

# Les facteurs climatiques régissant les processus phénologiques de dormance et de débourrement chez le Hêtre (*Fagus Sylvatica* L.)

François Madon

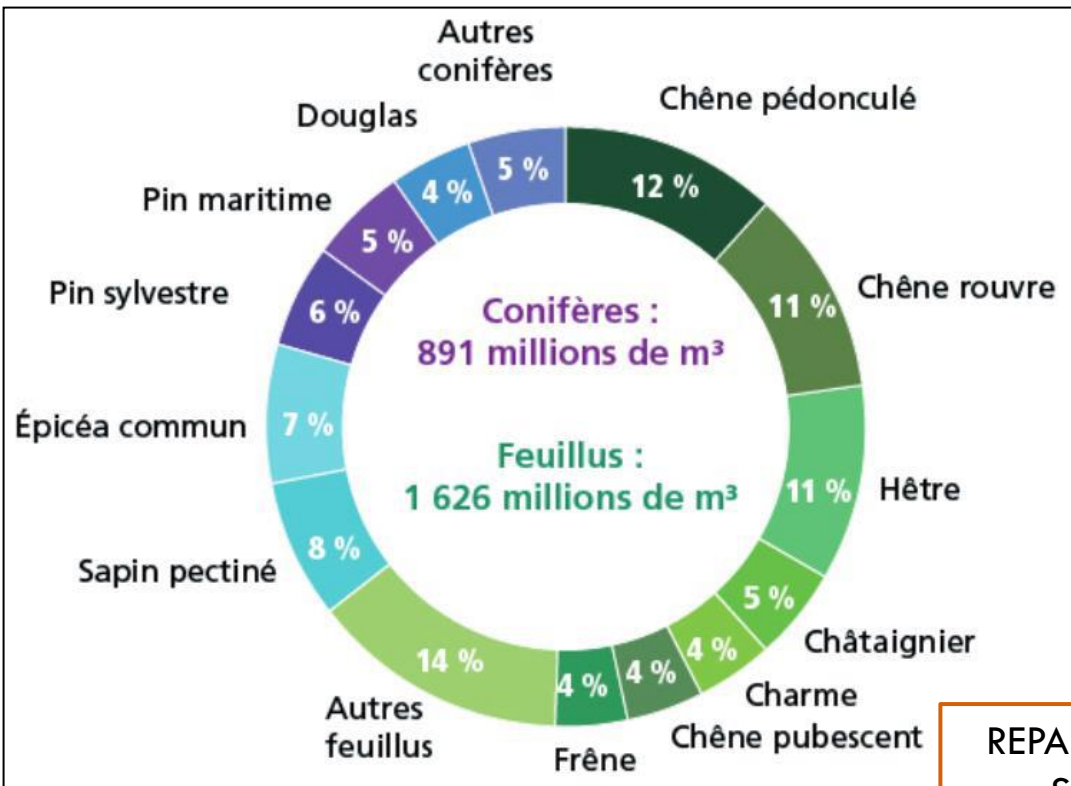
Frédéric Jean

Hendrik Davi



# CONTEXTE : IMPORTANCE DE LA PHÉNOLOGIE DES ESPÈCES

## □ Le Hêtre, essence d'intérêt

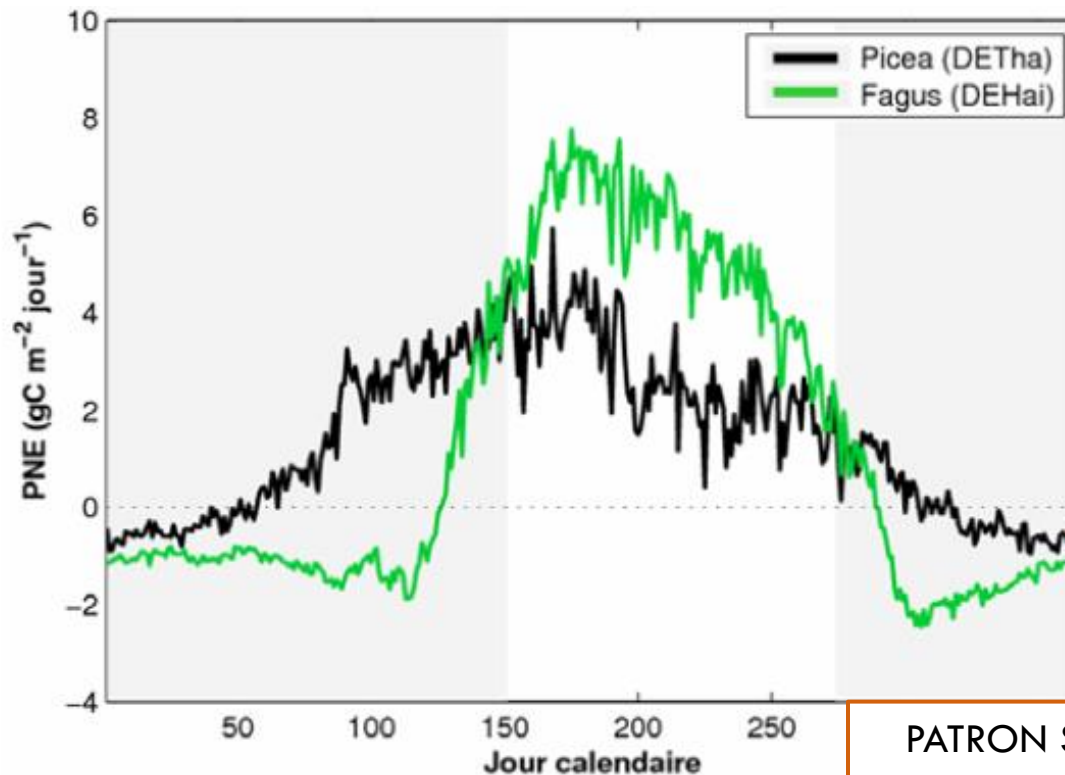


### ■ En France

- 265 millions de m<sup>3</sup>
- 1 396 milliers d'hectares
- Ressource importante de bois d'œuvre, d'industrie et d'énergie

REPARTITION DU VOLUME DE BOIS VIVANT  
SUR PIED PAR ESSENCE EN FRANCE.  
SOURCE : IGN, 2013.

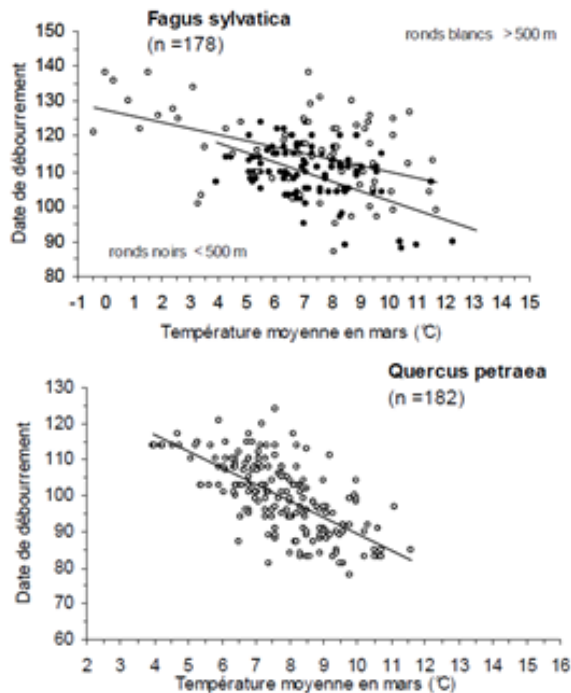
## □ Importance de la phénologie et de la dormance du Hêtre



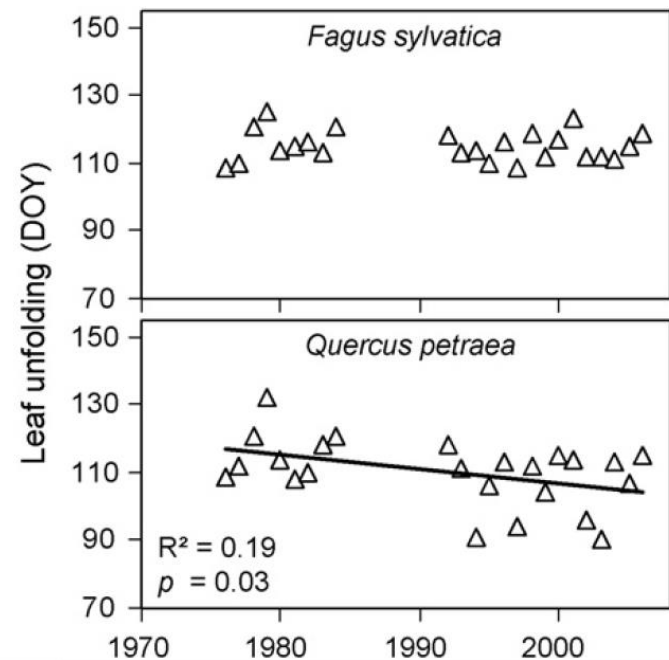
PATRON SAISONNIERS MOYENS DE FLUX NET DE CARBONE PNE (PRODUCTION NETTE ECOSYSTEMIQUE).  
SOURCE : DELPIERRE ET AL, 2009

# BIBLIOGRAPHIE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

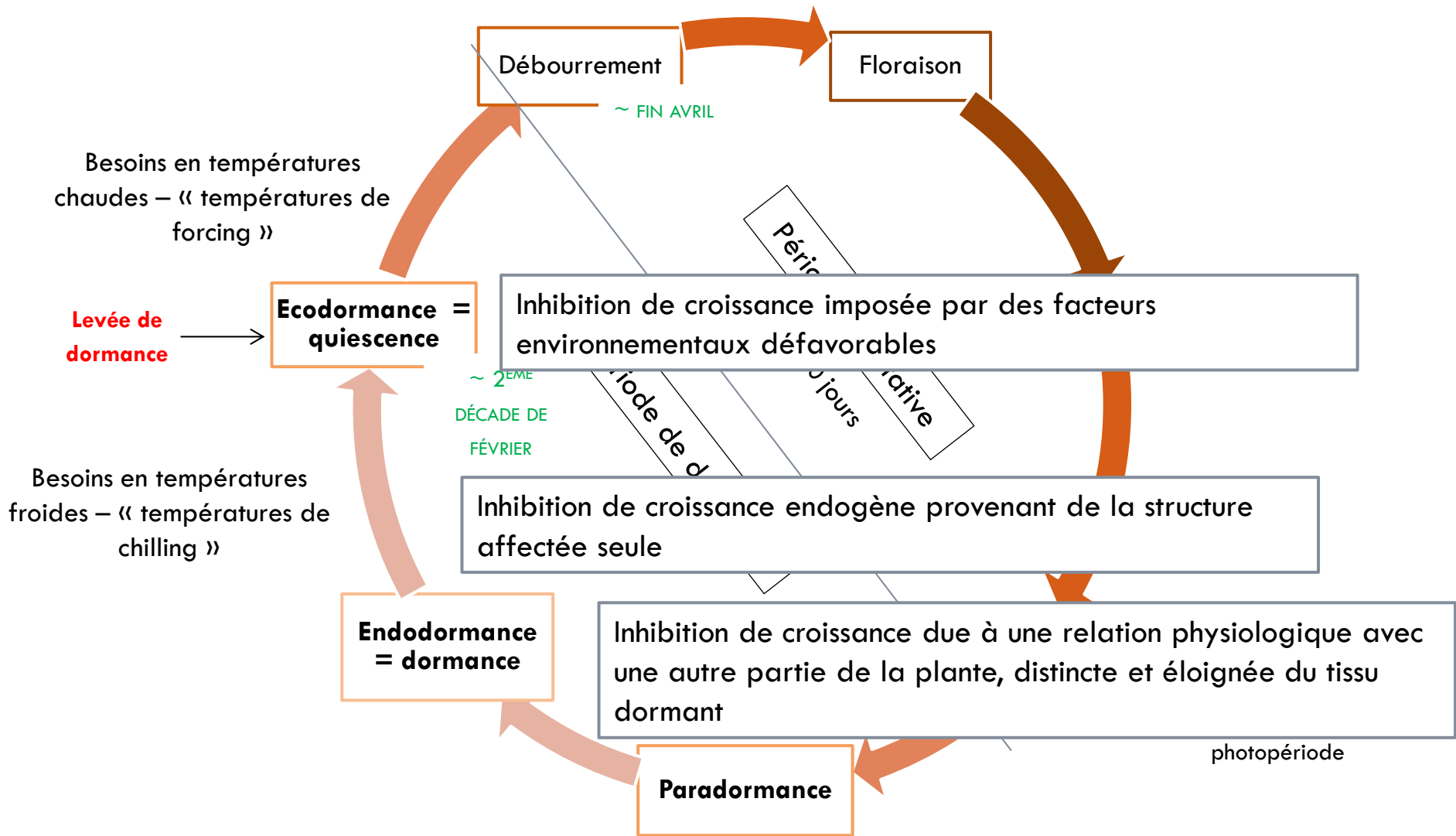
## □ Variations spatiotemporelles du débournement



RELATION ENTRE LA DATE DE DÉBOURREMENT ET LES CONDITIONS THERMIQUES PRINTANIÈRES. POUR LE HÊTRE DEUX ALTITUDES SONT CONSIDÉRÉES (> OU < 500 M).  
SOURCE : LEBOURGEOIS ET AL., 2008.



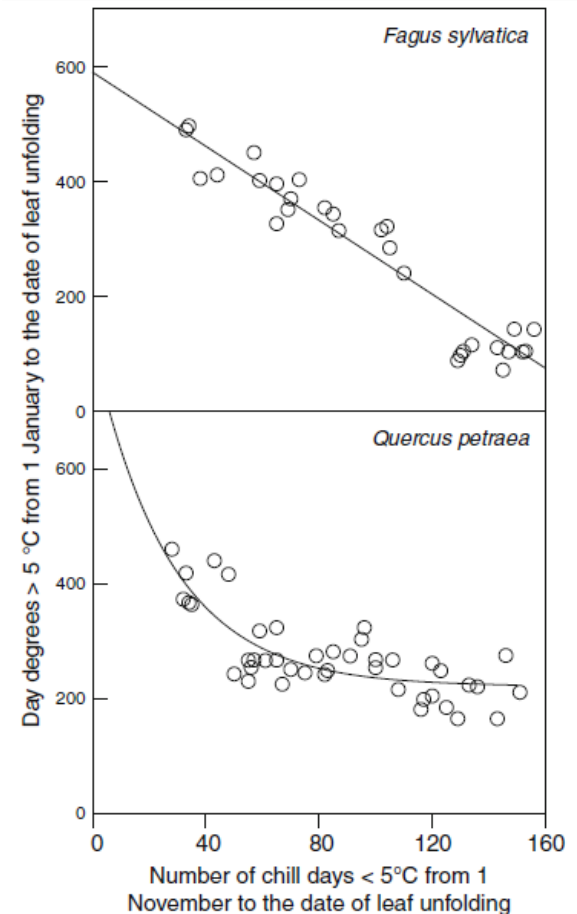
TENDANCES DANS LES DATES DE DEVELOPPEMENT FOLIAIRE (DOY = DAY OF THE YEAR) DEPUIS 1976 POUR 4 ESPECES ETUDIEES DANS LA FORET DE FONTAINEBLEAU.  
SOURCE : VITASSE ET AL., 2009 B



## □ Déterminisme thermique de la dormance et du débourrement

- Forte demande en  $T^{\circ}$  de chilling durant la dormance
- Relation inverse entre  $T^{\circ}$  de chilling et température de forcing

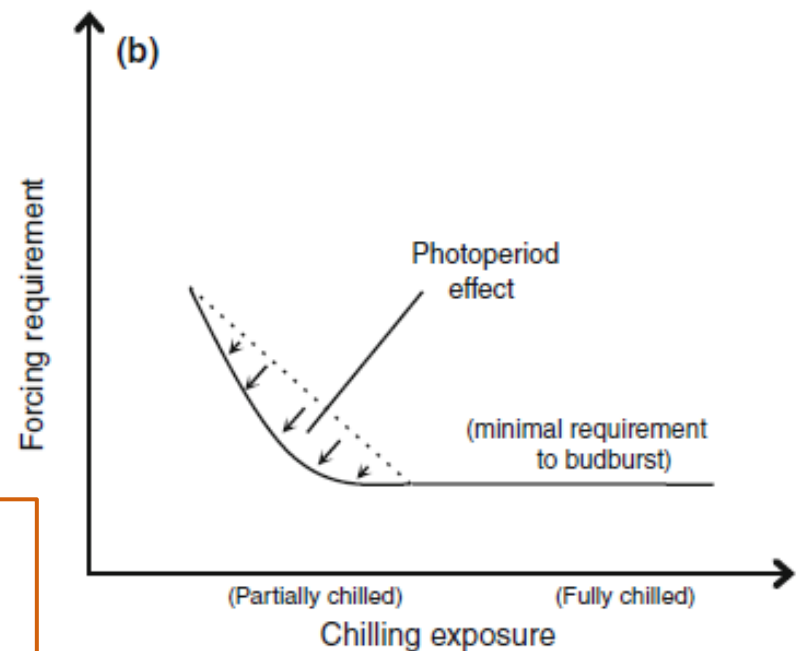
RELATION ENTRE LES TEMPERATURES DE FORCING NECESSAIRES AU DEBOURREMENT ET LE NOMBRE DE JOURS DE CHILLING SUR DEUX GRADIENTS ALTITUDINAUX DES PYREENES  
SOURCE : VITASSE ET BASLER, 2013





## □ Déterminisme photopériodique du débourrement

- (a) Effet d'un seuil photopériodique dans le cas de T° printanières anormalement élevées
  
- (b) Effet de l'allongement de la photopériode lorsque la levée de dormance est tardive



SCHEMA CONCEPTUEL SUR LE ROLE HYPOTHETIQUE DE LA PHOTOPERIODE SUR LES BESOINS EN FORCING DANS LA PHENOLOGIE DU DEBOURREMENT CHEZ LE HETRE COMMUN.  
SOURCE : VITASSE ET BASLER, 2013

## □ Objectifs de l'étude

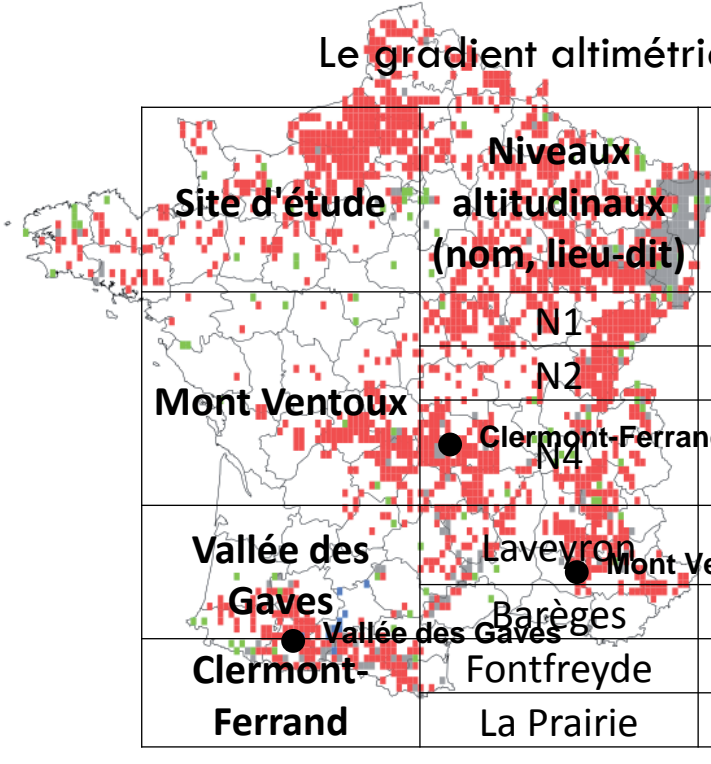
Quel est l'ampleur du rôle de la levée de dormance dans les variations spatiotemporelles du débourrement ?

Quels sont les mécanismes climatiques mis en jeux ?

# CADRE D'ÉTUDES ET MÉTHODES UTILISÉES

## □ Les sites d'études

Le gradient altimétrique mime le gradient temporel



Site d'étude	Niveaux altitudinaux (nom, lieu-dit)	Altitude (m)	Données disponibles		Unité de provenance des données	Site d'étude
			Levée de données	Débourrement		
Mont Ventoux	N1	900	2012-2014	2012-2014	URFM (INRA Avignon)	Mont Ventoux
	N2	1100	2011-2014	2008-2014		
	N3	1400		2008 et 2010-		
	N4	1400	2014			
Vallée des Gaves	Laveyron	150	2011	2005-2007 et	PIAF (INRA Clermont-Ferrand)	Clermont-Ferrand
Vallée des Gaves	Barèges	1650		2009-2012		
Clermont-Ferrand	Fontfreyde	925	2008-2011	2008-2014		
	La Prairie	875	2012-2014			

CARTE DE DISTRIBUTION  
DU HÊTRE

T DONNEES DISPONIBLES DES DIFFERENTS  
SITES D'ETUDE

## □ Les protocoles de prélèvement et de suivis

### □ Suivi de la levée de dormance

**Objectif :** *Evaluer les besoins en froid nécessaire au débourrement, et d'en déduire une date de sortie de dormance*

### □ Suivi du débourrement *in situ*

**Objectif :** *Evaluer la phénologie végétative du débourrement chez le Hêtre*

Photo : Code BBCH 9

Site	Individus suivis	
	Levée de dormance	Débourrement
Ventoux	30	80
Clermont	5	5
Pyrénées	20	20



## □ Comment détermine-t-on la date de levée de dormance ?



Prélèvement de novembre à mars de rameaux de hêtre



Recoupe des rameaux dans l'eau pour éviter l'embolie des vaisseaux conducteurs



Rassemblement dans un contenant unique des rameaux d'un même arbre



Identification précise de chaque échantillon prélevé

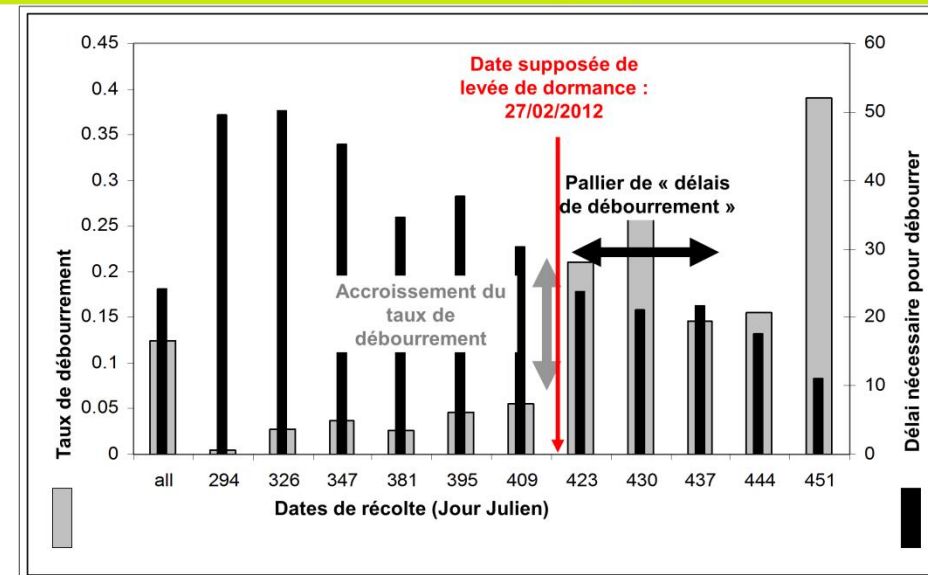


Suivi du débourrement de chaque rameau en chambre climatique (23°C 16 h de lumière)

### Résultats observés en 2012 sur le site atelier du Mont Ventoux (84)

#### Détermination de la date supposée de levée de dormance par :

- l'accroissement du taux de débourrement
- la diminution du délais moyen de débourrement se stabilisant autour d'un premier pallier
- l'établissement d'un délai moyen de débourrement

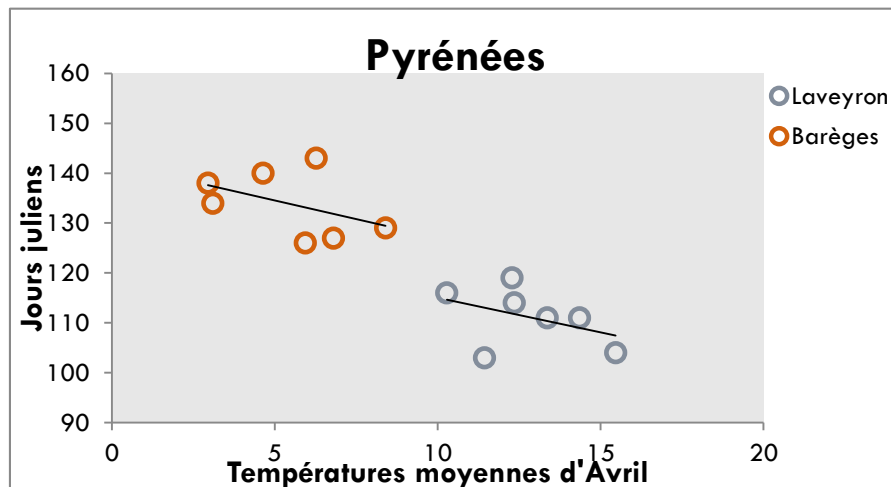
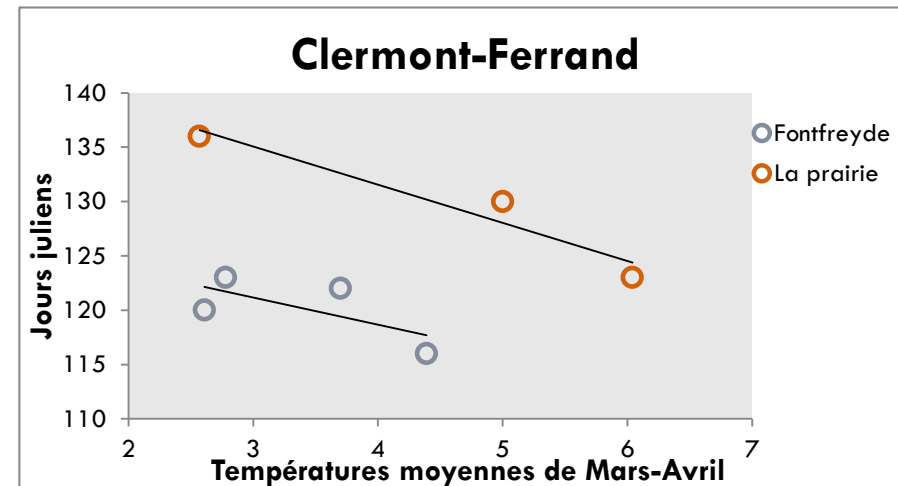
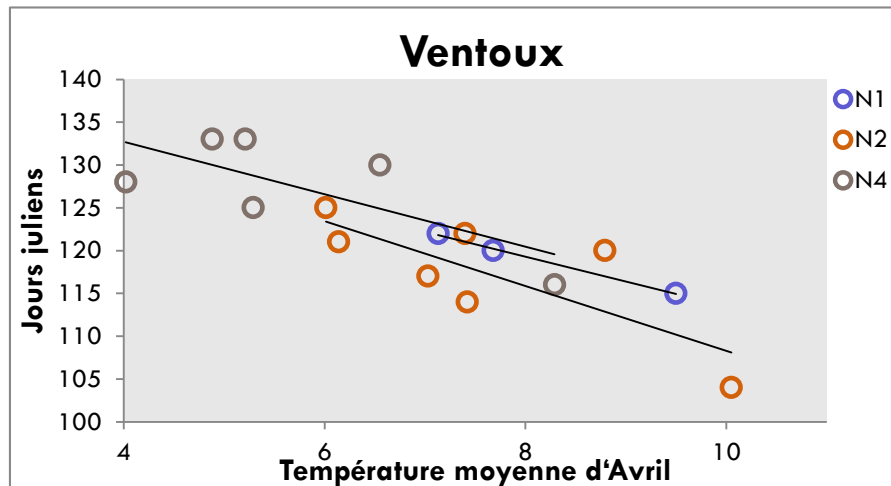


- Une démarche d'analyse en 3 étapes
  - Observation de différent effets (site, année, altitude) en repérant les anomalies du débourrement
  - Détermination des dates de levée de dormance
  - Introduction des dates de levées de dormance à différents modèles de prédiction
    - Méthode de détermination la plus en adéquation avec les modèles
    - Améliorer la compréhension des mécanismes phénologiques

# RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS



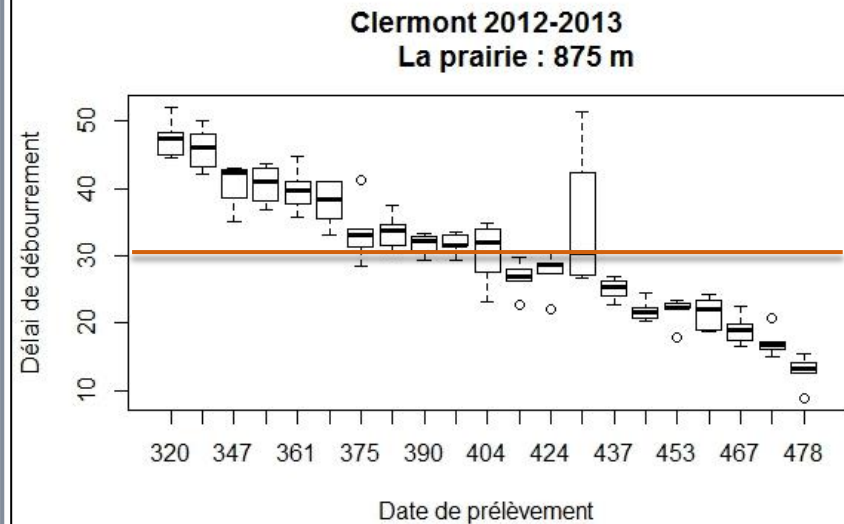
## Relation températures printanières – dates de débourrement



- Températures printanières expliquent la majeure partie du débourrement
- Quelques anomalies : notion de résidus

- Difficulté de détermination d'une date de levée de dormance
  - ▣ Absence de stabilisation du DMD ou du taux de débourrement

Le processus de dormance semble dynamique et les trois méthodes de détermination de la levée de dormance donnent des résultats différents car ils illustrent des moments différents de la dynamique



Evolution du délai moyen et du taux de débourrement au cours du temps sur le sites de Clermont-Ferrand durant l'hiver 2012-2013

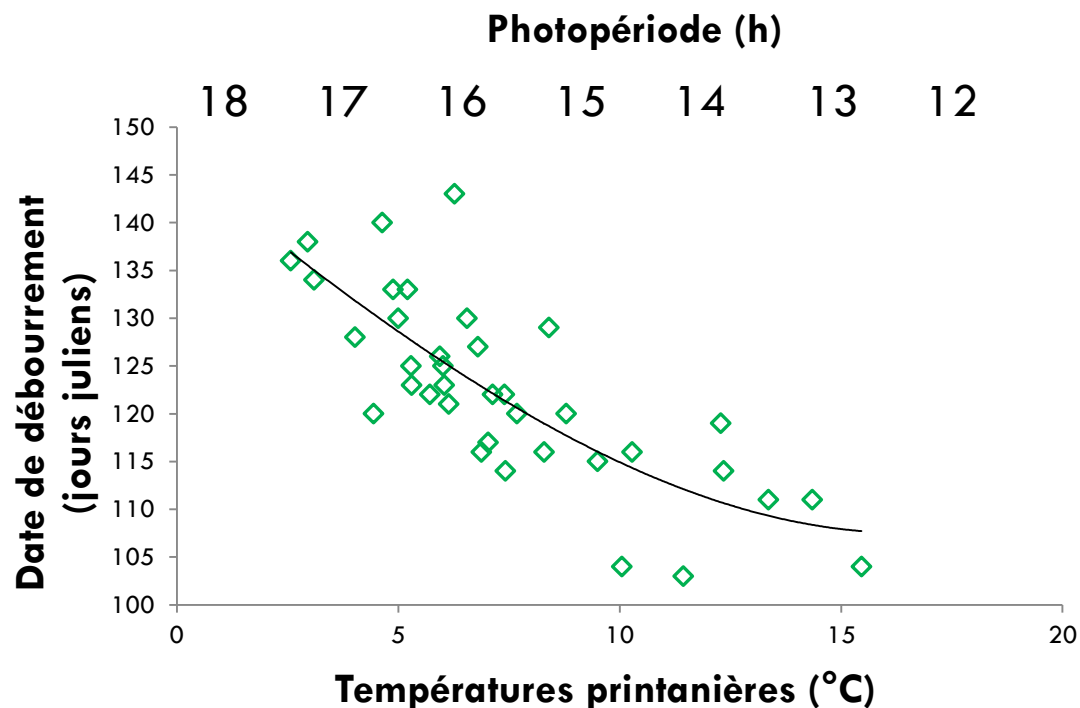
## □ Synthèse date de débourrement, levée de dormance, et résidus

Site	Parcelle	Code parcelle	Année	Date de débourrement	LD - seuil	LD - DMD	LD - TX	Résidus	
Ventoux	N1	1	2012	122	55,5	16	NA	-0,170547	
		1	2013	120	64	15	15	0,233408	
	N2	1	2014	115	51,75	48	48	-0,04805	
		2	2011	104		46	60	4,115925	
		2	2012	125		16	44	-1,6181595	
		2	2013	117		15	30	2,536055	
		2	2014	110		48	56	-7,119385	
		3	2011	116		32	60	3,5926	
	N4	3	2012	113		16	44	-2,9728	
		3	2013	115		15	44	3,7726	
Fontfre Clermont	4	4	2012	120	43,31	12	-33	2,151868	
		4	2013	123	46	18	19	-1,273336	
	La prairie	5	2013	130	58,12	39	NA	1,699732	
		DMD - seuil	5	2014	130	45	9	17	0,584371
		5	2014	130	28,25	8	8	-1,9685	
Pyrénées	Laveyron	6	2011	104	27,88	18	18	3,405276	
	Barèges	7	2011	129	5,17	18	18	0,4472	

HISTOGRAMMES DES DATES DE DEBOURREMENT SELON LA METHODE DE DETERMINATION ET LES DIFFERENTS SITES



## □ Seuil photopériodique

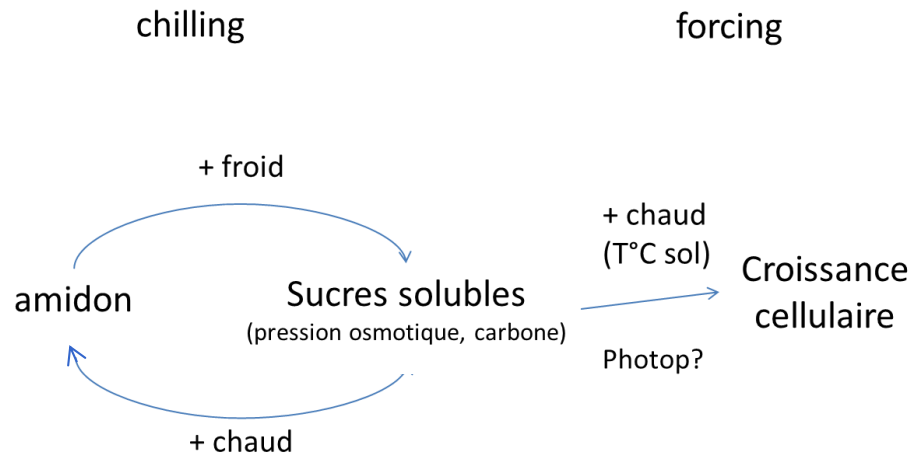


- Facteur limitant qui inhibe le débourrement lorsque les températures printanières sont anormalement élevées
- Risque d'exposition aux gelées tardives

DATES DE DÉBOURREMENT TOUS SITES CONFONDUS EN FONCTION DES TEMPÉRATURES DU MOIS DE MARS OU D'AVRIL

## □ La dormance un processus dynamique prenant en compte l'effet photopériodique

### □ Modèle dynamique Erez



### □ Modèle Dormphot

Stimulation du débourrement par la photopériode lorsque les températures de chilling ont été insuffisantes

# CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

## □ Principales conclusions

- Débourrement majoritairement expliqué par les températures printanières
- Les anomalies résiduelles s'expliquent par un ou d'autres facteur(s)
- Remise en cause de la notion de « sortie de dormance »
- Modèle dynamique prenant en compte l'effet photopériodique
- Effet inhibiteur des courtes photopériodes



## □ Perspectives

- Prolonger l'étape de modélisation par la simulation du débourrement
- Effectuer des simulations sur le long terme
- Vérifier les hypothèses photopériodiques en chambres expérimentales
- Modéliser les jeux de données RENECOFOR afin d'observer l'effet photopériodique
- La régulation thermo-photopériodique permet d'éviter le « scénario catastrophe » du réchauffement climatique