



**HAL**  
open science

## Conservation de la diversité génétique chez les arbres forestiers

Bruno Fady

► **To cite this version:**

Bruno Fady. Conservation de la diversité génétique chez les arbres forestiers. 24ème congrès annuel de l'Ecole Doctorale Sciences de l'Environnement ED 251, CEREGE, May 2017, Aix en Provence, France. hal-03788615

**HAL Id: hal-03788615**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03788615>**

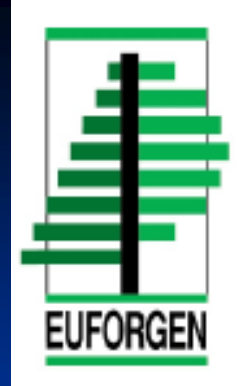
Submitted on 26 Sep 2022

**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.

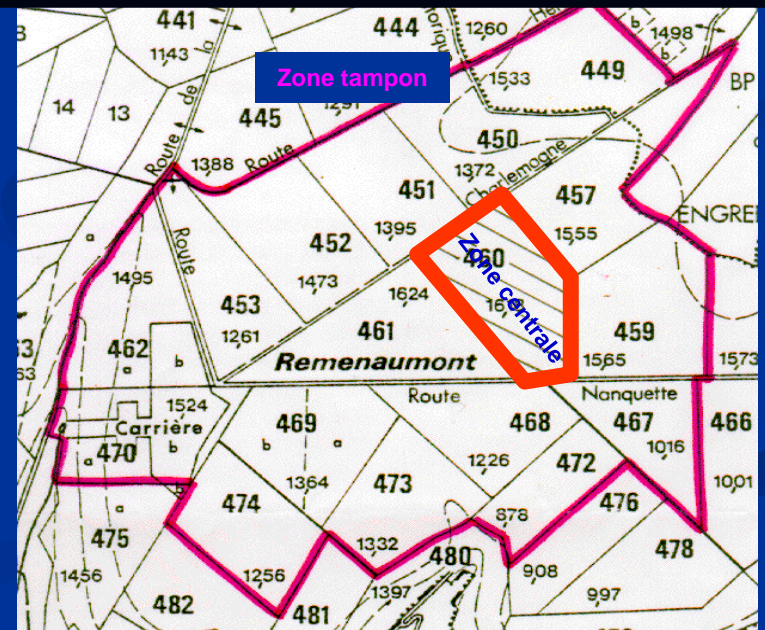
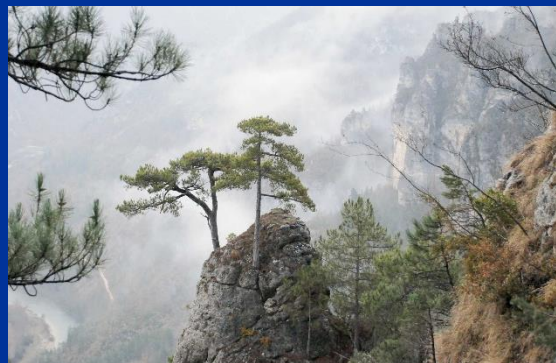
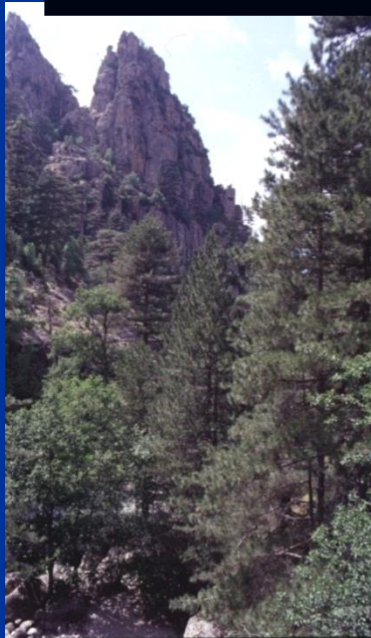
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Bruno Fady,  
INRA – URFM,  
Ecologie des Forêts Méditerranéennes  
Avignon, France  
[bruno.fady@inra.fr](mailto:bruno.fady@inra.fr)

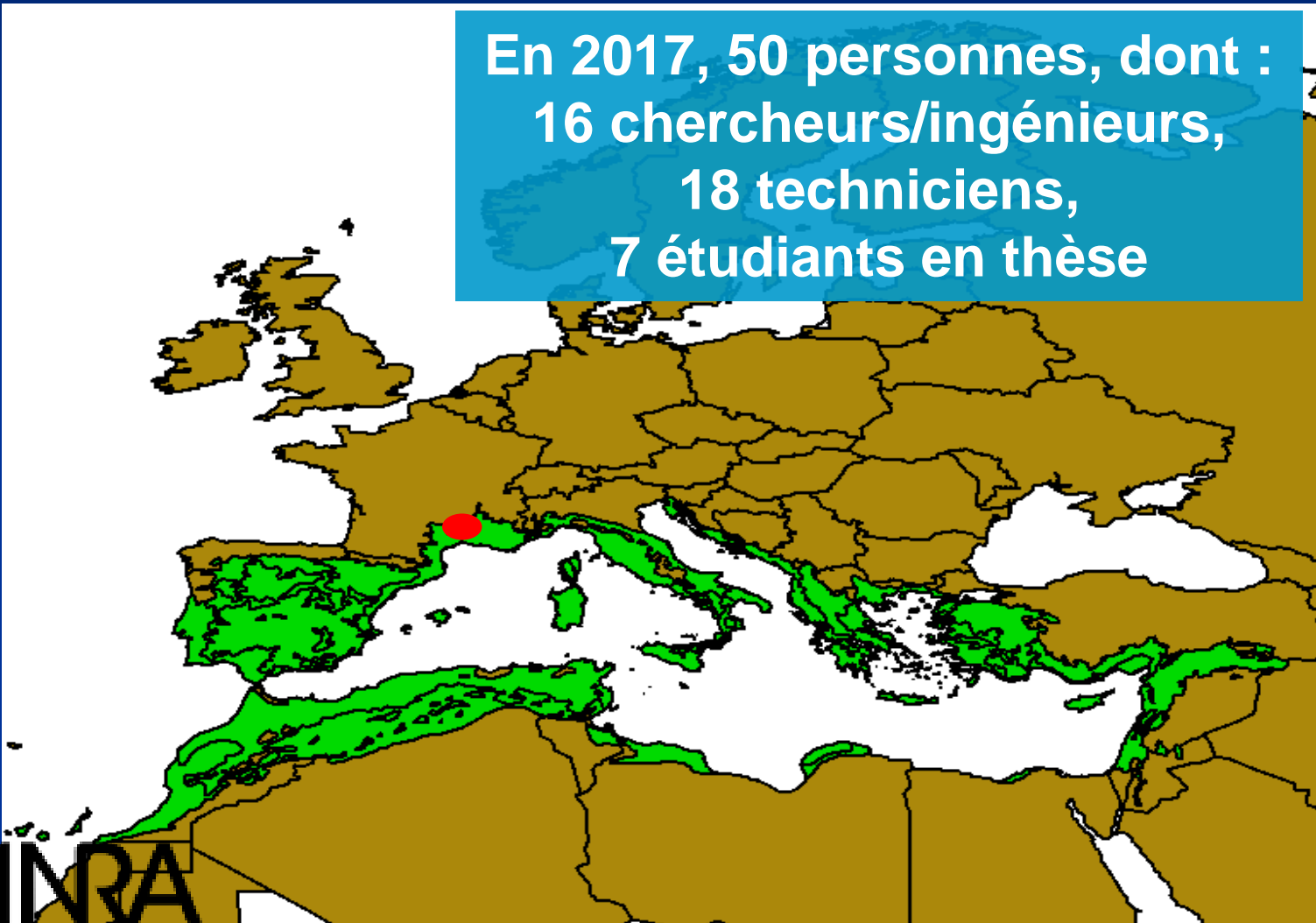


## Conservation de la diversité génétique chez les arbres forestiers



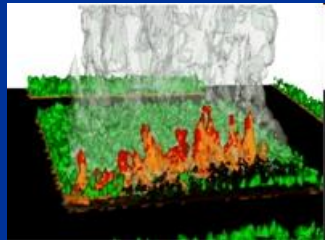
# *L'unité de recherches INRA–URFM “Ecologie des Forêts Méditerranéennes”*

En 2017, 50 personnes, dont :  
16 chercheurs/ingénieurs,  
18 techniciens,  
7 étudiants en thèse



# ***INRA-URFM : des approches expérimentales et de modélisation pour comprendre et anticiper la dynamique des forêts méditerranéennes***

**Ecologie fonctionnelle et dynamique des communautés**



**Physique et écologie du feu**

**Biologie des populations et évolution**



# ***Conservation biology and conservation genetics***

Conservation biology (genetics) is the scientific study of the (genetic) phenomena that affect the maintenance, loss, and restoration of biological diversity.

Conservation genetics aims at using genetic theory and techniques to minimize the risk of extinction of threatened (populations or) species.

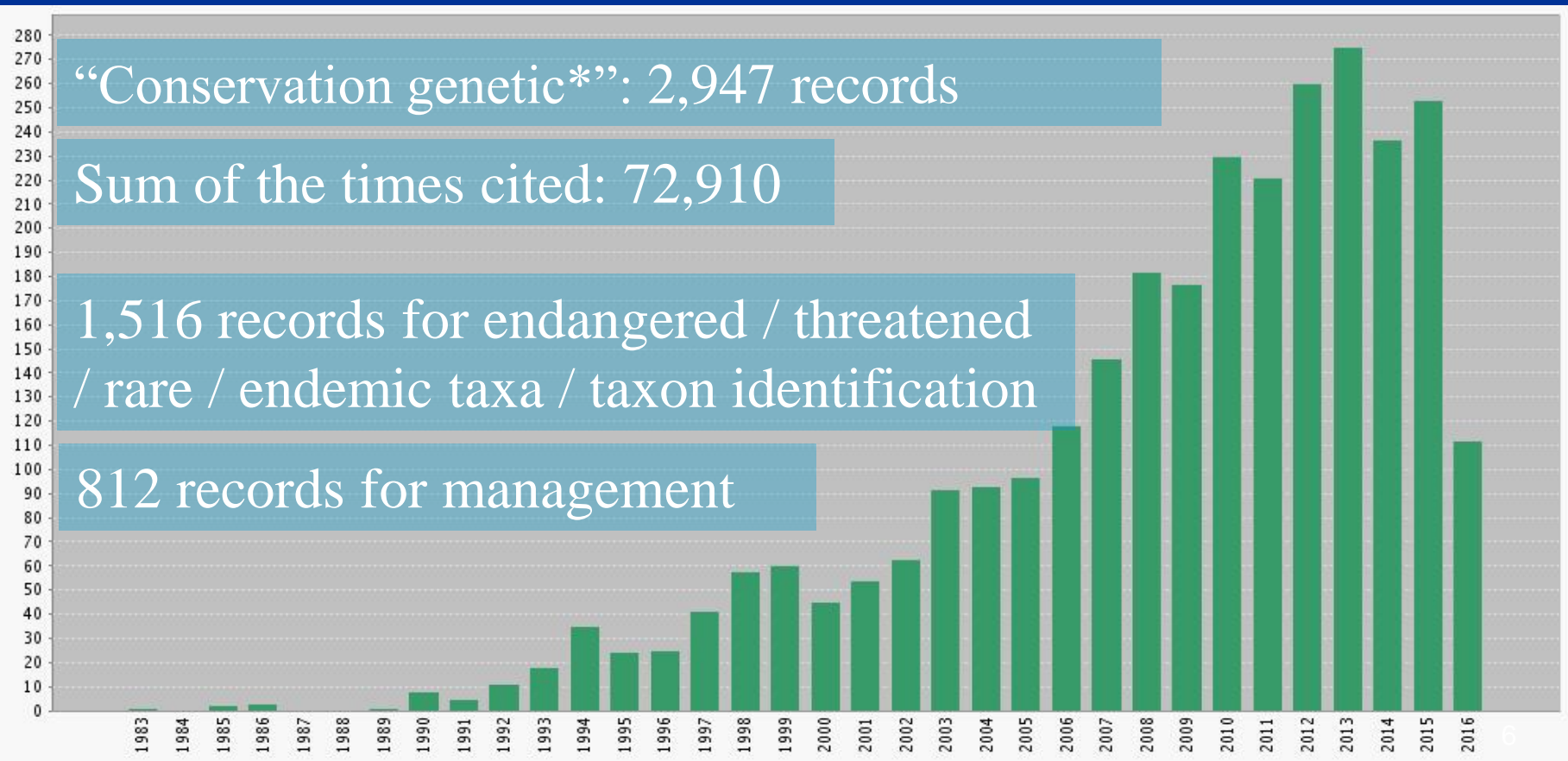
# ***Conservation and conservation genetics***

## Conservation genetics:

- Understand general ecological and evolutionary processes using threatened populations as models
- Aid management of small populations and threatened species
- Resolve taxonomic uncertainties
- Delineate management units
- Forensics analyses

# Conserving genetics is not just concerned with threatened taxa

Published “conservation genetic\*” items in each year  
(Web of Science search period: 1981 - 2016)



# ***Conservation genetics is a (small) field of research within conservation science***

“Conservation genetic\*”: 3,131 records.

ECOLOGY (1,036)

GENETICS HEREDITY (1,050)

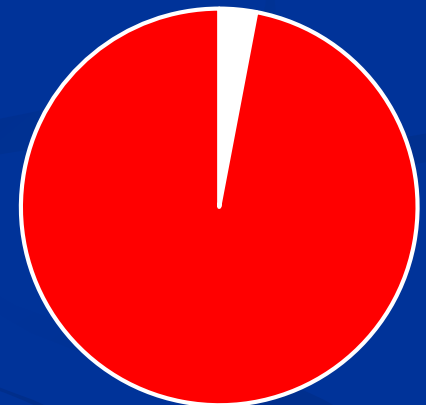
BIODIVERSITY CONSERVATION (799)

“Conservation”: 287,712 records

ECOLOGY (47,704)

GENETICS HEREDITY (13,021)

BIODIVERSITY CONSERVATION (26,696)



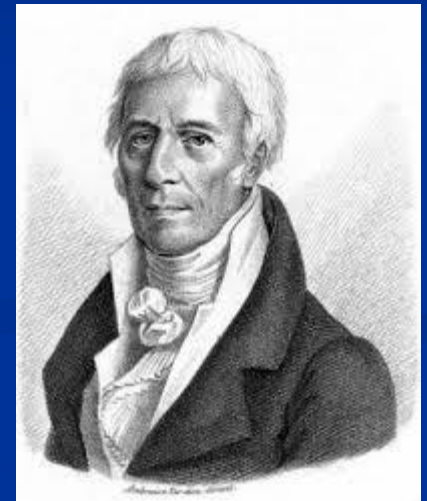
■ Conservation genetic  
■ Conservation



# *And yet, biodiversity is more than just species...*

« [...] J'ai longtemps pensé qu'il y avait des espèces constantes dans la nature, et qu'elles étaient constituées par les individus qui appartiennent à chacune d'elles.

Maintenant, je suis convaincu que j'étais dans l'erreur à cet égard, et qu'il n'y a réellement dans la nature que des individus. »



# *And yet... gene conservation is a global priority (FAO 2014)*



“Conserving forest genetic resources (FGR) is vital, as they are unique and irreplaceable resources for the future”

The strategic priorities of the FAO Global Plan of Action (2014) address national, regional and global levels in four priority areas:

1. Improving the availability of, and access to, information on FGR
2. Conservation of FGR (in situ and ex situ)
3. Sustainable use, development and management of FGR
4. Policies, institutions and capacity-building.



## ***And yet... gene conservation is a global priority (IUCN 2016)***

“The genetic diversity of trees is a key component in forest biodiversity .... (and it has a central role) in the resilience and adaptation of forest ecosystems to... climate change.”

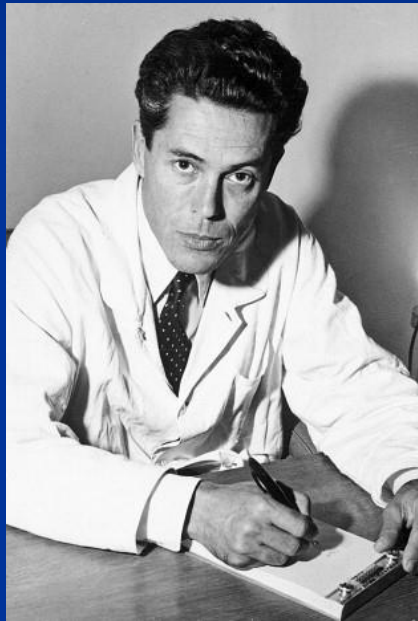
1. Promote forest genetic diversity conservation
2. Integrate genetic diversity conservation into conservation goals of protected areas
3. Recognize a protected area protection status to forest genetic conservation units
4. Facilitate forest gene conservation
5. Work with FAO GPA-FGR



WCC-2016-Rec-104-EN

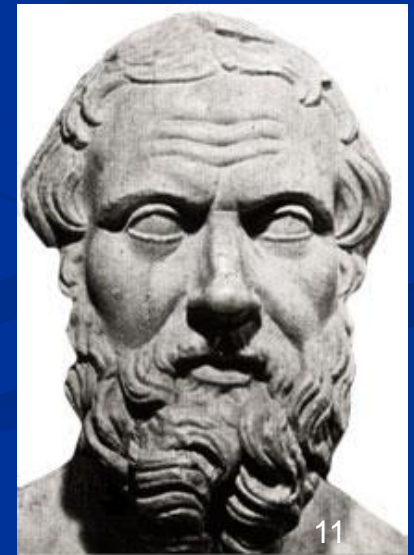
Integrating autochthonous forest genetic diversity into protected area conservation objectives

# ***The challenge: conserve and foster processes that maintain genetic diversity***

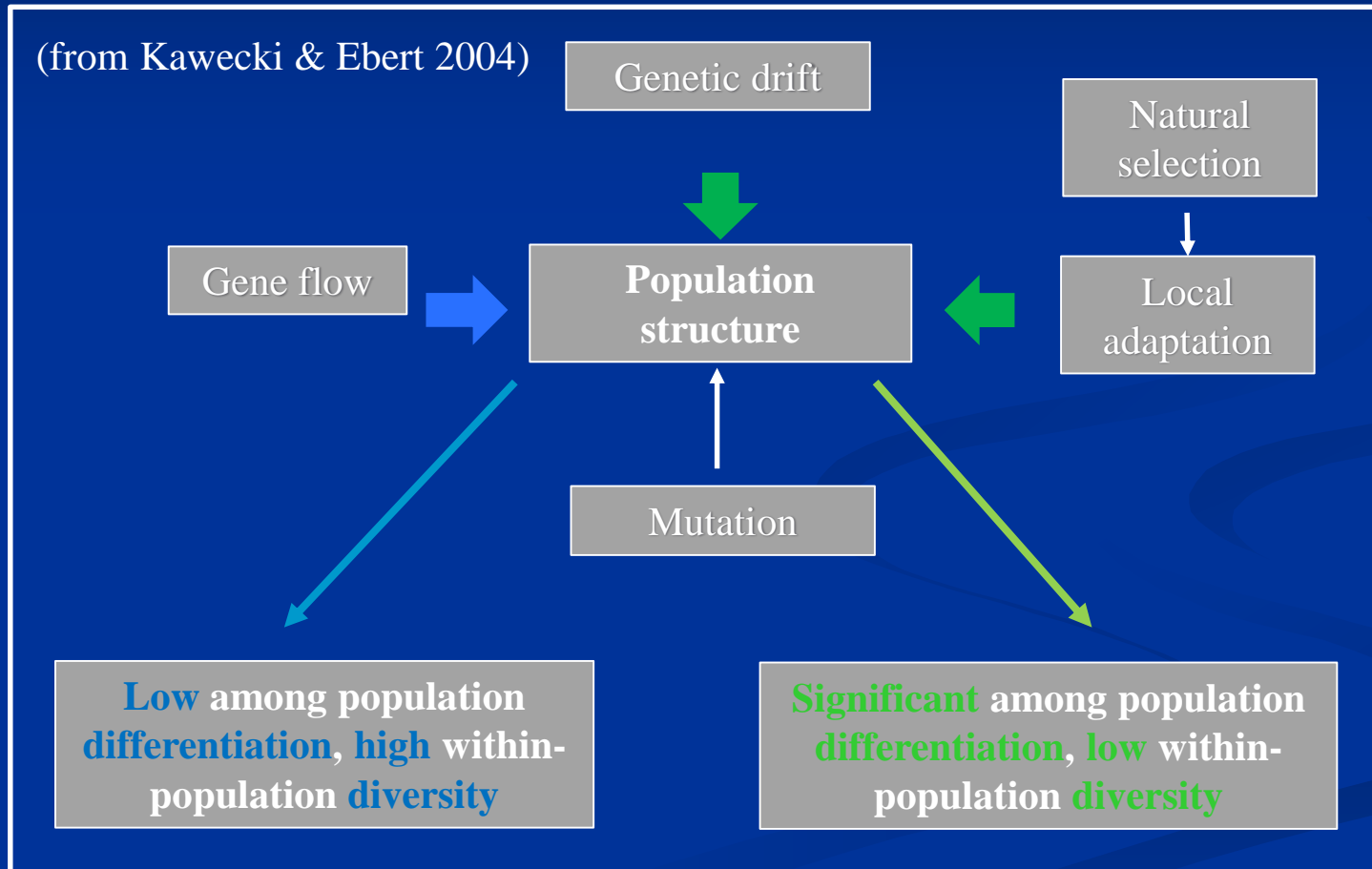


« Tout ce qui existe dans l'univers est le fruit du hasard et de la nécessité »

(attribué à Démocrite, Vème siècle avant JC ; cité par J. Monod dans « Le hasard et la nécessité », 1970)



# *The challenge: conserve and foster processes that maintain genetic diversity*



*Genetic diversity = the fuel for evolution and adaptation*

# *The goals of in situ gene conservation*

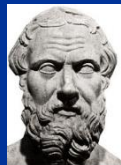
A strategy for safeguarding keystone or emblematic species and resources against natural and man-made ecological catastrophes

Allowing local adaptation to occur under diverse and changing selection pressures =>

**Conservation units (CU)**

Sampling all the genetic diversity of a species within its entire distribution range =>

**Network of CUs**



**Climate change induced *Abies alba* dieback in the French Maritime Alps**

# *How to correctly sample the genetic diversity of a species? Considering evolutionary history*

ESU : Evolutionary Significant Unit (Moritz 1994)

= group of populations deriving from a common ancestor (lineage) and significantly different from other lineages within the species

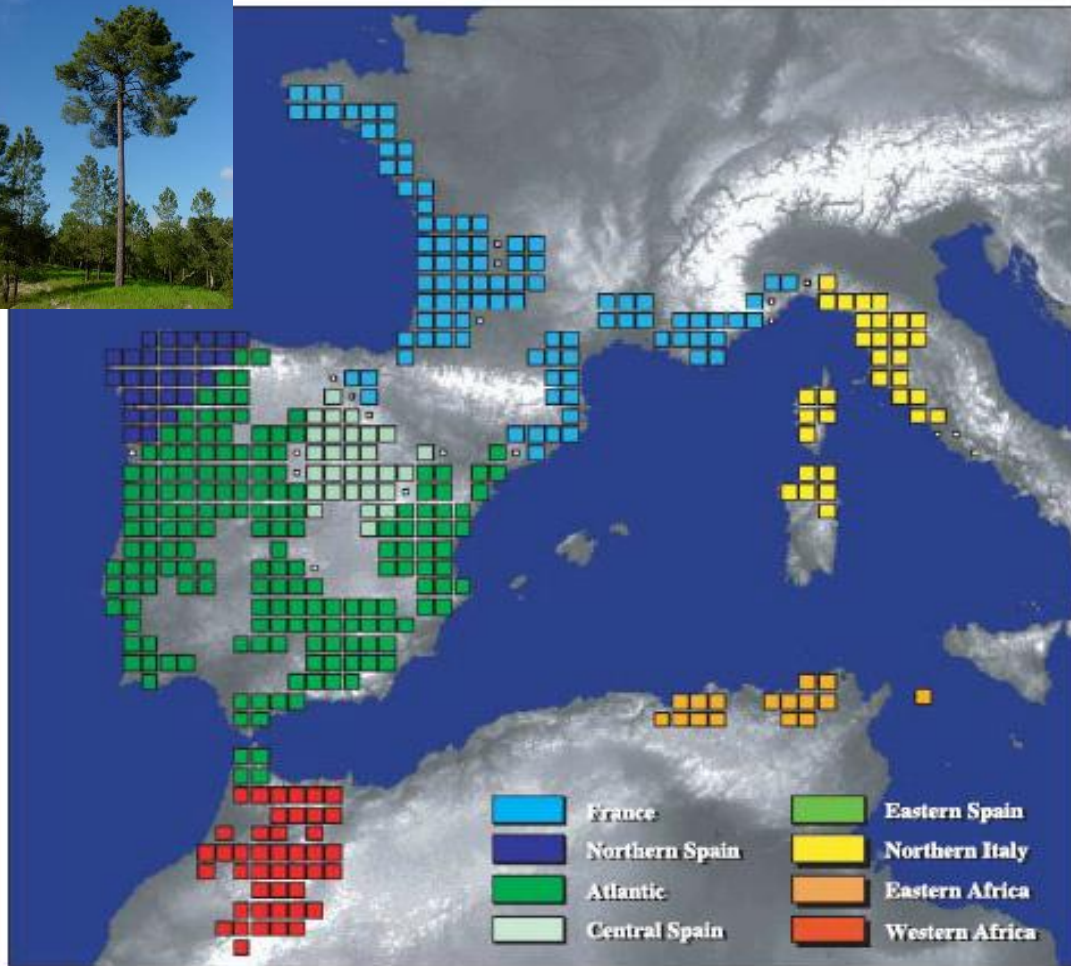
= signature of long term evolutionary history (mt/cpDNA).

MU : Management Unit (Palsbøll et al 2007)

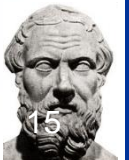
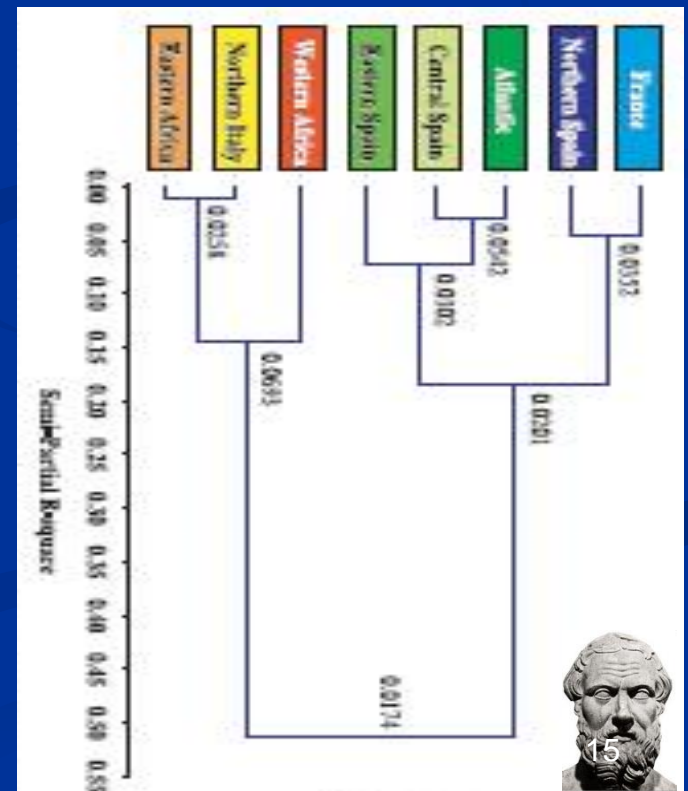
= group of populations that differs from another by significant differences in genetic markers (reduced gene flow)

= signature of short term evolutionary history (nDNA ou SSRs)

# Considering evolutionary history (demography): an example of data availability in *Pinus pinaster*

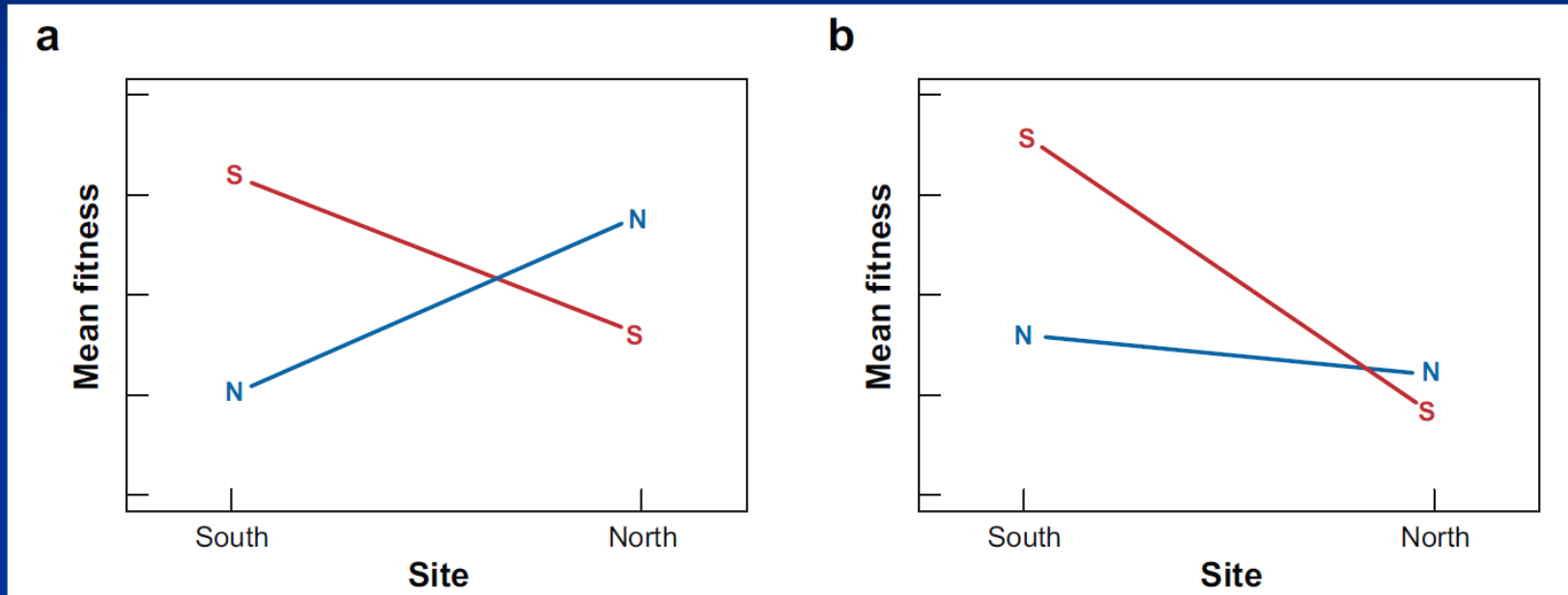


3 lineages and 8 genetic groups from 16 (most common) haplotypes at 5 cpSSR loci ( $h_e = 0.825$ ).





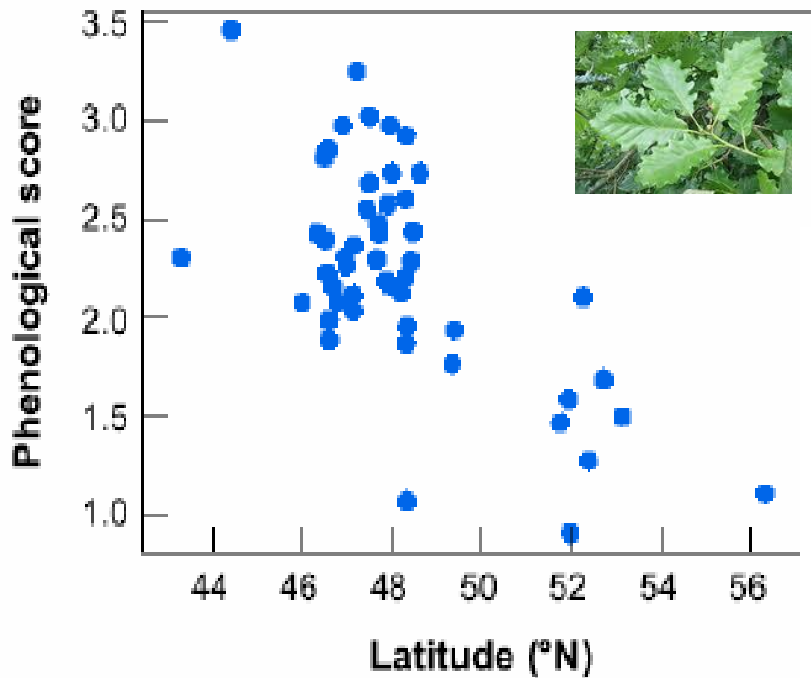
# Testing population adaptive properties in addition to different evolutionary histories



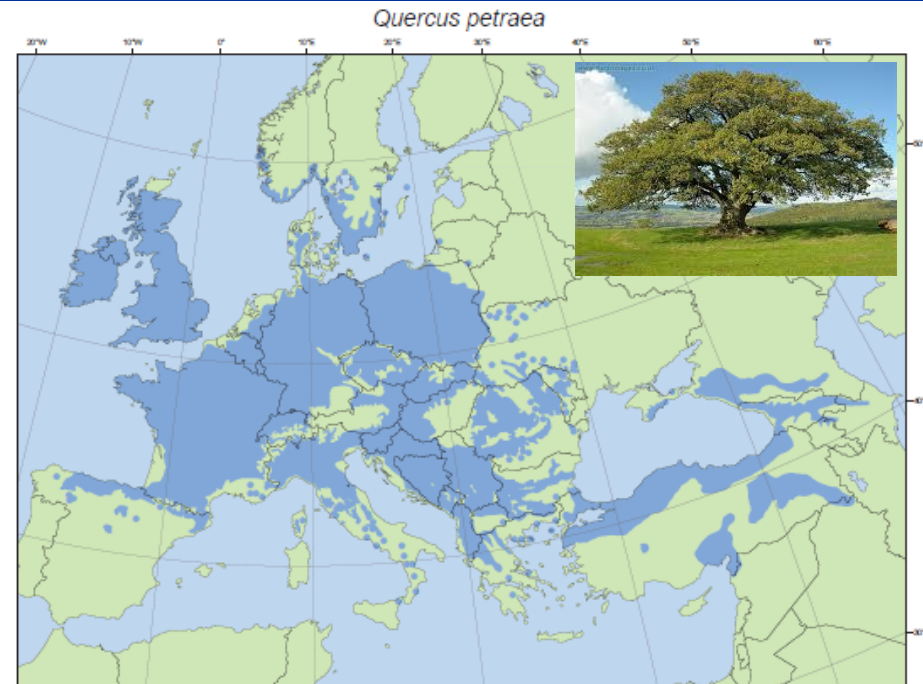
The definition of local adaptation (Kawecki & Ebert 2004). The fitnesses of the northern and southern populations show a genotype by environment interaction. In (a) each has highest absolute and relative fitness at its local site, in (b) both have highest absolute fitness in the south, but each has highest relative fitness at its local site.

# Populations have different adaptive properties in addition to different evolutionary histories

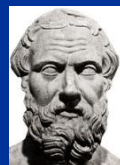
Budburst, *Quercus petraea*



A strong link between geographic origin and bud break date in the European sessile oak *Q. petraea* (4 common garden experiments)



Ducousso et al. (AFS) 1996



EUFORGEN Secretariat  
 c/o University International  
 Via del Colosso, 4/2a  
 00157 Mazzuola (Frosinone)  
 Rome, Italy  
 Tel: +39(0)773 29211  
 Fax: +39(0)773 29211  
 euforgen@euforgen.org  
 More information  
 and other maps at:  
 www.euforgen.org

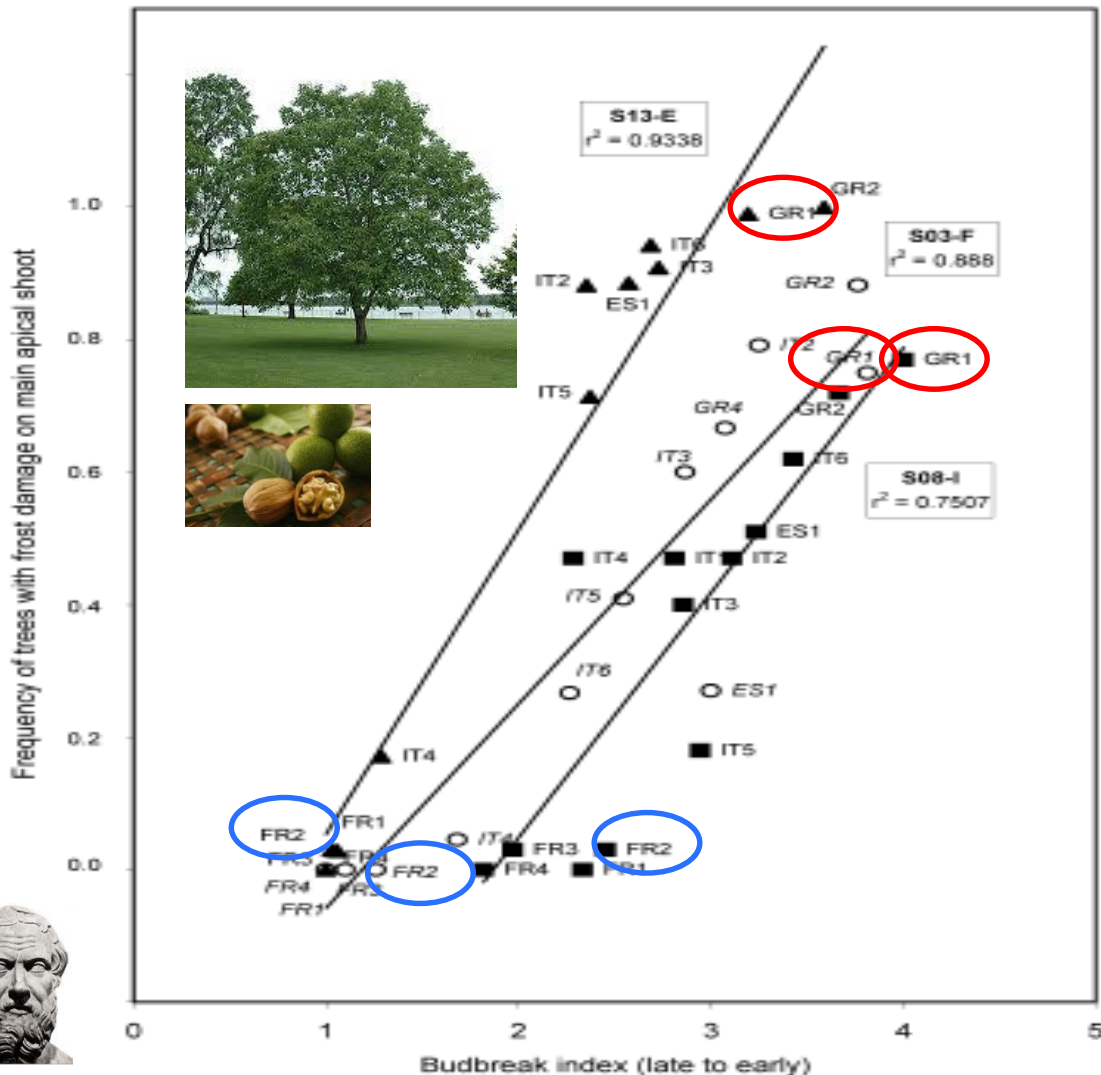
This distribution map, showing the natural distribution area of *Quercus petraea*, was compiled by members of the EUFORGEN Network

Citation: Distribution map of Sessile oak (*Quercus petraea*) | EUFORGEN 2009, www.euforgen.org

First published online on November 2004 - Updated on 24 July 2008

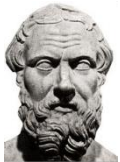


# Considering adaptive properties in the evolutionary history of populations and species

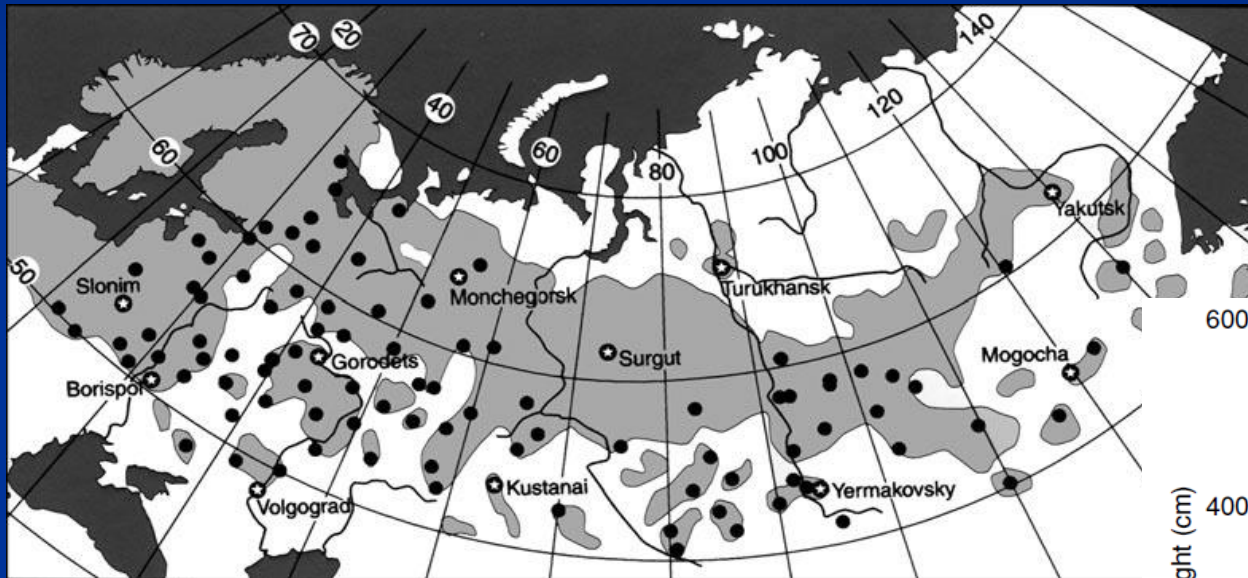


A strong link between geographic origin, bud-break date and susceptibility to late frost damage in walnut (*Juglans regia*) in 3 common gardens

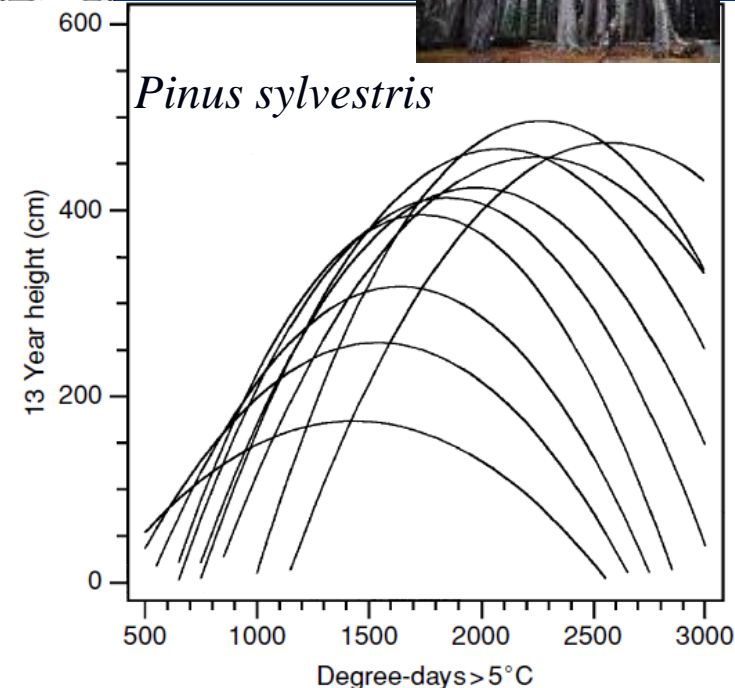
Fady et al. (NeFo) 2003



# Phenotypic plasticity is widespread within forest tree species



Genotypes have an optimum phenotype which they are capable of modifying when the environment changes



# Populations can evolve and adapt rapidly

*Cedrus atlantica* introduced in France during 19<sup>th</sup> century

Total height



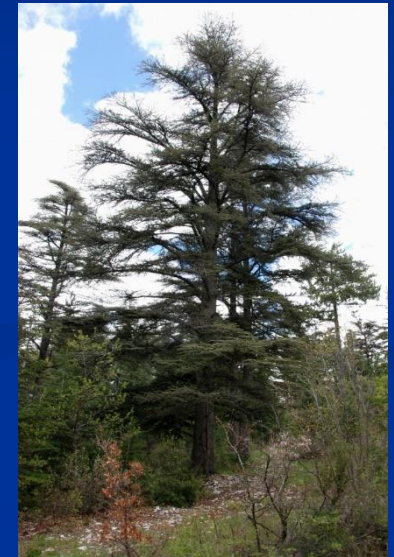
Algérie 1

Algérie 2

Algérie 3

France

3 générations

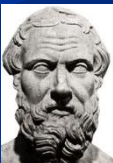


Fallour-Rubio et al. (JEB) 2009  
Lefèvre et al. (in prep)

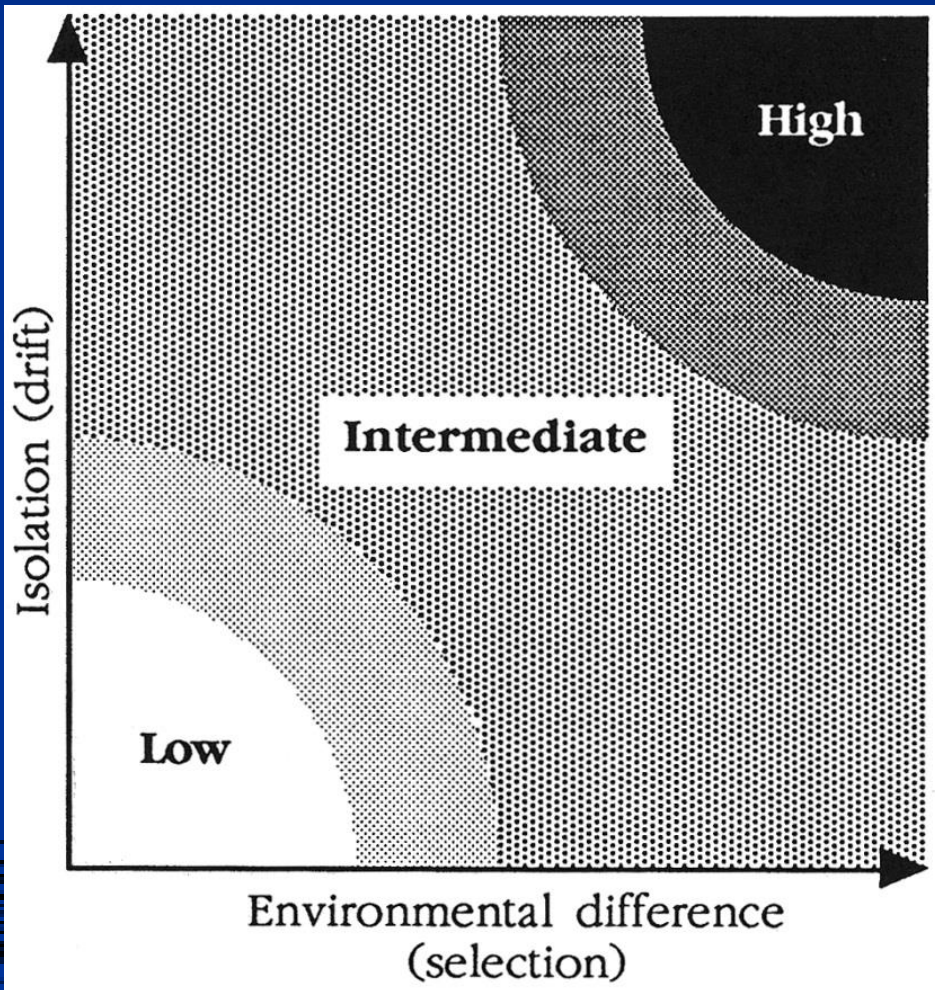
Survival

Natural selection and population admixture:

==> **an efficient mechanism for adapting to a new environment, usable by forestry (assisted gene flow, in situ conservation)**



# *How to correctly sample the genetic diversity of a species? Considering adaptation in addition to demography and evolutionary history*

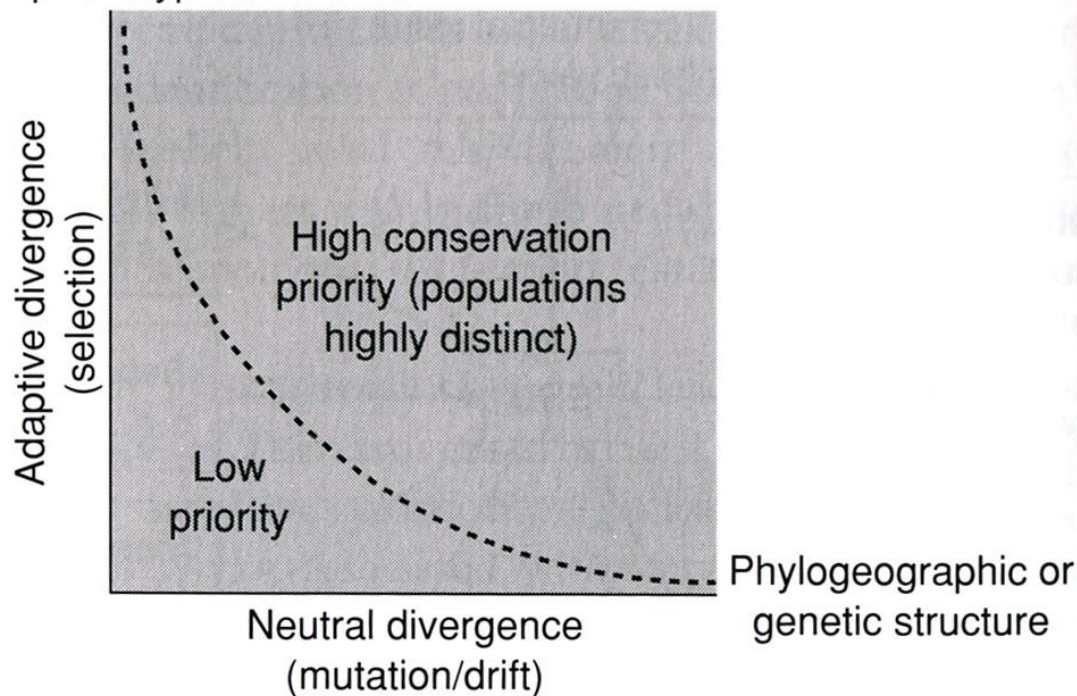


Looking for surrogates of adaptation and drift: environmental gradients and geographic structure

Lesica & Allendorf (1995)

# ***How to correctly sample the genetic diversity of a species? Considering adaptation in addition to demography and evolutionary history***

Adaptive molecular or phenotypic difference



Allendorf & Luikart (2007)

Combining phylogeography with common garden data (conservation genetics) / Looking for signatures of selection and demographic events in genomic data (conservation genomics)

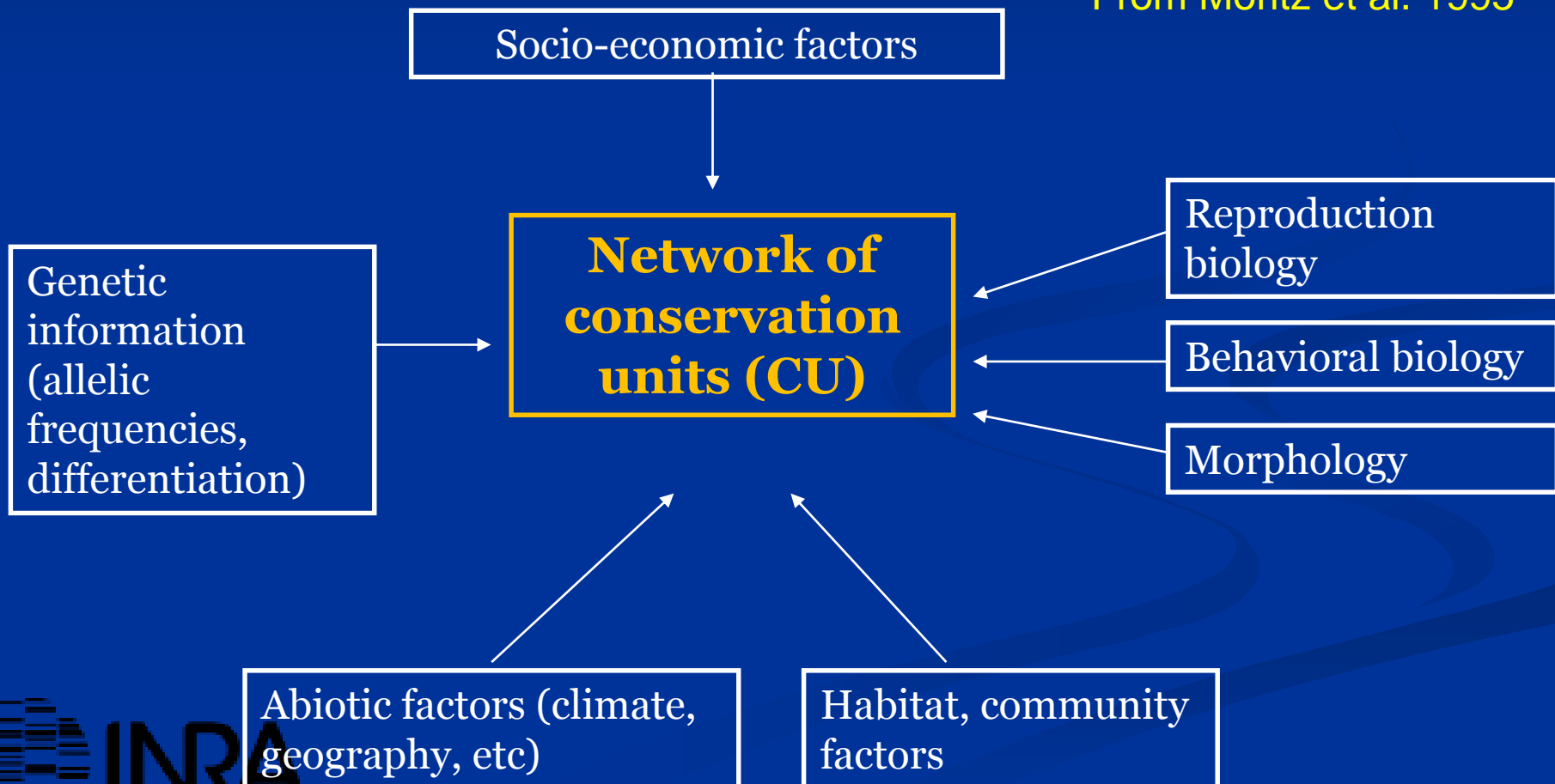
Funk et al. (2012)

22

# *Integrating approaches for a science-based sustainable in situ conservation strategy*

How to create a good network?

From Moritz et al. 1995



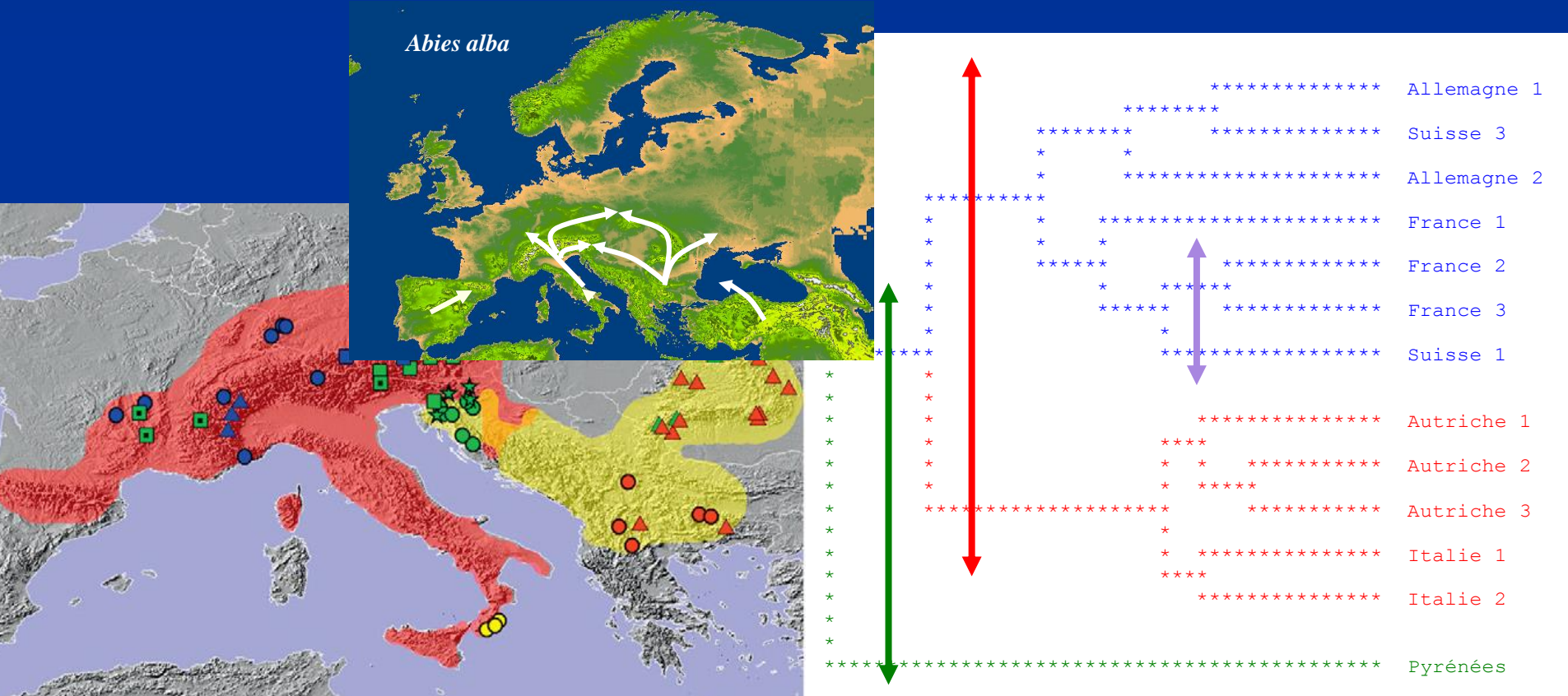


# One example of genetic resource conservation network in France: *Abies alba*

An ancient common origin for western lineages

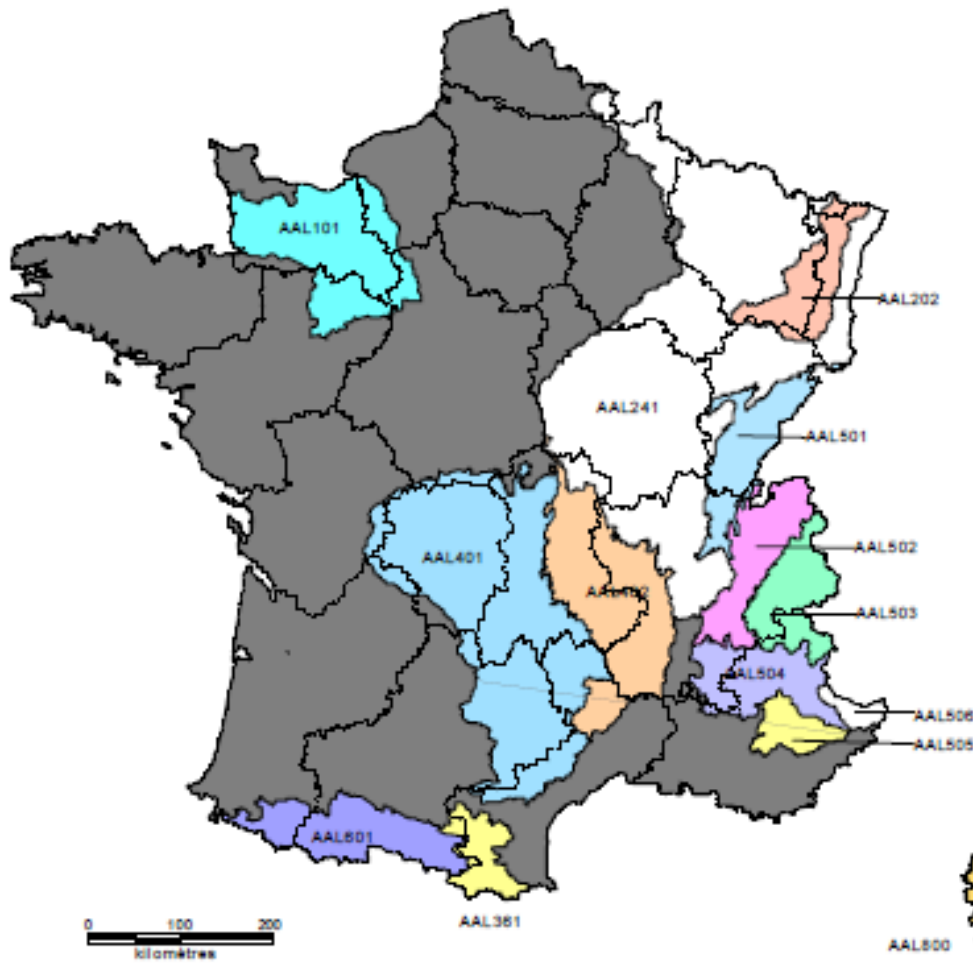
At least 2 Quaternary western lineages (Pyrenees + Alps) => 2 ESUs

At least 2 genetic clusters within the Alps => 2 MUs



# One example of genetic resource conservation network in France: *Abies alba*

Régions de provenance du Sapin pectiné



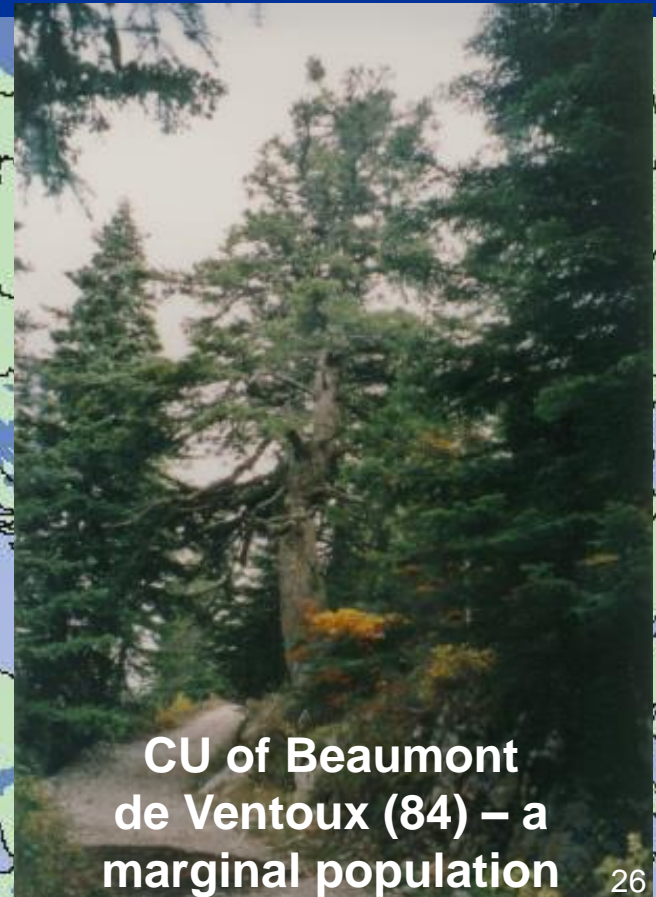
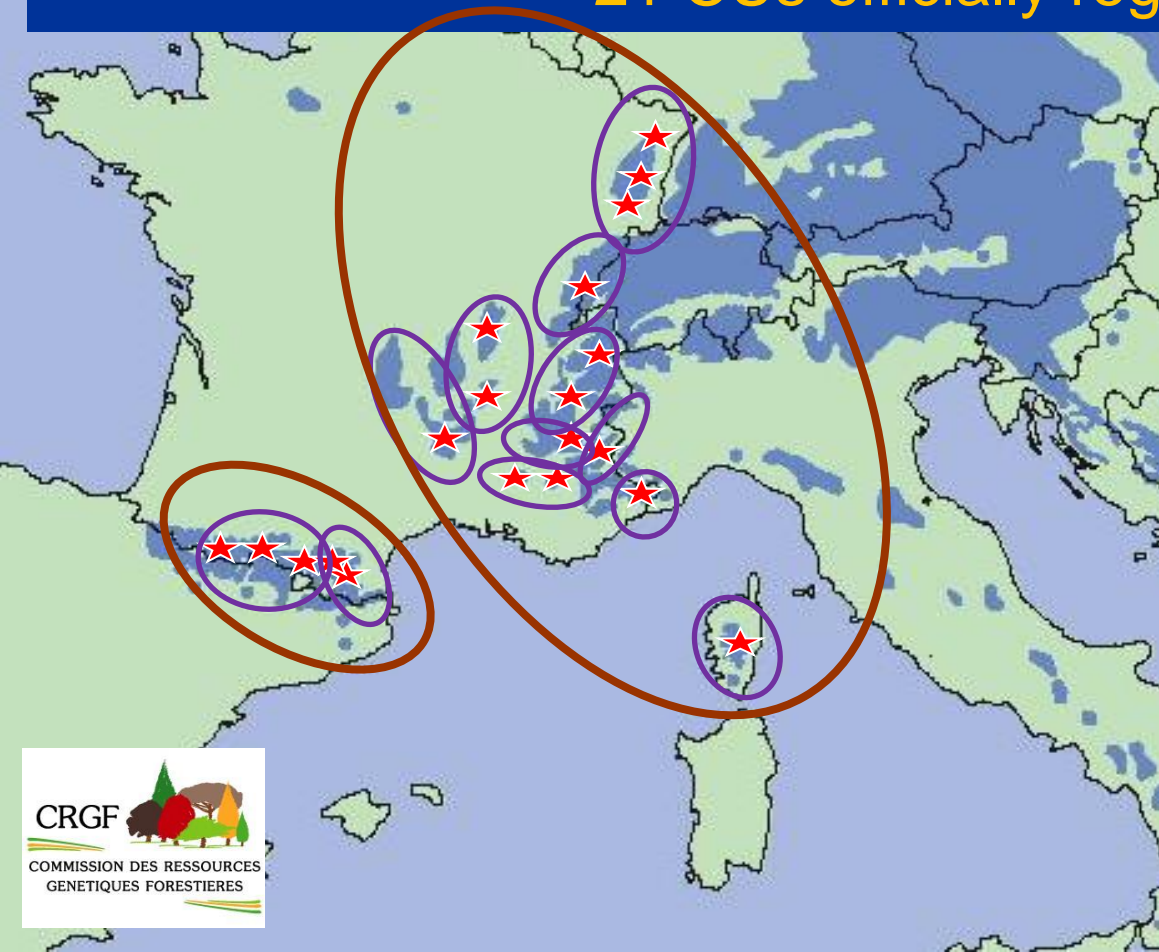
Little analytical work from provenance trials available / no data from genomic tools yet

14 regions of provenance : an estimator of ecological structuration in France

=> At least 14 CUs (emphasizing local adaptation) in France

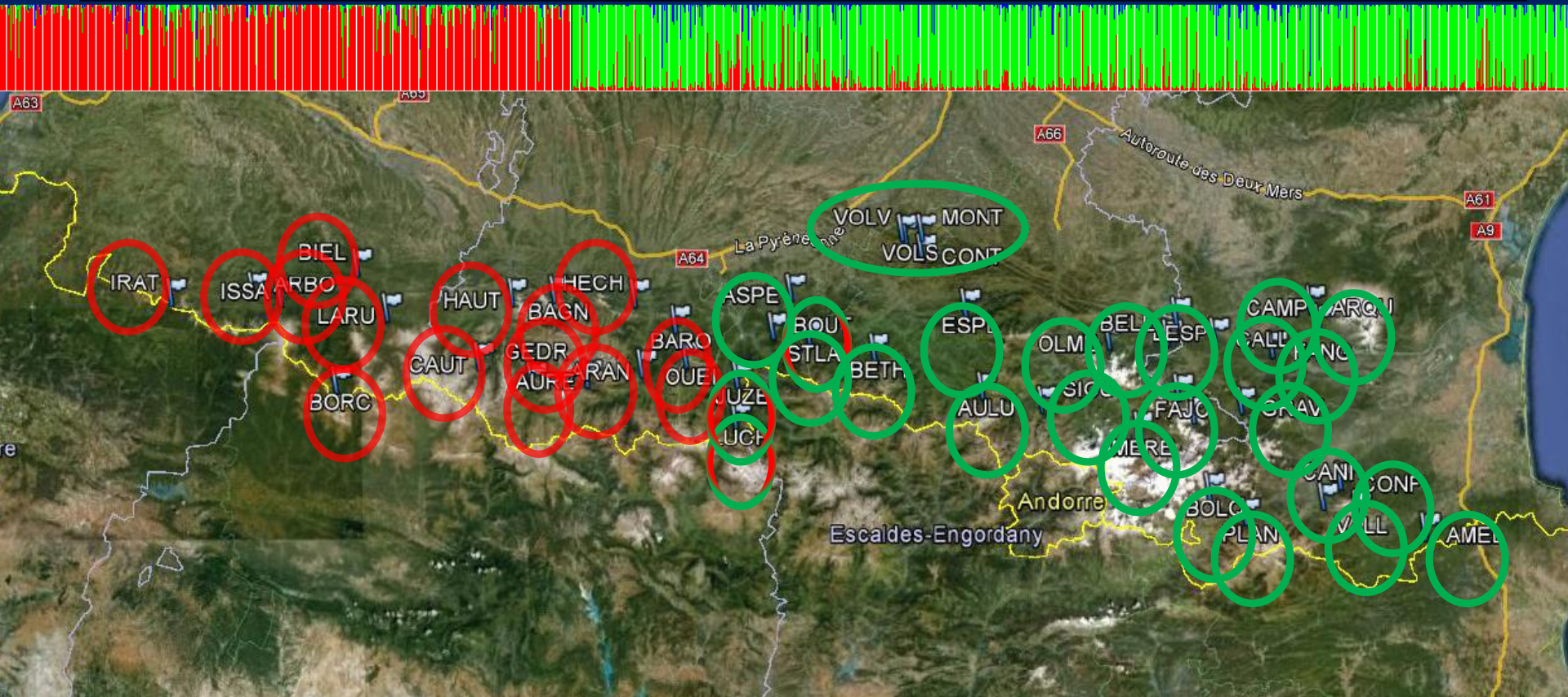
# *The actual and current network of FGR conservation of *Abies alba* in France*

In practice, a combined approach:  
ESU + MU + ecological structure + marginal populations =  
**21 CUs officially registered**



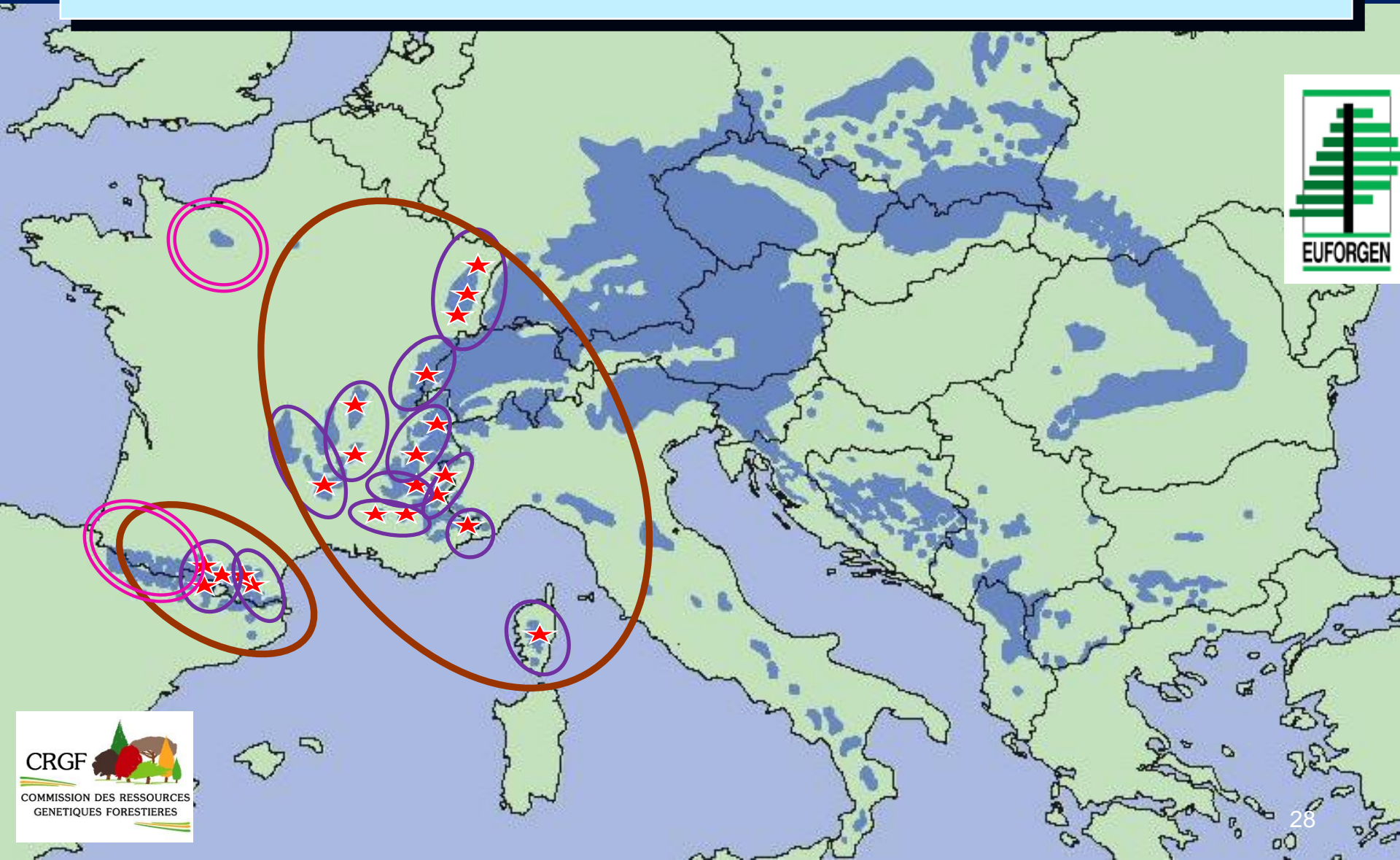
CU of Beaumont  
de Ventoux (84) – a  
marginal population

# *Is the spatial and ecological coverage of the *Abies alba* network sufficient in the Pyrenees?*

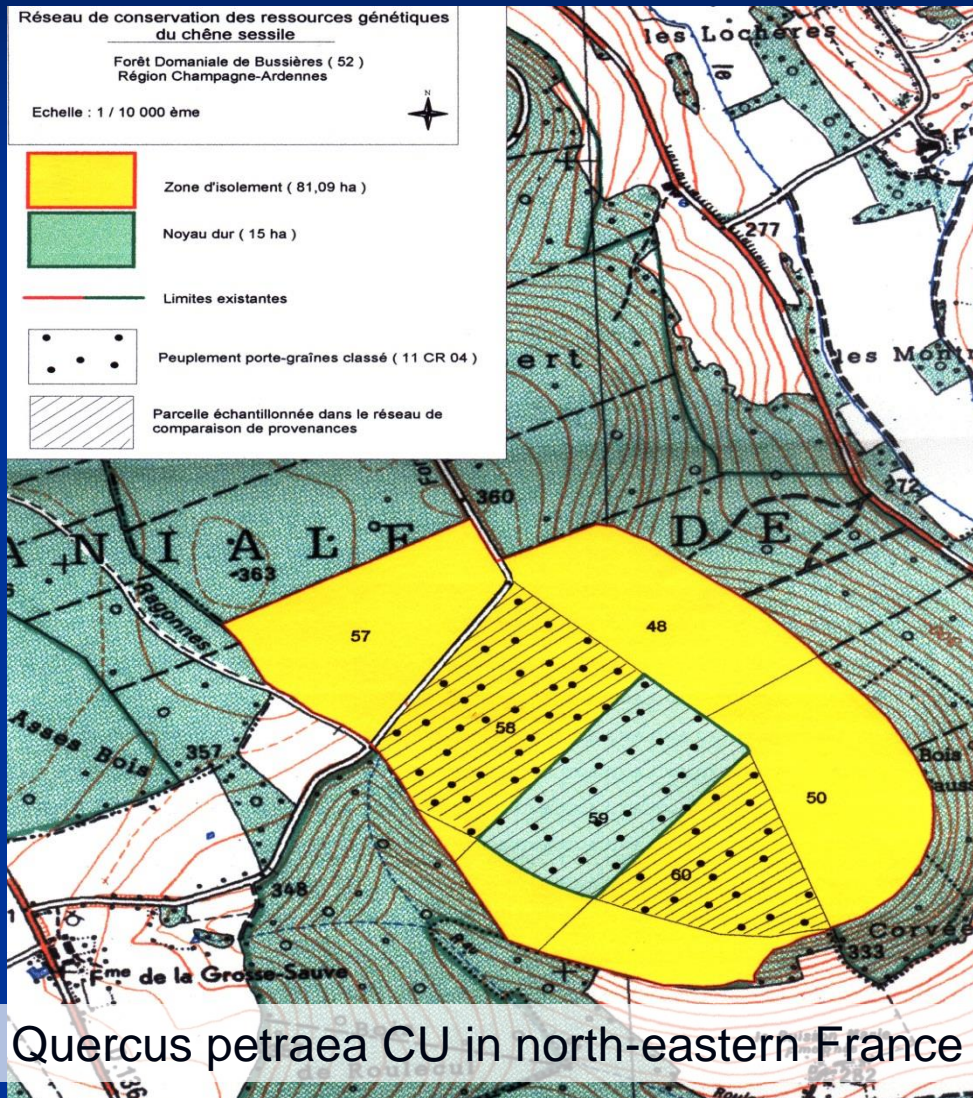


A significant geographic structure, 2 evolutionary lineages (10 nSSRs), a clear transitional admixed zone at lineage boundary

# *The current network of FGR conservation of *Abies alba* in France: gaps to fill!*



# What must a Conservation Unit guarantee?



Ongoing local adaptation under natural selection must be maintained

Management must:

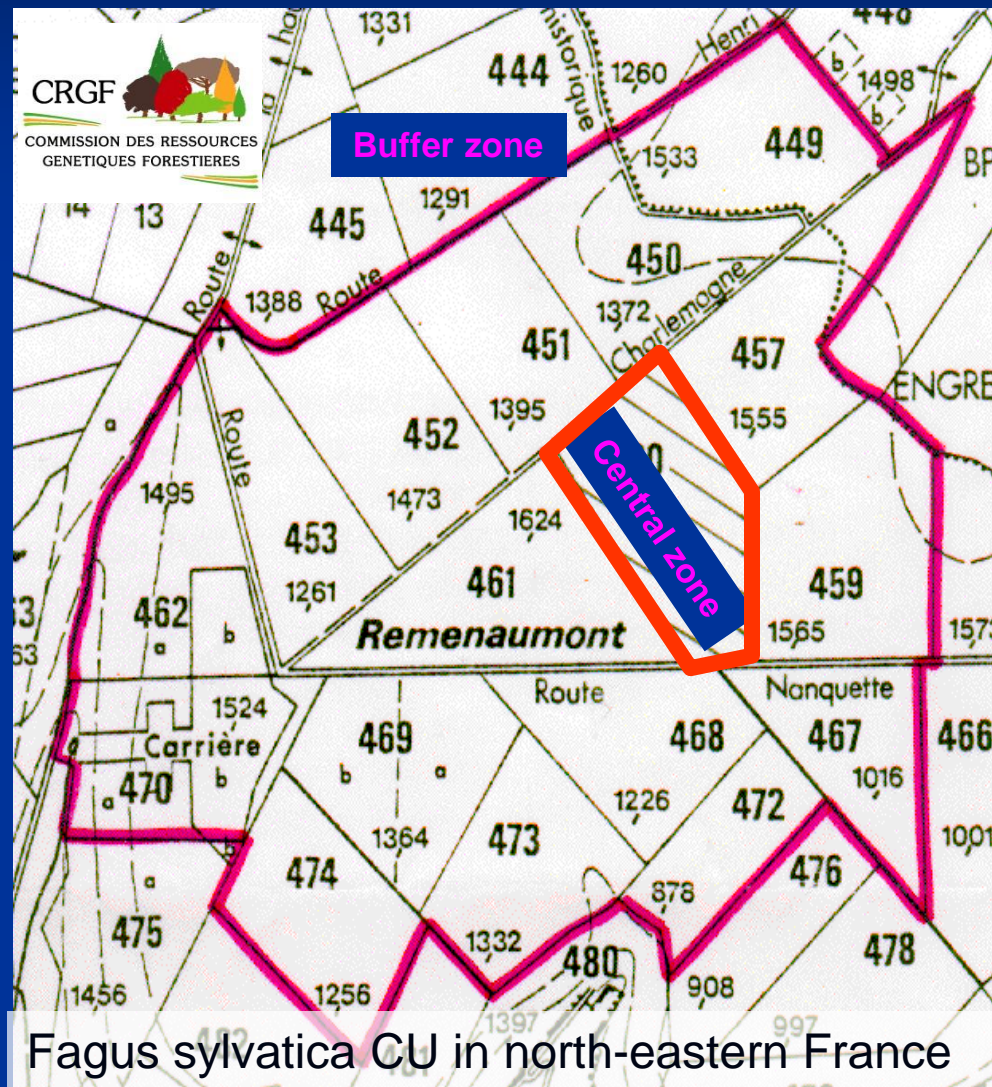
==> maintain reproduction and seedling recruitment;

==> maintain high adult density to avoid drift / inbreeding during reproduction;

==> prevent unwanted gene flow.

**A need for monitoring**

# How must a Conservation Unit be managed? A legally binding charter



## Central zone

- > Autochthonous forest
- > 500 seed trees minimum
- > 60 seed trees/ ha
- > Natural regeneration only (potentially assisted using local seeds)

## Buffer zone

- > No introduction of hybridogenous exotic species / populations
- > Regeneration after the central zone

Control of game species, wild fire protection, monitoring, etc.

# The French register of conservation units for widely occurring species

**Abies alba:** 21 CUs

~ 3500 ha

**F. sylvatica:** 28 CUs

~ 3950 ha

**Pinus pinaster:** 4 CUs

~ 980 ha

**Picea abies:** 15 CUs

~ 3500 ha

**Populus nigra:** 3 CUs

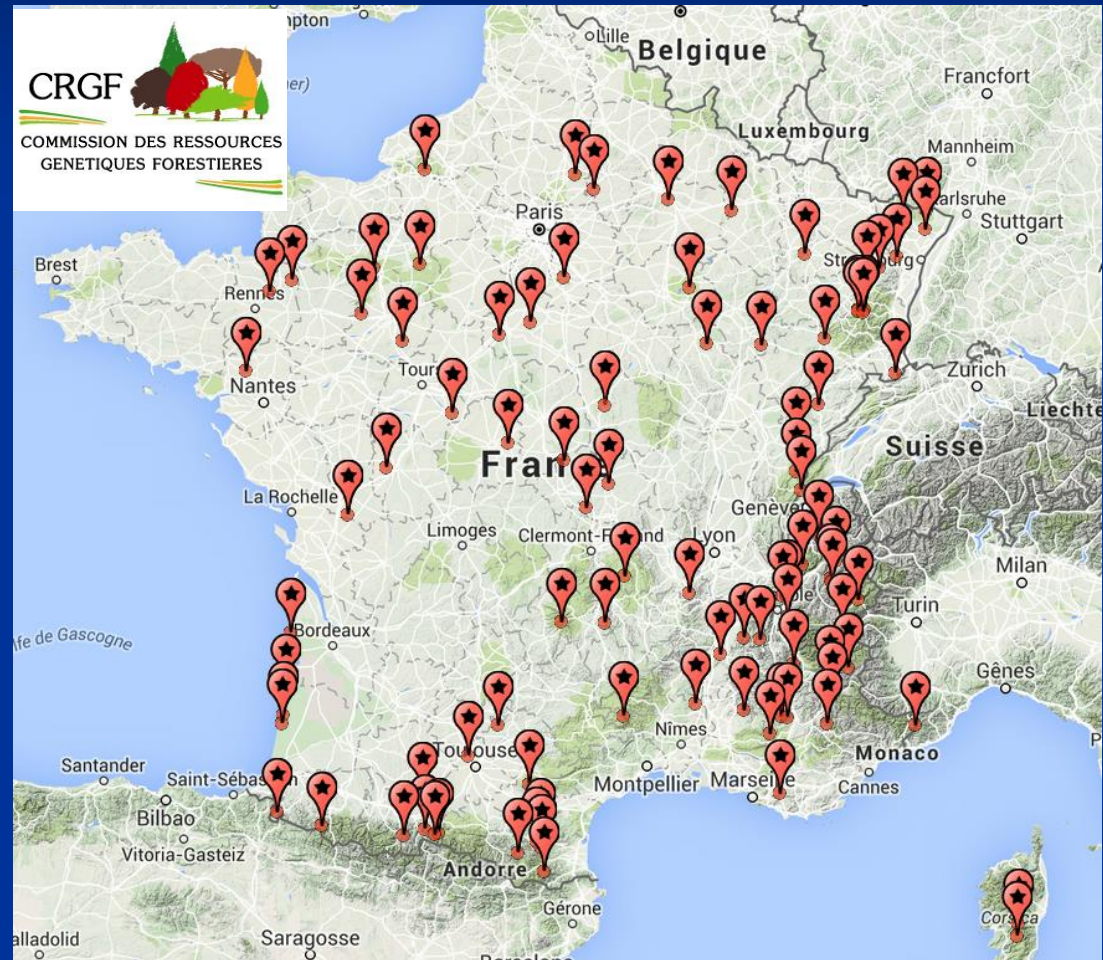
~ 1300 ha

**Q. petraea:** 20 CUs

~ 2400 ha

**Ulmus laevis:** 3 CUs

~ 770 ha



<http://agriculture.gouv.fr/la-politique-nationale-de-conservation-des-ressources-genetiques-forestieres>



# *In situ conservation of forest genetic resources (FGR): the pan-European dimension*

<http://www.euforgen.org/>



## A major political player: Euforgen

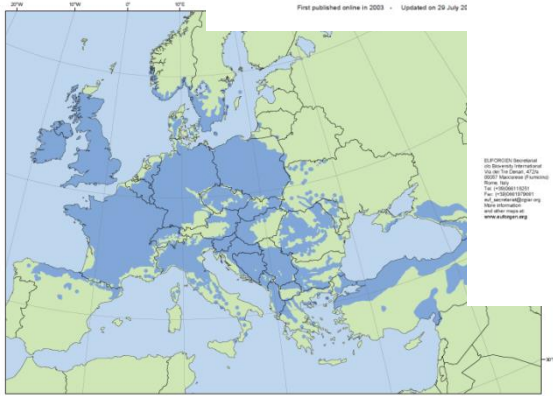
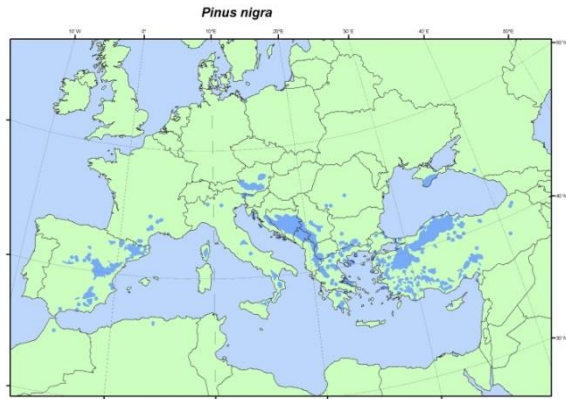
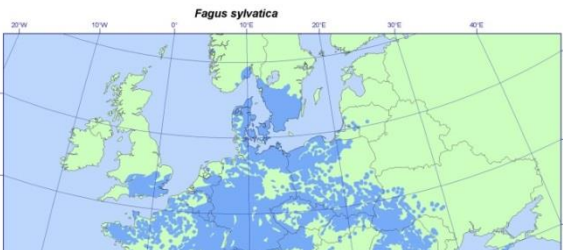
- Created in 1994 under Forest Europe
- Secretariat in Rome (Italy) at Bioversity International
- Promote and streamline national FGR conservation strategies at European level
- Facilitate implementation of practical gene conservation
- Raise awareness on FGR conservation of forest habitat managers and policy makers.

## *Euforgen Phase V (2015-2019)*

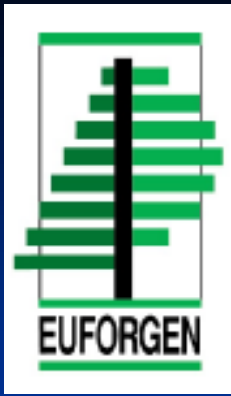


Working groups:

- (1) Conservation strategy,
- (2) Conservation of FGR in the context of climate change,
- (3) Decision cascade tool for identification and management of forest tree populations under threat,
- (4) Genetic monitoring,
- (5) Use and transfer of forest reproductive material (FRM),
- (6) Guidelines for better integrating genetic aspects into FRM,
- (7) Policies for conservation,
- (8) Global genetic diversity indicator



This distribution map, showing the natural distribution area of *Quercus pedunculata* was compiled by members of the EUFORGEN Networks.  
 Citation: Distribution map of Dessale oak (*Quercus pedunculata*) | EUFORGEN 2009, www.euforgen.org  
 First published online on 11 November 2004 - Updated on 24 July 2008



Technical guidelines for genetic conservation and use

### Italian stone pine

*Pinus pinea*

B. Fady<sup>1</sup>, S. Fineschi<sup>2</sup> and G.G. Vendramin<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>INRA, Mediterranean Forest Research Unit, Avignon, France  
<sup>2</sup>CNR, Plant Protection Institute, Florence, Italy  
<sup>3</sup>CNR, Plant Genetics Institute, Florence, Italy

These Technical Guidelines are intended to assist those who cherish the valuable Italian stone pine gene pool and its inheritance, through conserving valuable seed sources or use in practical forestry. The focus is on conserving the genetic diversity of the species at the European scale. The recommendations provided in this module should be regarded as a commonly agreed basis to be complemented and further developed in local, national or regional conditions. The Guidelines are based on the available knowledge of the species and on widely accepted methods for the conservation of forest genetic resources.

**Biology and ecology**

Italian stone pine (*Pinus pinea* L.) is the only representative of the Section *Pinus*, subgenus *Pinus*. A tree 10–25 m tall, it has long horizontally spreading or ascending branches that give its adult crown a characteristic umbrella-like shape.

Twigs are glabrous, first green, then greyish; buds are approx. 1 cm long, with brown scales. Needles are bright green, stiff and born in fascicles of two. They persist for 2–3 years (occasionally 4). Needles are 10–15 cm long with an acute apex and stomata on each side. Male and female flowers are located on the same tree monoecy. Yellow pollen sacs are located in clusters at base of the season's shoot; stamens are erect, approx. 1 long. Pollen is transported



Technical guidelines for genetic conservation and use

### Norway spruce

*Picea abies*

Tore Skjerve  
 Norwegian Forest Research Institute, Ås, Norway

These Technical Guidelines are intended to assist those who cherish the valuable Norway spruce gene pool and its inheritance, through conserving valuable seed sources or use in practical forestry. The focus is on conserving the genetic diversity of the species at the European scale. The recommendations provided in this module should be regarded as a commonly agreed basis to be complemented and further developed in local, national or regional conditions. The Guidelines are based on the available knowledge of the species and on widely accepted methods for the conservation of forest genetic resources.

**Biology and ecology**

Norway spruce (*Picea abies* (L.) Mill.)



Technical guidelines for genetic conservation and use

### European white elm

*Ulmus laevis*

Eric Collin  
 CEMAGREF, Nogent-sur-Vernois, France

These Technical Guidelines are intended to assist those who cherish the valuable white elm gene pool and its inheritance, through conserving valuable seed sources or use in practical forestry. The focus is on conserving the genetic diversity of the species at the European scale. The recommendations provided in this module should be regarded as a commonly agreed basis to be complemented and further developed in local, national or regional conditions. The Guidelines are based on the available knowledge of the species and on widely accepted methods for the conservation of forest genetic resources.

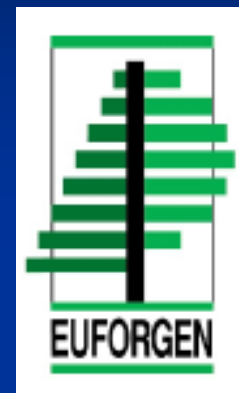
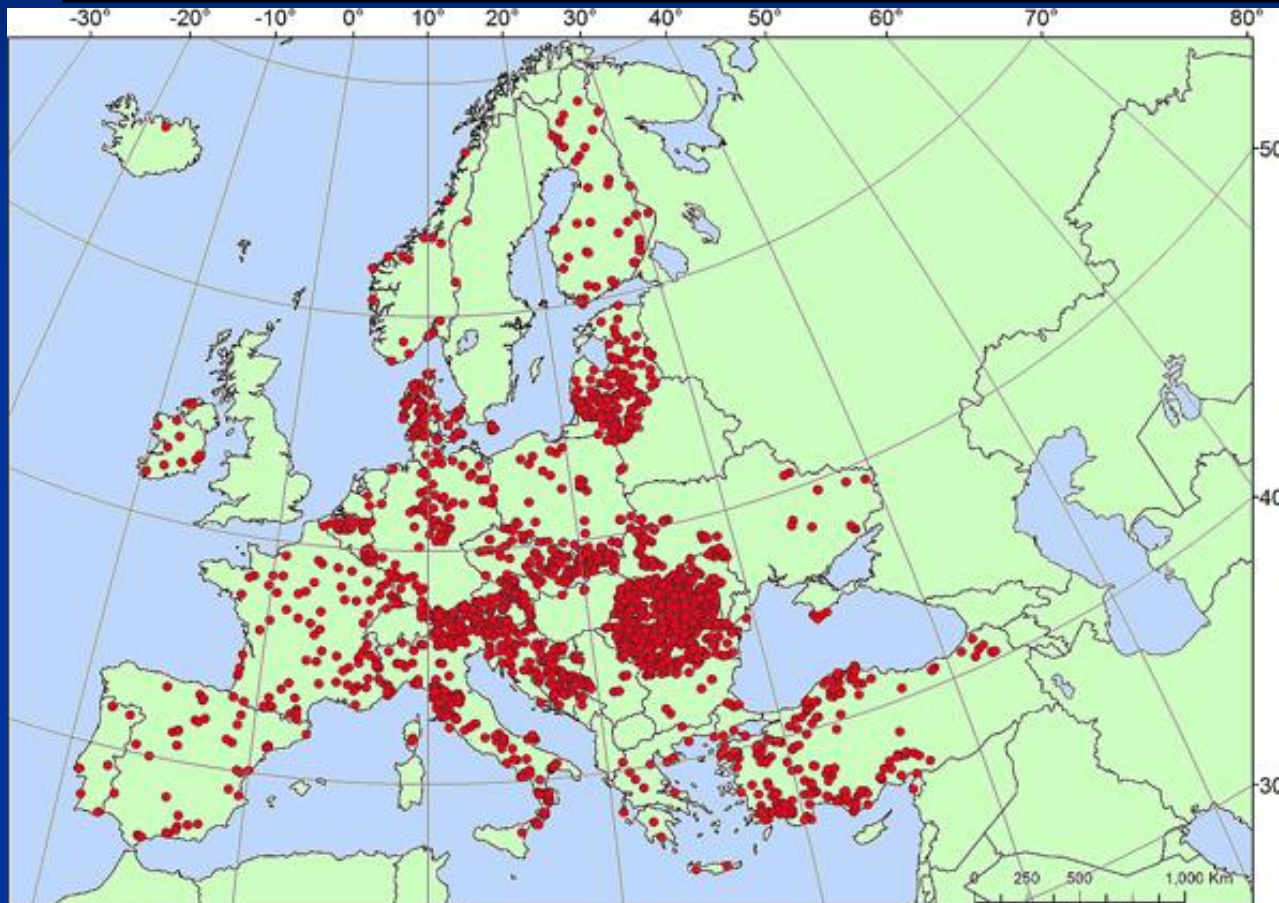
**Biology and ecology**

White elm (*Ulmus laevis* Pavi.) is allogamous, and does not hybridize with the other European elm species which belong to a different section of the genus. Flowers are hermaphroditic and wind pollinated. Germination time is short and seed production is regular and prolific, with a high percentage of viable seed and high germination rates. Seeds dispersed by wind or carried downstream by rivers, ensure the colonisation of new sites. Root suckering may play a role in the regeneration of established stands whereas stool suckering is thought to be poor. The typical habitat of the white elm is riparian deciduous forest, where it can benefit from long-term flooding for longer periods



Euforgen : more than 30 upgradable **technical guidelines** and **distribution maps** widely used by researchers and managers alike

# *In situ conservation of forest genetic resources (FGR): the pan-European dimension*

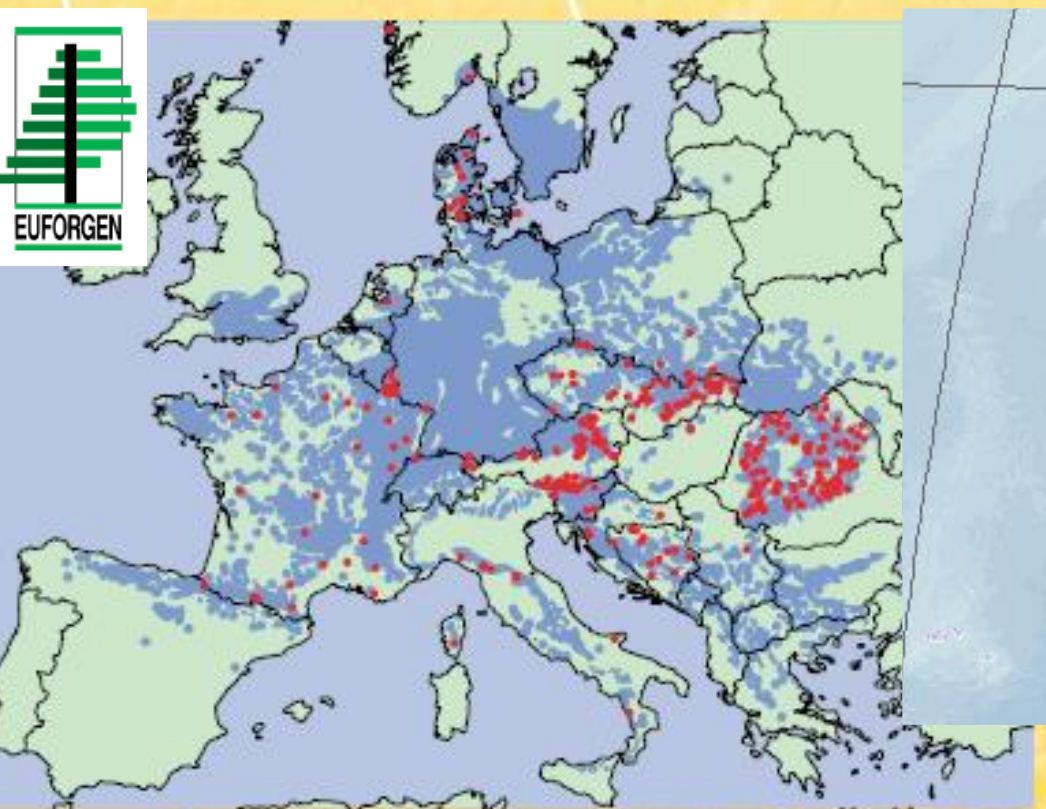


Koskela et al. (Biol Cons)  
2013

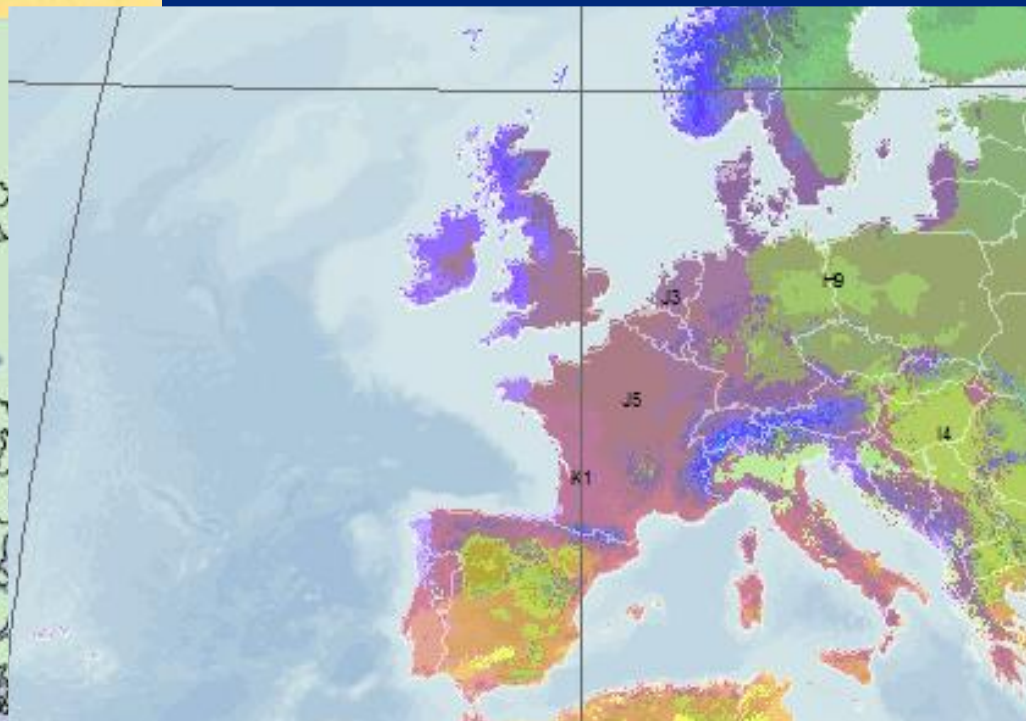
Lefèvre et al. (Cons Biol)  
2013

The EUFGIS database: **4081** CUs and **100** tree species in **34** countries. Each unit is managed for genetic conservation of one or more target tree species under a set of minimum requirements.

# *In situ conservation of forest genetic resources (FGR): the pan-European dimension*



Distribution map of European beech (*Fagus sylvatica*) and its gene conservation units (red dots).



Metzger et al. (GEB)  
2013



A tool for identifying gaps in pan-European strategies, raising awareness on conservation needs, particularly at range margins

# ***An integrated FGR conservation and sustainable use program for Salzmann pine in France***

## **Funding:**

**2009 – 2017 (500 kEuros HT, excluding permanent staff)**

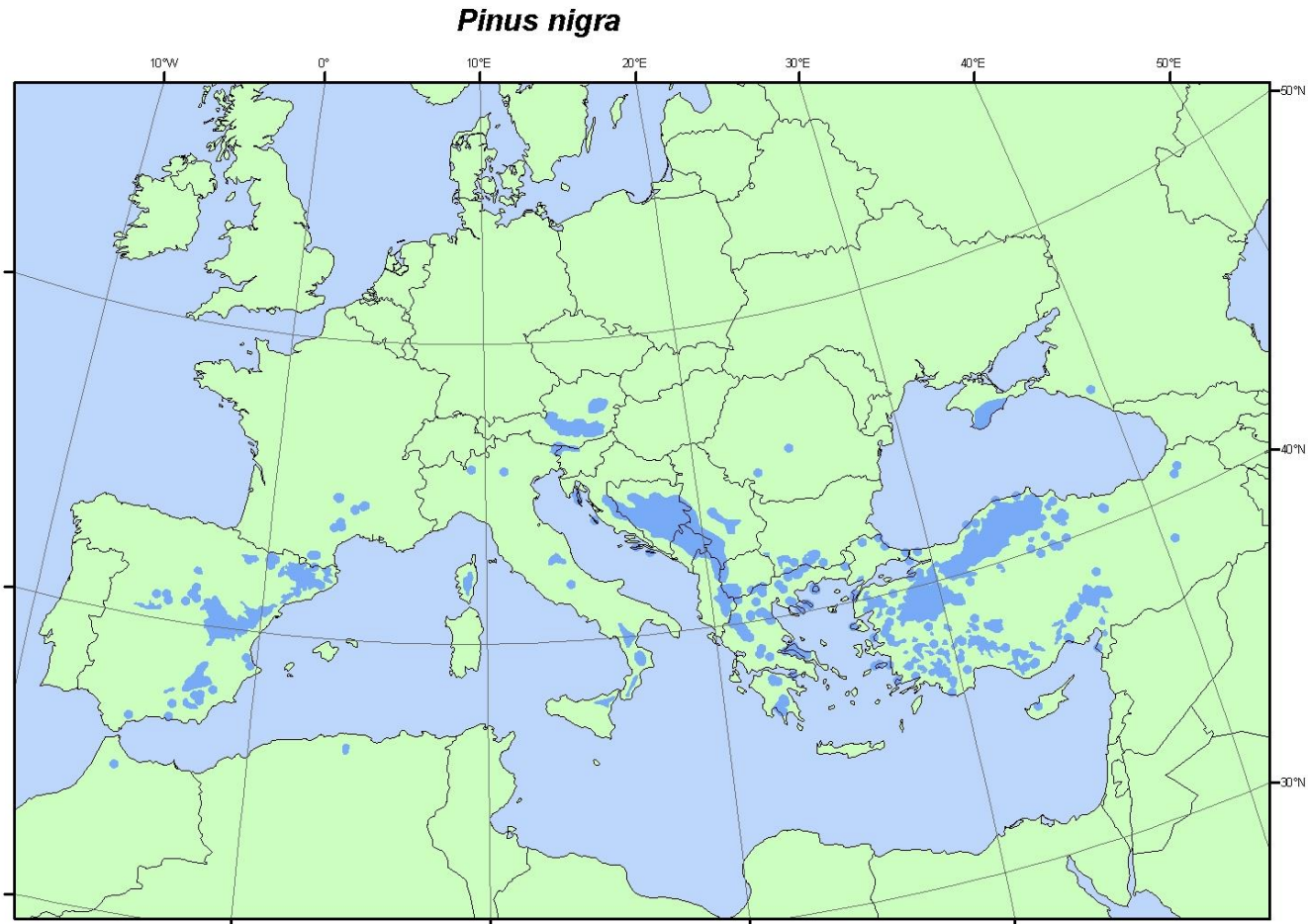
## **Partners :**

**INRA Avignon - ONF LR Montpellier - ONF CGAF Orléans – Pépinière ONF Cadarache**

# Biogeography of black pine



EUFORGEN Secretariat  
c/o Biodiversity International  
Via dei Tre Denari, 472/a  
00057 Maccarese (Fiumicino)  
Rome, Italy  
Tel. (+39)066118251  
Fax (+39)0661979661  
euf\_secretariat@cgiar.org  
More information  
and other maps at:  
[www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)



This distribution map, showing the natural distribution area of *Pinus nigra* was compiled by members of the EUFORGEN Networks and was published in: Isajev, V., B. Fady, H. Semerci and V. Andonovski. 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of European black pine (*Pinus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages

First published online on 26 March 2005 - Updated on 30 July 2008

0 250 500 1,000 Km

# Resolving taxonomic uncertainties



USDA United States Department of Agriculture  
Agricultural Research Service  
U.S. National Plant Germplasm System

EURO+MED  
PlantBase

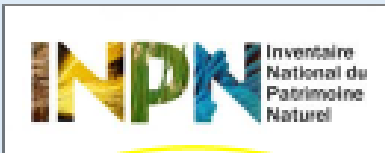
ROYAL BOTANIC GARDENS KEW

RED LIST

Catalogue of Life

- *Pn. salzmannii*
- *Pn. laricio*
- *Pn. nigra*
- *Pn. dalmatica*
- *Pn. pallasiana*


5



INPN Inventaire National du Patrimoine Naturel

- *Pn. salzmannii*
- *Pn. laricio*
  - var. *calabrica*
  - var. *corsicana*
- *Pn. nigra*
  - var. *nigra*
  - var. *pallasiana*

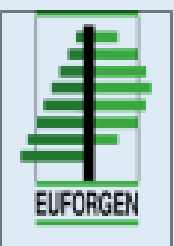
3



The Gymnosperm Database

2

- *Pn. salzmannii*
- *Pn. nigra*
  - var. *nigra*
  - var. *caramanica*
  - var. *pallasiana*



EUFORGEN

- *Pn. mauretunica*
- *Pn. salzmannii*
- *Pn. laricio*
- *Pn. nigra*
- *Pn. dalmatica*
- *Pn. pallasiana*

6



alimagri

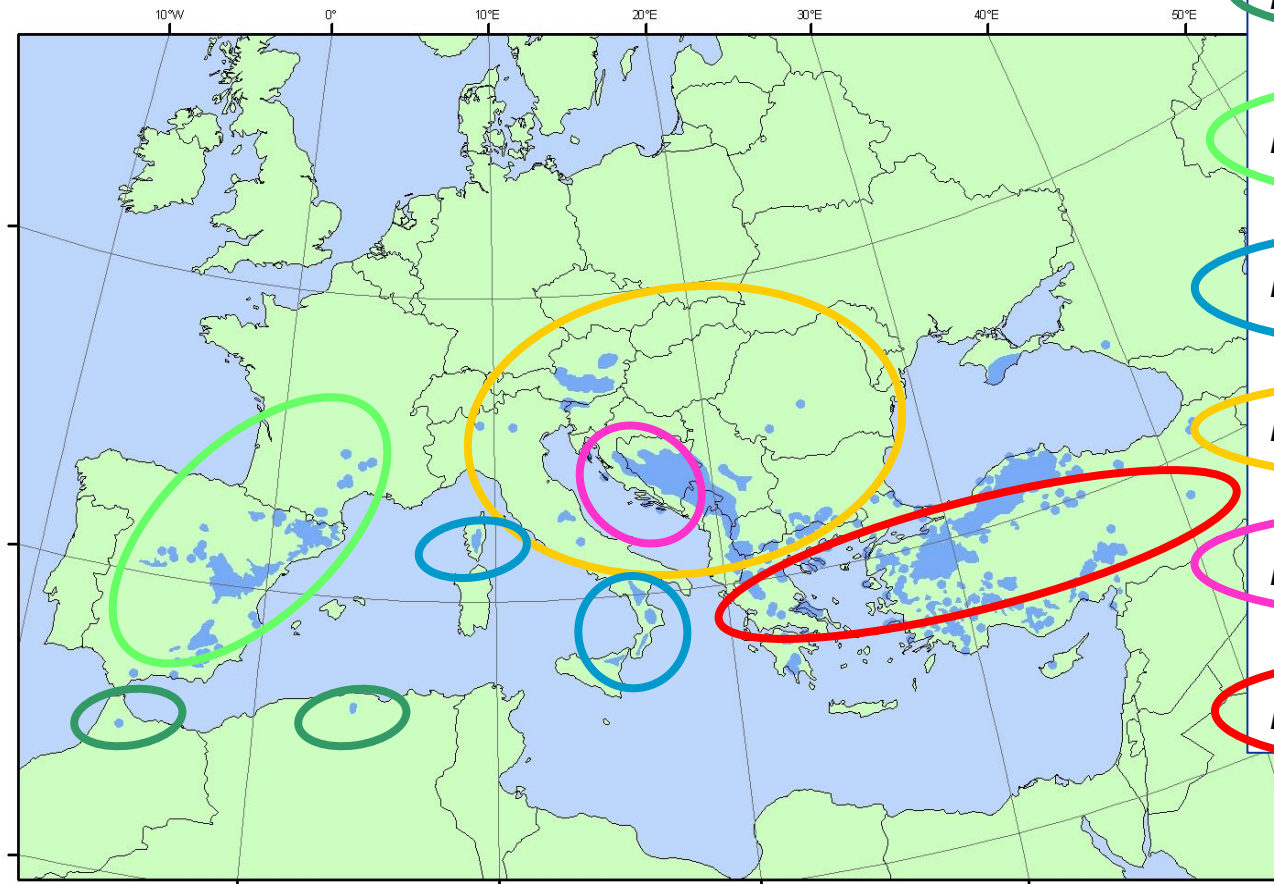
- *Pn. salzmannii*
- *Pn. nigra*
- *Pn. calabrica*
- *Pn. corsicana*

4



# Geography and taxonomy of black pine

## *Pinus nigra*



*P. n. mauretunica*,

*P. n. salzmanni*,

*P. n. laricio*,

*P. n. nigra*,

*P. n. dalmatica*,

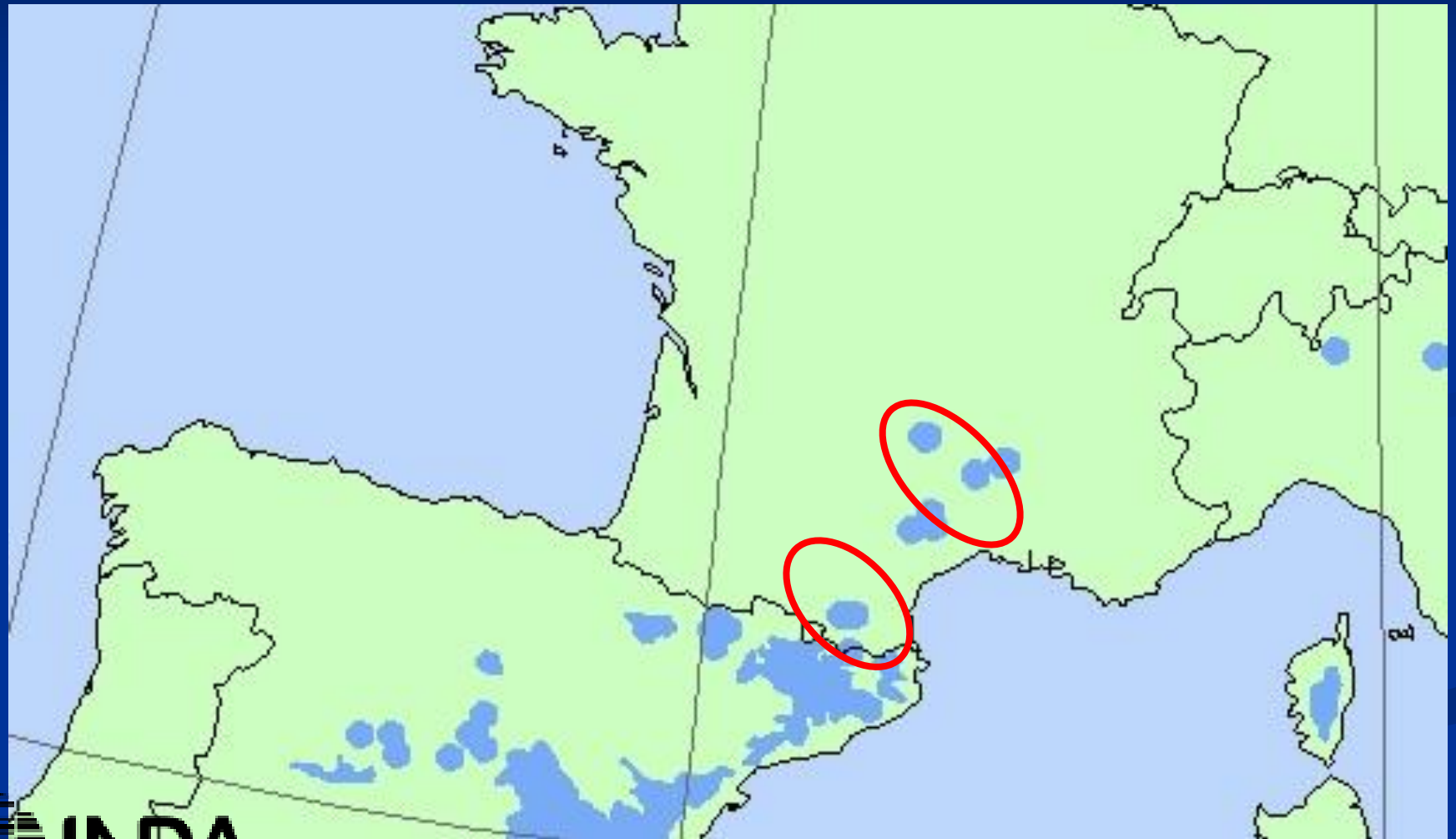
*P. n. pallasiana*



EUFORGEN Secretariat  
c/o Bioversity International  
Via dei Tre Denari, 472/a  
00057 Maacarese (Fiumicino)  
Rome, Italy  
Tel. (+39)066118251  
Fax: (+39)0661979661  
euf\_secretariat@cgiar.org  
More information  
and other maps at:  
[www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)

This distribution map, showing the natural distribution area of *Pinus nigra* was compiled by members of the EUFORGEN Networks and was published in: Isajev, V., B. Fady, H. Semerci and V. Andonovski. 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of European black pine (*Pinus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages

# *Geography and taxonomy of black pine in France: marginal populations*

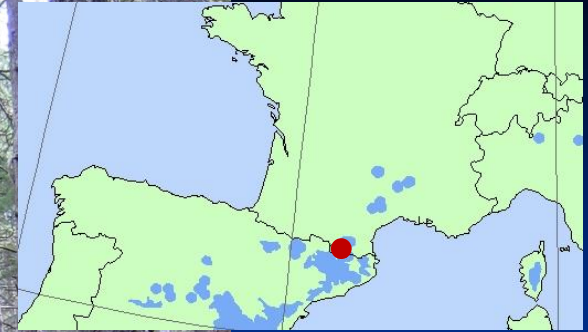


## *Uniqueness, risks and protection needs*

- Wild fires and climate change: risks on habitat (loss)
  - Hybridization: potential risk (benefit?) for genetic resources
- 
- Priority habitat under Habitats directive (D. 92/43 CEE of 21 May 1992) : « Endemic (sub-) Mediterranean black pine forests : Salzmann pine ».
  - European, national and regional issue: conservation and sustainable use within the national and regional biodiversity strategies.

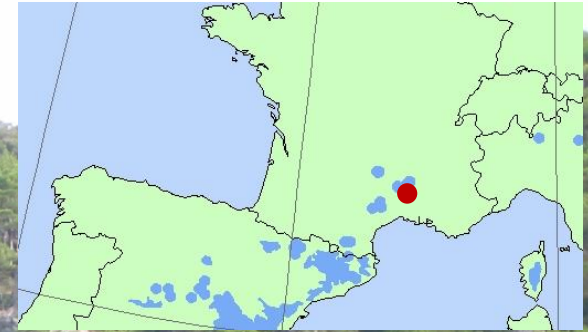








*A landmark Salzman pine forest in France: St Guilhem le Désert*





*Salzmann pine on cliffs in the Tarn river canyon*



***The objectives of the « Salzmänn » project:***  
***- ex situ collection of autochthonous pines***  
***- Design of an in situ conservation network***

Finding autochthonous Salzmänn pines in France.

Sampling grafts for ex-situ conservation in clonal plantations.

Sampling (leaves and seeds) for the study of genetic diversity:

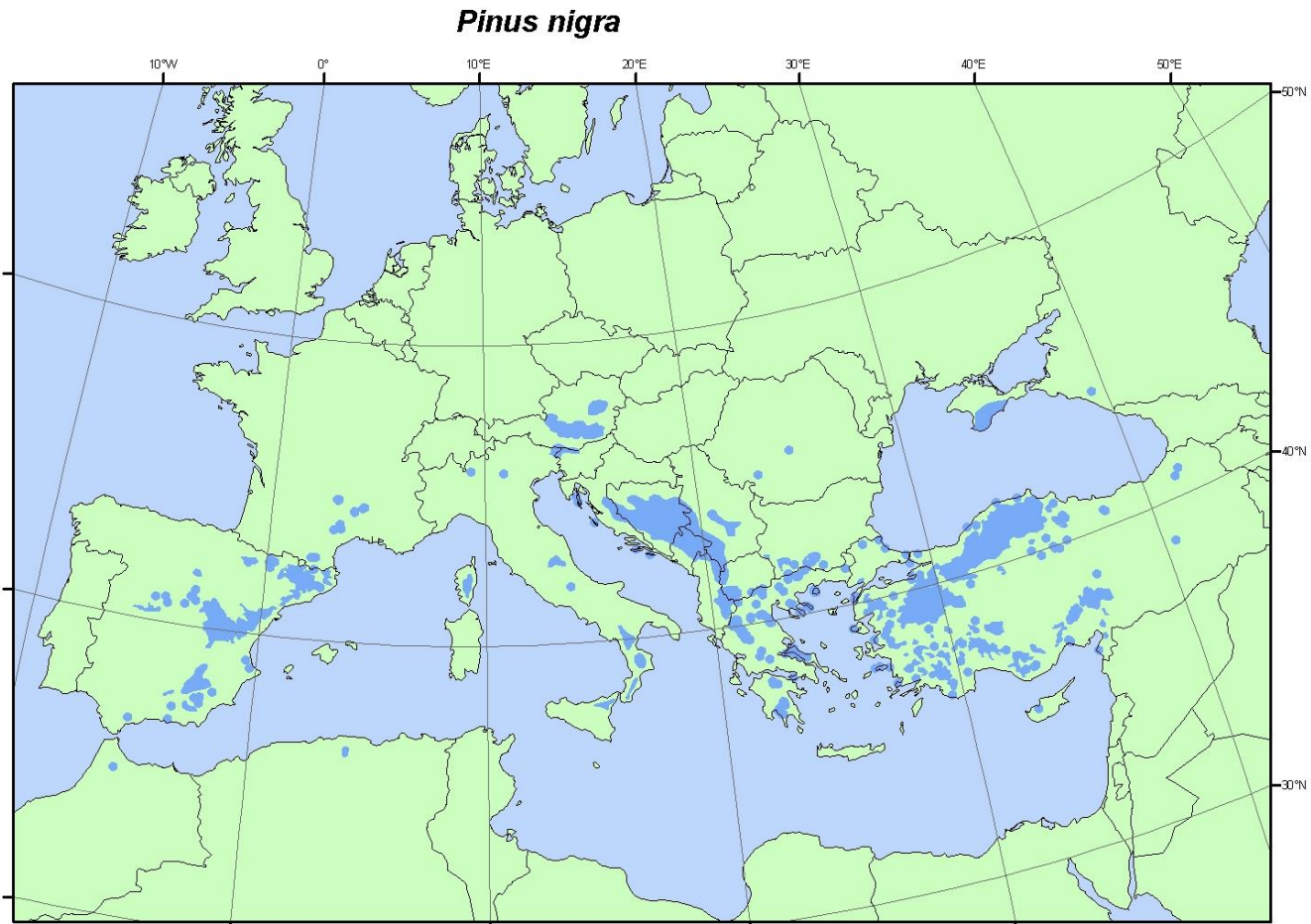
- Evolutionary history, uniqueness of populations for conservation
- Contemporary gene flow and mating system

Candidate genes of adaptive significance

# Retracing the evolutionary history of Salzmann pine within the black pine complex



EUFORGEN Secretariat  
c/o Biodiversity International  
Via dei Tre Denari, 472/a  
00057 Maccarese (Fiumicino)  
Rome, Italy  
Tel. (+39)066118251  
Fax (+39)0661979661  
euf\_secretariat@cgiar.org  
More information  
and other maps at:  
[www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)



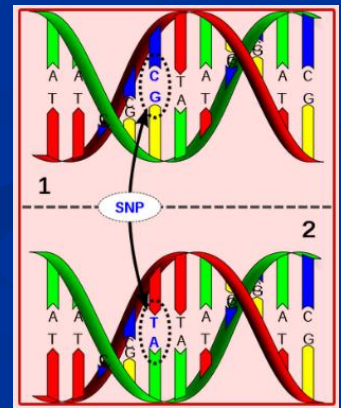
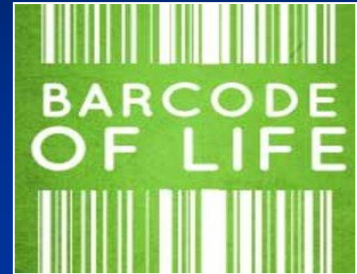
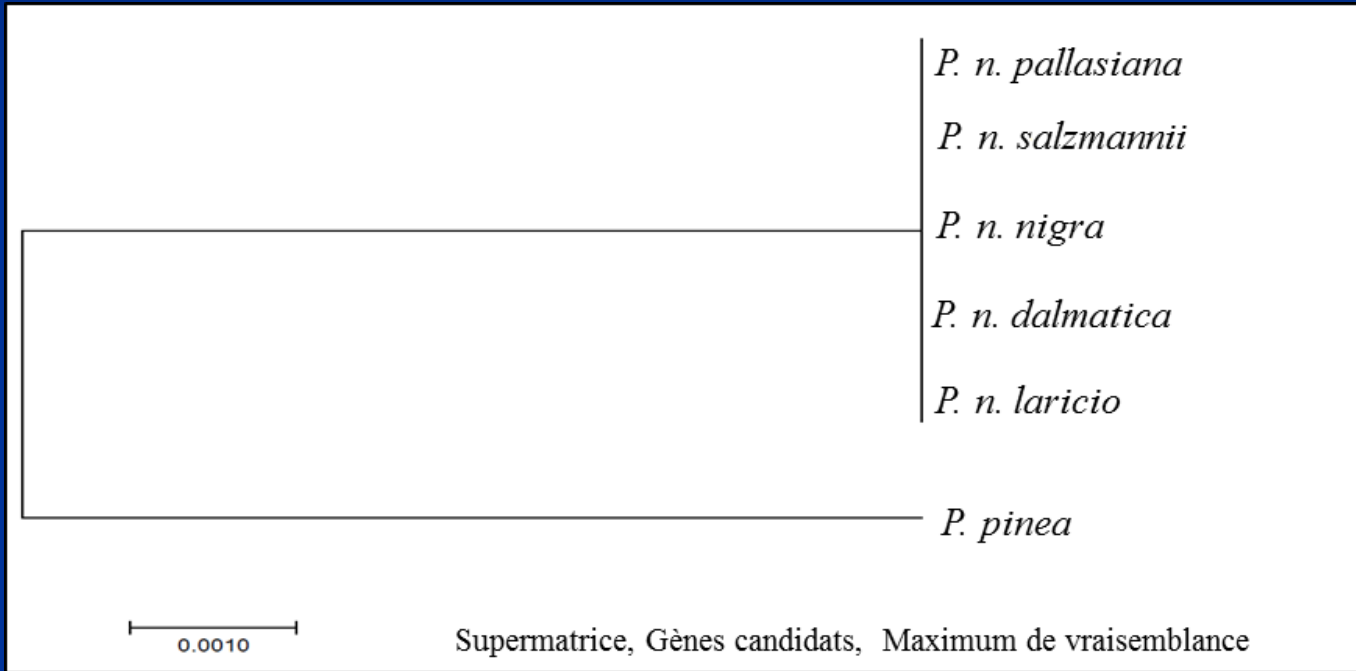
This distribution map, showing the natural distribution area of *Pinus nigra* was compiled by members of the EUFORGEN Networks and was published in: Isajev, V., B. Fady, H. Semerci and V. Andonovski. 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of European black pine (*Pinus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages

First published online on 26 March 2005 - Updated on 30 July 2008

0 250 500 1,000 Km

# The DNA barcode approach: black pines are a homogeneous genetic group

DNA barcodes: trnH, matK, rbcL, Coxl, Nad5-4



*P.n. salzmannii*



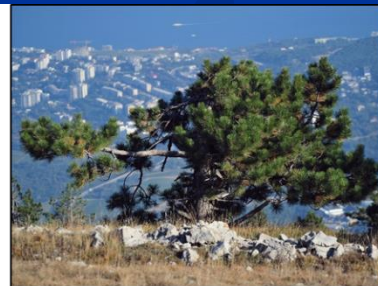
*P.n. laricio*



*P.n. nigra*



*P.n. dalmatica*

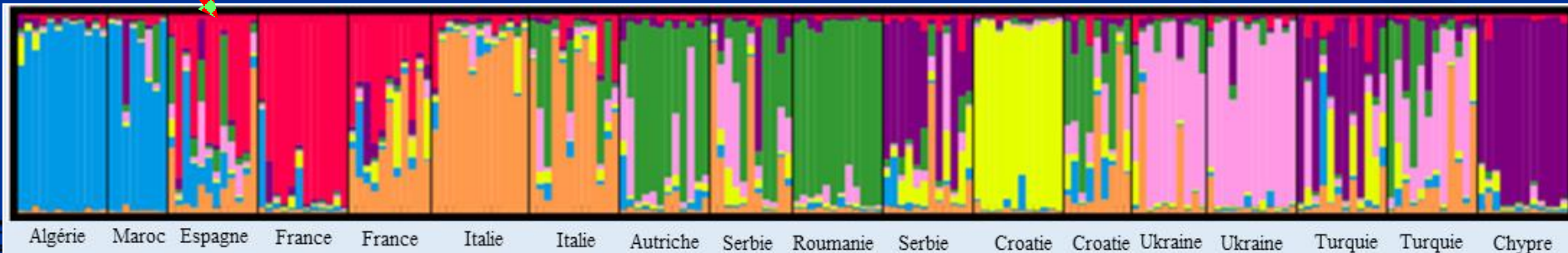
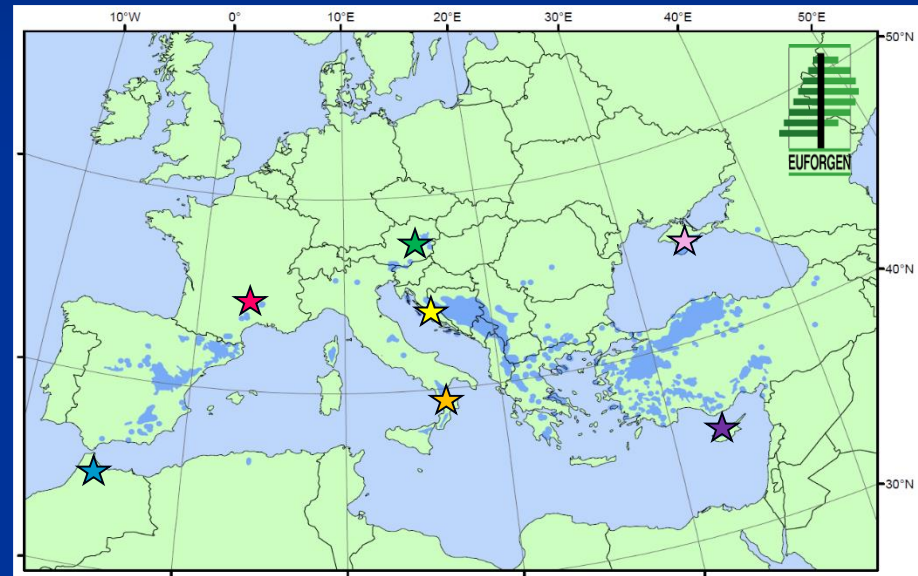


*P.n. pallasiana*

# *The genetic structure of black pines: 7 main lineages... but strong gene flow*

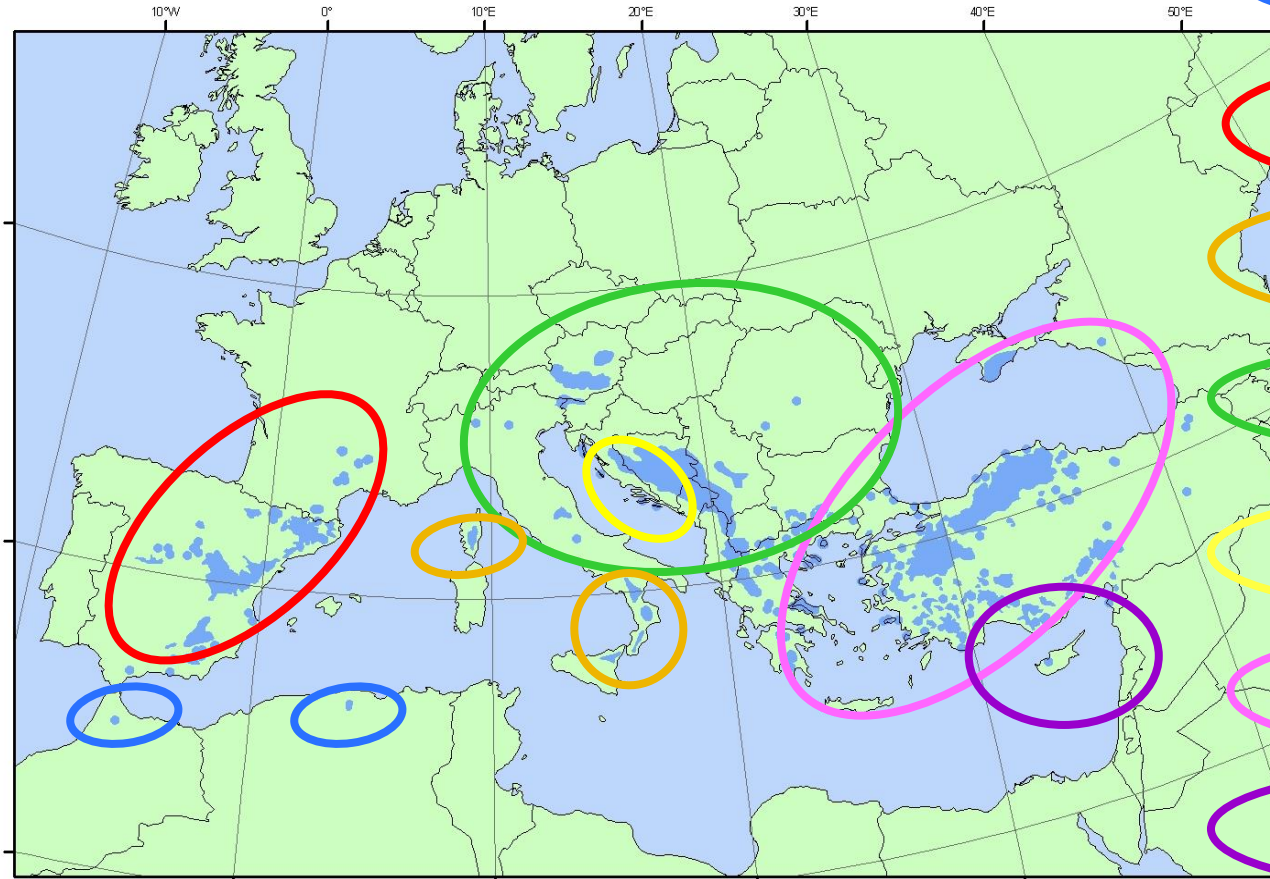
STRUCTURE Bayesian clustering with admixture (14 nSSRs, 18 populations, 216 individuals); K from 2 to 18, 10 iterations

*Hybrid black pine?*



# Retracing the evolutionary history of Salzmann pine within the black pine complex

*Pinus nigra*



*P. n. mauretunica*

*P. n. salzmannii*

*P. n. laricio*

*P. n. nigra*

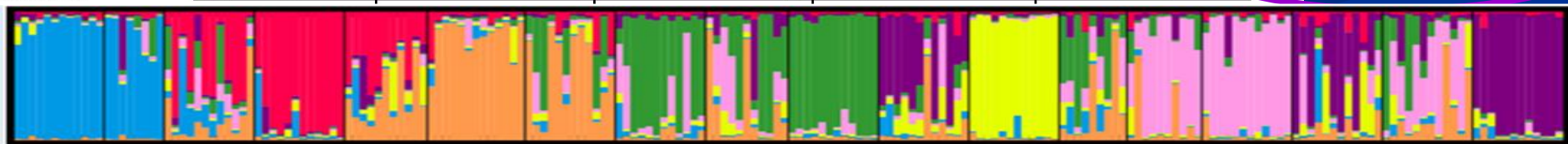
*P. n. dalmatica*

*P. n. pallasiana*

*P. n. caramanica*

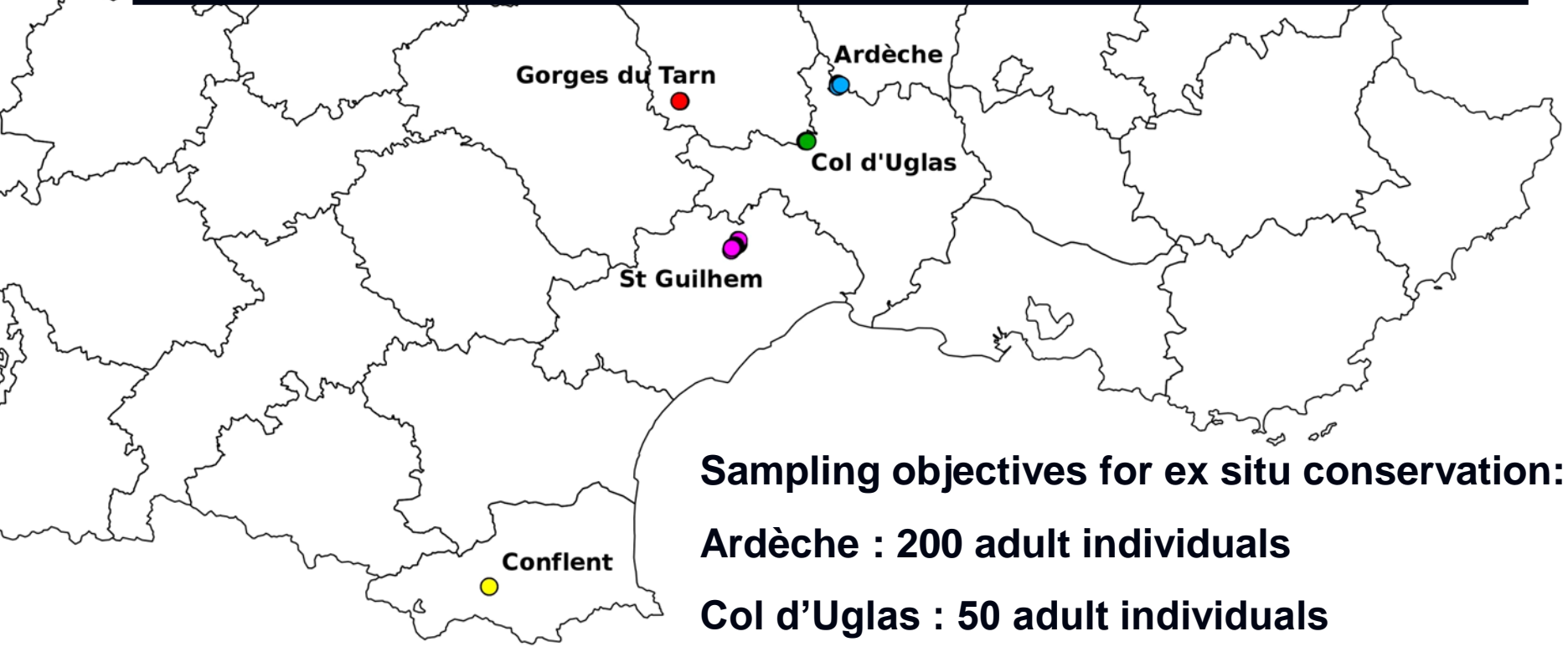


EUFORGEN Secretariat  
 c/o Biodiversity International  
 Via del Tre Denari, 472/a  
 00057 Maccarese (Fiumicino)  
 Rome, Italy  
 Tel. (+39)066118251  
 Fax (+39)0661979661  
 euf\_secretariat@cgiar.org  
 More information  
 and other maps at:  
[www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)



Algérie Maroc Espagne France France Italie Italie Autriche Serbie Roumanie Serbie Croatie Croatie Ukraine Ukraine Turquie Turquie Chypre

# ***Finding autochthonous Salzmann pines in France***



**Sampling objectives for ex situ conservation:**

**Ardèche : 200 adult individuals**

**Col d'Uglas : 50 adult individuals**

**Gorges du Tarn : 50 adult individuals**

**Saint Guilhem le Désert : 300 adult individuals**

**Conflent : 200 adult individuals**



# ***Finding autochthonous Salzmann pines in France***





# ***Finding autochthonous Salzmännchen pines in France***

Wood cores from a candidate tree: age is the only practical “guaranty” of autochthony



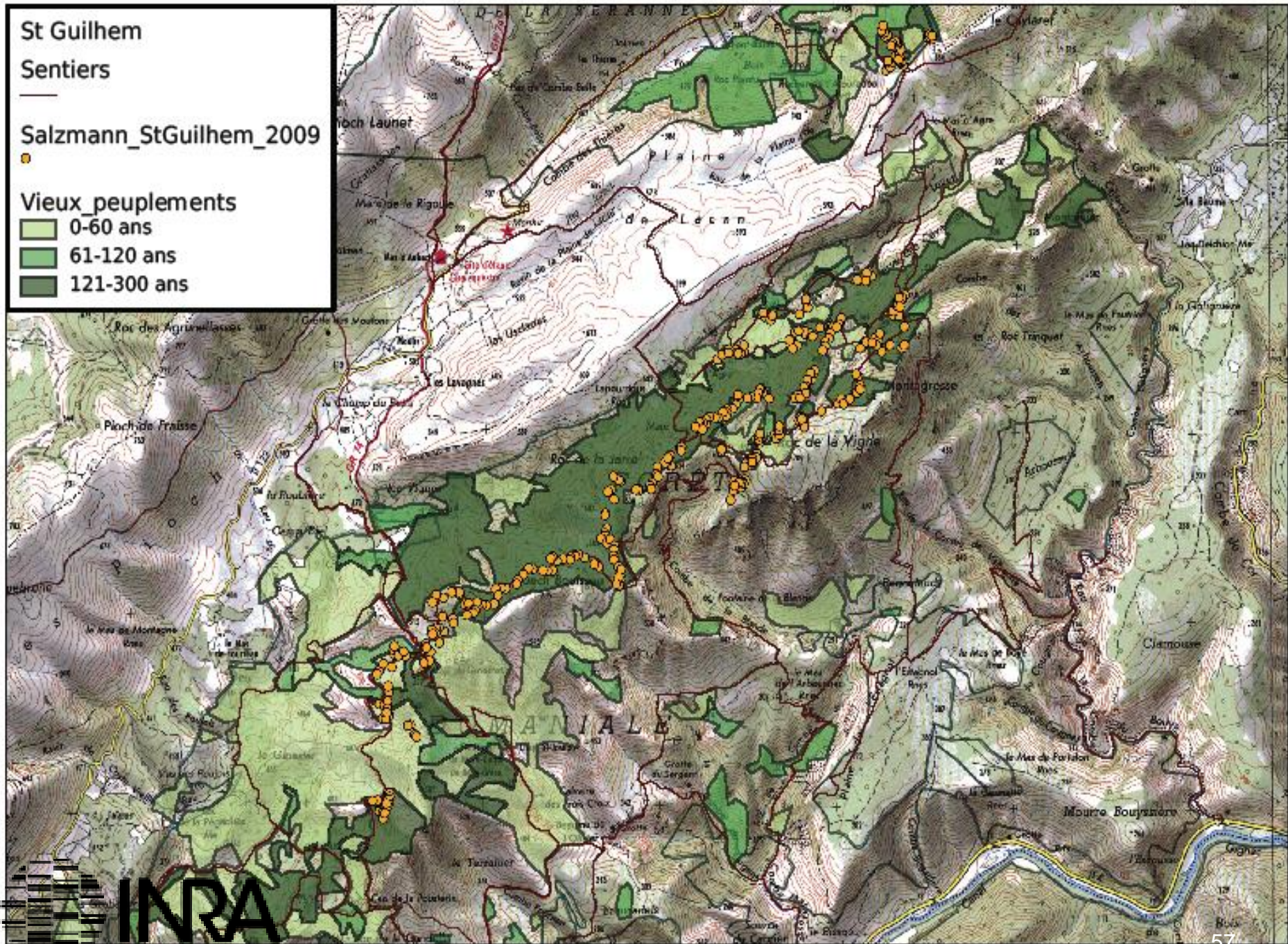
St Guilhem

Sentiers

Salzmann\_StGuilhem\_2009

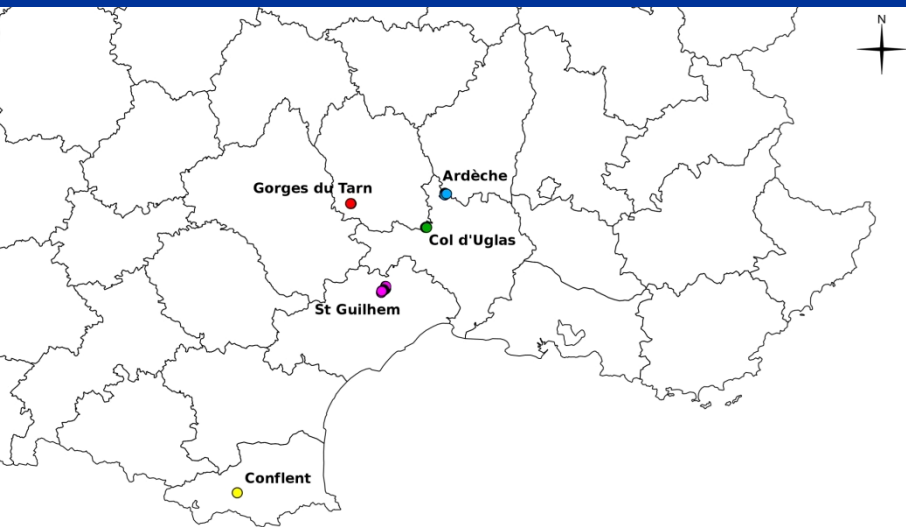
Vieux\_peuplements

- 0-60 ans
- 61-120 ans
- 121-300 ans



# *Sampling for grafting and genetic monitoring*

Sampling requires strong field experience. It is time-consuming and expensive



Climbing an old autochthonous Salzmann pine



# Sampling for grafting and genetic monitoring



A photograph showing a person in a blue jacket and helmet climbing a tall, slender pine tree on a steep, rocky mountain slope. The person is positioned high up the trunk, likely to collect samples. The background features rugged, light-colored rock formations and other trees, some with autumn-colored foliage. The scene is set in a high-altitude, mountainous environment.

## ***Sampling for grafting and genetic monitoring***

# *Plant material for grafting and conservation.*

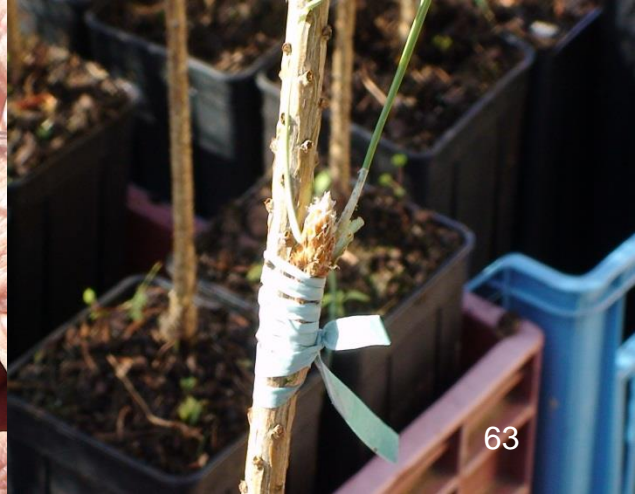




## *Storing seeds*

- 
- Extracting seeds from cones
  - Weighing
  - X Rays for seed quality
  - Data base and meta-data

# Grafting (March – April)







# ***Grafting: a high performance cloning technique with uneven success rates for old material***

Success rate in 2008: 8%  
(20 genotypes out of 244)

Success rate in 2009: 53%  
(139 genotypes out of 260)

.....

Success rate in 2016: 92%  
(741 genotypes out of 800)

Objective: 800 genotypes



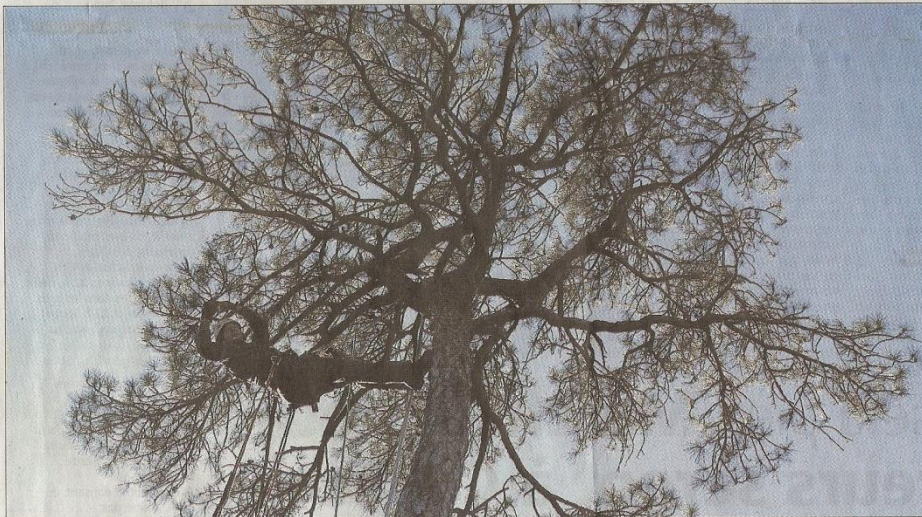
# HÉRAULT Une pouponnière pour les pins de Salzmann

Midi Libre  
662-  
FAITS DIVERS

RÉGION

Dimanche 16 août 2009

## Hérault L'ONF au chevet des derniers pins de Salzmann



→ Une grande attention est portée à cette espèce menacée

→ 4 000 greffons ont été récupérés dans le massif de Saint-Guilhem

→ L'objectif : atteindre les 800 individus clones ou greffés

Montpellier Un forcené maîtrisé par le GIPN

Des hommes du Groupe d'intervention de la police nationale (GIPN) sont intervenus, hier en fin d'après-midi, dans le quartier de Port-Marianne à Montpellier. Ils ont maîtrisé un homme de 33 ans qui, depuis la fin de matinée, menaçait de se jeter de son appartement, au quatrième étage d'un immeuble. Souffrant de schizophrénie bipolaire, ce Montpellierais a été évacué vers le CHU.

Frontignan Un forcené menace puis se rend

Hier vers 18 h, les policiers de Sète sont intervenus à la cité Calmette, à Frontignan. Dans un des appartements, un homme menaçait de mettre fin à ses jours et de faire sauter l'immeuble. Par mesure de sécurité, la cité a été évacuée mais finalement l'intéressé s'est dédit sans problème. L'homme, un Frontignanais de 51 ans, s'est rendu à la police dès son arrivée. Il a été conduit à l'hôpital de Sète.

Nîmes Deux gardiens agressés à la prison

Deux surveillants ont été agressés par un détenu le 13 août à la maison d'arrêt de Nîmes, lors d'une promenade. Un soufflet d'une fracture du nez et de dents cassées, le second serait légèrement touché. Les syndicats de surveillants mettent en cause la surpopulation carcérale, le cholestérol et les sous-effectifs. Philippe Assenzo, délégué IC-pénitentiaire, rappelle « qu'il n'y a pas de douche dans les cellules où la température monte parfois jusqu'à 40 °C ».

Perpignan Un immeuble incendié

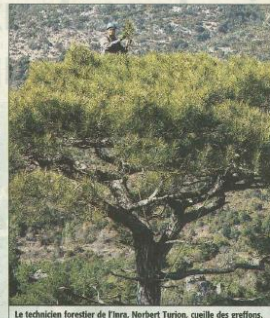
Le feu a pris hier matin, dans un immeuble de trois étages.

ENVIRONNEMENT

→ L'Office national des forêts pilote un programme de conservation de l'espèce en voie d'extinction

En cette belle journée, des techniciens forestiers de l'Inra perchés sur les plus hautes branches des pins de Salzmann du massif de Saint-Guilhem-le-Désert (Hérault), sont en train de terminer la cueillette de greffons et des cônes. Quoique 4 000 greffons et 1 000 cônes ont été récupérés dans la région à des fins de recherche et de reproduction. Les greffons sont destinés à une pépinière d'Etat chargée de la multiplication végétative. Quant aux graines, elles intéressent les généticiens de l'Inra d'Avignon et ceux du conservatoire génétique des arbres forestiers d'Orléans.

Des opérations qui entrent dans le cadre d'un programme de conservation (2008-2012) des populations françaises de pin de Salzmann et doté d'un budget de 600 000 €. L'objectif est d'étudier cette espèce pour mieux la protéger, mais aussi pour son intérêt écologique. « Le pin de Salzmann qui n'était jusqu'à présent qu'une curiosité botanique est depuis quelques années porteur d'espoir », explique Daniel Cambon, responsable technique ONF du projet. Cette espèce autochtone a traversé les siècles. Autre qualité : elle fournit un excellent bois d'œuvre. Dans le massif de Saint-Guilhem, l'étude des charbons (\*) (résidus de feux) a montré que les moines de l'abbaye de Gellone, 800 ans après JC, exploitaient déjà cette essence. A l'heure du réchauffement climatique, les gestionnaires de la forêt se demandent si ce pin ne pourrait pas constituer une alternative à des espèces menacées par la



Le technicien forestier de l'Inra, Norbert Turion, cueille des greffons.

sécheresse comme le pin sylvestre. « La problématique n'est pas ce arbre n'est pas forcément pur sur le plan génétique car nos prédécesseurs ont reboisé à l'époque avec des sous-espèces voisines comme le pin sur « Autriche. Le pin de Salzmann a parfois été étudié comme celui de Bourgogne (Gard) pour reboiser avec du pin maritime employé alors comme bois de mines. » L'intérêt patrimonial, mais aussi

« Cette espèce locale nous touche »

Lorsqu'ils sont arrivés à proximité des pins de Salzmann

à son expérience acquise sur le terrain, sa technicité, elle constitue le premier maillon de la chaîne des programmes de recherche. Les activités sont multiples et souvent pluri-annuelles sur plusieurs années. Le travail requiert d'excellentes conditions physiques, une grande disponibilité et

Norbert Turion, responsable de l'équipe. « Avec regard et le suivi de cette espèce en cours, on est au cœur de l'action, cela nous touche particulièrement... Et

la réglementation exige que les graines destinées au reboisement soient issues de souches pures. Aussi afin d'éviter les sujets hybrides, le projet a débuté avec le recensement des vieux arbres ceux de plus de 140 ans, présents avant les reboisements. Ces ancêtres, baptisés à l'origine pins de Montpellier, ont été sondés, usqués, positionnés par GPS puis cartographiés. 280 arbres (dont 120 à Saint-Guilhem) ont été sélectionnés sur différents peuplements. Et ce n'est pas terminé, l'objectif est de 800 individus clones, greffés ou mis en collection. »

Tout de photos : Christine GUBAUD

Patrimoine

Autrefois répandu jusqu'en plaine, le pin de Salzmann est une sous-espèce de pin non découverte en 1810 par Salzmann, botaniste allemand, dans le massif de Saint-Guilhem (Hérault), et présente à l'état naturel dans le sud de la France et en Espagne. Elle a régressé jusqu'à devenir une des espèces les plus rares de France avec 3 000 hectares (100 fois moins qu'en Espagne) situés majoritairement dans les forêts publiques du Languedoc-Roussillon.



Franc, Olivier et Norbert.

puis on est un peu comme les pins de Salzmann, une espèce en voie de disparition... »

REPÈRES

Copier pour protéger  
1 400 sujets vont être greffés, explique Patrice Bréchet, responsable de la Pépinière forestière d'Etat d'Als-en-Provence. Les plants reboiseront au minimum 2 ans à la pépinière. On table sur 50 % de pertes en raison de la difficulté technique de l'opération et de la difficulté de sélectionner des greffons par sujet, nous pourrions créer trois copies par pin sauvegardé. Récupérés par l'ONF, les plants sont destinés à la création d'un verger à graines dans le Sud-Ouest.



Recherche par ADN

« Nous avons d'abord travaillé à l'identification de la forêt de l'ADN sur du feuillage et à l'identification génétique, ensuite nous étudierons les graines. Il s'agit de connaître le niveau de pollution génétique de chaque peuplement afin d'établir une carte d'identité des populations françaises de ces pins et de sélectionner ceux qui seront les plus à même de produire de la graine pour le reboisement », explique Bruno Fady, directeur de recherches à l'unité Ecologie des forêts méditerranéennes d'Avignon. Les premiers résultats montrent que les forêts de Saint-Guilhem et de l'Écluse proches sur le plan génétique, présentent également une grande diversité génétique et sont, de ce fait, intéressantes pour la conservation.

Le pin Salzmann menacée par le...

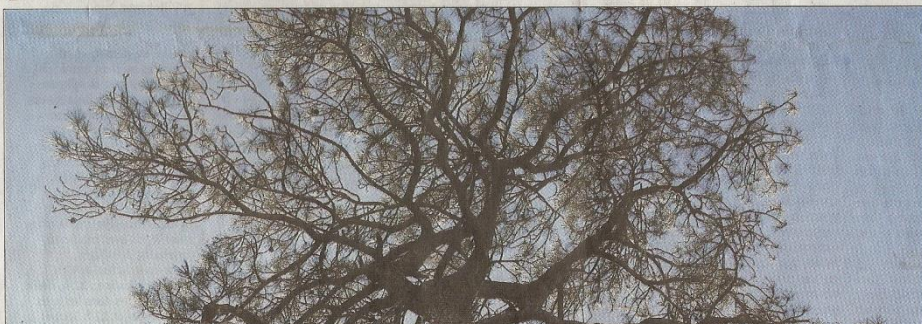
Accéder au site | Toutes les vidéos



Le pin Salzmann menacée par le réchauffement climatique par JT1 weekend



# HÉRAULT Une pouponnière pour les pins de Salzmann



Midi Libre

## FAITS DIVERS

### Montpellier Un forcené maîtrisé par le GIPN

Des hommes du Groupe d'intervention de la police nationale (GIPN) sont intervenus, hier en fin d'après-midi, dans le quartier de Port-Marianne à Montpellier. Ils ont maîtrisé un homme de 29 ans qui, depuis la fin de matinée, menaçait de se jeter de son appartement, au quatrième étage d'un immeuble. Souffrant de schizophrénie bipolaire, ce Montpellierais a été évacué vers le CHU.

### Frontignan Un forcené menacé puis se rend

Hier vers 18 h, les policiers de Sète sont intervenus à la cité Calmette, à Frontignan. Dans un des appartements, un homme menaçait de mettre fin à ses jours et de faire sauter l'immeuble. Par mesure de sécurité, la cité a été évacuée mais finalement l'interpellation s'est déroulée sans problème. L'homme, un Frontignanais de 51 ans, s'est rendu à la police dès son arrivée. Il a été conduit à l'hôpital de Sète.

Deux

RÉGION

Dimanche 16 août 2009

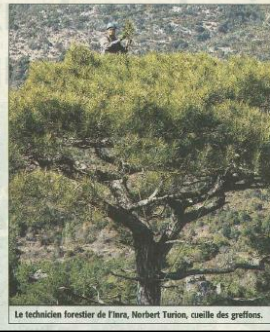
2

# Hérault L'ONF au chevet des derniers pins de Salzmann

## ENVIRONNEMENT

### → L'Office national des forêts pilote un programme de conservation de l'espèce en voie d'extinction

En cette belle journée, des techniciens forestiers de l'Inra perchés sur les plus hautes branches des pins de Salzmann du massif de Saint-Guilhem-le-Désert (Hérault), sont en train de terminer la cueillette de greffons et des cônes. Quoque 4 000 greffons et 1 000 cônes ont été récupérés dans la région à des fins de recherche et de reproduction. Les greffons sont destinés à une pépinière d'État chargée de la multiplication végétative. Quant aux graines, elles intéressent les généticiens de l'Inra d'Avignon et ceux du conservatoire génétique des arbres forestiers d'Orléans.



Le technicien forestier de l'Inra, Norbert Turion, cueille des greffons.

la réglementation exige que les graines destinées au reboisement soient issues de souches pures. Ainsi afin d'éviter les sujets hybrides, le projet a débuté avec le recensement des vieux arbres ceux de plus de 140 ans, présents avant les reboisements. Ces ancêtres, baptisés à l'origine pins de Montpellier, ont été sondés, usqués, positionnés par GPS puis cartographiés. 280 arbres (dont 120 à Saint-Guilhem) ont été sélectionnés sur différents peuplements. Et ce n'est pas terminé, l'objectif est de 500 individus clones, greffés ou mis en collection.

Texte et photos : Christine GUBAUD

(\*) Etude de Jean-Louis Verret (CNIS Montpellier)

## REPÈRES

**Copier pour protéger**  
« 1 400 sujets vont être greffés », explique Patrice Bréchet, responsable de la Pépinière forestière d'État d'Albi-en-Provence. Les plants perdurent au minimum 2 ans à la pépinière. On table sur 50 % de pertes erronées, dues à la difficulté technique de l'opération, à raison de six greffons par sujet, nous pourrions créer trois copies par pin sauvegardé. Récupérés par l'ONF, les plants sont destinés à la création d'un verger à graines dans le Sud-Ouest.



## Patrimoine

Autrefois répandu jusqu'en plaine, le pin de Salzmann

## Patrimoine

# Le Pin de Salzmann

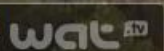
(*Pinus nigra* Arnold ssp. *Salzmanni* [Dunal] Franco), un patrimoine naturel vivant à protéger et valoriser



WEEK-END



Le pin Salzmann menacé par le réchauffement climatique par J. Tf1 weekend



# ***Conservation of genetic diversity of forest trees (FGR): the next steps?***

1. Improving the availability of, and access to, information on FGR (marginal populations, “hybrids” and threatened species)
2. Conservation of FGR (in situ and ex situ)
3. Sustainable use, development and management of FGR
4. Policies, institutions and capacity-building.



1. Promote and facilitate forest genetic diversity conservation
2. Integrate genetic diversity conservation into conservation goals of protected areas
3. Recognize a protected area protection status to forest genetic conservation units



# ***A need to think beyond species for a better conservation of processes...***

« [...] J'ai longtemps pensé qu'il y avait des espèces constantes dans la nature, et qu'elles étaient constituées par les individus qui appartiennent à chacune d'elles.

Maintenant, je suis convaincu que j'étais dans l'erreur à cet égard, et qu'il n'y a réellement dans la nature que des individus. »

(JB Lamarck 1802)





***Conservation de la diversité génétique chez les arbres forestiers : une nécessité pour l'utilisation durable des ressources forestières !***

*24<sup>ème</sup> congrès annuel de l'Ecole Doctorale Sciences de l'Environnement - ED 251 –  
4-5 mai 2017, CEREGE, Aix-en-Provence*