



HAL
open science

Les plantes au rythme des saisons

Vincent Badeau, Fabrice Bonne

► **To cite this version:**

Vincent Badeau, Fabrice Bonne. Les plantes au rythme des saisons. Fascination of Plants Day. 4. Journée internationale de célébration des plantes, The European Plant Science Organisation (EPSO). BEL., May 2017, Nancy, France. pp.29 slides. hal-02784929

HAL Id: hal-02784929

<https://hal.inrae.fr/hal-02784929v1>

Submitted on 4 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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License



Fascination of
Plants Day

May 18th 2017

Journée internationale de célébration des plantes



INRA
SCIENCE & IMPACT

Métaprogramme ACCAF

Les plantes au rythme des saisons



Vincent Badeau & Fabrice
Ecologie & Ecophysiologie



Définitions et concepts

- Linné, 1751, « *La phénologie est l'art d'observer l'apparition des activités ou événements cycliques chez les plantes ou les animaux tout au long de l'année.* »
- U. S. International Biosphere Programm Phenology Committee, 1972, « *La phénologie est l'étude de l'apparition dans le temps d'événements biologiques en relation avec des variations saisonnières du climat.* »
- Liethe, 1974, « *La phénologie est l'étude de l'apparition dans le temps d'événements biologiques, des causes biotiques et abiotiques, du moment de ces apparitions et des relations entre les différents événements chez une même espèce ou différentes espèces.* »

observer / dater / expliquer

connaissance fondamentale de l'écologie des espèces

**choisir des espèces, des variétés, des provenances, adaptées à un
contexte climatique donné**



Les précurseurs

1735, première publication scientifique par
René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757)



« Il seroit important de connoître à peu-près la température de l'air qui est nécessaire pour faire croître des plantes et des arbres qui, quoiqu'ils ne s'élèvent pas actuellement dans nôtre Pays, pourroient peut-être s'y naturaliser. »
1730 – Académie Royale des Sciences

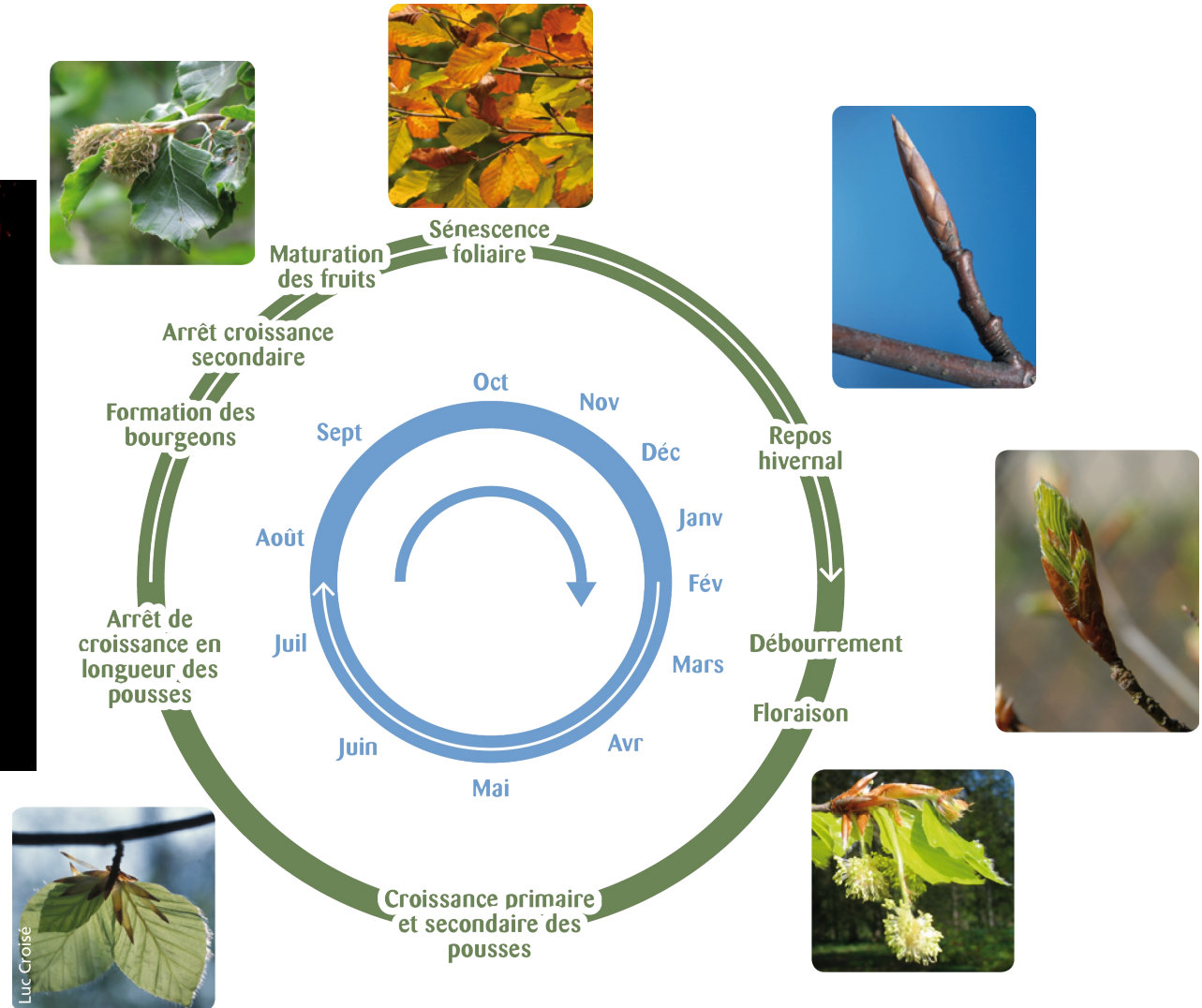
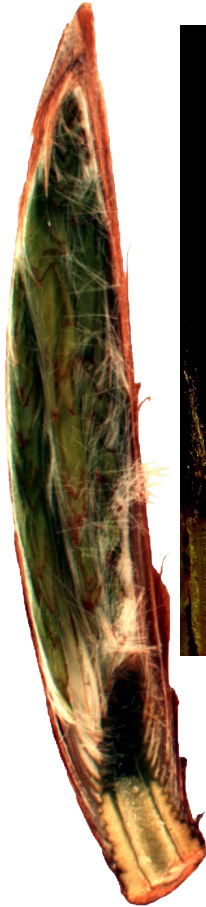
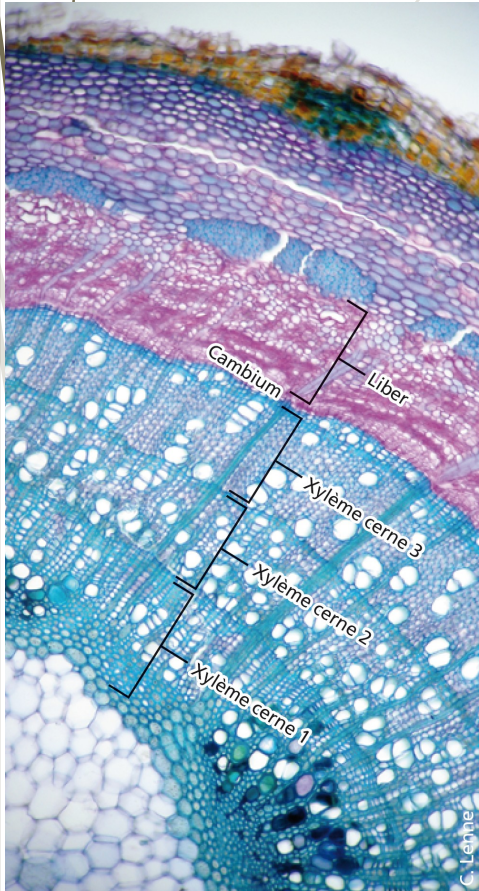
*Observations du Thermometre, faites à Paris pendant l'année
1735, comparées avec celles qui ont été faites sous la Ligne,
à l'Isle de France, à Alger, & en quelques-unes de nos Isles
de l'Amérique. Par M. DE REAUMUR. 545*

- Dans une année, comment la température varie-t-elle entre des lieux géographiques différents ?
- Comment ces températures varient-elles d'une année sur l'autre
- Comment la température agit-elle sur la croissance des végétaux ?
(maturation du blé du nord au sud de l'Europe)



Le cycle annuel de l'arbre

[d'après Delpierre et al . Ann For Sci 2016]

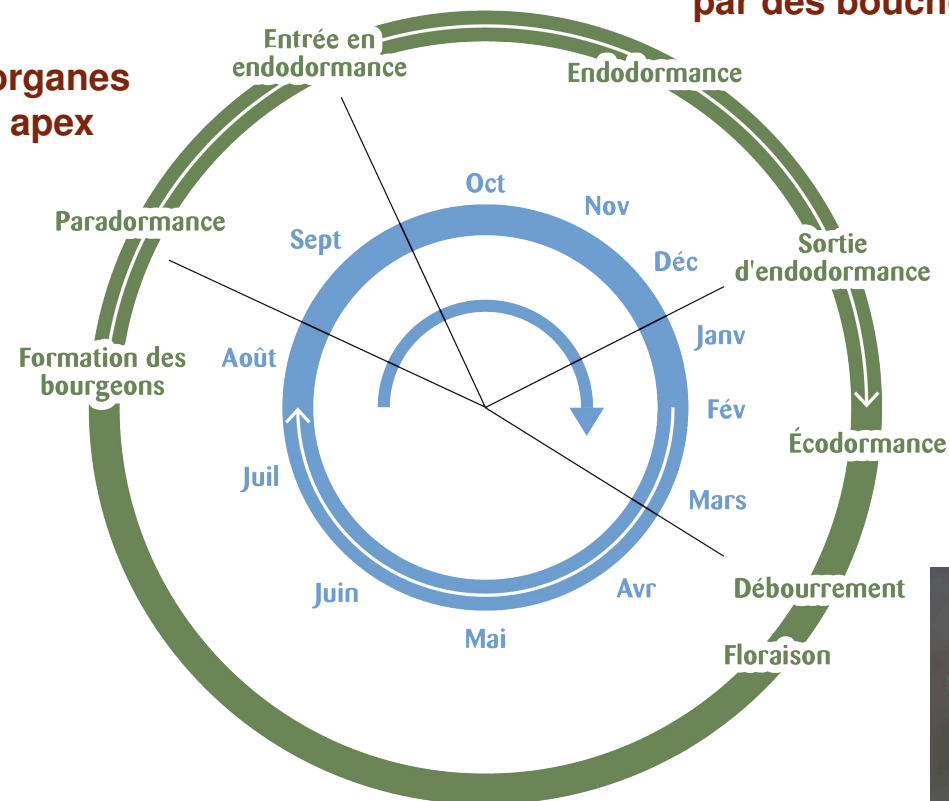


Le développement du bourgeon

[d'après Delpierre et al . Ann For Sci 2016]

Plusieurs processus empêchent le bourgeon de faire de la croissance au cours de la période automno-hivernale

Blocage lié à l'influence de tissus ou d'organes proches du bourgeon (tissus, feuilles, apex terminal) ; ou lointains (racines)



**« mise en sécurité »
Isolement des cellules
par des bouchons de callose**

les bouchons de callose sont dégradés sous l'action du froid.

**blocage par les conditions
de température et de durée du jour**



Débourrement et floraison



- Durée du jour suffisante (certaines espèces)
- Reprise de la croissance grâce à la remontée printanière des températures
La réponse des plantes à la température varie selon les espèces, les variétés. Ce sont les différences de précocité.
- Les températures assez élevées au printemps (20-25 °C) maximisent la croissance des bourgeons
- Des températures trop chaudes en automne-hiver peuvent engendrer des anomalies de développement des fleurs et des feuilles (abricotiers, cerisiers) ; un étalement de la floraison (pommier)
- Un débourrement trop précoce peut être anéanti par un gel printanier relativement peu intense (-3 °C)

Croissance et maturation des fruits



- Température, rayonnement solaire et alimentation en eau
- Pour les espèces fruitières, maturation = coloration des fruits et évolution de la composition chimique de leurs tissus
- Pour les forestiers, maturation = étape à partir de laquelle les graines acquièrent leur capacité à germer
- Risques de brûlures directes des fruits par les rayons du soleil ; mauvaise maturation si les températures sont trop élevées ; ralentissement de la croissance des fruits (voire avortement) à cause des stress hydrique
 - Cas de la vigne : si la floraison est précoce la maturation du raisin se déroule à des périodes chaudes et sèches moins favorables à la croissance des baies et au bon développement des composés et des arômes.



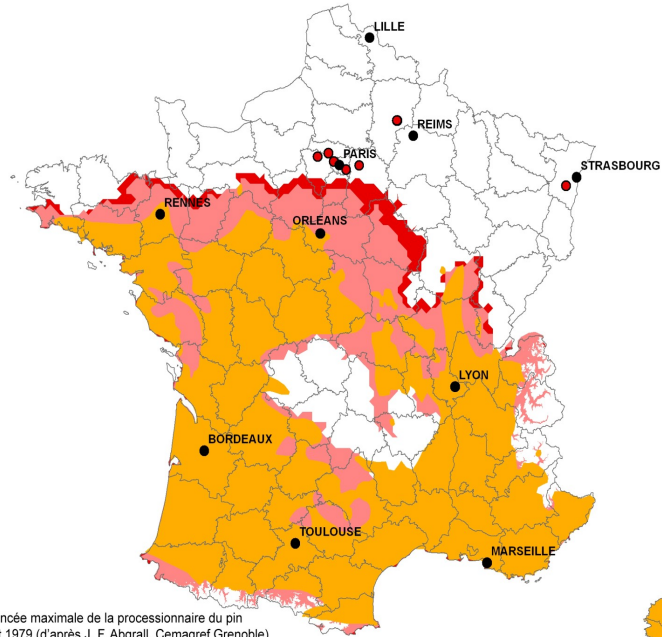
Sénescence foliaire



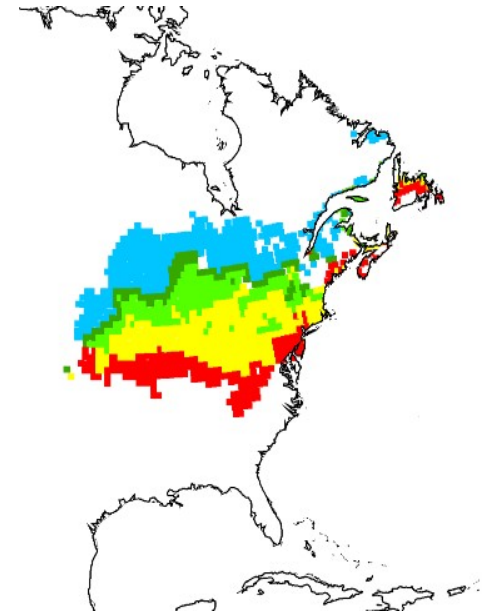
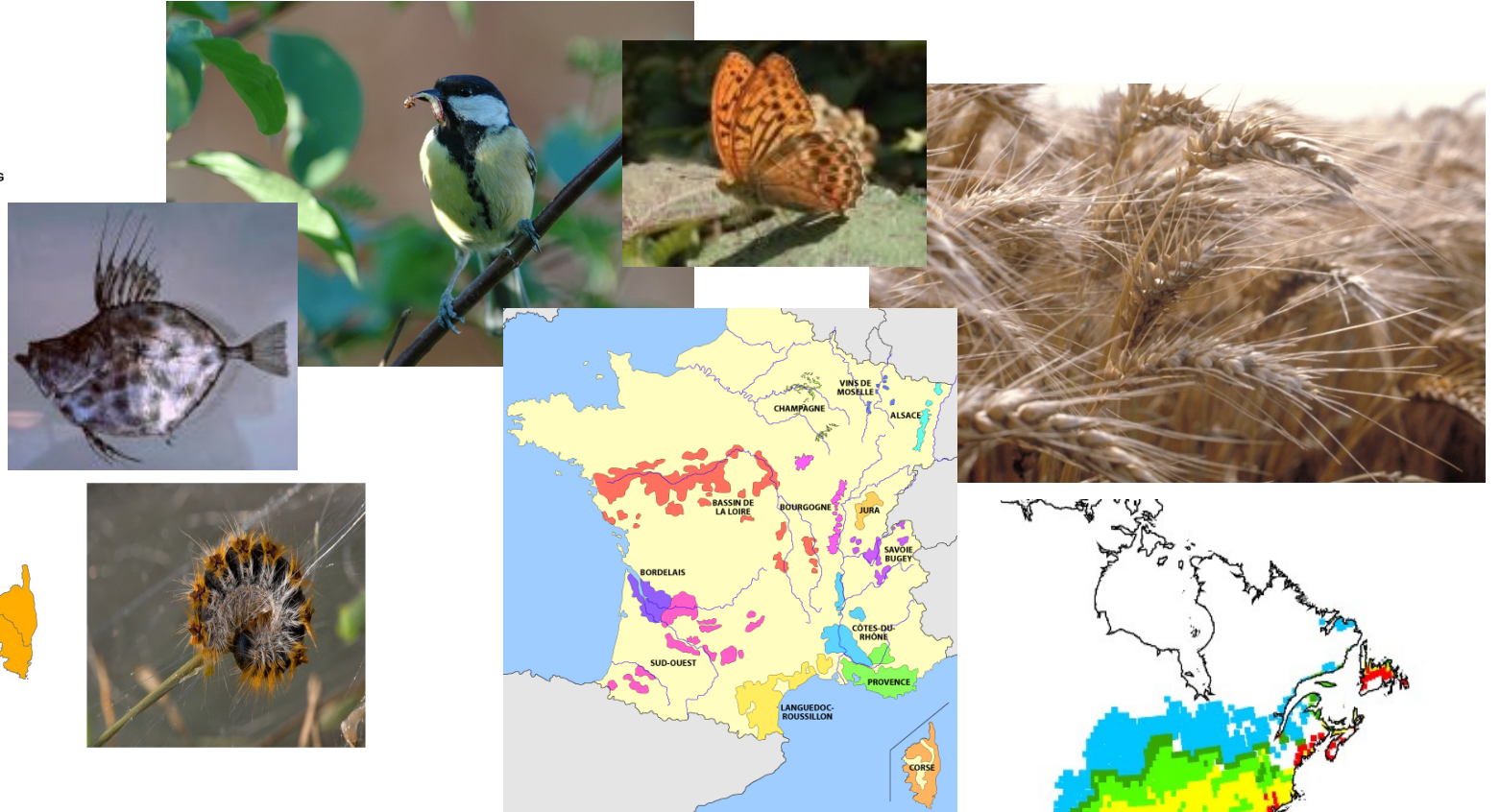
- La sénescence des feuilles marque la fin de la saison de végétation pour les espèces caducifoliées.
- Fin de l'assimilation de carbone grâce à la photosynthèse et la phase de recyclage des composés azotés des feuilles
- Processus sous la dépendance de nombreux facteurs, température, durée du jour mais aussi facteurs hormonaux
- La sénescence foliaire peut être avancée sous l'influence d'une sécheresse
- La sénescence foliaire peut être retardée si les températures automnales sont élevées
- une entrée en sénescence tardive peut augmenter fortement le risque de dommages de gel sur le cambium à l'automne et provoquer la mort de l'arbre.



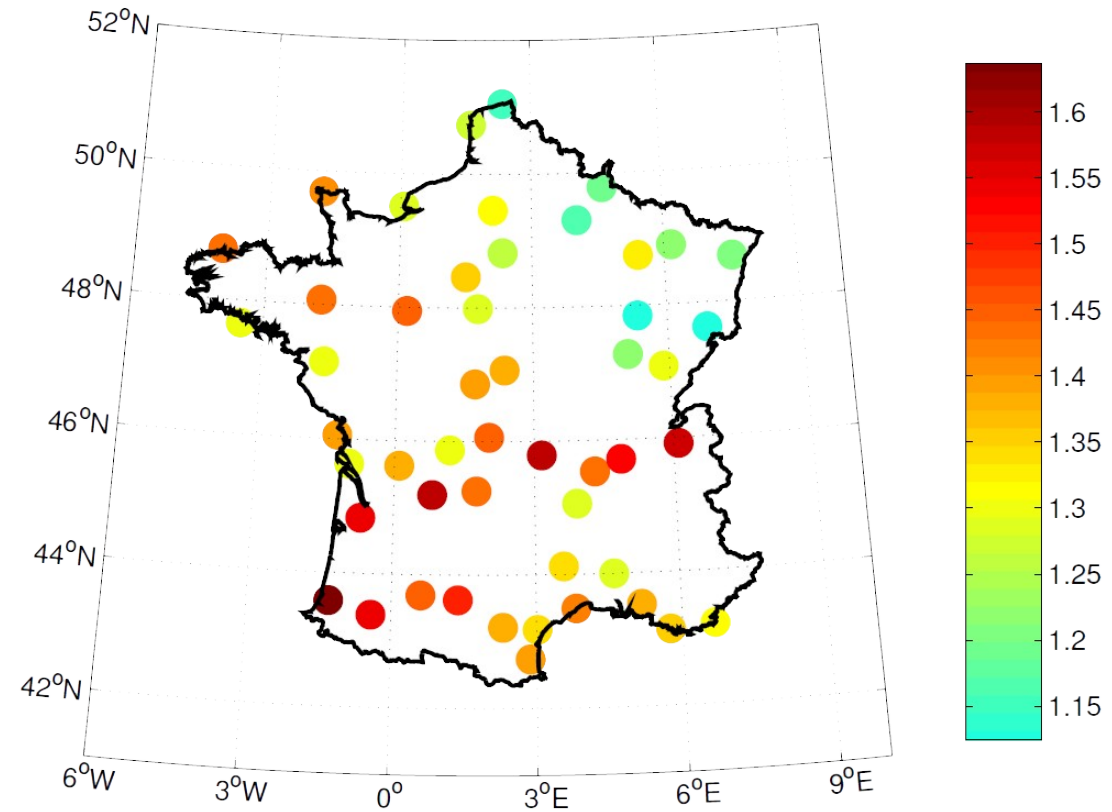
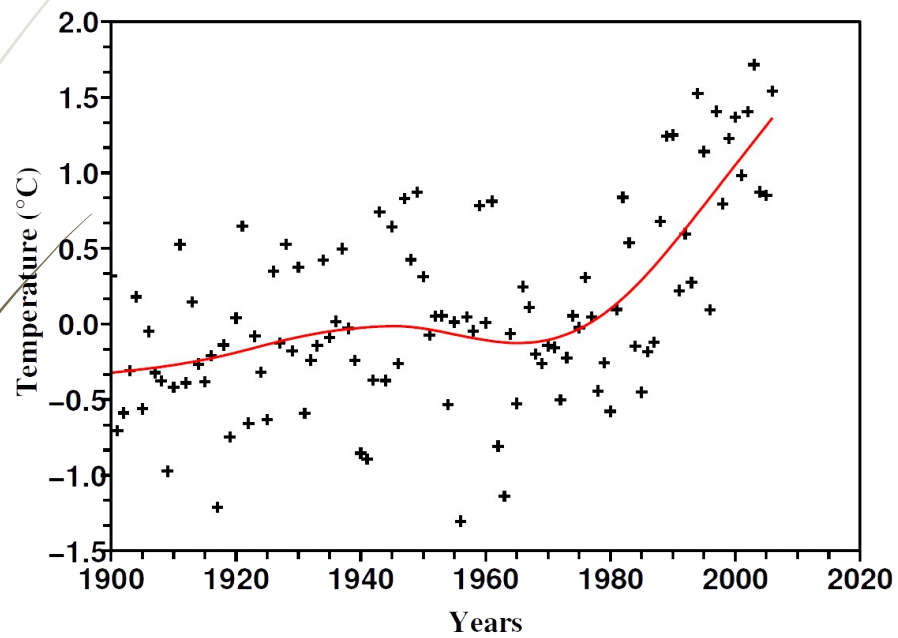
Pourquoi étudier la phénologie ?



Orange : avancée maximale de la processionnaire du pin entre 1969 et 1979 (d'après J. F. Abgrall, Cemagref Grenoble)
Rose : front nord à l'hiver 2005-2006
Rouge : front nord à l'hiver 2010-2011
Points rouges : foyers connus à ce jour.



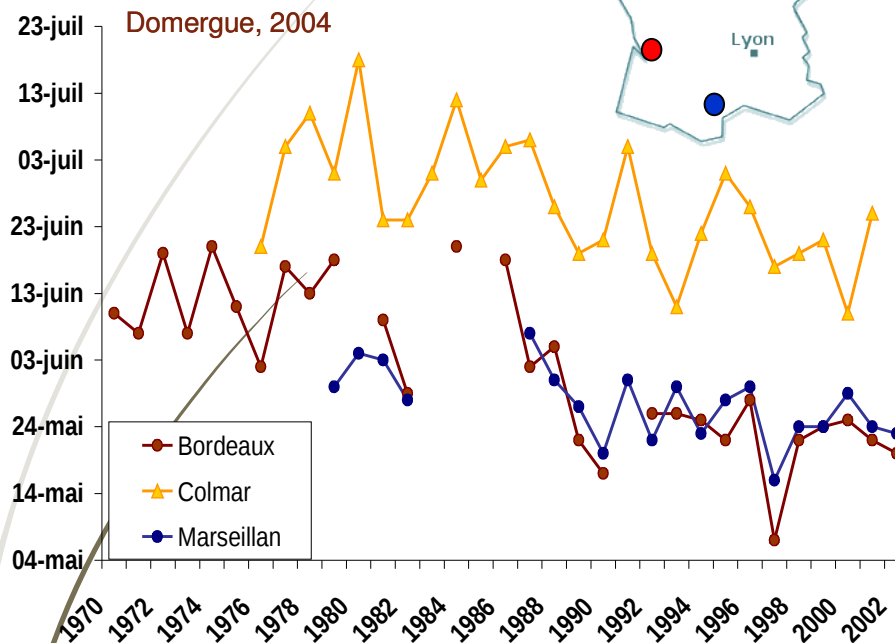
Le climat a déjà évolué



Ribes *et al.*, 2010, réchauffement estimé pour la France entre 1900 et 2006

Des impacts sont déjà bien documentés

Floraison du Chasselas

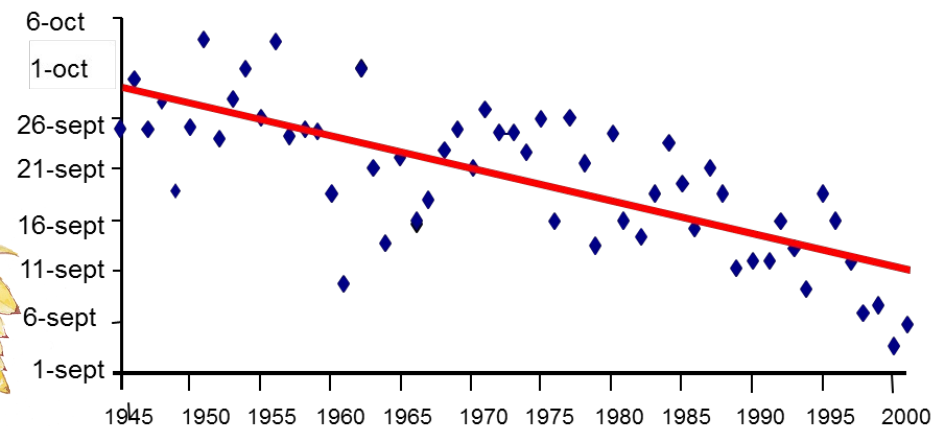


Tous les 10 ans :

- avance des récoltes de 8 jours
- 1% d'alcool en plus
- diminution de l'acidité

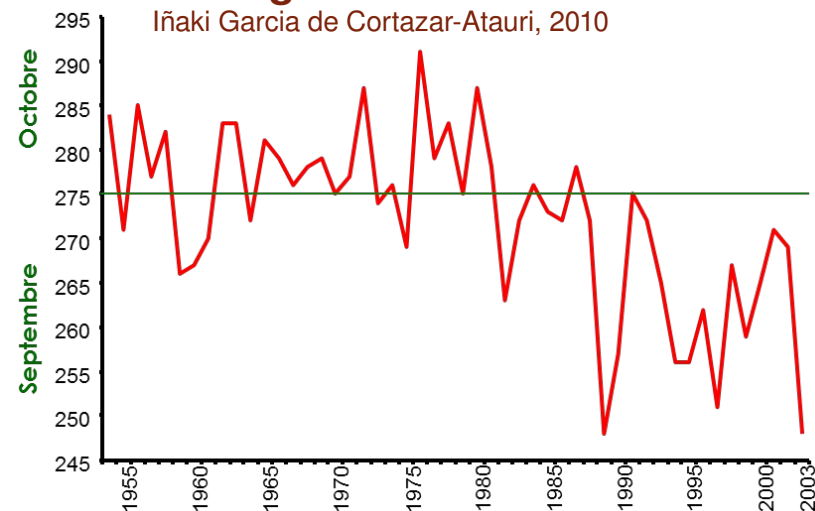
Vendanges à Châteauneuf du Pape

Ganichot, 2002

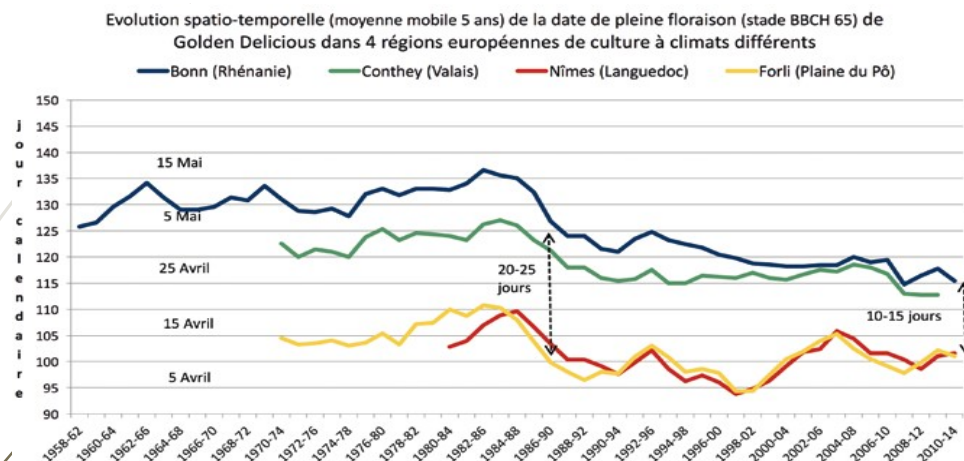


Vendanges dans le Médoc

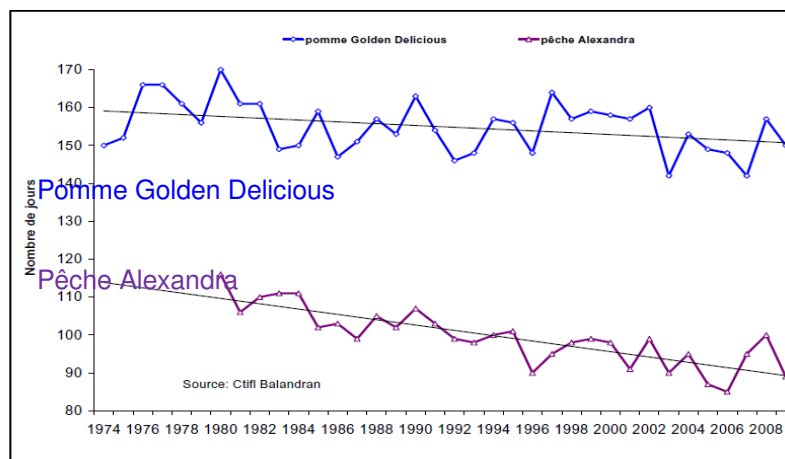
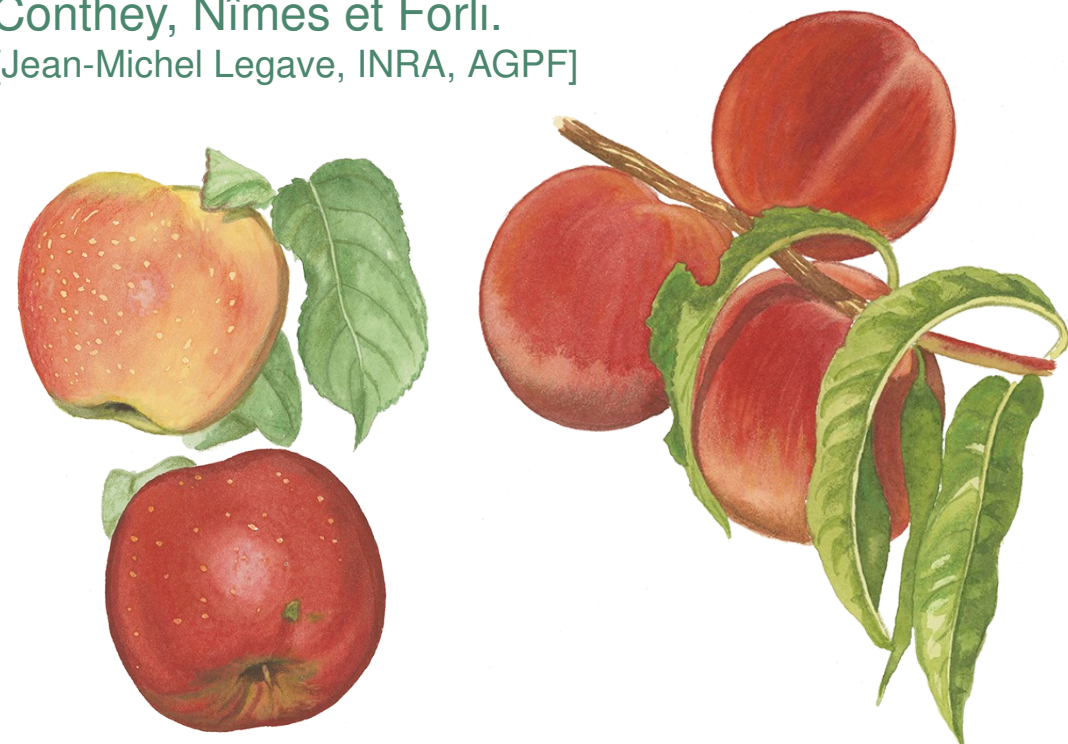
Iñaki Garcia de Cortazar-Atauri, 2010



Des impacts sont déjà bien documentés



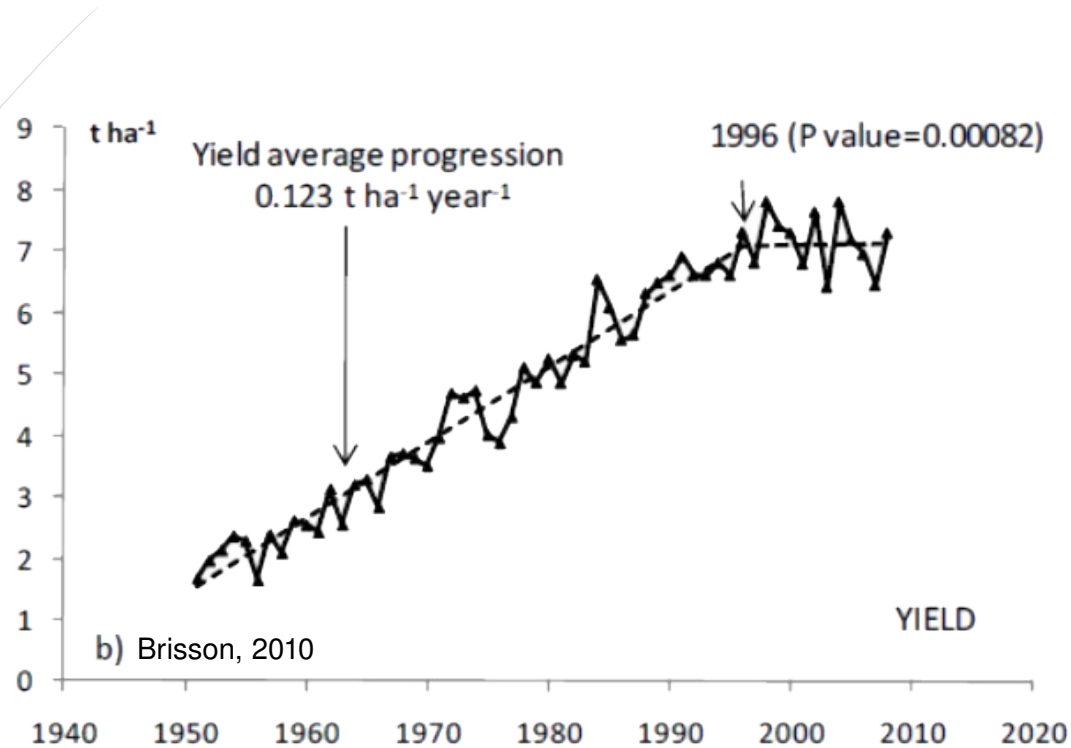
Variation des dates de pleine floraison du pommier variété Golden Delicious à Bonn, Conthey, Nîmes et Forli.
[Jean-Michel Legave, INRA, AGPF]



Evolution de la durée de croissance du fruit (de la floraison à la récolte)

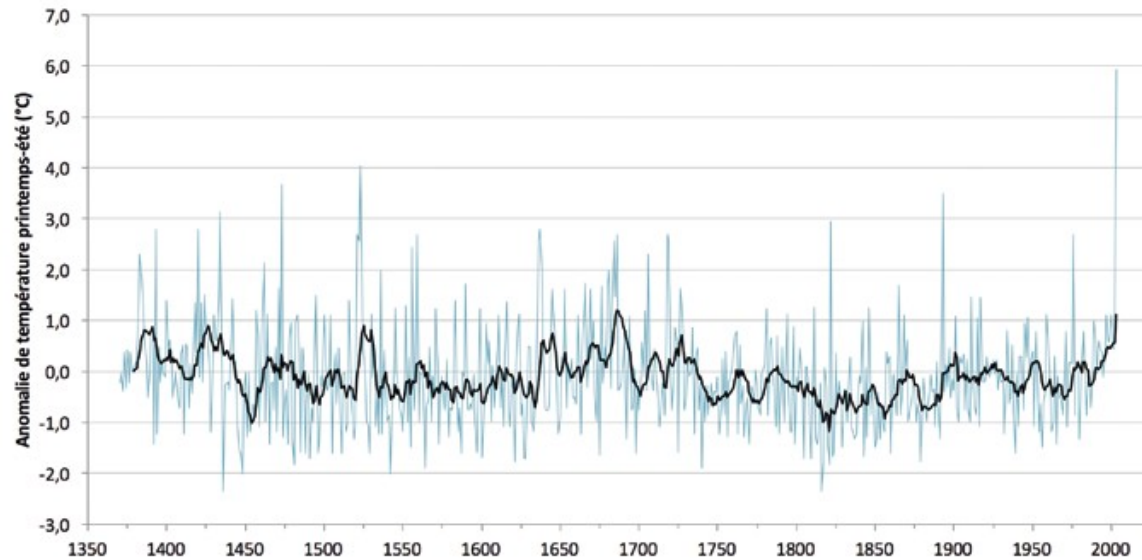
Figure 8 : Evolution annuelle de la durée de croissance du fruit (floraison à récolte) pour le pommier Golden Delicious (source: V. Mathieu) et le pêcher Alexandra (source C. Hilaire) dans les conditions climatiques du Languedoc (Nîmes)

Des impacts sont déjà bien documentés

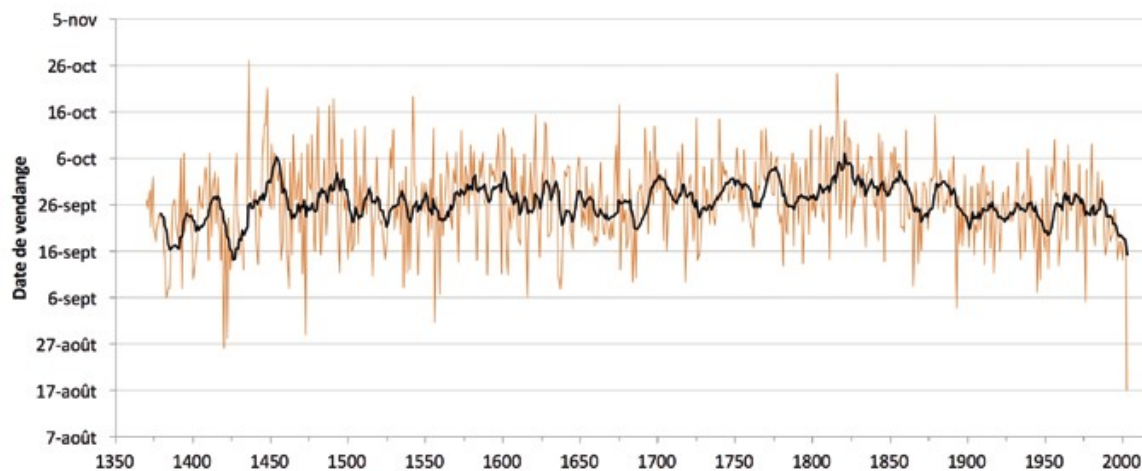


Raccourcissement du cycle de croissance du blé,
moins d'accumulation de biomasse, stagnation des rendements,
augmentation de la variabilité interannuelle.

De longues chroniques en agronomie



Variation annuelle (orange) et décennale (noir) de la date de ban de vendange en Bourgogne depuis 1370.



Variation annuelle (bleu) et décennale (noir) des écarts de température (printemps-été) par rapport à l'actuel depuis 1371 reconstruites à partir des dates de ban de vendange.

[Chuine et al. 2004]



Peu de données pour les arbres forestiers



Menzel & Fabian, 1999
International Phenological Gardens

Durée de la saison de végétation :
~ +3 jours par décennies
pour les forêts européennes et depuis 50 ans

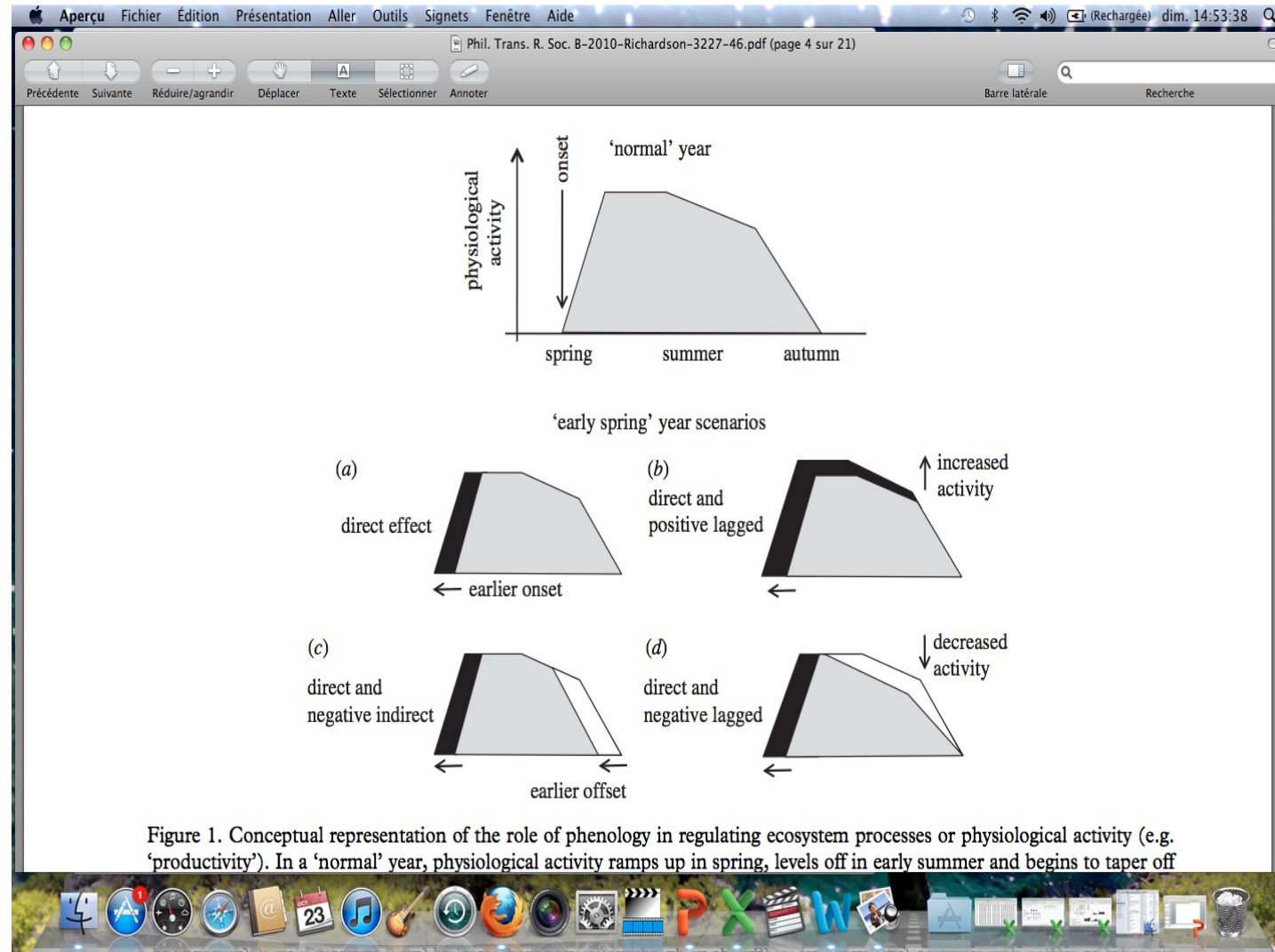
(la saison de végétation a augmenté de ~8%)



Quels impacts sur :

- les cycles de l'eau et du carbone
- la santé des forêts
- la répartition des espèces

Des conséquences mal connues



De plus en plus d'anomalies phénologiques

- Floraison à l'automne d'espèce printanières (chêne vert, marronnier, prunier, cerisier, pommier, poirier, châtaignier)
- Second débourrement à l'automne (marronnier, érable, chêne, vigne,...)
- Chute des feuilles très tardives (effet des températures automnales très douces) ou très précoces (effet de la sécheresse estivale)
- Mais aussi : moustiques en activité et grive qui chante en janvier, etc





L'observatoire des saisons (www.obs-saison.fr) :

accumuler rapidement des informations pour la
Collecter des données et les rendre accessibles à tous
recherche scientifique

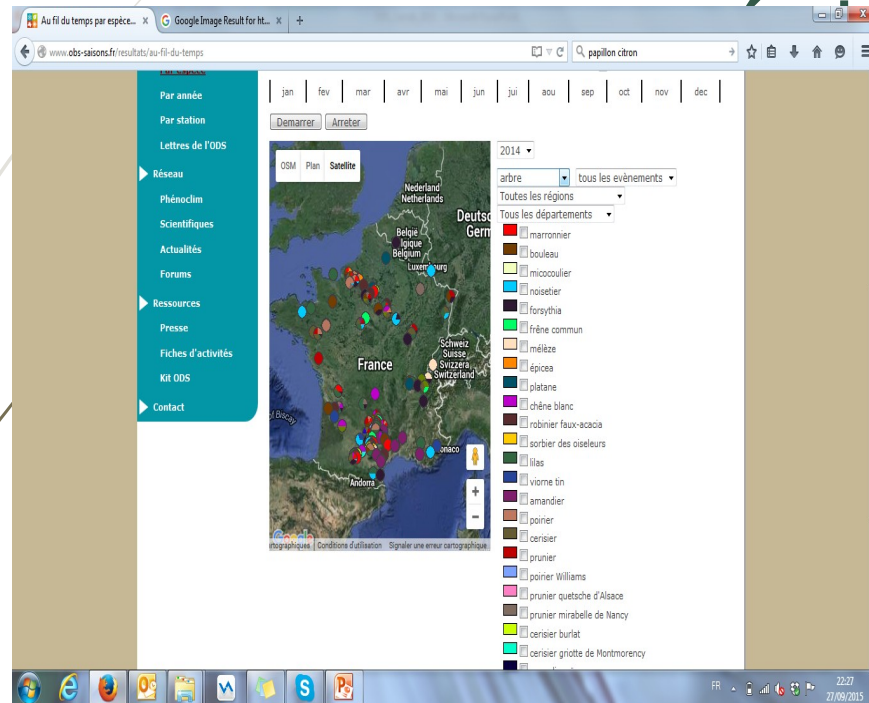
Sensibiliser les citoyens aux impacts du changement climatique
sur la biodiversité et les écosystèmes

Encourager le dialogue entre chercheurs et citoyens





L'observatoire des saisons (www.obs-saison.fr) :



3911 inscrits
16 arbres (et arbustes)

19 fruitiers (variétés)

12 herbacées / arbrisseaux

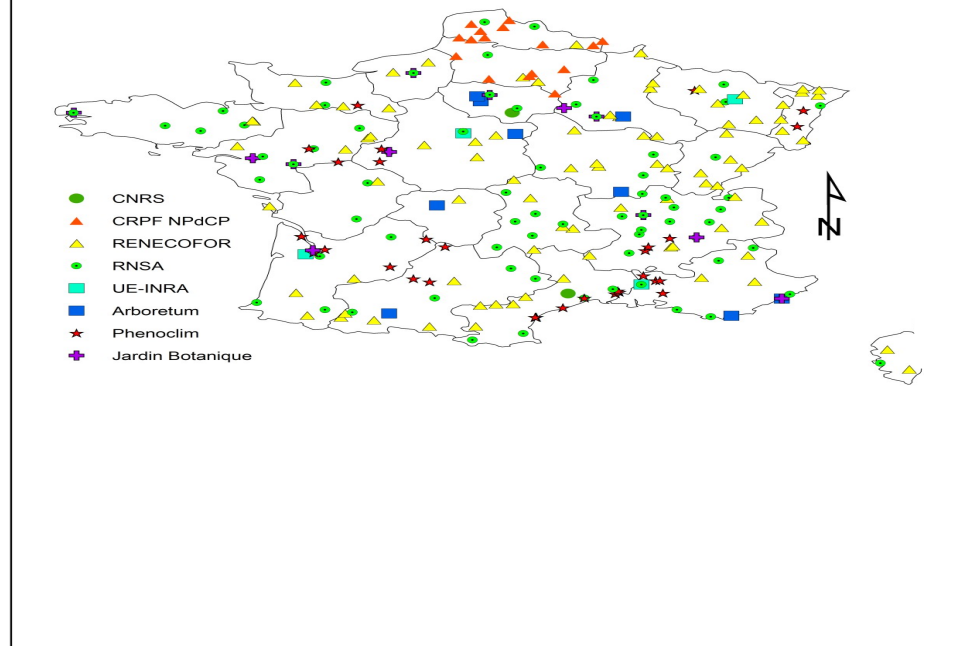
8 oiseaux / 2 insectes / 2 amphibiens / 6 reptiles

environ 14 000 observations





L'observatoire des saisons (www.obs-saison.fr) : une communauté de citoyens et de professionnels



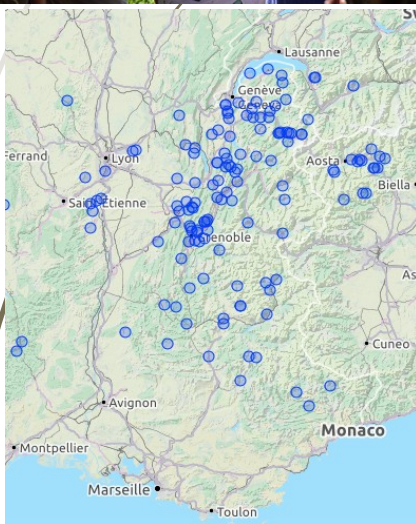
L'observatoire des saisons (www.obs-saison.fr) des observations citoyennes qui servent la science



Phénoclim, le programme d'observation des zones de montagne



5 espèces arborées
672 sites d'observation
30 000 observations phénologiques depuis
2004



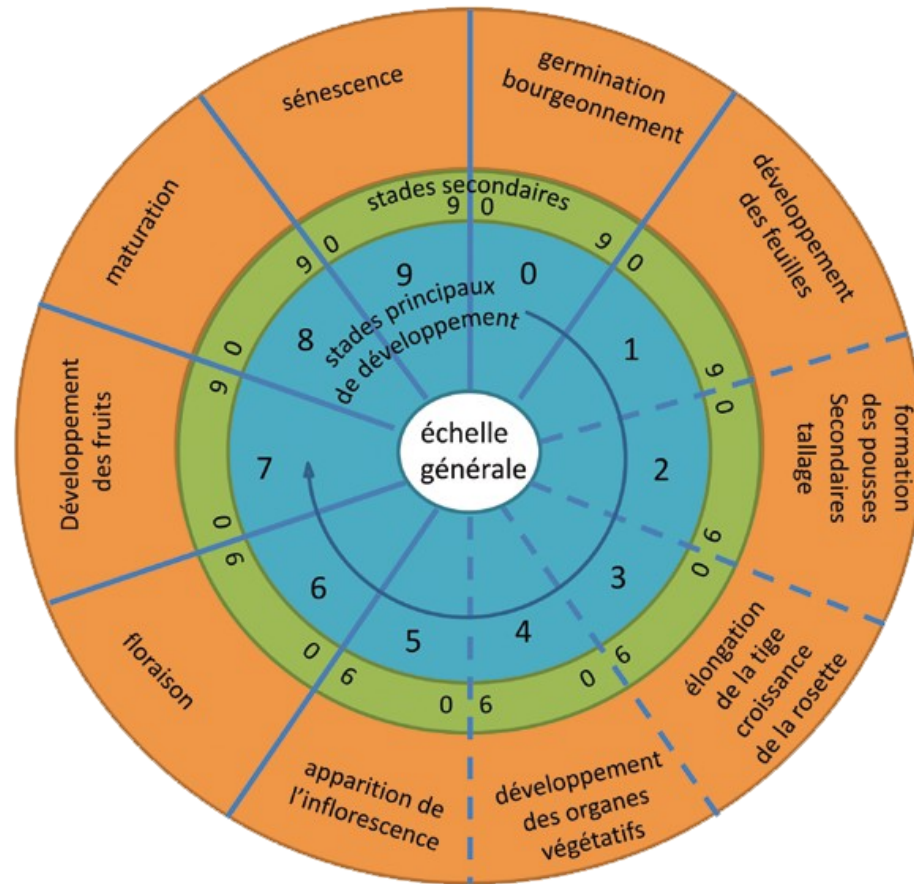
Une thèse en cours

Comprendre et prédire la réponse des écosystèmes forestiers d'altitude aux changements climatiques. Apports d'un programme de science participative.

Doctorante : Daphné ASSE

Encadrement : Isabelle CHUINE (CNRS), Christophe RANDIN (UNIL Lausanne), Vincent BADEAU (INRA)

Faire des observations



L'échelle de notation BBCH (Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt und Chemische Industrie), la référence internationale pour décrire les stades phénologiques des plantes

Echelle de codification BBCH

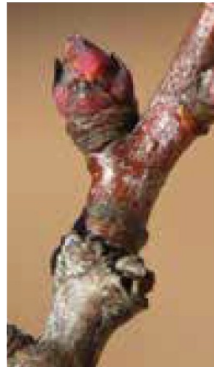
Codes BBCH	stades	
0	feuillaison	bourgeon au stade de dormance hivernale
1	feuillaison	la majorité des bourgeons foliaires ou mixtes ont commencé à gonfler
3	feuillaison	la majorité des bourgeons foliaires ou mixtes ont fini de gonfler et sont prêts à éclater
7	feuillaison	début de l'éclatement des bourgeons foliaires ou mixtes ou du développement des pousses (les feuilles ou fleurs sont visibles à l'intérieur du bourgeon)
9	feuillaison	le bout des premières feuilles dépasse l'extrémité des écailles du bourgeon
10	feuillaison	feuillus : les premières feuilles du houppier sont étalées - pins : premiers bourgeons très allongés avec premières aiguilles sortant ou sorties du fourreau - autres conifères : premiers bourgeons montrant les aiguilles en pinceau ouvert
11	feuillaison	feuillus : les premières feuilles sont étalées sur environ 10% du houppier - pins : 10 % des bourgeons très allongés avec premières aiguilles sortant ou sorties du fourreau - autres conifères : 10% des bourgeons avec aiguilles en pinceau ouvert
12	feuillaison	feuillus : les premières feuilles sont étalées sur environ 20% du houppier - pins : 20 % des bourgeons très allongés avec premières aiguilles sortant ou sorties du fourreau - autres conifères : 20% des bourgeons avec aiguilles en pinceau ouvert
13	feuillaison	feuillus : les premières feuilles sont étalées sur environ 30% du houppier - pins : 30 % des bourgeons très allongés avec premières aiguilles sortant ou sorties du fourreau - autres conifères : 30% des bourgeons avec aiguilles en pinceau ouvert
14	feuillaison	feuillus : les premières feuilles sont étalées sur environ 40% du houppier - pins : 40 % des bourgeons très allongés avec premières aiguilles sortant ou sorties du fourreau - autres conifères : 40% des bourgeons avec aiguilles en pinceau ouvert
15	feuillaison	feuillus : les premières feuilles sont étalées sur environ 50% du houppier - pins : 50 % des bourgeons très allongés avec premières aiguilles sortant ou sorties du fourreau - autres conifères : 50% des bourgeons avec aiguilles en pinceau ouvert
16	feuillaison	feuillus : les premières feuilles sont étalées sur environ 60% du houppier - pins : 60 % des bourgeons très allongés avec premières aiguilles sortant ou sorties du fourreau - autres conifères : 60% des bourgeons avec aiguilles en pinceau ouvert
17	feuillaison	feuillus : les premières feuilles sont étalées sur environ 70% du houppier - pins : 70 % des bourgeons très allongés avec premières aiguilles sortant ou sorties du fourreau - autres conifères : 70% des bourgeons avec aiguilles en pinceau ouvert
18	feuillaison	feuillus : les premières feuilles sont étalées sur environ 80% du houppier - pins : 80 % des bourgeons très allongés avec premières aiguilles sortant ou sorties du fourreau - autres conifères : 80% des bourgeons avec aiguilles en pinceau ouvert
19	feuillaison	feuillus : les premières feuilles sont étalées sur environ 90% du houppier - pins : 90 % des bourgeons très allongés avec premières aiguilles sortant ou sorties du fourreau - autres conifères : 90% des bourgeons avec aiguilles en pinceau ouvert
31	croissance	début de la croissance des pousses
32	croissance	les pousses ont atteint 20% de leur taille finale
33	croissance	les pousses ont atteint 30% de leur taille finale
34	croissance	les pousses ont atteint 40% de leur taille finale
35	croissance	les pousses ont atteint 50% de leur taille finale
36	croissance	les pousses ont atteint 60% de leur taille finale
37	croissance	les pousses ont atteint 70% de leur taille finale
38	croissance	les pousses ont atteint 80% de leur taille finale
39	croissance	les pousses ont atteint 90% de leur taille finale

Code	stade	description ligneux
51	floraison	la majorité des bourgeons floraux ont commencé à gonfler
53	floraison	la majorité des bourgeons floraux ont commencé à s'ouvrir
55	floraison	la majorité des boutons floraux (de bourgeons floraux ou mixtes) sont sortis des bourgeons mais sont fermés
60	floraison	les premières fleurs ou premiers châtons de l'arbre sont en anthèse (épanouis sans nécessairement libérer le pollen)
61	floraison	10% des fleurs ou des châtons du houppier sont en anthèse
62	floraison	20% des fleurs ou des châtons du houppier sont en anthèse
63	floraison	30% des fleurs ou des châtons du houppier sont en anthèse
64	floraison	40% des fleurs ou des châtons du houppier sont en anthèse
65	floraison	50% des fleurs ou des châtons du houppier sont en anthèse
66	floraison	60% des fleurs ou des châtons du houppier sont en anthèse
67	floraison	70% des fleurs ou des châtons du houppier sont en anthèse
68	floraison	80% des fleurs ou des châtons du houppier sont en anthèse
69	floraison	90% des fleurs ou des châtons du houppier sont en anthèse. Les premières fleurs sont fanées et leurs fruits en cours de formation sont visibles
71	fructification	10% des fruits ont atteint leur taille maximale
72	fructification	20% des fruits ont atteint leur taille maximale
73	fructification	30% des fruits ont atteint leur taille maximale
74	fructification	40% des fruits ont atteint leur taille maximale
75	fructification	50% des fruits ont atteint leur taille maximale
76	fructification	60% des fruits ont atteint leur taille maximale
77	fructification	70% des fruits ont atteint leur taille maximale
78	fructification	80% des fruits ont atteint leur taille maximale
79	fructification	90% des fruits ont atteint leur taille maximale
81	fructification	10% des fruits du houppier sont matures (ont changé de couleur, ou sont desséchés et déhiscent, ou sont tombés)
82	fructification	20% des fruits du houppier sont matures (ont changé de couleur, ou sont desséchés et déhiscent, ou sont tombés)
83	fructification	30% des fruits du houppier sont matures (ont changé de couleur, ou sont desséchés et déhiscent, ou sont tombés)
84	fructification	40% des fruits du houppier sont matures (ont changé de couleur, ou sont desséchés et déhiscent, ou sont tombés)
85	fructification	50% des fruits du houppier sont matures (ont changé de couleur, ou sont desséchés et déhiscent, ou sont tombés)
86	fructification	60% des fruits du houppier sont matures (ont changé de couleur, ou sont desséchés et déhiscent, ou sont tombés)
87	fructification	70% des fruits du houppier sont matures (ont changé de couleur, ou sont desséchés et déhiscent, ou sont tombés)
88	fructification	80% des fruits du houppier sont matures (ont changé de couleur, ou sont desséchés et déhiscent, ou sont tombés)
89	fructification	90% des fruits du houppier sont matures (ont changé de couleur, ou sont desséchés et déhiscent, ou sont tombés)
90	sénescence	les premières feuilles du houppier ont viré de couleur ou sont tombées
91	sénescence	10% des feuilles du houppier ont viré de couleur ou sont tombées
92	sénescence	20% des feuilles du houppier ont viré de couleur ou sont tombées
93	sénescence	30% des feuilles du houppier ont viré de couleur ou sont tombées
94	sénescence	40% des feuilles du houppier ont viré de couleur ou sont tombées
95	sénescence	50% des feuilles du houppier ont viré de couleur ou sont tombées
96	sénescence	60% des feuilles du houppier ont viré de couleur ou sont tombées
97	sénescence	70% des feuilles du houppier ont viré de couleur ou sont tombées
98	sénescence	80% des feuilles du houppier ont viré de couleur ou sont tombées
99	sénescence	90% des feuilles du houppier ont viré de couleur ou sont tombées

Faire des observations utiles

exemple de l'aubépine monogyne

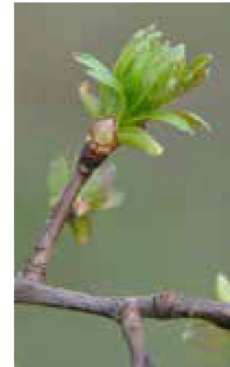
Feuillaison



[Stade 00]
Bourgeons dormants



[Stade 07]
Éclatement des bourgeons



[Stade 09]
Bout des feuilles sorti



[Stade 11]
Env. 10% des feuilles étalées

[Stade 15]
Env. 50% des feuilles étalées

Floraison



[Stade 55]
Fleurs visibles non épanouies



[Stade 61]
Env. 10% des fleurs épanouies

[Stade 65]
Env. 50% des fleurs épanouies



[Stade 69]
Les fleurs commencent à se faner

Faire des observations utiles

exemple de l'aubépine monogyne

Fructification



[Stade 79]

Les fruits ont leur taille maximale et n'ont pas changé de couleur



[Stade 85]

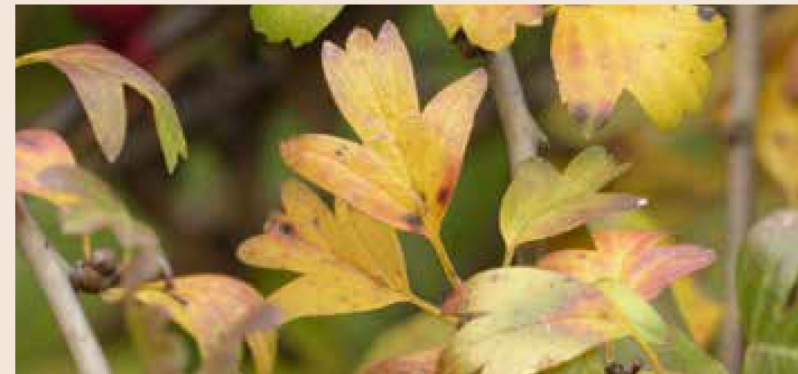
Env. 50% des fruits sont matures

Sénescence



[Stade 90]

Les feuilles ont commencé à changer de couleur ou commencent à tomber



[Stade 91]

Env. 10% des feuilles ont changé de couleur ou sont tombées

[Stade 95]

Env. 50% des feuilles ont changé de couleur ou sont tombées

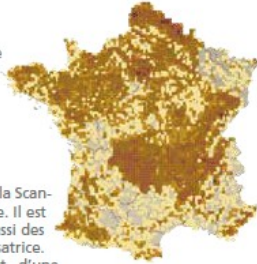
Aulne glutineux

Pourquoi l'observer ?

L'aulne glutineux a été choisi car c'est une espèce fréquente aux bords des cours d'eau et présentant une fructification et une sénescence particulières.

Écologie

L'aulne glutineux est présent dans toute l'Europe, de la Scandinavie à la Méditerranée, des plaines à la montagne. Il est donc très tolérant vis-à-vis des températures mais aussi des conditions de sol : c'est une espèce pionnière colonisatrice. Les deux paramètres déterminant sa présence sont, d'une part, la disponibilité en eau constante (bords des cours d'eau et des torrents, vallées et vallons humides, forêts de ravins, tourbières marécageuses, bords d'étangs) et, d'autre part, la concurrence. Il est très exigeant quant à la lumière et craint la concurrence avec les autres espèces. En montagne, on trouve l'aulne glutineux jusqu'à une altitude de 1 200 mètres ; au-delà l'aulne blanc (*Alnus incana* L. Moench) prend sa place. L'aulne glutineux est capable de fixer l'azote de l'air dans des nodules racinaires symbiotiques avec l'actinobactérie *Frankia alni*. L'azote n'étant pas un élément nutritif limitant, l'aulne glutineux le recycle peu, ce qui conduit à la production d'une litière très riche. Il est une des rares espèces ligneuses françaises à pouvoir survivre dans des sols présentant un excès d'eau une grande partie de l'année.



Fleurs non mûres d'aulne glutineux.

Alnus glutinosa L. Gaertn. / Betulaceae

Comment le reconnaître ?

C'est un arbre à tronc droit à port pyramidal et à croissance très rapide. Il peut atteindre 20 à 25 mètres de hauteur (c'est le plus grand des aulnes).

FEUILLES

De 10 cm, réparties de façon alternée de part et d'autre du rameau, arrondies, tronquées au sommet qui est parfois échancré, irrégulièrement dentées, vert foncé. Présence de touffes de poils roux sur la face inférieure à l'aisselle des nervures. À l'automne les feuilles ne jaunissent pas mais prennent des colorations marron noirâtre.

FLEURS FEMELLES

Groupées en petits chatons dressés, ovales, pourpres sur le même rameau que les chatons mâles mais plutôt à la base.

FLEURS MÂLES

Groupées en longs chatons pendants à l'extrémité du rameau.

RAMEAUX

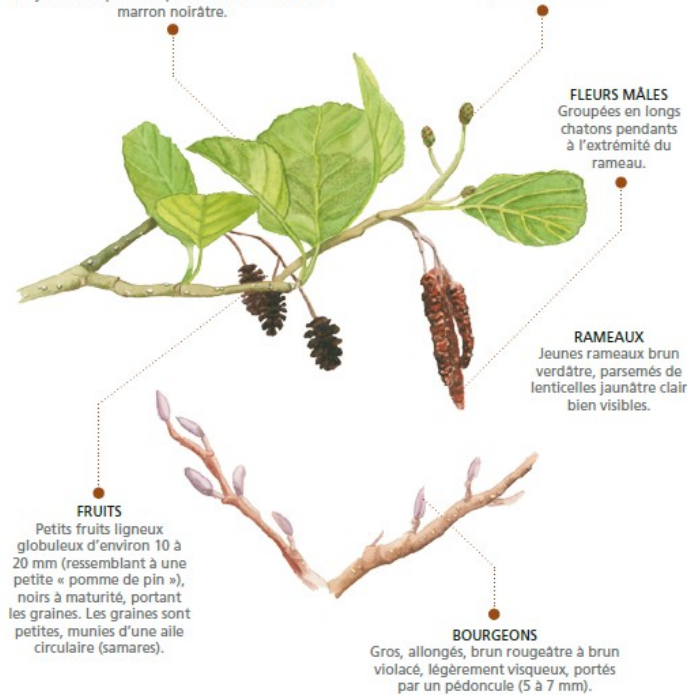
Jeunes rameaux brun verdâtre, parsemés de lenticelles jaunâtre clair bien visibles.

FRUITS

Petits fruits ligneux globuleux d'environ 10 à 20 mm (ressemblant à une petite « pomme de pin »), noirs à maturité, portant les graines. Les graines sont petites, munies d'une aile circulaire (samares).

BOURGEONS

Gros, allongés, brun rougeâtre à brun violacé, légèrement visqueux, portés par un pédoncule (5 à 7 mm).



Aulne glutineux

Stades phénologiques

» FEUILLAISSON



[Stade 00]
Bourgeons dormants



[Stade 07]
Éclatement des bourgeons



[Stade 09]
Bout des feuilles sorti



[Stade 11]
Env. 10% des feuilles étalées

[Stade 15]
Env. 50% des feuilles étalées

» **FLORAISON** Les organes reproducteurs mâles et femelles sont visibles dès la fin de l'été précédent mais ne seront fertiles qu'en mars/avril. Bien attendre leur grossissement pour noter le stade 55.



[Stade 55]
Chatons en fin d'allongement, les écailles commencent à s'écarter



[Stade 61]
Env. 10% des chatons sont ouverts, les étamines libèrent le pollen

[Stade 65]
Env. 50% des chatons sont ouverts, les étamines libèrent le pollen



[Stade 69]
Les chatons commencent à se faner

Alnus glutinosa L. Gaertn. / Betulaceae

» **FRUCTIFICATION** Une fois ouverts les fruits ligneux sèchent et restent sur l'arbre, ils sont souvent encore visibles les années suivantes. Attention donc pour la notation du stade 85.



[Stade 79]
Les fruits ont leur taille maximale et n'ont pas changé de couleur



[Stade 85]
Env. 50% des fruits sont matures

» **SÉNESCENCE** Les feuilles persistent très tard sans décoloration, puis tombent rapidement.



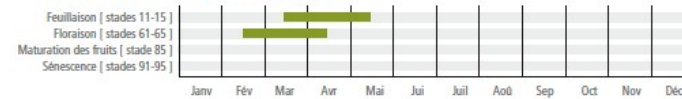
[Stade 90]
Les feuilles ont commencé à changer de couleur ou commencent à tomber



[Stade 91]
Env. 10% des feuilles ont changé de couleur ou sont tombées

[Stade 95]
Env. 50% des feuilles ont changé de couleur ou sont tombées

» CALENDRIER PHÉNOLOGIQUE



Guide d'observation phénologique des plantes



Vincent BADEAU, INRA
Marc BONHOMME, INRA
Fabrice BONNE, INRA
Jennifer CARRÉ, Tela Botanica
Sébastien CECCHINI, ONF
Isabelle CHUINE, CNRS
Catherine DUCATILLION, INRA
Frédéric JEAN, INRA
François LEBOURGEOIS, AgroParisTech



Les plantes au rythme des saisons

les Plantes au rythme des Saisons

Guide d'observation phénologique des plantes

