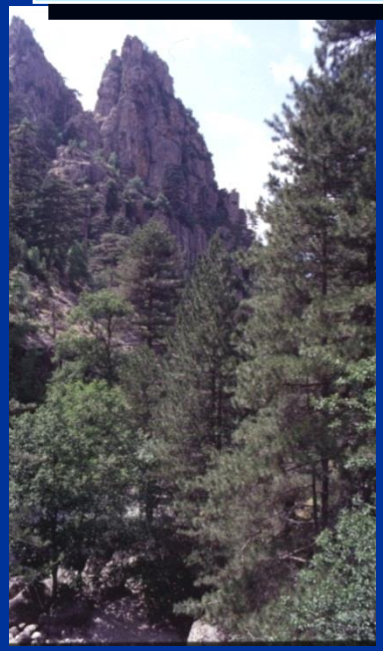
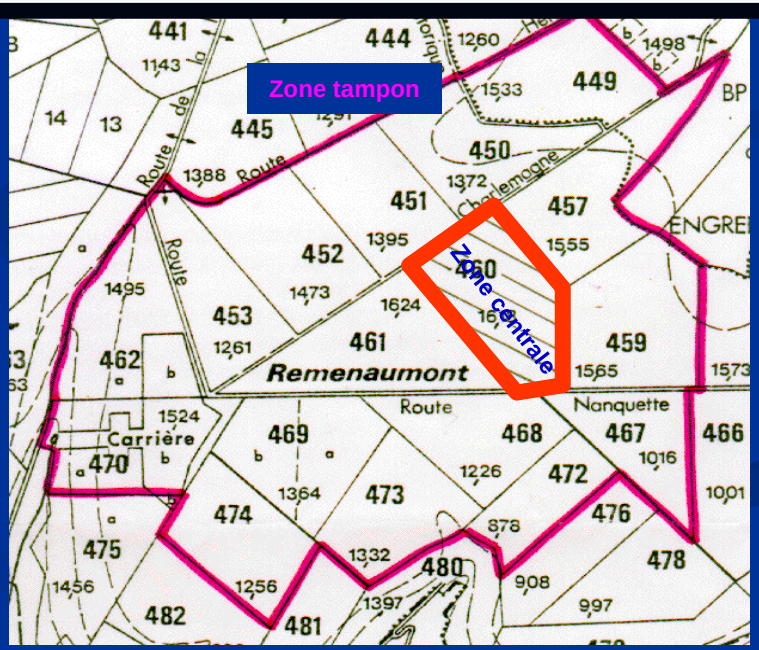
Conservation de la diversité génétique chez les arbres forestiers

Bruno Fady

Bruno Fady,
INRA – URFM,
Ecologie des Forêts Méditerranéennes
Avignon, France
bruno.fady@inra.fr

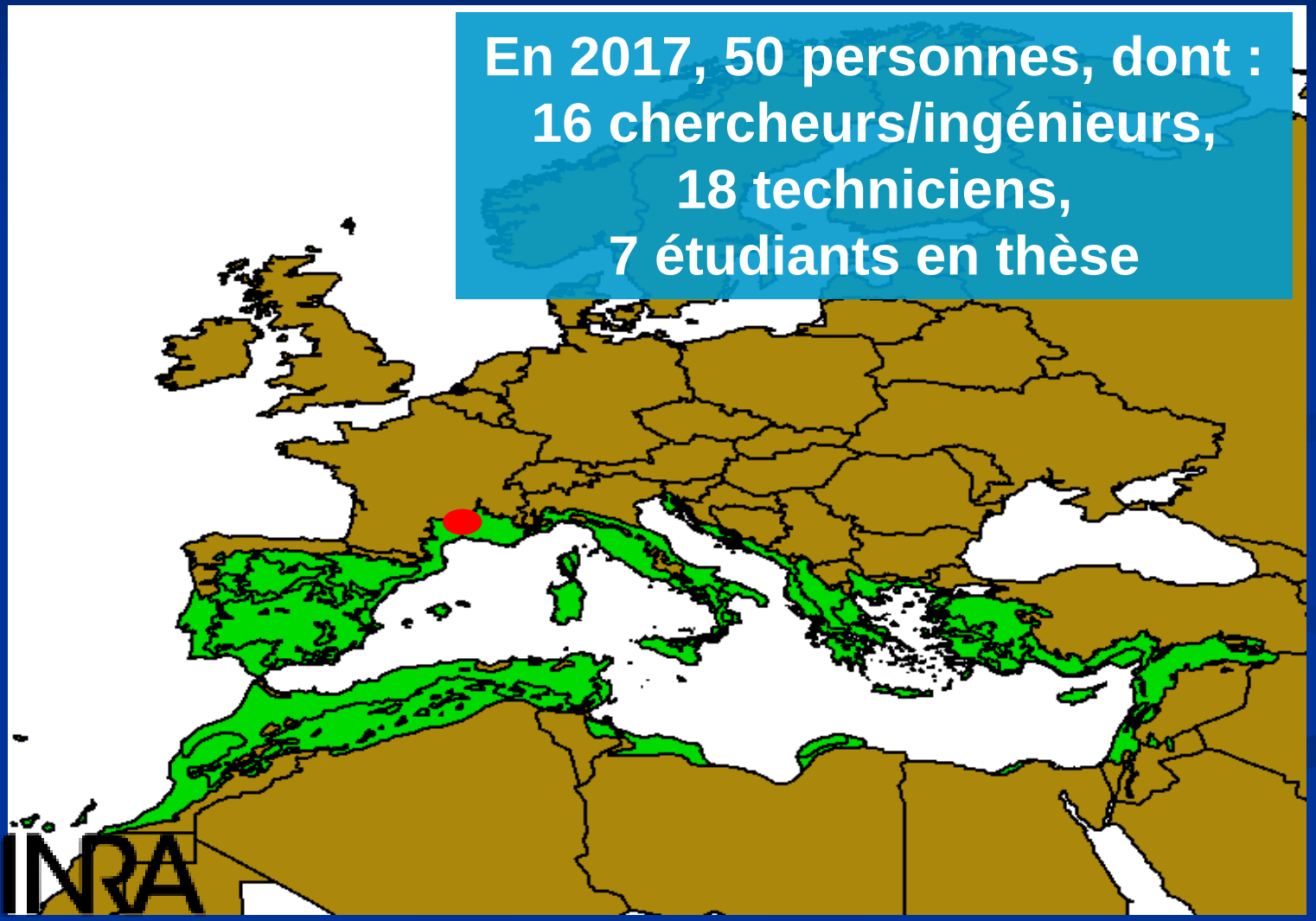
Conservation de la diversité génétique chez les arbres forestiers





24ème congrès annuel de l'Ecole Doctorale Sciences de l'Environnement - ED 251
4-5 mai 2017, CEREGE, Aix-en-Provence

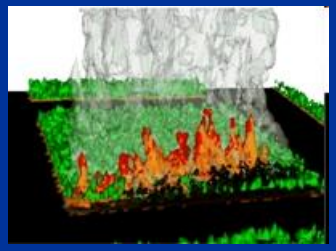
L'unité de recherches INRA–URFM "Ecologie des Forêts Méditerranéennes"



INRA
SCIENCE & IMPACT

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.

INRA SCIENCE & IMPACT

Conservation and conservation genetics

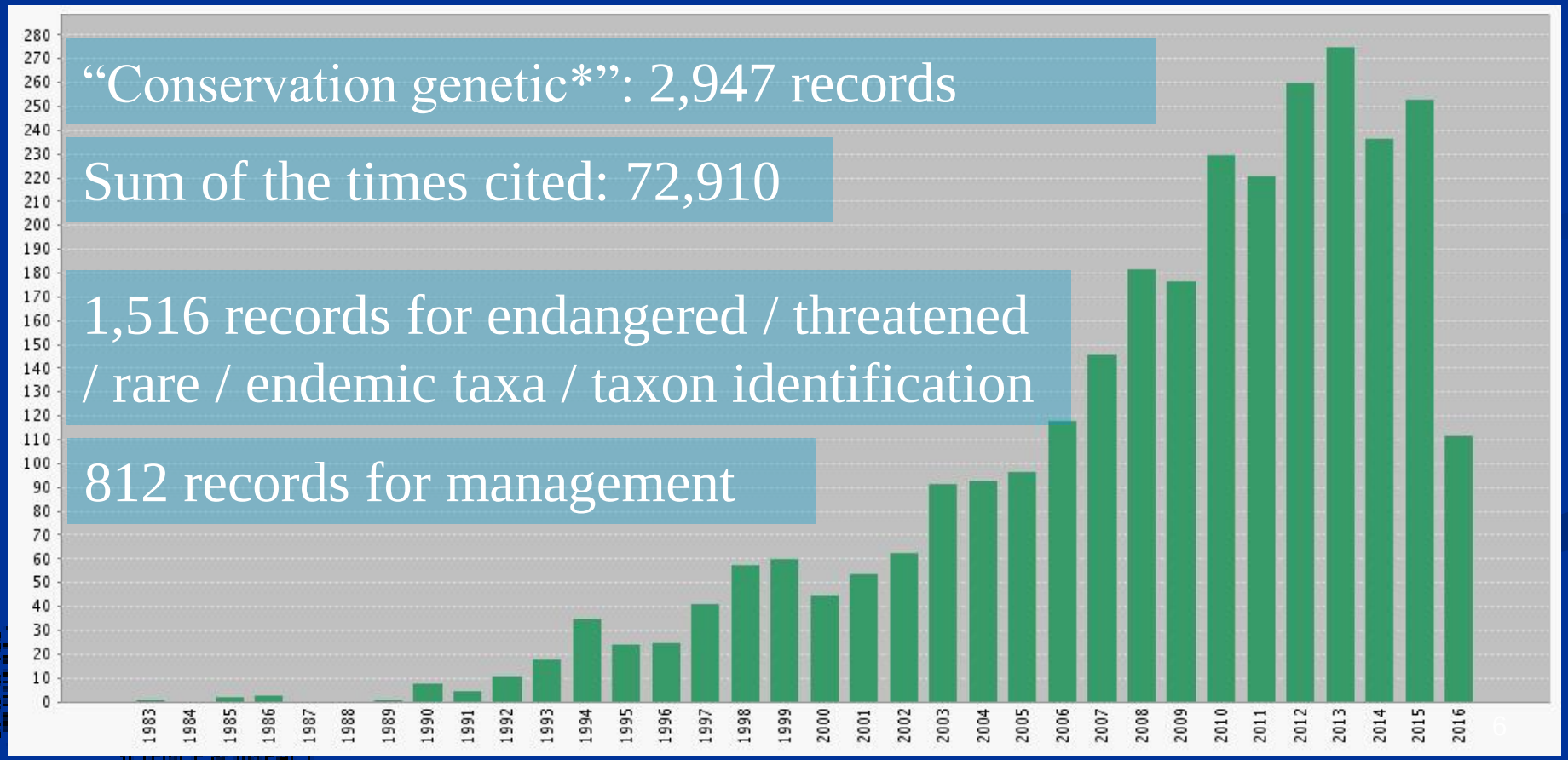
Conservation genetics:

- 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

Frankham, Ballou, Briscoe (2010)
« Introduction to Conservation Genetics »

Conserving genetics is not just concerned with threatened taxa

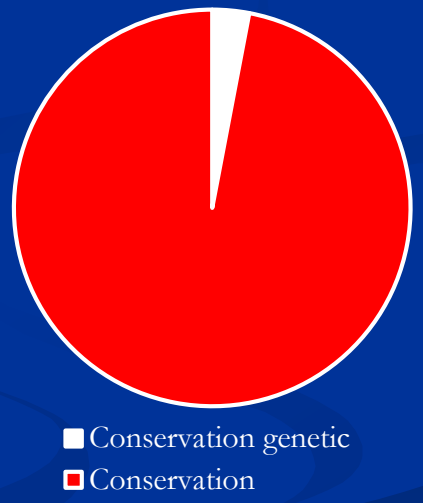
Published "conservation genetic*" items in each year
(Web of Science search period: 1981 - 2016)



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)



(Web of science search period: 1956 - 2016)

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. »

(JB Lamarck « Recherches sur l'organisation des corps vivants », 1802)

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.

INRA
SCIENCE & IMPACT

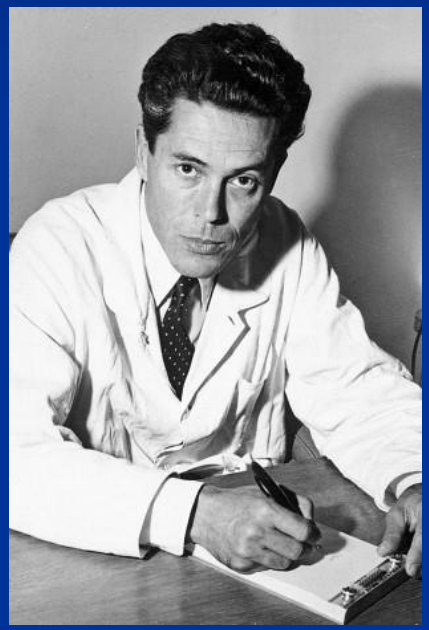
And yet… gene conservation is a global priority (IUCN 2016)

"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

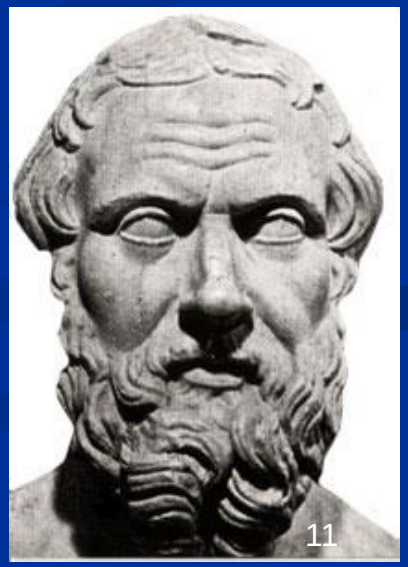
WCC-2016-Rec-104-EN
Integrating autochthonous forest genetic diversity into protected area conservation objectives

The challenge: conserve and foster processes that maintain genetic diversity



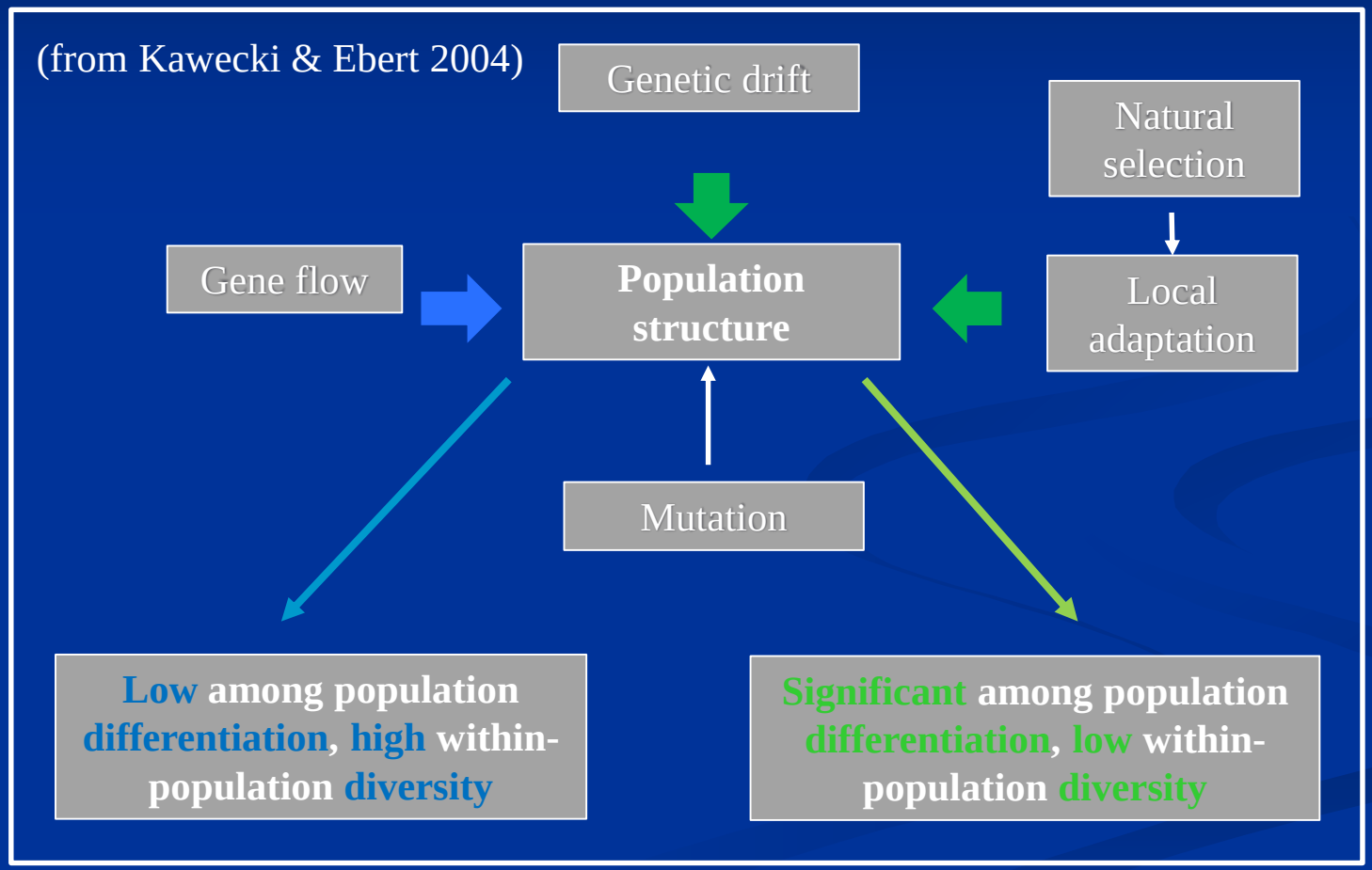
« Tout ce qui existe dans l'univers est le fruit du hasard et de la nécessité »

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



INRA SCIENCE & IMPACT

The challenge: conserve and foster processes that maintain genetic diversity



Genetic diversity = the fuel for evolution and adaptation

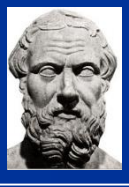
INRA SCIENCE & IMPACT

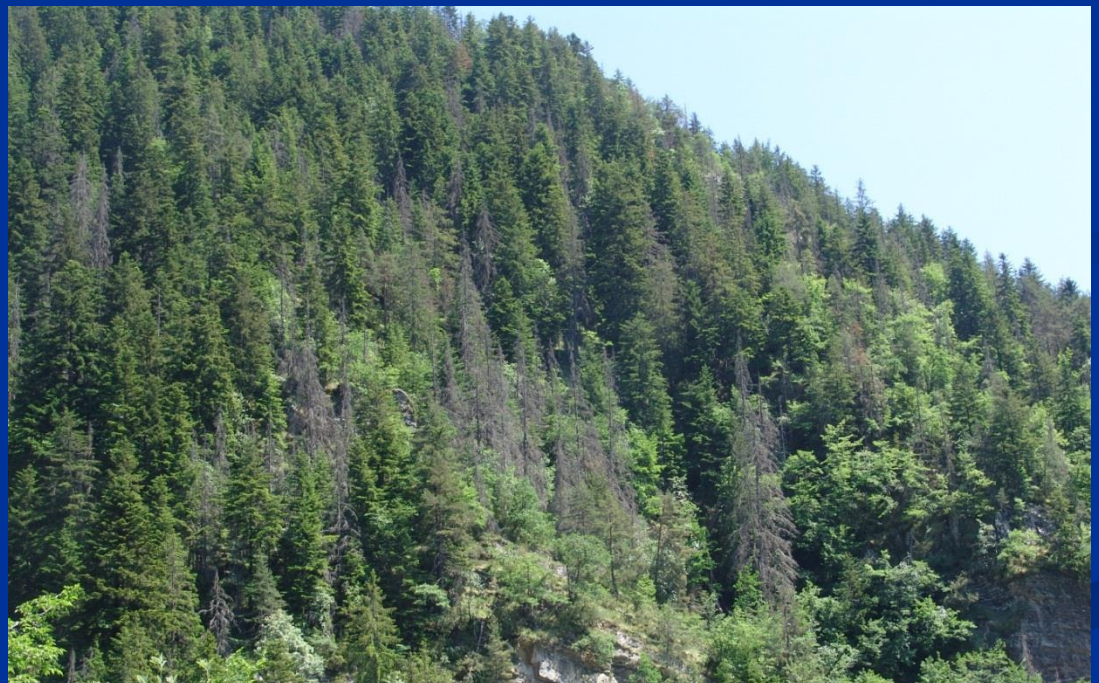
The goals of in situ *gene conservation*

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).

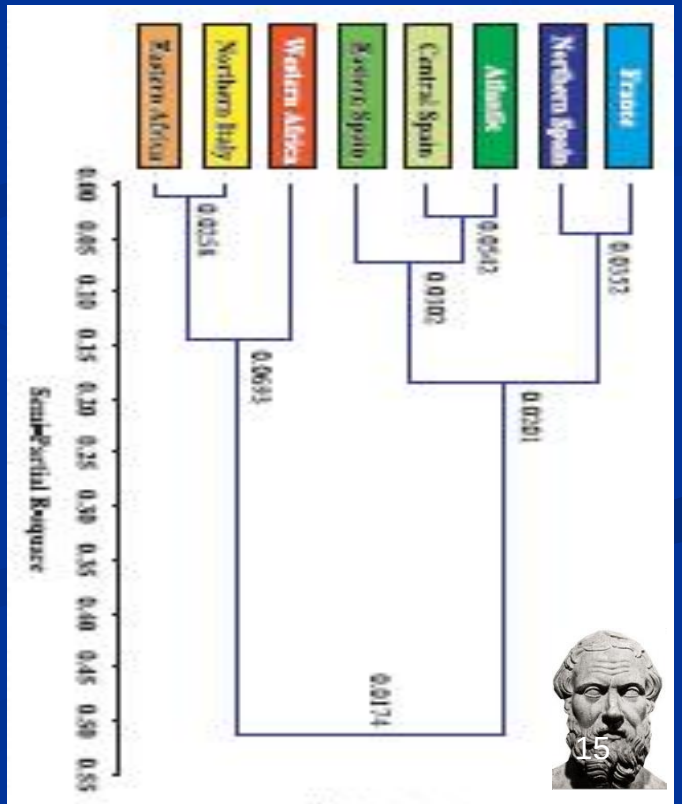
MU : Management Unit (Palsbøll et al 2007)
= group of populations that differs from another by significant differences in genetic markers (reduced gene flow)
= signature of short term evolutionary history (nDNA ou SSRs)

INRA SCIENCE & IMPACT

See also work by JC Avise, R Lande, DH Reed & R Frankham, OA Ryder, P Taberlet, RS Wapples, …

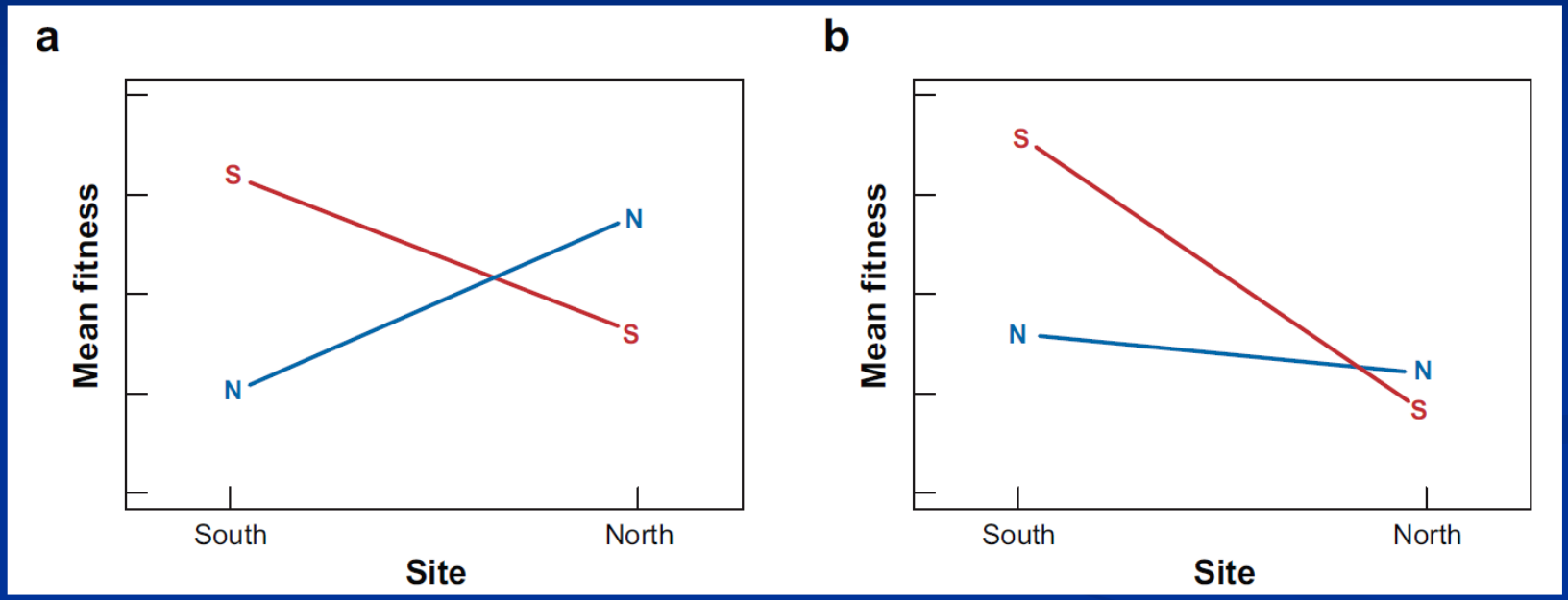
Considering evolutionary history (demography): an example of data availability in Pinus pinaster

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



Bucci et al. (Mol. Ecol.) 2007

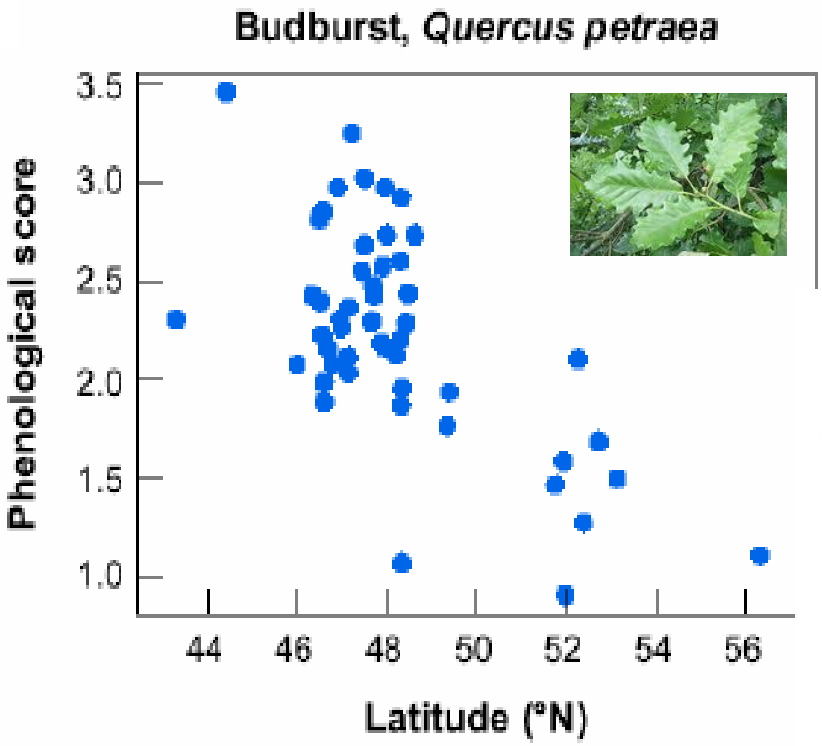
Testing population adaptive properties in addition to different evolutionary histories



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.

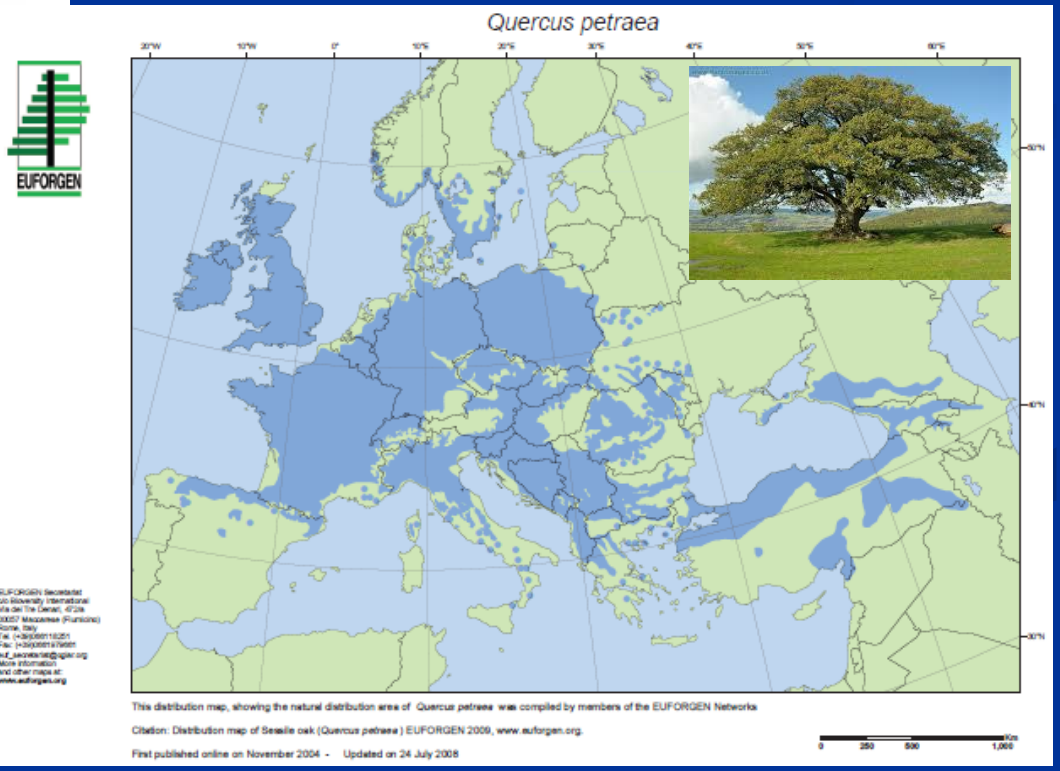
Savolainen et al. (AREES) 2007

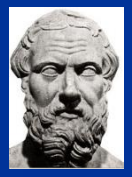
Populations have different adaptive properties in addition to different evolutionary histories



Ducousso et al. (AFS) 1996

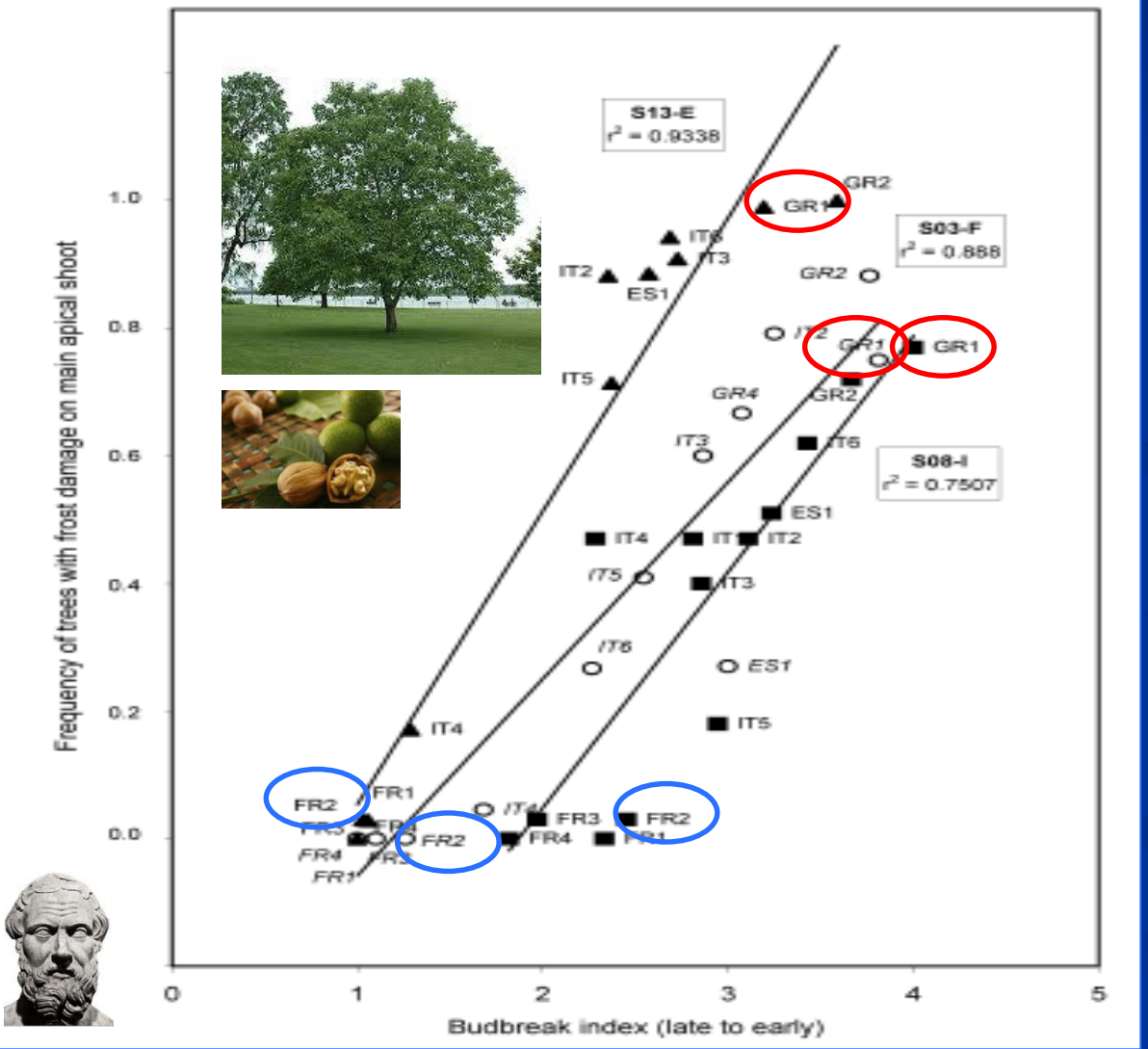
A strong link between geographic origin and bud break date in the European sessile oak *Q. petraea* (4 common garden experiments)





INRA SCIENCE & IMPACT

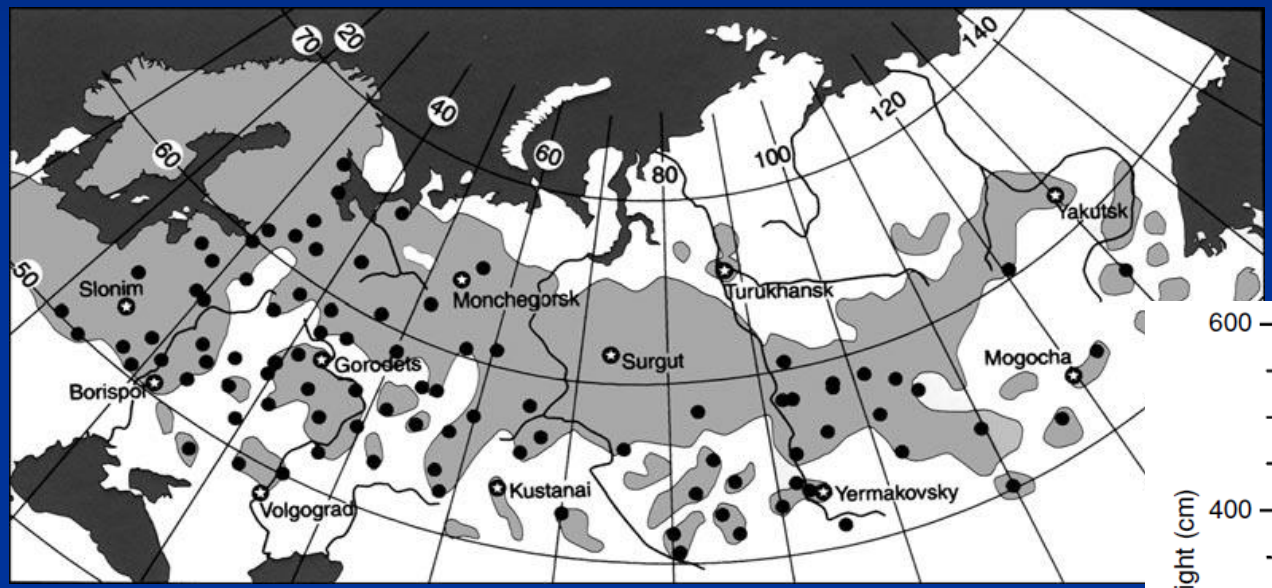
Considering adaptive properties in the evolutionary history of populations and species

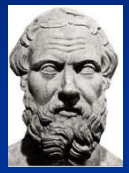


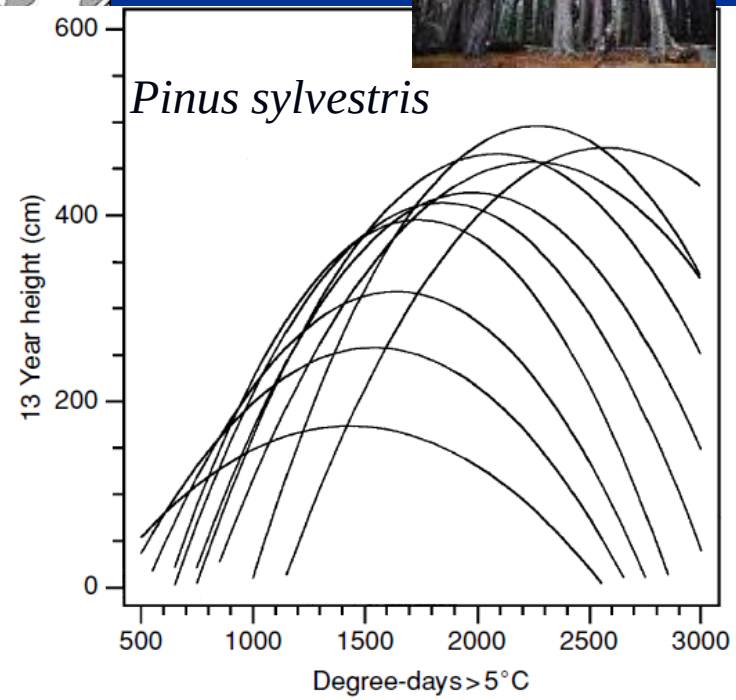
A strong link between geographic origin, bud-break date and susceptibility to late frost damage in walnut (*Juglans regia*) in 3 common gardens

Fady et al. (NeFo) 2003

Phenotypic plasticity is widespread within forest tree species





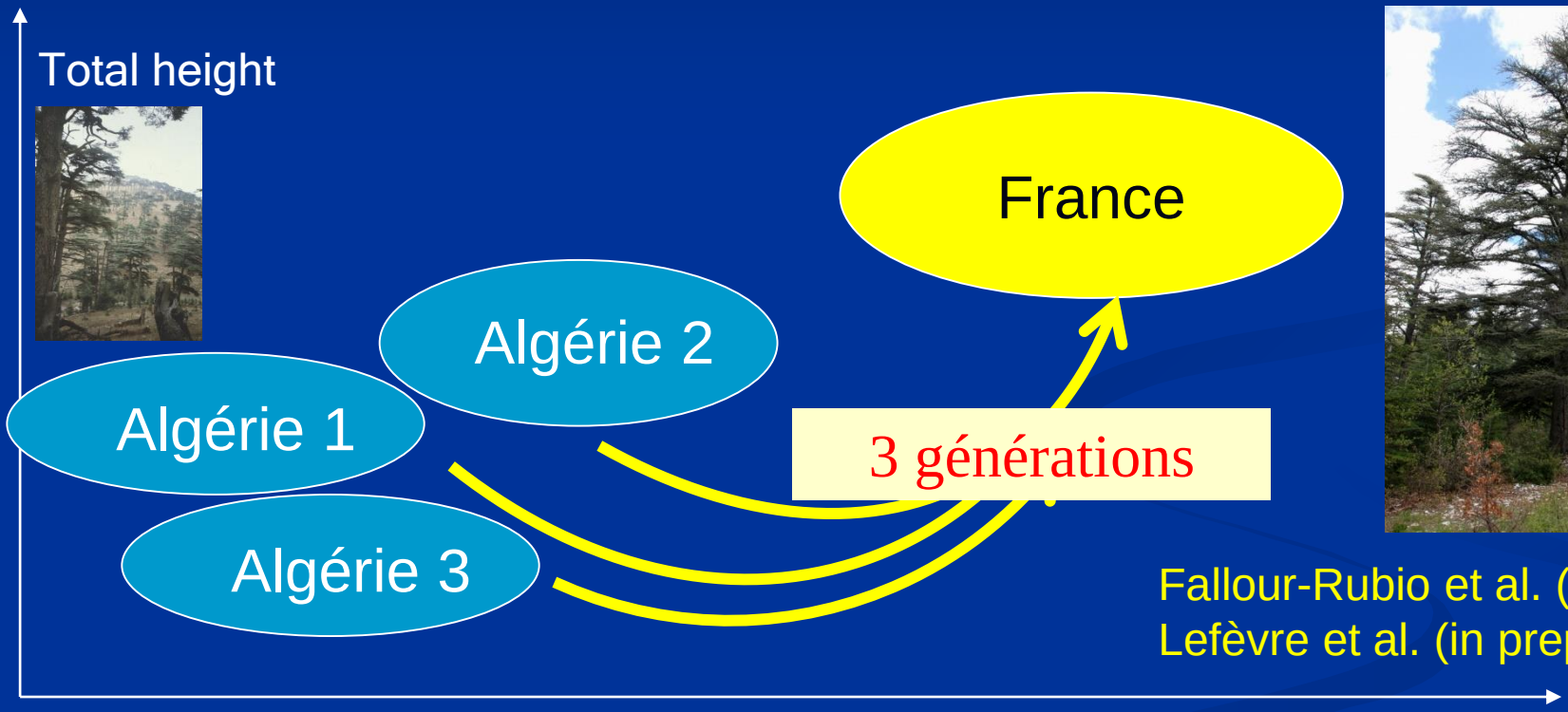


Genotypes have an optimum phenotype which they are capable of modifying when the environment changes

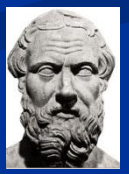
Rehfeldt et al. (GCB) 2002

Populations can evolve and adapt rapidly

Cedrus atlantica introduced in France during 19th century



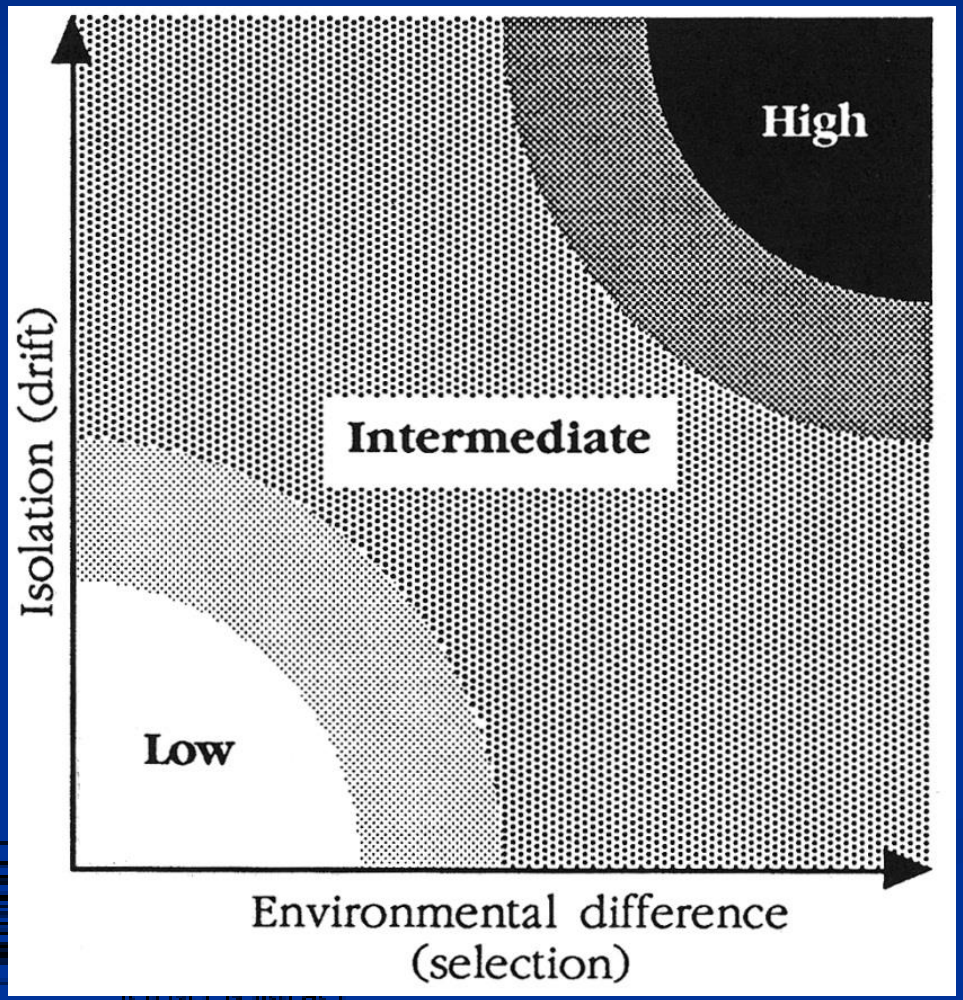
Fallour-Rubio et al. (JEB) 2009
Lefèvre et al. (in prep)



Natural selection and population admixture:

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

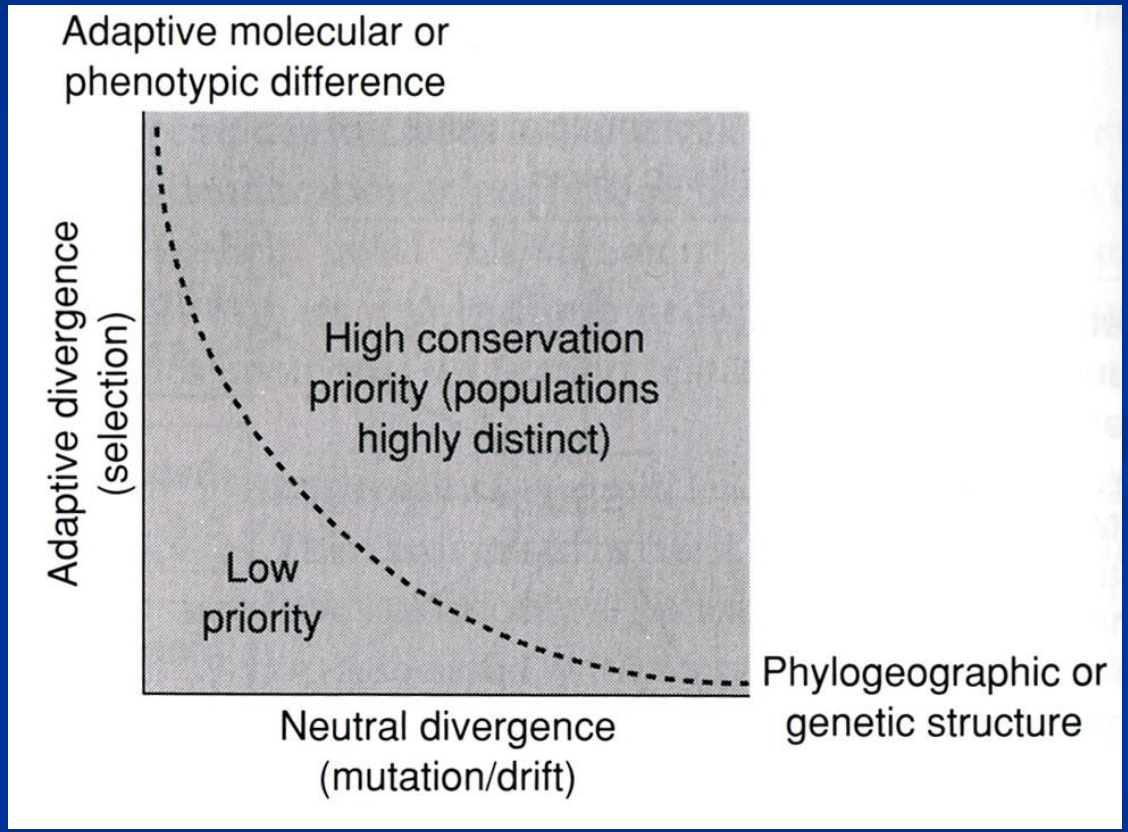
How to correctly sample the genetic diversity of a species? Considering adaptation in addition to demography and evolutionary history



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



Allendorf & Luikart (2007)

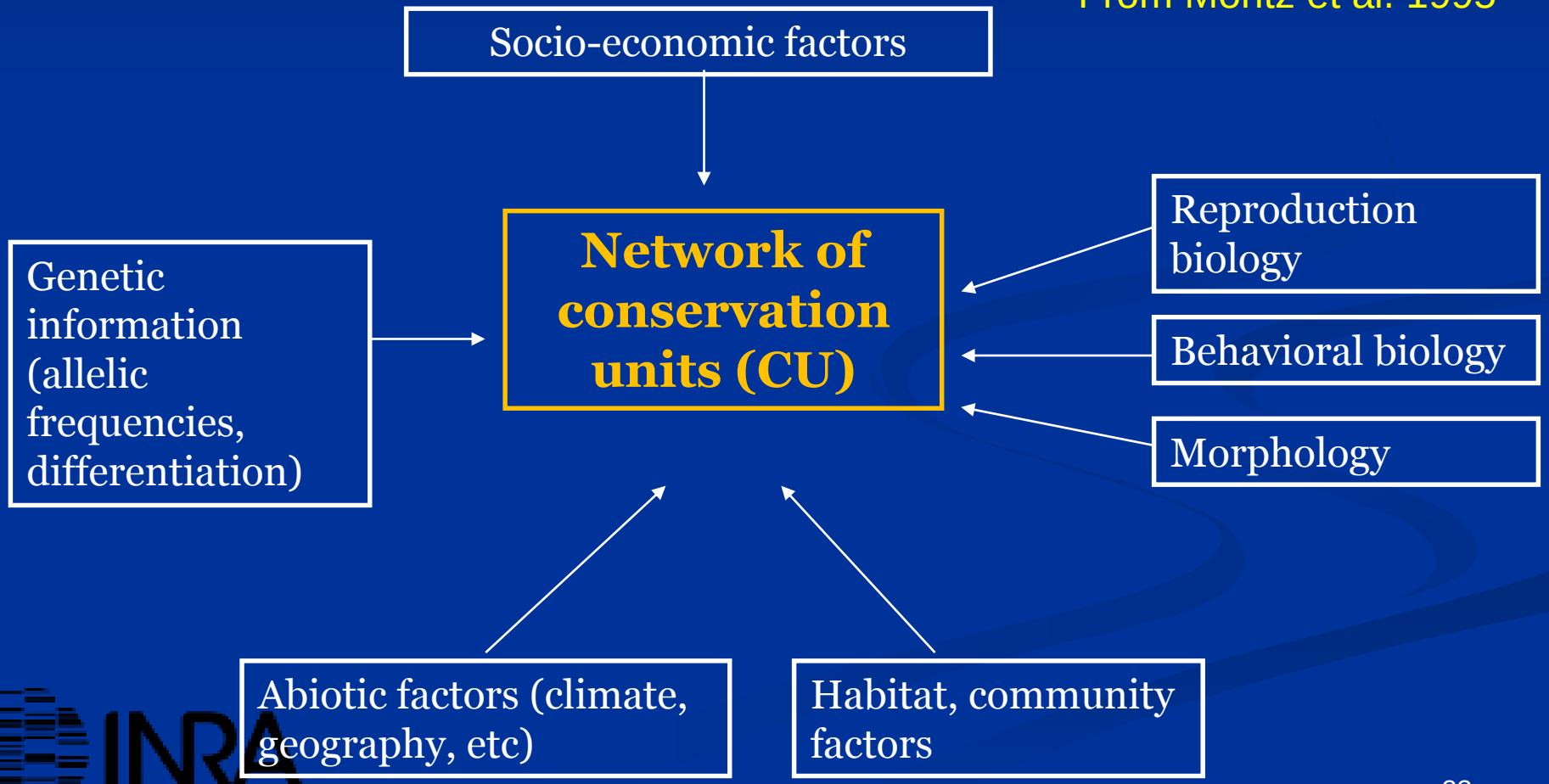
Combining phylogeography with common garden data (conservation genetics)
/
Looking for signatures of selection and demographic events in genomic data (conservation genomics)

Funk et al. (2012)

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

How to create a good network?

From Moritz et al. 1995



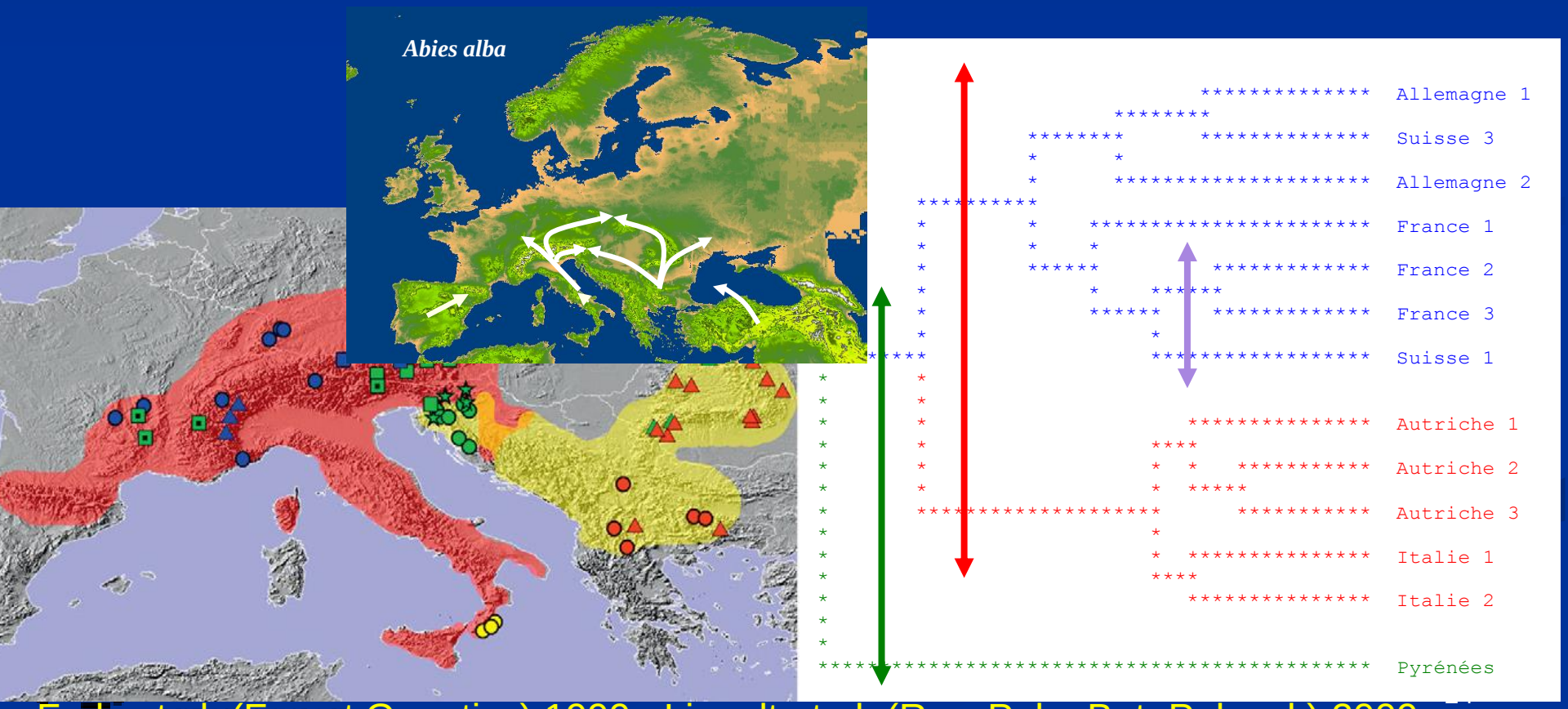
INRA SCIENCE & IMPACT

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

An ancient common origin for western lineages

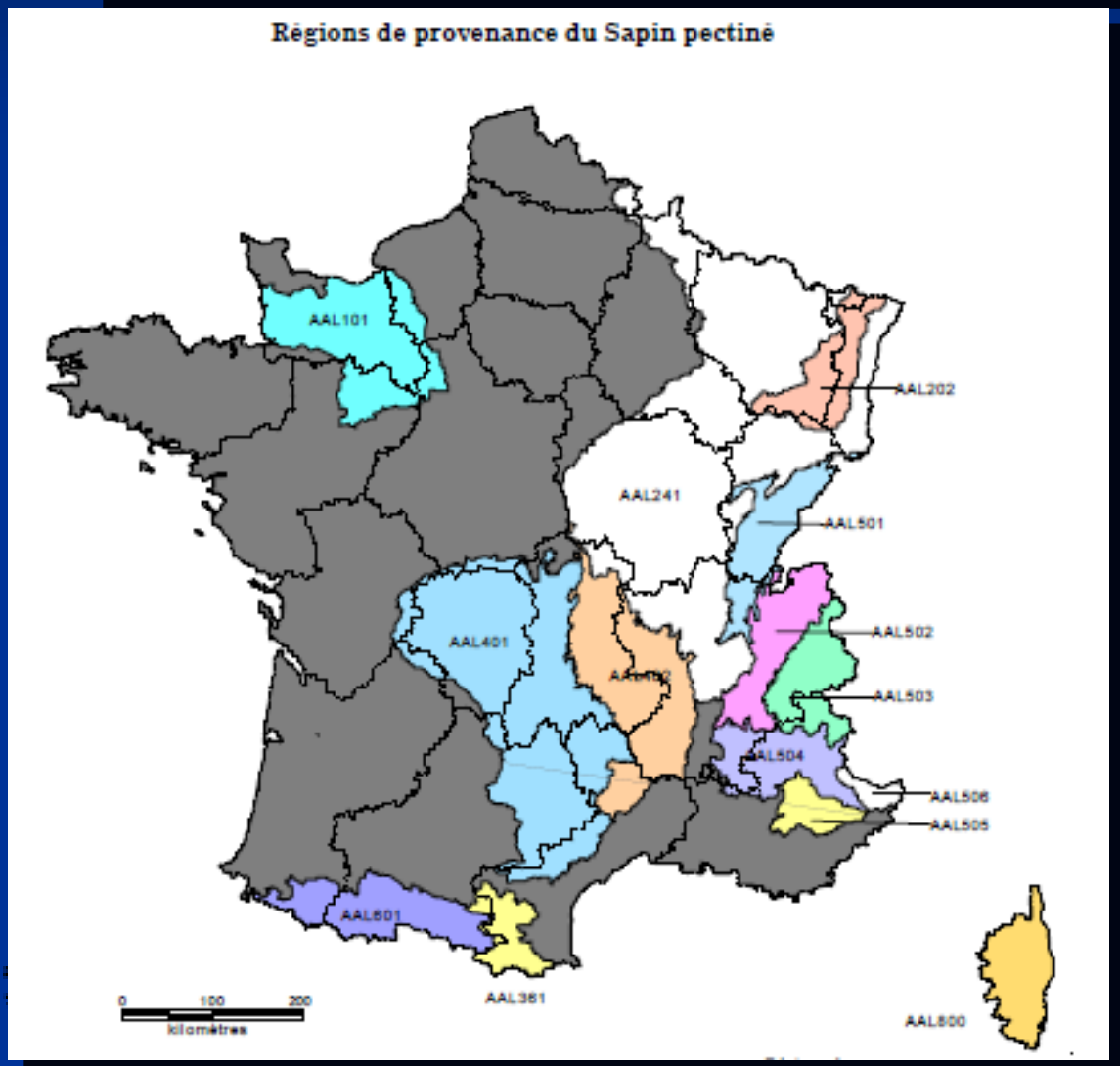
At least 2 Quaternary western lineages (Pyrenees + Alps) => 2 ESUs

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



Fady et al. (Forest Genetics) 1999 . Liepelt et al. (Rev. PaleoBot. Palynol.) 2009

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



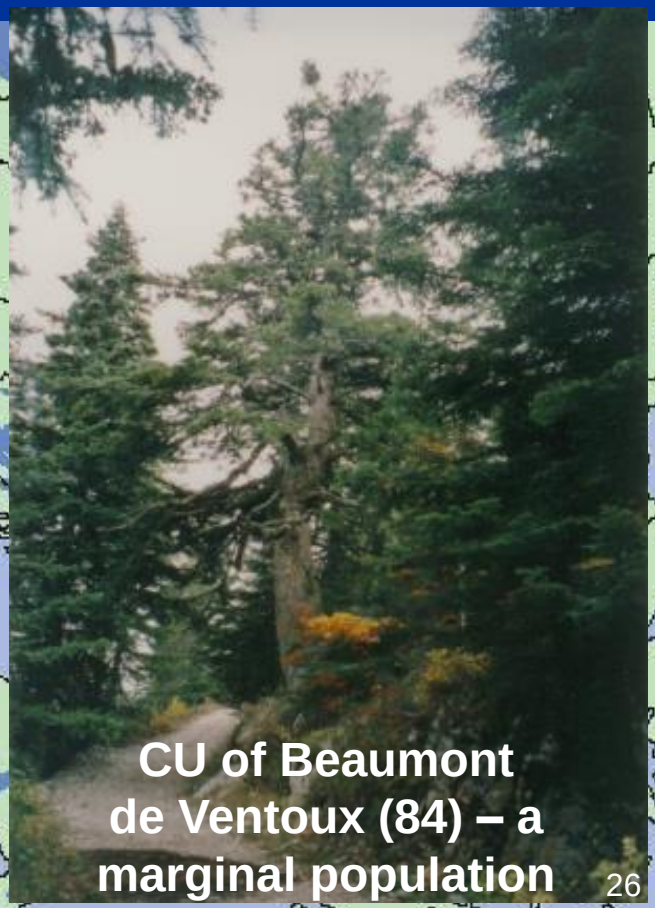
Little analytical work from provenance trials available / no data from genomic tools yet

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

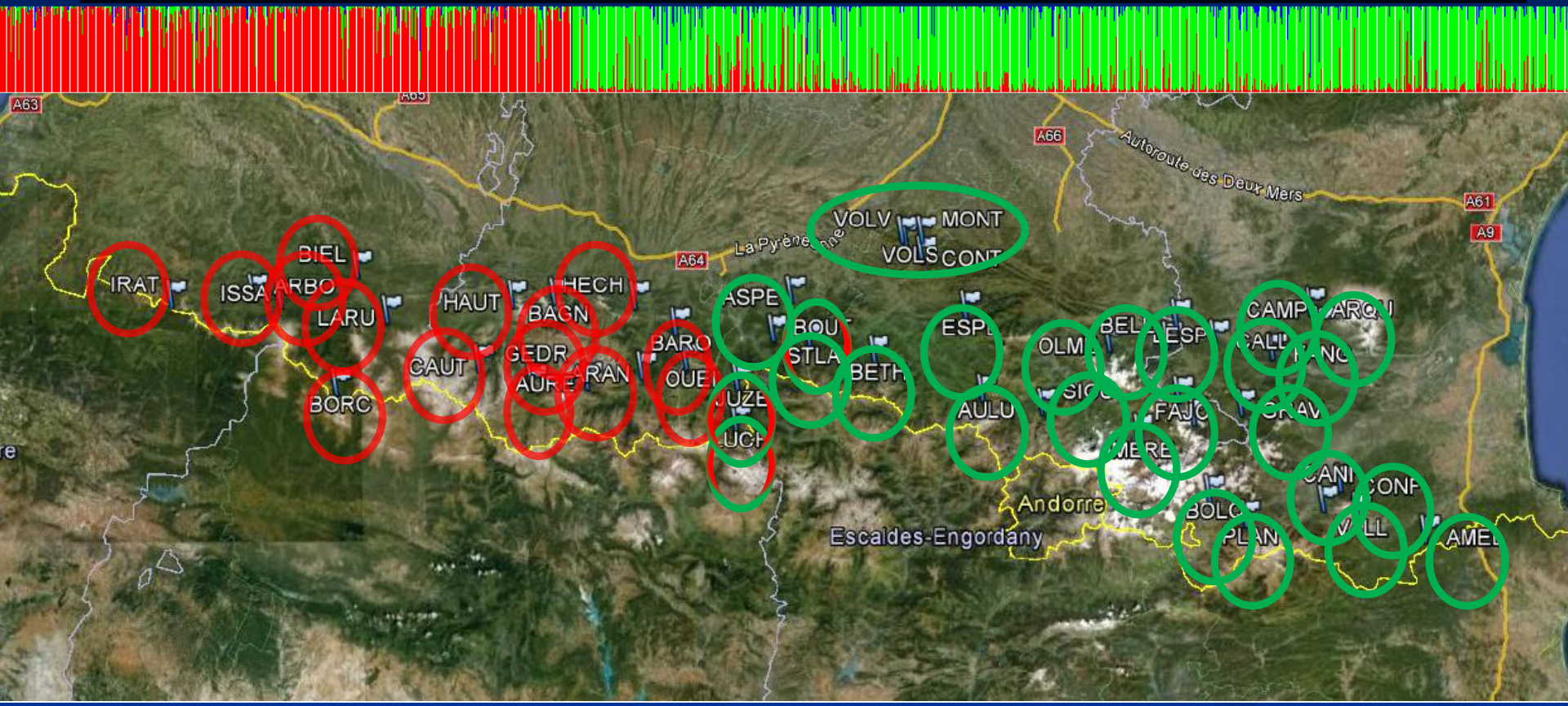
In practice, a combined approach:
ESU + MU + ecological structure + marginal populations =
21 CUs officially registered



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

CRGF
COMMISSION DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

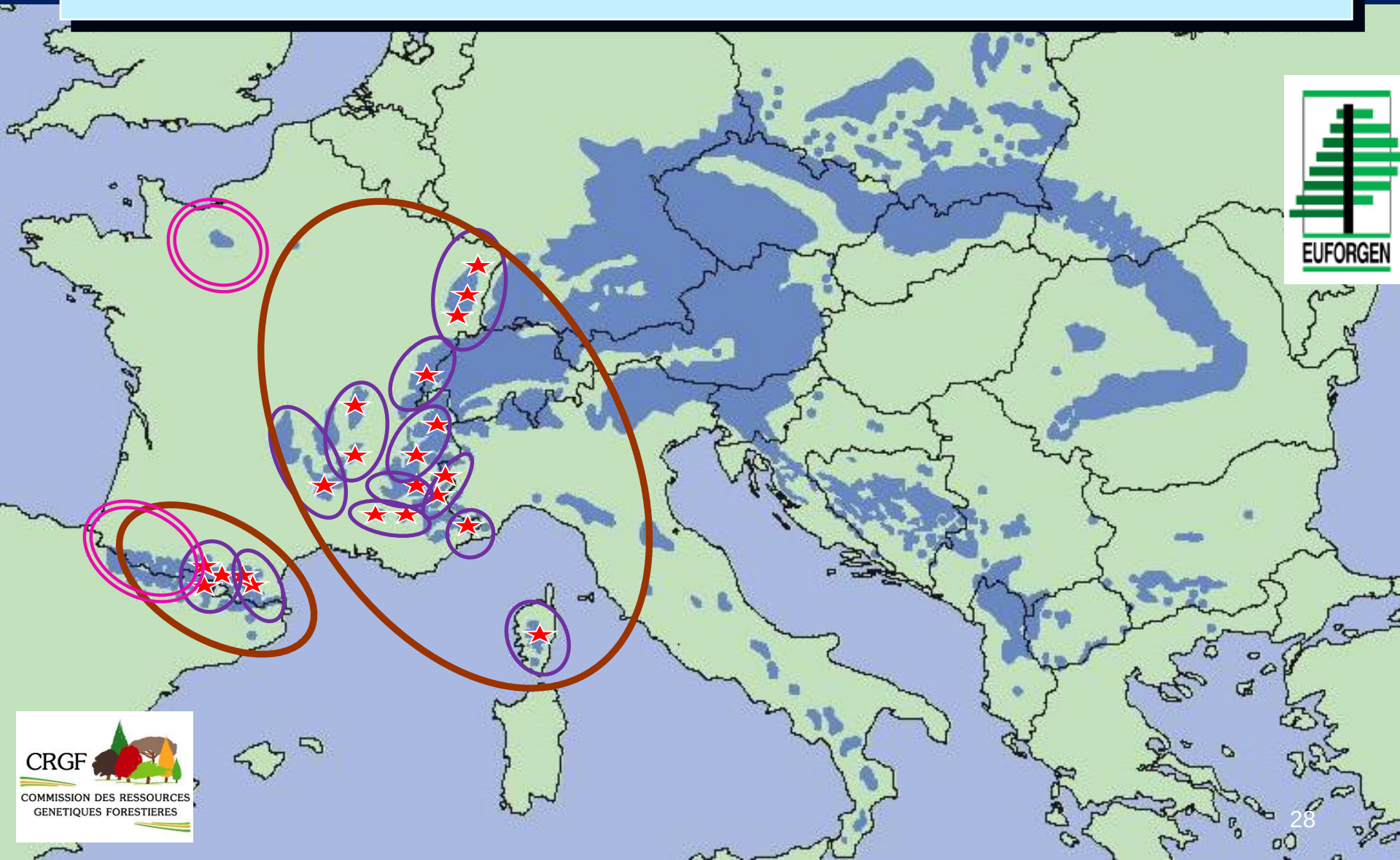
Is the spatial and ecological coverage of the Abies alba network sufficient in the Pyrenees?



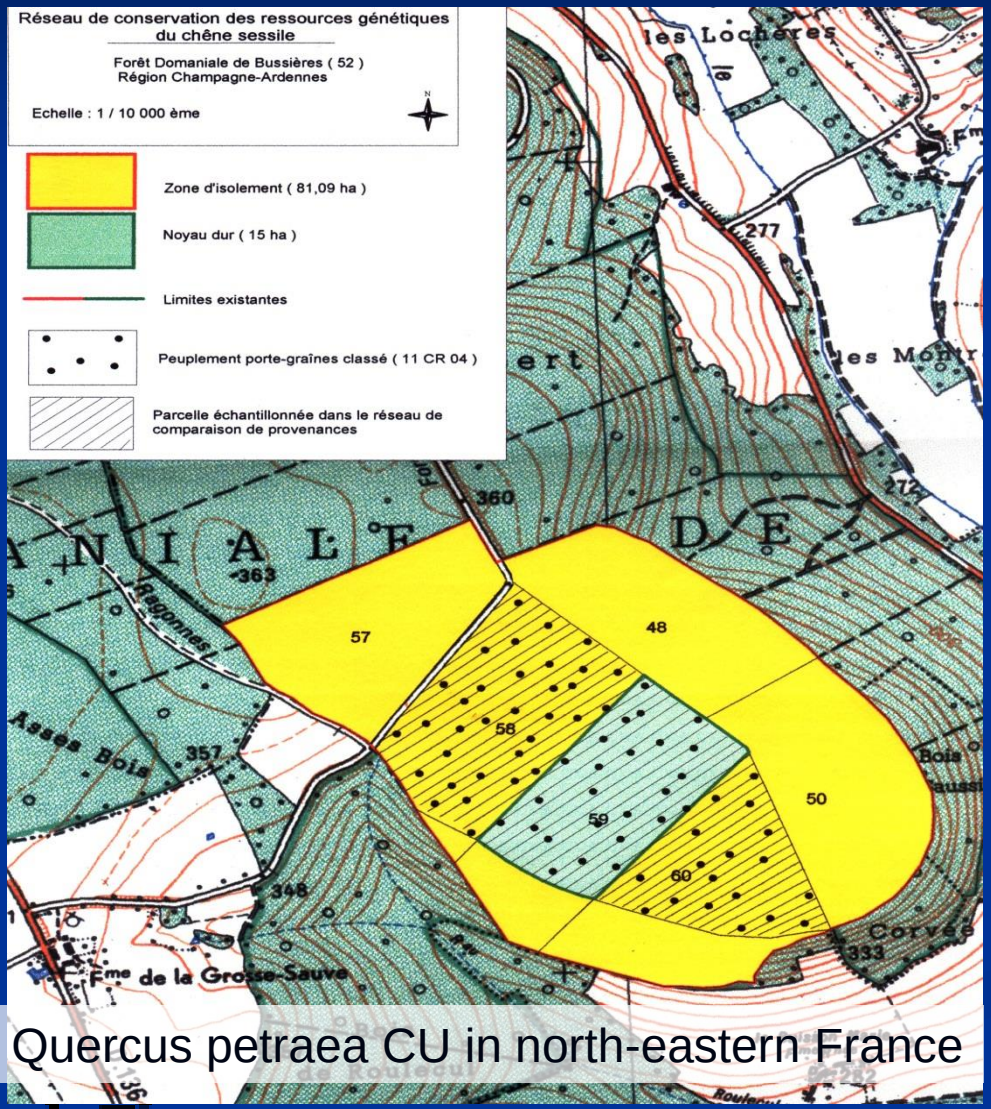
A significant geographic structure, 2 evolutionary lineages (10 nSSRs), a clear transitional admixed zone at lineage boundary

Scotti Saintagne et al. (in prep)

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



What must a Conservation Unit guarantee?



Quercus petraea CU in north-eastern France

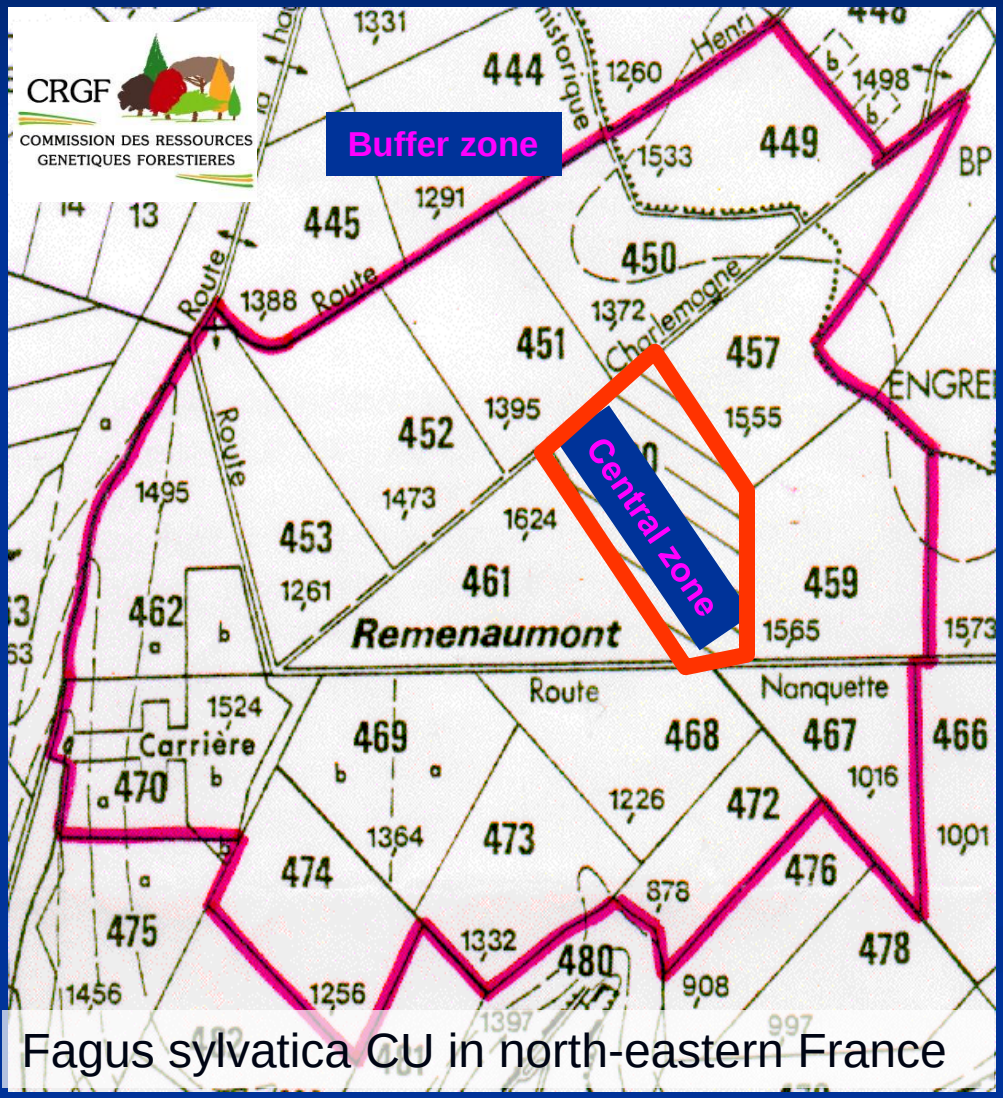
Ongoing local adaptation under natural selection must be maintained

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

SCIENCE & IMPACT

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



Fagus sylvatica CU in north-eastern France

Central zone

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

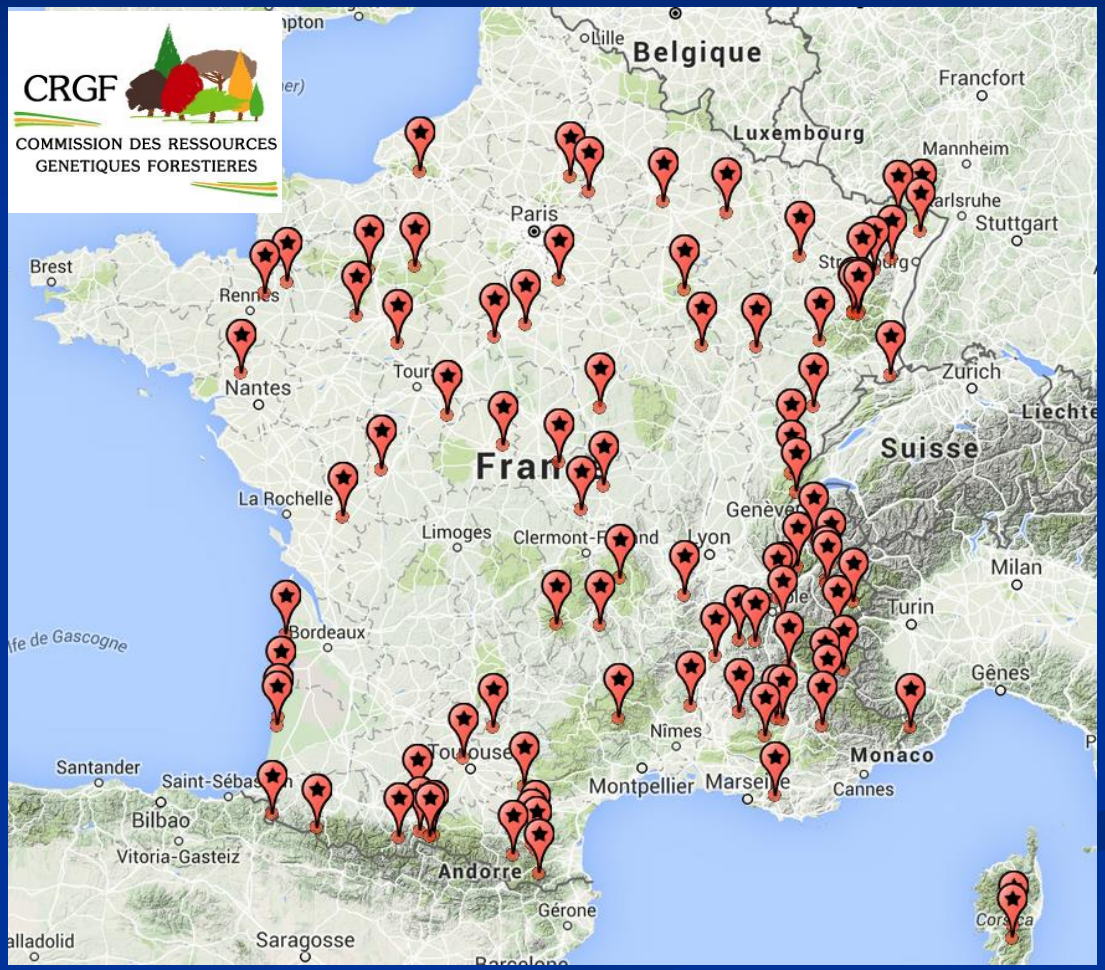
Buffer zone

> 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.

INRA SCIENCE & IMPACT

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,

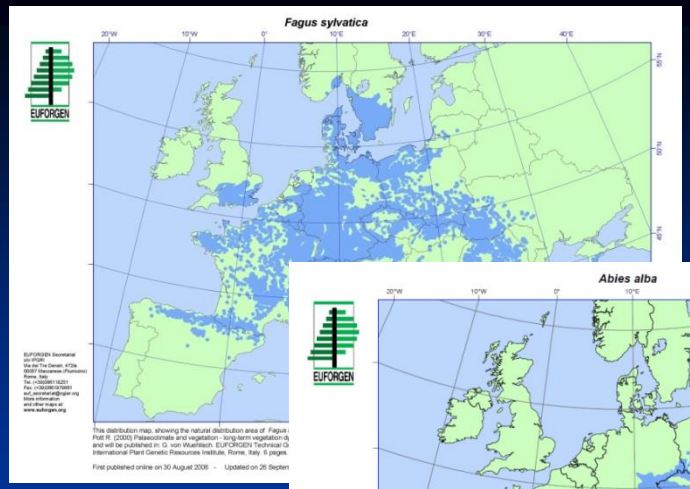
(4) Genetic monitoring,

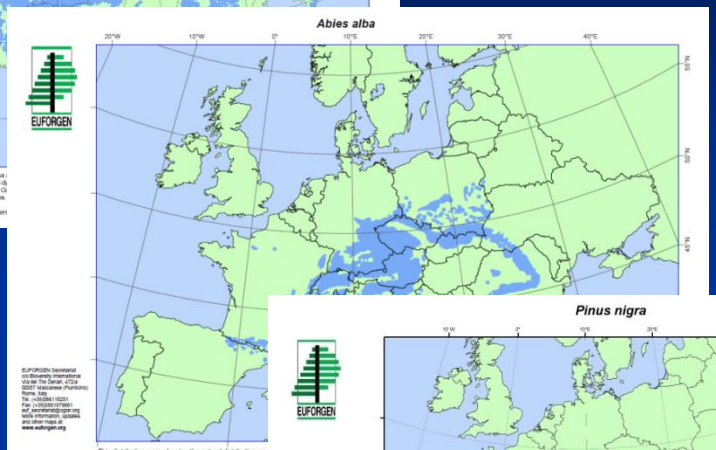
(5) Use and transfer of forest reproductive material (FRM),

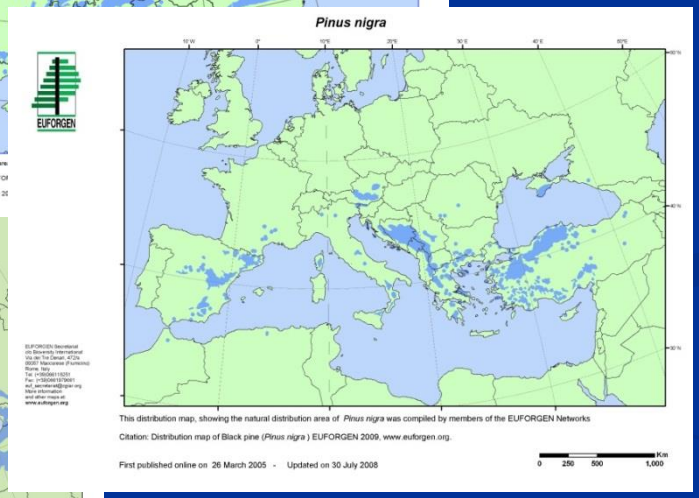
(6) Guidelines for better integrating genetic aspects into FRM,

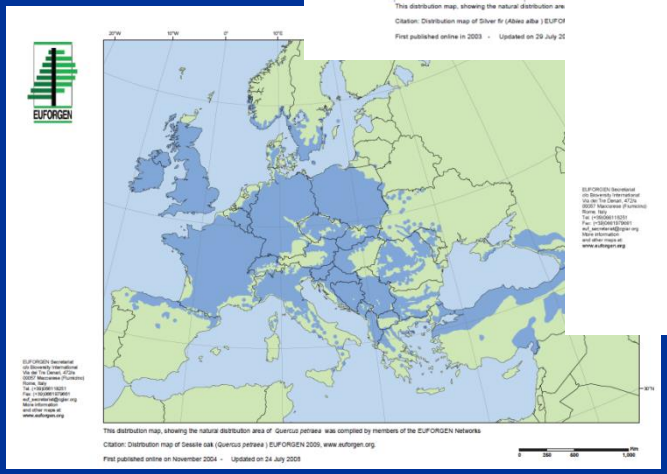
(7) Policies for conservation,

(8) Global genetic diversity indicator



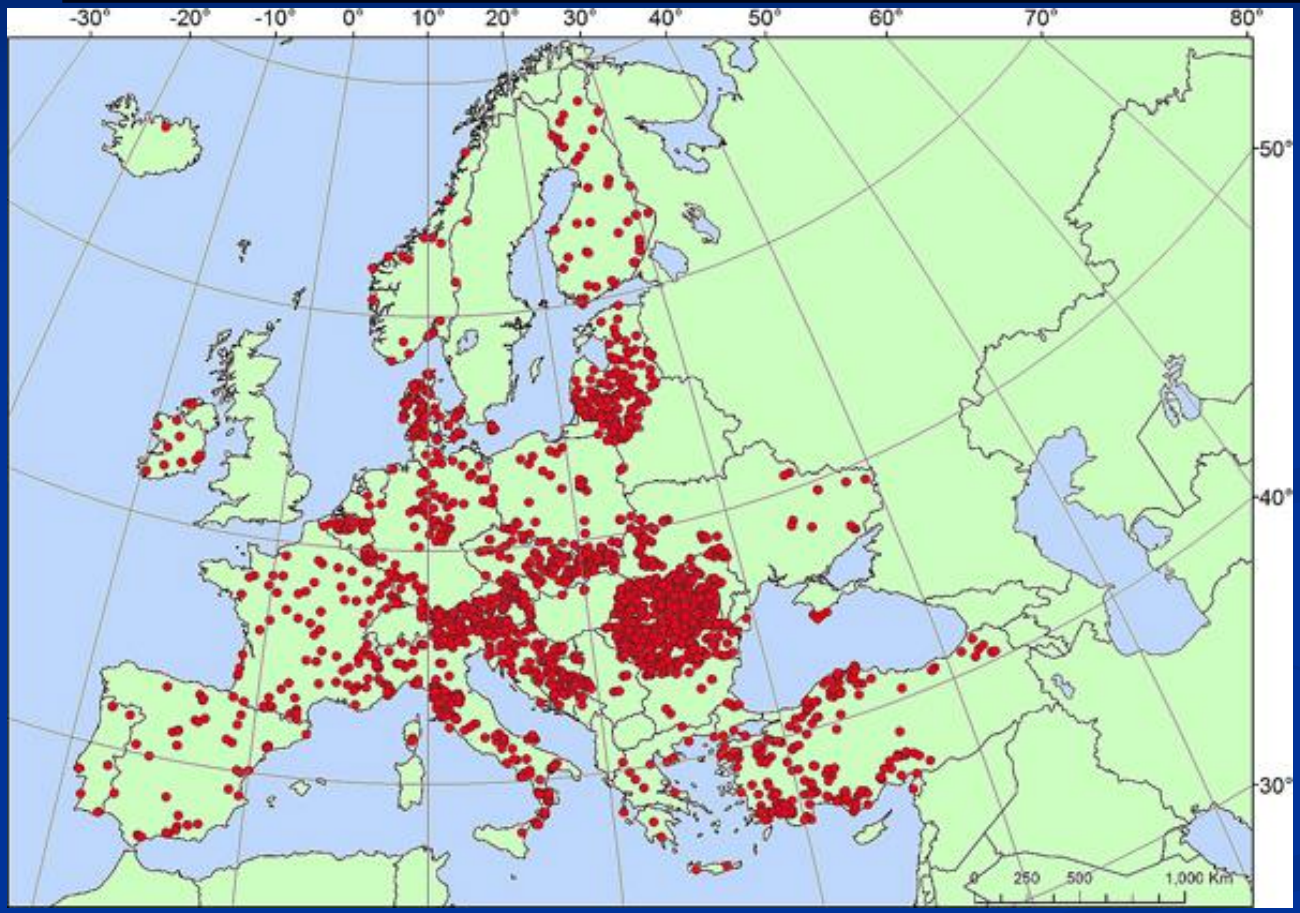






Euforgen : more than 30 upgradable technical guidelines and distribution maps widely used by researchers and managers alike

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



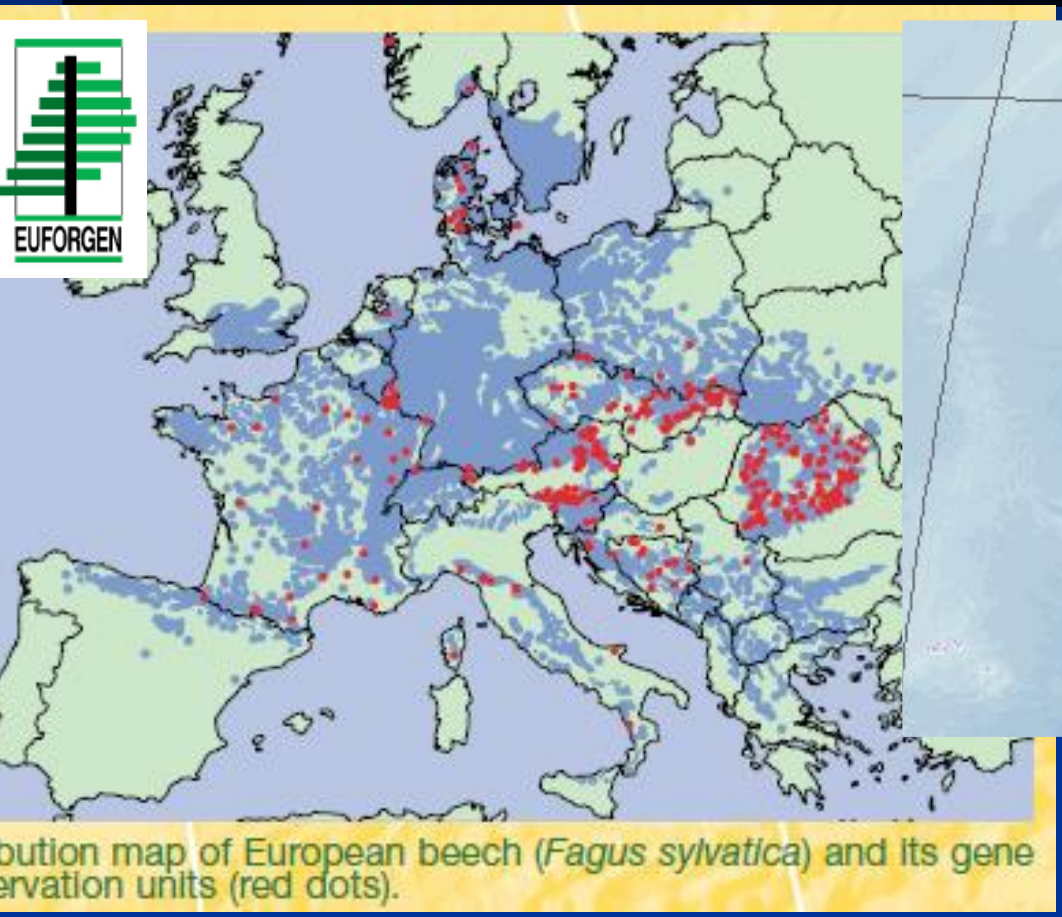
EUFORGEN

EUFGIS

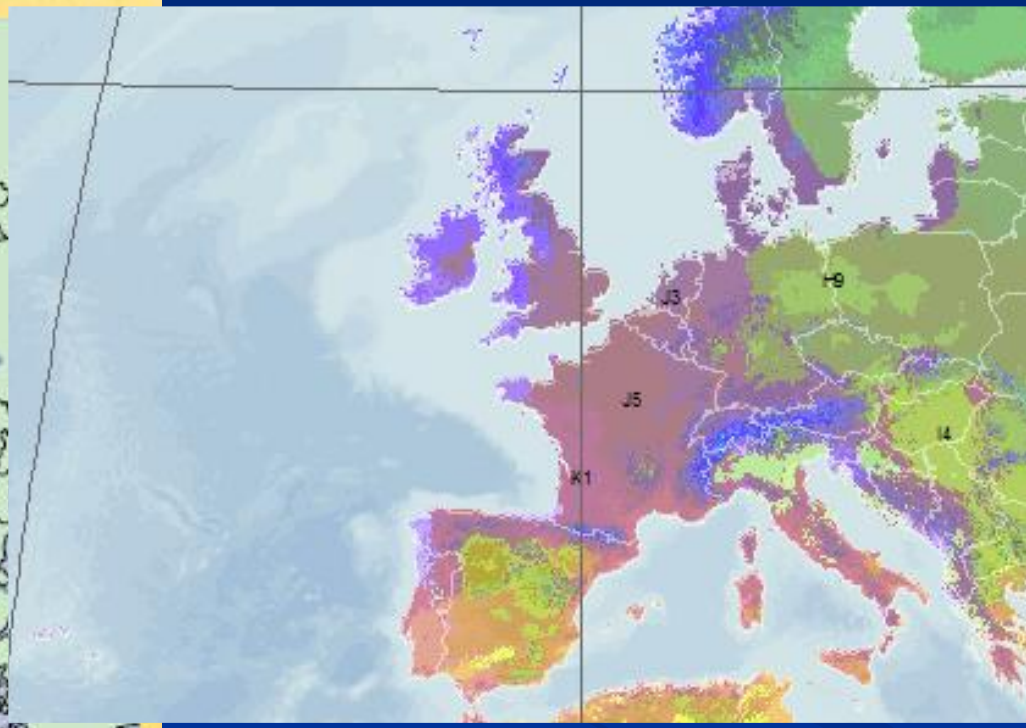
Koskela et al. (Biol Cons) 2013
Lefèvre et al. (Cons Biol) 2013

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



bution map of European beech (*Fagus sylvatica*) and its gene
ervation 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

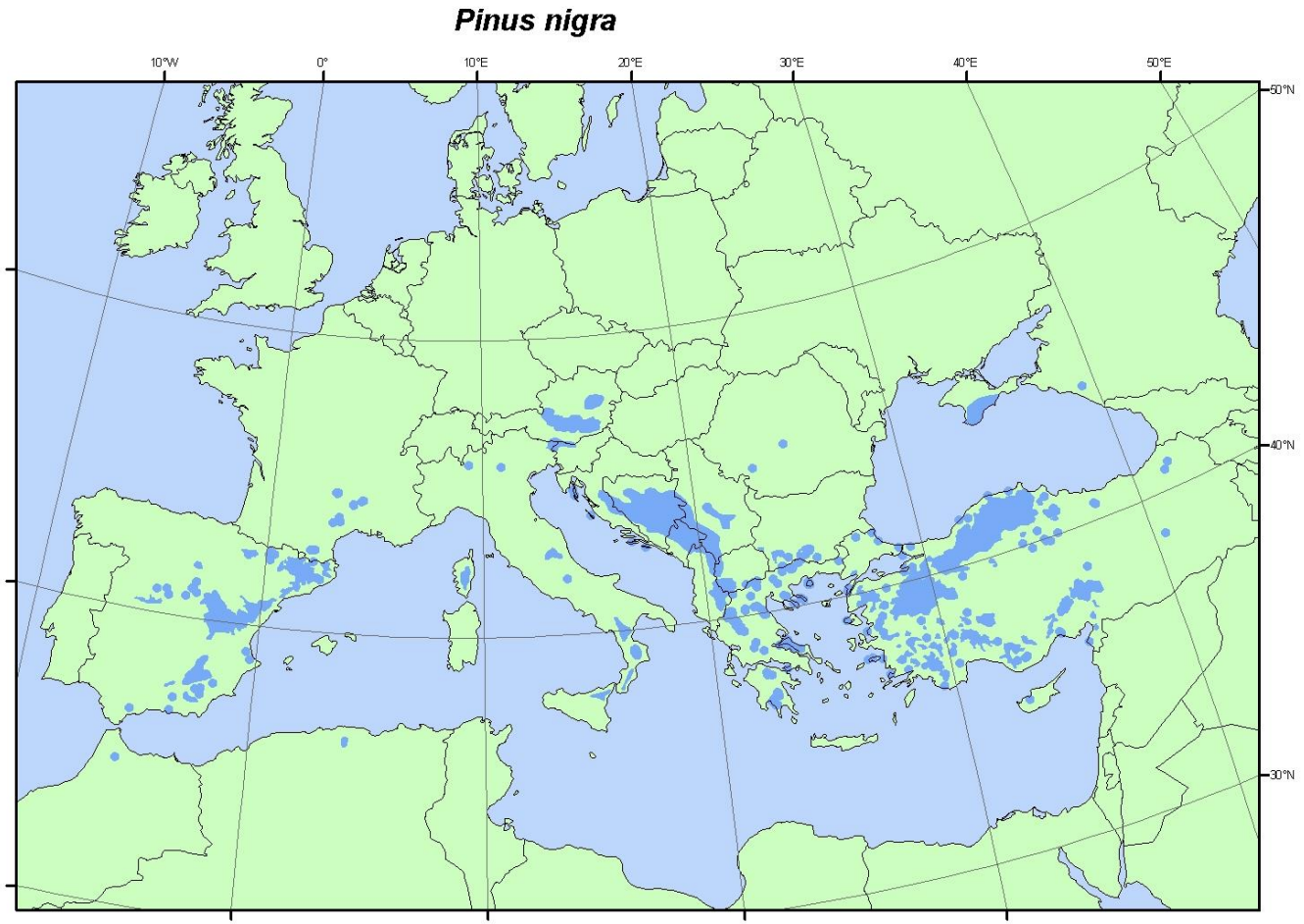
An integrated FGR conservation and sustainable use program for Salzmann pine in France

Funding:
2009 – 2017 (500 kEuros HT, excluding permanent staff)
Partners :
INRA Avignon - ONF LR Montpellier - ONF CGAF Orléans – Pépinière ONF Cadarache

INRA
SCIENCE & IMPACT

CRGF
COMMISSION DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

Biogeography of black pine



EUFORGEN

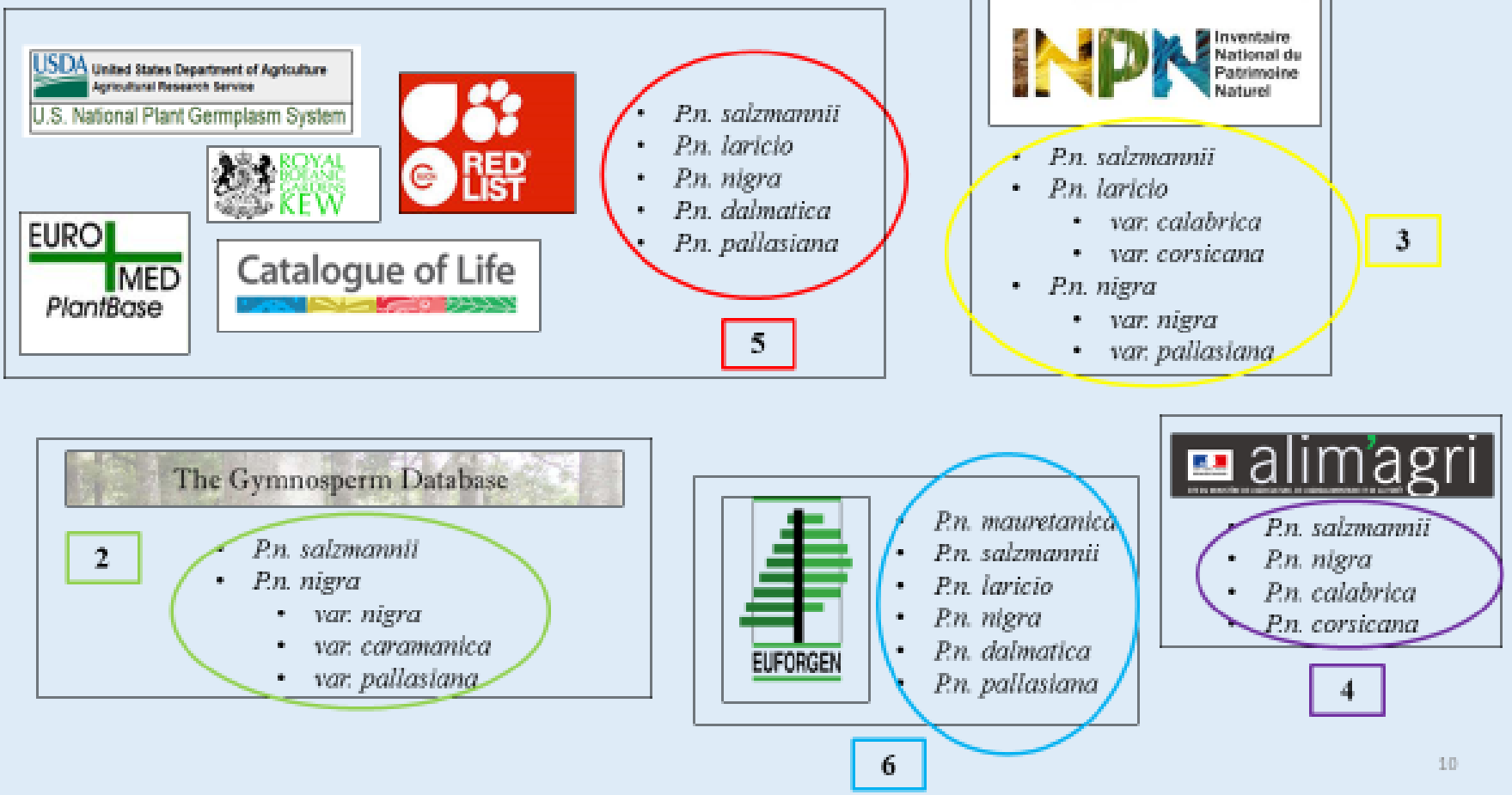
EUFORGEN Secretariat
c/o Bioversity International
Via dei Tre Denari, 472/a
00057 Maccarese (Fiumicino)
Rome, Italy
Tel. (+39)066118251
Fax: (+39)0661979661
euf_secretariat@cgiar.org
More information
and other maps at:
www.euforgen.org

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

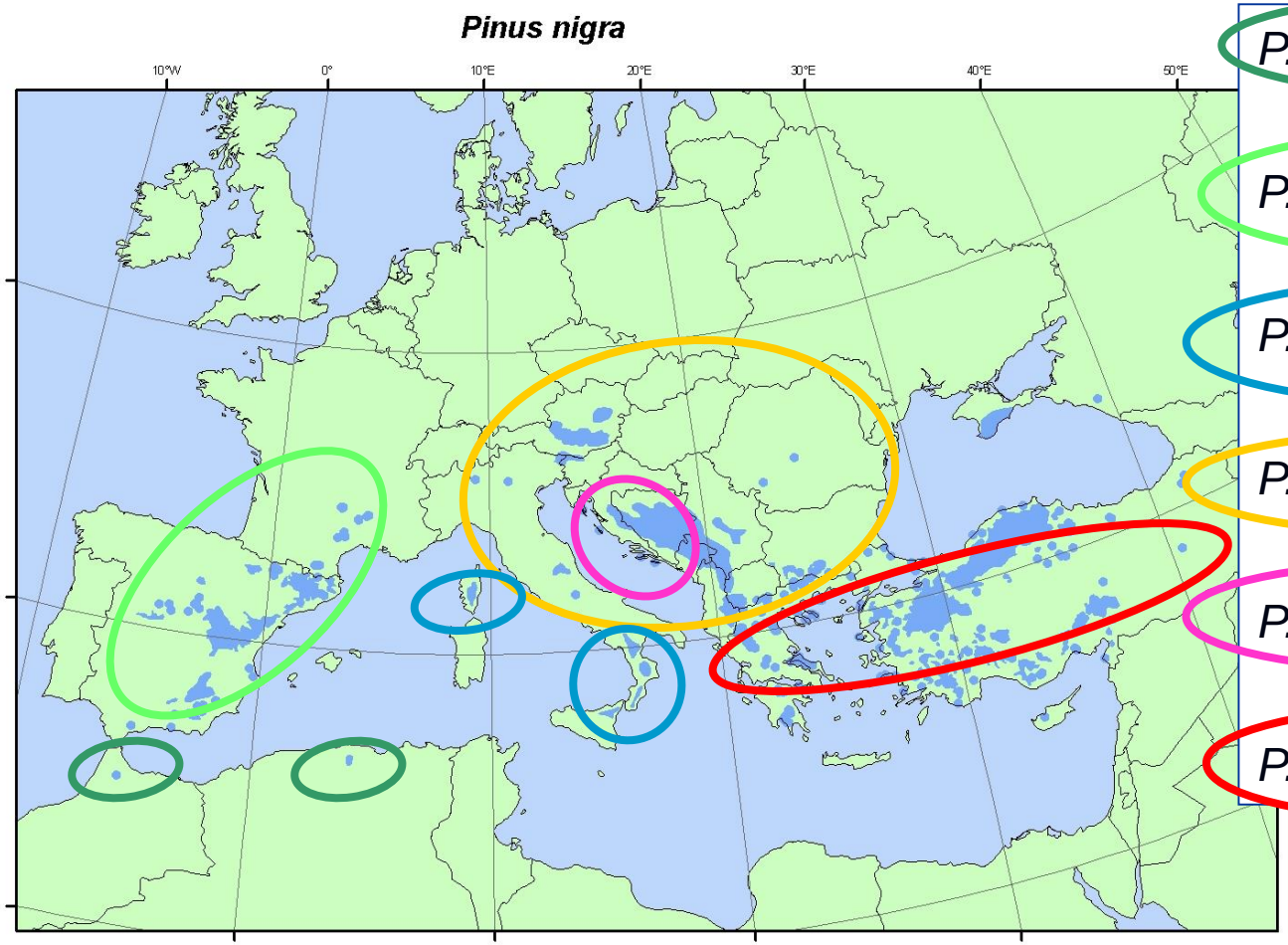
Km
0 250 500 1,000

Resolving taxonomic uncertainties



Giovannelli 2017, Giovannelli et al. 2017

Geography and taxonomy of black pine



P. n. mauretanica,

P. n. salzmanni,

P. n. laricio,

P. n. nigra ,

P. n. dalmatica,

P. n. pallasiana

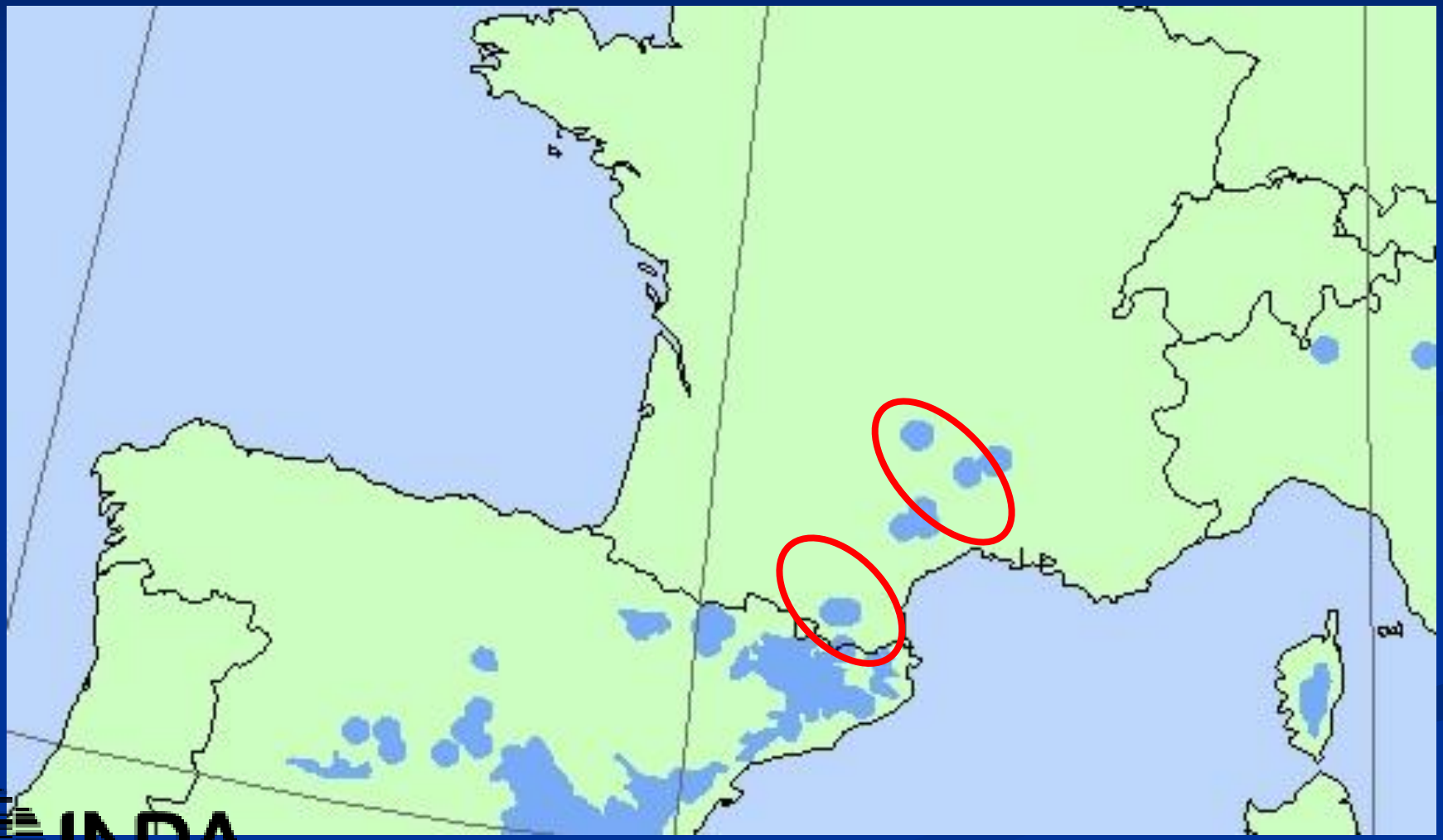
This distribution map, showing the natural distribution area of *Pinus nigra* was compiled by members of the EUFORGEN Networks and was published in: Isajev, V., B. Fady, H. Semerci and V. Andonovski. 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of European black pine (*Pinus nigra*).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

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

Km
0 250 500 1,000

EUFORGEN Secretariat
c/o Bioversity 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

Geography and taxonomy of black pine in France: marginal populations



INRA
SCIENCE & IMPACT

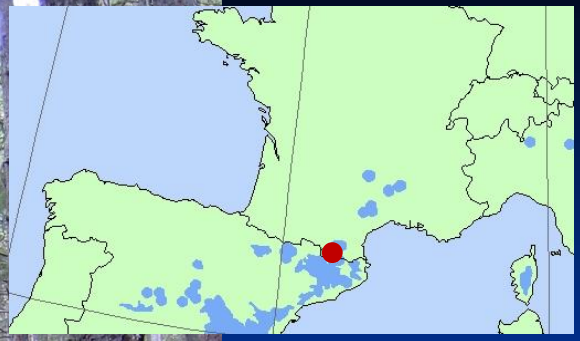
Uniqueness, risks and protection needs

- Wild fires and climate change: risks on habitat (loss)
- Hybridization: potential risk (benefit?) for genetic resources

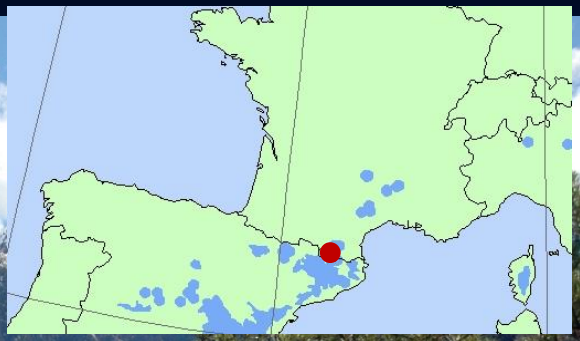
- Priority habitat under Habitats directive (D. 92/43 CEE of 21 May 1992) : « Endemic (sub-) Mediterranean black pine forests : Salzmann pine ».
- European, national and regional issue: conservation and sustainable use within the national and regional biodiversity strategies.

INRA SCIENCE & IMPACT

INRA
SCIENCE & IMPACT

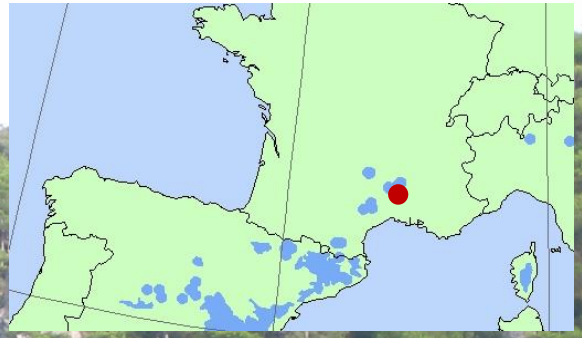


INRA
SCIENCE & IMPACT



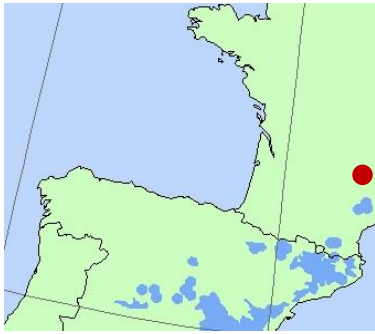
INRA
SCIENCE & IMPACT

A landmark Salzmann pine forest in France: St Guilhem le Désert



INRA
SCIENCE & IMPACT

Salzmann pine on cliffs in the Tarn river canyon



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

Finding autochthonous Salzmann pines in France.

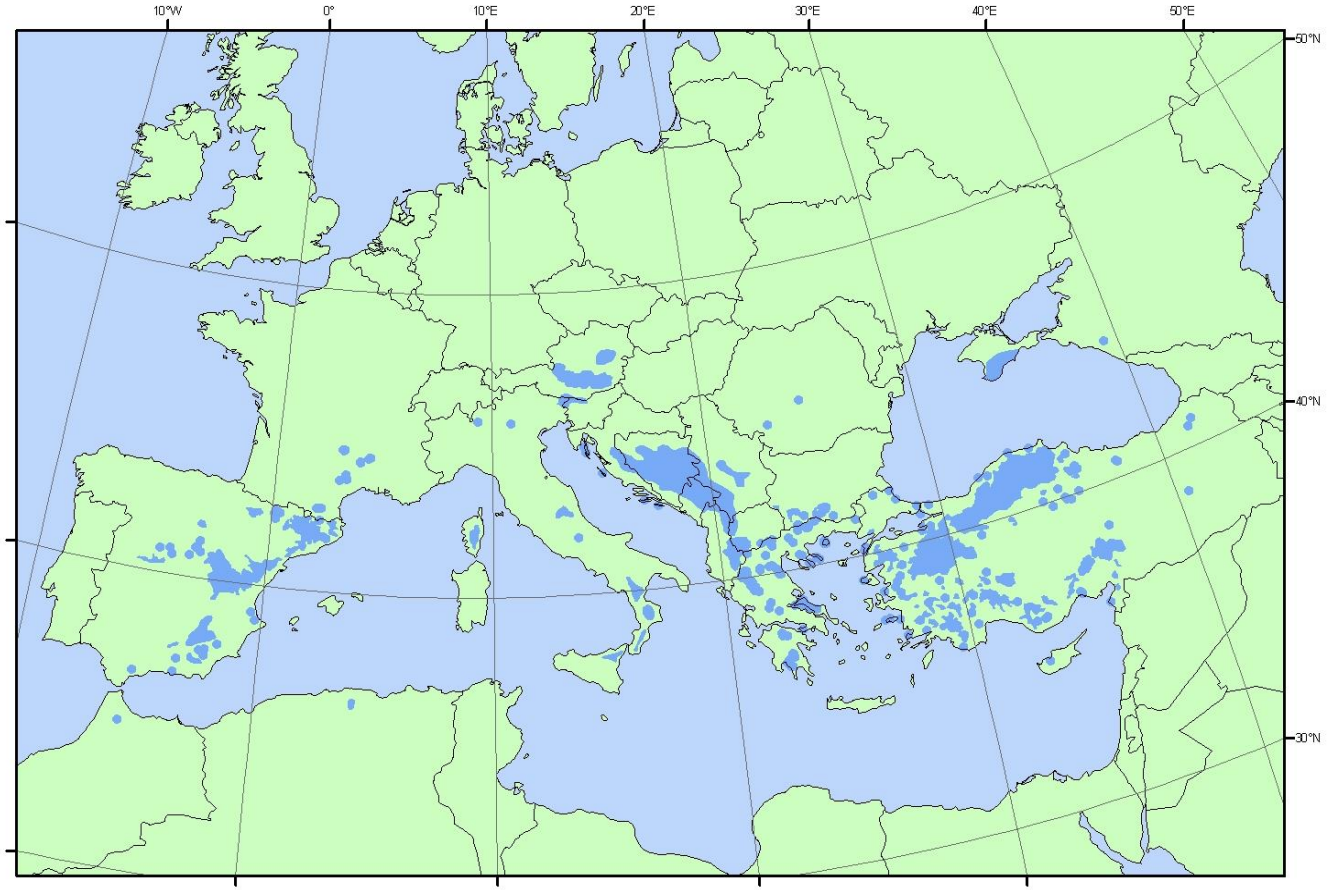
Sampling grafts for ex-situ conservation in clonal plantations.

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

INRA
SCIENCE & IMPACT

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



EUFORGEN

EUFORGEN Secretariat
c/o Bioversity 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

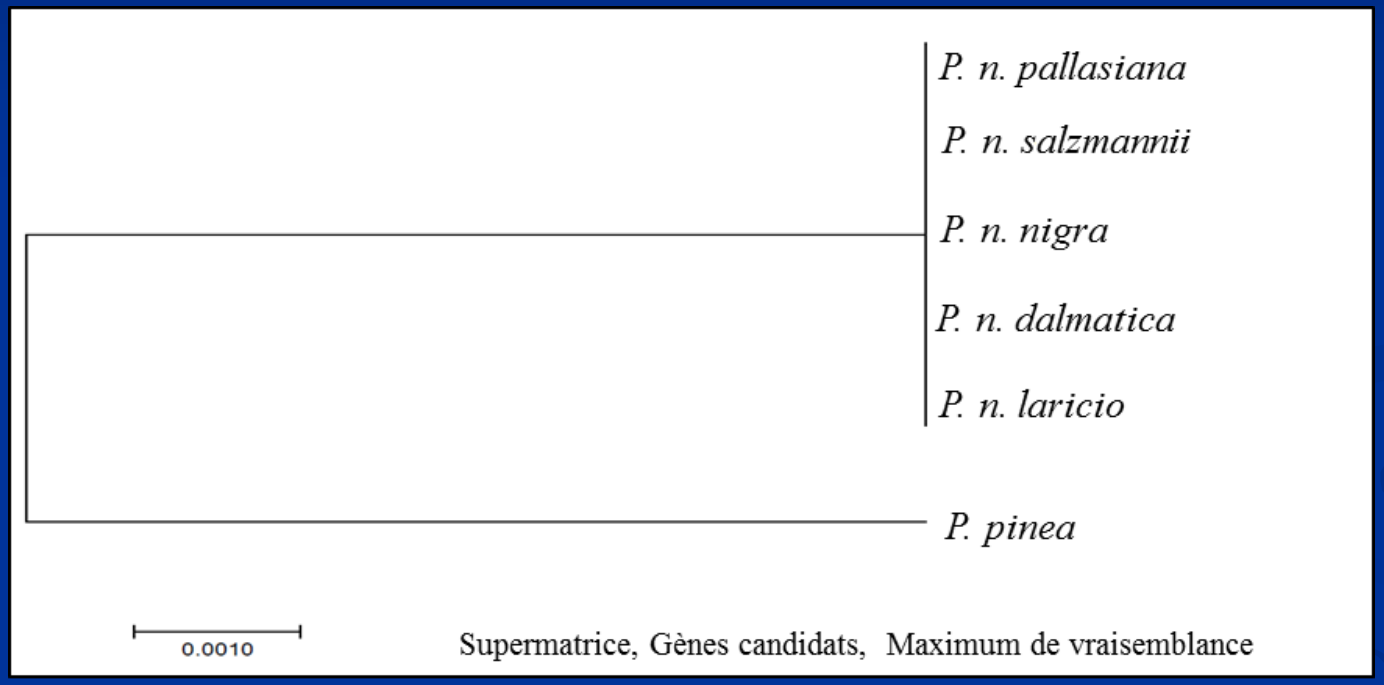
This distribution map, showing the natural distribution area of *Pinus nigra* was compiled by members of the EUFORGEN Networks and was published in: Isajev, V., B. Fady, H. Semerci and V. Andonovski. 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of European black pine (*Pinus nigra*).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

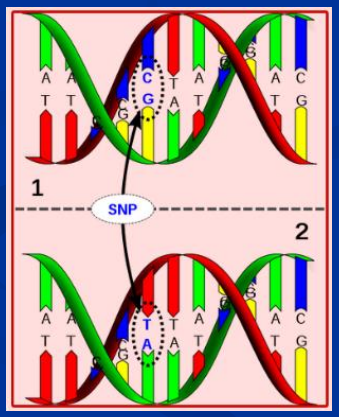
First published online on 26 March 2005 - Updated on 30 July 2008

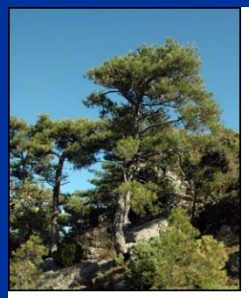
Km
0 250 500 1,000

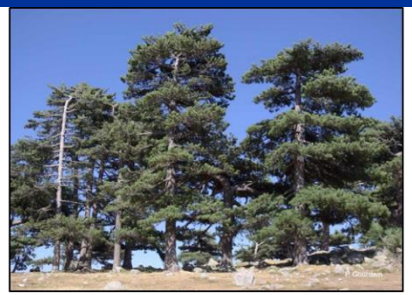
The DNA barcode approach: black pines are a homogeneous genetic group

DNA barcodes: trnH, matK, rbcl, CoxI, Nad5-4






P.n. salzmannii


P.n. laricio

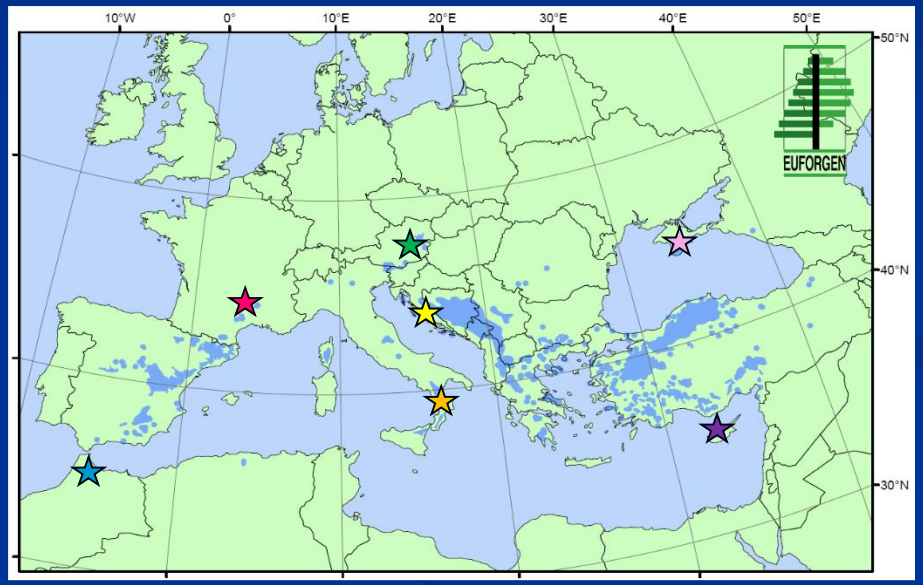

P.n. nigra


P.n. dalmatica

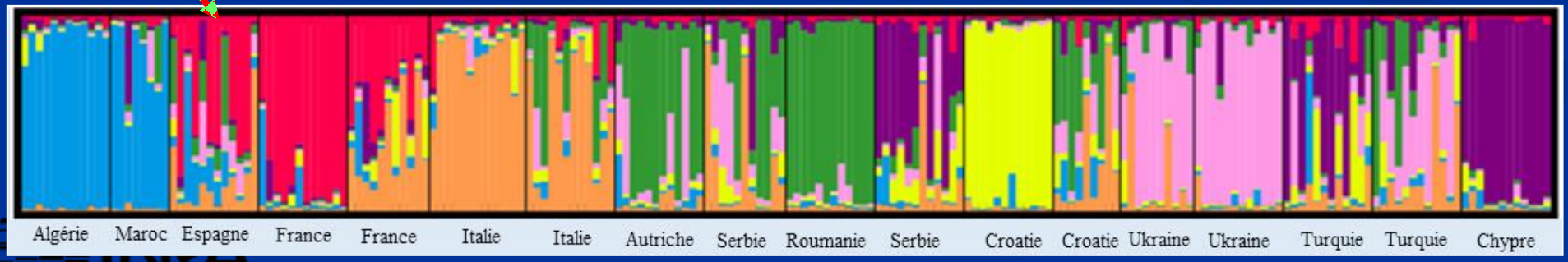

P.n. pallasiana

The genetic structure of black pines: 7 main lineages… but strong gene flow

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

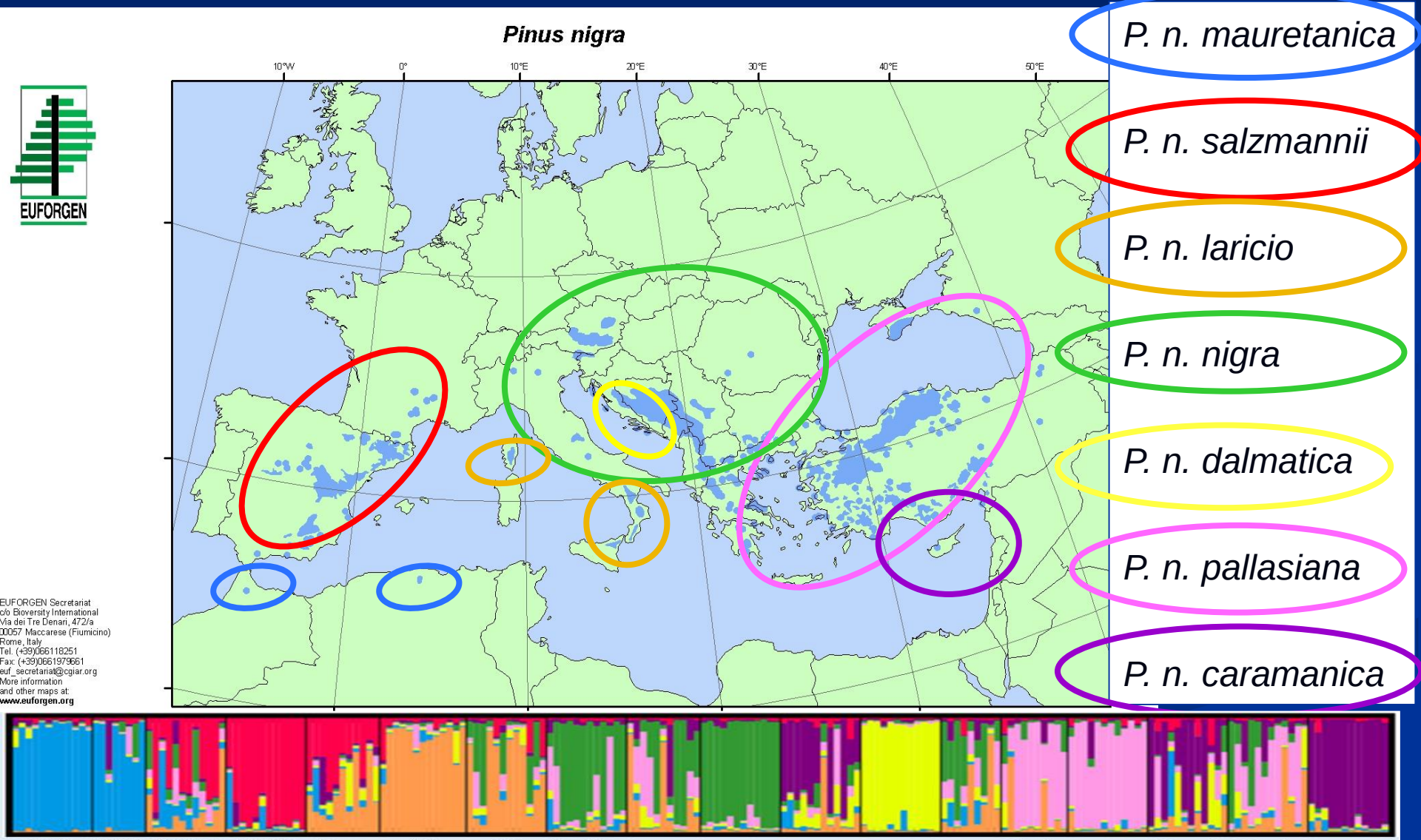


Hybrid black pine?



Giovannelli et al., 2017; in prep

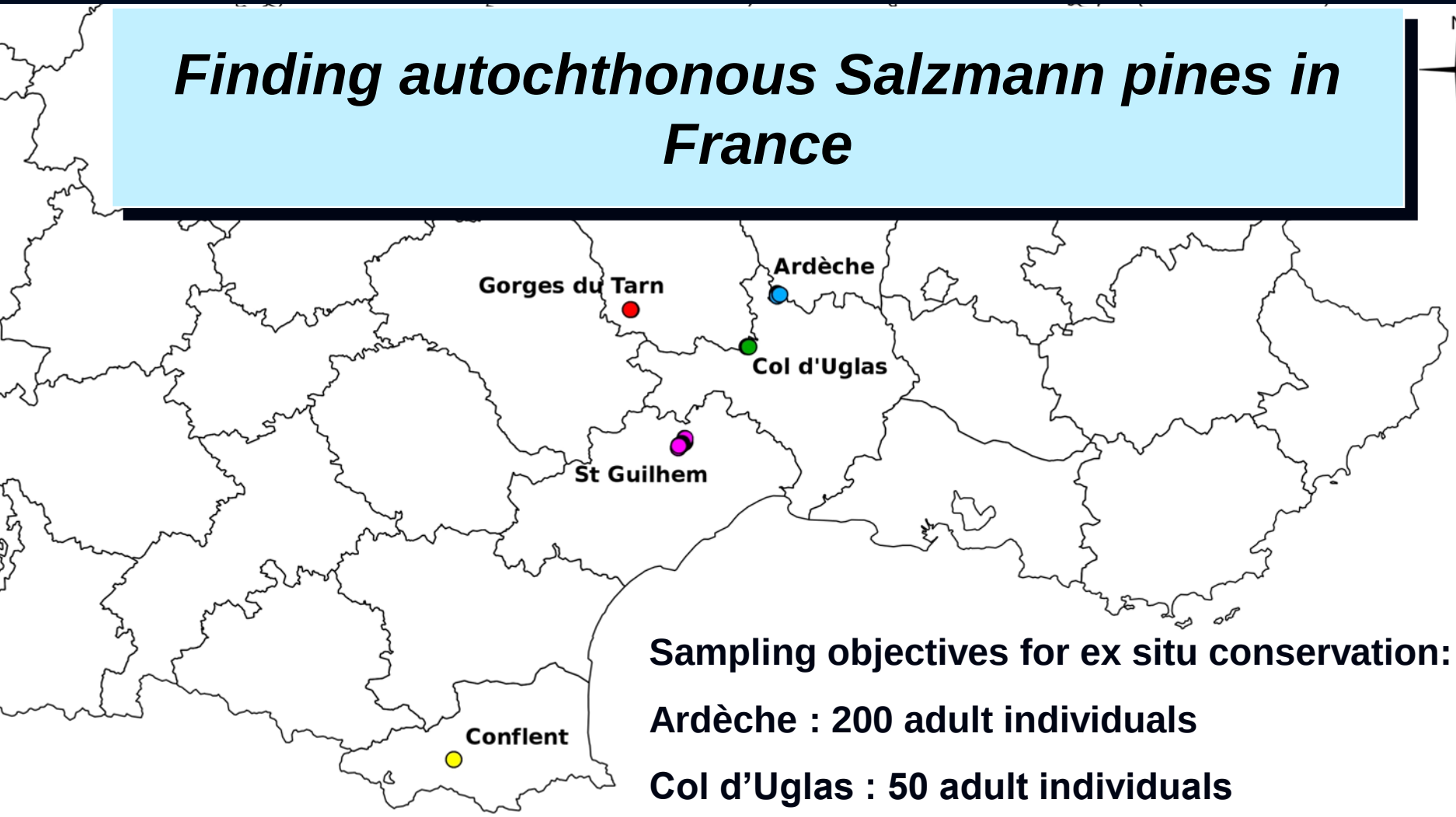
Retracing the evolutionary history of Salzmann pine within the black pine complex



EUFORGEN

EUFORGEN Secretariat
c/o Bioversity 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

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

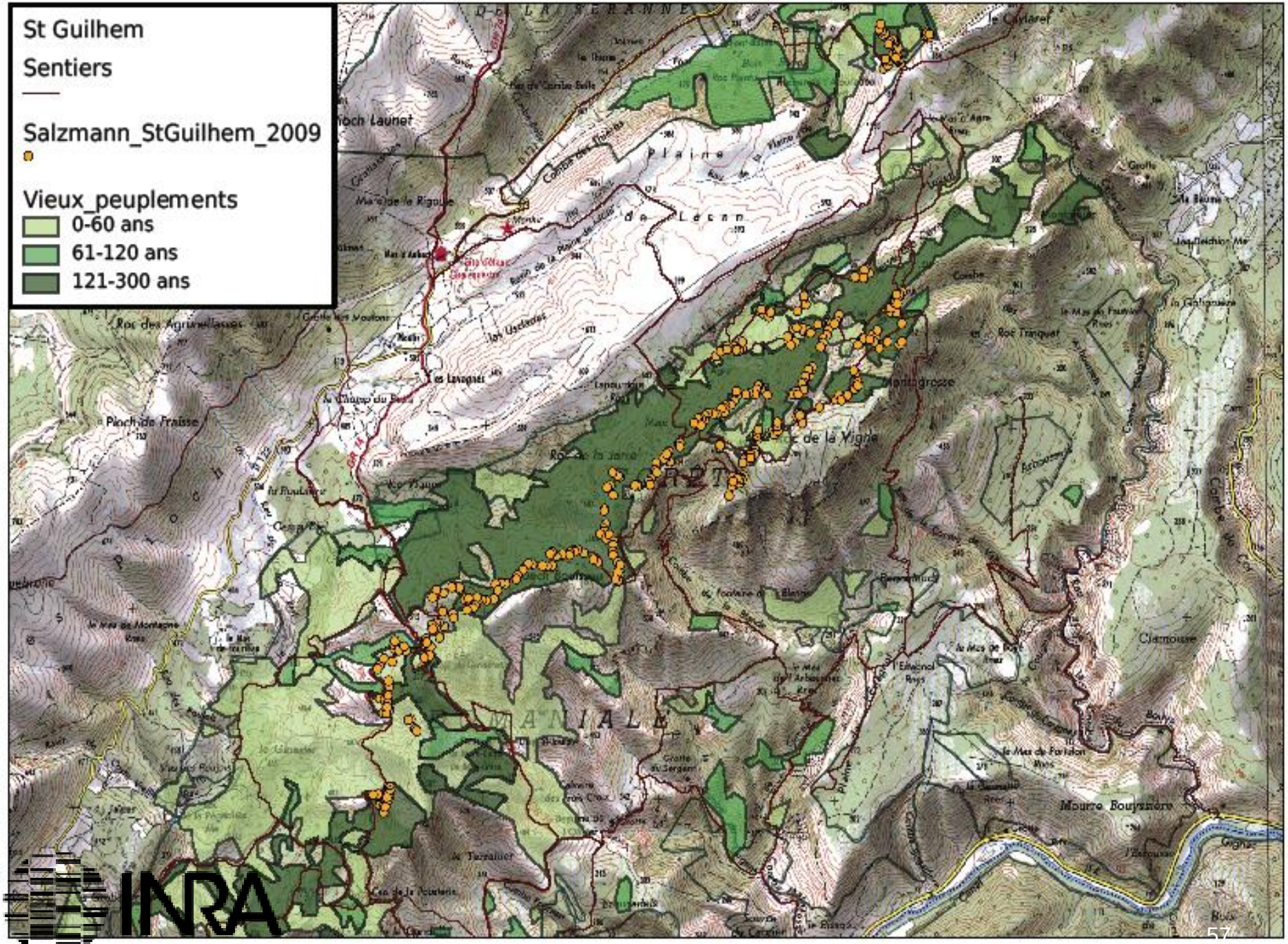
INRA
SCIENCE & IMPACT

Finding autochthonous Salzmann pines in France

INRA
SCIENCE & IMPACT

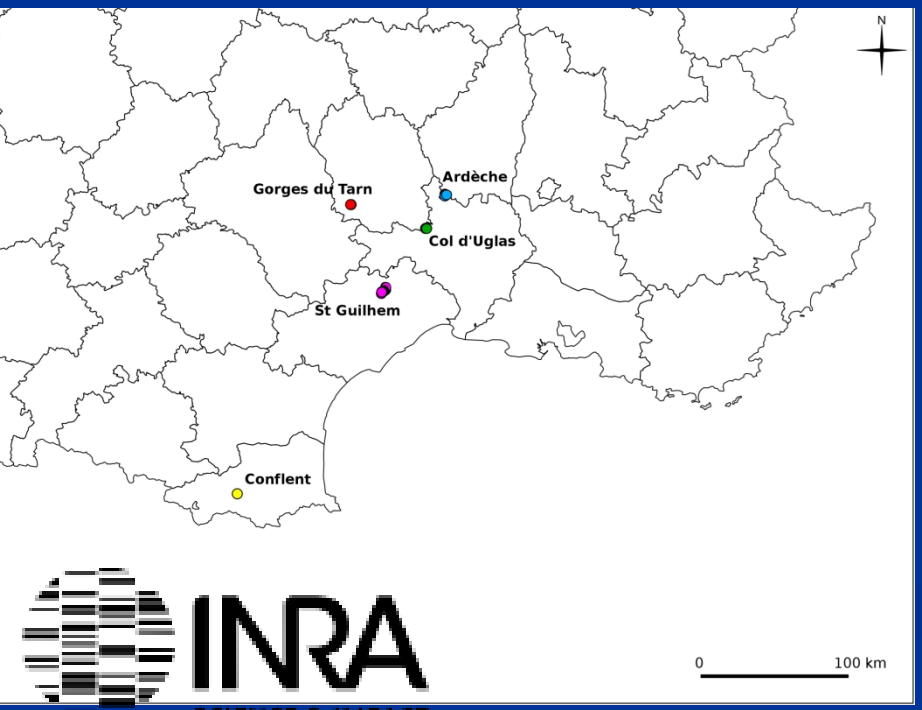
Finding autochthonous Salzmann pines in France

INRA
SCIENCE & IMPACT


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

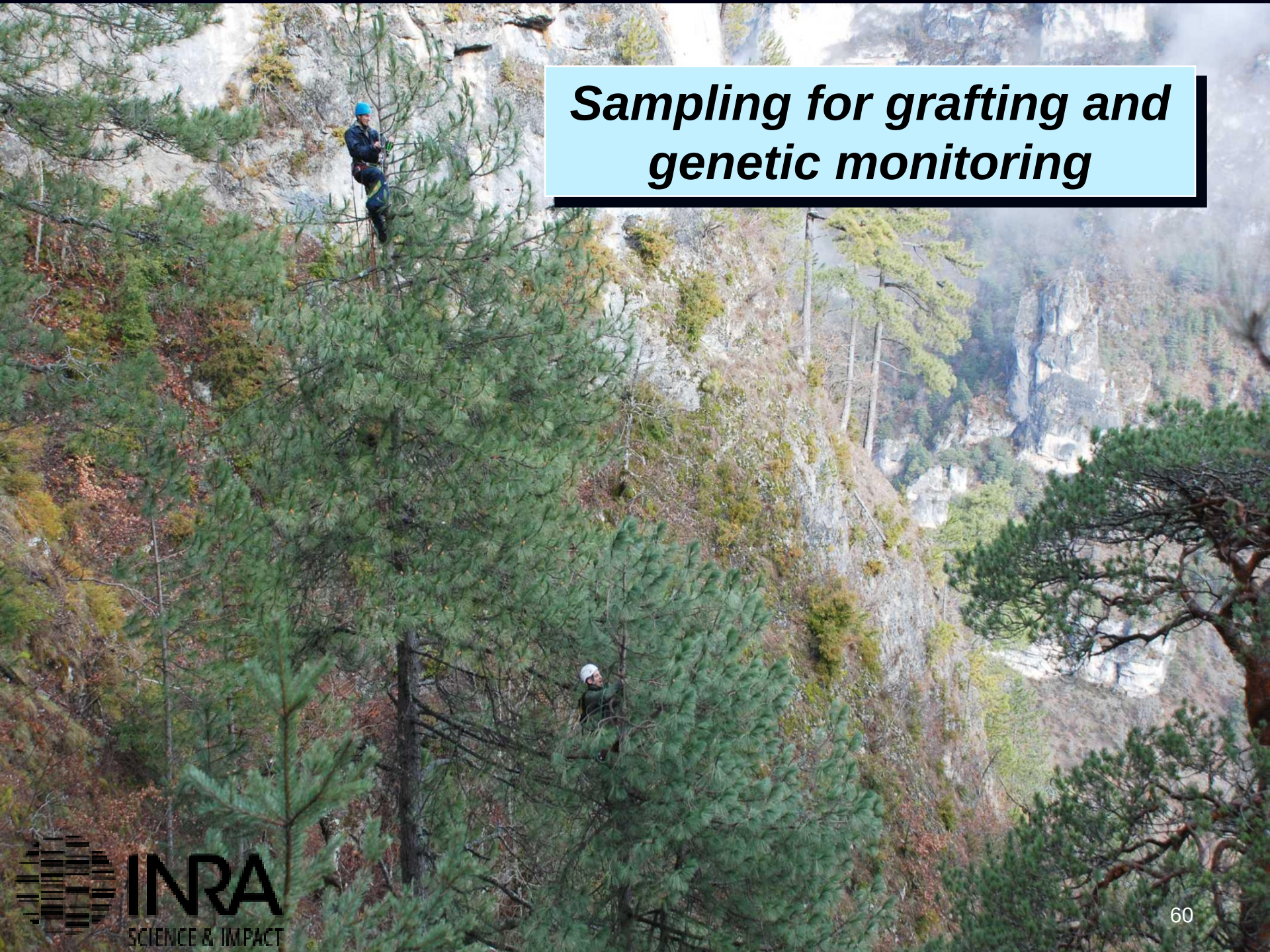


INRA
SCIENCE & IMPACT

Climbing an old autochthonous Salzmann pine

Sampling for grafting and genetic monitoring

INRA
SCIENCE & IMPACT



INRA
SCIENCE & IMPACT

Plant material for grafting and conservation.

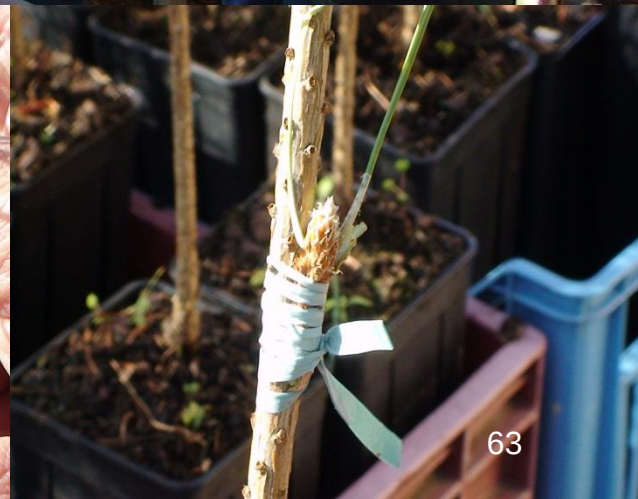
INRA
SCIENCE & IMPACT

Storing seeds

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

INRA
SCIENCE & IMPACT

Grafting (March – April)



INRA
SCIENCE & IMPACT


PNS225

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

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

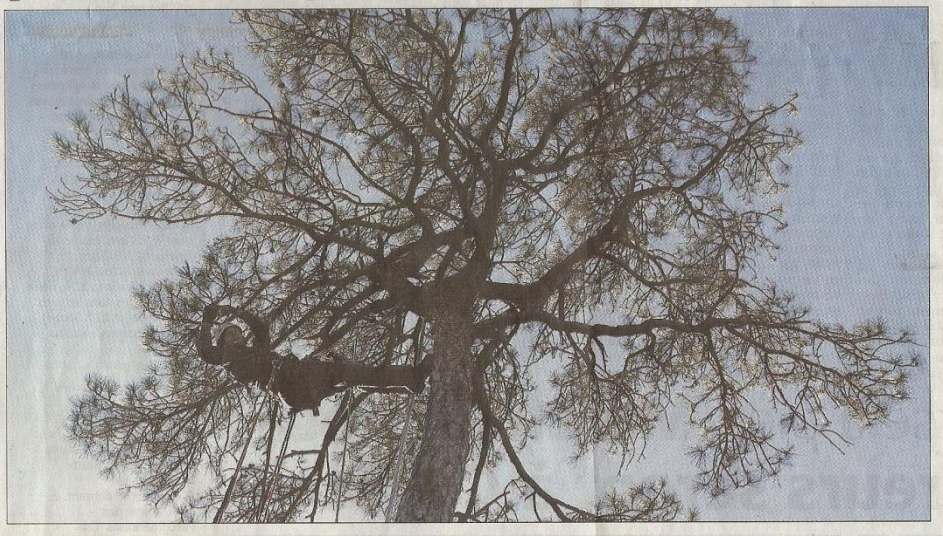
Success rate in 2009: 53%
(139 genotypes out of 260)
…….

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

Objective: 800 genotypes

INRA
SCIENCE & IMPACT

HÉRAULT Une pouponnière pour les 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 clonés ou greffés

RÉGION

Photo Gh

Midi Libre — RÉGION — 2

Dimanche 16 août 2009

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 Montpelliérain 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'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.

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. L'un souffrirait d'une fracture du nez et de dents cassées, le second serait légèrement touché. Les syndicats de surveillants mettent en cause « *la surpopulation carcérale, la chaleur, et les sous-effectifs* ». Philippe Ascencio, délégué FO-pénitentiaire, rappelle « *qu'il n'y a pas de douche dans les cellules où la température monte parfois jusqu'à 40 °C* ».

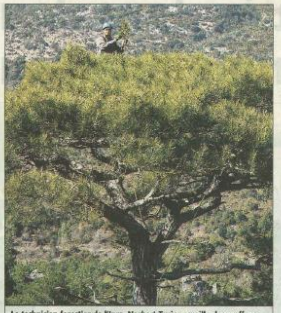
Perpignan Un immeuble incendié

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

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



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

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. Quelque 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.

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 800 000 €. L'objectif est d'étudier cette espèce pour mieux la protéger, mais aussi pour son intérêt sylvicole. « *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'oeuvre. 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. À 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 sécheresse comme le pin sylvestre. « *La problématique c'est que cet 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 noir d'Autriche. Le pin de Salzmann a parfois été éradiqué comme autour de Bessèges (Gard) pour reboiser avec du pin maritime employé alors comme étais de mines.* » L'intérêt patrimonial, mais aussi

> « Cette espèce locale nous touche »

Lorsqu'ils sont arrivés à proximité des pins de Salzmann approché cette centaine d'arbres reliques qui n'ont survécu que parce qu'ils étaient accrochés à la falaise et donc inaccessibles.

Le quotidien de ces trois techniciens forestiers, rattachés à l'unité expérimentale forestière méditerranéenne de l'Inra d'Avignon, est partiellement dicté et rythmé par

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 planifiées sur plusieurs années. Le travail requiert d'excellentes conditions physiques, une grande disponibilité ra- Norbert Turion, res- le de l'équipe. « *Avec egarde et le suivi de on de cette espèce eu- e, on est au cœur de étier, cela nous tou- rticulièrement… Et* la réglementation exigent 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, marqués, 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 clonés, greffés ou mis en collection. ●

Texte et photos : Ghislaine GUIBAUD

(*) Etude de Jean-Louis Vernet (CNRS Montpellier)

Patrimoine

Autrefois répandu jusqu'en plaine, le pin de Salzmann est une sous-espèce de pin noir 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 essences les plus rares de France avec 3 000 hectares (100 fois moins qu'en Espagne) situés majoritairement dans les forêts publiques du Languedoc-Roussillon.

Franck, 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 Brahic responsable de la Pépinière forestière d'Etat d'Aix-en-Provence. *Les plants resteront au minimum 2 ans à la pépinière. On table sur 50 % de pertes environ, dues à la difficulté technique de l'opération. A raison de six greffons par sujet, nous pourrons 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'extraction d'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'Ardèche proches sur le plan génétique, présentent également une grande diversité génétique et sont, de ce fait, intéressantes pour la conservation.

INRA SCIENCE & IMPACT


HÉRAULT

Une pouponnière pour les pins de Salzmann


Midi Libre — RÉGION — 2

Dimanche 16 août 2009

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 Montpelliérain 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'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.

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. Quelque 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 exigent 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, marqués, 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 clonés, greffés ou mis en collection. •

Texte et photos : Ghislaine GUIBAUD

(*) Etude de Jean-Louis Vernet (CNRS Montpellier)

Patrimoine

Autrefois répandu jusqu'en plaine, le pin de Salzmann

REPÈRES

Copier pour protéger

« 1 400 sujets vont être greffés, explique Patrice Brahic responsable de la Pépinière forestière d'État d'Aix-en-Provence. *Les plants resteront au minimum 2 ans à la pépinière. On table sur 50 % de pertes environ, dues à la difficulté technique de l'opération. A raison de six greffons par sujet, nous pourrons 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

Le Pin de Salzmann

(*Pinus nigra* Arnold ssp. *Salzmanni* [Dunal] Franco),

un patrimoine naturel vivant à protéger et valoriser

INRA SCIENCE & IMPACT

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)

INRA SCIENCE & IMPACT

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

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

INRA
SCIENCE & IMPACT