



HAL
open science

EcoPlant: a phytoecological database that allows the prediction of tree species niches and productivity

Christophe Coudun, Jean-Claude J.-C. Gégout, Ingrid Seynave, Christian C. Piedallu

► **To cite this version:**

Christophe Coudun, Jean-Claude J.-C. Gégout, Ingrid Seynave, Christian C. Piedallu. EcoPlant: a phytoecological database that allows the prediction of tree species niches and productivity. 5. Workshop on Vegetation databases and monitoring, Feb 2006, BREMEN, Germany. 38 p. hal-02823112

HAL Id: hal-02823112

<https://hal.inrae.fr/hal-02823112v1>

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



ENGREF: French Institute of Forestry, Agricultural and Environmental Engineering

INRA: French National Institute for Agricultural Research



**5th workshop « Vegetation databases »
Universität Bremen – 24 February 2006**

EcoPlant

**a phytoecological database that allows the prediction of
tree species niche and productivity**

Christophe COUDUN*,

Jean-Claude GEGOUT, Ingrid SEYNAVE and Christian PIEDALLU

Laboratoire d'Etude des Ressources Forêt-Bois, Equipe Ecologie Forestière, ENGREF, Nancy

***Present address: Centre for Terrestrial Carbon Dynamics, CTCD, UK,**

christophe.coudun@forestry.gsi.gov.uk

EcoPlant: why?

There are different **databases** in France to study the different compartments of **ecosystems**

Pedological databases: e.g. DONESOL

Floristic databases: e.g. SOPHY

Ecological databases: e.g. IFN

These databases are **not adapted** to the **quantitative** study of species behaviour to **climate** and physical and chemical **soil parameters**

Forest phytocological relevés in France

Many forest **phytological relevés** (digitalised or in forest catalogues), scattered **all over France**, with:

List of **all species present** on the relevé with **cover/abundance** data

Site-specific environmental description:

physical and chemical **soil** conditions, **climatic** data

EcoPlant was created to **group and structure** all those data in order to **study the response** of forest plant species to the **main climatic and edaphic factors** in a **quantitative** way

Talk divided into three parts

1. Description of EcoPlant

1.1. Structure of EcoPlant

1.2. Description of main variables

2. Main applications of EcoPlant

2.1. Ecological indicator values

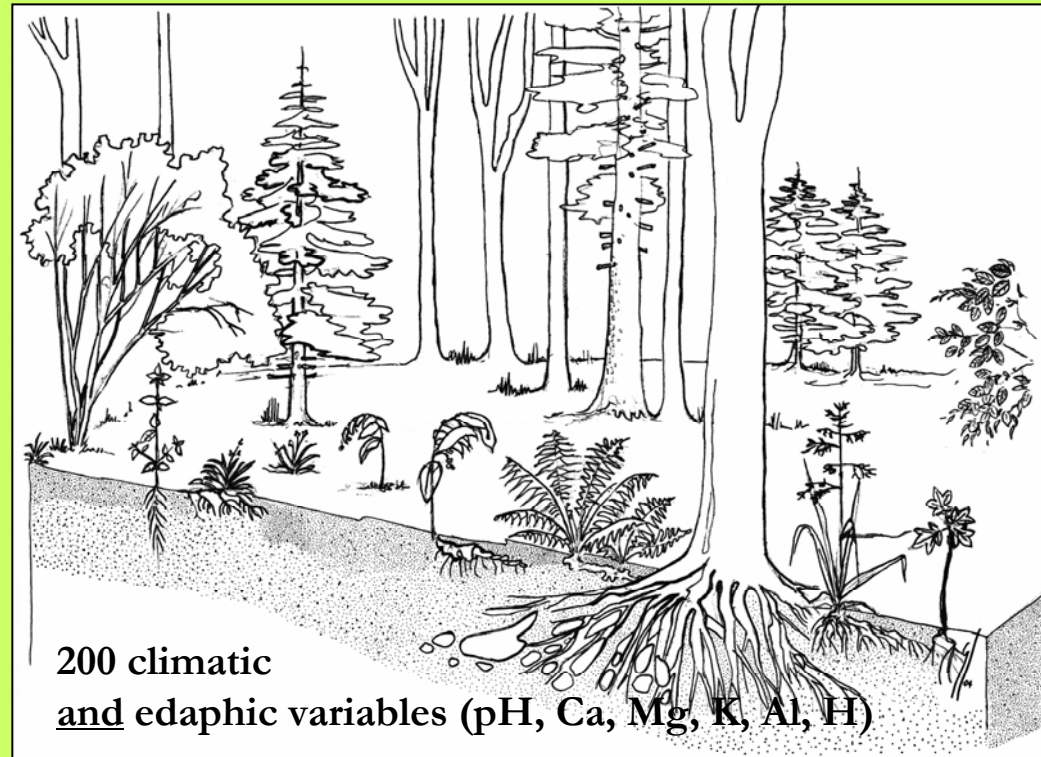
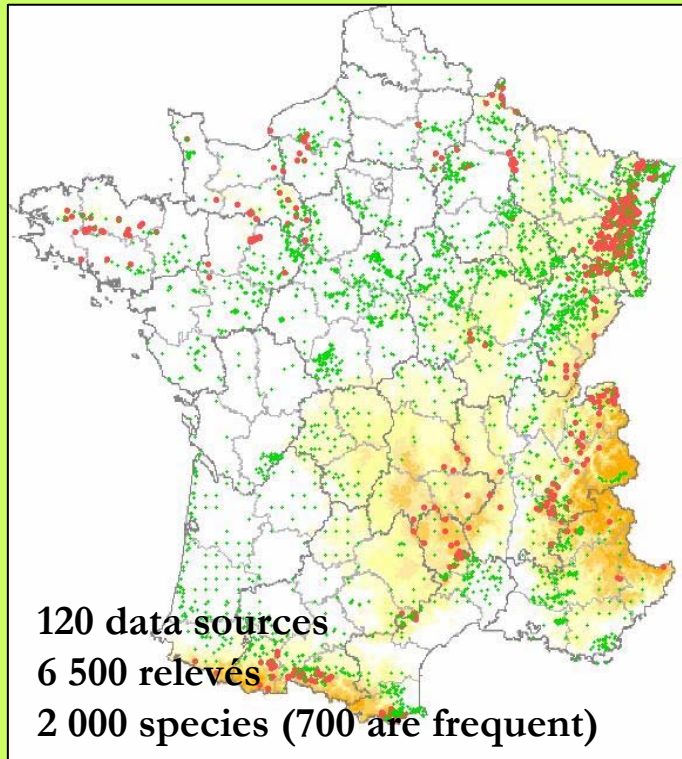
2.2. Ecological niche determination (*Acer campestre*)

2.3. Productivity of forest trees (*Fagus sylvatica*)

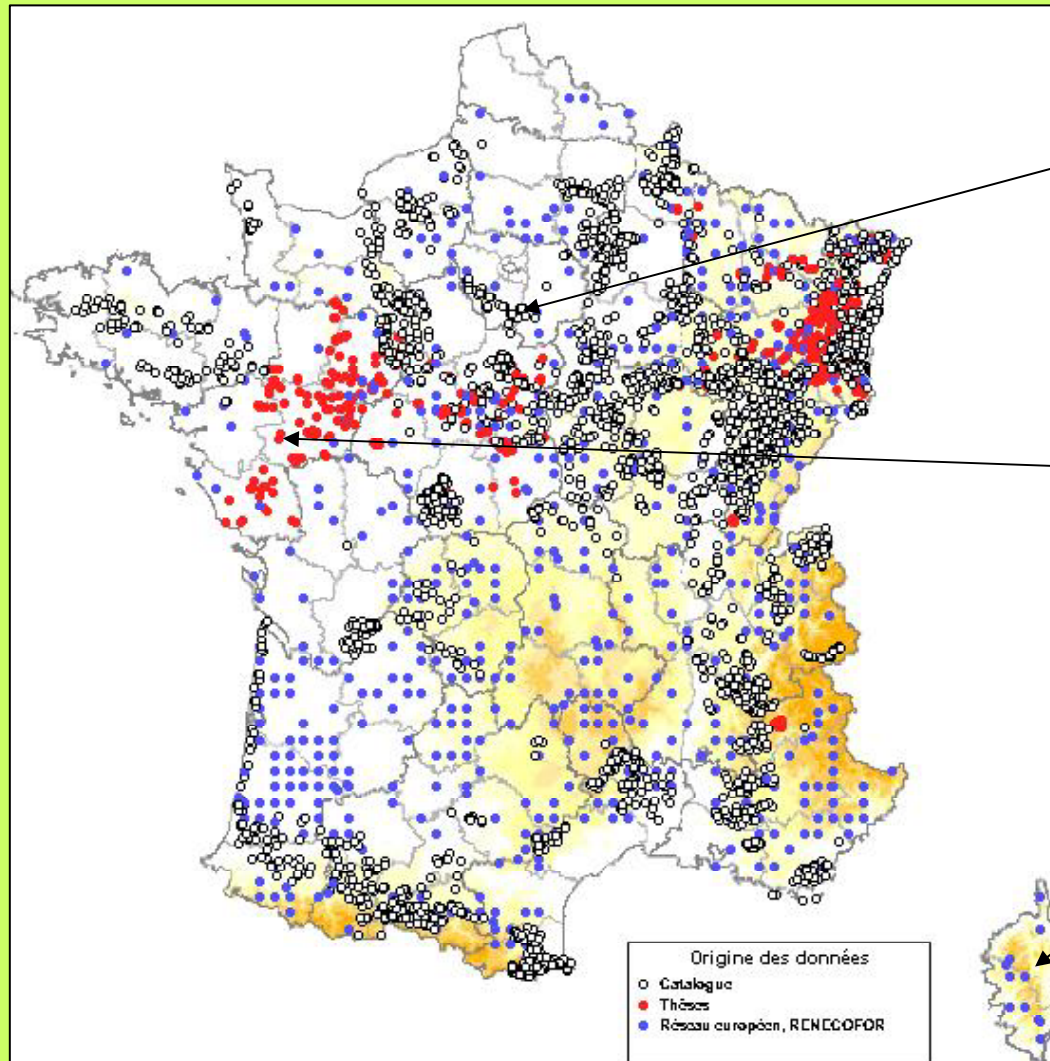
3. Perspectives

1. Description of EcoPlant

Introductory overview



Three main sources of data



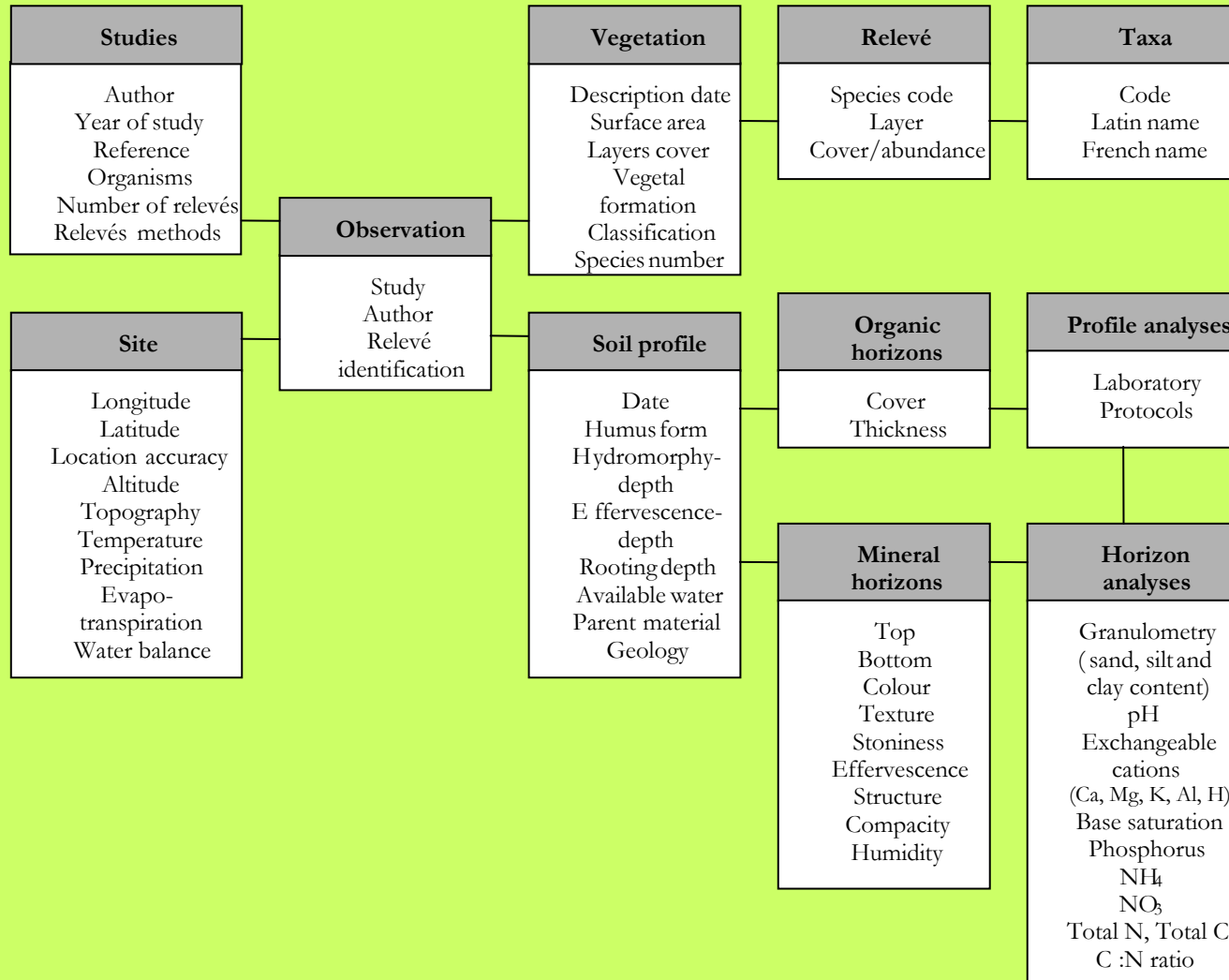
Catalogues of forest sites
(n = 4,282)

PhD dissertations
(n = 1,507)

Forest networks
(n = 643)

1.1. Structure of EcoPlant

Structure of EcoPlant



1.2. Description of main variables

Background data on study

observations 2072 sur 6250

Etude | Placette | Végétation | Profil | Analyses

SAISIR L'ETUDE | modifier le titre de l'étude courante

Relevés phytocécologiques avec analyses de sol réalisés dans la forêt des Hospices de Nancy (Vosges)

Complément :
Données non publiées. Équipe Écosystèmes forestiers, ENGREF, Centre de Nancy.

Titre court : Hospices Morlot

Année : 1994

Auteurs : D. Morlot

Pour le compte de :

Financements :

Radical étude : Mor

Gestionnaires des données :

Disponibilité : ?

Restrictions

Méth. échantillonnage : ?

Méth. relevé florist. : placette unique

Méth. surf. relevé : estimé

Méth. stratif. vert. : ALav_H+M

Méth. recouvr. strates : _

Méth. abondance : Braun-Blanquet en 7 classes (0, +...)

Système initial coordonn. : ?

Relevés floristiques : 19

Profils analysés : 19

Commentaires :
Etude non publiée. Les sols n'ayant pu être renommés selon le R.P. 95 avec certitude, on a gardé le nom C.P.C.S. en commentaire du profil. Pas de

Location and climatic data

observations 2072 sur 6250

Etude Placette Végétation Profil Analyses

SAISIR PLACETTE

Mor10

Code station :

Code relevé :

Date observ :

Stat. juridique :

Passé :

Important for monitoring issues

Cond. particul :

Topographie :

Drainage :

Pente :

Exposition :

Indice rayont :

Temp moy ann :

Ampl moy ann :

Precip moy ann :

ETP :

Déficit estival :

Région :

Département :

Commune :

Lieu-dit :

Parcelle :

Carte topo :

Précision :

X lambert local :

Y lambert local :

X lambert II :

Y lambert II :

X grades :

Y grades :

X degrés :

Y degrés :

Z altitude :

Commentaires :

AUTEURS DES OBSERVATIONS

D. Morlot

Vegetation and species abundance data

observations

2072 sur 6250

Etude Placette Végétation Profil Analyses

SAISIR VEGETATION modifier l'identifiant

Mor10_V1

Date relevé initial : 00/00/00
 Date relevé compl : 00/00/00
 Surface du relevé : -1
 Surface communauté : ?
 Nb. sp. vasculaires : 15
 Nb. sp. total : 18
 Nb. sp. non reconnues : -1

Arbres hauts : -1
 Arbres bas : -1
 Arbustes hauts : -1
 Arbustes bas : -1
 Herbacés : -1
 Mousses : -1
 Strate > 2 m : -1
 Strate > 50 cm : -1

Formation végétale : ?
 Alliance : ?
 Association : ?
 Corine biotope : ?
 Méthode classement 3 : -
 Classement 3 : -1

Commentaires :

Trier

Str.	Taxon	AD
A	Abies alba	4
A	Sorbus aucuparia	+
av	Picea abies	2
av	Abies alba	2
av	Fagus sylvatica	1
av	Acer platanoides	1
h	Dryopteris dilatata	1
h	Dryopteris filix-mas	1
h	Lamium galeobdolon	1
h	Oxalis acetosella	1
h	Rubus idaeus	1
h	Festuca altissima	1
h	Prenanthes purpurea	1
h	Stellaria nemorum	1
h	Luzula luzuloides	+
h	Luzula sylvatica	+
m	Plagiomnium undulatum	3
m	Atrichum undulatum	+
m	Polytrichum formosum	+

Braun-Blanquet scale

Important for monitoring issues

Description of soil profiles and horizons

observations **Monitoring** 2086 sur 6250

Etude Placette Végétation Profil Analyses

SAISIR PROFIL modifier l'identifiant

Nnb05_P1

Date descript : 12/05/92

Technique observ : ?

Cause d'arrêt : ?

Perturbation : -

Antécédents climat. : ?

Formation sup. : pas de formation superficielle

Roche, catégorie : roche sédimentaire meuble ...

Roche, nom complet : alluvions de la Thur

Prof. effervesc. : -2

Prem. elts calc. : -2

Méthode RUM : - RUM : -1

Hydr

Hydromorphie faible : 40

Hydromorphie moyenne : 50

Hydromorphie forte : 50

Profondeur plancher : -2

Profondeur nappe : 80

Racines

Enracinement faible : -1

Enracinement moyen : 50

Enracinement fort : -1

Enracinement très fort : -1

Prof. prospectable max. : 80

Humus

n°	nom	recv	eps
1	OLn	100	-1
2	OLv	100	-1

Trans. O/A : ?

Forme humus : eumull

Nom R.F.P. : Réductisol typique

Qualificatif R.F.P. : brunifié, légèrement désaturé, de nappe alluviale

Commentaires : -

n°	nom	sup	inf	text	EG1 taille	EG1 nature	EG1%	EG2 taille	EG2 nature	EG2%	EGT%	efferv int	efferv loc	Mun1	nat. coul1
1	A	0	10	SL	-	-	0	-	-	0	0	-	-	-1	matrice
2	S	10	50	SL	cailloux	sédi coh sil	-1	-	-	0	-1	-	-	-1	matrice
3	Go	50	80	LSA	cailloux	sédi coh sil	-1	-	-	0	-1	-	-	-1	?
4	Gr	80	-1	LA	cailloux	sédi coh sil	10	-	-	0	10	-	-	-1	hydro reduc

n°	nom	Mun2	nat. coul2	%2	Mun3	nat. coul3	%3	Elts part nat.	Elts part ab.	Compacité	Humidit	Struct.	Dévlp.	Regu	Nett	Fin
1	A	-2	-	0	-2	-	0	-	-	meuble	?	grumele	net	reg	grad	<input type="checkbox"/>
2	S	-1	hydro oxy	-1	-2	-	0	-	-	?	?	grumele	peu net	reg	net	<input type="checkbox"/>
3	Go	-1	hydro oxy	35	-2	-	0	-	-	?	?	massive	net	reg	net	<input type="checkbox"/>
4	Gr	-1	hydro oxy	30	-2	-	0	-	-	?	noyé	massive	net	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>

Physical and chemical analyses of soil horizons

observations **Monitoring** 2086 sur 6250

Etude Placette Végétation Profil Analyses

SAISIR ANALYSES modifier l'identifiant

Nnb05_A1

Date de prélèvement : 12/05/92
 Méthode prélèvement : ?
 Laboratoire : Pathologie Végétale, Nanc...
 Date d'analyse : 00/00/00

Méthode granulo : ?
 Dilution pH : sol/eau = 1/5
 Méthode bases éch : Acétate d'ammonium à pH 7
 Méthode CEC pH sol : -
 Méthode Al éch : -
 Méthode carbone : -
 Méthode P205 autre : ?
 Méthode Fer libre : Jackson (CBD) - complexant citrate
 Méthode Al libre : -

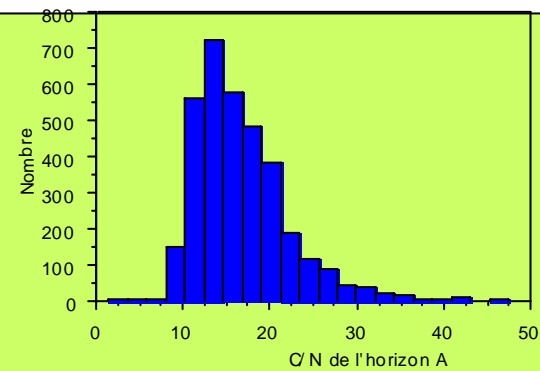
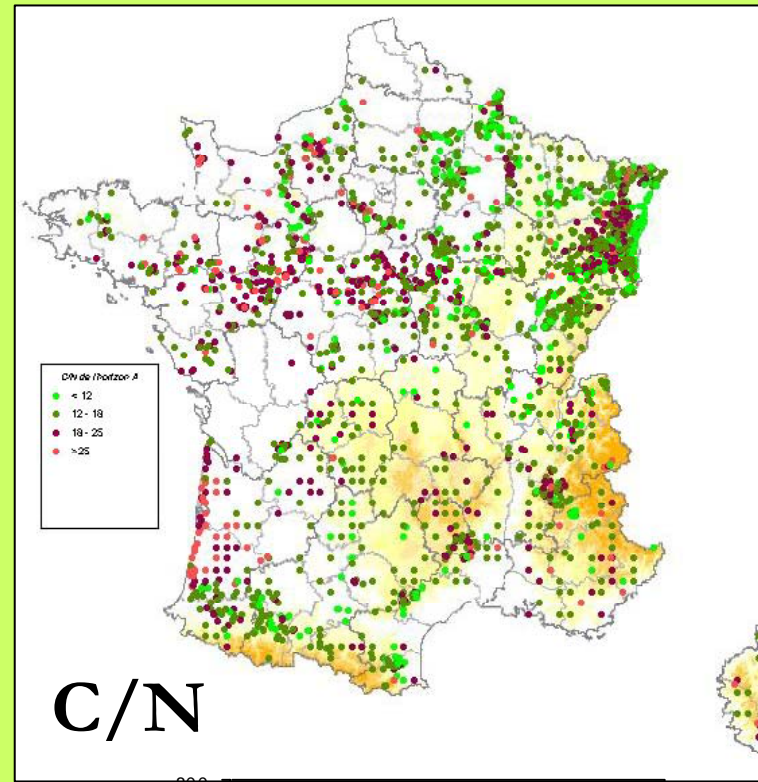
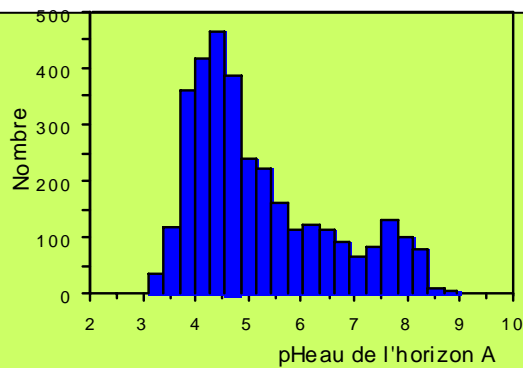
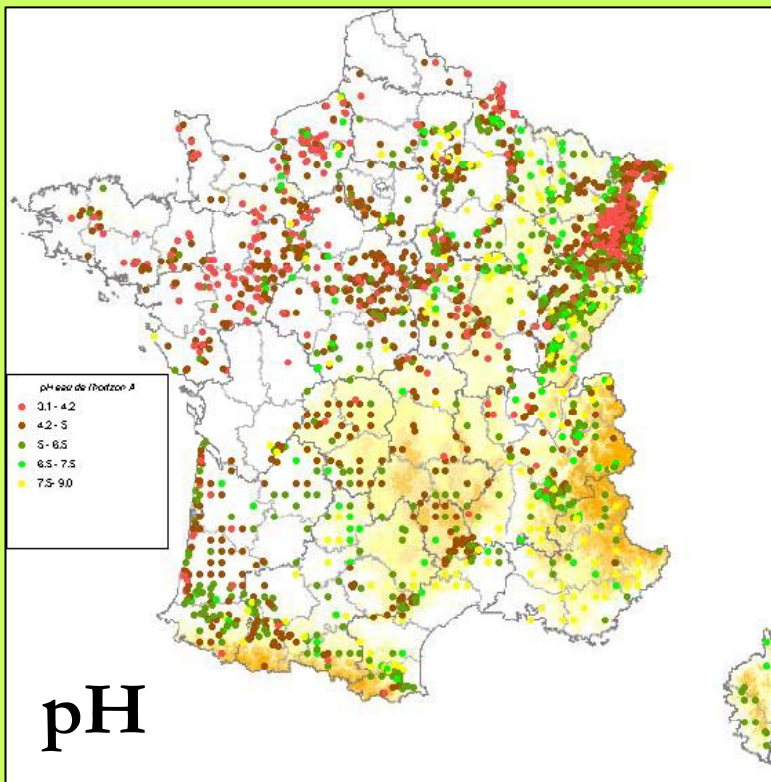
n°	nom	sup	inf	N° analyse	prétraitement	clxl%	grv%	Sg%	Sf%	Lg%	Lf%	Arg%	pHeau	pHKCl	pHCaCl2	calTot	calAct
1	A	0	10	-1	?	-1	-1	140	247	270	157	186	6,4	5,8	-1	0	-1
2	S	10	50	-1	?	-1	-1	196	171	269	209	155	5,8	5,2	-1	0	-1
3	Go	50	80	-1	?	-1	-1	246	154	187	213	200	6,1	4,8	-1	0	-1

n°	nom	Ca	Mg	K	Na	CECMet	CECPH	Al éch	Mn éch	Fe éch	H+	S/TpHsol	S/TpH7	mo	C%	N%	C/N
1	A	19,34	1,93	1,27	0,06	16,9	-1,0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1	100	51,5	29,9	2,3	12,8
2	S	14,85	1,43	0,65	0,03	15,5	-1,0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1	100	21,2	12,3	1,1	10,5
3	Go	11,35	1,09	0,57	0,06	11,1	-1,0	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1	100	5,7	3,3	0,3	8,5

n°	nom	Nam	Nnit	P205Du	P205JH	P205 3	méthode	densité	Fe libre	Al libre	Hum res
1	A	-1	-1	-1,000	-1,000	0,290	-	-1,00	3,4	-1,0	-1,0
2	S	-1	-1	-1,000	-1,000	0,230	-	-1,00	3,0	-1,0	-1,0
3	Go	-1	-1	-1,000	-1,000	0,270	-	-1,00	2,7	-1,0	-1,0

Commentaires :

National syntheses of ecological variables



Summary list of all relevés

observations

6250 sur 6250

n° relv	station	titre court	dep	departement	topographie	alt.	roche	sol RFP
10	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant	940	cristalline	Brunisol ol
12	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol oc
20	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol ol
52	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	*			sol oc
54	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol oc
55	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	1/3 inférieur de versant			sol ol
57	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	1/3 inférieur de versant			sol ol
58	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol ol
59	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol ty
60	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol ty
61	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol ty
67	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol ol
68	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol ol
69	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol ol
70	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol ol
71	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol ty
72	-2	Hospices Morlot	88	Vosges	milieu de versant			sol ol
-1	NBR11	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	dépression			tsisol
-1	NBR12	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	dépression			tsisol
-1	NBR13	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	dépression			tsisol
-1	NBR21	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	dépression			tsisol
-1	NBR22	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	dépression			tsisol
-1	NBR31	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	terrasse nette			sol ty
-1	NBR41	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	plateau ou zone plane			isol
-1	NBR42_1	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	plateau ou zone plane			sol mé
-1	NBR42_2	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	dépression			sol mé
-1	NBR43_1	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	dépression			sol sa
-1	NBR43_2	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	plateau ou zone plane			isol
-1	NBR44	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	dépression			sol mé
-1	NBR51	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	plateau ou zone plane			sol sa
-1	NBR52	III - Nonnenbruch	68	Haut-Rhin	plateau ou zone plane			sol sa

Observations

Chercher

Sélectionner

Trier

Tout voir

Créer

Supprimer

-> glossaires

Import

sophy

Export

Carte

Quitter

Powerful research engine!

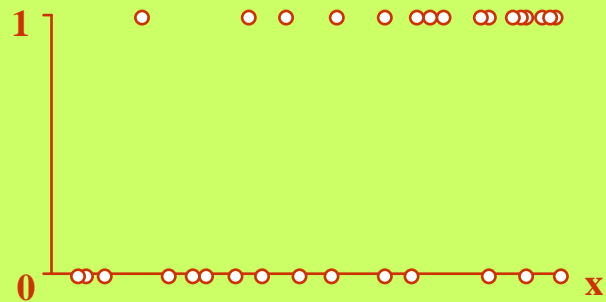
Gégout J.-C., Ch. Coudun, G. Bailly and B. Jabiol (2005): EcoPlant: A forest site database linking floristic data with soil and climate variables. *Journal of Vegetation Science*, 16, 257-260.

2. Main applications of EcoPlant

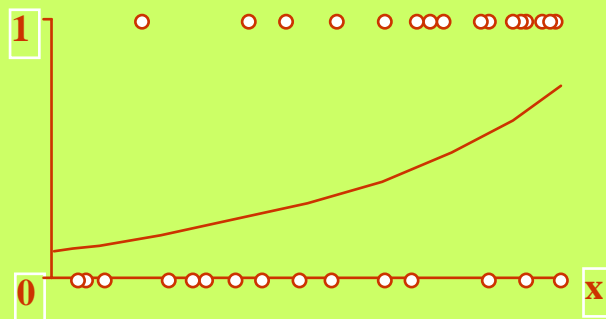
2.1. Ecological indicator values

Ecological response curves along one gradient

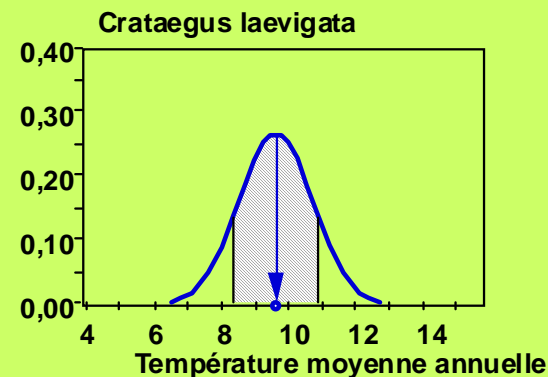
1 - Repartition of observed **presence** (1) and **absence** (0) along an ecological factor (e.g. $x = \text{pH}$)



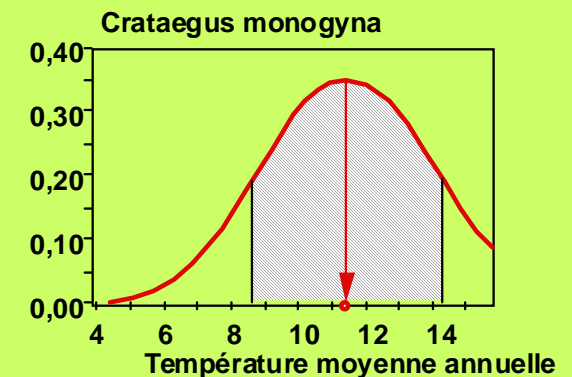
2 - Modelling of species response curve with **logistic regression**



3. Definition of **species indicator values**: optimum and amplitude



Crataegus laevigata
Optimum : 9.6 °C
Amplitude : 3.2 °C

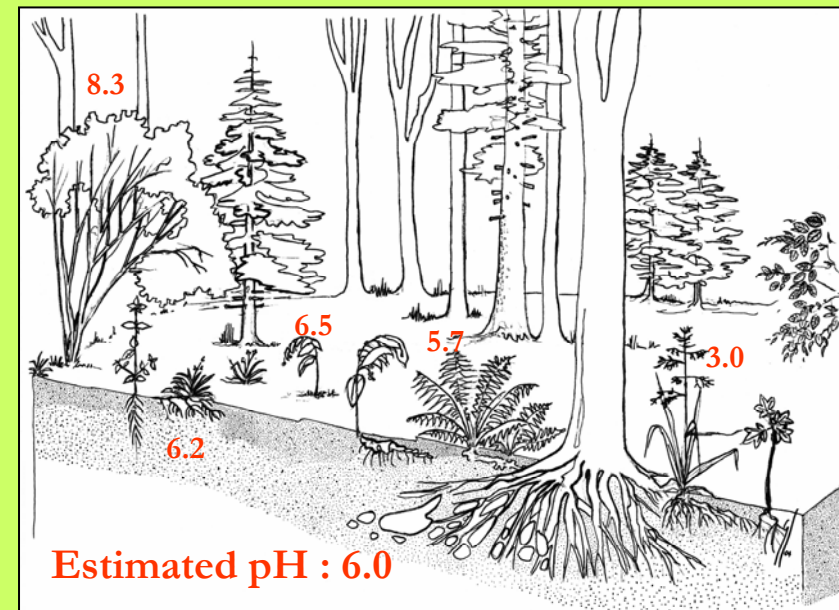
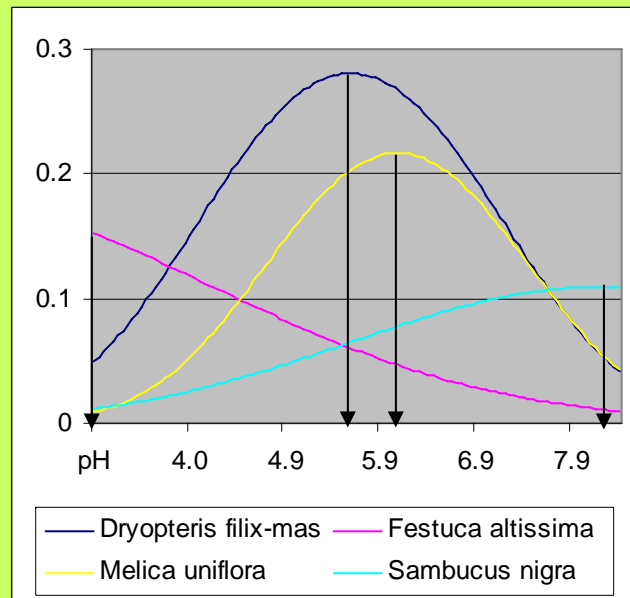


Crataegus monogyna
Optimum : 11.5 °C
Amplitude : 5.5 °C

Species ecological indicator values based on real measurements

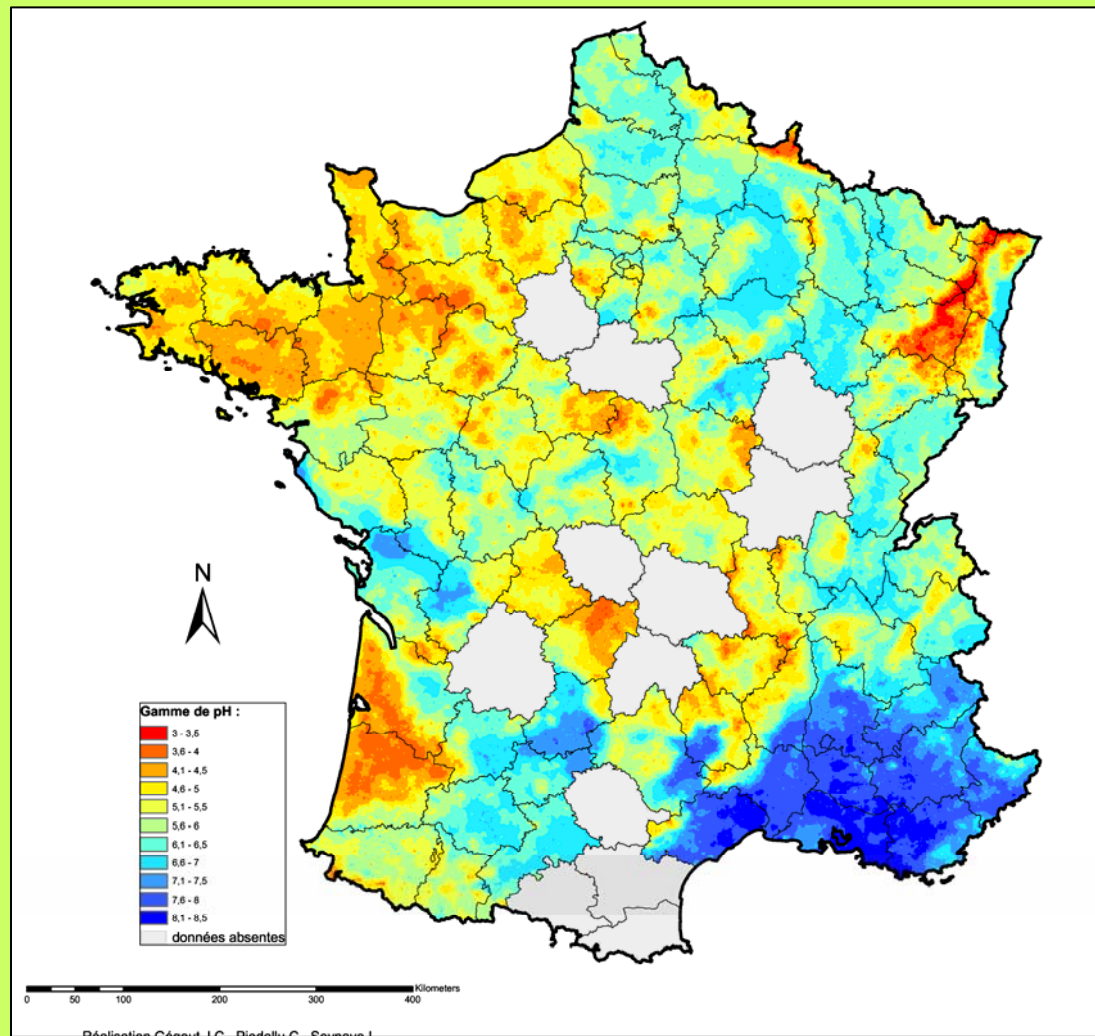
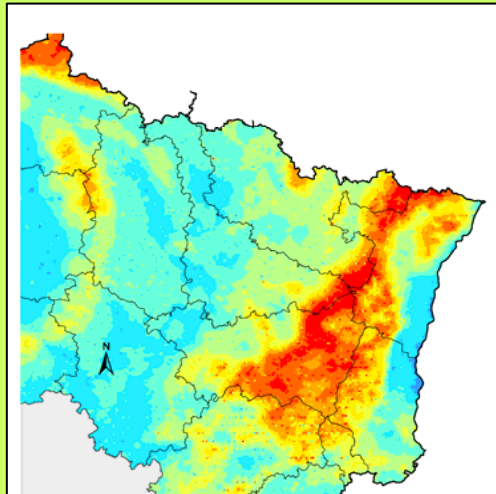
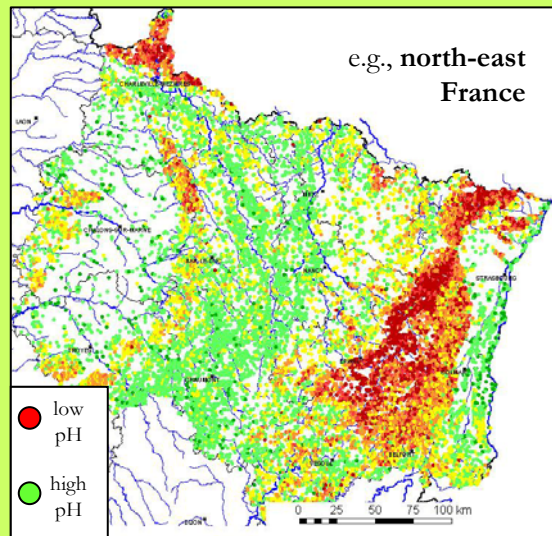
Selection of environmental factors having a « **direct** » physiological influence on plant growth and survival

Factor	Measured variable	Ellenberg/Landolt
Acidity	pH, S/T	R
Nitrogen	C/N	N
Temperature	Mean annual T	T
Thermal stress	Mean January T	K
Hydrologic stress	De Marton index	F



Edaphic maps: e.g. soil pH

(spatial interpolation of bio-indicated values, from EcoPlant)

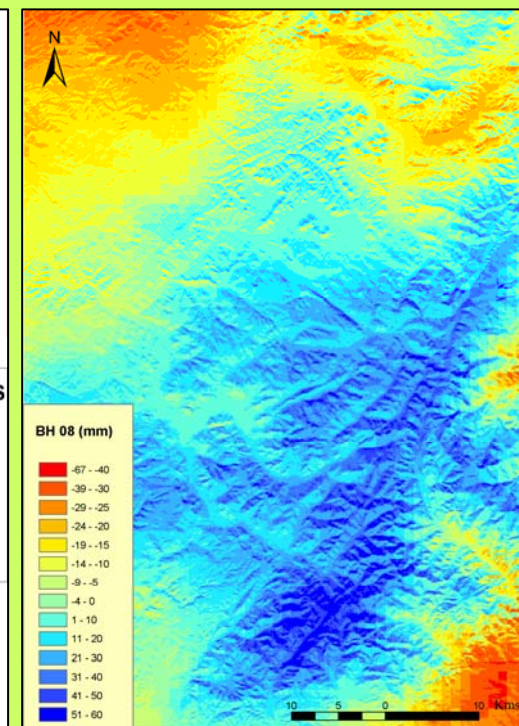
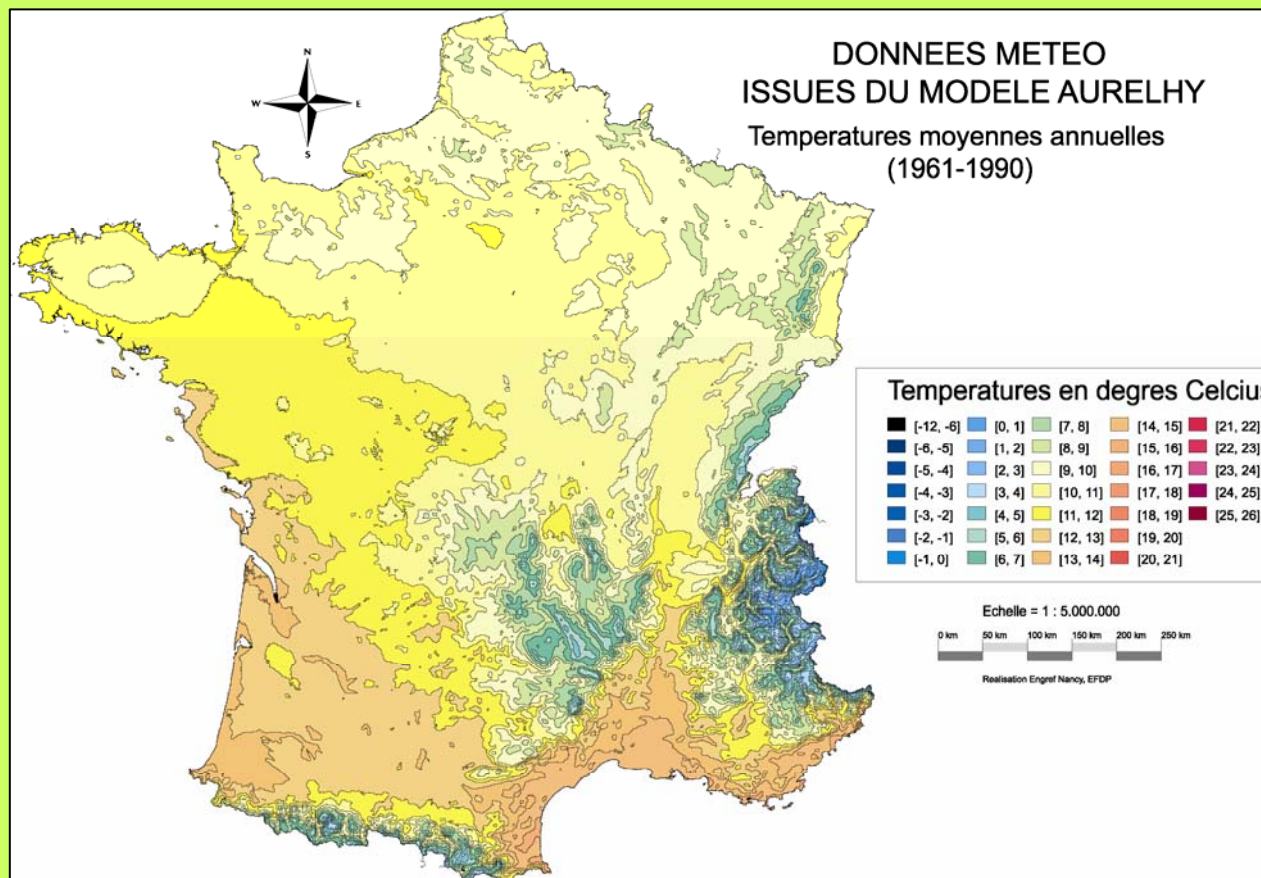


24 Feb. 2006

EcoPlant: ENGREF phytocological
database

22

Climatic maps from meteorological data and DEM



Water balance ($P - PET_{Turc}$)
in the Vosges Mountains

2.2. Ecological niche determination (*Acer campestre*)

Predicting the distribution of *Acer campestre* (L.) in French forests with climatic and edaphic factors



3,286 relevés

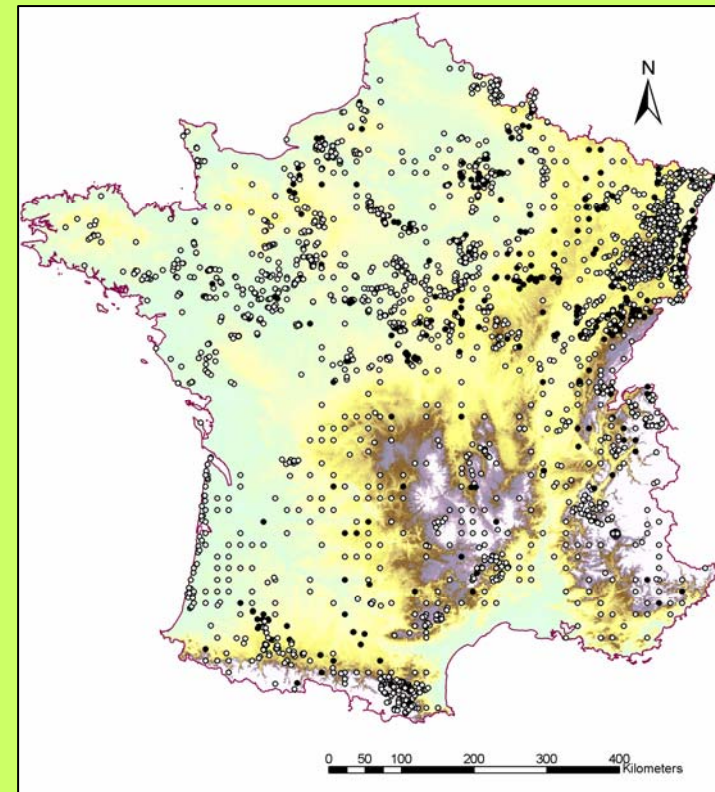
460 relevés with presence of *Acer campestre* (black points)

156 climatic variables

(T, P, radiation, PET, AET, WB...)

6 edaphic variables

(pH, C/N, S/T, Ca, Mg, K)



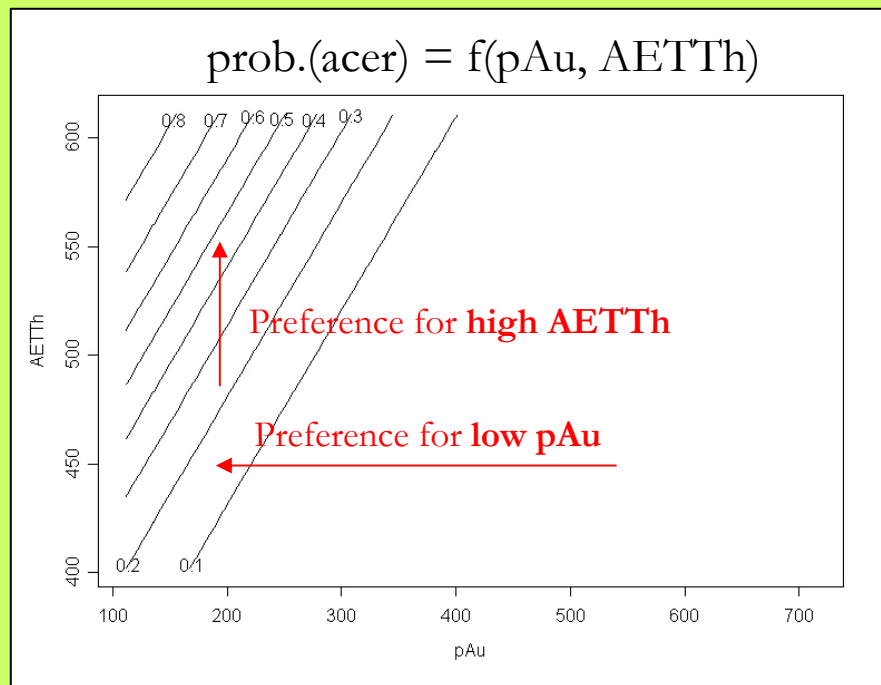
Coudun, Ch., J.-C. Gégout, C. Piedallu and J.-C. Rameau (in press): Soil nutritional factors improve plant species distribution models: an illustration with *Acer campestre* (L.) in France. *Journal of Biogeography*.

Ecological response of *Acer campestre*

(forward stepwise logistic regression)

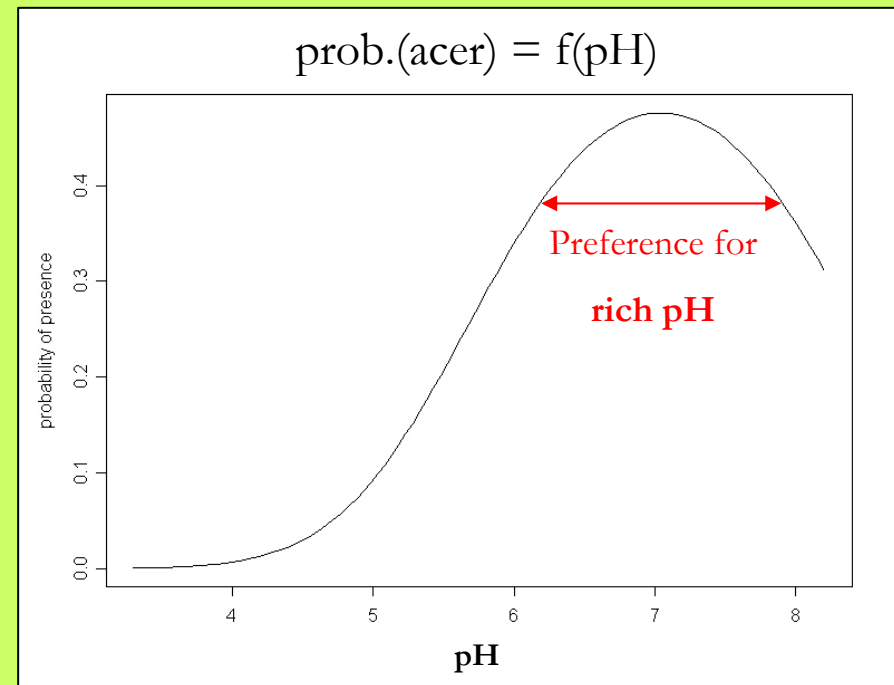
I. Climatic model only

1. Autumn precipitation (pAu)
2. Annual actual evapotranspiration (AETTh)

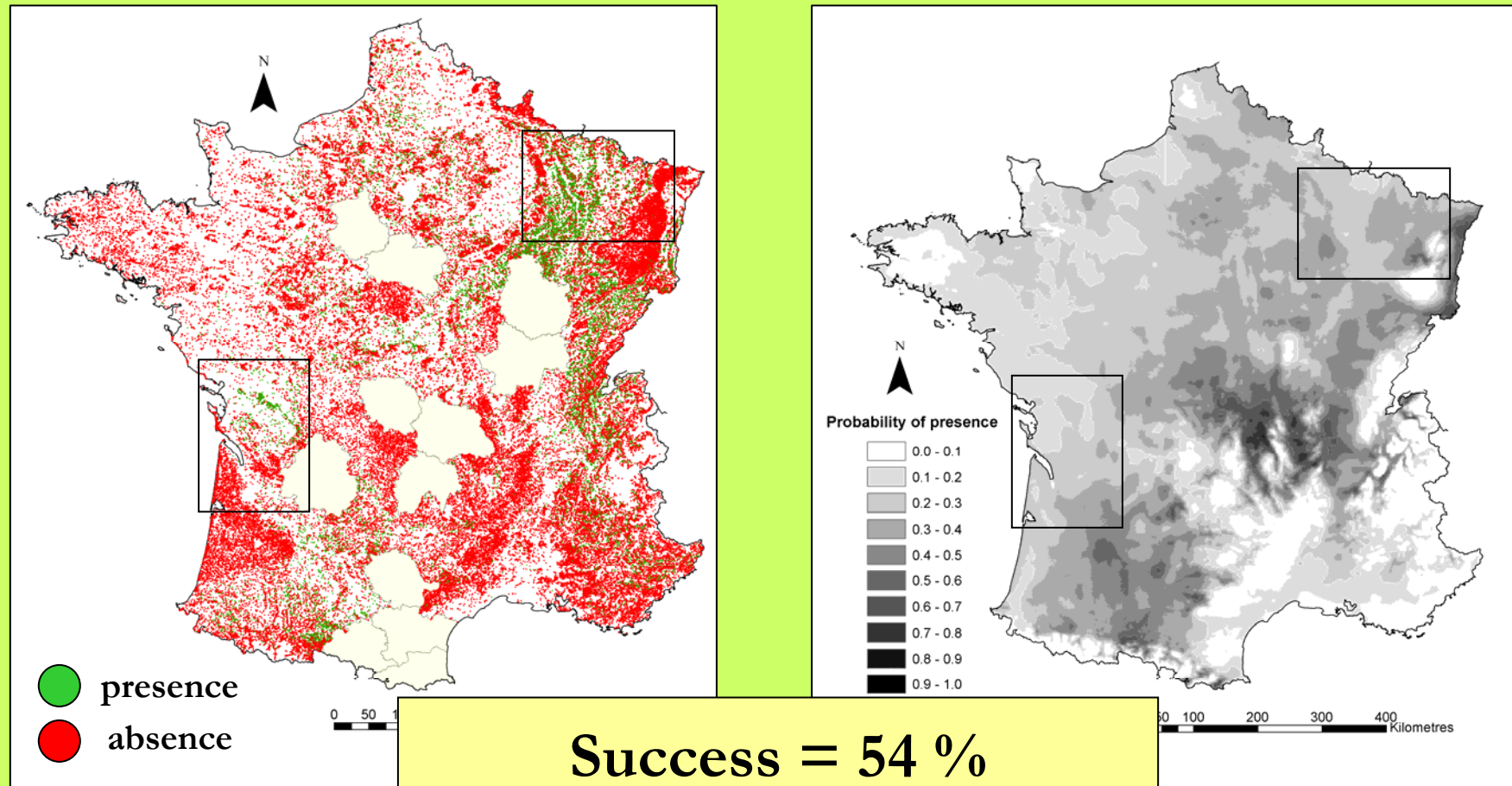


II. Climatic and edaphic model

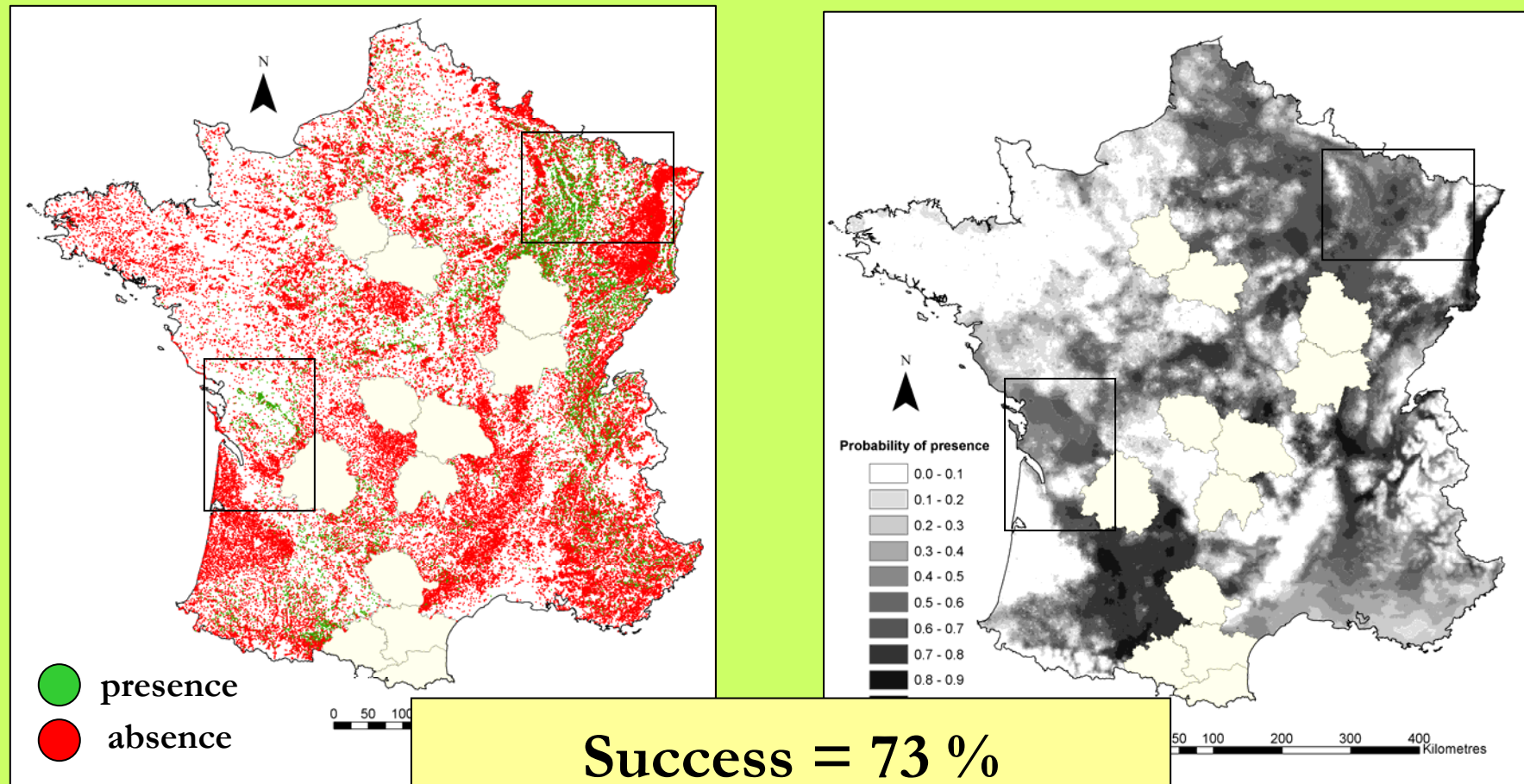
1. soil pH (pH)
2. Autumn precipitation (pAu)
3. Annual actual evapotranspiration (AETTh)



Map 1. Predicting the distribution of *Acer campestre* with climatic factors only (pAu + AETTh)



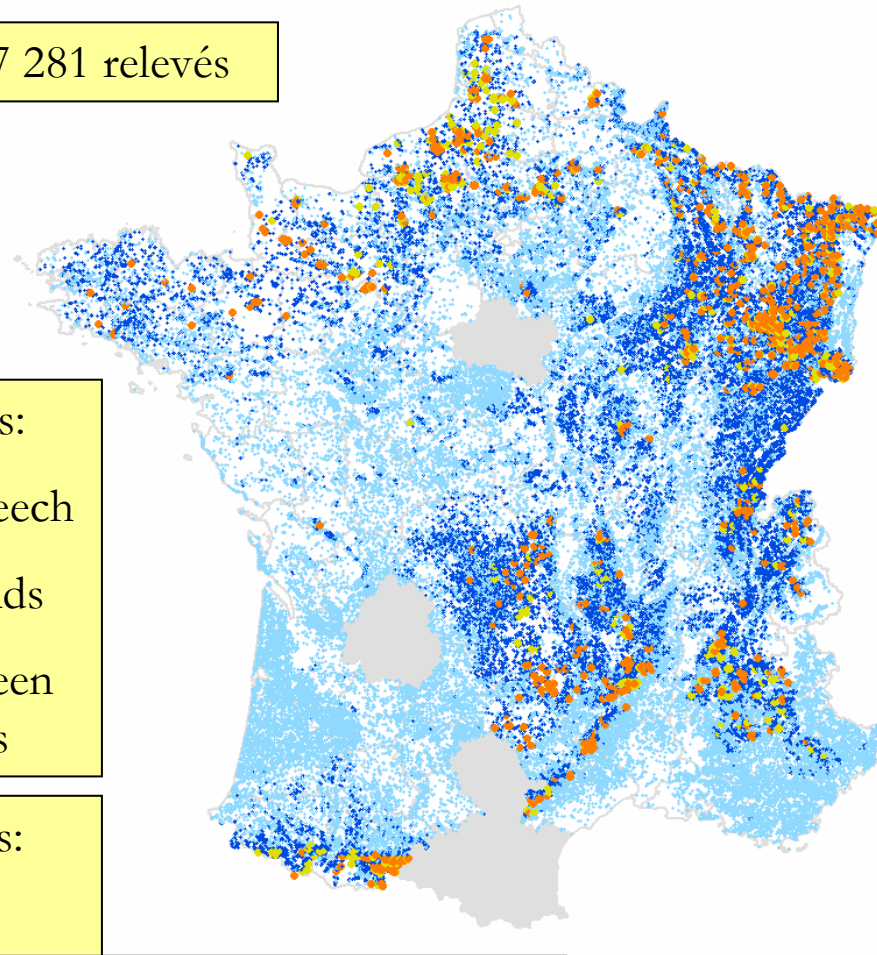
Map 2. Predicting the distribution of *Acer campestre* with climatic and edaphic factors (pH + pAu + AETTh)



2.2. Productivity of forest trees (*Fagus sylvatica*)

Productivity of *Fagus sylvatica* in French forests

IFN: 97 281 relevés



- Presence of Beech
- Absence of Beech
- Calibration points (819)
- Evaluation points (755)

Calibration points:

- (a) dominated by Beech
- (b) even-aged stands
- (c) stand age between 70 and 100 years

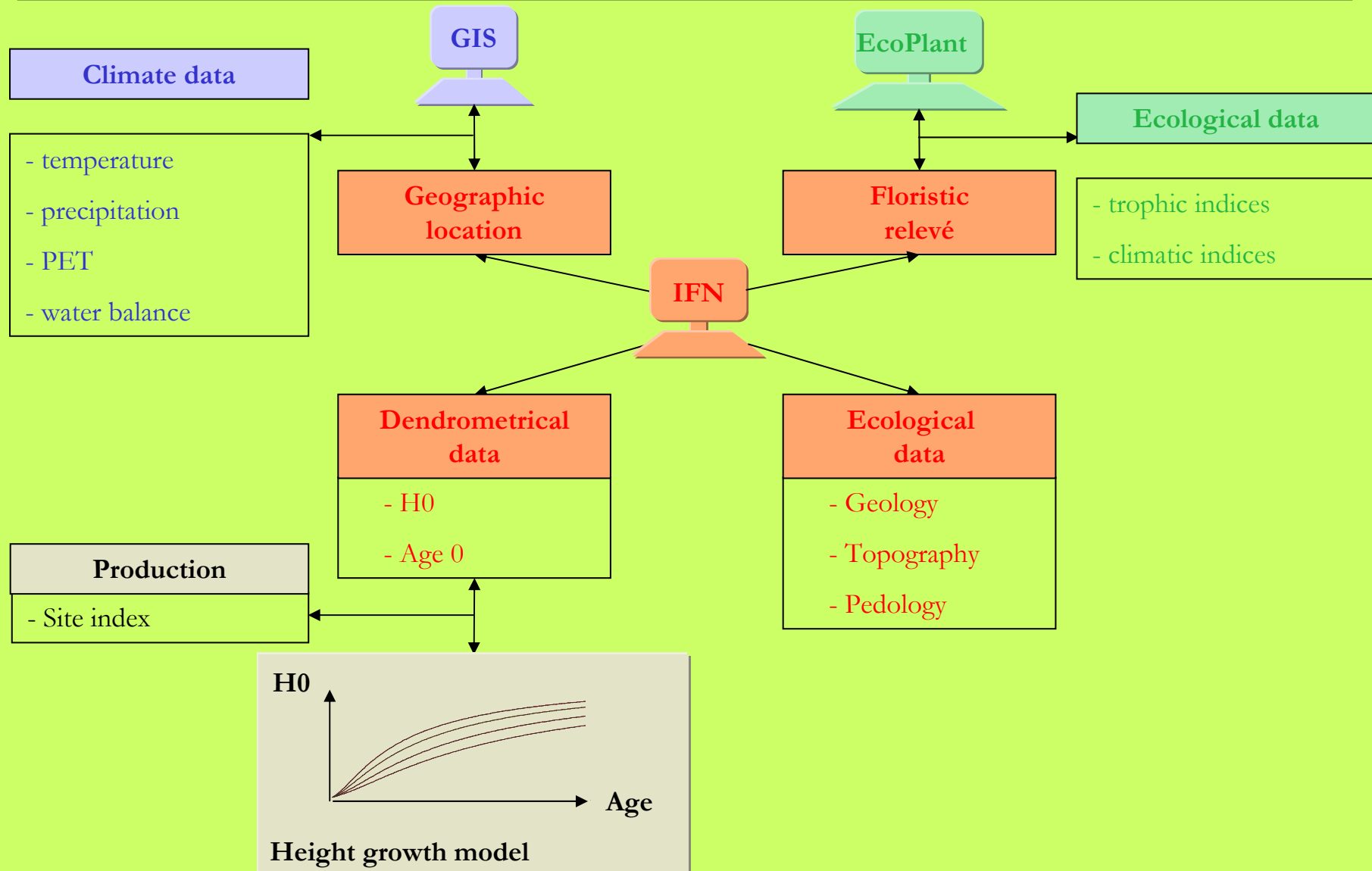
Evaluation points:

same criteria

Measure of productivity: site index (dominant height - in metres - at reference age 100 yr)

Beech in France: SI = 10 to 42 m at 100 years

Beech productivity: coupling databases...

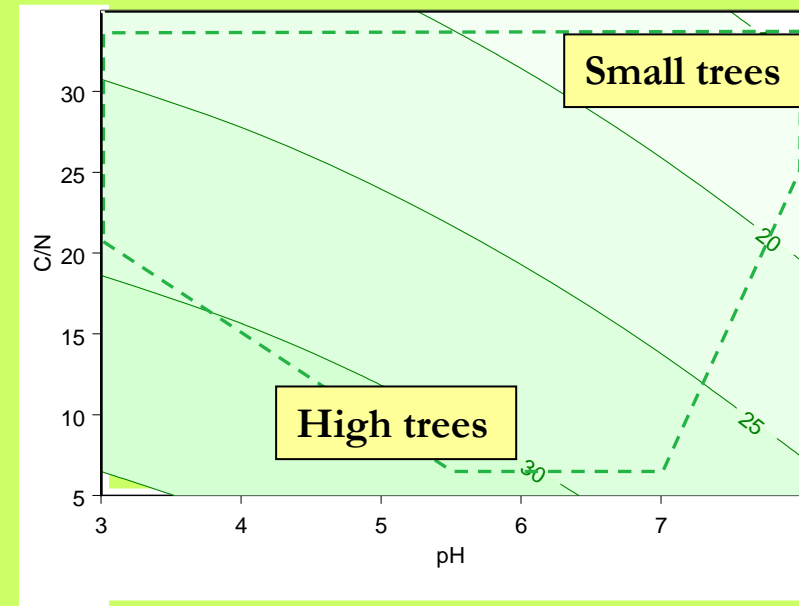
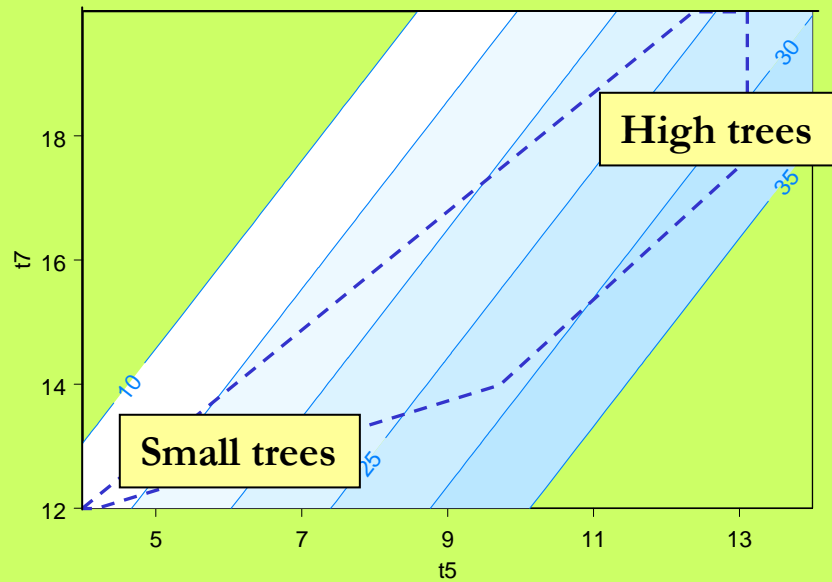


Beech productivity: resulting ecological model

7 environmental variables

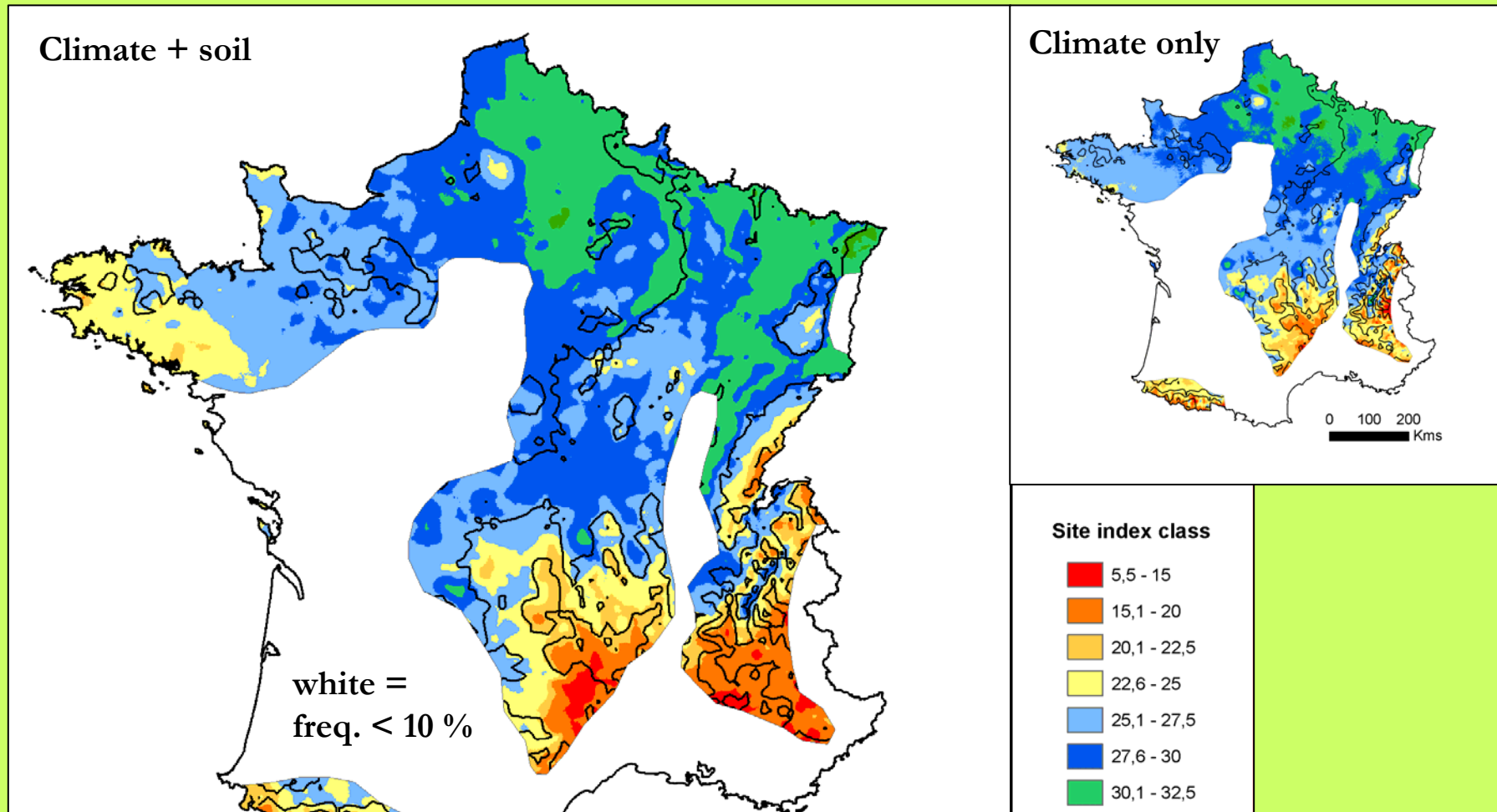
$$SI = 38.4 + 3.9*t5 - 2.8*t7 - 0.13*t1^2 - 0.57 \cdot 10^{-4} * p12^2 + 0.35*prof - 0.37*C/N - 0.16*pH^2$$

- Climate - GIS
- IFN
- EcoPlant VI



R2 = 0.59; RMSE = 3.8 m

Beech productivity: prediction maps



Seynave, I., J.-C. Gégout, J.-C. Hervé and J.-F. Dhôte (in review): How do climate and soil control the spatial distribution of *Fagus sylvatica* productivity? *Global Ecology & Biogeography*.

3. Perspectives

Perspectives for EcoPlant

Integration of phytoecological relevés contained in **PhD dissertations**

Realisation of **new relevés** and **collaborations** to get a better knowledge in poorly represented regions

Integration of **open environments** into EcoPlant to investigate the behaviour of **all species** of French flora

Geographic extension of EcoPlant at the European scale to study the ecological of certain species in the **totality** of their distribution range

Coupling of EcoPlant with species traits databases (e.g. LEDA)

Translation of EcoPlant into English (software, dictionary of data, technical reports, etc.).

Other research perspectives

Characterisation of **geographical variation** of species ecological niche (e.g. two regions in Coudun & Gégout 2005)

Use of EcoPlant edaphic indicator values to produce fine-grain **maps** of France of **mineral nutrition conditions**

Use of bio-indicated trophic variables to investigate further the **productivity** of forest trees (e.g. already *Abies alba*, *Picea abies*, *Fagus sylvatica*)

Classification and ecology of French forest ecosystems (all relevés in north-east France are already classified), especially those with particular **patrimonial** or **conservation** interest

Quantitative characterisation of response of forest plant species/communities to **global change**

Many thanks / Vielen Dank !

Use of EcoPlant to characterise forest habitats

Forêts collinéennes continentales acidiphiles sur sols bien drainés (Clé 41)

Hêtraies-chênaies et hêtraies acidiphiles continentales à Luzule blanchâtre 41-111
9110

Répartition en France et Contexte

Habitat inféodés au domaine continental sur les produits d'altération de roches mères acides (granites, schistes ou grès, gneiss, schistes), ou sur formations superficielles acides (limons à chailles, alluvions anciennes siliceuses...), donc sur des sols pauvres en éléments minéraux dont l'acidité est plus ou moins forte.

Largement répandu à l'étage collinéen dans le quart Nord-Est du pays (Ardennes, Argonne, Est du Morvan, Vosges).

Espèces diagnostiques

<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus petraea</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Carex pilulifera</i>
<i>Deschampsia flexuosa</i>	<i>Frangula alnus</i>
<i>Lonicera periclymenum</i>	<i>Luzula luzuloides</i>
<i>Melampyrum pratense</i>	<i>Molinia caerulea</i>
<i>Pteridium aquilinum</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i>

Phytosociologie

Classe : *Quercio roboris-Fagetea sylvaticae*
 Ordre : *Quercetalia roboris*
 Sous-ordre :
 Alliance : *Quercion roboris*
 Sous-alliance : *Quercenion roboris-petraeae*
 Association : **Fago-Quercetum** (médioeuropéen)

Type d'Habitat : Hêtraies collinéennes à luzule
 Référence EUR 15 : 9110

Facteurs thermiques

T°C moy. annuelle	4 8 9,3 9,7 16
T°C Janvier	-4 0 10,5 13 10
T°C Juillet	12 17,5 17,9 18 24
Altitude (m)	0 250 300 450 2500

Facteurs hydriques

Précip annuelles (mm)	400 650 1000 1100 2400
Precip - ETP (mm)	-300 -133 -45 -40 250
Id Martonne	10 43 51 58 190
Réservoir utile (mm)	0 20 250 250
Prof. hydromorphie moyenne (cm)	0 25 50 75 250

Facteurs trophiques

pH (horizon A)	0,3 4 4,1 4 8 0,5
C/N (horizon A)	7 14 19 28 35
SIT (pH _{sat} , horizon A)	0 11 20 80 100
Prof. apparition effervescence (cm)	Absence d'effervescence

Proximités écologique et climatique

Ne pas confondre

- les chênaies sessiliflores-boulaies à Luzule blanchâtre installées dans des stations très sèches et chaudes ;
- les chênaies pédonculées à Molinie, de sols très frais à engorgés ;
- les hêtraie-chênaie acidophile à *Poa chakii* de sols moins désaturés ;
- les hêtraies, hêtraies-sapinières, pessières-hêtraies-sapinières acidophiles à Luzule blanchâtre de l'étage montagnard ;
- les hêtraies-chênaies acidiphiles subatlantiques à Houx plus occidentales (contacts dans le Morvan entre les deux unités).

Bilan stationnel

For each habitat

+ floristic composition within habitat

Habitat distribution

Ecology

Diagnostic species

Phytosociological classification

Neuroclines		
<i>Hedera helix</i>	86	1,9
<i>Carpinus betulus</i>	83	2,4
<i>Corylus avellana</i>	62	1,1
<i>Viola reichenbachiana</i>	54	2,2
<i>Rosa arvensis</i>	49	2,1
<i>Polygonatum multiflorum</i>	44	1,6
<i>Carex sylvatica</i>	43	1,2
<i>Crataegus laevigata</i>	40	1,6
<i>Eurhynchium striatum</i>	40	1,3
<i>Lamium galeobdolon</i>	40	1,1
<i>Vicia sepium</i>	40	2,8
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	38	2,0
<i>Prunus avium</i>	33	1,8

Frequency index

Diagnostic index

Relative abundance

Summary diagrams