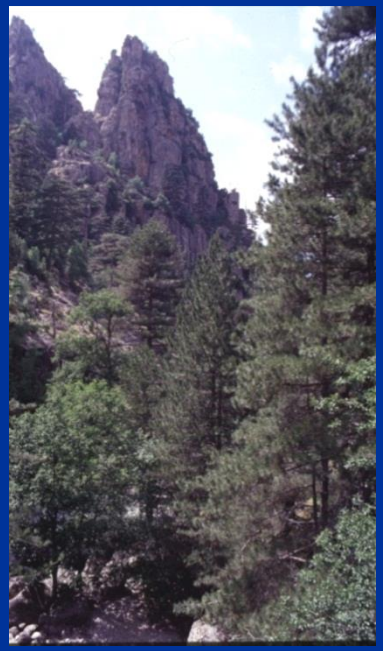
CRGF
COMMISSION DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

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

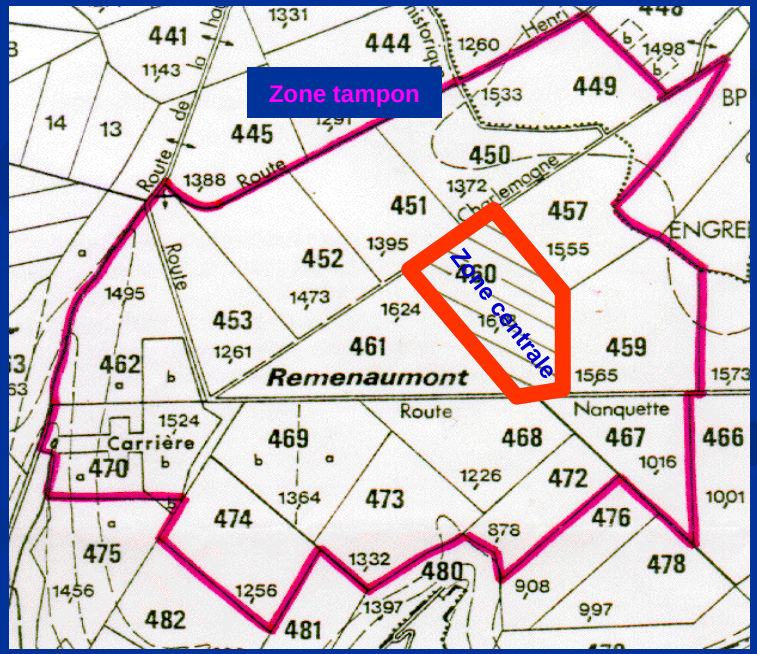
EUFORGEN

Conservation of genetic resources: the European strategy and a case study



INRA
SCIENCE & IMPACT

Genomics and the conservation of conifer genetic resources

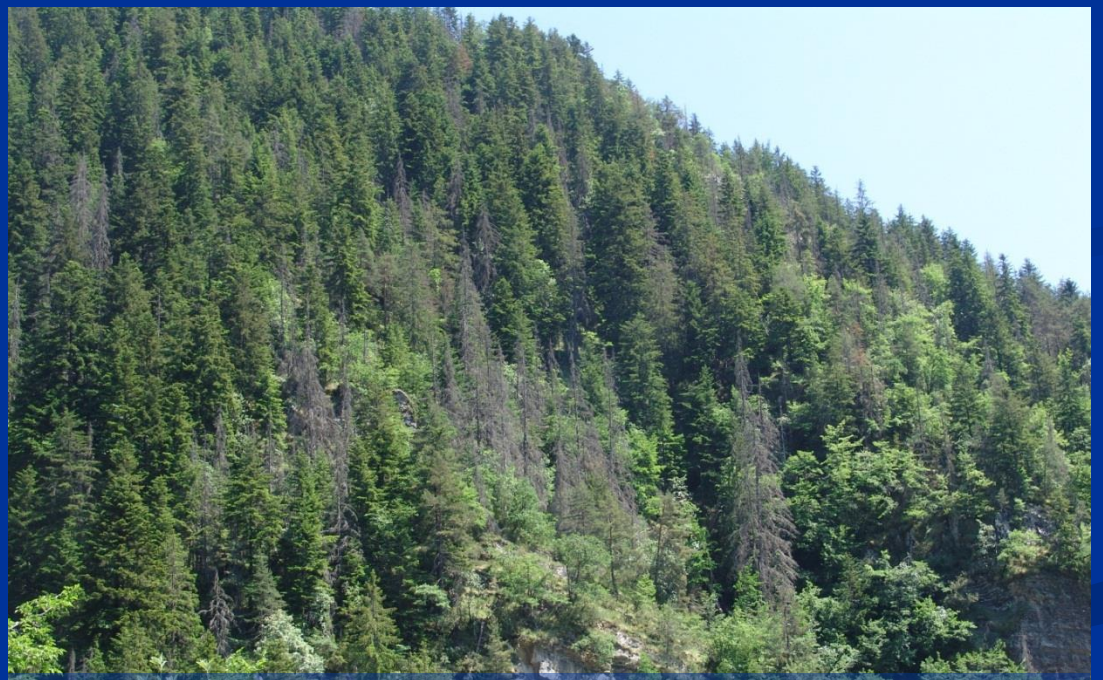


The goals of in situ conservation

A strategy for safeguarding keystone or emblematic species against natural and made-made ecological catastrophies

=> Networks must contain all the genetic diversity of a species within its entire distribution range

=> Conservation units must be made to garantee local adaptation under diverse selection pressures



Climate change induced Abies alba dieback in the French Maritime Alps

INRA
SCIENCE & IMPACT

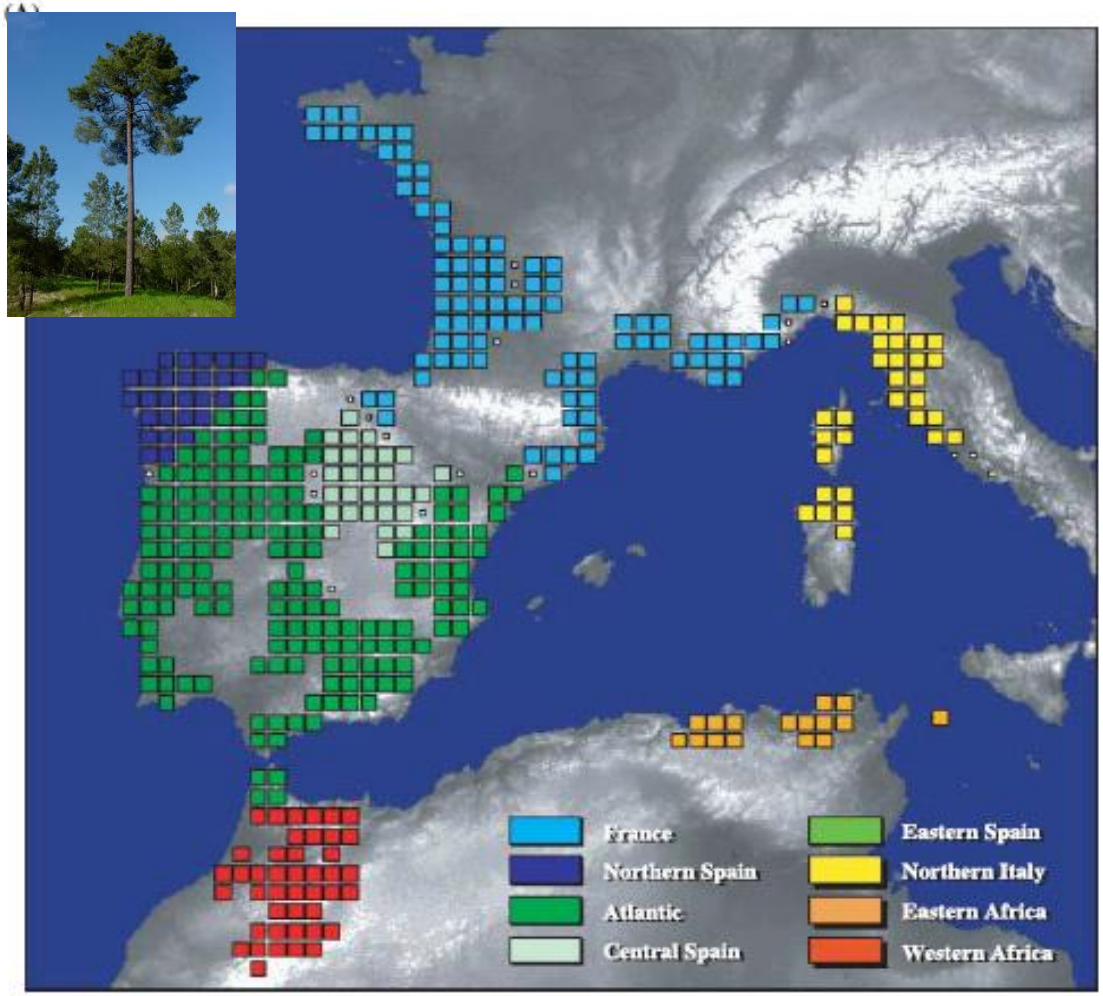
How to correctly sample the genetic diversity of a species? Considering evolutionary history

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).

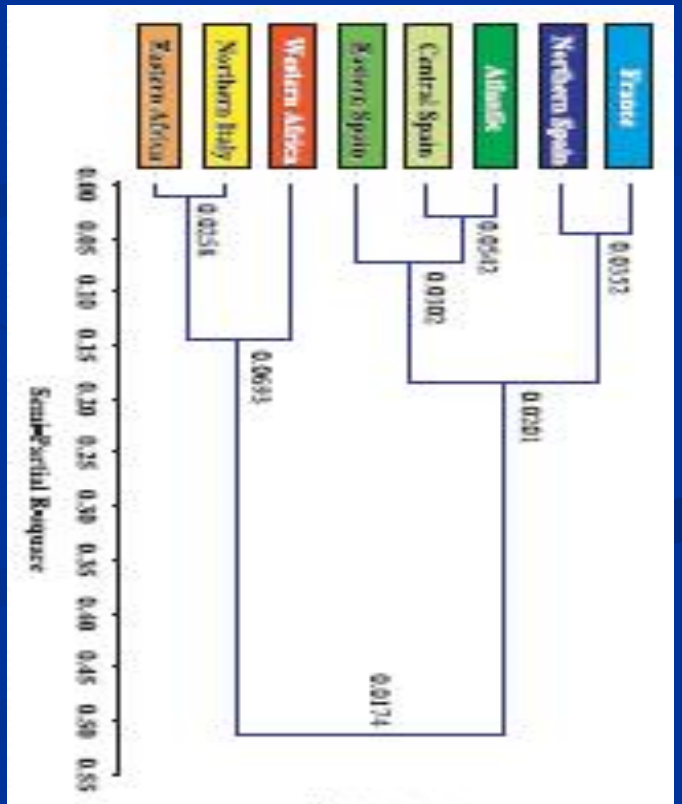
MU : Management Unit (Palsbøll et al 2007)
= group of populations that differs from another by significant differences in genetic markers (reduced gene flow)
= signature of short term evolutionary history (nDNA ou SSRs)

INRA
SCIENCE & IMPACT

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

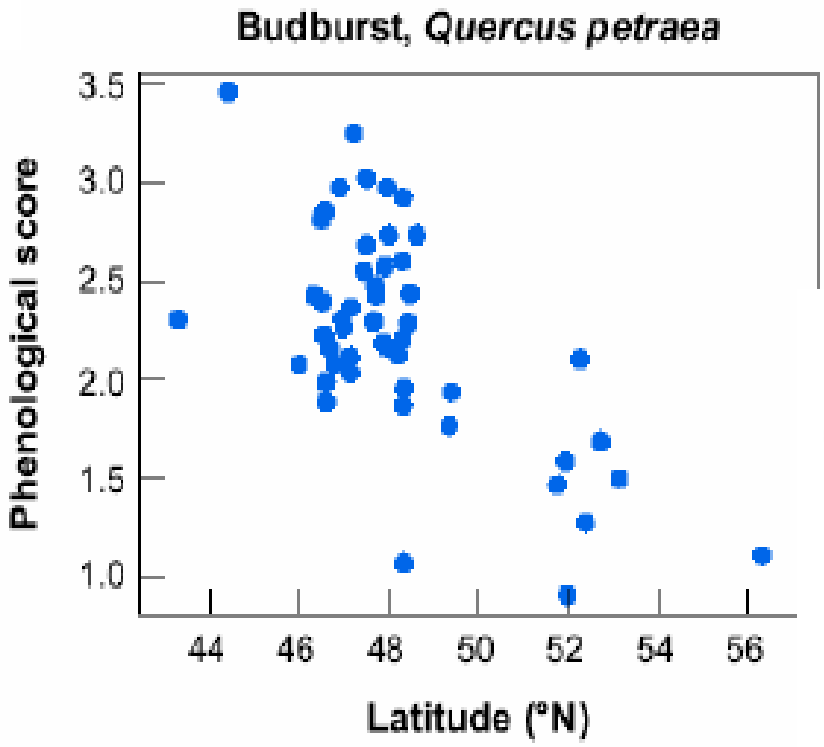


3 lineages and 8 genetic groups from 16 (most common) haplotypes at 5 cpSSR loci (h_e = 0.825).



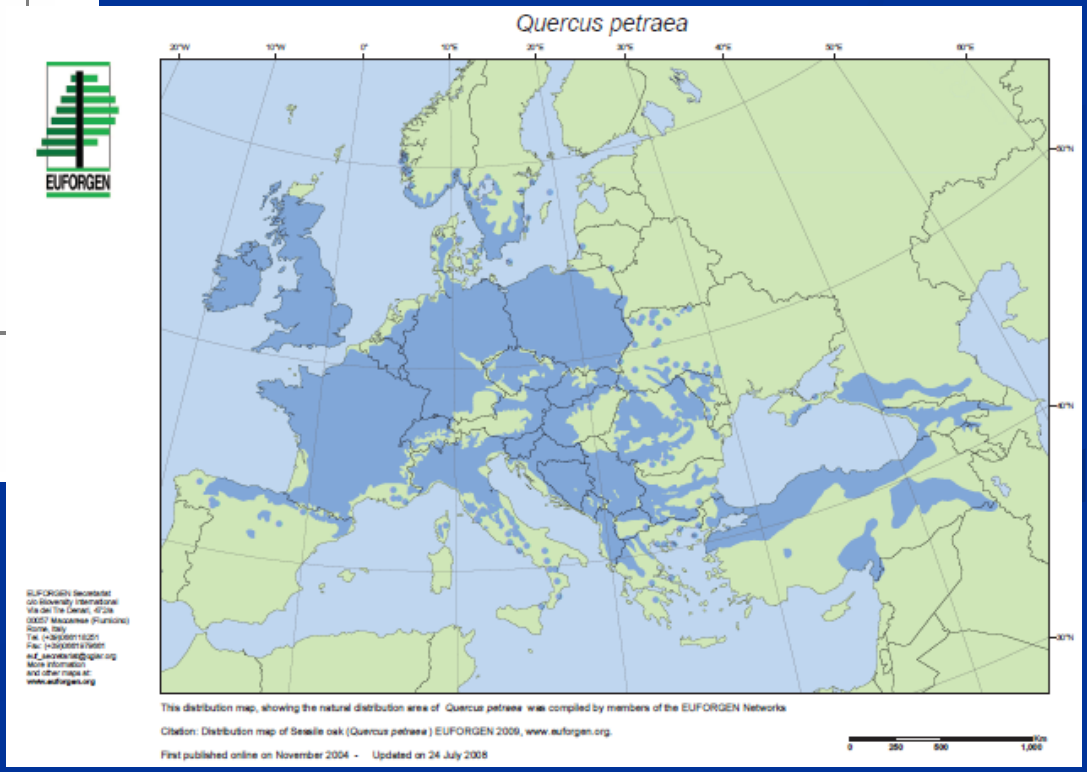
Bucci et al. (Mol. Ecol.) 2007

Populations have different adaptive properties in addition to different evolutionary histories



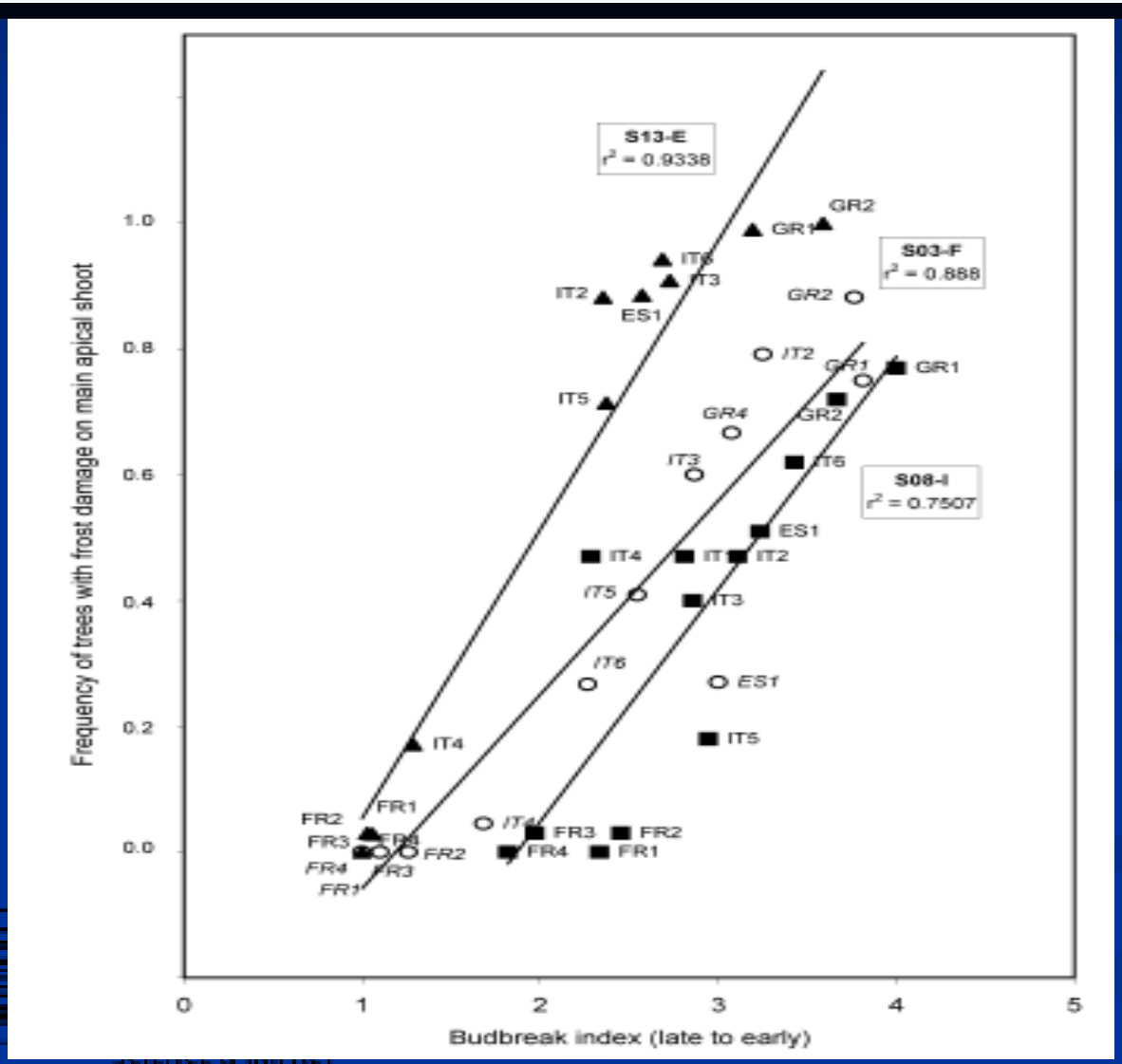
Ducousso et al. (AFS) 1996

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



INRA SCIENCE & IMPACT

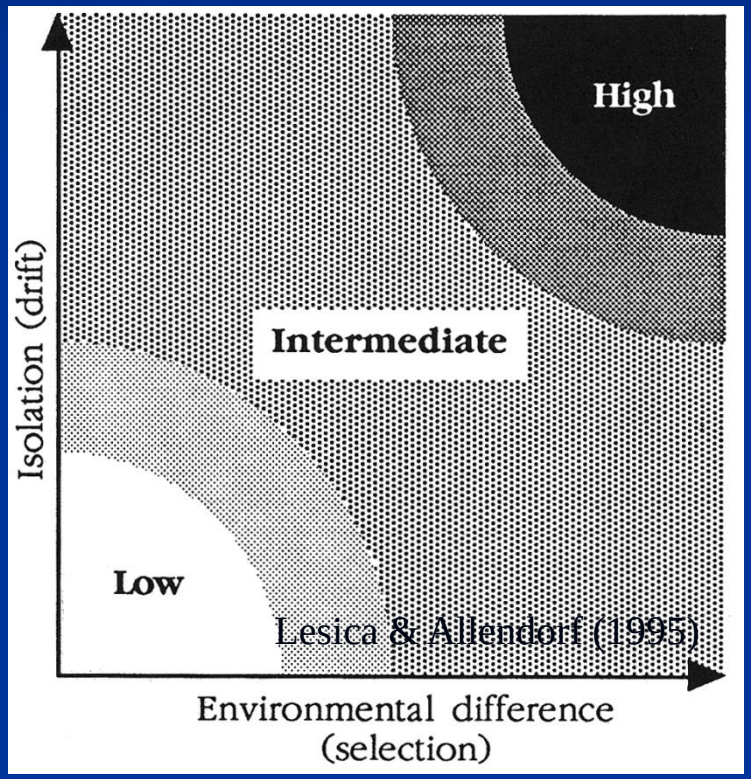
Considering adaptive properties in the evolutionary history of populations and species



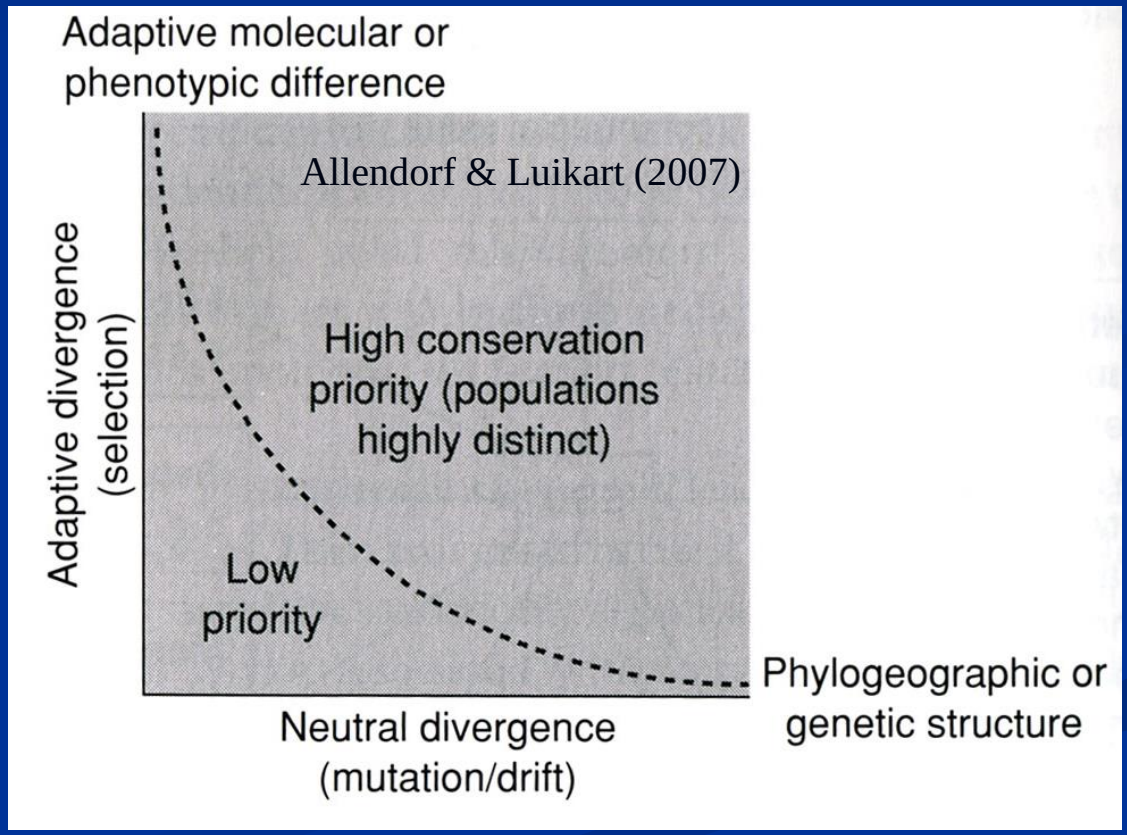
A strong link between geographic origin, bud break date and susceptibility to late frost damage in walnut (*Juglans regia*) in 3 common gardens

Fady et al. (NeFo) 2003

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

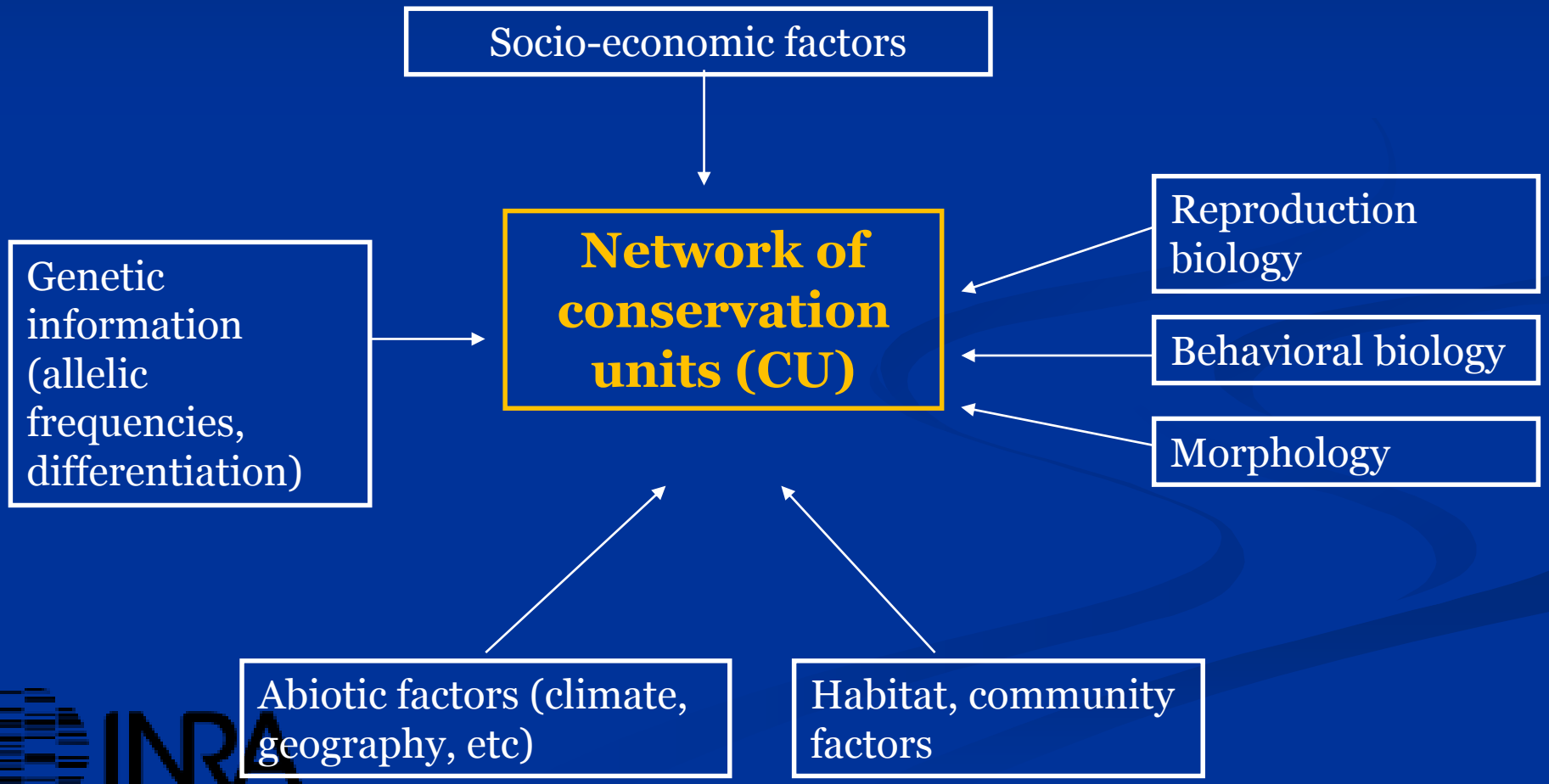


Looking for surrogates of adaptation: environmental gradients



Looking for surrogates of adaptation: phenotypic / genotypic trait variability

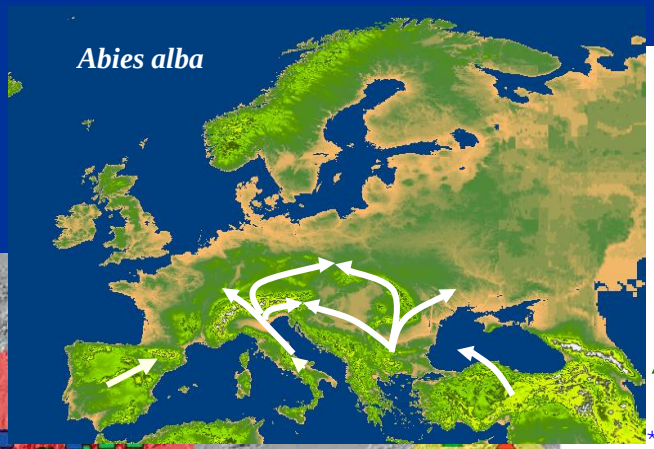
Integrating approaches for a science-based sustainable in situ conservation strategy

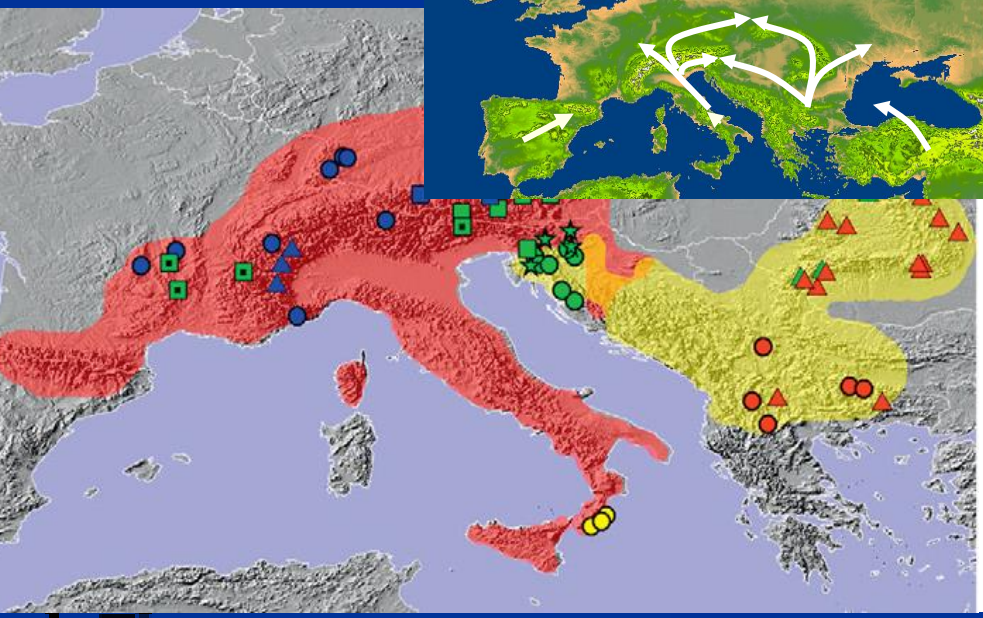


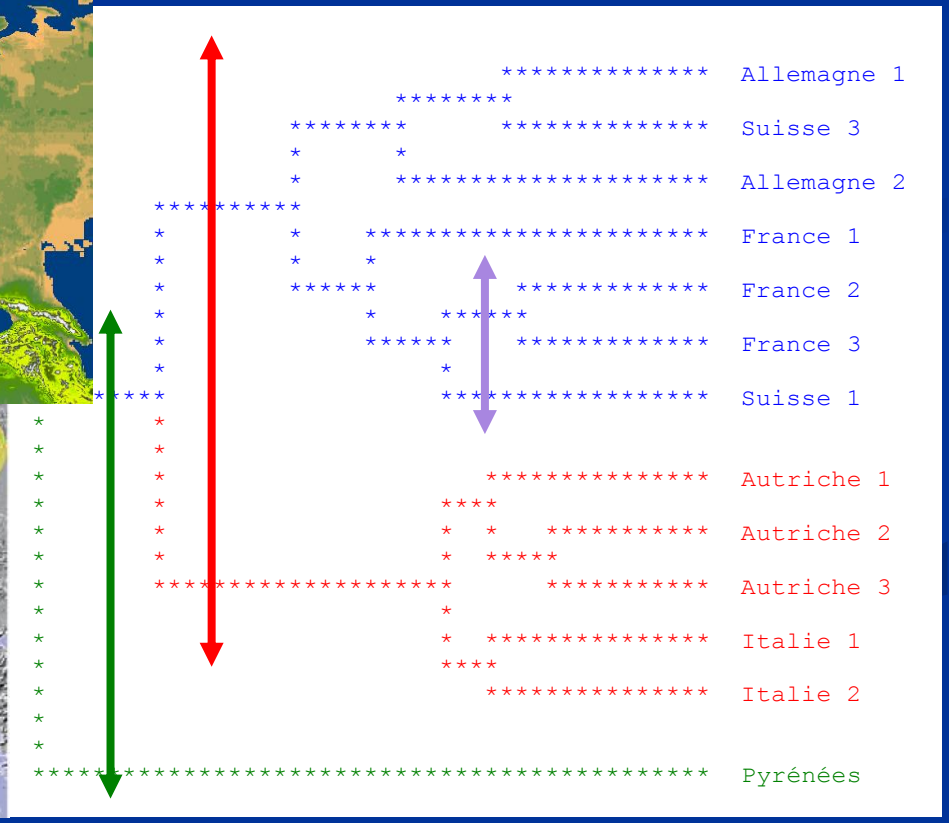
From Moritz et al. 1995

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

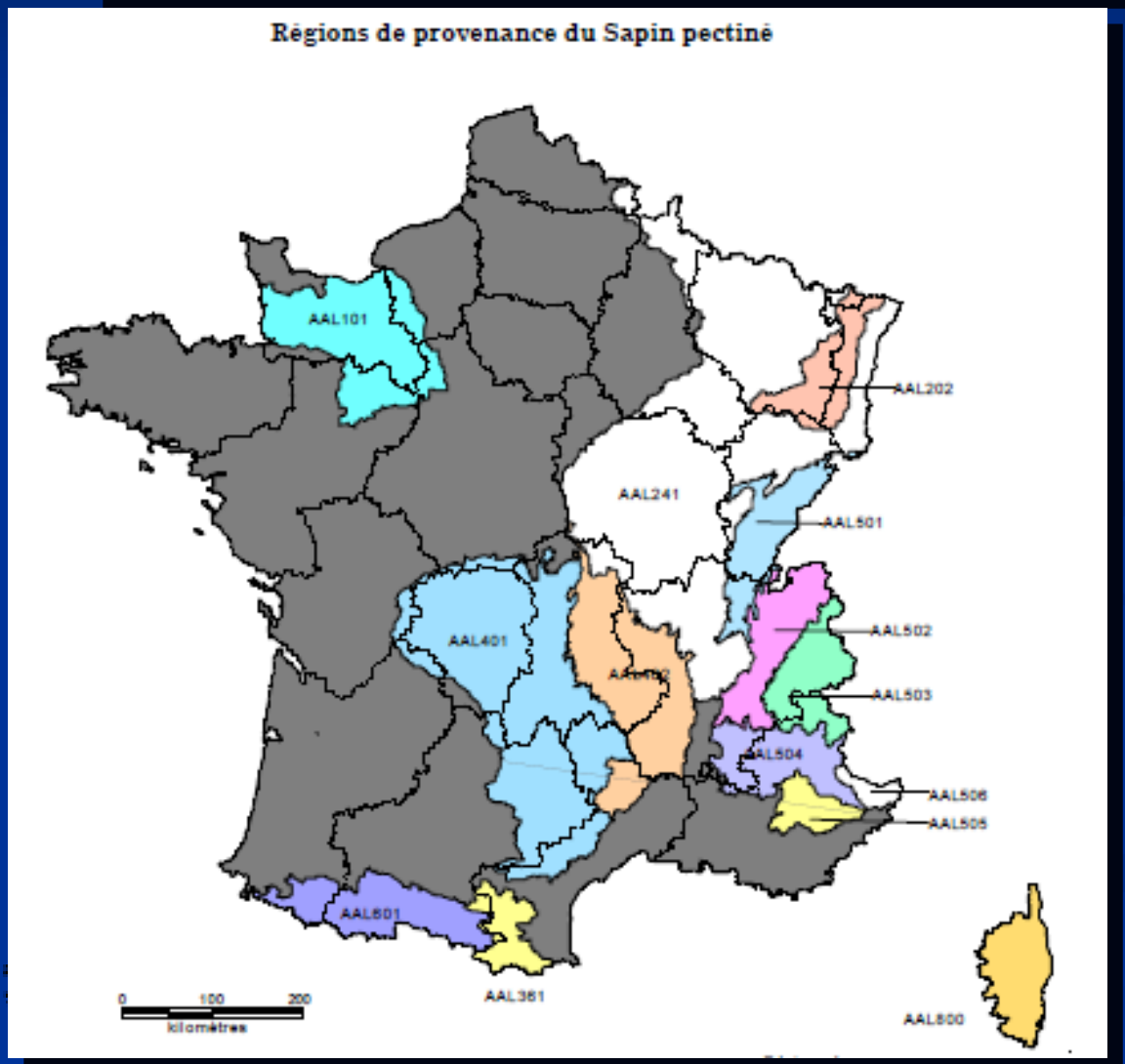






Fady et al.(Forest Genetics) 1999 . Liepelt et al. (Rev. PaleoBot. Palynol.) 2009

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



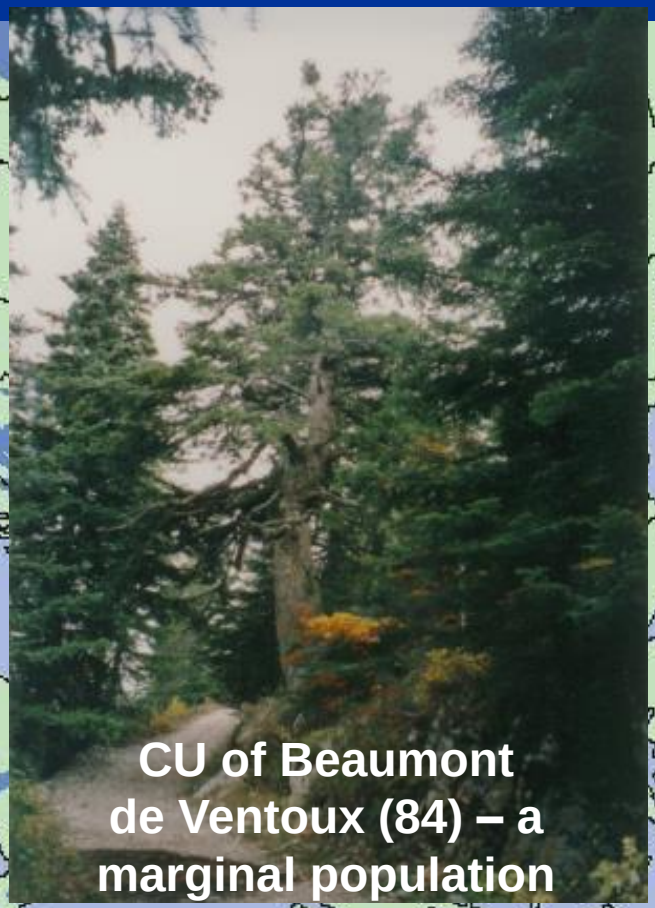
Little analytical work from provenance trials available / no data from genomic tools yet

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

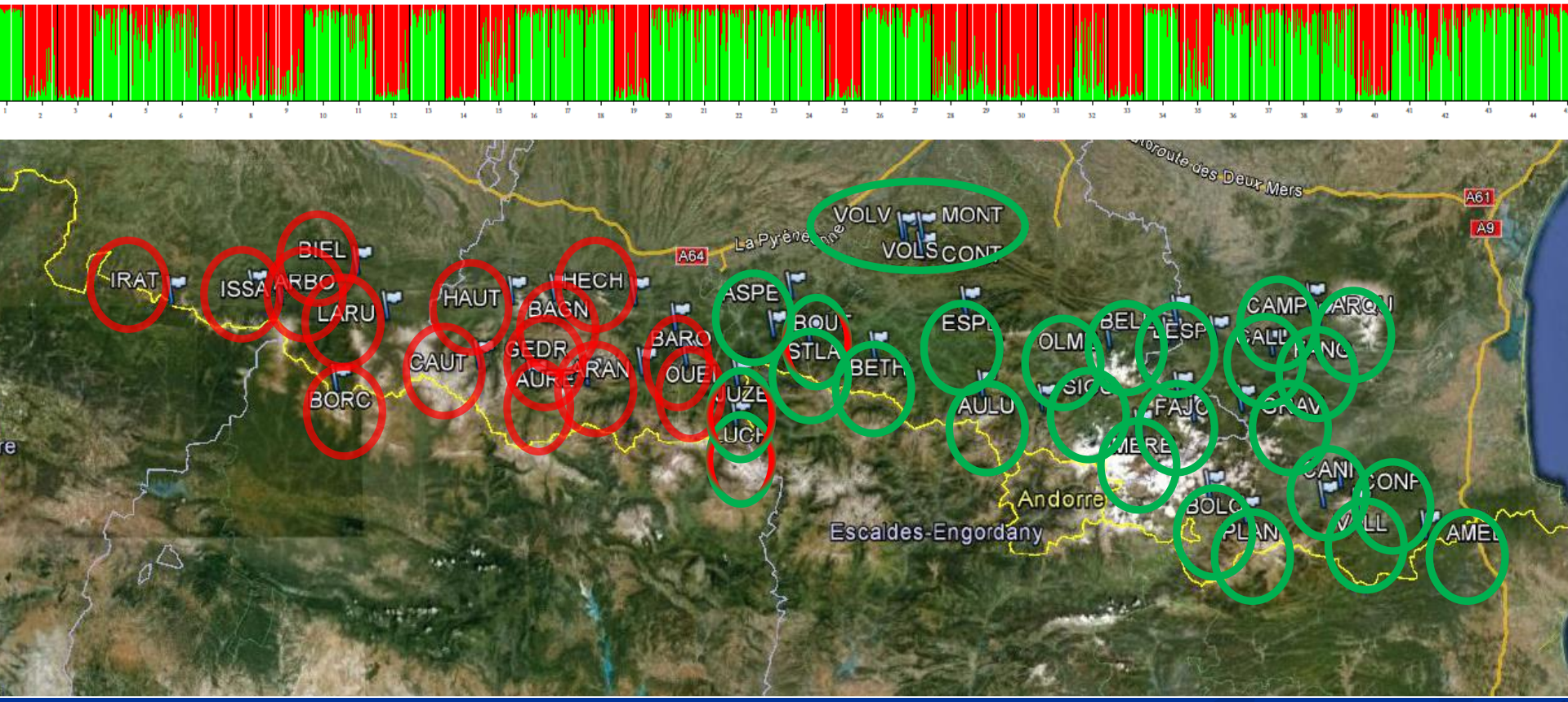
In practice, a combined approach:
ESU + MU + ecological structure + marginal populations =
21 CUs officially registered



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

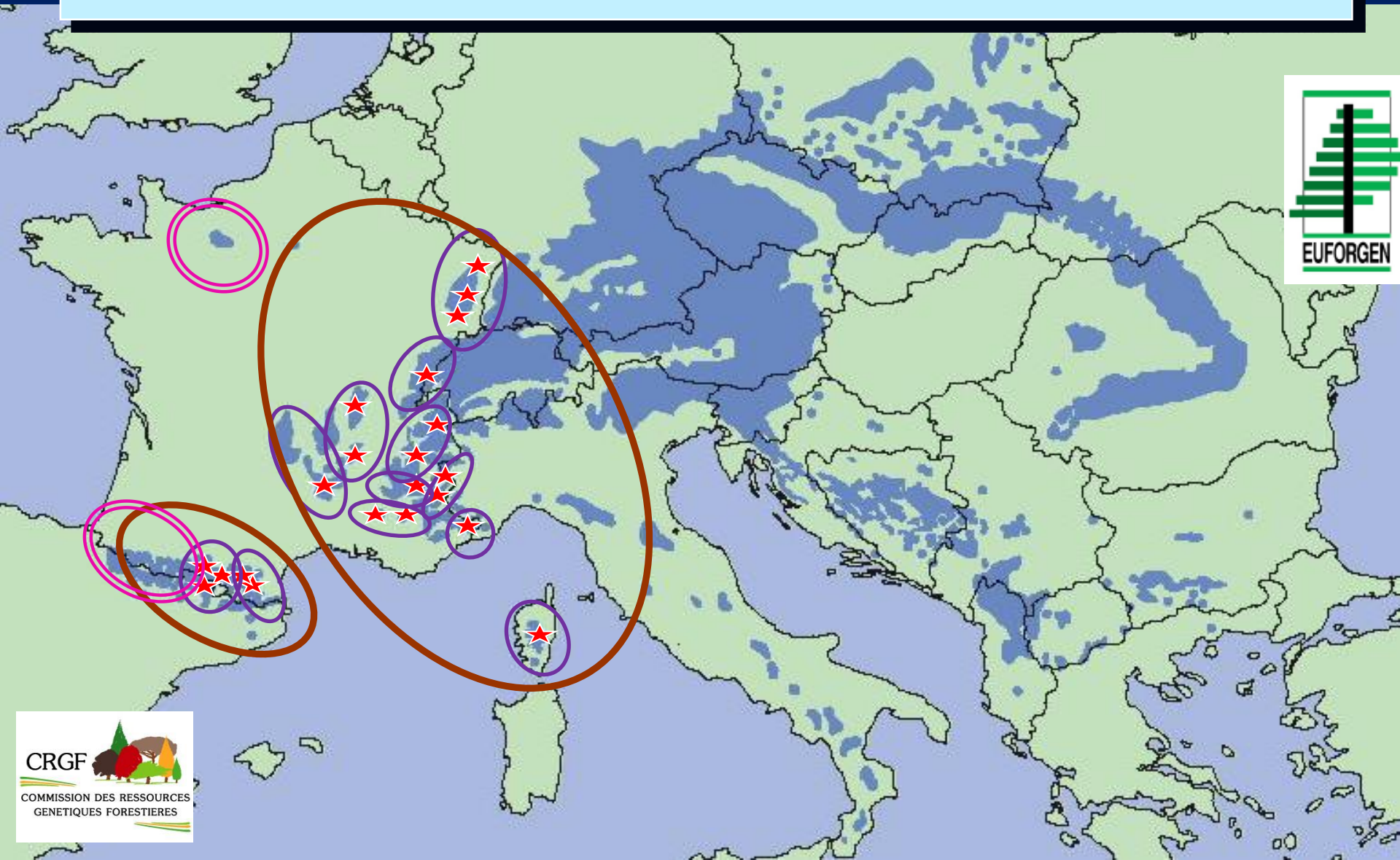
CRGF
COMMISSION DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

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

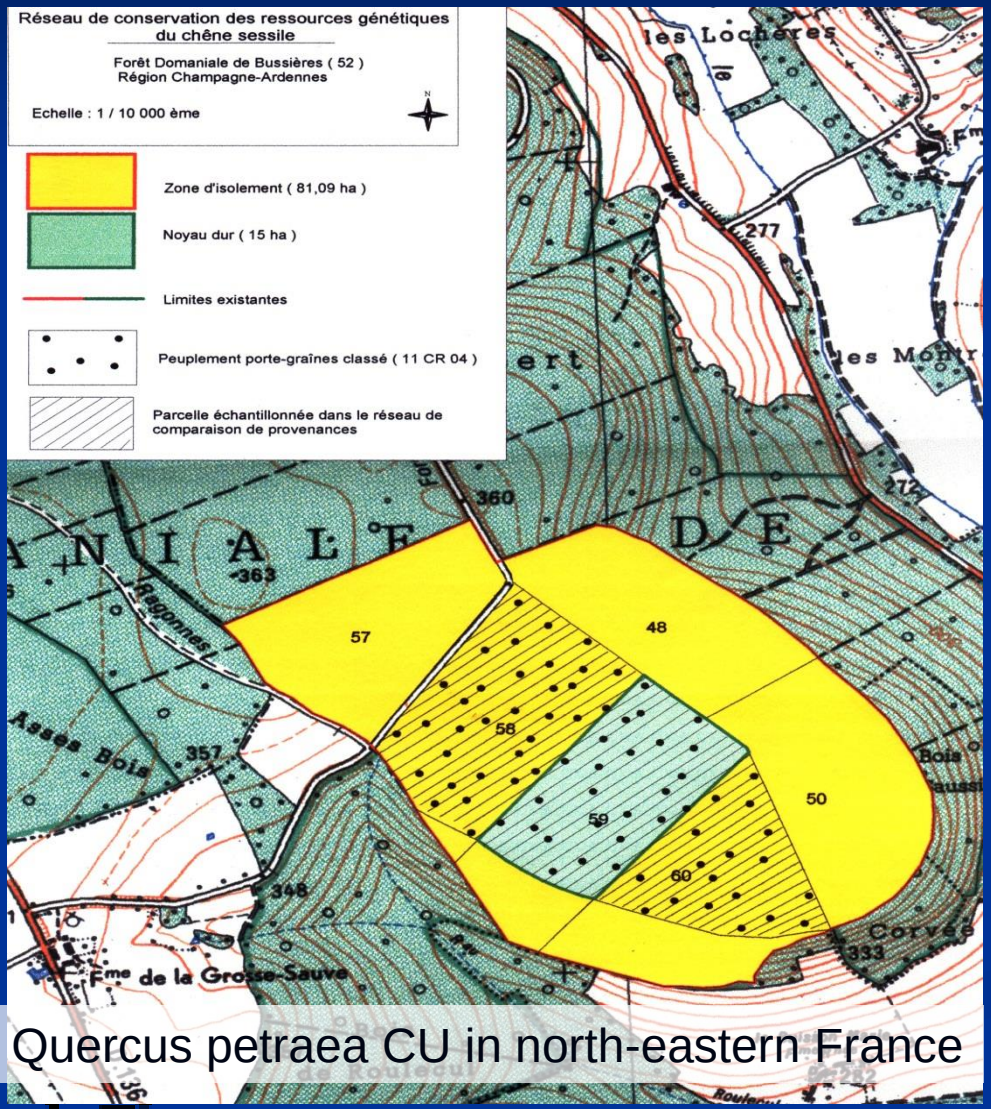


- A significant geographic structure, 2 evolutionary lineages (10 SSR loci), no effect of marginality (VOLV)
- A clear transition admixed zone at lineage boundary
- Detection of a planted population (ASPE)

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



What must a Conservation Unit guarantee?



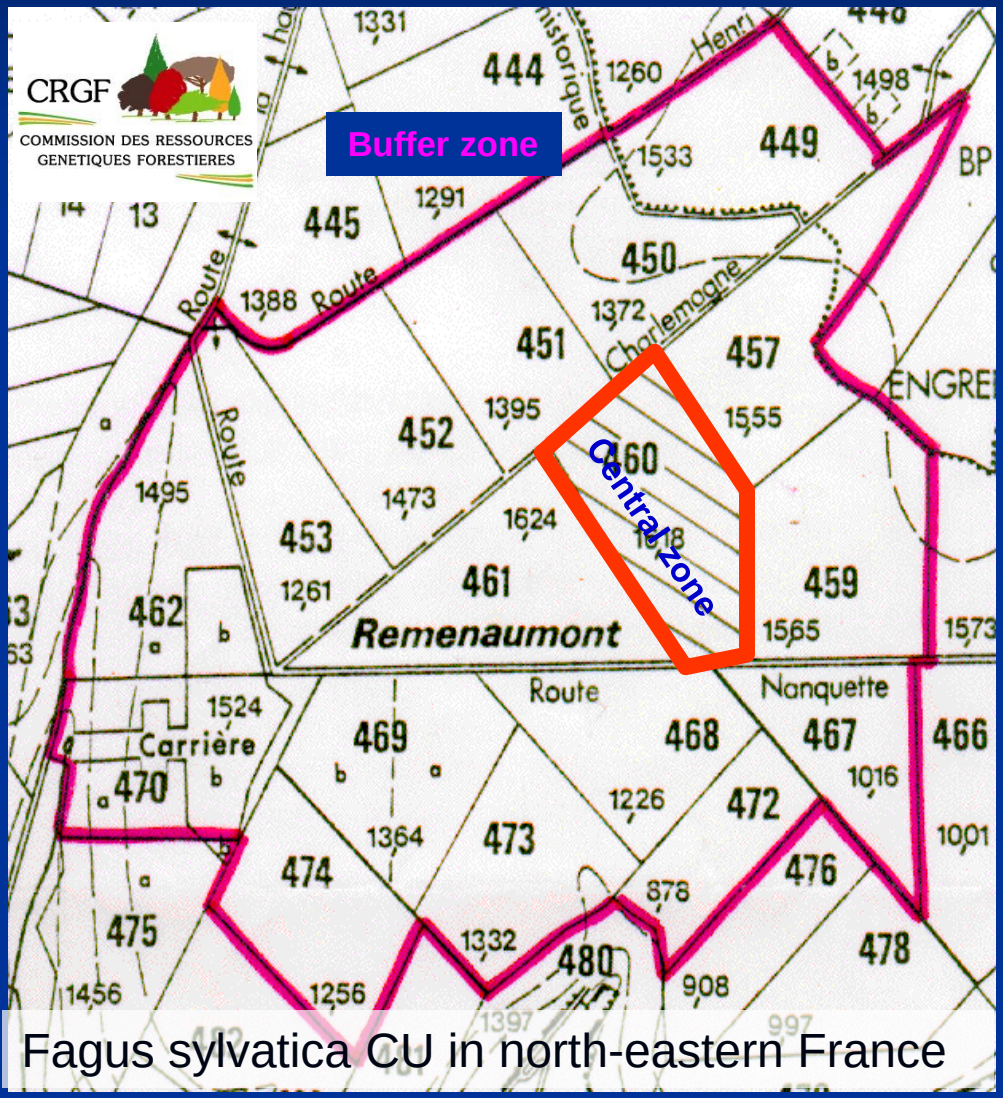
Quercus petraea CU in north-eastern France

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

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.

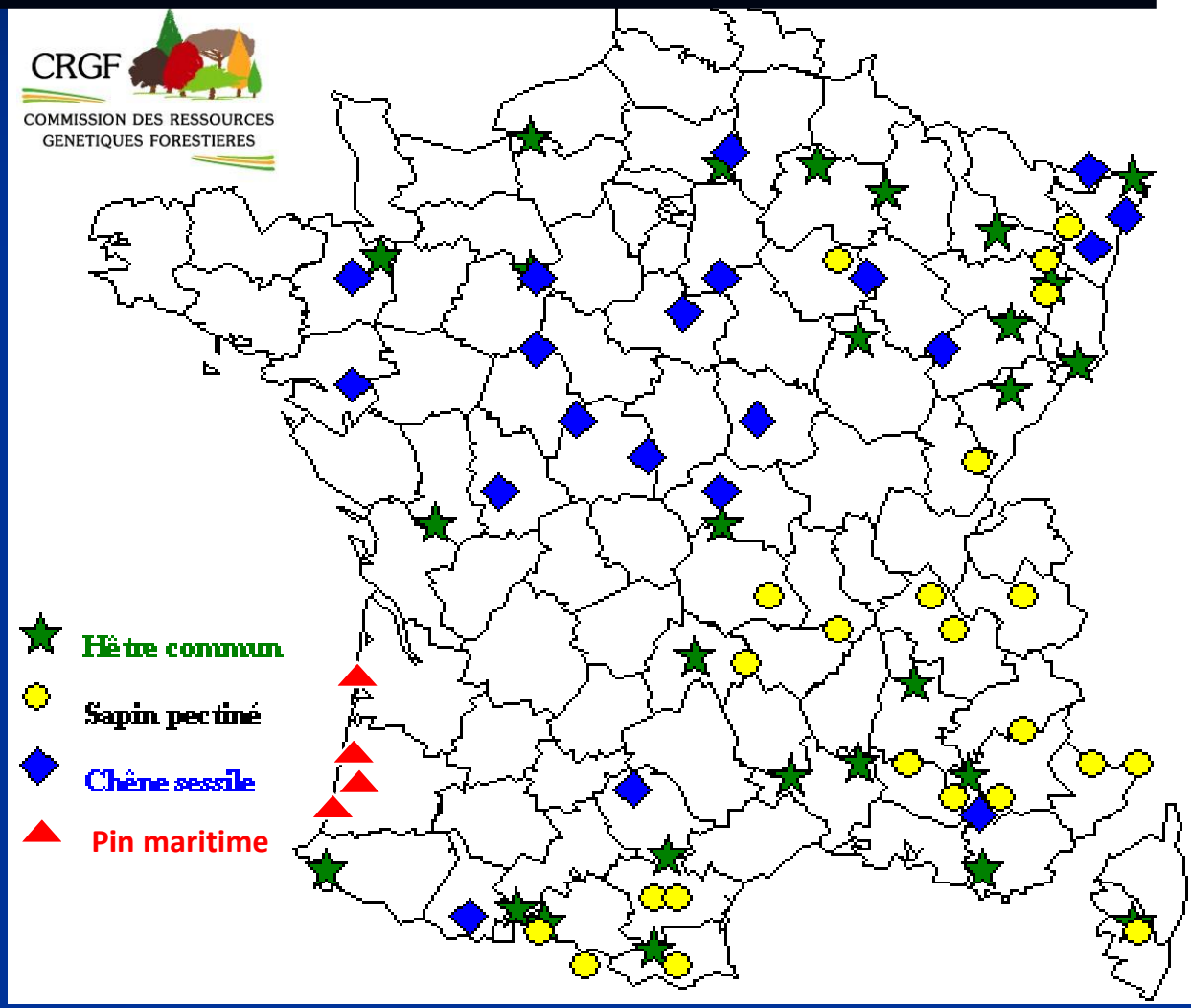
The French register of conservation units for widely occurring species

Abies alba: 21 CUs
~ 3500 ha
(160 ha / CU)

F. sylvatica: 28 CUs
~ 3950 ha
(140 ha / CU)

Pinus pinaster: 4 CUs
~ 900 ha
(225 ha / CU)

Q. petraea: 20 CUs
~ 2400 ha
(120 ha / CU)



http://agriculture.gouv.fr/conservation-des-ressources

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

A major political player: Euforgen

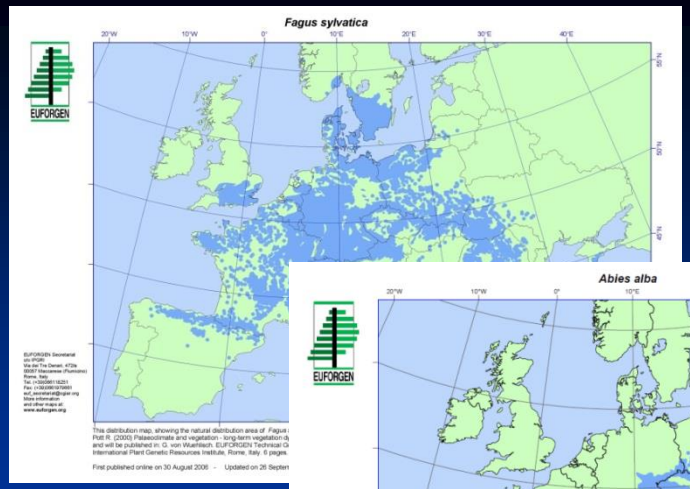
- Created in 1994 under Forest Europe
- Secretariat in Rome at Bioversity International
- Promote and streamline national FGR conservation strategies at European level (e.g. minimum requirements for CUs)
- Raise awareness on FGR conservation of forest habitat managers and policy makers

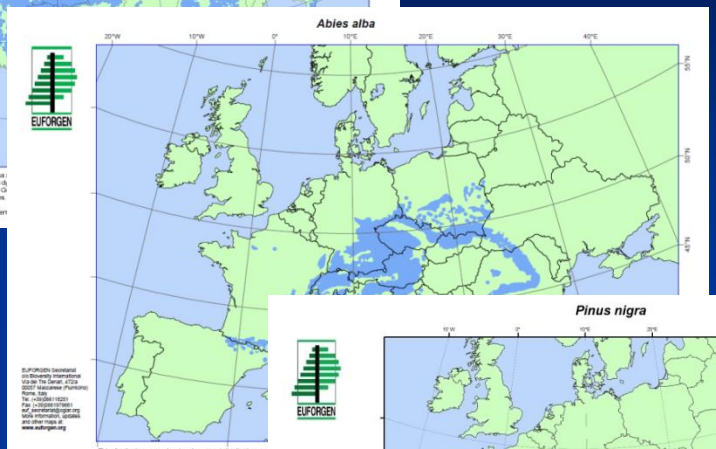
INRA
SCIENCE & IMPACT

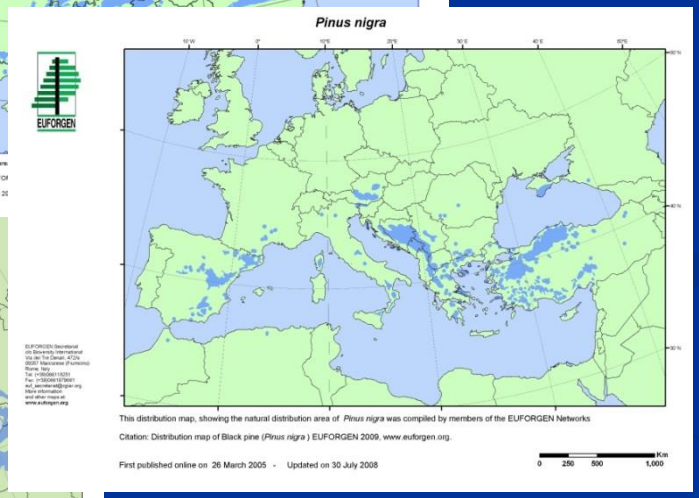
Euforgen Phase IV (2010-2014)

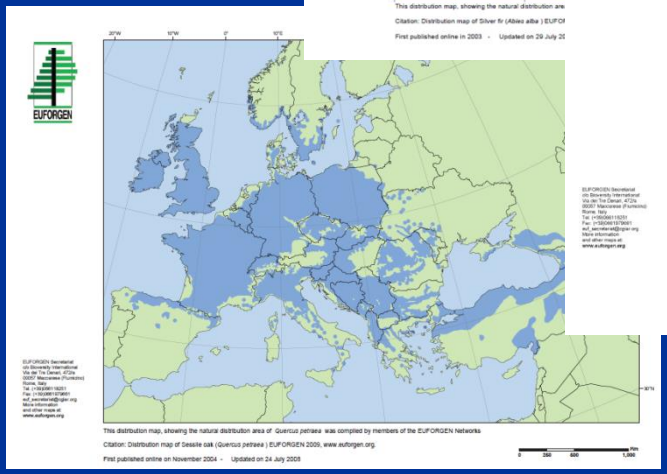
Scope: facilitating implementation of practical gene conservation by developing pan-European gene conservation strategies for forest trees (under the umbrella of Forest Europe)

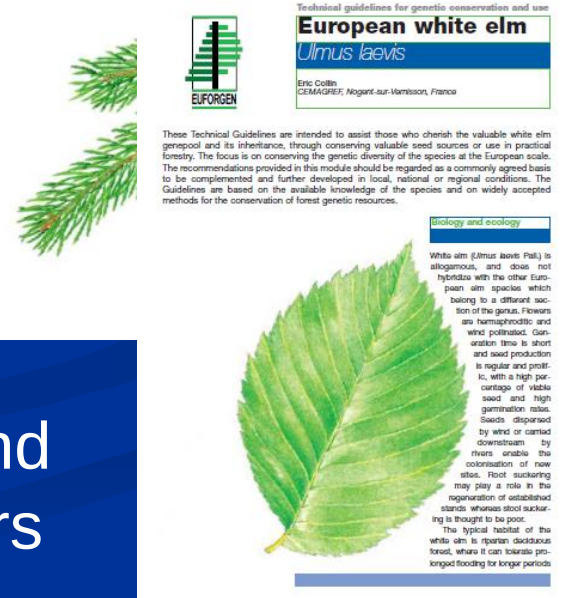
- Working group 1: a European gene conservation strategy
- Working group 2: genetic monitoring methods
- Working group 3: guidelines for transfer and use of FRM
- Working group 4: incorporation of FGR in national policies
- Working group 5: managing CUs under climate change





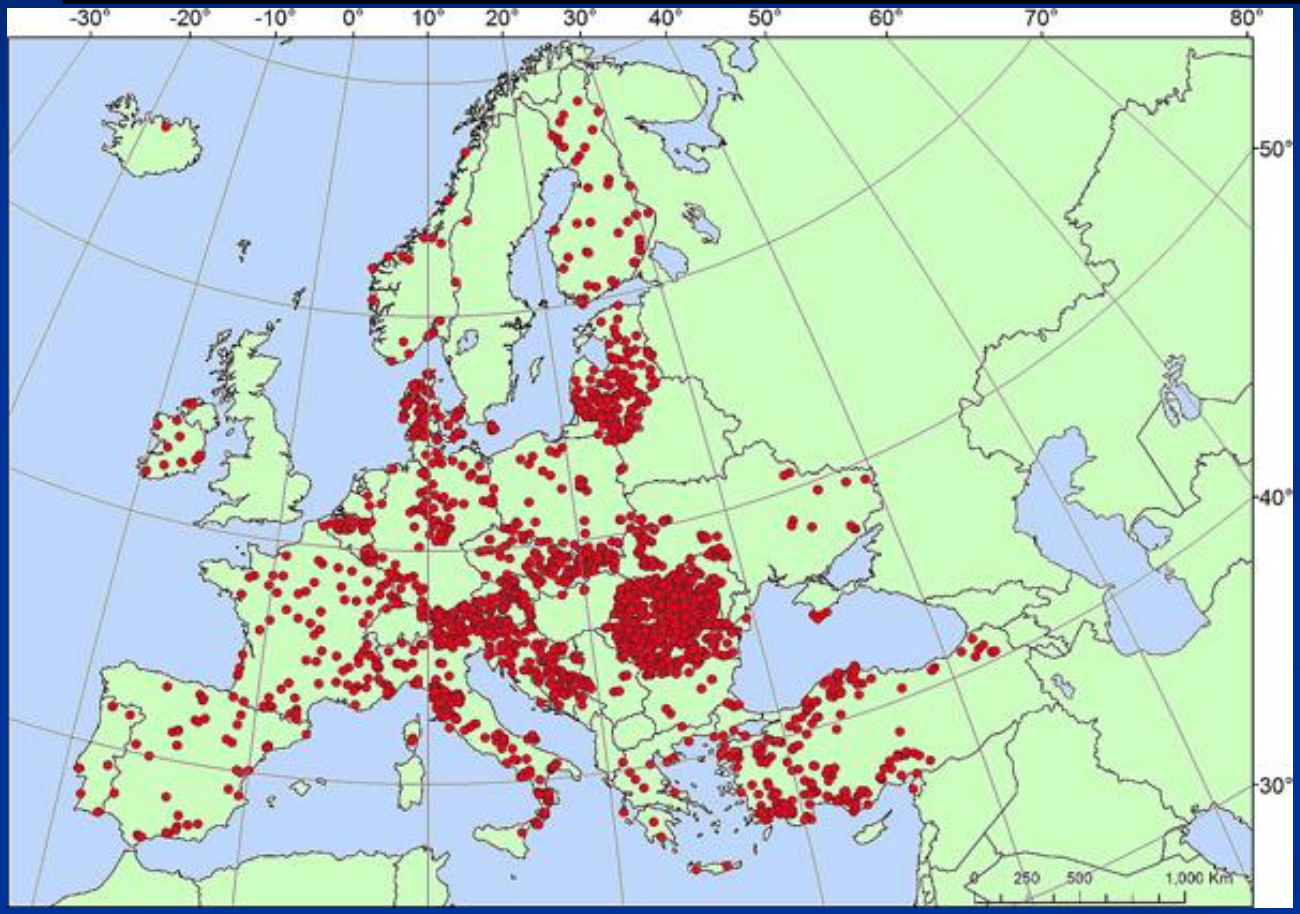






Euforgen : more than technical guidelines and distribution maps widely used by researchers and managers alike

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



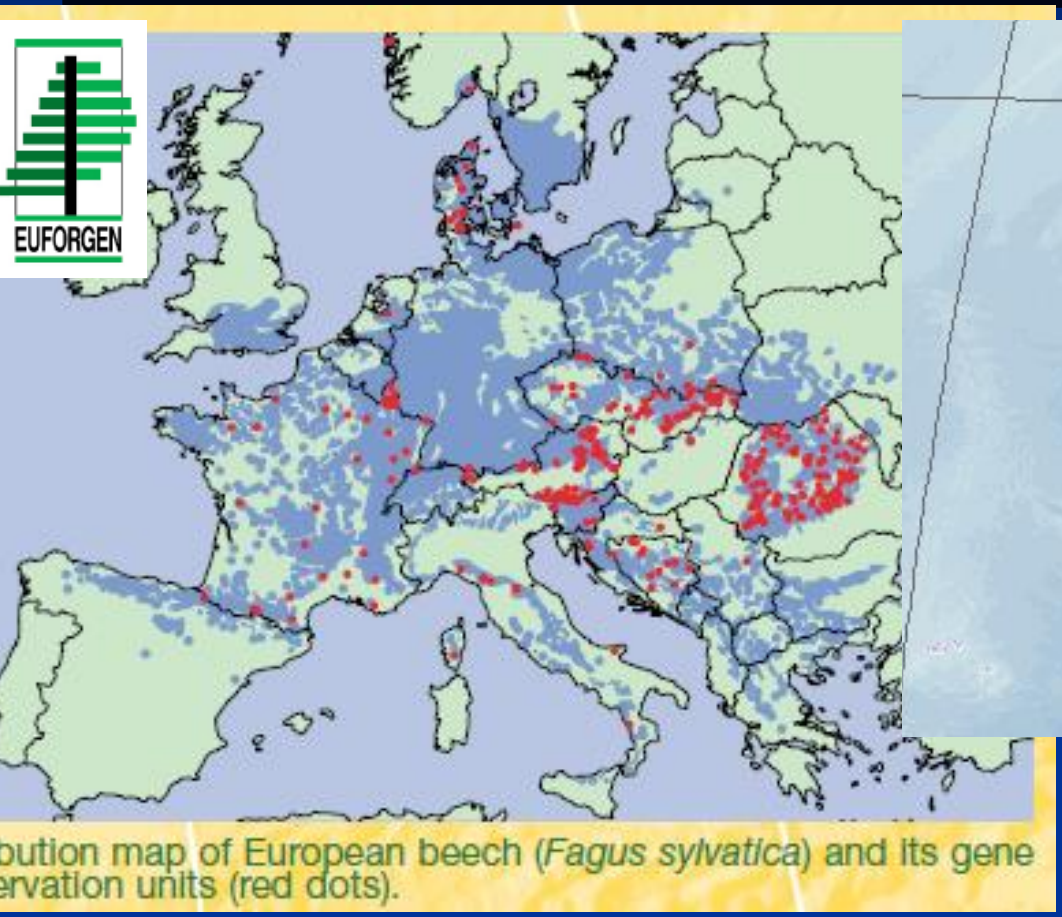
EUFORGEN

EUFGIS

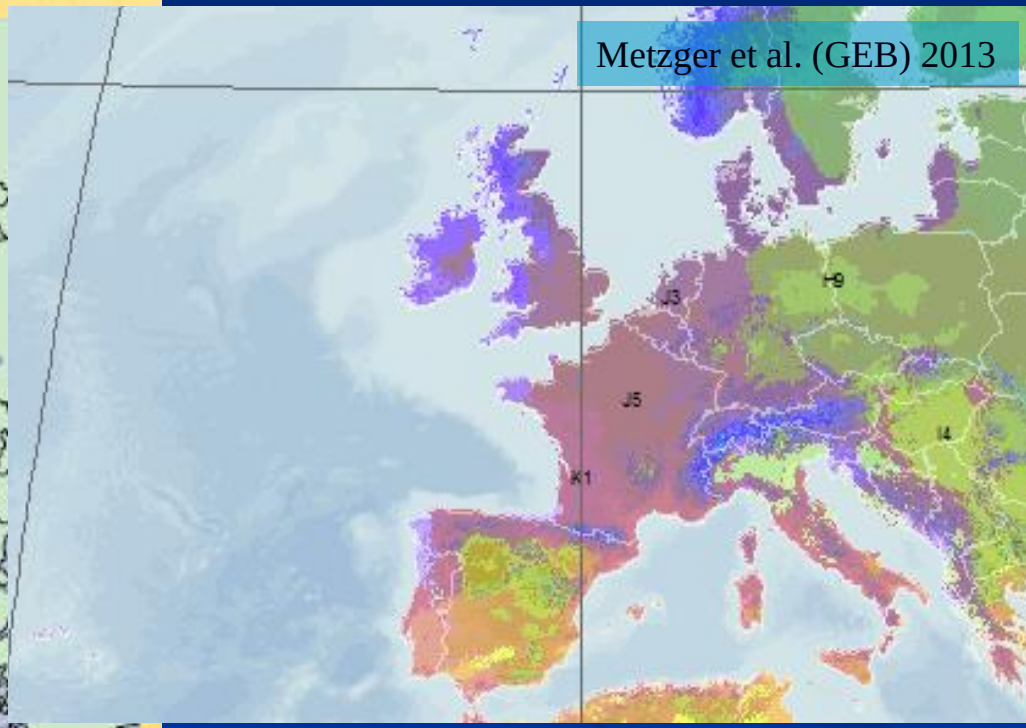
Koskela et al. (Biol Cons) 2013
Lefèvre et al. (Cons Biol) 2013

The EUFGIS database: **2774** CUs and **98** tree species in **31** 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).



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

Why an ex situ approach ?

A pragmatic approach:

- When in situ methods are not possible (extirpation)
- Create and reinforce collections of genetic material
- Methodological development (gene banks, cryo-conservation, etc)

Appropriate models:

- Pandemic risks (insects, pathogens)
- Habitat destruction (e.g. river banks, land use change)
- Disseminated «noble» species at risk from sylviculture
- Genetic pollution

=> Marginal populations

CRGF
COMMISSION DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

An example of species under pandemic risk: Ulmus sp.

Espèces menacées par une pandémie

orme champêtre, o. de montagne, o. lisse

conservation dynamique

reconstitution de haies champêtres

CRGF
COMMISSION DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

An example of species where risks lie on habitat: field hedges

Species in field hedges such as wild cherry (*Prunus avium*), service tree (*Sorbus domestica*) and English walnut (*Juglans regia*) need ex situ conservation

CRGF
COMMISSION DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

An example of species where risks lie on habitat: English walnut

A conservation site for remarkable genotypes in southern France

English walnut (Juglans regia) faces extirpation in many forests as it is over logged for its highly valuable cabinet-making wood

Example of a species where risks lie on habitat degradation and genetic pollution

Black poplar (*Populus nigra*) in riparian communities in Europe

CRGF

Example of a species where risks lie on habitat degradation and genetic pollution

Salzmann pine (*P. nigra salzmanni*)

CRGF
COMMISSION DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

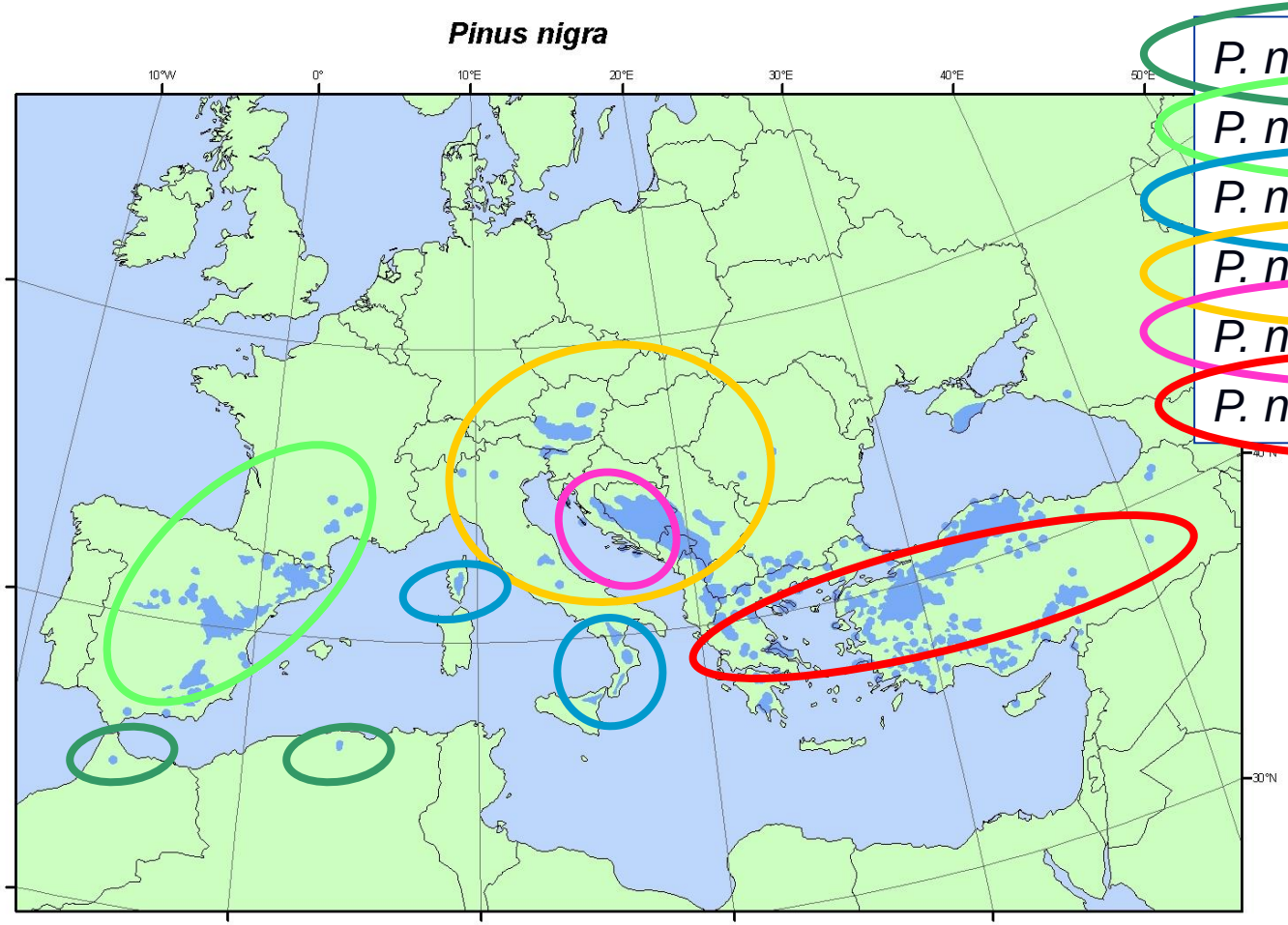
An integrated FGR conservation and sustainable use program for Salzmann pine in France

Funding : DRAAF LR 2007-2008 (38 kEuros HT excluding permanent staff)
ONF LR 2009 – 2015 (500 kEuros HT excluding permanent staff)
Partners : ONF LR - ONF CGAF Orléans – Pépinière des Milles

INRA
SCIENCE & IMPACT

CRGF
COMMISSION DES RESSOURCES GENETIQUES FORESTIERES

Geography and taxonomy of black pine



P. n. mauretanica,
P. n. salzmanni,
P. n. laricio,
P. n. nigra,
P. n. dalmatica,
P. n. pallasiana

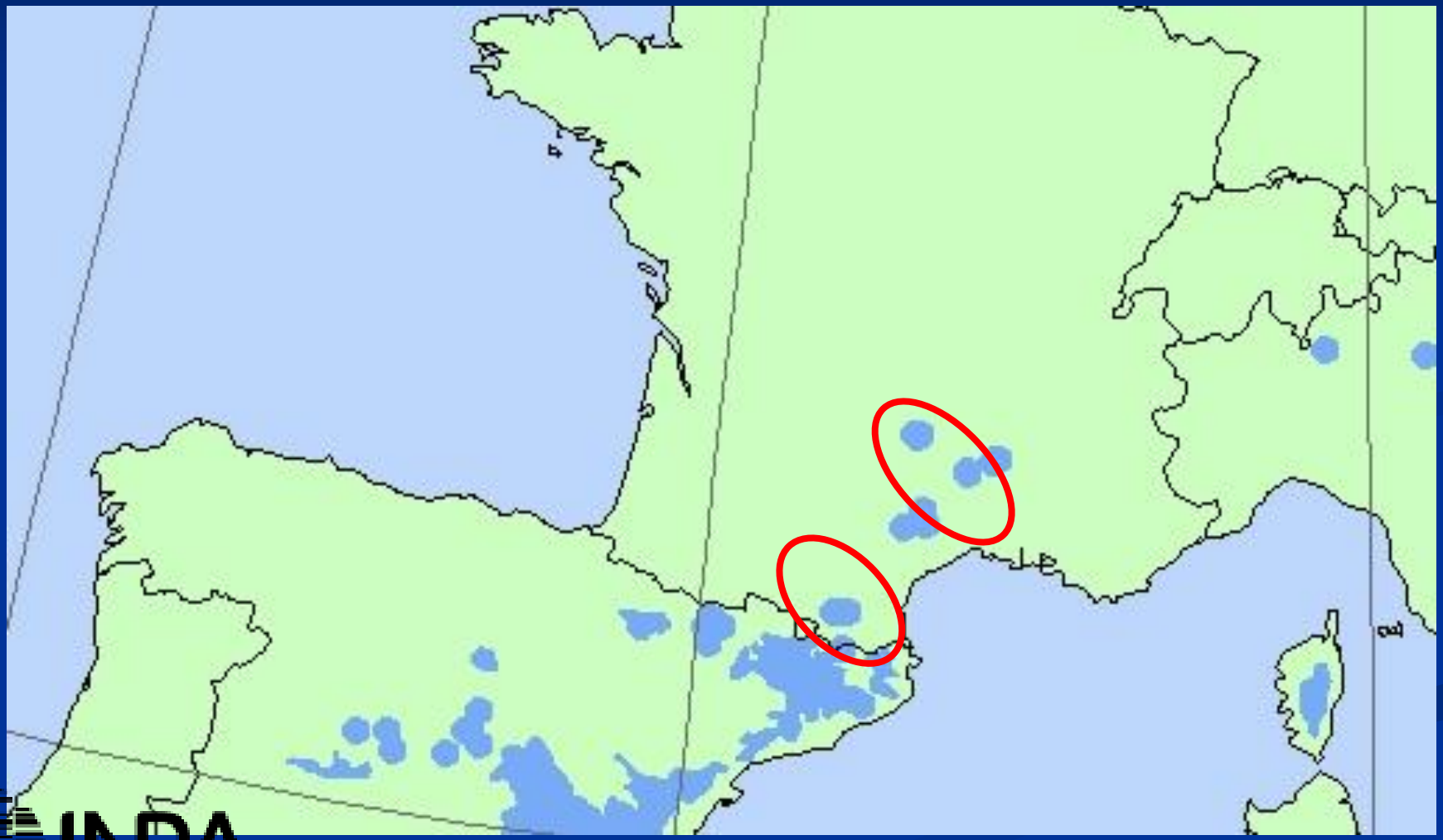
This distribution map, showing the natural distribution area of *Pinus nigra* was compiled by members of the EUFORGEN Networks and was published in: Isajev, V., B. Fady, H. Semerci and V. Andonovski. 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of European black pine (*Pinus nigra*).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

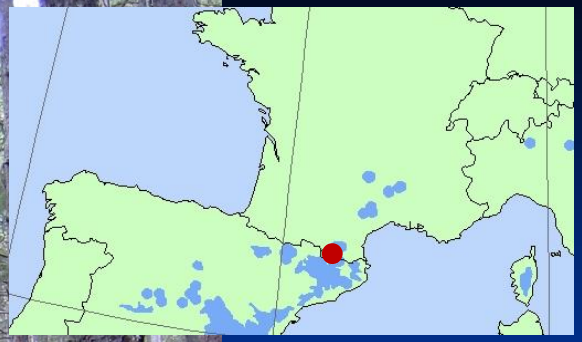
- Wild fires and climate change: risks on habitat (loss)
- Hybridization: potential risk (benefit?) for genetic resources

- 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

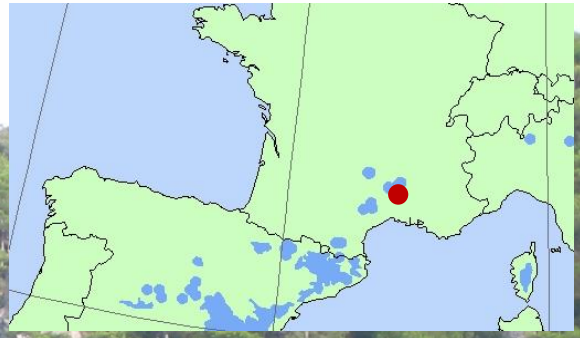

INRA
SCIENCE & IMPACT



INRA
SCIENCE & IMPACT

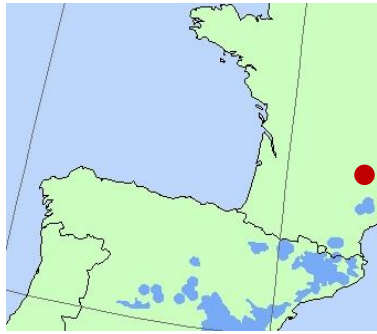
INRA
SCIENCE & IMPACT

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



INRA
SCIENCE & IMPACT

Salzmann pine on cliffs in the Tarn river canyon



INRA
SCIENCE & IMPACT

The objectives of the « Salzmann » project: ex situ collection of autochthonous pines

Finding autochthonous Salzmann pines in France.

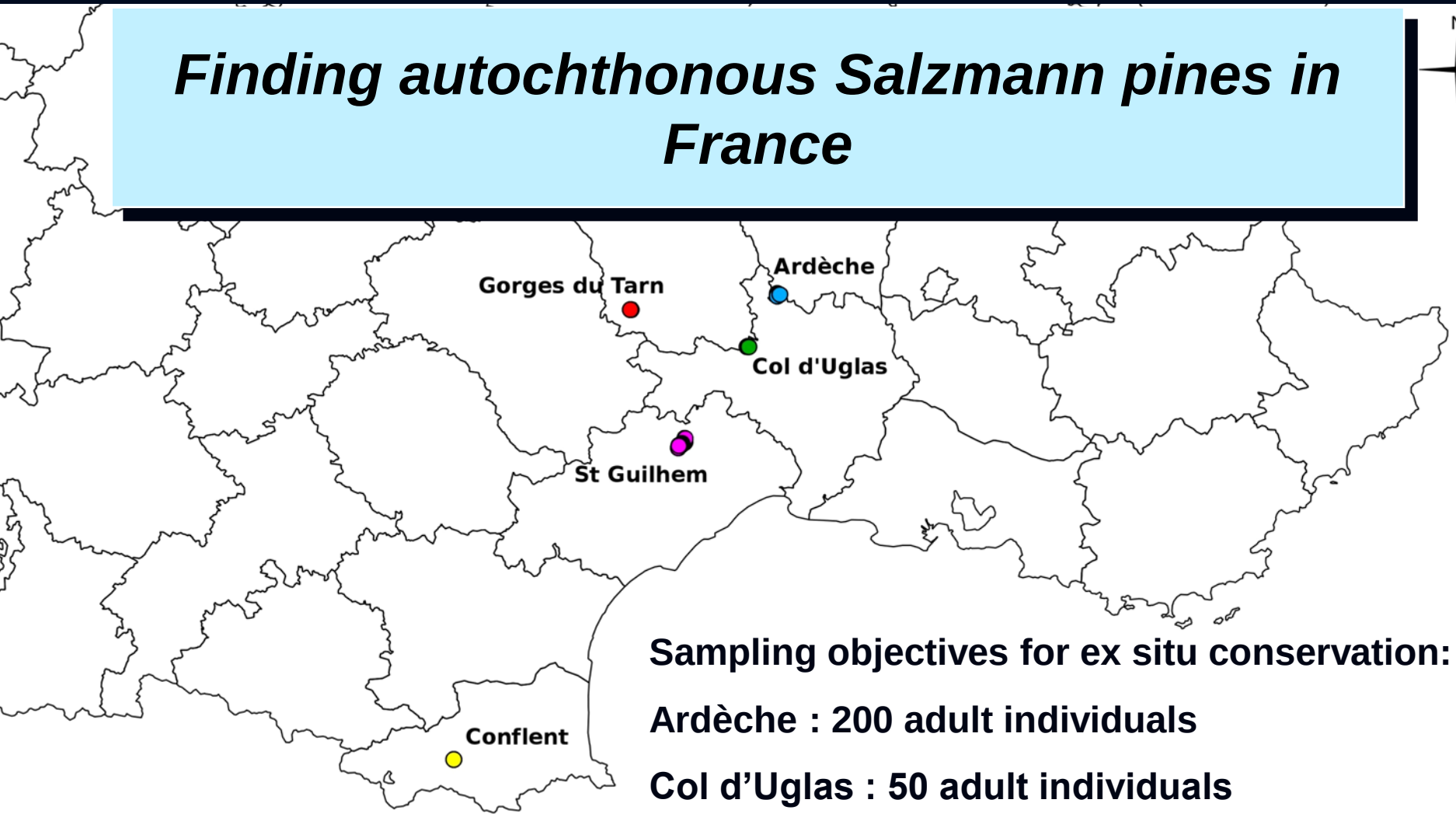
Sampling grafts for ex-situ conservation in clonal plantations.

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

Finding autochthonous Salzmann pines in France



Sampling objectives for ex situ conservation:

Ardèche : 200 adult individuals

Col d'Uglas : 50 adult individuals

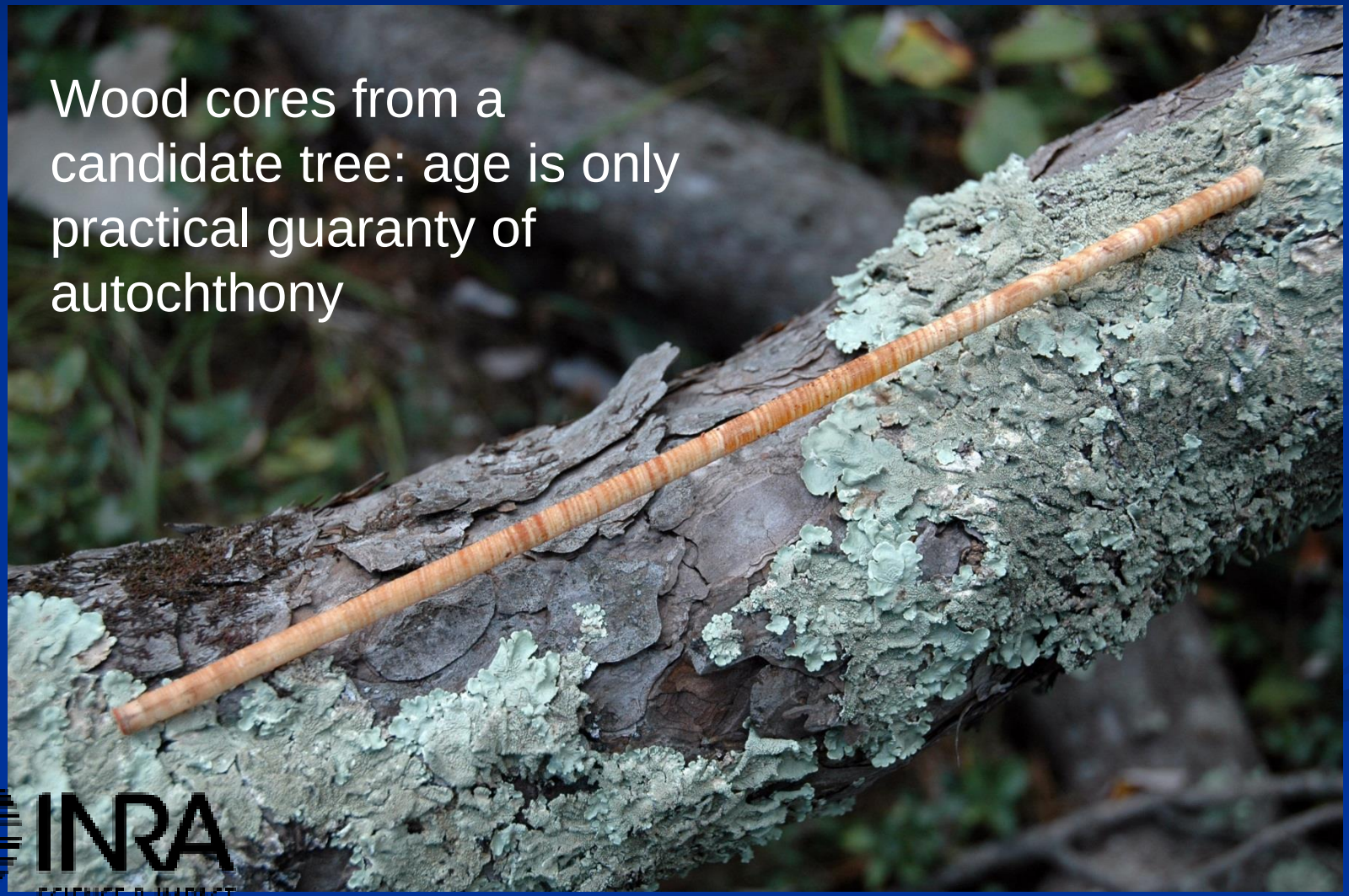
Gorges du Tarn : 50 adult individuals

Saint Guilhem le Désert : 300 adult individuals

Conflent : 200 adult individuals

INRA
SCIENCE & IMPACT

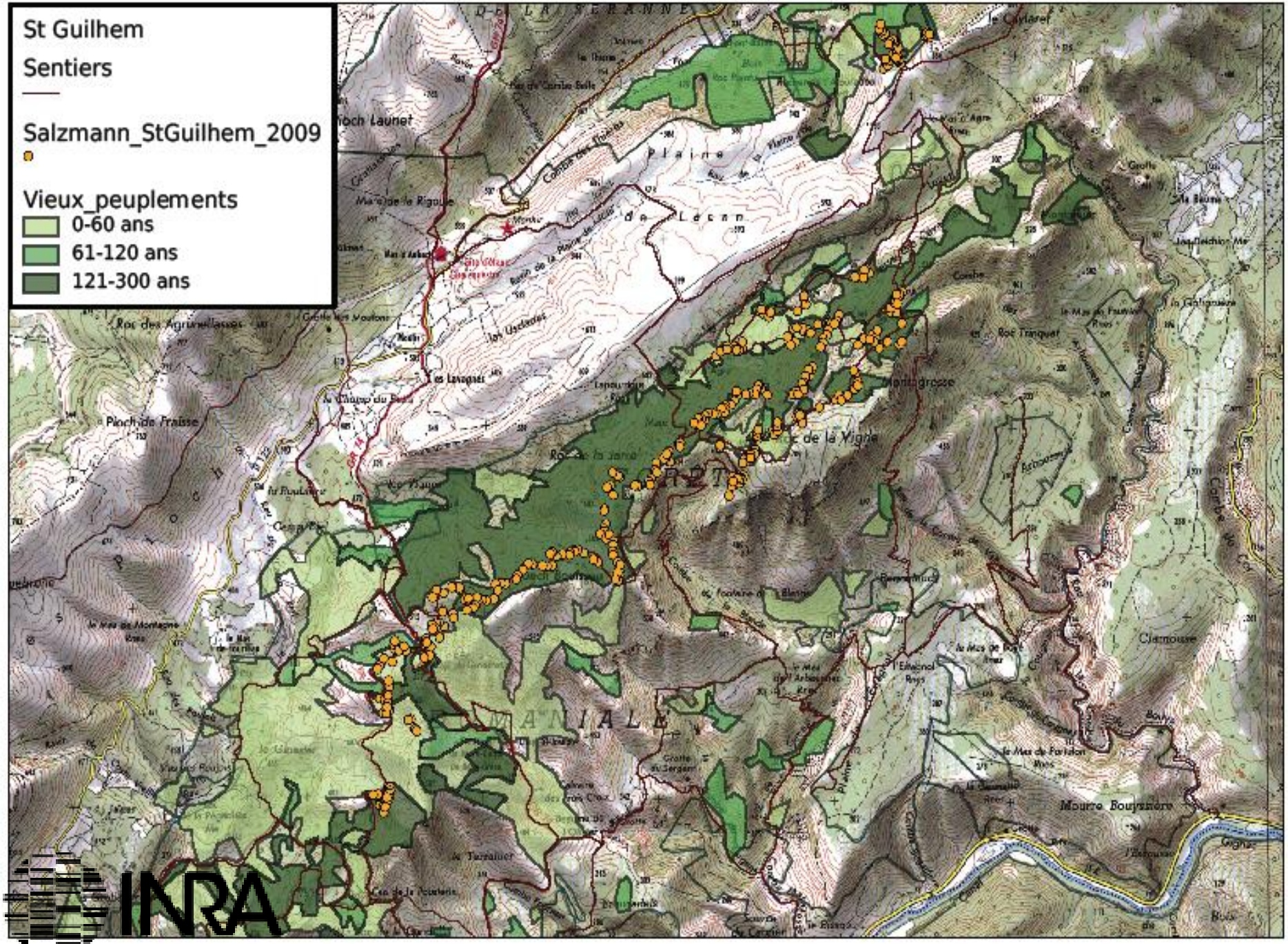
Finding autochthonous Salzmann pines in France

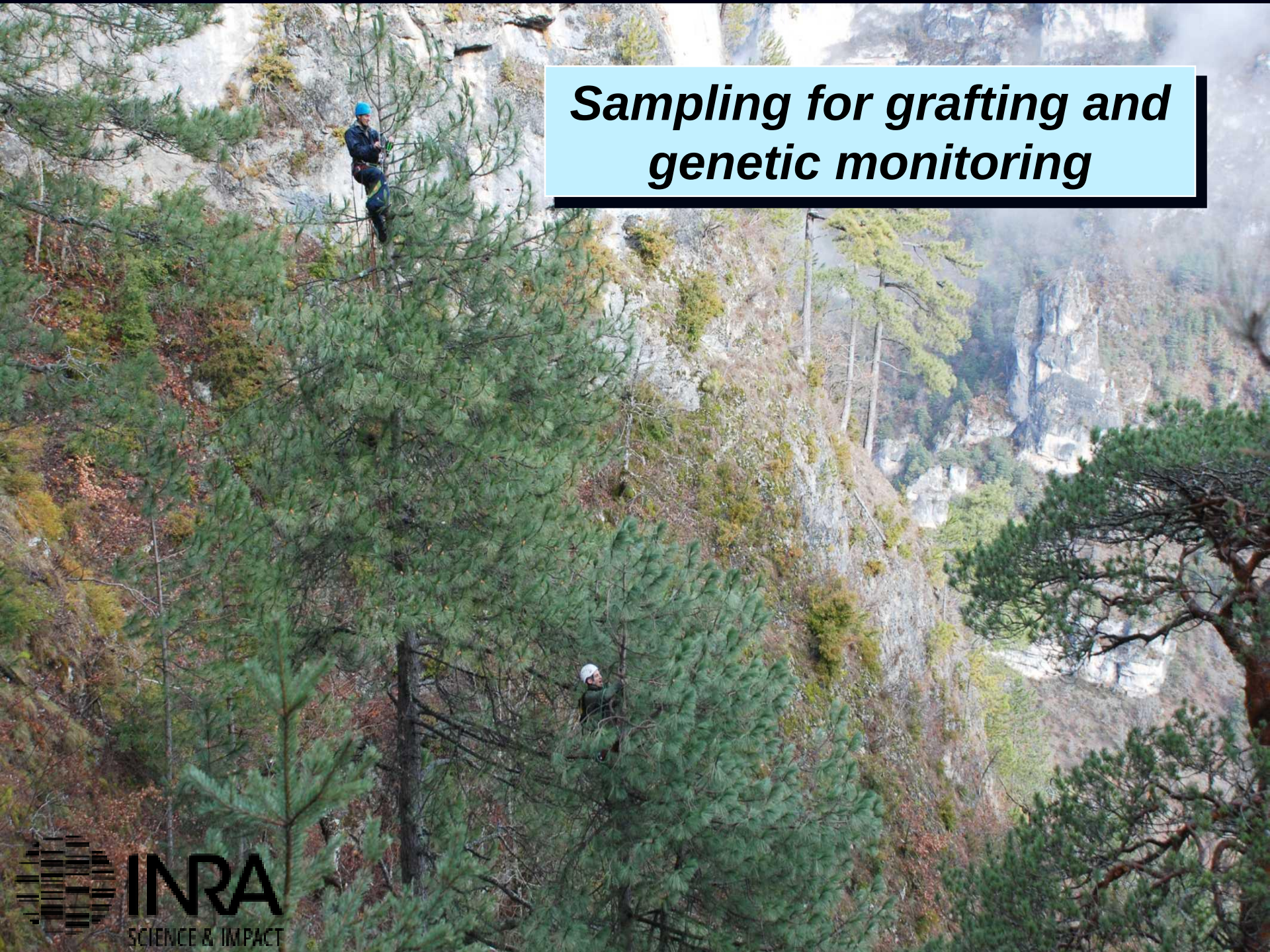


INRA
SCIENCE & IMPACT

Finding autochthonous Salzmann pines in France

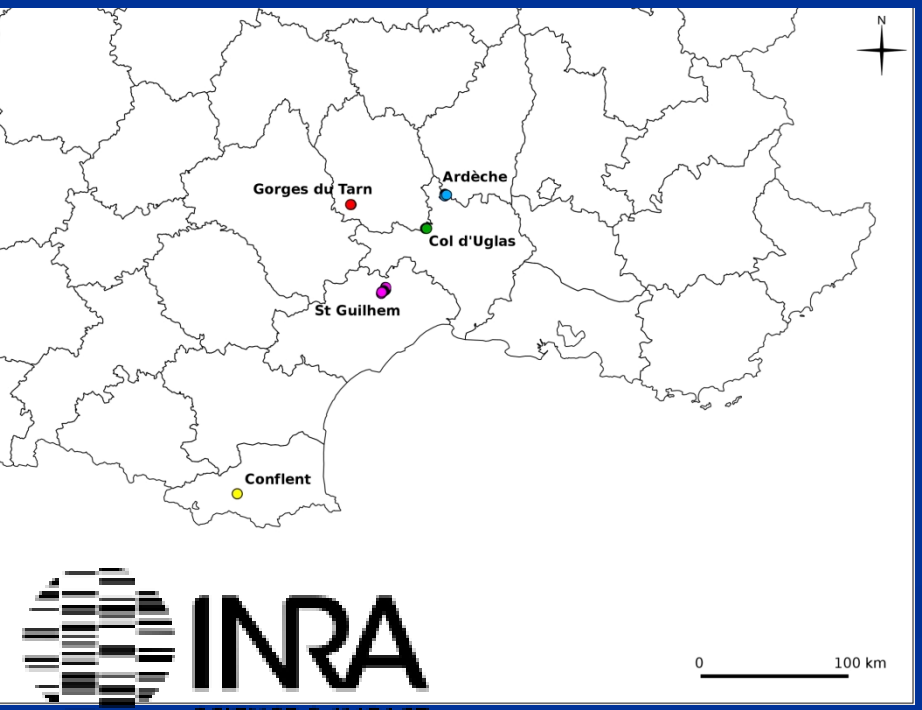
INRA
SCIENCE & IMPACT


St Guilhem
Sentiers
Salzmann_StGuilhem_2009
Vieux_peuplements
0-60 ans
61-120 ans
121-300 ans
INRA
SCIENCE & IMPACT


Sampling for grafting and genetic monitoring
INRA
SCIENCE & IMPACT

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

INRA
SCIENCE & IMPACT

Plant material for grafting and conservation.

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

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

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

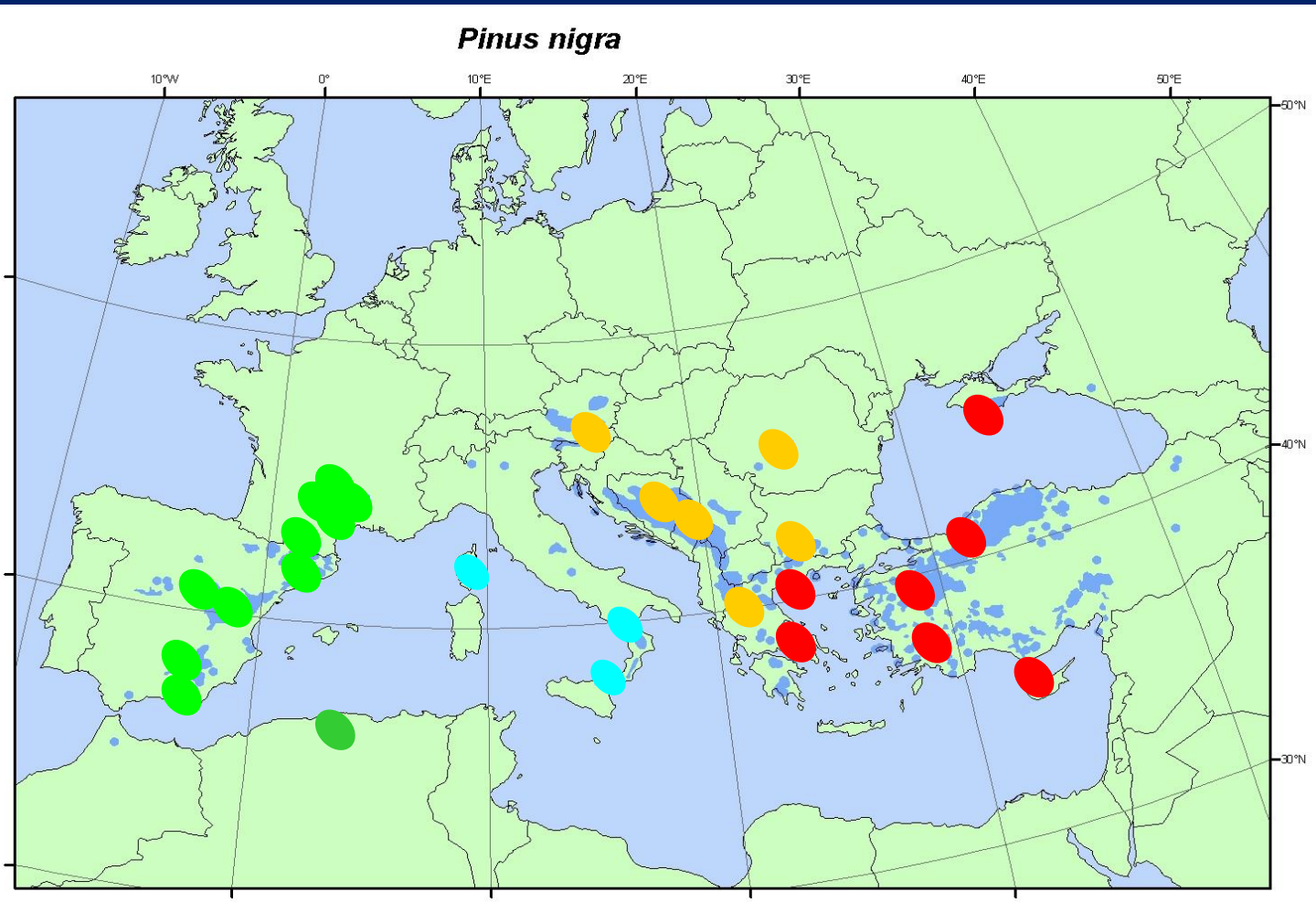
Success rate in 2009 :
139 génotypes sur 260 (53%)
…….

Success rate in 2012 :
741 génotypes sur 800 (92%)

Objective: 800 genotypes

INRA
SCIENCE & IMPACT

Retracing the evolutionary history of Salzmann pine and black pine



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., 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

INRA SCIENCE & IMPACT

P. n. salzmanni

P. n. mauretanica

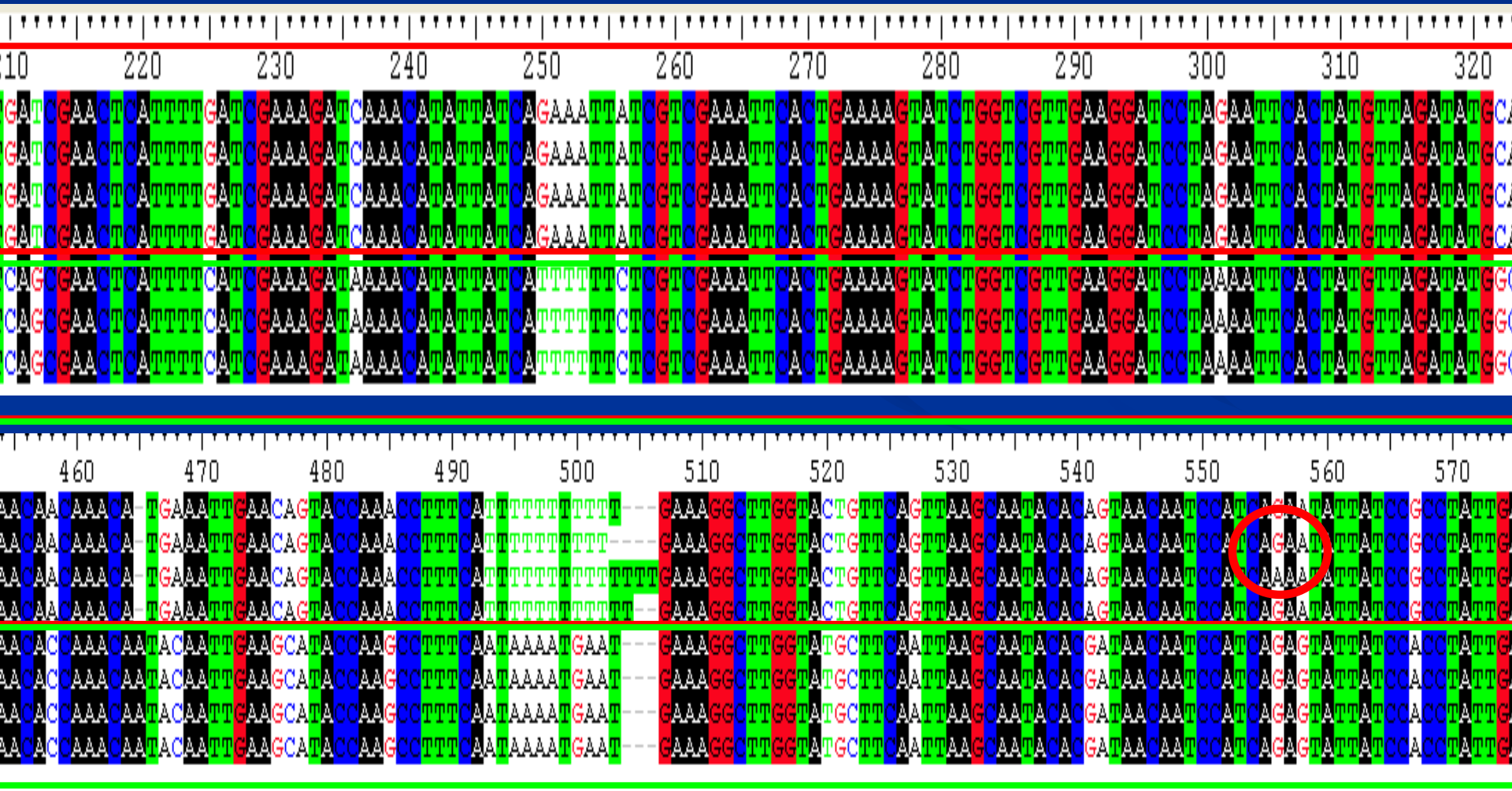
P. n. laricio

P. n. pallasiana

P. n. nigra,
P. n. dalmatica

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

Abies vs Pinus nigra : 10 genes, 6 amplify in conifers



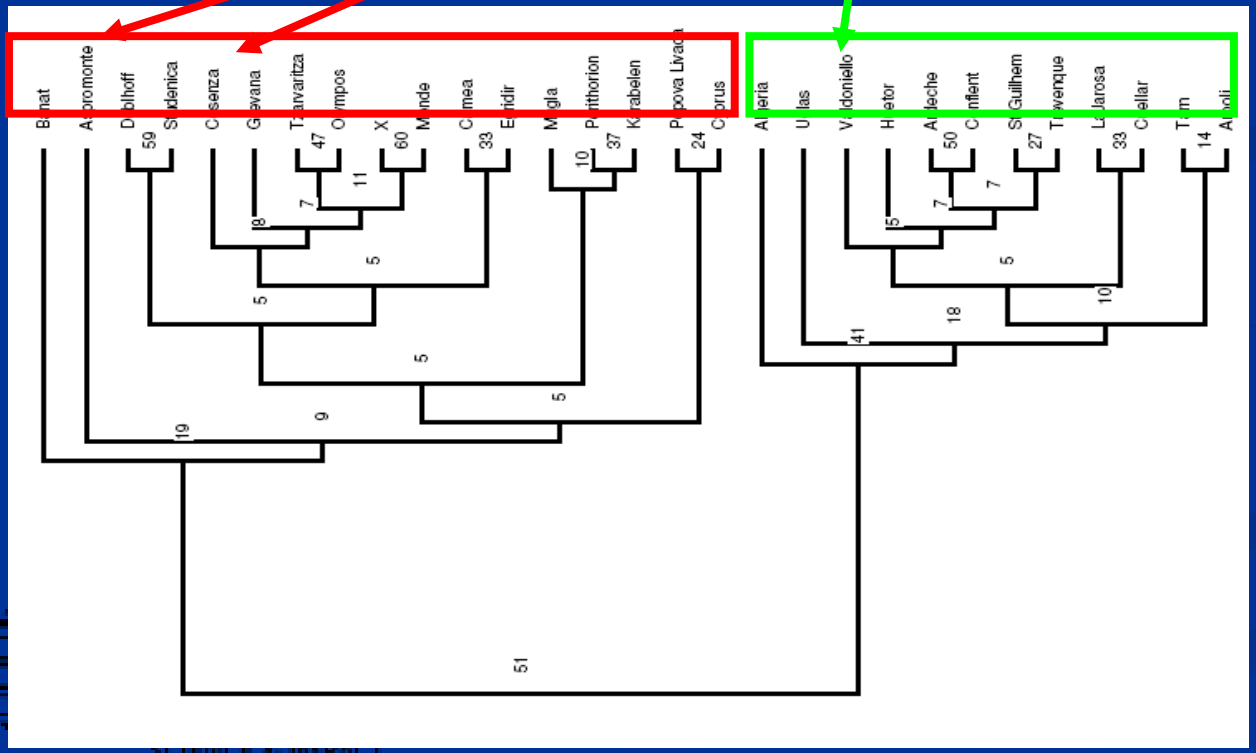
The genetic structure of black pines: two main phylogenetic groups… and strong gene flow

P. n. nigra, *P. n. dalmatica*, *P. n. pallasiana*

P. n. laricio

P. n. mauretanica, *P. n. salzmanni*

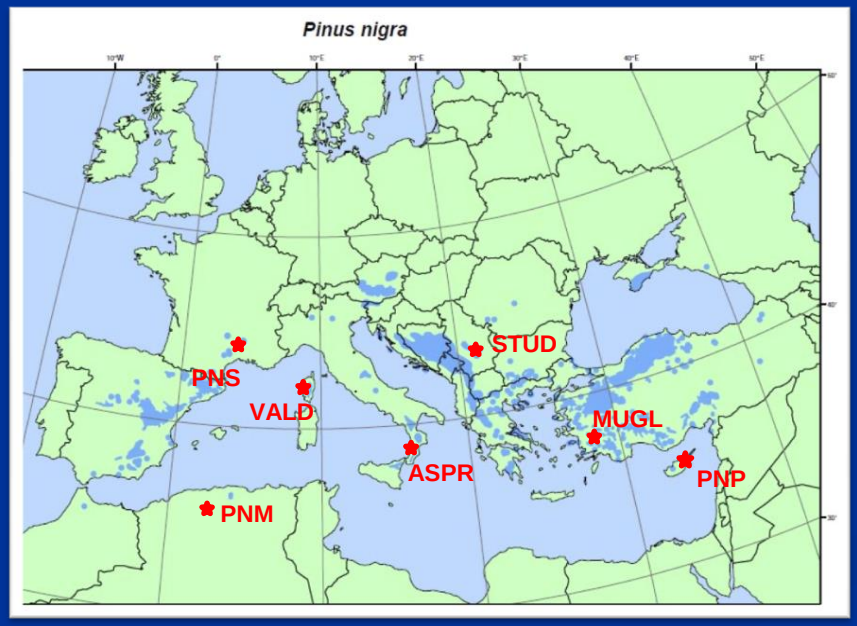
UPGMA
4nSSR et 2cpSSR
Distance Cavalli Sforza
10000 bootstraps (locus)



Salzmann pine: a monophyletic group within the Western black pine lineage

Focusing on 7 populations using nSSRs and SNPs at adaptive genes

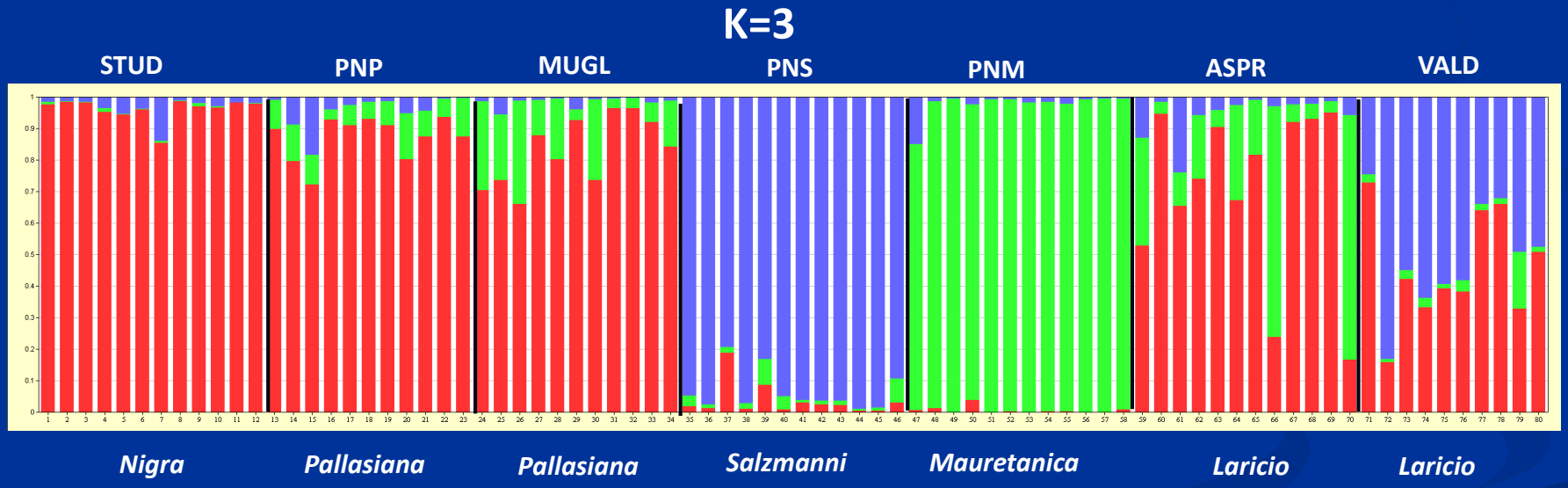
- Selected 12 genes (0_10162_01; 0_10384_02; 0_10667_02; 0_12216_02; 0_14221_01; 0_16810_02; 0_18101_02; 0_2078_01; 0_6293_01; 0_7916_01; 0_8479_01; 2_1405_01; CL4470Ct1_01)
- Optimization of PCR condition on a subset of individuals
- Amplification of 86 individuals from 7 populations
- Editing of the sequences



- **PNM_*P.nigra mauretanica* (Algeria, Djurdjura moutains)**
- **ASPR_*P.nigra laricio* (Italy, Calabria, Aspromonte)**
- **VALD_*P.nigra* laricio (France, Corsica, Valdonielo)**
- **PNS_*P.nigra salzmanni* (France, Saint Guilhem)**
- **STUD_*P.nigra nigra* (Serbia, Studenica)**
- **MUGL_*P.nigra pallasiana* (Turkey, Mugla)**
- **PNP_*P.nigra pallasiana* (Cyprus)**

The genetic structure of black pines: two main phylogenetic groups… but strong gene flow

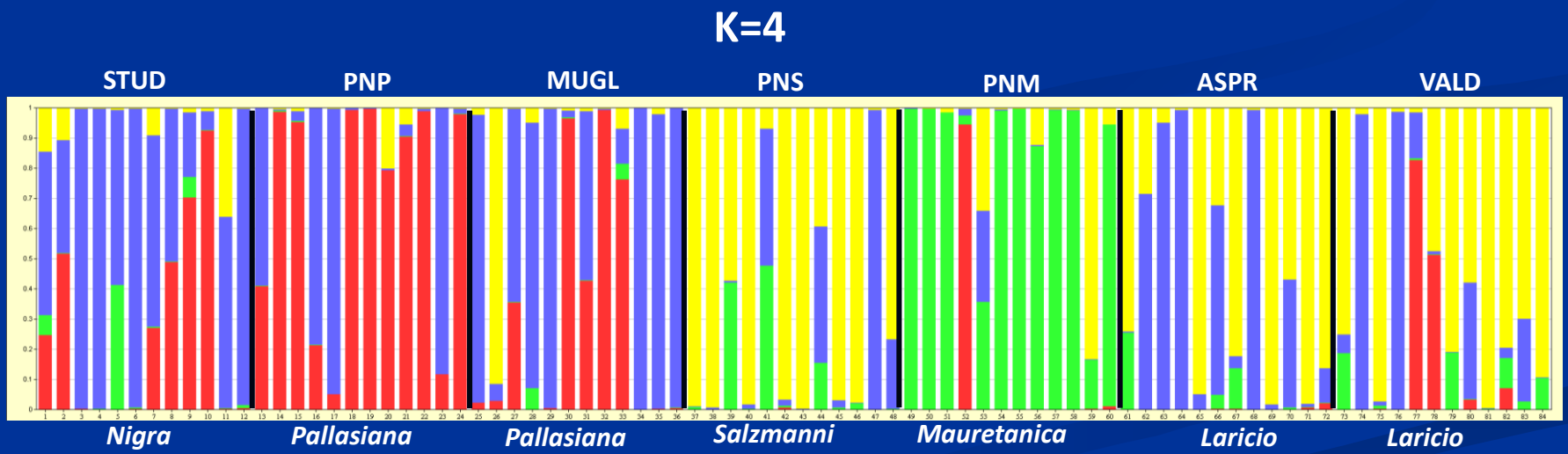
TESS Bayesian clustering: Admix(BYM) model_nuclear SSR_nigra (4 nSSRs, 80 individuals); K from 2 to 10, 5 iteractions (Durand et al. MBE 2009)



Courtesy of GG Vendramin

The genetic structure of black pines: two main phylogenetic groups… but strong gene flow

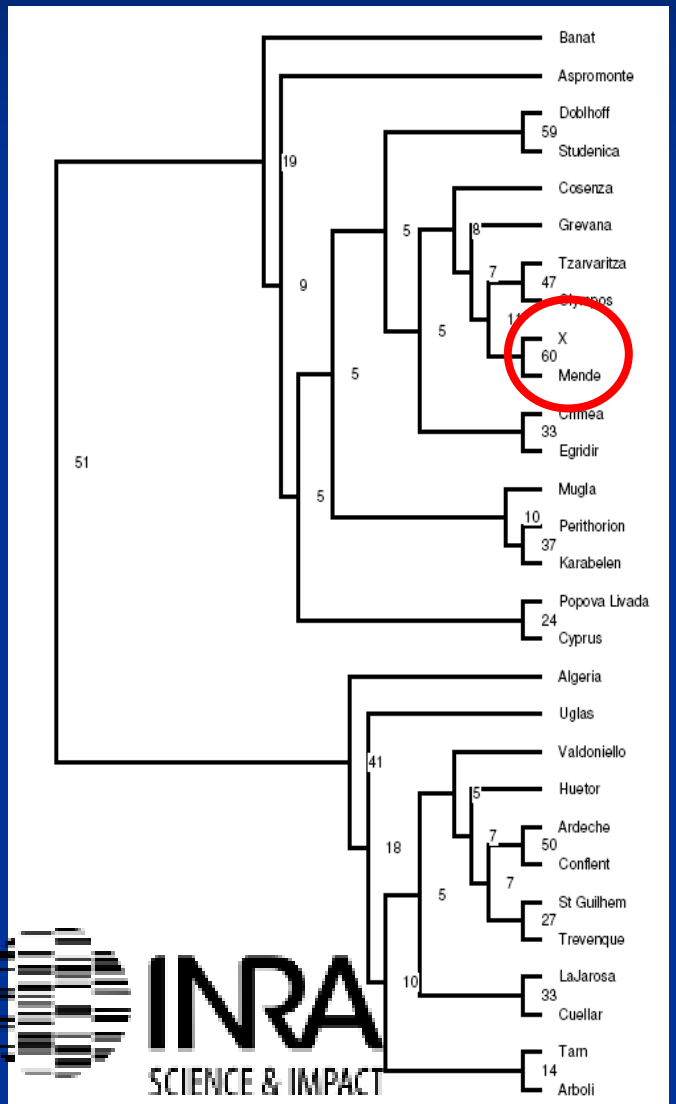
TESS: Admix(BYM) model_SNP_nigra (265 loci, 84 individuals) 10000 burns 50000 sweep; K from 2 to 10, 5 iteraction



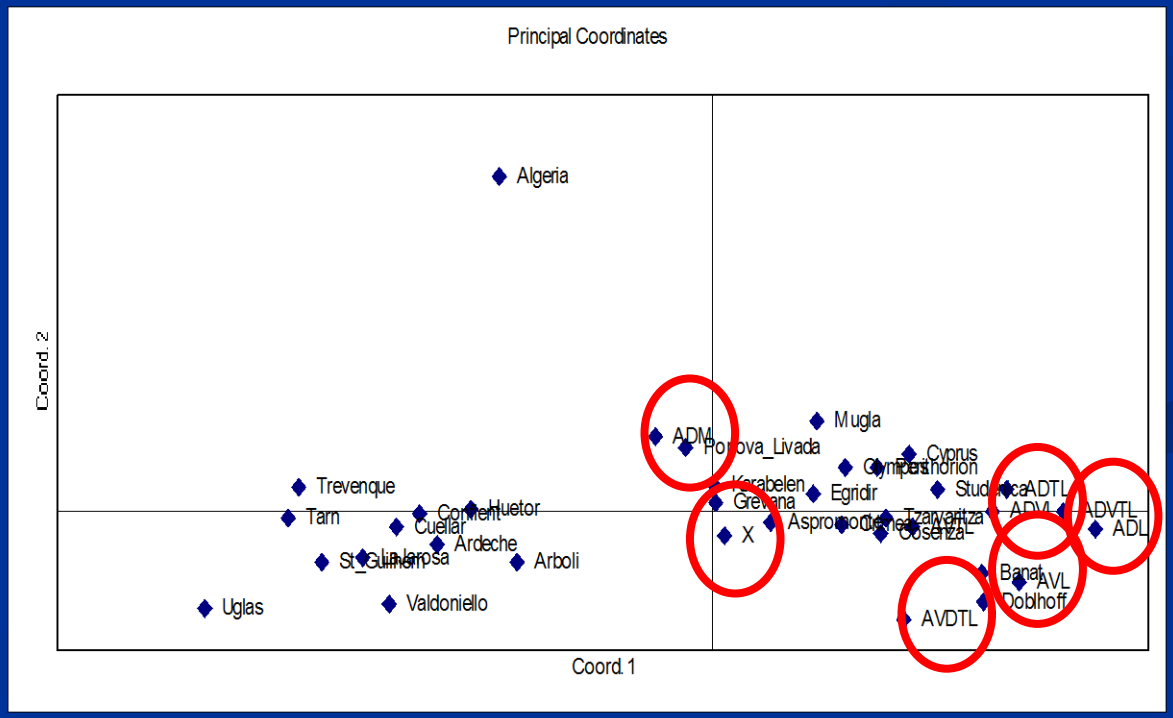
INRA
SCIENCE & IMPACT

Courtesy of GG Vendramin

Hybridization in France : fiction or reality?



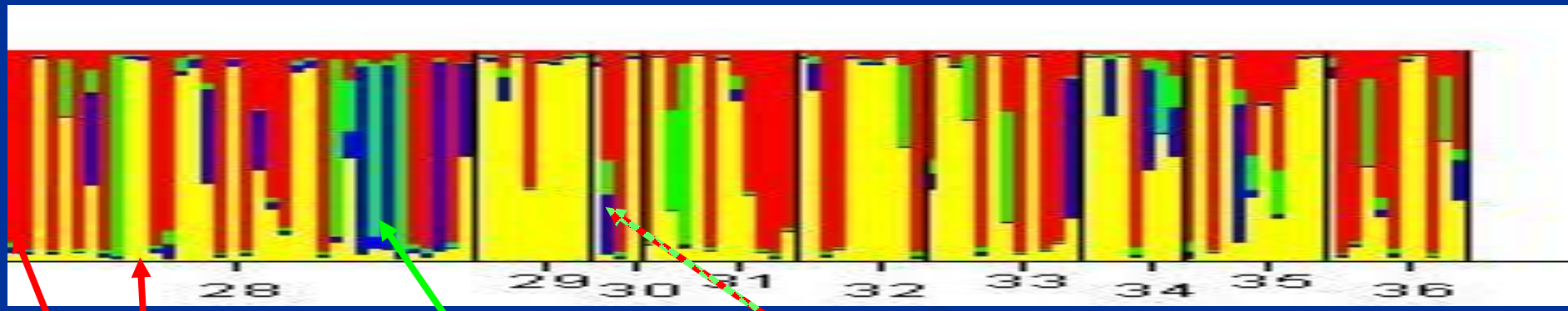
One phenotypically suspect population (Mende, 8 morphological types) et one potentially hybrid from gene flow (Parlatges = X)



INRA
SCIENCE & IMPACT

Hybridization in France : fiction or reality?

Detecting hybrids at K = 4. To be continued using more markers



P. n. nigra,
P. n. dalmatica,
P. n. pallasiana

P. n. salzmanni

Hybrid black pines?

INRA
SCIENCE & IMPACT

Considering adaptation in addition to demography and evolutionary history. Drift or local adaptation?

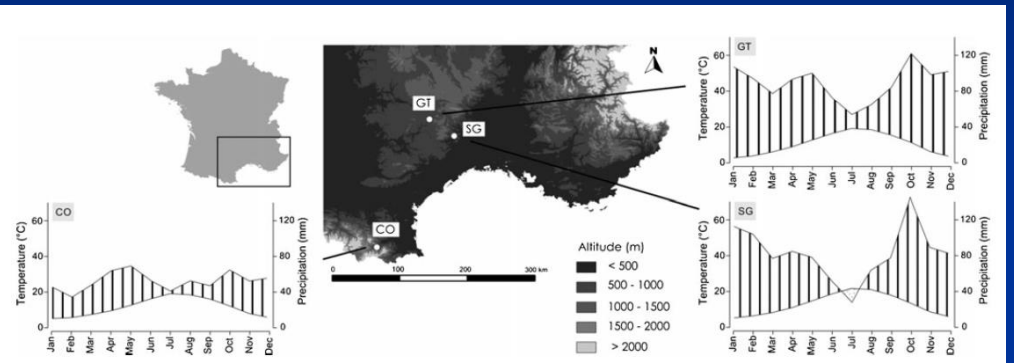


Fig. 1 Location of studied sites. Gaussen diagrams of each site are presented. Climatic data are calculated for the period 1961–1990. *Bar plots* represent the sum of monthly precipitations, and *white-background plot*, monthly temperatures. The *intercept* of two curves represents a dry period

• ***Results*** The Conflent population showed a strong sensitivity to spring precipitation deficits (March to June), while at Gorges du Tarn and Saint-Guilhem sites, autumn (October) of the previous year and winter (February) temperatures explained more variance than precipitations and were, respectively, negatively and positively correlated to radial growth.

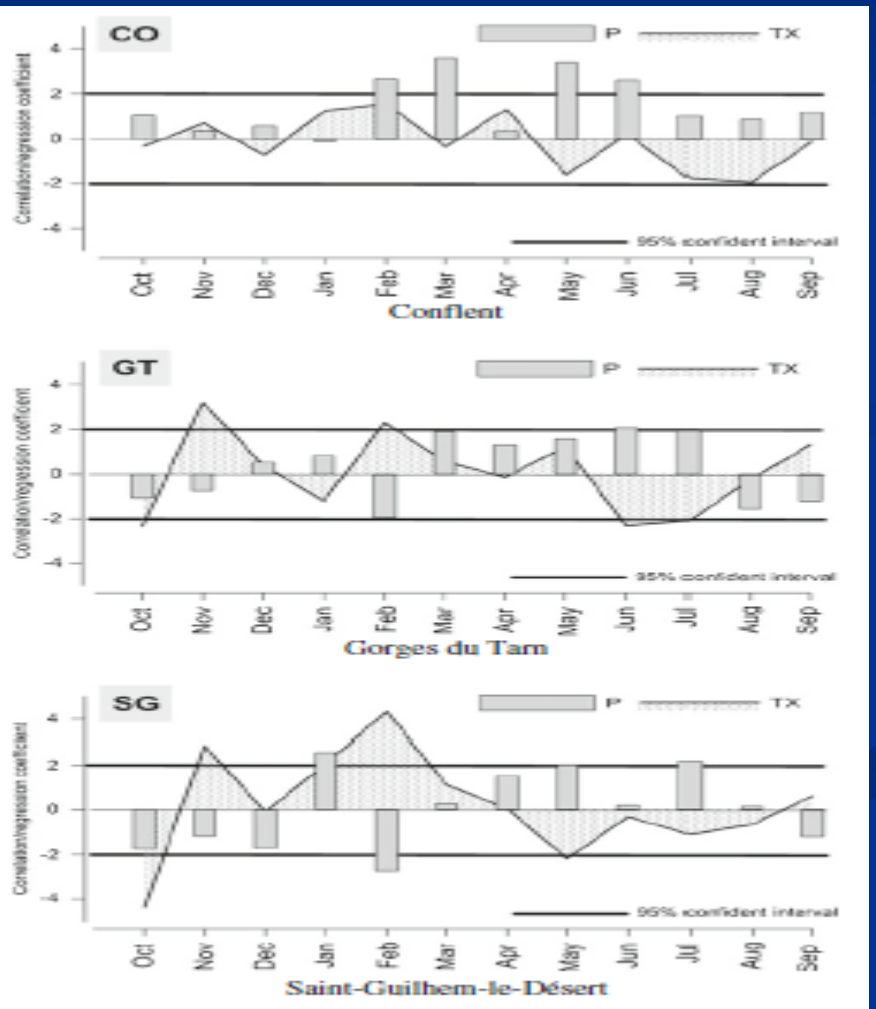
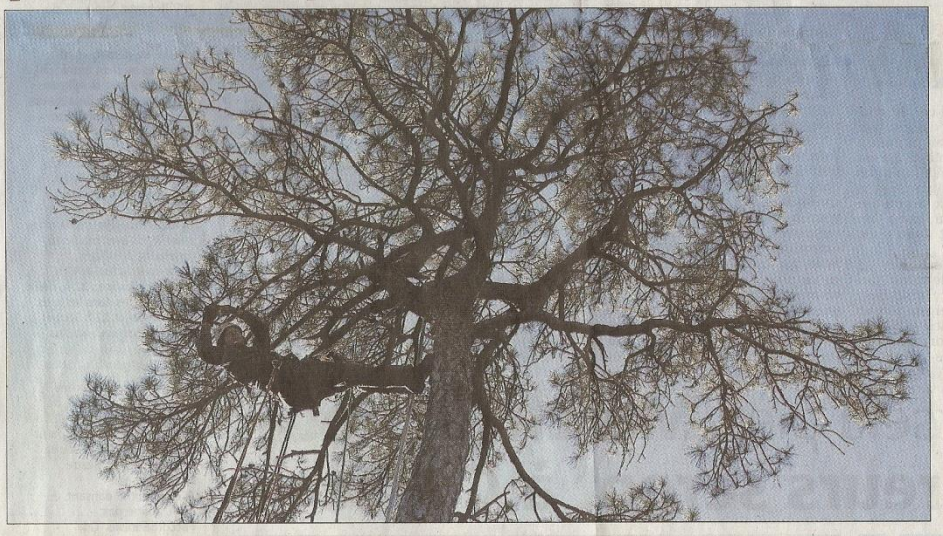


Fig. 2 Correlation/regression coefficients between monthly maximum temperatures (*TX*) and monthly precipitations (*P*) and standardized

Amodei et al. (AFSc) 2013

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

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, le chef-lieu, 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

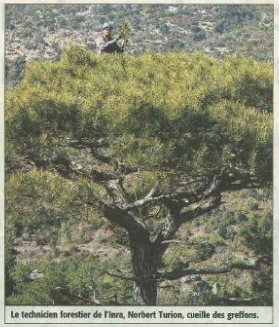
Hérault L'ONF au chevet des derniers pins de Salzmann

ENVIRONNEMENT

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

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



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

« 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 ion de cette espèce cu- 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'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.

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

The story continues…
The evolutionary history and the genetic diversity of key functional traits in Pinus nigra: consequences for the conservation of Pinus nigra salzmannii

- The PhD thesis of Guia Giovannelli
- New genomic resources from transcriptome sequencing: collaboration with CNR Florence
- Is there local adaptation for radial growth?
- A new niche model for Pinus nigra subspecies
- ….

INRA
SCIENCE & IMPACT

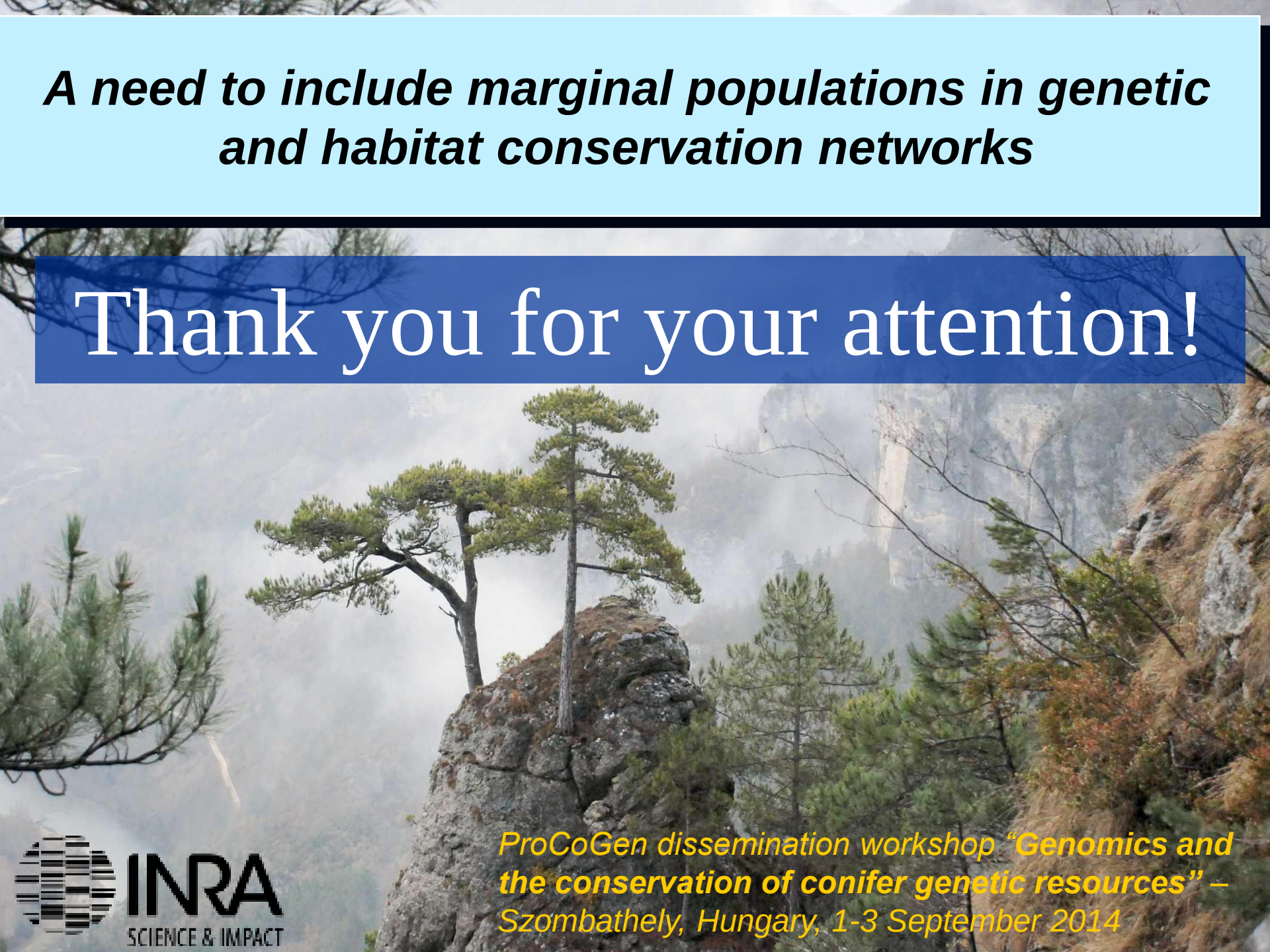
Conserving genetic resources of marginal populations: challenges that remain

- A need for conservation strategies that include a consideration of genetic diversity
- A need to prove the « value » of marginal populations (demography and adaptation)
- A need to link with habitat conservation and adaptive management strategies under global change
- A need for both large scale political agreements and coordination and for locally sound implementation
- A need to convince society!

INRA
SCIENCE & IMPACT

A need to include marginal populations in genetic and habitat conservation networks

Thank you for your attention!



INRA
SCIENCE & IMPACT

*ProCoGen dissemination workshop "**Genomics and the conservation of conifer genetic resources**" – Szombathely, Hungary, 1-3 September 2014*