

Rapport annuel d'activité du GDR 2968



Système d'Information Phénologique pour l'Etude et la Gestion des Changements Climatiques (SIP-GECC)

2007

Responsables scientifiques :

Isabelle Chuine
Centre d'Ecologie Fonctionnelle
et Evolutive-UMR CNRS 5175
1919 route de Mende
34293 Montpellier cedex 05
Tel 04 67 61 22 51
Fax 04 67 41 21 38
isabelle.chuine@cefe.cnrs.fr

Bernard Seguin
Unité Agroclim ; Mission ' Changement
climatique et effet de serre'
INRA Site Agroparc, domaine Saint-Paul
84914 Avignon Cedex 9
Tel 04 32 72 23 07
Fax 04 32 72 23 62
seguin@avignon.inra.fr

Sommaire

1. Présentation du GDR	4
1.1. Rappel des objectifs	4
1.2. Membres du GDR	6
1.3. Organisation du GDR	8
2. Activités des groupes de Travail en 2007	9
2.1. GT Base de données phénologiques	9
2.2. GT Réseau d'observation	10
2.2.1. Réseau professionnel	10
2.2.2. Réseau amateur	13
2.3. GT recherche fondamentale et appliquée	14
2.3.1. Modélisation de la phénologie	14
2.3.2. La phénologie, marqueur de l'évolution du climat	15
2.3.3. Phénologie des agrosystèmes	15
2.3.4. La phénologie dans les modèles de biogéographie	16
2.3.5. Phénologie et gestion des peuplements forestiers en contexte de changement climatique	16
2.3.6. Etude des relations phénologie, croissance, qualité du bois	17
2.3.7. Phénologie et télédétection	17
2.3.8. Phénologie et santé publique	18
3. Intégration dans la recherche nationale et internationale	19
4. Publications et communications du GDR	21
5. Bilan financier	24
6. Références bibliographiques	25
7. Annexes	27

Annexe 1. Composition du conseil de groupement

Annexe 2. Répartition des partenaires du GDR dans les groupes de travail.

Annexe 3. Liste des taxons et sites du RNSA

Annexe 4. Liste des espèces et sites RENECOFOR

Annexe 5. Liste des espèces et sites Phenoclim

Annexe 6. Liste des espèces Phenoflore

Annexe 7. Liste des espèces et sites d'observations du CRPF NPdC

Annexe 8. Liste des espèces suivies dans l'Observatoire des Saisons en 2007

1. Présentation du GDR

1.1. Rappel des objectifs

La phénologie est l'étude des variations des phénomènes périodiques de la vie végétale et animale en relation avec le climat. Les événements phénologiques sont des marqueurs du climat ¹⁻⁶ mais aussi des éléments-clé de l'adaptation des êtres vivants aux variations climatiques ⁷. Dans le contexte actuel de changement climatique, ces caractères adaptatifs revêtent donc une importance croissante dans de nombreux domaines de recherche fondamentale et appliquée (Fig. 1).

Les observations phénologiques permettent de retracer finement l'évolution du climat des derniers millénaires ⁶ grâce à des modèles phénologiques basés sur les processus. La phénologie de la végétation affecte les flux d'eau et de carbone échangés avec l'atmosphère car elle détermine la période d'activité photosynthétique de la végétation à feuillage caduque ; elle est de ce fait une composante majeure des modèles globaux de fonctionnement de la végétation associés aux modèles de circulation générale atmosphérique ⁸⁻¹⁴. La phénologie affecte la croissance, la survie et la productivité des peuplements forestiers ¹³⁻¹⁶ et des cultures ¹⁷. Sa modélisation et sa sélection génétique peuvent permettre une gestion des cultures et des peuplements intégrant, par anticipation, le changement climatique. La phénologie est un élément clé dans la compréhension de la répartition géographique des espèces et écosystèmes ⁷ car elle affecte la survie, le succès reproducteur et les interactions biotiques en fonction des conditions climatiques.

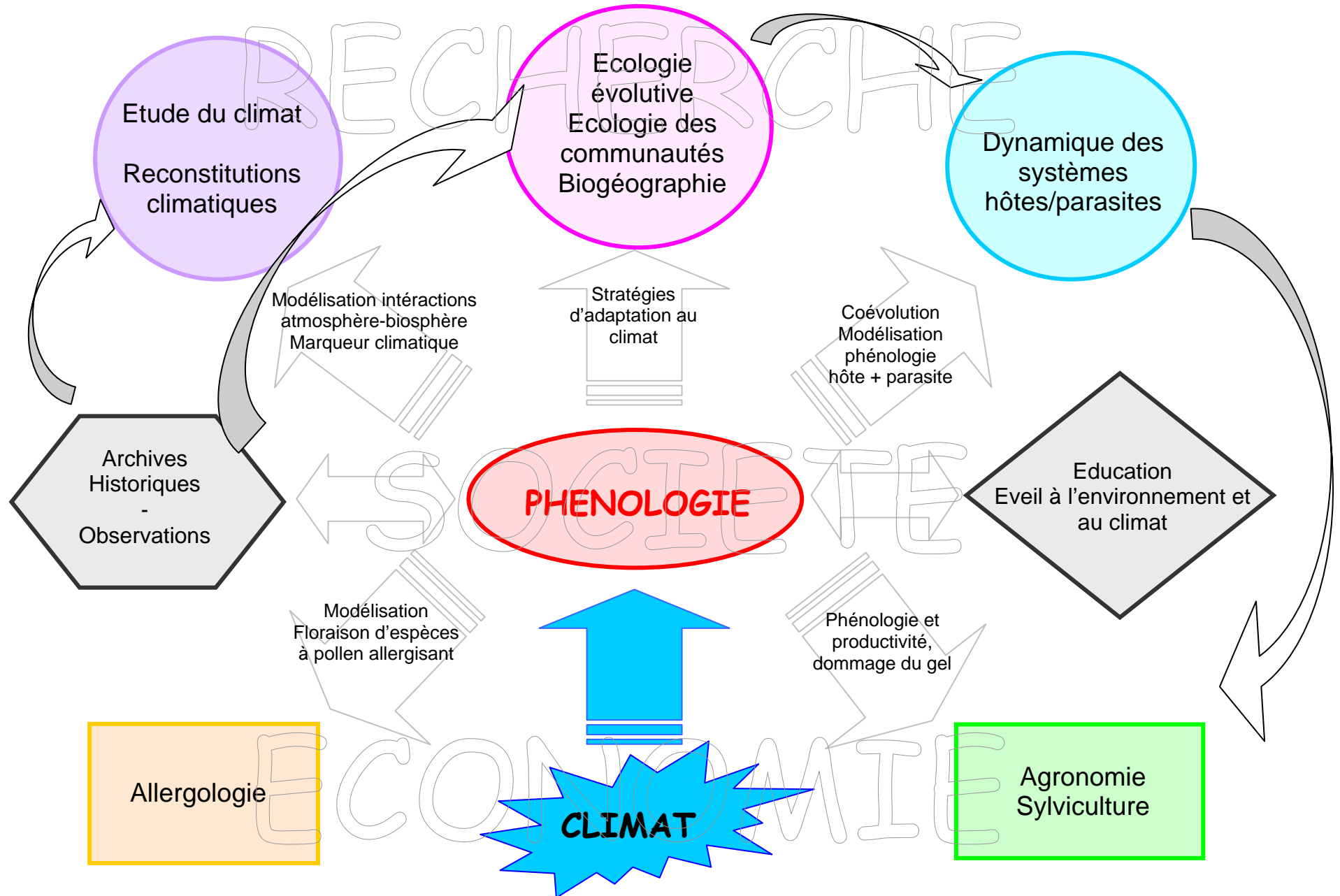
L'observation des événements biologiques saisonniers tels que la floraison, l'arrivée des oiseaux migrateurs, etc, revêt en outre un intérêt pédagogique certain.

C'est pourquoi de nombreuses études scientifiques ^{4,5,18-36}, réseaux d'observations, bases de données, programmes éducatifs et programmes de recherches sur la phénologie ont vu le jour ces dernières années dans de nombreux pays. La France connaît dans ce domaine un certain retard qu'elle essaie de rattraper, en particulier au travers de ce projet.

Le champ d'action de ce GDR est très vaste puisqu'il va de questions de recherche des plus fondamentales telles que l'impact de la phénologie sur (i) la productivité primaire des écosystèmes et donc le cycle du carbone, (ii) la répartition géographique des espèces, (iii) l'utilisation de la phénologie de certaines plantes pour reconstituer l'histoire récente du climat ; à des aspects de recherche appliquée aussi variés que l'impact des changements de phénologie sur (i) les risques de gel des productions fruitières, (ii) les rendements agricoles (iii) la productivité et la survie des essences forestières, (iv) la qualité du bois, (v) le mode de sélection des génotypes dans le contexte de changement climatique, (v) l'occurrence des pollens allergènes dans l'atmosphère, etc.

Les partenaires de ce GDR appartiennent à une communauté qui est donc très variée, regroupant des laboratoires de recherche travaillant dans les domaines des Sciences de la Vie et des Sciences de l'Univers ; des associations loi 1901 ainsi que des instituts et centres techniques.

Fig. 1 La phénologie, élément intégrateur des enjeux du changement climatique



Les objectifs ce de GDR sont de

- constituer une base de données des observations phénologiques réalisées en France par divers organismes depuis 1880 jusqu'à nos jours ;
- poursuivre les observations sur des espèces et en des sites choisis sur la base des données existantes et de l'importance sociétale et économique de ces espèces ;
- utiliser les observations dans sept activités de recherche :
 - étude de l'évolution du climat
 - développement des modèles de fonctionnement de la végétation
 - développement des modèles de fonctionnement des cultures
 - développement des modèles de biogéographie basés sur les processus
 - gestion des peuplements forestiers dans un contexte de changement climatique
 - étude des relations phénologie, croissance, qualité du bois
 - prévision de la floraison des plantes allergisantes
- initier un réseau d'observation de la phénologie amateur.

1.2. Membres du GDR

Unités d'organismes publics de recherche :

Les unités de recherches ou unités expérimentales ci-dessous appartiennent aux organismes suivant :

Le CNRS, l'INRA, le CIRAD, le CNES, l'IRD, le CEA, AgroParisTech, l'ONF, SupAGRO.M, le MNHN, Météo France, l'UM1, l'UM2, l'UM3, l'UPS, l'UP11, l'UB1, l'UHP, l'UBP, l'UVSQ, l'UPMC.

- UMR CNRS-UM2-UM1-UM3-AGROM-CIRAD 5175 Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE), 1919 route de Mende, 34293 Montpellier cedex 05.
- UMR CNRS-UPS-ENGREF 8079 Ecologie, systématique et Evolution (ESE), Bat 360, Université Paris 6, 91405 Orsay cedex.
- UMR CNRS-CEA 1572 Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE), CEA-Saclay Orme des Merisiers, 91191 Gif-sur-Yvette.
- UMR CNRS-CNES-IRD-UPS 5126 Centre d'Etudes Spatiales de la BIOSphère (CESBIO), 1 avenue Edouard Belin, bpi 2801, 31401 Toulouse cedex 9.
- URA 1357 Centre National de la Recherche Météorologique (CNRM)- Groupe d'étude de l'Atmosphère Météorologique (GAME), Meteo France, 42 avenue Gaspard Coriolis, 31057 Toulouse cedex 1.
- UMR CNRS 8628 Laboratoire de Mathématiques, Université Paris-Sud, Bat 425, 91405 Orsay cedex France.
- UMR AgroParisTech-INRA 518 Mathématiques et Informatiques Appliquées (MIA), 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris cedex.
- UMR INRA-UB1 1202 Biodiversité, Gènes et ECOSystèmes (BIOGECO), Université Bordeaux 1. Bat B8, Avenue des Facultés 33405 Talence.
- UMR INRA-ENGREF 1092 Laboratoire d'Etudes des Ressources FORêt-Bois (LERFOB), 14 rue Girardet 54042 Nancy cedex.

- UMR INRA-UN1 1137 Écologie et écophysio­logie forestière (EEF), INRA Centre De Nancy, 54280 Champenoux.
- UMR INRA-UBP 547 Physiologie intégrée de l'arbre fruitier et forestier (PIAF), Site de Crouël, 234, avenue du Brézet, 63100 Clermont-Ferrand cedex 2.
- UMR INRA-SupAgroM 1098, Développement et Amélioration des Plantes (DAP) 2 place viala, 34060, Montpellier cedex 1
- UR INRA 1263 Ecologie fonctionnelle et PHYSi­que de l'Environnement (EPHYSE), INRA Domaine de la Grande-Ferrade, BP 81, 33883 Villenave-d'Ornon Cedex.
- UR INRA 588 Amélioration Génétique et Physiologie Forestière (AGPF), Avenue de la Pomme de Pin, BP 20619, Ardon, 45166 Olivet cedex.
- UR INRA 629 Recherches Forestières Méditerranéennes (URFM), Avenue A. Vivaldi 84000 Avignon.
- UE INRA 1116 AGROCLIM, Domaine Saint Paul Site Agroparc 84914, Avignon cedex 9
- UE INRA 570 Domaine de l'Hermitage, 69 route d'Arcachon 33612 Cestas Cedex
- UE INRA 995 Amélioration des arbres forestiers 20619, Ardon, 45166 Olivet cedex
- UE INRA 348 Forestière Méditerranéenne Avenue A. Vivaldi 84000 Avignon et Domaine du Ruscas 4935 Route du Dom 83230 Bormes les Mimosas
- UE INRA 1261 Forêt Lorraine Centre De Nancy, 54280 Champenoux
- UMR 5173 MNHN-CNRS Conservation des espèces, restauration et suivi des populations. Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité. Case postale 5361 rue Buffon, 75005 Paris
- Département Fhlor du CIRAD, Boulevard de la Lironde, TA 50/PS4, 34398 Montpellier Cedex 5

Etablissements publics :

Centre Régional de la Propriété Forestière Nord Pas-de-Calais Picardie, 96 rue Jean Moulin, 80 000 Amiens

Réseaux :

- Réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers, dir E. Ulrich, ONF, Boulevard de Constance, 77 300 Fontainebleau.
- Réseau d'arboreta publics, coord. S. Brachet, ENGREF - Arboretum national des Barres, Domaine des Barres - 45290 Nogent sur Vernisson.

Associations loi 1901 :

- Réseau National de Surveillance Aéro­biologique (RNSA), Chemin des Gardes, BP 8, 69610 St Genis L'argentière.
- Centre de Recherches sur les Ecosystèmes d'Altitude (CREA), 400 route du Tour, Montroc, 74400 Chamonix.
- Association des Jardins Botaniques de France et des pays francophones, 7 rue Victor Considérant, 25000 Besançon.

- Planète Sciences, 16, place Jacques Brel - 91130 Ris-Orangis.
- Tela Botanica, Institut de Botanique, 163 Rue Auguste Broussonnet, 34090 Montpellier.
- L'Observatoire Naturaliste des Ecosystèmes Méditerranéens (ONEM), Institut de Botanique, 163 Rue Auguste Broussonnet, 34090 Montpellier.
- Station biologique de La Tour du Valat, Le Sambuc - 13200 Arles.
- Association Les Amis du Marais du Vigueirat, 13104 Mas Thibert (AMV)
- Association des Naturalistes de la vallée de Loing et du Massif de Fontainebleau, 77300 Fontainebleau (ANVL)
- Association Gestionnaire de la réserve naturelle de Nohèdes, 66500 Nohèdes (AGRNN)
- Association Nationale pour l'Education, La Science et la Culture, agissant au nom et pour compte du comité français du Programme Man And Biosphère de l'UNESCO, 75007 Paris (MAB-France)

1.3. Organisation du GDR

Le GDR SIP-GECC est doté d'un conseil de groupement dont la composition est détaillée en annexe 1. Il comprend au 1^{er} janvier 2008 14 membres titulaires et 10 membres suppléants.

Le conseil de groupement se réunit une fois par an pour établir le bilan de l'année passée et les perspectives pour l'année suivante. Il s'est réuni la première fois avant la création du GDR le 29 novembre 2005, une seconde fois au premier anniversaire du GDR le 16 janvier 2007, et une troisième fois le 18 décembre 2007.

La diffusion d'informations au sein du GDR est assurée au travers d'une liste de diffusion qui regroupe les représentants des différents partenaires du GDR, ainsi qu'un site internet (hébergé à MEDIAS FRANCE) : www.obs-saisons.fr/gdr. Ce site contient un descriptif du réseau scientifique d'observations, un résumé des activités du GDR, les publications et rapports d'activité du GDR, un accès à la base de données pour les membres du GDR, une rubrique Intranet, ainsi qu'un lien vers les sites internet de l'Observatoire Des Saisons.

La gestion administrative et financière du GDR serait assurée principalement par le secrétariat du CEFÉ (UMR CNRS 5175).

La gestion des sites d'observations, la réalisation des observations et le transfert des données sont sous la responsabilité des différents partenaires du réseau selon le mode de fonctionnement décidé par le conseil de groupement.

La gestion de la base de données et des sites internet du GDR est confiée au GIP MEDIAS FRANCE.

Un mémorandum d'agrément entre les différents partenaires pour la diffusion et l'utilisation de la base de données est annexé à la convention du GDR et publié en ligne sur le site du GDR (rubrique Présentation du GDR).

2. Activités des Groupes de Travail en 2007

L'année 2007 a essentiellement été consacrée à la mise à disposition de la base de données aux membres du GDR, la formation des observateurs du réseau, la mise en place de collaborations entre différents partenaires, et l'animation de l'Observatoire des Saisons.

2.1. GT Base de données phénologiques

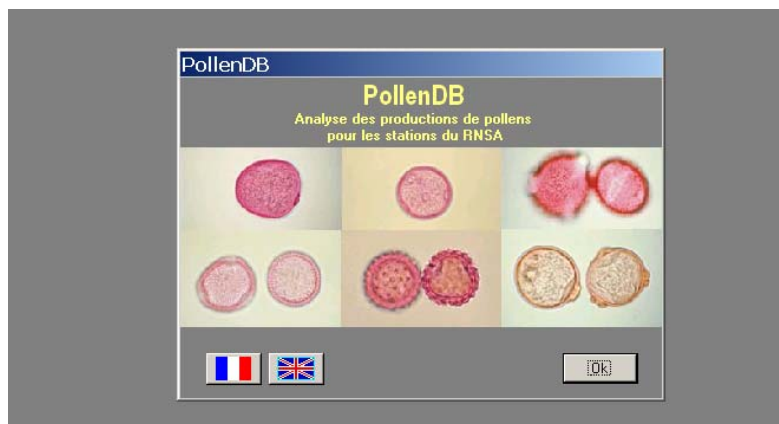
La description détaillée des données compilées dans la base de données du GDR se trouve dans le rapport d'activité 2006 consultable sur www.obs-saisons.fr/gdr (rubrique publications et rapports). Pour rappel, ces données concernent, à ce jour, essentiellement le règne végétal des milieux naturels aussi bien qu'anthropisés (cultures, jardins, forêts) et remontent au 14^e siècle pour les plus anciennes.

Le travail du GT Base de données de l'année 2007 a surtout consisté à

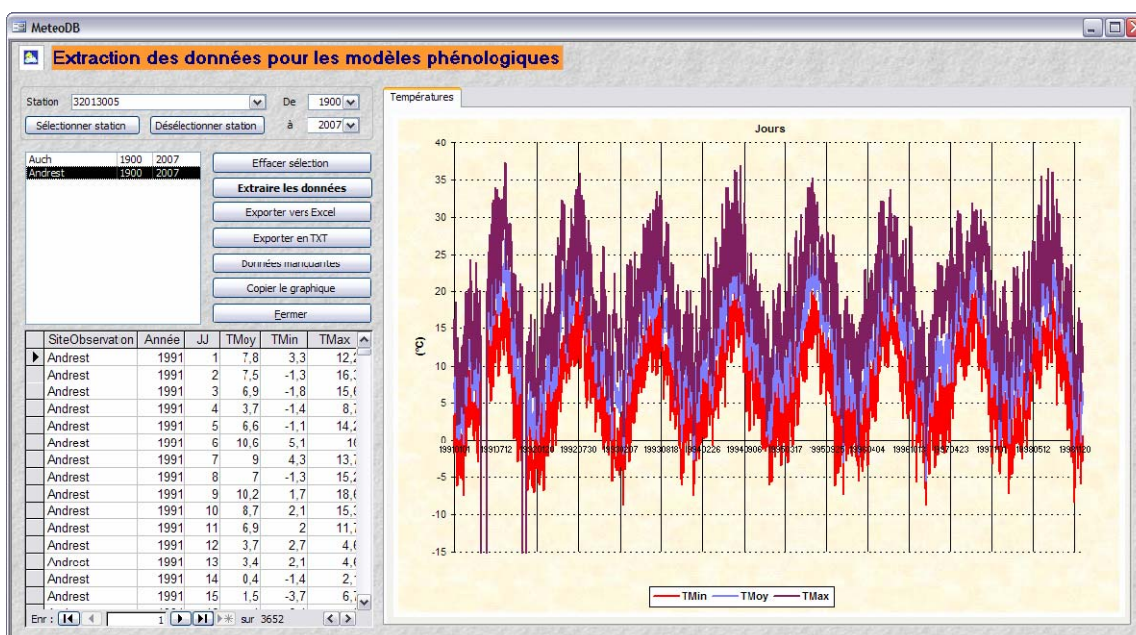
- terminer et tester l'interface de dépôt, consultation, extraction des données,
- alimenter la base de données à l'aide de cette interface,
- compiler de nouvelles données issues des archives de Météo France et autres sources diverses.

Deux applications ont été développées sous Microsoft Access[®] par le CEFE (réalisation H. Bohbot) :

Un logiciel développé sous Microsoft Access[®] par le CEFE (réalisation H. Bohbot) appelé PollenDB a été livré au RNSA pour leur permettre d'extraire rapidement et facilement de leur base de données de concentration pollinique journalière dans 70 sites en France, les dates de pic de production de pollen pour les différents taxons identifiés. Ces dates compilées dans la BDD du GDR donnent une information précieuse sur la période de floraison d'un grand nombre de taxons et sur un très grand nombre de sites.



- Meteodb a été développée dans le but de faciliter la compilation des données climatiques journalières issues de différentes sources (Météo France, INRA, ONF...) relatives aux sites et années d'observations phénologiques de la base de données du GDR. Cette application permet aussi d'analyser, de compléter et d'extraire ces séries temporelles pour les différents sites/périodes afin de les utiliser pour la calibration des différents modèles phénologiques.



2.2. GT Réseau d'observation

2.2.1. Réseau professionnel

Le GT Réseau d'Observation a organisé les 26-27 mars 2007 deux journées de formation des observateurs du réseau à l'Ecole Du Breuil (St Mandé). Ces journées ont permis d'une part de revoir les protocoles d'observations et de partager les expériences entre observateurs déjà confirmé et observateurs débutant mais également de réaliser une intercalibration entre observateurs.

Il est à noter que les relevés phénologiques sont très coûteux en temps. A titre indicatif, le temps d'observation et d'encodage pour 142 individus suivis est de 255 heures (33 jours) pour un observateur confirmé (source, F. Bonne UE 1261 INRA Nancy).

Les sites ayant fait l'objet d'observations sont décrits dans les tableaux 2 et 3. Ils sont au nombre de 241.

Tableau 2. Caractéristiques des sites d'observation du réseau professionnel en 2007

Type	Nombre de sites	Organismes gestionnaires
Unités expérimentales	32+4	INRA, centres techniques
Arboreta	9	ENGREF, INRA, ONF, MNHN, UPS
Forêts	86+2+8+16	RENECOFOR-ONF +CNRS + INRA+CRPF
Aérobiologie	72	RNSA
Jardins	12	Jardins botaniques

Tableau 3. Observations réalisées en 2007 par chaque membre du réseau professionnel

Membre	Organisme	Espèces observées	Lieu d'observation
RNSA	RNSA	Voir annexe 3	Voir annexe 3
RENECOFOR	ONF	<i>Quercus robur</i> , <i>Q. petraea</i> , <i>Q. ilex</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Abies alba</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Pinus laricio</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus sylvestris</i>	Voir annexe 4
Phenoclim	INRA, CTIFL	abricotier, pommier, cerisier, olivier, vigne, pêcher, poirier, noyer, prunier, cassissier	Voir annexe 5
ESE	CNRS	<i>Quercus petraea</i>	Forêt de Fontainebleau
CEFE	CNRS	<i>Quercus ilex</i>	Forêt de Puechabon
UE 570 (Cestas) + BIOGECO	INRA	<i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Abies alba</i> , <i>Ilex aquifolium</i> <i>Q. robur et petraea</i> <i>Q. petraea</i> (photocolorimétrie)	Vallées d'Ossau et de Luz Tests des Petite Charnie et Sillegny
UE 378 (Avignon) + URFM	INRA	<i>Abies alba</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Acer opalus</i> , <i>Sorbus aria</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Quercus ilex</i> (débourrement) <i>Juglans sp.</i> , <i>Abies cephalonica</i> (débourrement)	2 transects altitudinaux Mont Ventoux de 800 à 1500 m tous les 50m Réseau méditerranéen de plantations comparatives de provenances
UE 1261 (Nancy) + EEF	INRA	<i>Quercus petraea</i> , <i>Quercus robur</i>	Test de Provenance Sillegny (57)
UE 995 (Olivet) + AGPF	INRA	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (clones, débourrement + floraison), <i>Larix decidua</i> (test descendances, débourrement), <i>Pinus sylvestris</i> (peuplements naturels, maturation des graines), <i>Populus nigra</i> (floraison)	Orléans, vallée de la Loire
Réseau national des arboreta publics	ENGREF, INRA, ONF, UPSud, MNHN	<i>Aesculus californica</i> , <i>Alnus viridis</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Castanea sativa</i> , <i>Cupressus dupreziana</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Larix decidua</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pinus uncinata</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Q. ilex</i> , <i>Q. pubescens</i> , <i>Q. myrsinifolia</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Toona (Cedrela) sinensis</i>	Arboretum national des Barres, arboretum de Chévreloup, arboretum d'Amance, Jardin botanique d'Orsay, Villa Thuret, Arboreta de Pezanin, La Jonchère, Cardeilhac, Gratteloup,
Phenoflore	CNRS- MNHN	Voir Annexe 6	Jardin des Plantes Paris
CRPF NPdCP		Voir annexe 7	Voir annexe 7

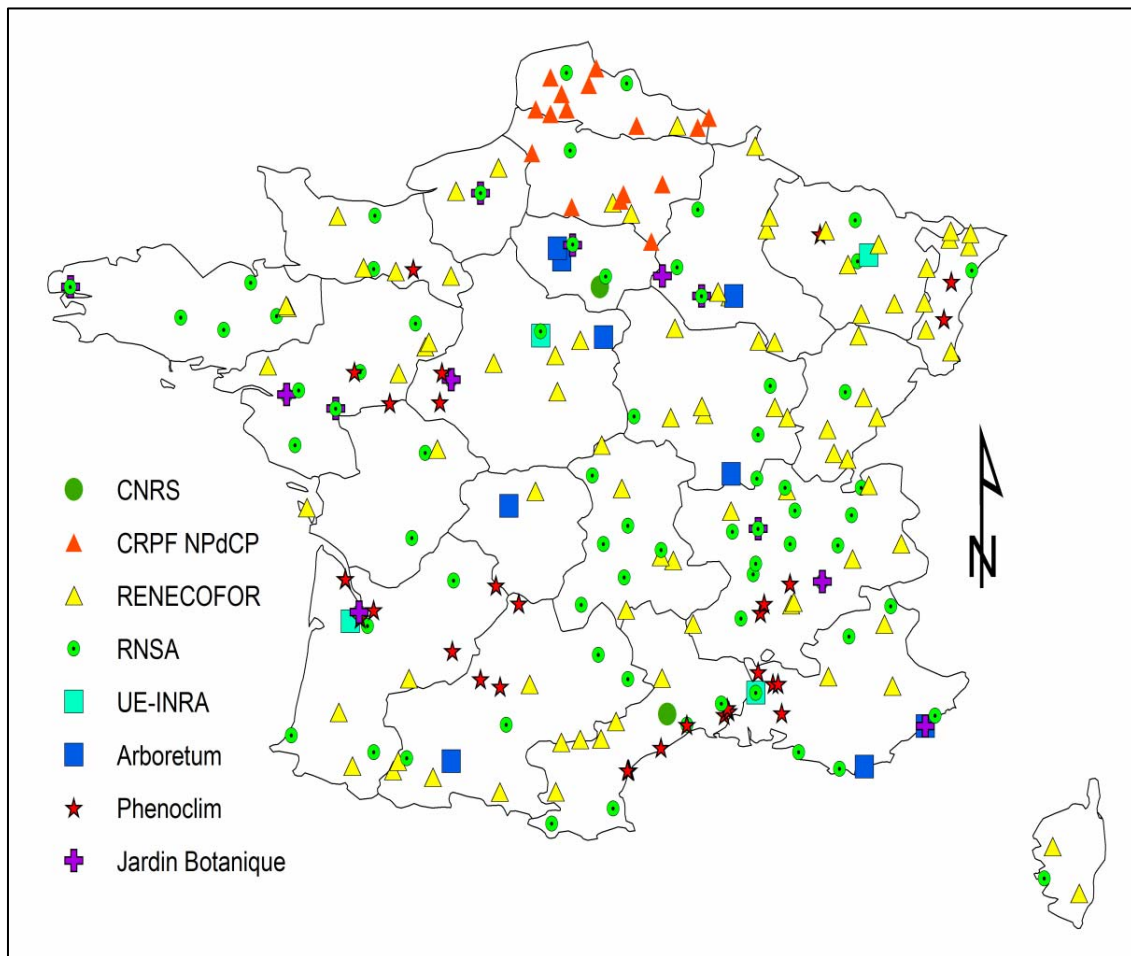


Figure 2. Répartition des sites d'observation du réseau professionnel

A noter :

- Les jardins botaniques de la ville de Paris, Marnay sur Seine, Bordeaux, Rouen, Nantes, Brest, Grenoble, Troyes, Tours, Lyon, Cholet, Antibes ont notifié leur souhait de participer au réseau pour les espèces herbacées suivantes : *Ambrosia artemisifolia*, *Anemone nemorosa*, *Artemisia vulgaris*, *Atropa belladonna*, *Bellis perennis*, *Chrysanthemum Leucanthemum*, *Colchicum autumnale*, *Convallaria majalis*, *Crocus vernus*, *Fragaria vesca*, *Galanthus nivalis*, *Gramineae* (*Festuca*, *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Bromus erectus*, *Holcus lanatus*, *H. mollis*, *Agrostis*, *Phleum pratense*, *Alopecurus myosuroides*, *A. pratensis*, millet, *Molinia cearulea*), *Hyacinthoides non-scripta*, *Lilium candidum*, *Malva sylvestris*, *Narcissus pseudonarcissus*, *Parietaria judaica et officinalis*, *Plantago major*, *lanceolata*, *maritimus*, *media*, *coronopus*, *Primula veris*, *Rumex acetosa*, *R. acetosella*, *R. conglomeratus*, *R. crispus*, *R. obtusifolius*, *R. pulcher*, *R. sanguineus*, *Taraxacum officinale*, *Tussilago fârfara*, *Urtica dioica*, *urens*. Mais à ce jour les observations n'ont pas encore débuté.

- Les observations réalisées depuis 2000 au jardin des plantes de Paris (J. Perigaud) font l'objet d'un site internet spécifique (Phenoflore <http://phenoflore.info/>) et d'une lettre d'information hebdomadaire envoyé aux abonnés au site. Les observations de Phenoflore réalisées sur des milliers d'espèce permettent, malgré une périodicité d'observation hebdomadaire, de typer le

comportement phénologique des espèces (notamment s'il est sensible aux variations climatiques ou pas). Pour plus d'information consulter <http://phenoflore.info/> .

- Les observations du CRPF sont doubles : les observations réalisées par les propriétaires forestiers suivent le protocole RENECOFOR, celles réalisées par les parcs et arboreta suivent le protocole défini par le GDR.

2.2.2 Réseau amateur

Le réseau amateur se décompose en deux sous-réseaux, L'Observatoire Des Saisons à destination des particuliers (www.obs-saisons.fr) et L'Observatoire Des Saisons Junior (www.obs-saisons.fr/junior) à destination des enfants du primaire, collège, lycée.

ODS Junior est animé par quelques scientifiques du GDR, et principalement deux associations : Planète Sciences, et le CREA (Centre de Recherche sur les Ecosystèmes d'Altitude). Planète Sciences assure la mise en place, la coordination et le suivi du projet sur l'ensemble du territoire français, et le CREA anime le programme Phénoclim dans les Alpes (depuis 2004).

ODS est également animé par quelques scientifiques du GDR et deux associations : Tela Botanica, et le CREA.

Le réseau amateur, poursuit deux objectifs principaux :

- Sensibiliser le public à l'environnement, la nature et aux changements climatiques et à leurs impacts par le biais d'une démarche naturaliste (basée sur l'observation d'indicateurs biotiques).
- Créer un réseau d'observation et une base de données au niveau national sur la phénologie.

ODS et ODS Junior permettent aussi de

- Mettre en relation le public avec des chercheurs.
- Initier les jeunes aux pratiques scientifiques et à la démarche expérimentale (questionnements, recherche et formulation d'hypothèses, élaboration d'expérimentation, confrontation des résultats aux hypothèses).
- Amener les jeunes à réfléchir sur les causes du réchauffement climatique, et à proposer des solutions pour réduire les impacts des modes actuels de consommation.

Les espèces observées dans ODS et ODS Junior sont listées en Annexe 8.

L'année 2007 a été l'année de lancement d'ODS et ODS Junior. Une campagne de communication a été réalisée au printemps 2007 à l'occasion du salon de l'agriculture et à l'occasion de la sortie du rapport du GIEC. Plusieurs articles de presse et animations radio et télévisées ont relayé l'existence de l'ODS.

Le nombre de participants à ODS en 2007 a été de 241 personnes (184 inscrites sur le site ODS et 57 inscrites sur Phénoclim) et à ODS Junior de 5 écoles suivies par Planète Sciences et 60 écoles suivies par le CREA. Le nombre d'observations réalisées par ODS et ODS Junior en 2007 a été de 2284 (2047 réalisées par Phénoclim, 237 réalisées par ODS).

A la rentrée scolaire 2007-2008, des améliorations aux sites www.obs-saisons.fr et www.obs-saisons.fr/junior ont été apportées et une autre campagne de communication a été réalisée à l'occasion du Grenelle de l'environnement.

Le bilan 2007 réalisé par Planète Science montre que les enseignants trouvent l'opération très intéressante et riche : c'est un sujet qui s'adapte très facilement au programme scolaire et permet une multitude d'activités pédagogiques annexes. Cependant il pointe également les difficultés

rencontrées par les enseignants pour aller jusqu'au bout de la démarche et du projet. Ceci révèle bien la nécessité d'un accompagnement des porteurs de projet, par des suiveurs ayant reçu une formation présentant bien les objectifs et les outils liés au programme. Malgré tout il apparaît que le thème abordé et les notions auxquels il fait appel sont bien compris par les enfants qui se montrent très réceptifs et actifs, mais également fiers de participer à un tel projet.

Par ailleurs, un réseau de stations de mesure de température, spécialement conçues pour Phénoclim, a été mis en place sur les Alpes. La conception et la fabrication des stations se fait avec le soutien de la fondation Somfy et en collaboration avec le Lycée Professionnel de la Vallée de l'Arve, le Lycée Charles Poncet et le lycée Cecam (Haute-Savoie). Une première génération de stations, alimentées par piles et avec un relevé manuel des températures a été élaborée durant l'année 2005 :

- 38 stations de première génération sont actuellement en place dans les Alpes
- Une deuxième génération de stations fonctionnant avec une alimentation à l'énergie solaire et une transmission automatique des données via le réseau de téléphonie mobile est en test cet hiver 2007-2008. 4 stations de ce type sont actuellement sur site.

Une réunion entre le CEFE, le CREA, Planète Sciences et Tela Botanica au mois d'octobre 2007 a pointé l'absolu nécessité d'obtenir des subventions spécifiquement pour la pérennisation de cette opération, notamment pour gérer les deux sites internet, pour animer nationalement l'opération, et soutenir financièrement les associations qui participent à l'opération.

Tela Botanica a créé un espace de travail pour ODS à l'adresse suivante : http://www.tela-botanica.org/page:liste_projets?id_projet=71 qui contient un espace de rédaction collaborative (wikini), une liste de diffusion et un porte-documents pour faciliter les échanges entre les différents partenaires.

2.3. GT recherche fondamentale et appliquée

2.3.1. Modélisation de la phénologie (CEFE-CNRS, DAP-INRA)

L'unité DAP utilise un logiciel de modélisation des dates de floraison développé par le Centre de transfert de Montpellier SupAgro (équipe de palynologie) pour comprendre les raisons des avancées de floraison observées en France ces dernières années. Cet outil de modélisation permet en effet d'estimer la durée de la levée de dormance sur des périodes écoulées dans un site donné. L'étude a été limitée au pommier en utilisant trois séries régionales de dates de début de floraison présentes dans la base PhénoClim-INRA.

L'unité CEFE a développé une application Windows© appelé PMP (Phenology Modelling Platform) permettant de calibrer différents modèles phénologiques pour le débourrement, la floraison, et la fructification en utilisant des observations phénologiques réalisées pour une espèce/population donnée et les températures journalières correspondantes aux années d'observation. Cette application est en cours de tests et sera mise à disposition des différents membres du GDR courant 2008 au travers du site www.obs-saisons.fr/gdr. Cette application a été utilisée (dans sa version non finalisée) par différentes membres du GDR. Le CEFE-CNRS l'a utilisé pour calibrer un modèle phénologique de débourrement du chêne vert (*Quercus ilex*) sur la région Languedoc. Ce modèle devrait être utilisé prochainement dans l'élaboration d'un modèle de prédiction de la saisonnalité des émissions de composés organiques volatiles par la végétation à l'échelle régionale. AGPF-INRA l'a utilisé pour calibrer un modèle de débourrement du mélèze (*Larix decidua*) sur des données de tests de provenances/descendances pour pouvoir mettre en

relation la phénologie de la croissance avec la croissance radiale. BIOGECO-INRA et URFM-INRA l'on utilisé pour calibrer des modèles de débourrement de différentes espèces avec des observations effectuées le long de transects altitudinaux dans le but de caractériser la réponse du débourrement de ces populations au climat.

2.3.2. La phénologie, marqueur de l'évolution du climat (LSCE, CEFE)

Depuis décembre 2005, le programme ANR OPHELIE (<http://www.ipsl.jussieu.fr/~ypsce/ophelie.html>) a entrepris la recherche d'archives climatiques et phénologiques pour poursuivre le travail initié par Chuine et al. ⁶. Le but d'OPHELIE est de fournir des reconstitutions de température pour plusieurs régions de France à partir d'information phénologique et toute autre manifestation pouvant être liée au climat (crues des rivières, etc.). Au cours de l'année 2007, OPHELIE a compilé de nombreuses observations phénologiques relatives aux vendanges, moisson du blé, floraison de fruitiers dans différentes régions de France et remontant jusqu'au 15^e siècle. Ces données seront intégrées à la BDD du GDR à la fin du programme OPHELIE. L'analyse de ces données est en cours.

De plus deux expérimentations sont en cours de réalisation. L'une sur la vigne pour étudier les besoins en froid pour lever la dormance des bourgeons. Cette expérience a pour but de tester certaines hypothèses des modèles utilisés pour prédire la phénologie de la vigne. L'autre sur la variété Touzelle anone du blé, ancienne variété pour laquelle des données de moisson pour la région de Narbonne ont été retrouvées. L'expérimentation consiste à soumettre cette variété à différentes conditions contrôlées de température et de mesurer sa phénologie de manière à pouvoir calibrer un modèle phénologique qui sera ensuite inversé pour reconstituer les températures.

2.3.3. Phénologie des agrosystèmes (DAP-INRA, AGROCLIM)

Un site internet dédié à l'arboriculture et la viticulture dans un contexte de changement climatique a été créé, www.arviclim.fr. Ce site a le double objectif d'informer les professionnels de ce secteur sur l'impact du changement climatique sur leur outil de production, et de disséminer auprès de la communauté scientifique travaillant dans ce domaine les résultats des études menées sur l'impact du réchauffement climatique sur les fruitiers.

La base de données phénologiques des arbres fruitiers et de la vigne de l'INRA, "PhénoClim", cogérée par AGROCLIM-INRA et le CTIFL, est complétée par l'UMR DAP qui a notamment structuré des réseaux d'observations sur abricotier, cerisier, pêcher, poirier, pommier et vigne. Ces réseaux de vergers et vignes (collections variétales, essais variétaux, ...) constituent un patrimoine national à préserver et à développer pour suivre les effets du changement climatique. Des notations et mesures de fructification (intensité, époque) ont été réalisées afin d'enrichir la base de données qui concernait essentiellement la floraison et secondairement le débourrement. Une réflexion collective sur les méthodes de notation pour les variétés/cépages de référence retenus, visant une harmonisation entre les partenaires a eu lieu. De plus, une estimation de la durée de la levée de dormance, qui constitue une composante physiologique essentielle de l'adaptation à l'évolution climatique des variétés fruitières, a été ajoutée à la base de données. La méthode dite de "Tabuena" a été retenue comme méthode d'estimation de la levée de dormance. Cette base de données sur les fruitiers fait notamment l'objet de modélisation des dates de floraison et de récolte. Les modèles sont utilisés à l'échelle de l'année comme des outils d'aide à la décision et à l'échelle du 21^e siècle avec des scénarios climatiques comme outil de prospection dans le choix variétal des prochaines années.

De nouvelles plantations dédiées à des observations de longue durée pour des caractères agronomiques indicateurs du réchauffement climatique ont été réalisées pour l'arboriculture

fruitière. Ces plantations ont été constituées par espèce avec des variétés de référence sur le site de l'INRA de Gothenon en moyenne vallée du Rhône (abricotier : Goldrich, Hargrand, Orangered®, Fantasma®, Bergeron et Stark Early Orange, mesures de dates de levée de dormance, de floraison, de maturité, et mesures de sensibilité à l'avortement.) ; et le site du Centre Ctifl de Balandran en basse vallée du Rhône, (abricotiers: Goldrich, Hargrand, Orangered®, Fantasma® et Tom Cot® ; pêcher: Emeraude® Monnude, Benedicte® Meydicte, Big Top® Zaitop et Ivoire® Monnude ; poirier : B.C. William's, Conférence, Doyenné du Comice, Harrow Sweet ; pommier : Pink Lady® Cripps Pink (cov), Granny Smith, Braesun® Braecest (cov), Early Red One® Erovan (COV), Golden Delicious, Smothee® CG10 Yellow Delicious (cov), Brookfield® Baigent (cov)).

Le modèle STICS développé par Agroclim (thèse Inaki Garcia de Cortazar Atauri) est utilisé pour différents projets de recherche dont le point 3.3.1 et dans les modèles globaux de fonctionnement de la végétation, notamment ORCHIDEE développé par le LSCE.

2.3.4. La phénologie dans les modèles de biogéographie

Cette thématique est abordée depuis décembre 2006 dans le projet ANR QDiv (<http://www.qdiv.u-psud.fr/news/index.php/>) pour lequel le modèle d'aire de répartition d'espèce, PHENOFIT, basé sur les processus, notamment la phénologie, est calibré pour trois essences forestières majeures que sont le chêne (*Q. robur/petraea*), le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) et le hêtre (*Fagus sylvatica*). Cette calibration utilise les observations phénologiques disponibles pour ces trois espèces dans la BDD du GDR. Ce travail permettra d'obtenir des cartes de répartition des espèces en 2050 et 2100 selon différents scénarios climatiques. Une intercomparaison de modèles sera ensuite réalisée entre modèles basés sur les processus, modèles de niche, et DGVMs participant à QDiv. En 2007, une nouvelle version du programme permettant l'utilisation du modèle PHENOFIT avec interface Windows© a été réalisée de manière à le rendre plus facile d'utilisation et plus facilement interfaçable avec d'autres modèles.

2.3.5. Phénologie et gestion des peuplements forestiers dans un contexte de changement climatique (CEFE-CNRS, AGPF-INRA, BIOGECO-INRA, URFM-INRA)

Une collaboration entre l'unité AGPF INRA et le PUMR CEFE a débuté en novembre 2006 sur le Douglas (*Pseudotsuga menziesii*). Cette collaboration a pour but de mettre au point un modèle basé sur les processus du fonctionnement et de la répartition géographique du Douglas dans le but d'étudier son comportement sous différents scénarios de changement du climat au travers de simulations. Ce travail utilise les observations phénologiques concernant le Douglas de la BDD du GDR, ainsi que toutes les connaissances de la biologie et l'écologie disponibles à ce jour sur l'espèce. Le modèle PHENOFIT a été calibré en utilisant des données concernant les provenances américaines utilisées pour le reboisement en France, c'est-à-dire des provenances de Washington et d'Oregon. Des résultats de simulation avec une première version du modèle montrent que le modèle arrive bien à décrire la répartition de la sous-espèce *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii*, c'est-à-dire la sous-espèce côtière. Ce travail pourrait donner suite à un travail d'intercomparaison de modèles de répartition géographique de cette espèce en collaboration avec l'USDA (G. E. Rehfeldt) et le BC Forest Service (A. Yanchuk).

Les observations phénologiques réalisées par les équipes de l'INRA (BIOGECO, AGPF, EEF, URFM) et de l'ONF, dans des tests de provenances ou descendances, ou dans des peuplements naturels, se poursuivent afin de mieux caractériser la phénologie des différentes

essences forestières majeures en vue de prévoir comment leur phénologie va évoluer au cours des prochaines décennies et quelles provenances seront les mieux adaptées aux nouvelles conditions climatiques.

L'unité BIOGECO, afin de faire face au manque de personnel technique pour la réalisation des observations phénologiques dans les tests de provenance/descendances ou sur le terrain, est en train de mettre au point une technique de mesure par photo-colorimétrie de la phénologie végétative. En 2007, dix provenances du test de provenances de Sillegny (*Quercus petraea*) ont été utilisées pour mesurer à l'aide de photos numériques les stades de développement des bourgeons végétatifs. Deux photos par semaine de rameaux et de l'arbre entier ont été prises. L'analyse de ces photos permettra d'une part de bien calibrer l'échelle BBCH pour *Quercus petraea*, et d'autre part de calibrer une colorimétrie par stade de développement qui pourra être utilisée pour analyser des photos aériennes.

2.3.6. Etude des relations phénologie, croissance, qualité du bois (AGPF-INRA)

La relation entre phénologie, croissance et formation des deux tissus principaux du bois est étudiée dans deux essais de mélèze comprenant du mélèze d'Europe, du Japon et leurs hybrides à l'INRA-AGPF. L'objectif est de définir la synchronisation entre différents événements de la croissance primaire et secondaire. En 2006, un suivi fin de la phénologie (verdissement, débourrement printanier ainsi que jaunissement et mise en dormance des bourgeons) et de la croissance primaire et secondaire (tous les 10 jours) avait été réalisé sur 150 arbres. Il a été complété par la mise en place régulière d'aiguilles dans le tronc (« pinning method ») de manière à marquer durablement le cambium et dater ensuite différents événements : démarrage de l'activité cambiale, formation du bois de transition bois de printemps/bois d'été et arrêt de l'activité cambiale. Les arbres ont été abattus après le débourrement 2007 pour analyse. Ce travail est réalisé le cadre de sa thèse de M.E.Gauchat (projet EU GEMA, dir. Luc Pâques). En collaboration avec le CEFÉ-CNRS, un modèle de débourrement pour le mélèze est en cours de développement.

2.3.7. Phénologie et télédétection (LSCE-CNRS)

Le LSCE a analysé les dates d'onset en 2007 (reprise de croissance) déduites des observations spatiales MODIS sur l'Europe de l'ouest. Le but de cette étude était de regarder si les conditions particulièrement douces de l'hiver 2006-2007 avaient eu un impact significatif sur la reprise de végétation au printemps 2007. Cet impact pouvait être double : un avancement dû à des températures plus élevées que la normale accélérant la croissance des bourgeons post-dormance ; un retard dû à un manque de températures froides altérant les conditions de levée de dormance des bourgeons. Les résultats de cette étude montrent d'une part que la reprise de croissance a été de 10 jours plus précoce que la moyenne des trois dernières décennies et que cette avance est liée aux températures plus chaudes de l'hiver (corrélation négative forte entre les dates d'onset et la température de Février-Avril). Les conditions clémentes de l'hiver 2006-2007 ne semblent donc pas avoir altéré les conditions de levée de dormance des bourgeons. Cette étude a fait l'objet d'un manuscrit accepté à Geophysical Research Letter (F. Maignan, F.M. Bréon, E. Vermote, Ph. Ciais, N. Viovy. Mild winter and spring 2007 over Western Europe led to a widespread early vegetation onset).

2.3.8. Phénologie et santé publique (RNSA, CEFÉ-CNRS, LSCE-CNRS)

Un logiciel appelé PollenDB a été développé et réalisé par le CEFÉ (H. Bohbot) et livré courant novembre 2007 au RNSA. L'utilisation de ce logiciel va permettre au RNSA d'extraire rapidement et facilement de sa base de données de concentrations polliniques journalières les dates de début et de pic de production pollinique pour un très grand nombre de taxons sur les 70 sites instrumentés par le RNSA.

Par l'intermédiaire de ses 70 capteurs de pollens de type Hirst disposés sur toute la France, le RNSA a collecté des données polliniques entre le mois de février et la fin du mois de septembre pour la grande majorité d'entre eux. Ces données polliniques ont été intégrées dans la base de données du RNSA et ont servi à établir les Risques Allergiques d'Exposition aux Pollens (RAEP) pour les bulletins allergeo-polliniques.

Le RNSA collabore également avec six jardins botaniques (Antibes, Marnay/Seine, Cholet, Toulouse, Paris et Lyon) qui réalisent des observations de dates de floraison des principales espèces allergisantes, qui sont utilisées pour l'édition de bulletins hebdomadaires nationaux ainsi que pour la détermination des risques allergiques prévisionnels.

Enfin, en parallèle aux données polliniques et phénologiques, le RNSA a envoyé chaque semaine à son réseau de médecins sentinelles (environ 120) un bulletin clinique que ces derniers ont complété et renvoyé au RNSA afin d'apporter des informations sur l'impact sanitaire de l'exposition aux pollens allergisants.

Par ailleurs, le projet Pollen Allergie et Climat (PAC) a été soumis au programme GIS « Climat, Environnement et Société » en octobre 2007. Le but de ce projet qui rassemble trois partenaires du GDR (LSCE, RNSA, CEFÉ) est de développer une plateforme de modélisation permettant de simuler la concentration atmosphérique d'un ensemble de pollens allergisants et de les corréler aux données cliniques afin de pouvoir définir des indices de risques allergènes. L'objectif à plus long terme sera également d'étudier l'interaction entre le risque allergène et le changement climatique futur.

3. Intégration dans la recherche nationale et internationale

Au niveau régional

Sur le plan régional, le projet permettra de soutenir l'action de différentes associations et organismes publics travaillant dans le domaine de l'environnement telles que l'Observatoire Régional des Ecosystèmes Forestiers (OREF) de Nord Pas-de-Calais Picardie, le CREA et l'Observatoire Régional de l'Environnement de Bourgogne (OREB) qui cherchent à renseigner l'impact du changement climatique dans leur région. Il permettra également de soutenir les projets de différents instituts techniques tels que le CTIFL, et centres techniques tels que le CTPC, AREFE, SENURA, BIP, CEFEL, SERFEL.

Au niveau national

Sur le plan national ce projet de GDR s'insère les programmes de recherche nationaux en cours suivant :

Projet QDiv « Quantification des effets du changement global sur la diversité des plantes terrestres », dir. P. Leadley. ANR Biodiversité 2006-2008. <http://www.qdiv.u-psud.fr/news/>

Projet OPHELIE « Observations Phénologiques pour reconstruire le climat de l'Europe », dir. P. Yiou. ANR Blanche 2006-2008. <http://www.ipsl.jussieu.fr/~ypsce/ophelie.html>

Projet SYNCHRO « Synchronisation phénologique et diversité biologique », dir. A. Kremer. ANR ECCO-ECOGER 2006-2008.

Projet ORPHEE « Diversité fonctionnelle des arbres et réponse de l'écosystème forestier aux changements climatiques », dir. H. Jacqtel. ECOFOR 2006-2008.

Projet « Les producteurs face au changement climatique », dir. CTIFL, programme CAS DAR 2005-2007.

Le GDR fait également partie d'un projet d'Observatoire des Sciences de l'Univers et de l'Environnement (OSUE) appelé Observatoire de Recherche Méditerranéen de l'Environnement (OReME). Ce projet regroupe des unités de recherche Unités de Recherche CNRS (MPPU/PU et EDD), IRD, IFREMER, CIRAD, EPHE, Université de Montpellier 2, Université de Montpellier 1, Université de Montpellier 3, SupAgro-M. Bien que le projet d'OSUE soit régional, le GDR est inclus dans ce projet du fait de sa direction montpelliéraine. Ce projet est en cours d'évaluation. Le projet OreME est disponible dans la rubrique Intranet/Ressources documentaires sur www.obs-saisons.fr/gdr.

Certains membres du GDR ont également participé au séminaire prospectif du réseau Télédétection organisé par l'unité EPHYSE-INRA qui s'est déroulé les 22-24 mai 2007 à Bordeaux, notamment sur le thème « Suivi de la phénologie du feuillage dans les études sur la détection et la quantification des effets du changement climatique » http://www.inra.fr/ephyse/1_unite/groupe_teledection .

Au niveau international

Sur le plan international, ce projet de GDR s'insère également dans des programmes scientifiques en cours et des séminaires de travail :

Action européenne COST 725 *Establishing a European Phenological Data Platform for Climatological Applications*. (<http://topshare.wur.nl/cost725>). 2004-2006.

European Phenological Network (www.dow.wau.nl/msa/epn/index.asp). International Society for Biometeorology.

International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests of the United Nations Economic Commission for Europe.

The GLOBE program, <http://www.globe.gov/fsl/welcome.html>

4. Publications et communications du GDR en 2007

Revue de rang A

- Cleland E. E., I. Chuine, A. Menzel, H. A. Mooney et M. D. Schwartz. 2007. Changing plant phenology in response to climate change". *TREE*, 22(7): 357-365
- Morin X., C. Augspurger, et I. Chuine. 2007. Process-based modeling of tree species' distributions. What limits temperate tree species' range boundaries? *Ecology*, 88(9) : 2280-2291.
- Morin X., T. Améglio, R. Ahas, C. Kurz-Besson, V. Lanta, F. Lebourgeois, F. Miglietta, et I. Chuine. 2007. Spatio-temporal variation of cold hardiness of three European tree species. *Tree Physiology*, 27:817-825.
- Garcia-Mozo H., Galan, C., Chuine I., Aira M-J, Belmonte J., Bermejo D., Díaz de la Guardia C, Elvira B., Gutierrez M., Rodriguez-Rajo J., Ruiz L., del Mar Trigo M., Tormo R, Valencia R 2007. Regional phenological models for forecasting the start and peak of the Quercus pollen season in Spain. *Agricultural and Forest Management* Sous presse
- Legave J.M., Farrera I., Alméras T. and Calleja M. Selecting models of apple flowering time and understanding how global warming has had an impact on this trait. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* (sous presse).
- Maignan F., F.-M. Bréon, C. Bacour, J. Demarty, A. Poirson. Interannual vegetation phenology estimates from global AVHRR measurements - Comparison with in situ data and applications. *Remote Sensing of Environment*. Sous presse.

Actes de colloques, revues techniques

- Gleizer B., Legave J.M., Berthoumieu J.F., Mathieu V., 2007. Les arboriculteurs français face au réchauffement climatique : évolution de la phénologie florale et du risque de gel printanier. *Infos Cijfl*, 235:37-40.
- Legave J.M., Regnard J.L., Farrera I., Alméras T. and Calleja M., 2007. The modelling of flowering time in the French apple cropping area in relation to global warming. 27th International Horticultural Congress, Séoul, Corée, *Acta Horticulturae*. (sous presse).
- Chuine I. 2007. Forest trees phenology and climate change. *In* Response of temperate and mediterranean forests to climate change: effects on carbon cycling, productivity and vulnerability. D. Loustau (ed.). ECOFOR, ONF. Sous presse.
- Morin X. et I. Chuine. 2007. Impacts du changement climatique sur la phénologie des essences forestières et les risques de gel précoce. Actes des journées du GIP ECOFOR « La forêt face aux changements climatiques Paris 15-16 décembre 2005. Sous presse.
- Demarée G.R. et I. Chuine. 2007. A Concise History of the Phenological Observations at the Royal Meteorological Institute of Belgium. Actes du ESF Exploratory workshop. Phenology and agroclimatology. Volos, Greece 21-23 sept 2006. Sous presse.
- Landmann G., Dupouey J.L., Badeau V., Lefevre Y, Breda N., Nageleisen L.M., Chuine I., et F. Lebourgeois. 2007. Le hêtre face au changement climatique. Rendez-vous Techniques de l'ONF . Sous presse.
- Mathieu G. et Delestrade A. 2007. Phénoclim, a research project of phenology in the Alps. Proceedings of the International Congress of Mountain and Arctic Botanical Gardens, 6-9 septembre 2006. Villar d'Arène, France. Sous presse.
- Morin X. et I. Chuine. Modification de la phénologie, des risques de gel et de la répartition des essences ligneuses nord-américaines suite au changement climatique. Rendez-vous Techniques de l'ONF. Sous presse.
- Landmann G., Dupouey J.L., Badeau V., Lefevre Y, Breda N., Nageleisen L.M., Chuine I., et F. Lebourgeois. Le hêtre face au changement climatique. Rendez-vous Techniques de l'ONF, hors série N°2, sept 2007 : 29-38

Livres ou chapitres de livres

- Chuine I. et B. Seguin. Sous presse. The history and actual conditions of the French phenology networks. COST Action 725.
- Chuine I. Sous presse. Forest trees phenology and climate change. *In* Response of temperate and mediterranean forests to climate change: effects on carbon cycling, productivity and vulnerability. D. Loustau (ed.). QUAE-ECOFOR, Versailles.
- Loustau D., Ogée J., Dufrêne E., Déqué M., Dupouey J.-L., Badeau V., Viovy N., Ciais P., Desprez-Loustau M.-L., Roques A., Chuine I., Mouillot F. Impacts of climate change on temperate forests and interaction with management (2007) *In* Forestry and climate change. P. Freer-Smith, M. Broadmeadow et J. Lynch (ed.). CABI Publishing.
- Lebourgeois F. et E. Ulrich 2007. Forest trees phenology in the French Permanent Plot Network (Renecofor). *In* " Response of temperate and Mediterranean forests to climate change: effects on carbon cycling, productivity and vulnerability Edition (CARBOFOR) (sous presse)

Thèses de Doctorat

- Garcia de Cortazar Atauri I. 2007. Adaptation du modèle STICS à la vigne (*Vitis vinifera* L.). Utilisation dans le cadre d'une étude d'impact du changement climatique à l'échelle de la France. Thèse de Doctorat. 300pp.

Communications

Colloques internationaux

- Caffarra A., A. Donnelly & I. Chuine. Integrating photoperiod into process-based models of budburst. COST 725 WG3 Workshop Freising, 22-23 January 2007.
- Delestrade A. Phenoclim: how to involve protected areas in a citizen science program? Climate Change impacts on protected areas ALPARC Conference, Trafoi, Italy, 18-19 oct 2007.
- Morin X., Lechowicz M. et I. Chuine. Process-based modeling of tree species range shifts under climate change. ESA/SER joint Meeting, 5-10 Aout 2007, San Jose California, US.
- Chuine I et G. Demarée. historical phenology and climate reconstruction. Climate and History OPHELIE Meeting. Saclay 1^{er} décembre 2006.

Colloques nationaux, séminaires

- Delzon S. et **I. Chuine**, 'Phénologie et télédétection, Etudes des réponses phénologiques des arbres à la température, Exposé au 1er séminaire du réseau télédétection, 22-24 Mai 2007, Bordeaux, http://www.inra.fr/ephyse/1_unite/groupe_teledection

Actions menées auprès du public

Action menée par l'INRA :

Présentation de L'Observatoire Des Saisons au salon de l'agriculture du 3 au 10 mars 2007.

Actions menées par le CREA :

Public scolaire :

- 13 animations scolaires (présentation du projet, mise en place, l'analyse des résultats, installation station de température)
- 6 animations pédagogiques à destination des enseignants
- 1 formation « Graines de Science » en collaboration avec La Main à la Pâte à destination de 30 enseignants

Grand public :

- Participation à 7 manifestations publiques (représentation de Phénoclim et du CREA)
- Animation de 8 ateliers de plein air sur le changement climatique et son impact sur les êtres vivants
- Réalisation de 11 conférences à destination du grand public
- Présentation de Phénoclim à l'occasion de 3 colloques
- Présentation de l'exposition Phénoclim lors de 15 manifestations

5. Bilan financier (€)

Dotation CNRS 2007	15 000
Dépenses 2007	15 000
Données météorologiques	3 855
Base de données (Medias France)	2 800
Correctifs sites web ODS/ODS Junior	2 000
Réunion Conseil de groupement	2 480
Journées de formation	1940
Recherches financements ODS/ODS Junior	1500
Communication ODS/ODS Junior	425

Dotation INRA EFPA 2007	4 000
Dépenses 2007	5 000
missions	1 000
Achat appareil photo	1 300
UE mesures de terrain	1 700

Dotation INRA MICCES 2007	3 000
Report 2006	2 200
Dépenses 2007 :	1 150
Frais gestion	300
Gratifications stage ODS	760
missions	90

Programme ANR QDiv 2007	16 500
Dépenses 2007 :	16 500
Vacations BDD	16 500

6. Références bibliographiques

1. Chuine, I. & Belmonte, J. Improving prophylaxis for pollen allergies: predicting the time course of the pollen load of the atmosphere of major allergenic plants in France and Spain. *GRANA* 43, 1-17 (2004).
2. Aasa, A., J. Jaagus, R. Ahas & Sepp, M. The influence of atmospheric circulation on plant phenological phases in central and eastern Europe. *International Journal of Climatology* 24, 1551-1564 (2004).
3. Menzel, A. Plant phenological anomalies in Germany and their relation to air temperature and NAO. *Climatic Change* 57, 243-263 (2003).
4. Osborne, C. P., Chuine, I., Viner, D. & Woodward, F. I. Olive phenology as a sensitive indicator of future climatic warming in the Mediterranean. *Plant, Cell & Environment* 23, 701-710 (2000).
5. Beaubien, E. G. & Freeland, H. J. Spring phenology trends in Alberta, Canada: links to ocean temperature. *International Journal of Biometeorology* 44, 53-59 (2000).
6. Chuine, I. et al. Grape ripening as an indicator of past climate. *Nature* 432, 289-290 (2004).
7. Chuine, I. & Beaubien, E. Phenology is a major determinant of temperate tree range. *Ecology Letters* 4, 500-510 (2001).
8. Botta, A., Viovy, N., Ciais, P., Friedlingstein, P. & Monfray, P. A global prognostic scheme of vegetation growth onset using satellite data. *Global Change Biology* 6, 709-725 (2000).
9. Cumming, S. G., Burton, P. J. & Smith, T. M. Phenology-mediated effects of climatic change on some simulated British Columbia forests. *Climatic Change* 34, 213-222 (1996).
10. White, M. A., Thornton, P. E. & Running, S. W. A continental phenology model for monitoring vegetation responses to interannual climatic variability. *Global Biogeochemistry Cycles* 11, 217-234 (1997).
11. Lüdeke, M. B. K., Ramge, P. H. & Kohlmaier, G. H. The use of satellite NDVI data for the validation of global vegetation phenology models. Application to the Frankfurt biosphere model. *Ecological Modelling* 91, 255-270 (1996).
12. Neilson, R. P. & Running, S. W. in *Global change and terrestrial ecosystems* (eds. Walker, B. & Steffen, W.) 451-465 (Cambridge University Press, Cambridge, 1996).
13. Sitch, S. et al. Evaluation of ecosystem dynamics, plant geography and terrestrial carbon cycling in the LPJ dynamic global vegetation model. *Global Change Biology* 9, 161-185 (2003).
14. Potter, C. S. & Klooster, S. A. Dynamic global vegetation modelling for prediction of plant functional types and biogenic trace gas fluxes. *Global Ecology and Biogeography* 8, 473-488 (1999).
15. Jolly, W. M., Nemani, R. & Running, S. W. Enhancement of understory productivity by asynchronous phenology with overstory competitors in a temperate deciduous forest. *Tree Physiology* 24, 1069-1071 (2004).
16. Rotzer, T., Grote, R. & Pretzsch, H. The timing of bud burst and its effect on tree growth. *International Journal of Biometeorology* 48, 109-118 (2004).
17. Brisson, N. et al. An overview of the crop model STICS. *European Journal of Agronomy* 18, 309-332 (2002).
18. Menzel, A. in *Phenology: An Integrative Environmental Science* (ed. Schwartz, M. D.) 319-330 (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2003).
19. Menzel, A. in *Phenology: An Integrative Environmental Science* (ed. Schwartz, M. D.) 45-56 (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2003).

20. Dose, V. & Menzel, A. Bayesian analysis of climate change impacts in phenology. *Global Change Biology* 10, 259-272 (2004).
21. Badeck, F. et al. Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist* 162, 295-309 (2004).
22. Ahola, M. et al. Variation in climate warming along the migration route uncouples arrival and breeding dates. *Global Change Biol* 10, 1610-1617 (2004).
23. Stefanescu, C., Penuelas, J. & Filella, I. Effects of climatic change on the phenology of butterflies i the northwest Mediterranean Basin. *Global Change Biology* 9, 1494-1506 (2003).
24. Obrist, D. et al. Quantifying the effects of phenology on ecosystem evapotranspiration in planted grassland mesocosms using EcoCELL technology. *Agricultural Forest Meteorology* 118, 173-183 (2003).
25. Menzel, A., Jakobi, G., Ahas, R. & Scheifinger, H. Variations of the climatological growing season (1951-2000) in Germany compared to other countries. *Int J Climatology* 23, 793-812 (2003).
26. Dunne, J. A., Harte, J. & Taylor, K. J. Subalpine meadow flowering phenology responses to climate change: integrating experimental and gradient methods. *Ecological Monographs* 73, 69-86 (2003).
27. Sparks, T. H. & Menzel, A. Observed changes in seasons: an overview. *International Journal of Climatology* 22, 1715-1725 (2002).
28. Penuelas, J., Filella, I. & Comas, P. Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region. *Global Change Biology* 8, 531-544 (2002).
29. Ahas, R., Aasa, A., Menzel, A., Fedotova, V. G. & Scheifinger, H. Changes in European spring phenology. *International Journal of Climatology* 22, 1727-1738 (2002).
30. Chmielewski, F. M. & Rötzer, T. Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes. *Climate Research* 19, 257-264 (2002).
31. Fitter, A. H. & Fitter, R. S. R. Rapid changes in flowering time in British plants. *Science* 296, 1689-1691 (2002).
32. Menzel, A. Phenology: Its importance to the global change community - An editorial comment. *Climatic Change* 54, 379-385 (2002).
33. Penuelas, J. & Fiella, I. Responses to a warming world. *Science* 294, 793-794 (2001).
34. Menzel, A. & Estrella, N. in *Fingerprints of Climate Change - Adapted behaviour and shifting species ranges* (eds. Walther, G. R., Burga, C. A. & Edwards, P. J.) 123-137 (Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York and London, 2001).
35. Roy, D. B. & Sparks, T. H. Phenology of British butterflies and climate change. *Global Change Biology* 6, 407-416 (2000).
36. Asner, G. P. & Townsend, A. R. Satellite observation of El Niño effects on Amazon forest phenology and productivity. *Geophysical research letters* 27, 981-984 (2000).

7. Annexes

Annexe 1 Composition du conseil de groupement

Titulaire	Organisme	Adresse	Téléphone	e-mail	Suppléant	Organisme	Adresse	Téléphone	e-mail
Chuine Isabelle	CNRS	CEFE Montpellier	04 67 61 22 51	chuine@cefe.cnrs.fr	-	-	-	-	-
Seguin Bernard	INRA	AGROCLIM Avignon	04 32 72 23 07	seguin@avignon.inra.fr	-	-	-	-	-
Lebourgeois François	ENGREF	LERFOB Nancy	03 83 39 68 74	lebourgeois@engref.fr					
Badeau Vincent	INRA	EEF Nancy	03 83 39 41 29	badeau@nancy.inra.fr	Bréda Nathalie	INRA	EEF Nancy		breda@nancy.inra.fr
Brachet Stéphanie	ENGREF	Arboretum des Barres	02 38 95 02 75	brachet@engref.fr	Marie-Reine Fleisch	ENGREF	Arboretum des Barres		fleisch@engref.fr
Jean-Charles Bastien	INRA	URAGPF Olivet	02 38 41 78 11	bastien@orleans.inra.fr	Pâques Luc	INRA	URAGPF Olivet		paques@orleans.inra.fr
Ducouso Alexis	INRA	BIOGECO Pierroton	05 57 12 28 28	ducouso@pierroton.inra.fr					
Lefèvre François	INRA	URFM Avignon	04 32 72 29 01	lefevre@avignon.inra.fr	Fady Bruno	INRA	URFM Avignon	04 32 72 29 08	fady@inra.avignon.fr
Machon Nathalie	MNHN	61 rue Buffon	01 40 79 38 71	machon@mnhn.fr	Devers Florence	MNHN	61 rue Buffon	01 40 79 57 38	fdevers@mnhn.fr
Delmas Maïté	MNHN				Bray Laurent	Jardins de Paris	Paris		laurent.bray@paris.fr
Thibaudon Michel	RNSA	St Genis L'Argentière	04 74 26 19 48	michel.thibaudon@wanadoo.fr	-	-	-	-	-
Delestrade Anne	CREA	Chamonix	04 50 53 45 16	anne@crea.hautsavoie.net	Mathieu Gwladys	CREA	Chamonix		
Viovy Nicolas	LSCE	CEA Saclay		nicolas.viovy@cea.fr	Fabienne Maignan	LSCE	CEA Saclay		fabienne.maignan@cea.fr
Pargade Julie	CRPF N PdC	96 Rue Jean Moulin Amiens		julie.pargade@crpf.fr	Tristan Merrien	CRPF N PdC	96 Rue Jean Moulin Amiens	03 22 33 52 00	

Annexe 2

Répartition des partenaires du GDR dans les groupes de travail

1- GT Base de données

UMR CNRS 5175 CEFE
UMR INRA 1092 LERFOB
UMR INRA-1202 BIOGECO
UMR INRA 1098 DAP
UR INRA 588 AGPF
UR INRA 629 URFM
UE INRA 1116 AGROCLIM
Département Flhor du CIRAD
RENECOFOR ONF
CNRM-GAME, Meteo France
CESBIO-CNES
Association des Jardins Botaniques de France
CREA
RNSA
MEDIAS France

2- GT Réseau National d'information phénologique

UMR CNRS 5175 CEFE
UMR CNRS 8079 ESE
UMR INRA 1092 LERFOB
UMR INRA 1202 BIOGECO
UMR INRA 1098 DAP
UE INRA 570 Pierroton-Cestas
UE INRA 995 Olivet
UE INRA 348 Forêt Méditerranéenne
UE INRA 1261Forêt Lorraine
CESBIO-CNES
RENECOFOR ONF
Département Flhor du CIRAD
Réseau d'arboreta publics
Association des Jardins Botaniques de France
RNSA
Station Biologique de la Tour du Valat
Centre régional de la propriété forestière Nord Pas de Calais

UMR CNRS 5175 CEFE
CREA
Planète Sciences
Tela Botanica
ONEM
AGRNN
ANVL
AMV
MAB-France

3- Programmes de recherches

3.1 La phénologie, marqueur de l'évolution du climat

UMR CNRS-CEA 1572 LSCE
UMR CNRS 5175 CEFE
UE INRA 1116 AGROCLIM
UMR CNRS 8628
UMR INAPG 518
CREA

3.2 La phénologie dans les modèles de fonctionnement de la végétation

CESBIO CNES
UMR CNRS-CEA 1572 LSCE
UMR CNRS 5175 CEFE
UR INRA 1263 EPHYSE
UMR CNRS 8079 ESE
Département Flhor du CIRAD

3.3 Phénologie des agrosystèmes

UR INRA 1114 CSE
UE INRA 1116 AGROCLIM
UMR INRA 1098 DAP
Département Flhor du CIRAD

3.4 La phénologie dans les modèles de biogéographie

UMR CNRS 5175 CEFE

3.5 Phénologie et gestion des peuplements forestiers dans un contexte de changement climatique

UMR CNRS 5175 CEFE
UMR INRA 1202 BIOGECO
UMR INRA 1092 LERFOB
UMR INRA 1137 EEF
UR INRA 588 AGPF
UR INRA 629 URFM
UMR INRA 547 PIAF
UMR CNRS 8079 ESE

3.6 Phénologie, croissance, qualité du bois

UMR INRA 1137 EEF
UR INRA 588 AGPF

3.7 Phénologie des plantes allergisantes

UMR CNRS 5175 CEFE
RNSA

Annexe 3

Liste des taxons et sites du RNSA

famille	taxon
Pinaceae	ABIES
Fabaceae	ACACIA
Aceraceae	ACER
Hippocastanaceae	AESCLUS
Simaroubaceae	AILANTUS
Betulaceae	ALNUS
Asteraceae	AMBROSIA
Asteraceae	ARTEMISIA type
Balsaminaceae	BALSAMINACEAE
Betulaceae	BETULA
Boraginaceae	BORAGINACEAE
Buxaceae	BUXUS
Campanulaceae	CAMPANULACEAE
Cannabaceae	CANNABACEAE
Caprifoliaceae	CAPRIFOLIACEAE
Betulaceae	CARPINUS
Caryophyllaceae	CARYOPHYLLACEAE
Fagaceae	CASTENEA
Pinaceae	CEDRUS
Ulmaceae	CELTIS
Asteraceae Aster	CENTAUREA type
Chenopodiaceae	CHENOPODIACEAE
	CHENOP-A
Cistaceae	CISTACEAE
Cornaceae	CORNACEAE
Betulaceae	CORYLUS
Brassicaceae	BRASSICACEAE
Cupressaceae	CUPRESSACEAE
Cyperaceae	CYPERACEAE
	CYPRESSA
Ericaceae	ERICACEAE
Euphorbiaceae	EUPHORBIACEAE
Fagaceae	FAGUS
Oleaceae	FORSYTHIA
Oleaceae	FRAXINUS
Gentianaceae	GENTIANACEAE
Ginkgoaceae	GINKGO
Poaceae	POACEAE
Hederaceae	HEDERA
Eleagnaceae	HIPPOPHAE
Hypericaceae	HYPERICACEAE
Aquifoliaceae	ILEX
Juncaceae	JUNCACEAE
Juglandaceae	JUGLANDACEAE
Juglandaceae	JUGLANS
Lamiaceae	LAMIACEAE

famille	taxon
Pinaceae	LARIX
Lauraceae	LAURACEAE
Fabaceae	ROBINIA
Fabaceae	FABACEAE Longiaxes
Fabaceae	FABACEAE Breviaxes
Asteraceae Cicho	LIGULIFLORES
Oleaceae	LIGUSTRUM
Liliaceae	LILIACEAE
Malvaceae	MALVACEAE
Euphorbiaceae	MERCURIALIS
Moraceae	MORACEAE
Myrtaceae	MYRTACEAE
Oleaceae	OLEA
Apiaceae	APIACEAE
Betulaceae	OSTRYA
Arecaceae	ARECACEAE
Papaveraceae	PAPAVERACEAE
Hydrophyllaceae	PHACELIA
Oleaceae	PHILLYREA
Pinaceae	PICEA
Pinaceae	PINUS
Anacardiaceae	PISTACIA
Plantaginaceae	PLANTAGINACEAE
Platanaceae	PLATANUS
Polygonaceae	POLYGONACEAE
Salicaceae	POPULUS
Potamogetonaceae	POTAMOGETONACEAE
Primulaceae	PRIMULACEAE
Pinaceae	PSEUDOTSUGA
Fagaceae	QUERCUS
Ranunculaceae	RANUNCULACEAE
Rhamnaceae	RHAMNUS
Anacardiaceae	RHUS
Rosaceae	ROSACEAE herbacées
Rosaceae	ROSACEAE arborecentes
Rubiaceae	RUBIACEAE
Polygonaceae	RUMEX
Salicaceae	SALIX
Caprifoliaceae	SAMBUCUS
Saxifragaceae	SAXIFRAGACEAE
Scrophulariaceae	SCROPHULARIACEAE
Boraginaceae	SYMPHYTUM
Oleaceae	SYRINGA
Tamaricaceae	TAMARIX
Tiliaceae	TILIA
Asteraceae Aster	TUBULIFLORES
Typhaceae	TYPHA
Ulmaceae	ULMUS
Urticaceae	URTICACEAE
Vitaceae	VITIS

Ville	latitude	longitude	Ville	latitude	longitude
Agen	44.3667	2.6833	Coux	44.7667	4.6167
Aix en Provence	45.5167	3.5333	Dijon	47.3167	5.0167
Ajaccio	41.9167	8.7333	Dinan	48.45	-2.0333
Amberieu en Bugey	45.95	5.35	Font Romeu	42.5167	2.05
Amiens	49.9	2.3	Gap	44.5667	6.0833
Angers	47.4667	-0.55	Grenoble	45.1667	5.7167
Angouleme	45.65	0.15	La Bourboule	45.5833	2.75
Annecy	45.9	6.1167	La Ferte Mace	48.6	-0.3667
Annemasse	46.2	6.25	Saint Quentin	48.6167	3.75
Aurillac	44.9167	2.45	Reims	49.25	4.0333
Avignon	43.95	4.8167	Rennes	48.0833	-1.6833
Bayonne	43.4833	-1.4835	Rouen	49.4333	1.0833
Besançon	47.25	6.0333	Roussillon	45.3667	4.8167
Bordeaux	44.8333	-0.5667	Saint Genis l'Argentière	45.7167	4.5
Bourg en Bresse	46.2	5.2167	Saint Etienne	45.25	4.7833
Bourgoin	45.5833	5.2833	Saint Briec	48.5167	2.7833
Brest	48.4	-4.4833	Saint Omer	50.75	2.25
Briançon	44.9	6.65	Strasbourg	48.5833	7.75
Caen	49.1833	-0.35	Tarbes	43.2333	0.0833
Castres	44.6833	-0.45	Toulon	43.1167	5.9533
Chalon sur Saone	46.7833	4.85	Toulouse	43.6	1.4333
Chambery	45.5667	5.9333	Tours	47.3833	0.6833
Cholet	47.0667	-0.8833	Troyes	48.3	4.0833
Clermont-Ferrand	45.7833	3.0833	Valence	45.2167	3.0333

Annexe 4

Liste des sites RENECOFOR

lon_dms	lat_dms	code	lon_dms	lat_dms	code
4°18'17" E	48°20'51" N	CHP 10	0°51'23" W	49°10'57" N	HET 14
2°34'27" E	46°49'33" N	CHP 18	4°51'18" E	47°48'50" N	HET 21
0°50'32" W	43°44'19" N	CHP 40	6°16'41" E	47°11'31" N	HET 25
0°01'52" W	47°27'22" N	CHP 49	5°17'46" E	44°55'04" N	HET 26
5°46'01" E	49°01'21" N	CHP 55	3°32'34" W	47°50'16" N	HET 29
3°45'16" E	50°10'16" N	CHP 59	3°32'36" E	44°06'55" N	HET 30
0°02'17" W	43°12'13" N	CHP 65	5°04'17" E	47°47'46" N	HET 52
6°12'41" E	47°52'14" N	CHP 70	6°42'23" E	48°30'35" N	HET 54a
5°14'36" E	46°58'13" N	CHP 71	6°04'04" E	48°38'57" N	HET 54b
5°14'22" E	46°10'17" N	CHS 01	5°00'17" E	49°10'15" N	HET 55
2°43'37" E	46°40'05" N	CHS 03	2°52'34" E	49°19'27" N	HET 60
4°27'36" E	48°17'54" N	CHS 10	0°39'29" W	43°09'01" N	HET 64
2°07'29" E	47°15'17" N	CHS 18	0°26'12" E	43°01'36" N	HET 65
5°04'30" E	47°04'58" N	CHS 21	1°19'34" E	49°42'39" N	HET 76
1°30'15" E	49°21'58" N	CHS 27	2°10'40" E	43°24'38" N	HET 81
1°32'01" W	48°10'41" N	CHS 35	6°14'50" E	48°06'21" N	HET 88
1°15'36" E	47°34'09" N	CHS 41	6°33'42" E	44°42'18" N	MEL 05
4°57'38" E	49°02'00" N	CHS 51	8°50'49" E	42°15'56" N	PL 20
6°29'02" E	48°52'18" N	CHS 57a	2°05'58" E	47°39'36" N	PL 41
7°27'45" E	49°00'59" N	CHS 57b	1°16'25" W	45°58'59" N	PM 17
3°39'39" E	46°58'13" N	CHS 58	9°12'23" E	41°45'08" N	PM 20
2°18'00" E	49°23'51" N	CHS 60	1°20'54" W	43°56'37" N	PM 40a
0°40'48" E	48°31'23" N	CHS 61	0°06'34" E	44°06'23" N	PM 40b
7°28'06" E	47°41'33" N	CHS 68	0°00'02" W	44°02'46" N	PM 40c
0°22'49" E	47°47'46" N	CHS 72	0°20'04" E	47°44'53" N	PM 72
1°44'56" E	44°02'44" N	CHS 81	2°08'18" W	46°52'37" N	PM 85
0°29'44" E	46°37'38" N	CHS 86	6°40'16" E	44°01'30" N	PS 04
6°02'24" E	48°01'36" N	CHS 88	3°03'30" E	44°51'40" N	PS 15
7°43'46" E	48°59'25" N	CPS 67	1°33'17" W	48°12'04" N	PS 35
2°43'02" E	48°27'14" N	CPS 77	2°05'41" E	47°39'14" N	PS 41
1°49'33" E	46°09'47" N	DOU 23	1°48'05" W	47°32'24" N	PS 44
2°42'56" E	43°26'54" N	DOU 34	2°26'04" E	47°49'12" N	PS 45
0°04'05" W	48°34'29" N	DOU 61	0°30'25" W	48°36'54" N	PS 61
0°06'25" W	43°06'00" N	DOU 65	3°41'44" E	45°24'21" N	PS 63
4°28'42" E	45°56'51" N	DOU 69	7°42'39" E	48°51'01" N	PS 67a
4°05'10" E	47°05'35" N	DOU 71	7°26'40" E	48°55'53" N	PS 67b
4°48'35" E	49°56'51" N	EPC 08	0°44'53" E	49°27'14" N	PS 76
2°55'16" E	43°38'14" N	EPC 34	1°43'58" E	48°41'37" N	PS 78
5°52'37" E	46°34'47" N	EPC 39a	6°41'45" E	48°13'17" N	PS 88
6°03'44" E	46°31'00" N	EPC 39b	3°43'05" E	47°56'57" N	PS 89
2°57'58" E	45°45'20" N	EPC 63	6°27'33" E	44°29'25" N	SP 05
4°07'06" E	47°00'33" N	EPC 71	3°57'57" E	44°42'36" N	SP 07
6°47'23" E	45°35'12" N	EPC 73	1°20'43" E	42°51'52" N	SP 09
6°20'58" E	46°13'42" N	EPC 74	2°06'04" E	42°52'02" N	SP 11
2°26'05" E	43°26'31" N	EPC 81	6°27'42" E	46°58'34" N	SP 25
1°48'55" E	45°48'00" N	EPC 87	5°19'50" E	44°56'53" N	SP 26
7°06'14" E	48°14'02" N	EPC 88	6°07'53" E	45°25'17" N	SP 38
3°07'36" E	49°12'21" N	HET 02	5°47'18" E	46°50'33" N	SP 39
2°59'54" E	46°11'37" N	HET 03	7°08'02" E	48°36'36" N	SP 57
5°48'00" E	44°07'52" N	HET 04	3°31'39" E	45°26'51" N	SP 63
1°16'56" E	42°55'53" N	HET 09	7°07'31" E	47°56'01" N	SP 68

Annexe 5

Liste des sites Phénoclim-INRA

STATION (Localité)	LONGITUDE	LATITUDE
Ctifl Balandran	4.45	43.75
Ctifl Lanxade	-0.37	44.86
Ctifl Balandran II	0.558	47.466
La Morinière-St Epain	0.53	47.14
Cefel Montauban	1.349	44.02
Sefra-Etoile	4.88	44.83
Serfel-St Gilles	4.39	43.71
La Tapy-Carpentras	5.05	44.05
La Pugère-Mallemort	5.17	43.73
Arefe-Hattonville	5.69	48.98
Inra Bordeaux-Villeneuve ornon	-0.55	44.77
Verexal-Obernai	7.47	48.46
GDA Ventoux-Mazan	5.12	44.05
INRA Beaucouzé	-0.63	47.47
Creysse-Martel	1.6	44.93
BIP-Villeneuve/lot	0.7	44.41
INRA Terrasson	1.29	45.13
INRA Gotheron	4.93	44.928
INRA Manduel	4.43	43.785
Château lafitte-Pauillac	-0.75	45.2
INRA Colmar(Bergheim)	7.37	48.051
INRA Domaine de Vassal	3.53	43.35
INRA Gruissan-Grand Bellevue	3.096	43.101
INRA Gruissan-Les Abbatuts	3.087	43.101
INRA Gruissan-Les Colombiers	3.078	43.101
Institut Rhodanien-Orange	-0.754	45.199
INRA Montpellier	3.88	43.6
Cefel-Moissac	44.1	1.08
INRA Montreuil Bellay	-0.15	47.13
Serignan (inter-rhone)	4.85	44.18
Senura-Chatte	5.28	45.15

Annexe 6

Liste des espèces Phenoflore (observées depuis 2000)

187 variétés de Rosa +

Abelia triflora R. Br. ex Wall. *	Bromus commutatus Schrad.* commutatus
Acanthus spinosus L. *	Buphtalmum salicifolium L.*
Achillea clavennae L. *	Butomus umbellatus L.*
Achillea clypeolata Sibth & SM. *	Caesalpinia gilliesii Benth.*
Achillea distans Waldst & Kit. *	Calendula arvensis L.*
Achillea ligustica All.*	Calendula officinalis L.*
Achillea odorata L.	Calendula stellata Cav.
Achillea ptarmica L.*	Camellia japonica L. *
Achillea pyrenaica Sibth. *	Campanula alliariifolia Willd.*
Aconitum ferox Wall	Campanula glomerata L.* glomerata
Aegilops speltoides	Campanula grossekii Henff.*
Agrostemma githago L.*	Campanula latifolia L.*
Allium cernuum Roth.*	Campanula persicifolia L.*
Alyssum alpestre L. *	Carex acutiformis Ehrh. *
Alyssum argenteum All.*	Carex vesicaria L. *
Alyssum saxatile L. * saxatile	Carum carvi L. *
Andrachne colchica Fish & C.A. Mey *	Carum carvi L. *
Andryala agardhii Haens.*	Castellia tuberculosa Bor
Anthemis marschalliana Willd.*	Ceanothus griseus McMinn *
Anthemis tinctoria L.* tinctoria	Ceanothus x 'Autumnal Blue'
Anthoxanthum ovatum Larg.	Ceanothus x 'Autumnal Blue'
Anthoxanthum odoratum L.*	Ceanothus x 'Snow flurries'
Anthyllis hermanniae L.*	Centaurea cyanus L.*
Anthyllis montana L.*	Centaurea dealbata Willd.*
Arabis alpina L. *	Centaurea dealbata Willd.*
Arabis caucasica Willd. *	Centaurea jacea L.
Aristolochia durior Hill.*	Centaurea montana L. *
Artemisia ludoviciana Nutt.*	Centaurea napifolia L.
Asparagus officinalis L.*	Centaurea scabiosa L.*
Asperula tinctoria L.*	Cephalaria alpina Schrad.*
Asphodelus albus Mill. *	Cerastium arvense L.* arvense
Asphodelus delphinensis Gren & Godr	Cerithe major L.*
Asphodelus fistulosus L.*	Cestrum elegans Schldtl. *
Aster alpinus L. *	Chaerophyllum aureum L. *
Aster brachytricum Franck	Chaerophyllum hirsutum L. *
Astrantia major L.* major	Chamaecytisus supinus Link. *
Asyneuma canescens Grisel & Schenk.* canescens	Chelidonium majus L. *
Aubrieta hesperidifolia Regel.	Chelidonium majus L. *
Aubrieta 'Cascade rouge'	Chenopodium bonus
Azara serrata Ruiz. & Pav. *	Choisya ternata Humb.,Bonpl., & Kunth. *
Ballota nigra L.*	Chrysanthemum segetum L.*
Bellis perennis L.*	Cleistogenes serotina Keng.* serotina
Berberis brachypoda Maxim. *	Clematis alpina Miller *
Berberis candidula C.K. Schneid. *	Clematis recta L.*
Berberis julianae C. K. Schneid. *	Clematis recta L.*
Bergenia ciliata Sternb. *	Cneorum tricoccum L. *
Bergenia ligulata Engel.*	Codonopsis ovata Benth.*
Beta vulgaris L. maritima Arcang.*	Coleostephus myconis Reichenb
Bletilla striata Rchb. *	Convolvulus lineatus L.*
Coreopsis grandiflora T. Hogg.*	Lolium multiflorum Lam.*
Cornus stolonifera F. Michx.*	Lolium remotum Schrank.*
Coronilla valentina L. glauca Batt *	Lonicera caerulea L.*
Corydalis ochroleuca W.D.J Koch*	Lonicera xylosteum L.*
Corylus avellana L.*	Lychnis flos cuculi L.*
Cotoneaster melanocarpus Lodd.* laxiflora Schneid.	Melica bauhini All.*

Crepis dioscorides L.
Crocus chysanthus Herb. * 'Cream beauty'
Delphinium formosum Boiss & A. Het
Delphinium grandiflorum L.*
Dianthus leptopetalus Willd
Dianthus monspessulanus L.*
Dianthus orientalis Adams
Dianthus seguieri Vill.*
Echinochloa crus galli P. Beauv.*
Elymus pengens Melderis campestris Melderis
Erodium pelargoniflorum Boiss & Heidr. *
Erysimum perovskianum Fish & CA..Mey.*
Felicia petiolata N.E. Br.
Festuca heterophylla Lam.*
Festuca paniculata Schinz & Thell.*
Festuca paniculata Schinz & Thell.*
Fritillaria imperialis L. *
Gaillardia lanceolata Michx.*
Gaillardia x grandiflora Van Houtte.* 'Royal'
Genista tinctoria L. *
Geranium endressii J. Gray.* 'Winscombe'
Geranium endressii J. Gray.* 'Winscombe'
Geranium sanguineum L.*
Geranium versicolor L.
Geum sylvaticum Pourret
Geum x borisii Kellerer *
Glechoma hederacea L.*
Gypsophila repens L.*
Hemerocallis citrina Baroni.*
Heuchera sanguinea Engelm.* 'splendens'
Hieracium murorum L.*
Hordeum murinum L.* leporinum Arcengel.
Hyoscyamus niger L.*
Hypericum olympicum L.*
Hypericum patulum Thunb.*
Hypericum perforatum L.*
Iris graminea L. *
Iris perrieri Simonet.
Iris pontica Zapal
Kerria japonica DC. * 'Flora plena'
Knautia arvensis Coult. *
Kniphofia sarmentosa
Koeleria glauca DC.*
Leucanthemum vulgare DC.*
Levisticum officinale W.D.J. Koch.*
Leymus secalinus Tzvelev.*
Stipa pennata L.* eriocalis Martinowsky & Slaliky.*
Stipa tenuifolia Stend.
Syringa josikaea J. Jacq. *
Syringa patula Nakai *
Syringa vulgaris L.* 'Doyen Keteler'
Teucrium botrys L.*
Teucrium hircanicum L.*
Teucrium lucidum L. *
Thymus praecox Opiz.* polytrichus Ronniger.*
Thymus pulegioides L.*
Thymus pulegioides L.*
Thymus pulegioides L.*
Menispermum canadense L.*
Molinia caerulea Moench.* caerulea
Nepeta argolica Bory & Chauv
Nepeta mussinii Spreng. *
Nepeta nepetella L.*
Nepeta sibirica L. *
Nepeta tuberosa L. tuberosa
Oenanthe pimpinelloides L.*
Ononis aragonensis Ass.
Paeonia officinalis L. *
Paeonia veitchii Lynch.* 'Woodwardi'
Paulownia imperialis Steud. *
Peltaria alliacea Jacq.*
Penstemon barbatus Roth.*
Penstemon laevigatus Aiton. *
Petasites albus Graetn.*
Phleum pratense L.* pratense
Phlox pilosa L.*
Piptatherum miliaceum Coss.*
Plantago sempervirens Crantz.*
Polygonum scoparium Req.*
Potentilla fruticosa L. *
Potentilla fruticosa L. * 'arbuscula' Maxim. *
Potentilla montana Brot
Potentilla rupestris L. *
Prunus avium L. * plena
Rhododendron hippophaeoides Balf. f. & W.W. SM. *
Rosmarinus officinalis L. *
Ruta graveolens L. *
Salix irrorata Andersson.*
Salix irrorata Andersson.*
Salvia officinalis L.* 'Albiflora' L.*
Santolina rosmarinifolia L.*
Saponaria ocymoides L. *
Saxifraga cuneifolia L. *
Saxifraga x burnatii Sünd. *
Scolymus maculatus L.
Sedum floriferum Praeger.*
Silene armeria L.* 'alba'
Silene gallica L.*
Sinocalycanthus chinensis Cheng & Y. Chang
Sinowilsonia henryi Hemsl.*
Solanum jasminoides Paxton.*
Sprekelia formosissima Herb. *
Stachys menthifolia Vis
Staphylea colchica Steven. * 'Coulombieri' Zebd.
Thymus serpyllum L.* serphyllum
Tiarella cordifolia L.*
Tiarella cordifolia L.*
Tiarella cordifolia L.*
Trifolium rubens L.*
Triticum aestivum L.*
Ulex europaeus L.* europaeus
Valerianella carinata Loisel.*
Veronicastrum sibiricum Pennal
Viburnum odoratissimum Ker Gawl. * 'awabuki' Zab
Viburnum sargentii Koehne *
Vinca minor L. * 'aureo variegata'
Vincetoxicum hirundinaria Medik.*

Annexe 7

Liste des espèces et sites d'observations du CRPF NPdCP

Peuplements forestiers	Arboretums
Tilleul sp.	Amélanchier
Chêne pédonculé	Aulne
Hêtre	Bouleau albosinensis
Erable sycomore	Bouleau ermanii
Frêne	Bouleau noir
Noisetier	Cercis canadensis
	Châtaignier
	Chêne pédonculé
	Chêne rouge
	Cyprés chauve
	Erable "autum blaze"
	Erable saccharinum
	Erable champêtre
	Erable leopoldii
	Erable negundo
	Erable plane
	Erable sycomore
	Frêne
	Ginkgo biloba
	Hamamelis
	Hêtre
	Hêtre pourpre
	Liquidambar
	Malus transitoria
	Marronnier
	Mélèze
	Merisier
	Noisetier
	Noyer hybride
	Noyer noir d'Amérique
	Paulownia
	Platane
	Poirier commun
	Prunus serrulata
	Seringa commun
	Sophora japonica
	Taxodium distichum
	Tilleul à grandes feuilles
	Tilleul à petites feuilles
	Tremble
	Tulipier de Virginie
	Viburnum mariesi
	Viburnum onondaga

Commune	Code postal	lat	lon	alt
Bourguignon sous Montbavin	02000	49.53	3.55	67
Saint-Venant	62350	50.62	2.55	16
Saint-Aubin-Rivière	80430	49.87	1.78	111
Godewaersvelde	59270	50.8	2.65	64
Viels-Maisons	02540	48.9	3.4	1966
Croisette	62130	50.35	2.25	139
Pierrefonds	60350	49.35	2.98	129
Argoules	80120	50.35	1.83	9
Cheriennes	62140	50.3	2.03	103
Bousignies sur roc	59149	50.26	4.18	169
Foulanges	60250	49.28	2.32	62
Felleries	59740	50.15	4.03	197
Berneuil sur Aisne	60350	49.42	3.02	39
Lugy	62310	50.52	2.18	148
Proville	59267	50.17	3.2	56
Senninghem	62380	50.7	2.03	95

Annexe 8

Liste des espèces suivies dans L'Observatoire Des Saisons en 2007

Ligneux :	Herbacées:	Oiseaux-Insectes
<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Bellis perennis</i>	<i>Cuculus canorus</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Malva sylvestris</i>	<i>Delichon urbica</i>
<i>Celtis australis</i>	<i>Primula veris</i>	<i>Hirundo rustica</i>
<i>Corylus avellana</i>	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Apus apus</i>
<i>Forsythia intermedia</i>	<i>Tussilago fârfara</i>	<i>Gonepteryx rhamni</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>		<i>Coccinella septempunctata</i>
<i>Larix decidua</i>		
<i>Picea abies</i>		
<i>Pinus pinea</i>		
<i>Platanus acerifolia</i>		
<i>Quercus pubescens</i>		
<i>Robinia pseudoacacia</i>		
<i>Sorbus aucuparia</i>		
<i>Syringa vulgaris</i>		
<i>Tilia platyphyllos</i>		
<i>Tilia cordata</i>		
<i>Viburnum tinus</i>		