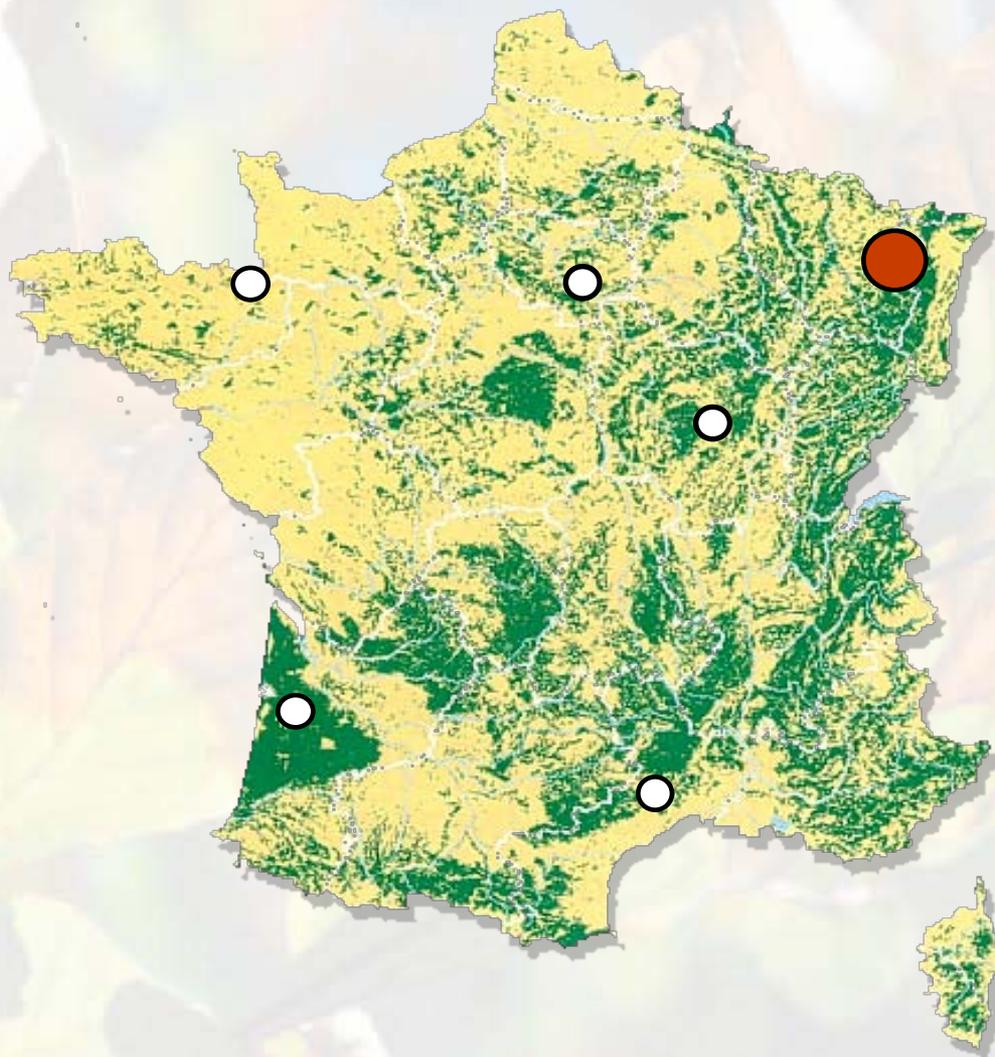


1



Le site atelier de Hesse





I. Le site

- installation en 1996
- forêt domaniale de Hesse en Moselle, 60 km à l'est de Nancy, altitude 300m
- végétation :
 - espèce dominante : hêtre
 - espèces secondaires : chêne sessiles et pédonculés, charmes, bouleaux, frênes
- climat :
 - température moyenne annuelle: 9,2°C
 - précipitations : 820 mm par an
- sols profonds limono-argileux à forte réserve utile



2. Objectifs

- quantifier et modéliser la capacité de stockage du **carbone** d'une hêtraie de plaine et ses variations
- modéliser le **bilan hydrique** et **minéral** de la hêtraie
- comprendre l'impact des **extrêmes climatiques** sur le fonctionnement hydrique, carboné et la croissance

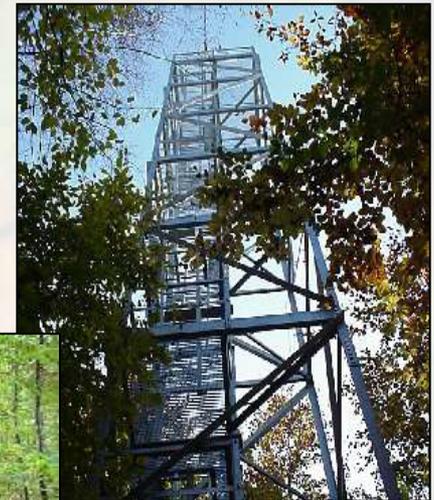
Plus récemment :

- étudier le **fonctionnement** d'un peuplement mélangé, issu de régénération naturelle (lien avec la **biodiversité**)
- analyser sur tout le massif les caractéristiques des peuplements pour aboutir à une **modélisation spatialisée** des bilans d'eau et de carbone



3. Dispositifs et mesures

- une parcelle de hêtre pur (38 ans en 2004)
- une parcelle de hêtre en mélange avec autres feuillus (18 ans en 2004)
- deux tours à flux (micrométéorologie)
- mesures écophysiologicals, dendrométriques et minérales





4. Des moyens humains et financiers

- Coordinateur :

André Granier, agranier@nancy.inra.fr

- Intervenants :

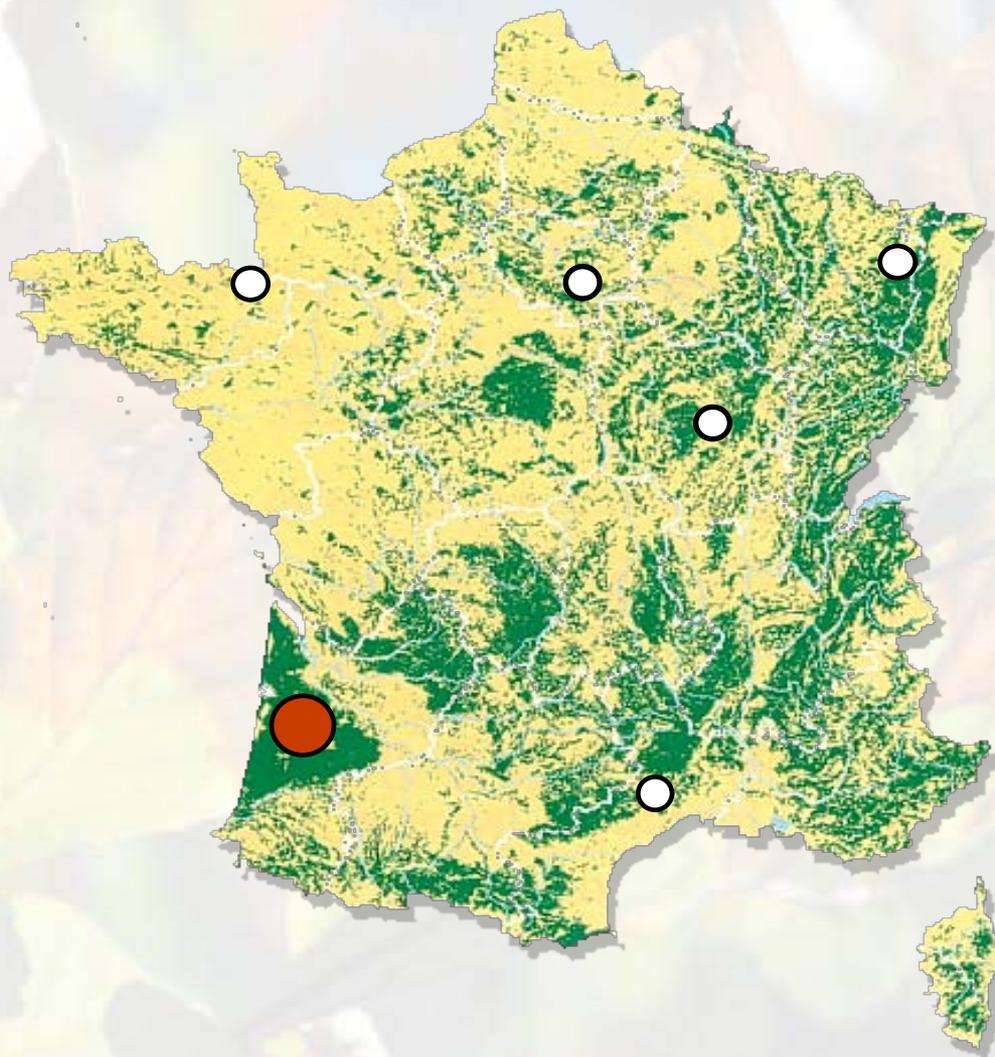
O Bouriaud, T Barigah, N Bréda, B Clerc, P Courtois, C Damesin, H Davi, E Dreyer, E Dufrêne, D Epron, P Gross, JM Guehl, N Le Goff, B Longdoz, P Montpied, C Nys, JM Ottorini, M Peiffer, JY Pontailler, K Soudani, F Willm

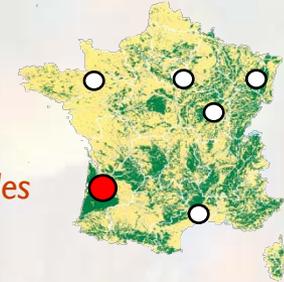
- Financements :

Union Européenne (Euroflux, Carboeuroflux, Carboeurope), GIP-Ecofor, ONF, CNRS

2

Le site atelier des Landes

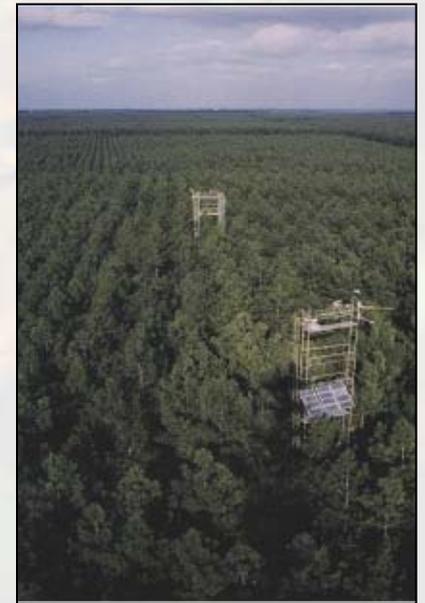


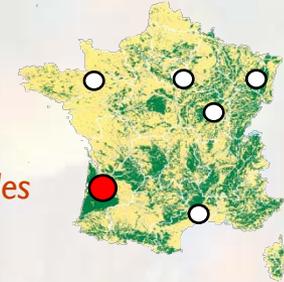


Site des Landes

I. Le site

- installation en 1995
- pinède atlantique, Gironde, altitude moyenne 50 m
- végétation : Pin maritime (*Pinus pinaster*)
- climat
 - température moyenne annuelle: 12,5°C
 - précipitations : 950 mm par an
- podzosols humiques et meubles

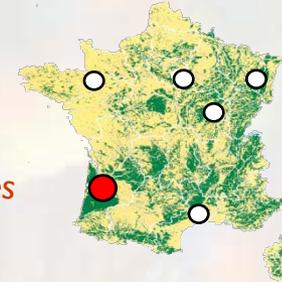




Site des Landes

2. Objectifs

- **Fonctionnement hydrique** intégré de l'arbre au couvert
- Suivi des **échanges de masse et d'énergie** entre sol , peuplement et atmosphère
- **Modélisation** des échanges rapides
- Intégration échanges rapides - échanges lents, modélisation de la croissance basée sur les processus
- Effets des pratiques et de l'âge du peuplement
- Impacts tempête sur structure et fonctionnement du couvert
- Intégration pluriannuelle des bilans de matière et d'énergie, comparaison d'approches flux x changements de stocks

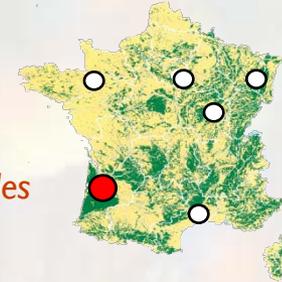


Site des Landes

3. Dispositifs et mesures

- parcelle du **Bray** : 34 ans en 2004, 16 ha
- parcelle de **Bilos** : 2 ans en 2004, 60 ha, coupe à Blanc en 2000
- parcelle de l'**Hermitage** : dispositif de fertilisation-irrigation,
- deux tours à flux (micrométéorologie)
- mesures écophysiologicals, dendrométrie





Site des Landes

4. Des moyens humains et financiers

- **Coordinateur :**

Denis Lousteau, loustau@pierroton.inra.fr

- **Intervenants :**

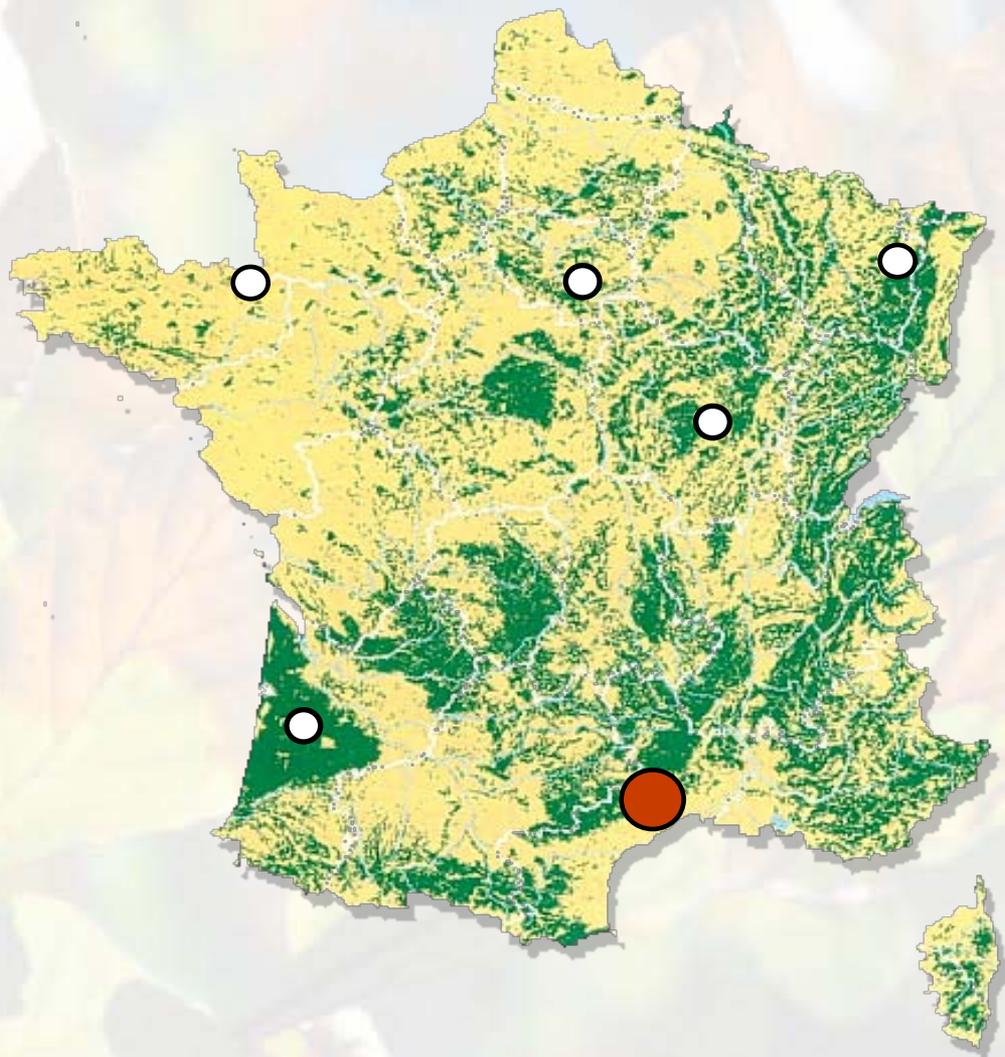
*J-M Bonnefond, A Krusewski, D Garrigou, D Guyon, G Courrier,
P Berbigier, E Lamaud, L Augusto, M Bakker, A Colin, A Bosc,
M Sartore, A Kowalski, R Burlett, C Lambrot, P Trichet,
F Bernier, S Delzon, F Bernier, P Pastuska*

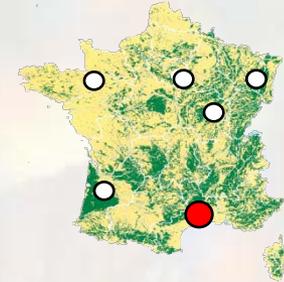
- **Financements :**

Union Européenne (Euroflux, Carboeuroflux, Carboeurope),
GIP-Ecofor

3

Le site atelier de Puéchabon

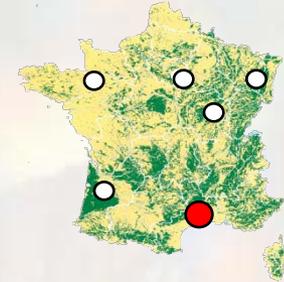




Site de Puéchabon

I. Le site

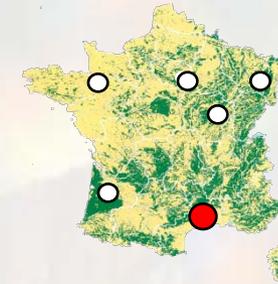
- installation en 1984
- forêt domaniale, Hérault , à 25 Km au nord ouest de Montpellier, altitude moyenne 250 m
- végétation :
 - Chêne vert (*Quercus ilex*) à 90 %
 - Chêne pubescent (*Quercus pubescens*) < 10%
- climat
 - température moyenne annuelle: 13,5°C
 - précipitations : 880 mm par an
- sols argilo-limoneux à faible réserve utile



Site de Puéchabon

2. Objectifs

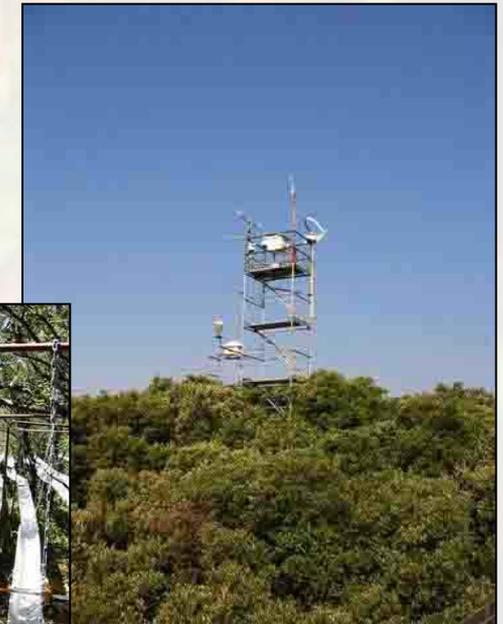
- Quantifier et modéliser les **échanges d'énergie et de matière** entre sol, peuplement et atmosphère dans un taillis de chênes vert
- Suivi des **flux** à l'interface couvert-atmosphère et entre compartiments de l'écosystème.
- Étudier les émissions de composés organiques volatiles

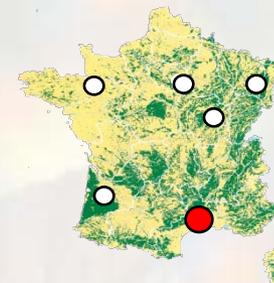


Site de Puéchabon

3. Dispositifs et mesures

- une parcelle de 62 ans en 2004, 16 ha
- une tour à flux (micrométéorologie)
- mesures écophysiologicals, dendrométrie
- dispositif d'exclusion des pluies





Site de Puéchabon

4. Des moyens humains et financiers

- **Coordinateur :**

Serge Rambal, rambal@cefe.cnrs-mop.fr

- **Intervenants :**

*R Joffre, JM Ourcival, A Rocheteau, C Collin, D Degueldre,
R Rodriguez, G Aumasson, P Cortes, Y Salmon,
J Cavender-Bares*

- **Financements :**

Union Européenne (Euroflux, Carboeuroflux, Carboeurope),
GIP-Ecofor

4



Le site atelier de Fontainebleau



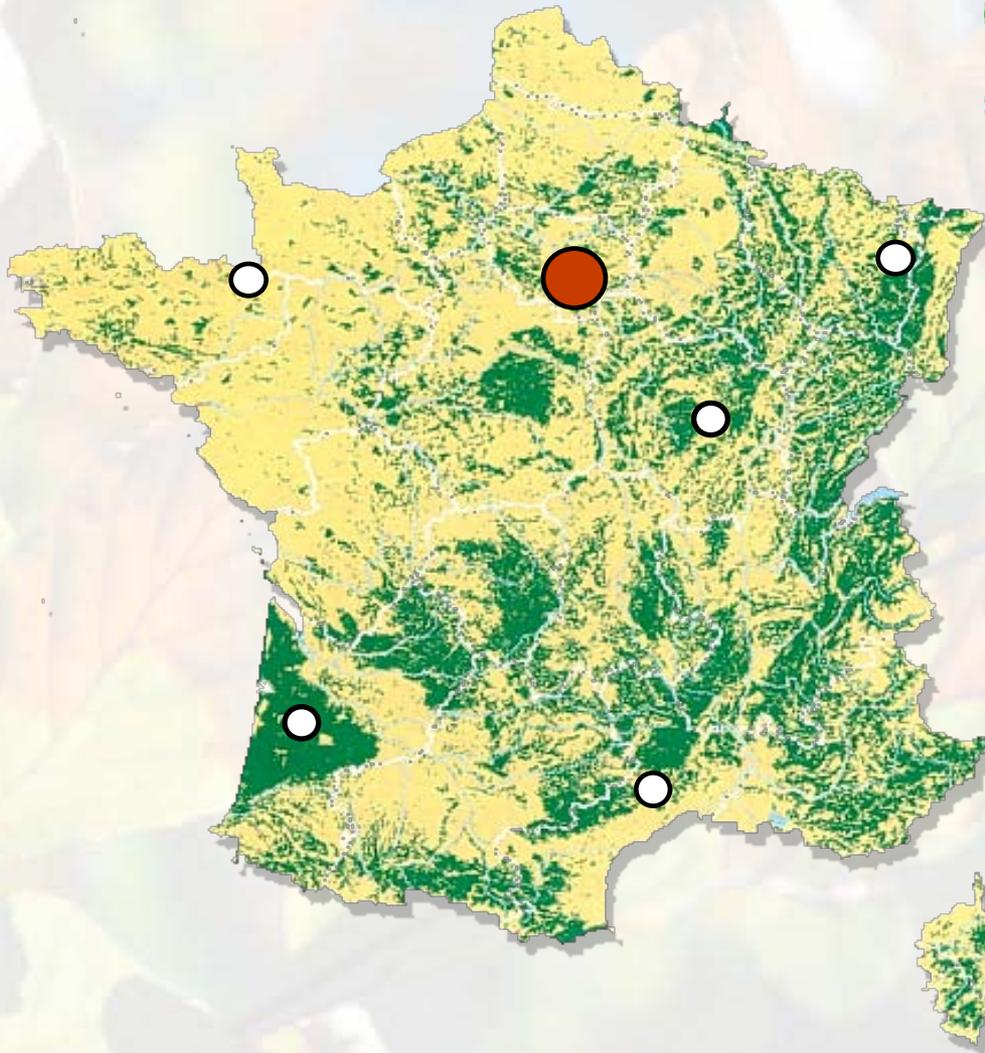
UNIVERSITÉ
PARIS-SUD
ORSAY



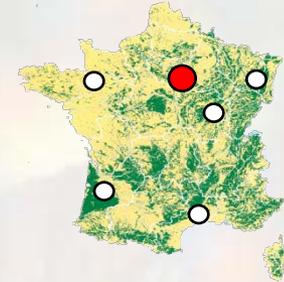
ECOLE NATIONALE DU
GÉNIE RURAL DES EAUX
ET DES FORÊTS



*Ecologie, Systématique
& Evolution (ESE)*



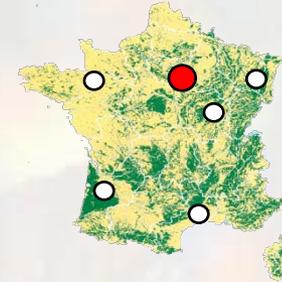
Site de Fontainebleau



I. Le site

- installation en hiver 1993-1994
- forêt domaniale de Fontainebleau, Seine et Marne, altitude moyenne 120 m
- végétation :
 - espèces dominantes: chêne sessile (*Quercus petraea*), pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) et hêtre (*Fagus sylvatica*)
- climat :
 - température moyenne annuelle: 10,2°C
 - précipitations : 720 mm par an
- nature des sols très variable

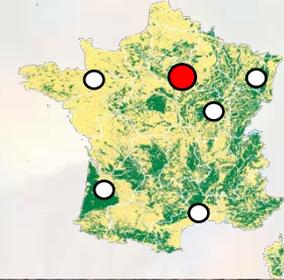
Site de Fontainebleau



2. Objectifs

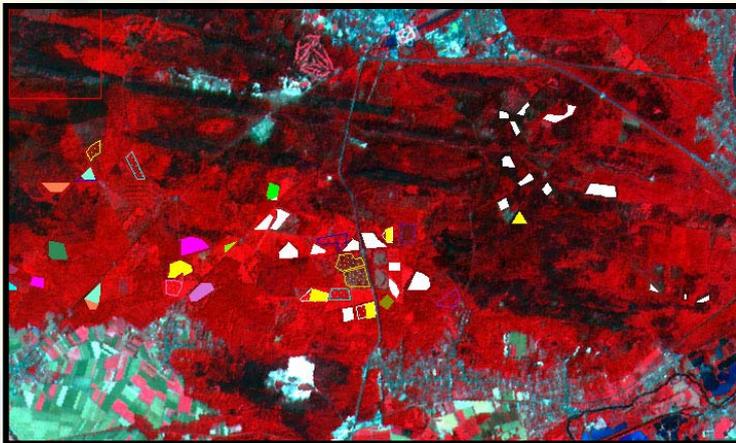
- Analyse de la variabilité inter-annuelle du **bilan de carbone** en relation avec le climat
- Étude des arrières effets en prenant en compte le niveau des réserves carbonées (année n) sur la mise en place des feuilles (année n+1)
- Apports de la **téledétection** dans la détermination des paramètres structuraux et fonctionnels des couverts forestiers
- Développement de **modèles sol-végétation-atmosphère** à base de processus pouvant être spatialisés à l'échelle du massif forestier.

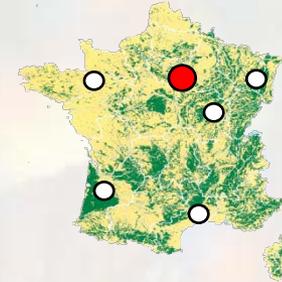
Site de Fontainebleau



3. Dispositifs et mesures

- réseau de 52 parcelles de 3 à 22 ha, de peuplement homogènes, 500 ha au total
- une tour à flux en construction (micrométéorologie)
- mesures écophysiologiques et dendrométriques
- télédétection





4. Des moyens humains et financiers

- **Coordinateur :**

Eric Dufrêne, eric.dufrene@ese.u-psud.fr

- **Intervenants :**

*C Barbaroux, D Berveiller, C Damesin, H Davi, C François,
JY Pontailier, B Saugier, K Soudani, G Le Maire, L Vanbostal,
N Bréda, V Demarez, V Le Dantec, E Mougins, JP Gastellu-Etchegorry*

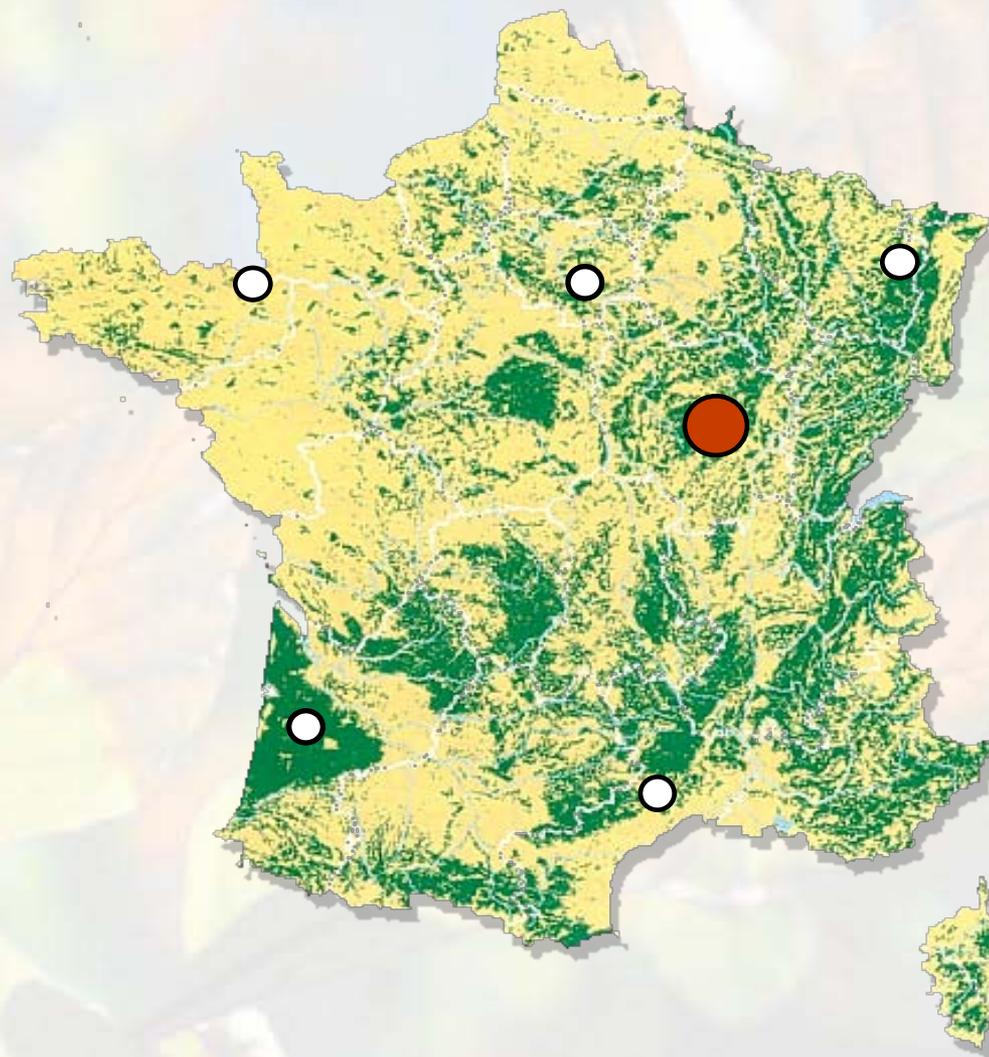
- **Financements :**

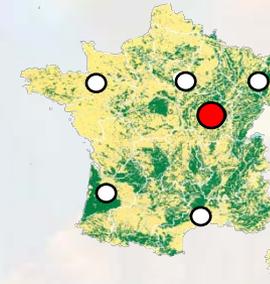
Union Européenne (Euroflux, Carboeuroflux, Carboeurope),
GIP-Ecofor
Carboregion (ACI Ecologie Quantitative)

5



Le site atelier de Breuil-Chenue





Site de Breuil-Chenue

I. Le site

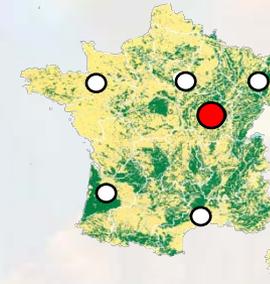
- installation en 1976, instrumenté en 2000
- forêt domaniale du Breuil, au nord-est du massif central, dans le Morvan (Nièvre), altitude moyenne 650 m
- **végétation :**
 - Forêt native : hêtre (*Fagus sylvatica*) et chêne sessile (*Quercus sessiliflora*)
 - Plantations monospécifiques après coupe à blanc : hêtre, chêne sessile, épicéa commun (*Picea abies*), Douglas (*Pseudotsuga menziesii*), sapin de Nordmann (*Abies nordmanniana*), pin laricio de Corse (*Pinus nigra ssp laricio*)
- **climat :**
 - température moyenne annuelle: 6°C
 - précipitations : 1400 mm par an
- sol brun acide à sol brun ocreux, désaturés (Alocrisols)



2. Objectifs

- Caractériser et quantifier l'effet des **substitutions d'essence** sur le fonctionnement de l'écosystème, en particulier au niveau des composantes biologiques, physiques et biogéochimiques du sol
- Mettre en évidence les relations réciproques et le couplage entre le **fonctionnement biogéochimique** de cet écosystème et la diversité biologique induite par les substitutions d'espèces



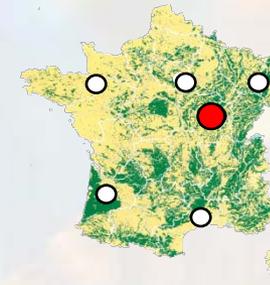


Site de Breuil-Chenue

3. Dispositifs et mesures

- deux blocs dans les plantations, avec ou sans amendement/fertilisation et témoin forêt initiale
- tour de collecte des apports humides
- récolte et analyse des pluviolessivats, solutions du sol
- mesures écophysiologicals, dendrométriques et minérales





Site de Breuil-Chenue

4. Des moyens humains et financiers

▪ **Coordinateur :**

Jacques Ranger, ranger@nancy.inra.fr

▪ **Intervenants :**

Scientifiques : F. Gérard, MP Turpault, B Zeller BEF ; F Le Tacon, M Buée, F Martin, laM ; F Andreux, R Chaussot, C Hénault, L Ranjard M-G ; J Berthelin, T. Beguiristain, JP Boudot, C Munier-Lamy Limos ; B Delvaux, H Titeux UCL

Doctorants : C Calvaruso, J. Jaffrain J. Moukoumi,

Techniciens : S. Bienaimé, P. Bonnaud, D. Gelhaye, L. Gelhaye, B. Pollier

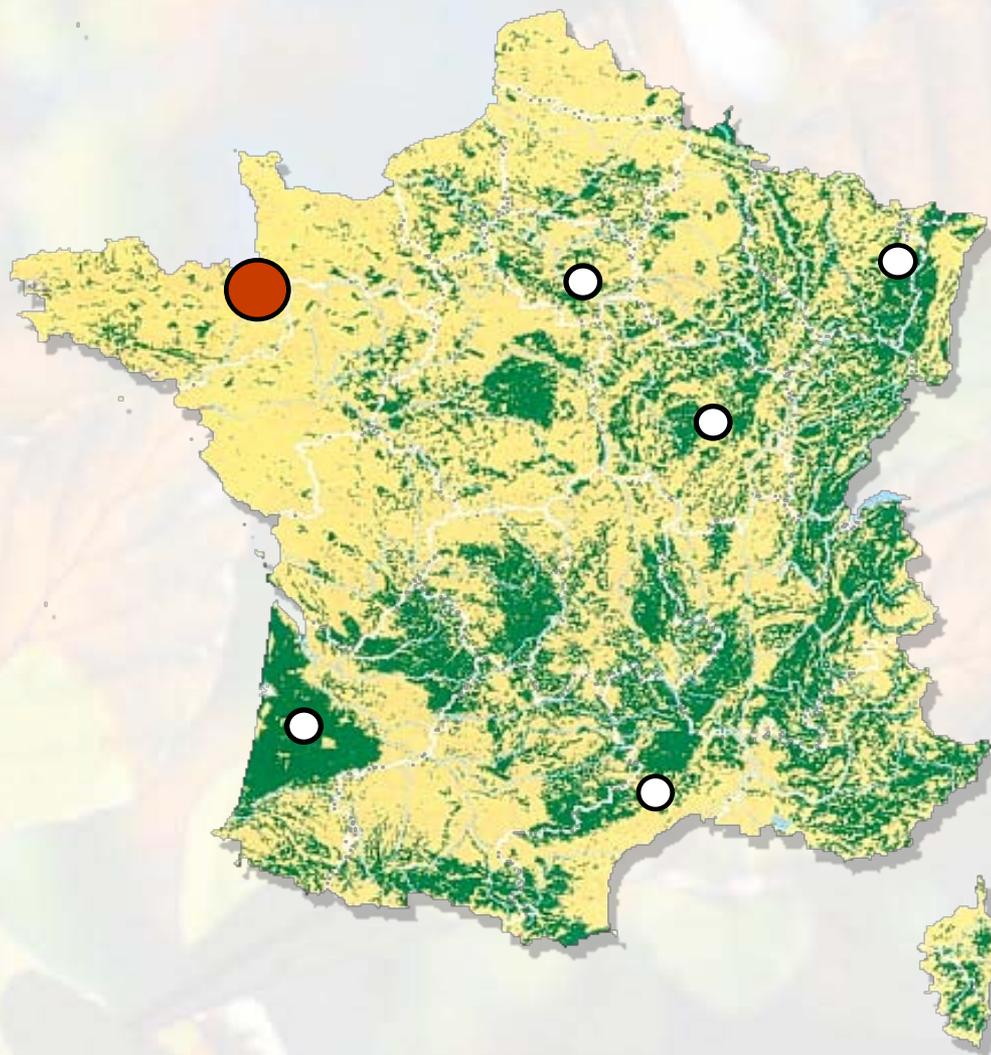
▪ **Financements :**

INRA, GIP Ecofor, MATE, Ministère Agriculture, ONF

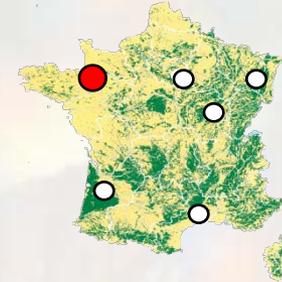
6



Le site atelier de Fougères



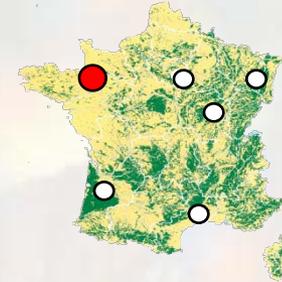
Site de Fougères



I. Le site

- installation en 1996
- forêt domaniale de FOUGERES, 1660 ha, à 50 Km au Nord ouest de Rennes, altitude moyenne 190 m
- végétation :
 - espèce dominante : 75 % de hêtre (*Fagus sylvatica*)
 - espèces secondaires : chêne sessile (*Quercus sessiliflora*), chêne pédonculé (*Quercus robur*), épicéa commun (*Picea abies*)
- climat :
 - température moyenne annuelle: 11,2°C
 - précipitations : 900 mm par an
- Alocrisol luvisol à caractère fragique limon sur arène granitique, épais (>140 cm), à humus de type moder

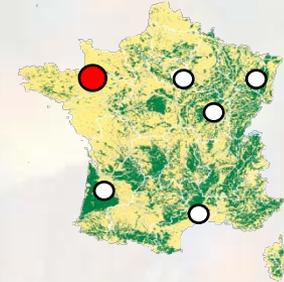
Site de Fougères



2. Objectifs

- Connaissance et compréhension du rôle du milieu et de la sylviculture sur les **cycles : carbone, Azote, Nutriments**
- **Dynamique du système** au cours d'une révolution forestière en utilisant une chrono-séquence de peuplements.
- Rôle du milieu, dans le contexte des changements globaux sur le **maintien de la fertilité minérale** du système.
- Rôle de **l'intensification de la sylviculture** sur la fertilité minérale ; conséquences sur le maintien du potentiel de production.
- Rôle des apports atmosphériques et anthropiques sur le **processus d'acidification/désaturation** en milieu pauvre, et de la fertilisation/**amendement** en tant que remède

Site de Fougères

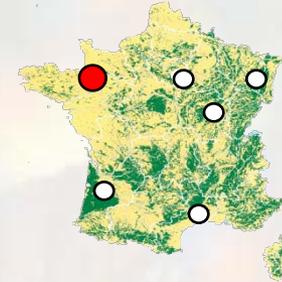


3. Dispositifs et mesures

- chronoséquence de 4 peuplements de 10 à 145 ans, stades typiques de la révolution de la hêtraie
- mesures des stocks et des flux



Site de Fougères



4. Des moyens humains et financiers

▪ **Coordinateur :**

Claude Nys, nys@nancy.inra.fr

▪ **Intervenants :**

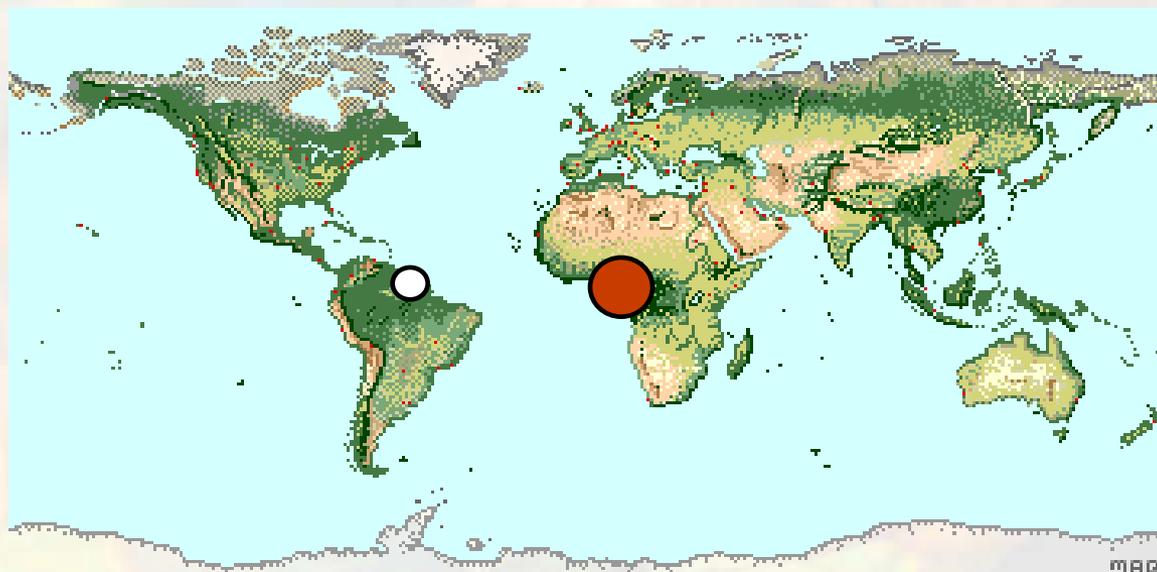
INRA : BEF, Ecophysiologie, Science du sol - ONF : STIR Orléans
ENGREF : Ecologie Nancy, LERFOB – Université : Bretagne,
Poitou_Charente, Centre, Franche_Conté

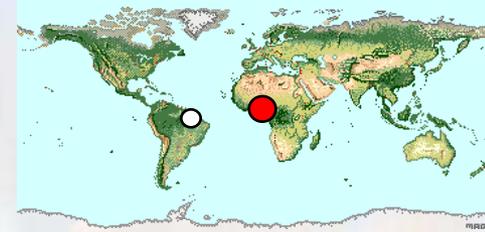
▪ **Financements :**

INRA, ONF, GIP Ecofor

7

Le site atelier de Pointe Noire (Rep. Congo)

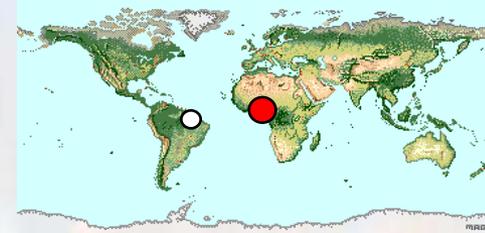




Site de pointe Noire

I. Le site

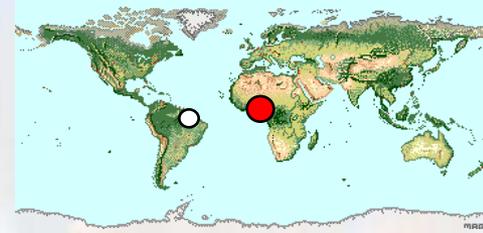
- installation en 1997 puis 2000
- plantation industrielle sur savane herbacée, Rép. du Congo, altitude moyenne 100 m, 43 000 ha, rotation tous les 7 ans.
- végétation : clones de plusieurs familles d'hybride d'Eucalyptus
- climat
 - température moyenne annuelle: 25,5°C
 - précipitations : 1200 mm par an
 - humidité : 85 %
 - une saison sèche (mai à septembre)
- sols ferralitiques, sableux, très profonds, acides et pauvres



Site de pointe Noire

2. Objectifs

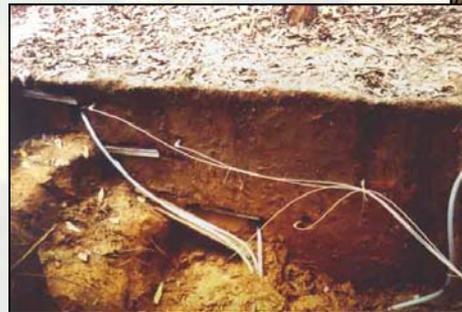
- Mesurer en continu les **flux d'énergie et de matière** (eau, carbone, éléments minéraux) entre une plantation clonale d'Eucalyptus, le sol et l'atmosphère (idem savane)
- Établir des **bilans d'énergie, de matière et d'éléments minéraux**
- Comparer les mesures de **flux de carbone** intégrés sur plusieurs années à des mesures de stock de carbone
- Fournir des **modèles** de fonctionnement intégrant les flux et bilans de l'eau, du carbone et des éléments minéraux à différentes échelles spatio-temporelles.
- En vue de **Spatialiser** les modèles de fonctionnement des peuplements d'Eucalyptus à l'échelle d'un massif

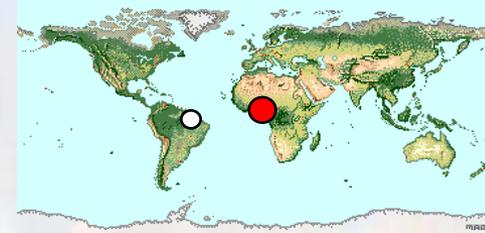


Site de pointe Noire

3. Dispositifs et mesures

- dispositif de Hinda (Énergie, H_2O , CO_2) 400 ha
- dispositif de Kondi (Cycle biogéochimique) 27 ha
- une tour à flux (micrométéorologie)
- mesures écophysiologicals, dendrométriques et minérales
- télédétection (future)





Site de pointe Noire

4. Des moyens humains et financiers

▪ Coordinateur :

Olivier Hamel, hamel@cirad.fr

▪ Intervenants :

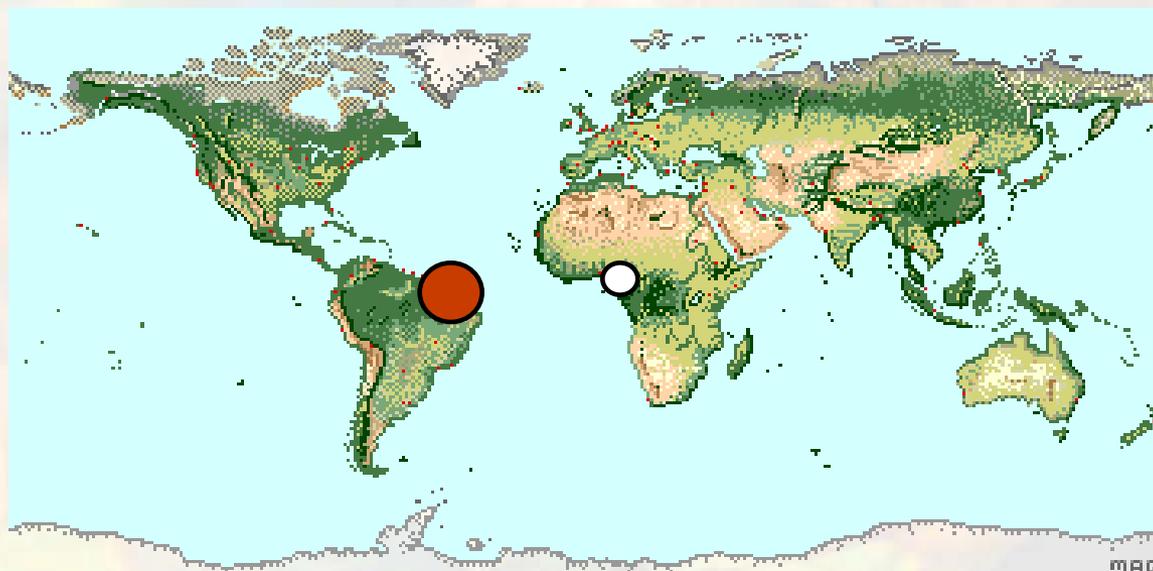
*L Saint-André, C Jourdan, O Roupsard, JP Bouillet, Y Nouvellon,
P Deleporte, JN Marien, A Thongo, L Mounzeo, J Médéssou Kazotti,
A Mabilia, JM Bonnefond, P Berbigier, M Irvine, R Joffre, D Epron,
J Ranger*

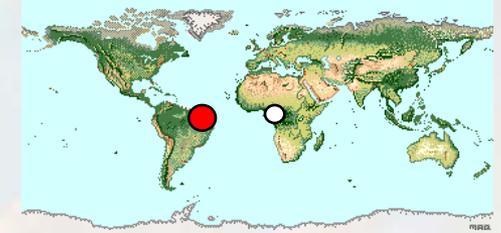
▪ Financements :

Cirad, Région Languedoc Roussillon, MEDD, UR2PI, (Hinda)
Cirad, UR2PI, Inra, Ifs, Cifor, (Kondi)
GIP Ecofor, Ulcos (2005) (Hinda + Kondi)

8

*Le site atelier de Paracou (Guyane)
projet Guyaflux*

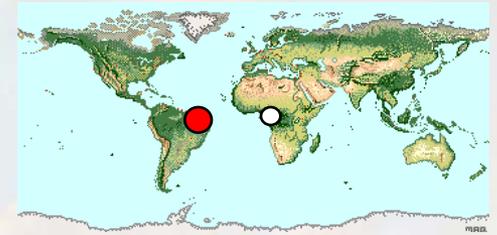




Site de Paracou

I. Le site

- installation en 2003
- forêt tropicale humide non-perturbée , à 15 km de l'océan atlantique
- végétation : forêt mature, hauteur moyenne de 35 m (arbres émergents à 45 m). Familles principales : Caesalpinaceae, Lécythidaceae, Chrysobalanaceae et Sapotaceae (180 esp. d'arbres différentes par ha)
- climat
 - température moyenne annuelle: 28,3°C
 - précipitations : 3000 mm par an (fortes variations inter-annuelles)
 - humidité : 85 %
 - saison sèche d'août à novembre, et en mars
- sols ferrallitiques, acides et pauvres en éléments minéraux



Site de Paracou

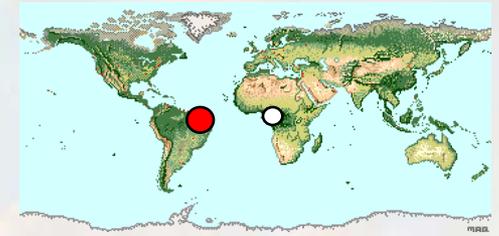
2. Objectifs

- Mesurer en continu les **flux d'énergie et de matière** (CO₂, H₂O) entre le couvert forestier tropical humide de Guyane et l'atmosphère
- Analyser la variabilité inter- et intra-annuelle de ces flux et les paramètres (climat, disponibilité en eau, ...) à l'origine de ces variations
- Caractériser les différentes composantes des **cycles du carbone et de l'eau** dans l'écosystème
- Relier flux de carbone, croissance et productivité des arbres
- Caractériser les **couplages entre les flux d'eau et de carbone** et le cycle de l'azote et des éléments minéraux



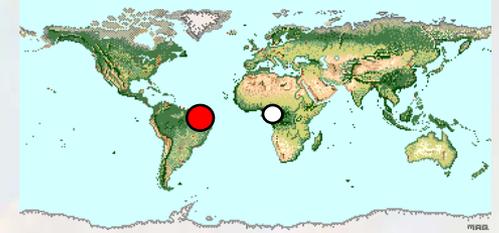
3. Dispositifs et mesures

- zone d'environ 100 ha composée de petites collines de 40 m de hauteur max
- une tour à flux (55m)
- mesures écophysiologicals et dendrométriques



Site de Paracou





Site de Paracou

4. Des moyens humains et financiers

▪ Coordinateur :

Damien Bonal (INRA Kourou), damien.bonal@kourou.cirad.fr

▪ Intervenants :

S. Ponton, JY Goret, JM Guehl, C. Brechet, A. Granier, B. Longdoz, P. Gross, JM. Bonnefond, D. Epron, V. Le Dantec, J. Chave, S. Richard, D. Sabatier, S. Hattenschwiler

▪ Financements :

INRA, FEDER, Ministère de la Recherche, ACI-PNBC 2003

9

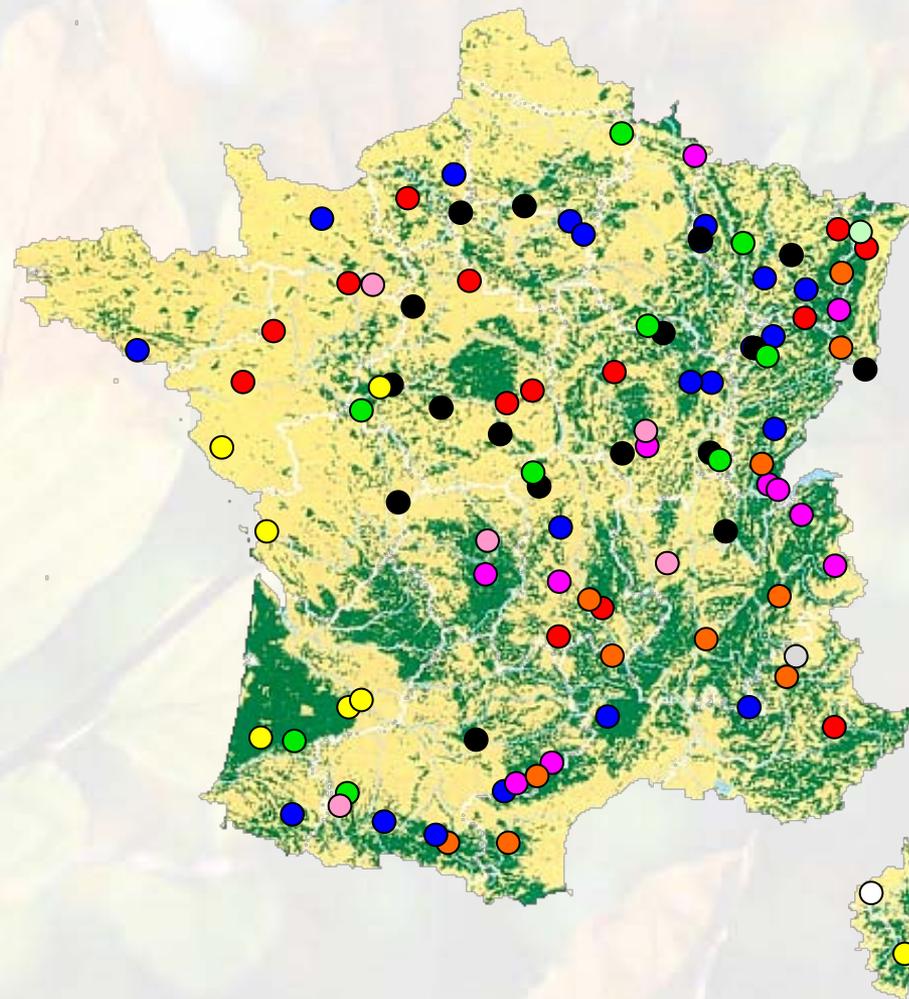


Le réseau **RENECOFOR**



Réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers

- | | |
|-------------------------------|--------------------|
| ● Hêtre (20) | ● Sapin (11) |
| ● Chêne sessile (19) | ● Pin maritime (7) |
| ● Chêne pédonculé (9) | ● Douglas (6) |
| ● Épicéa (11) | ○ Pin laricio (2) |
| ● Pin sylvestre (14) | ○ Mélèze (1) |
| ○ Chêne pédonculé/sessile (2) | |



Réseau RENECOFOR



I. Le réseau

- création en 1992
- partie française d'un ensemble de placettes permanentes de suivi des écosystèmes forestiers, installées dans 39 pays européens :
réseau de 102 sites d'observation permanents,
suivis pendant 30 ans
- grande variété d'écosystèmes
- représentativité des régions dans lesquelles sont situées les placettes





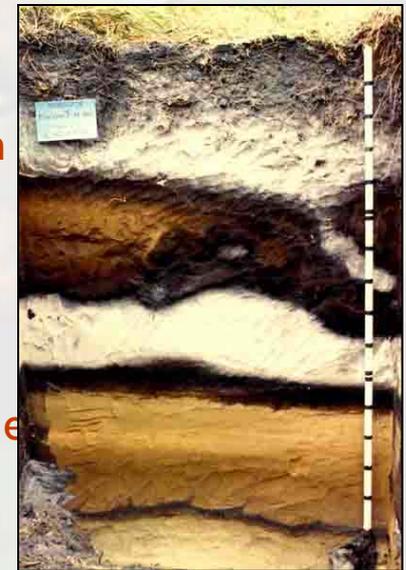
2. Objectifs

- détecter d'éventuels **changements à long terme** dans le fonctionnement d'une grande variété d'écosystèmes et déterminer les raisons de ces changements
- compléter le système de **surveillance sanitaire** des forêts françaises
- Contribuer à des **changements d'échelle** entre les sites ateliers faisant l'objet de suivi très détaillés et la surface forestière française
- Déterminer le niveau de charge critique en polluants susceptible de déstabiliser des écosystèmes forestiers
- Représenter une **source de données fiable** pour des études ponctuelles sur les écosystème forestiers



3. Dispositifs et mesures

- Chaque placette a une surface de 2 hectares, partie centrale de 0,5 hectare clôturée
- inventaires dendrométriques, étude dendrochronologique
- analyses foliaires
- mesures météorologiques automatiques
- observations phénologiques
- observations entomologiques, pathologiques, de la défoliation la coloration anormale annuelles
- estimation de la production annuelle de nécromasse
- description de sols et détermination de leur fertilité
- mesure des concentrations d'ozone et d'ammoniac dans l'air et observations des symptômes d'ozone
- mesure des dépôts atmosphériques humides
- analyse des solutions de sol





4. Des moyens humains et financiers

▪ **Coordinateur :**

Erwin Ulrich, erwin.ulrich@onf.fr

▪ **Intervenants :**

L. Croisé, M. Lanier, S. Cecchini, P. Mengin-Lecreux,
V. Trévedy, C. Szymanski

Dans les régions :

- 190 responsables et suppléants et de nombreux ouvriers forestiers
 - 10 techniciens
- **Financement :** Union Européenne, ONF, MAAPAR, ADEME