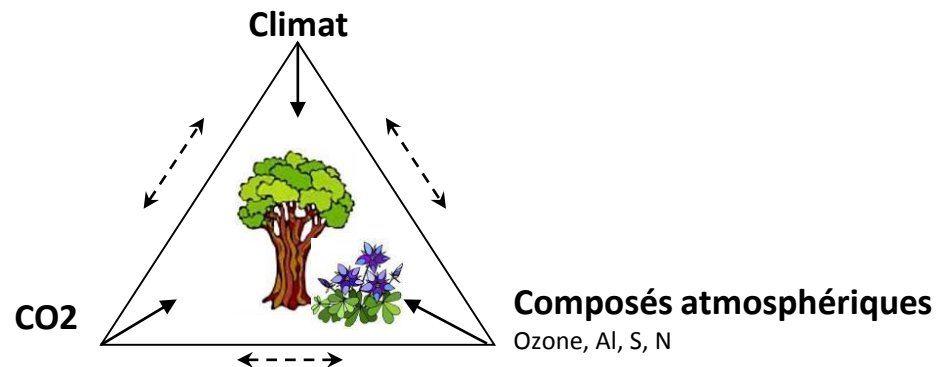


Le réseau **RENECOFOR** c'est...

- ✓ Un **observatoire** des écosystèmes forestiers tempérés

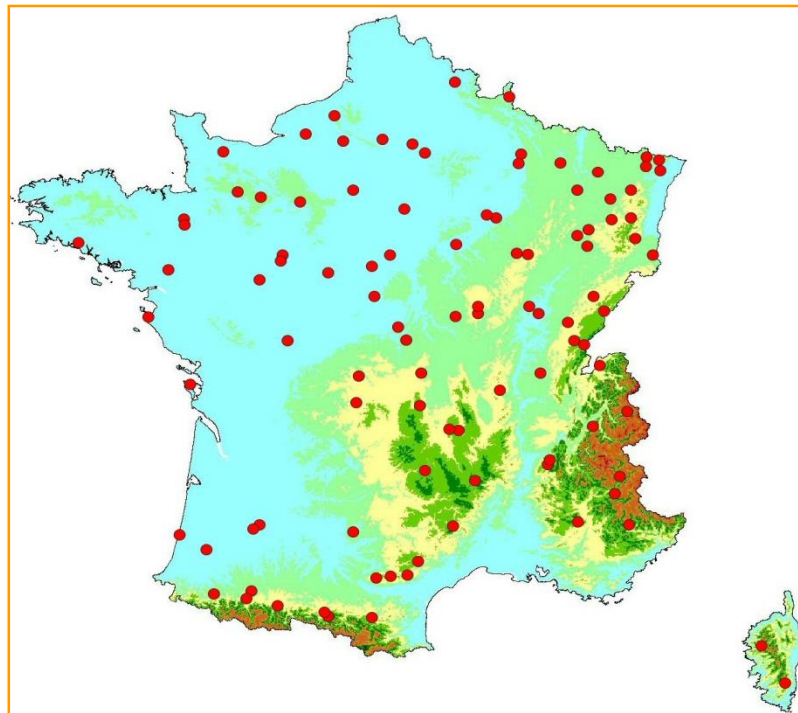
... dont le but est :

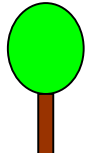

- ✓ **Détecter / quantifier** d'éventuelles tendances dans leur fonctionnement et les facteurs environnementaux qui les affectent (pollutions atmosphériques, climat...)
- ✓ **Contribuer** à la détermination des relations entre causes et effets et à la compréhension de leur fonctionnement



Le réseau RENECOFOR...

- ✓ Création en **1992** (à la suite au programme DEFORPA)
- ✓ **102 sites** couvrant les principaux contextes des forêts de production
(futaies régulières pures et adultes ; 220 agents et responsables locaux)



Hêtre (20)	}	3 espèces 50 sites	
Chêne sessile (19)			
Chêne pédonculé (9)			
Chênes sessile et pédonculé (2)			
Pin sylvestre (14)	}	7 espèces 52 sites	
Épicéa commun (11)			
Sapin pectiné (11)			
Pin maritime (7)			
Douglas (6)			
Pin laricio (2)			
Mélèze l'Europe (1)			

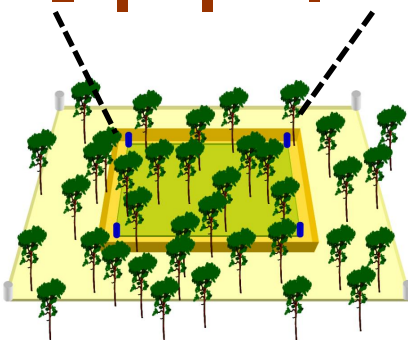
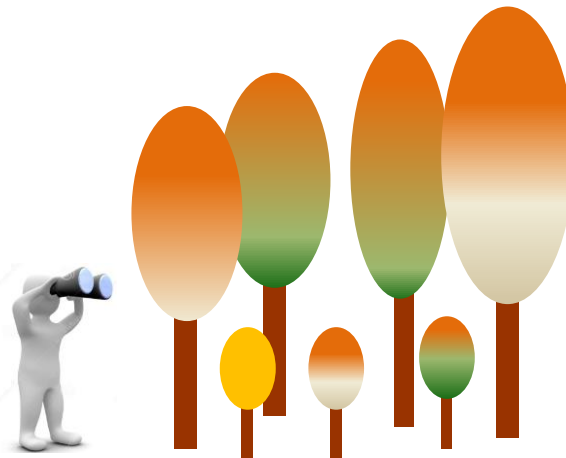
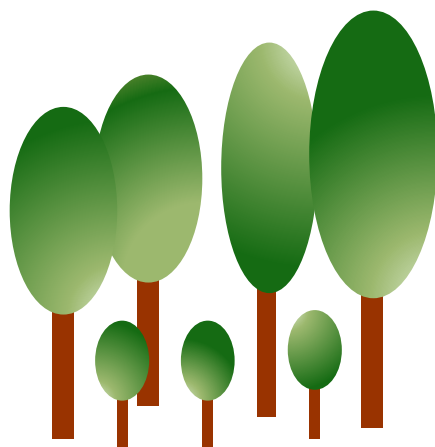
Les observations phénologiques du RENECOFOR...

✓ Sur les 102 placettes (niveau 1) :

Débourrement

Jaunissement

(Manuel de référence n°12, Les observations phénologiques, ONF, 2009)



36 arbres
« observations »
(n = 3672)



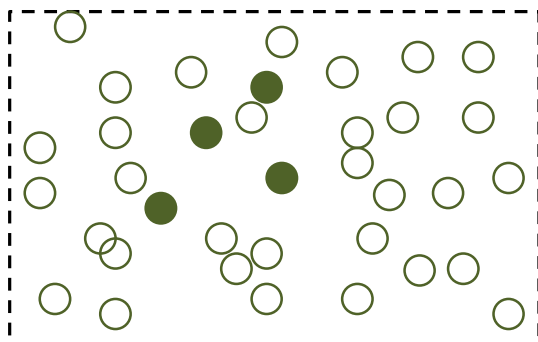
- ✓ Depuis 1997 (19 ans) (1 à 2 passages/semaine)
Notation « peuplement »
Notation « sous-étage »
- ✓ Depuis 2009 (7 ans)
Notation individuelle
Notation floraison anémone des bois
Régénération placette détruite tempête

Les observations phénologiques du RENECOFOR...

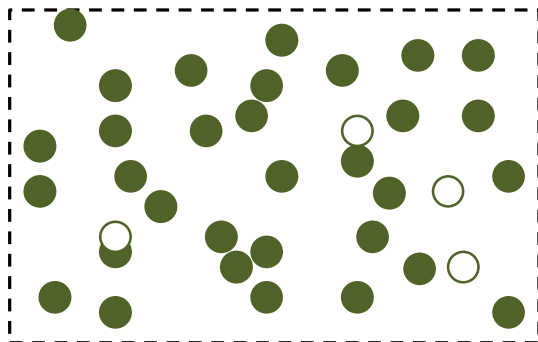
✓ Débourrement

20 à 50% des bourgeons ouverts

Pour 10% des arbres



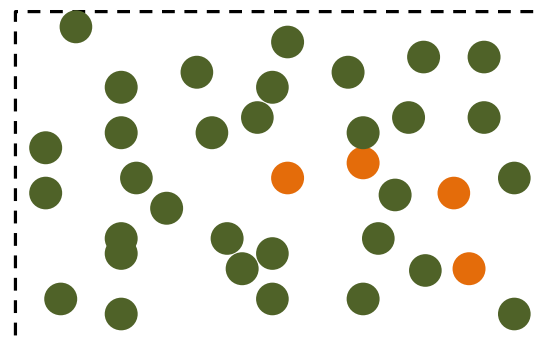
Pour 90% des arbres



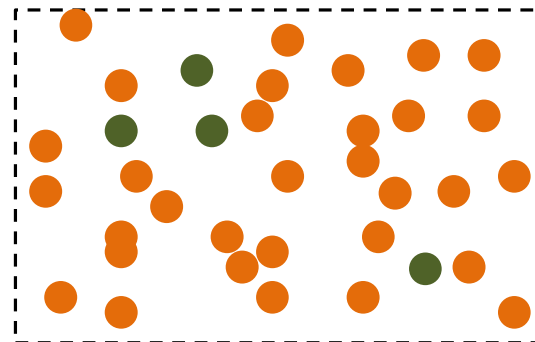
✓ Jaunissement

20 à 50% des feuilles jaunes

Pour 10% des arbres



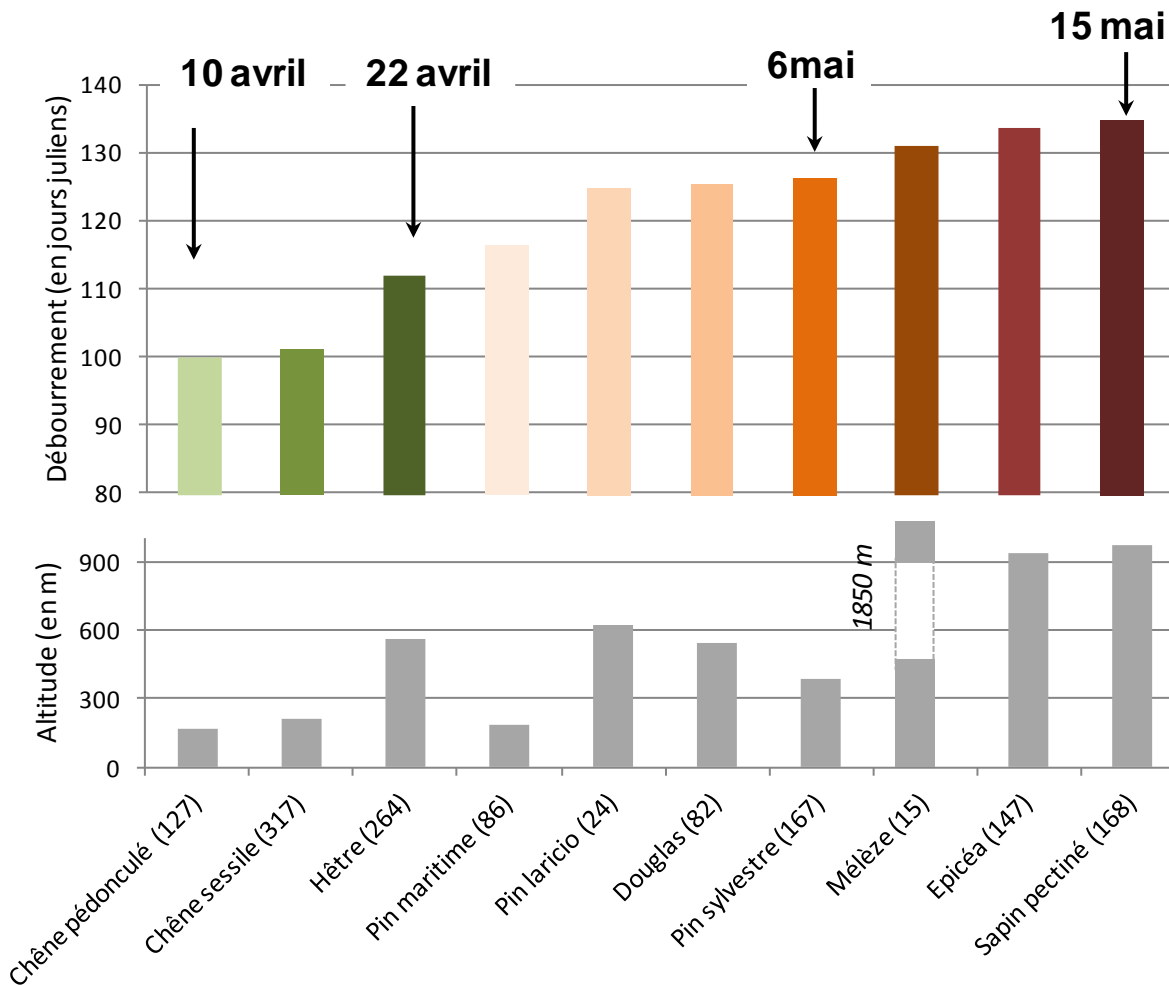
Pour 90% des arbres



Partie II. Quelques résultats obtenus avec les données du réseau RENECOFOR

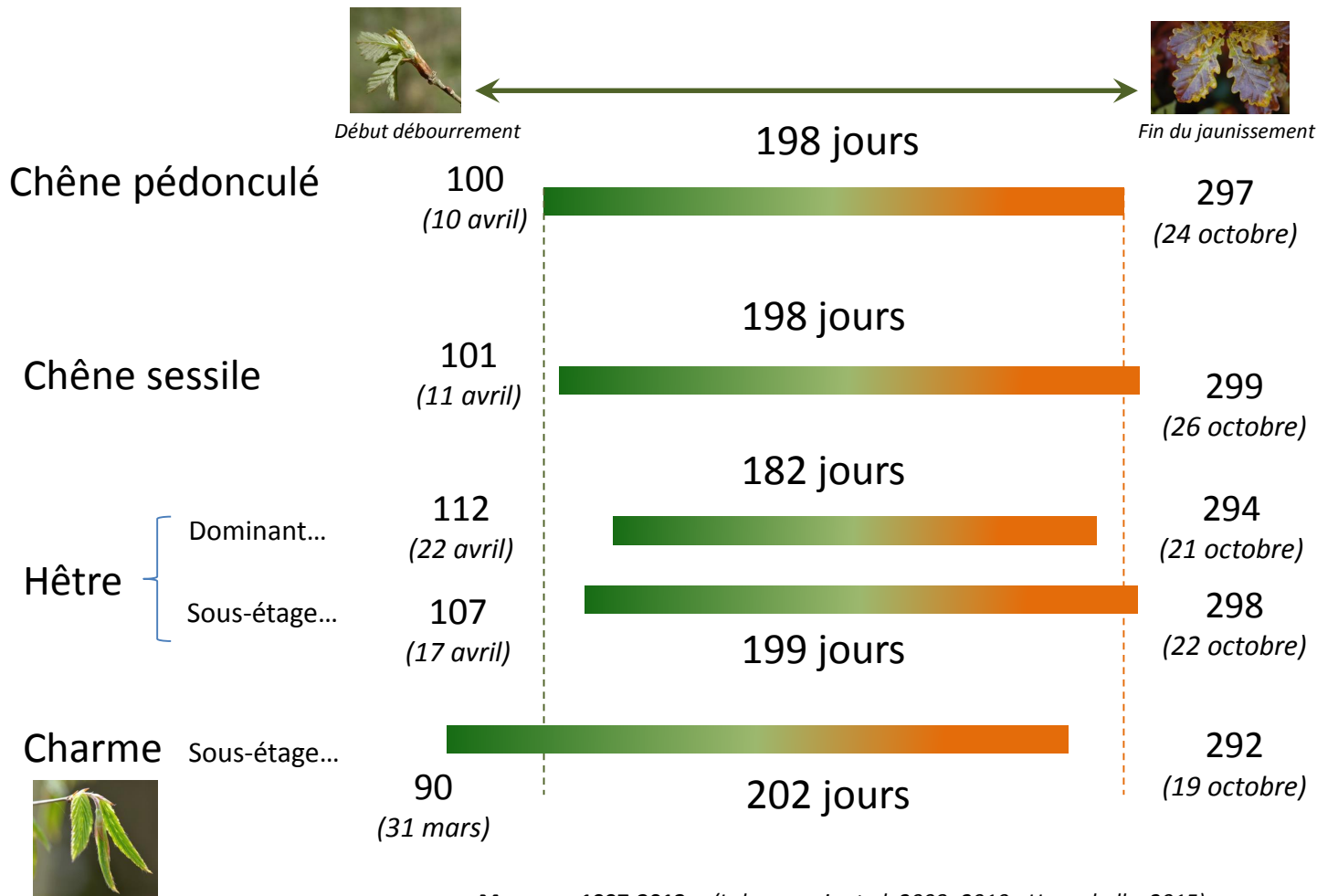


I. Calendriers phénologiques : Variabilité entre espèces (étage dominant)



Moyenne 1997-2013 - 1397 observations (nb observations par esp)
 (Lebourgeois et al. 2008, 2010 ; Hennebelle, 2015)

I. Calendriers phénologiques : Variabilité entre espèces



Moyenne 1997-2013 - (Lebourgeois et al. 2008, 2010 ; Hennebelle, 2015)

I. Calendriers phénologiques : Variabilité géographique

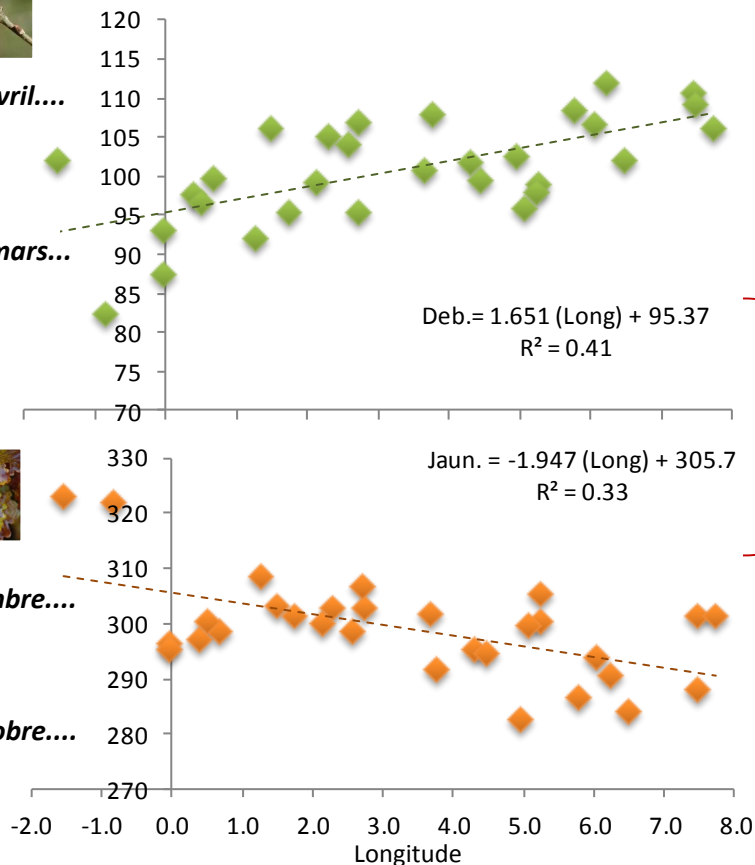
Exemple pour les Chênaies

Moyenne 1997-2013 ; n = 30 sites



20 avril....

31 mars...



6 novembre....

17 octobre....

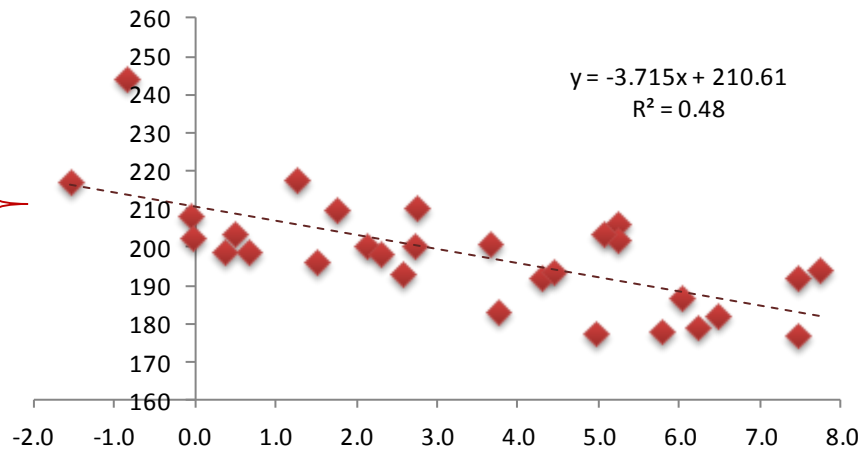
Gradient Ouest - Est



Retard ... 10-15 jours

Avancée... 10-15 jours

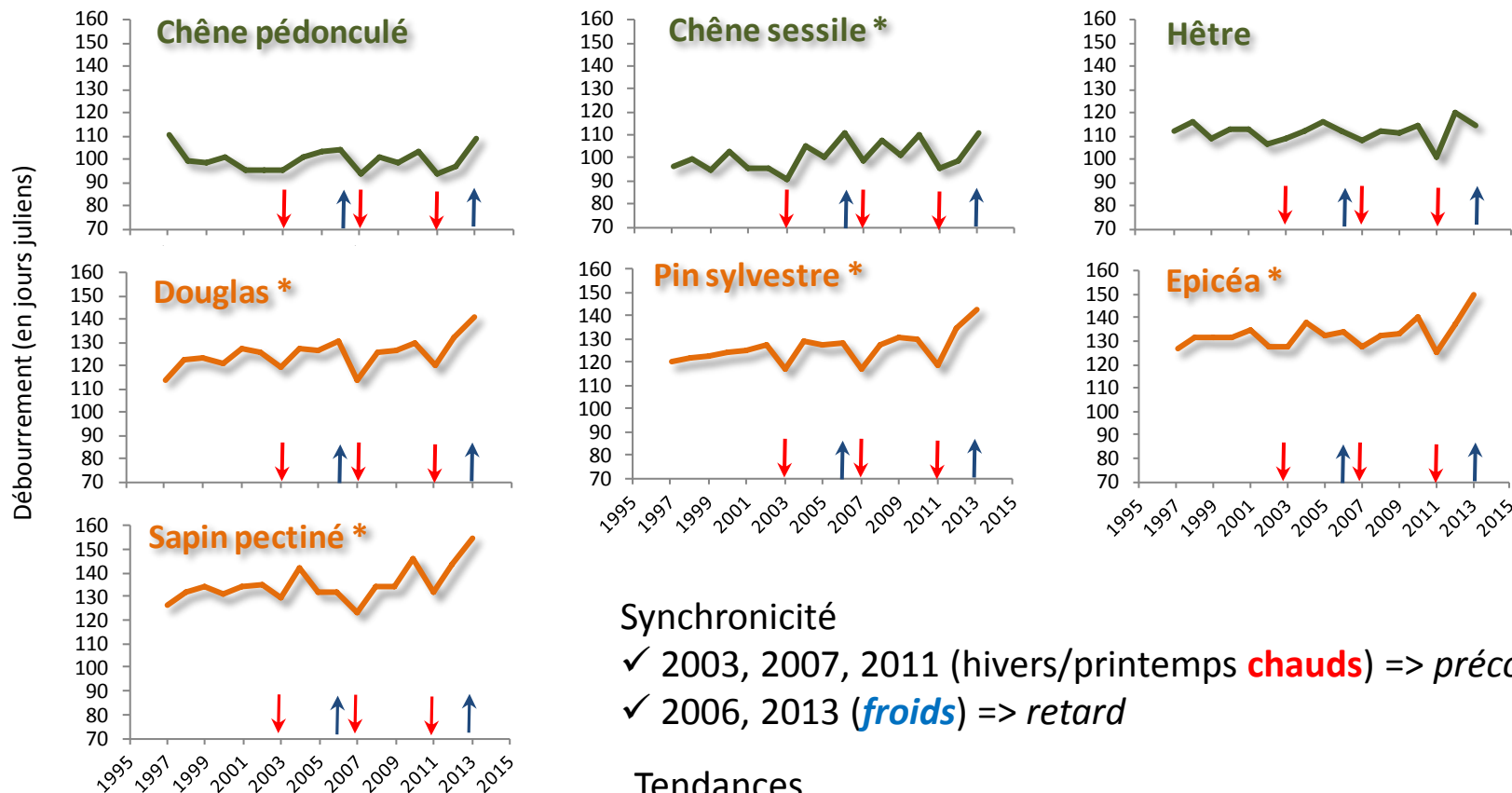
Raccourcissement... 20-30 jours



Durée de la saison de végétation de 210 à 180 jours

I. Calendriers phénologiques : Variabilité temporelle

Moyenne annuelle par espèce de la date du débourrement (période 1997-2013)



(Hennebelle, 2015)

Synchronicité

- ✓ 2003, 2007, 2011 (hivers/printemps **chauds**) => *précocité*
- ✓ 2006, 2013 (**froids**) => *retard*

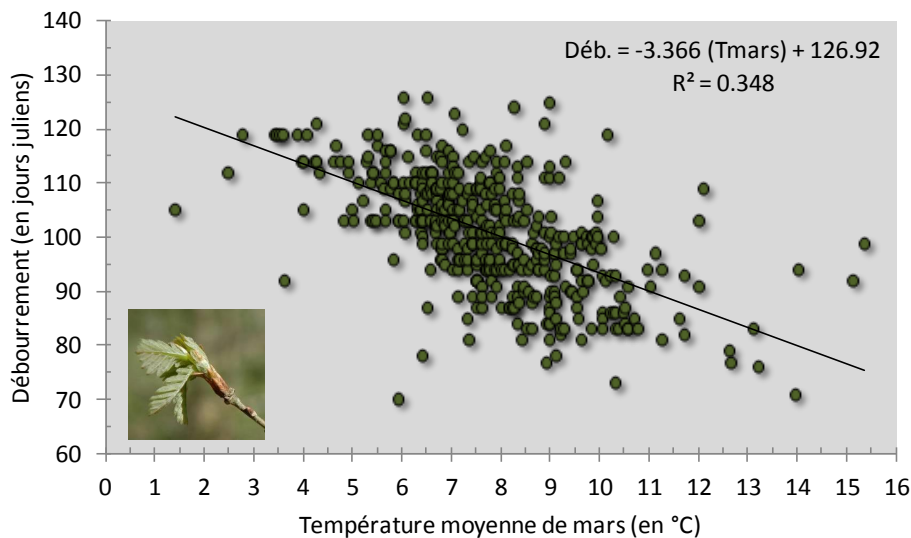
Tendances

- ✓ stable Chêne pédonculé e Hêtre
- ✓ *retard pour les autres (*)*

II. Déterminisme climatique : exemples de relations simples...

Dates de **débourrement** et de **jaunissement** des **chênes** et température moyenne du mois de **mars** et **octobre** (1997-2013; n = 444/422 observations)

(Delpierre et al., 2009 ; Hennebelle, 2015 ; Lebourgeois et al. 2008, 2010)

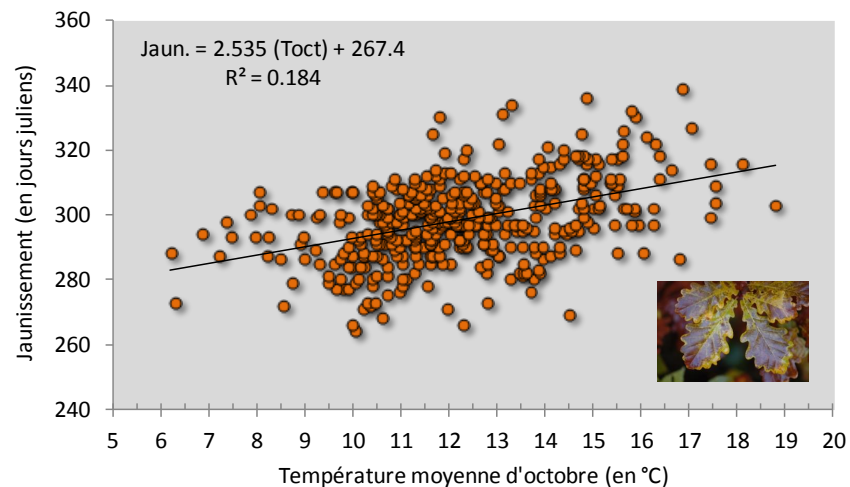


Jaunissement
Retard ~ 2,5 jours / °C

[gamme : 6,2 à 18,2°C]

Débourrement
Avancée ~ 3,4 jours / °C

[gamme : 1,4 à 15,3 °C]

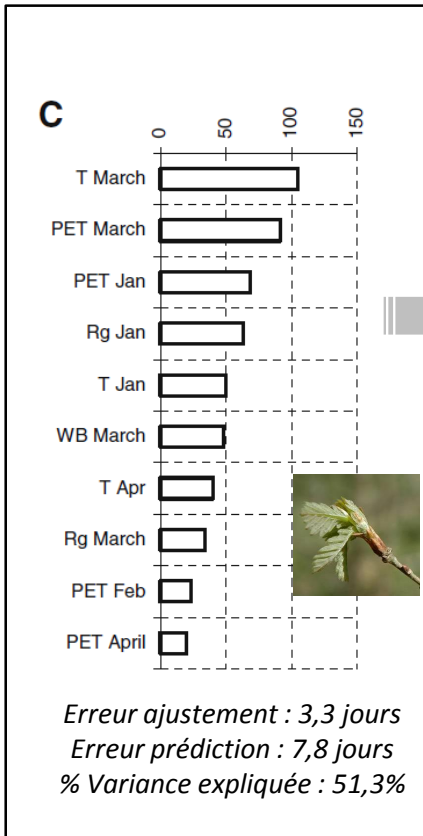


II. Déterminisme climatique : Prédiction spatiale des changements futurs (cas de chênes)

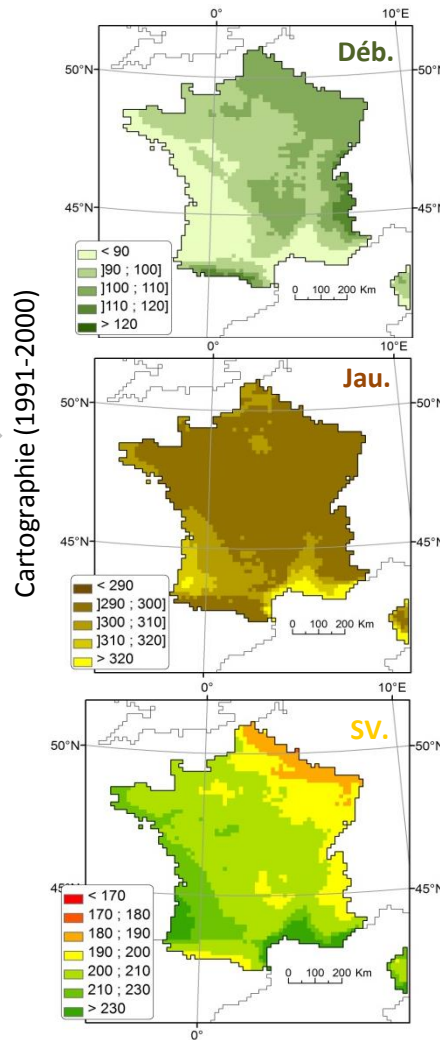
Prédicteurs : paramètres mensuelles (T, P, Rayonnement, ETP) issus stations Météo-France

Méthodes : RandomForests (Breiman, 2001)

RandomForests Calibration des modèles

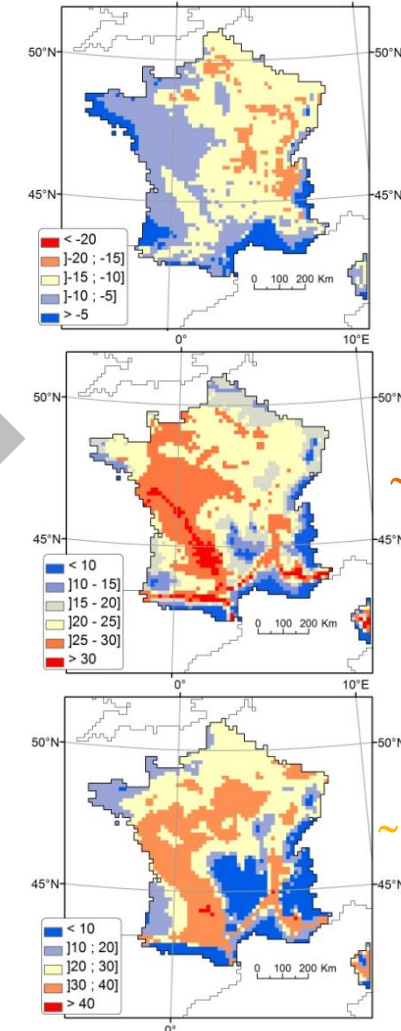


(Lebourgeois et al., Int J Biometeorol, 2010)



scenario climatique A2-HadCM3

Δ des dates 2071-2100 en référence à 1991-2000



II. Déterminisme climatique : Reconstruction des évolutions passées du débourrement

Prédicteurs : paramètres mensuelles (T, P, Rayonnement, ETP) données SAFRAN (Météo-France, 1961-2013, grille 8 * 8 km)

Méthodes : **RandomForests** (Breiman, 2001)

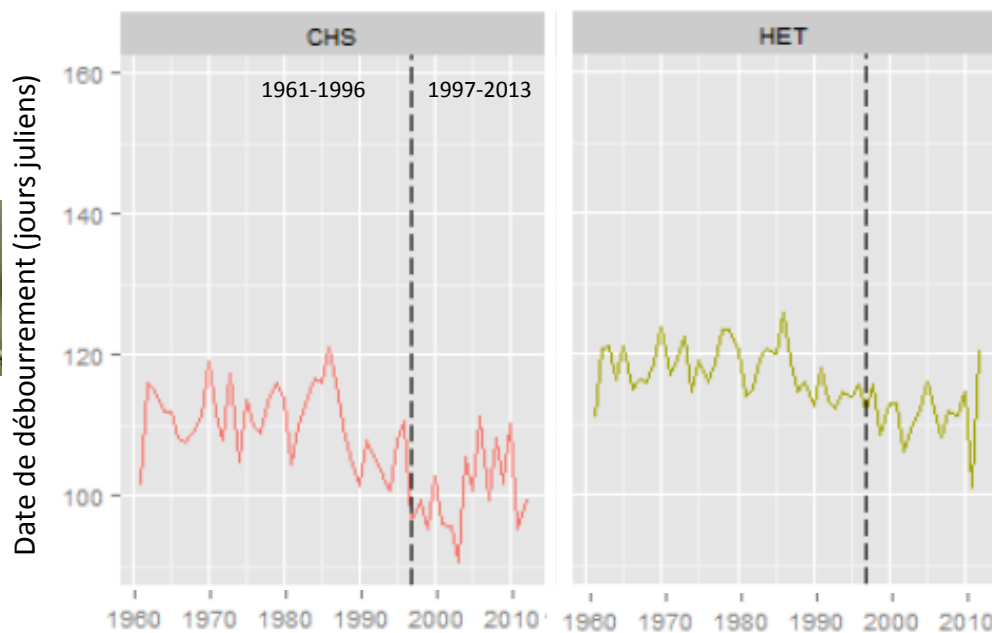
(Mémoire fin d'étude AgroParisTech- Nancy, Hennebelle, 2015)

Calibration modèles chênes / hêtre (1997-2013)

Erreur ajustement : 3,4 / 3,8 jours

Erreur prédiction : 7,4 / 7,8 jours

% Variance expliquée : 49,4 / 53,2%



Indicateurs changements climatiques (?)

Partie III. Autres utilisations des données du réseau RENECOFOR



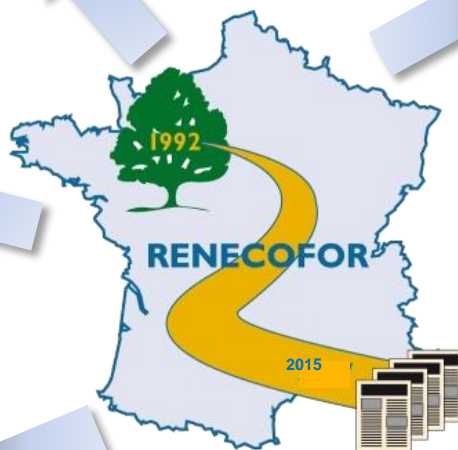
De nombreux projets....

Modèles climatiques

Phénoménologiques / processus
Rétrospectif / prédictif
(Hennebelle 2015, PMP Chuine et al. 2013)

Données satellitaires
(calibration / MODIS)
(Samalens et al. 2010 ;
Soudani et al. 2008)

Modèles de niche des essences
(calibration / prédiction)
PHENOFIT
(Cheaib et al. 2012 ; Chuine 2010 ;
Morin et Chuine, 2005 ; Saltré et al.
2013)



Analyses des flux d'eau

(Modèle de bilan hydrique : BILJOU)
(Granier et al. 1999)

Sécheresse
(Badeau et Ulrich, 2008 ;
Lebourgeois et al. 2005 ;
Michelot et al. 2012)

Flux d'éléments
minéraux
(Gandois et al. 2010 ; Gaudio et
al. 2015 ; Jonard et al. 2012 ; Van
der Heijden et al. 2011)

Bilan de
carbone

(Davi et al. 2005, 2006
; Dufrêne et al. 2005)

Modèles de fructification

Relation croissance / phénologie / fructification
(Lebourgeois, Delpierre, Baco, 2015)



RENECOFOR... Un réseau forestier intégré au plan international

Un GRAND merci....

- Aux bailleurs de fonds : ONF, MAAF, MEDDE, Ademe, (UE)
- Aux « pères fondateurs » du réseau : *Christian Barthod, Georges Touzet, Maurice Bonneaut, Guy Landmann, Erwin Ulrich*
- Aux chercheurs et autres partenaires qui l'accompagnent
- Et surtout à tous les agents ONF, pour leur motivation, leur rigueur et leur constance

<http://www.onf.fr/renecofor/@@index.html>

Merci pour votre attention !

