

Evolution, fonctionnement et conservation de la biodiversité végétale méditerranéenne

Frédéric Médail

*Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie
Université Paul Cézanne Aix-Marseille III*



François Lefèvre

*Ecologie des Forêts Méditerranéennes
INRA Avignon*

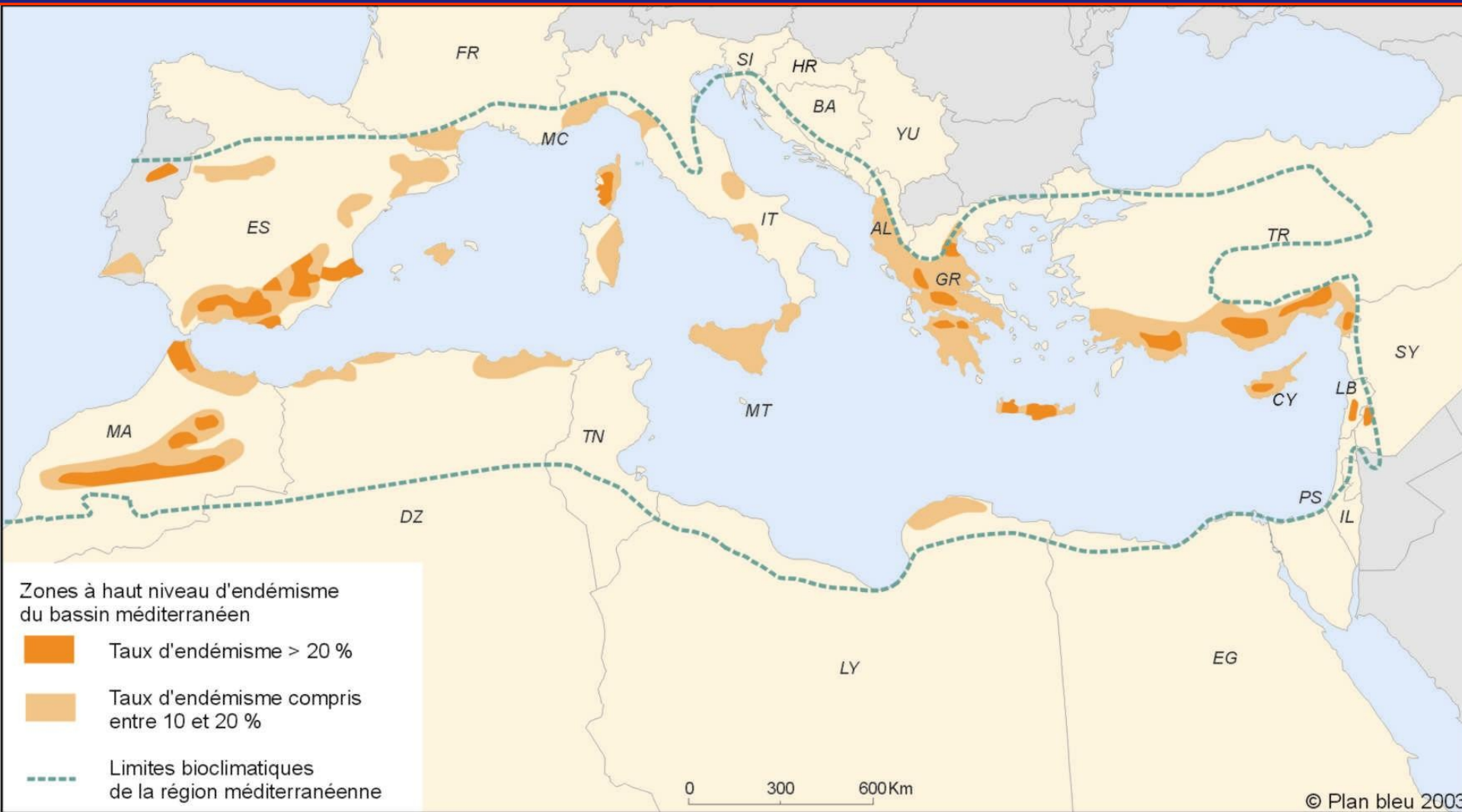


Les *hotspots* régionaux du bassin méditerranéen

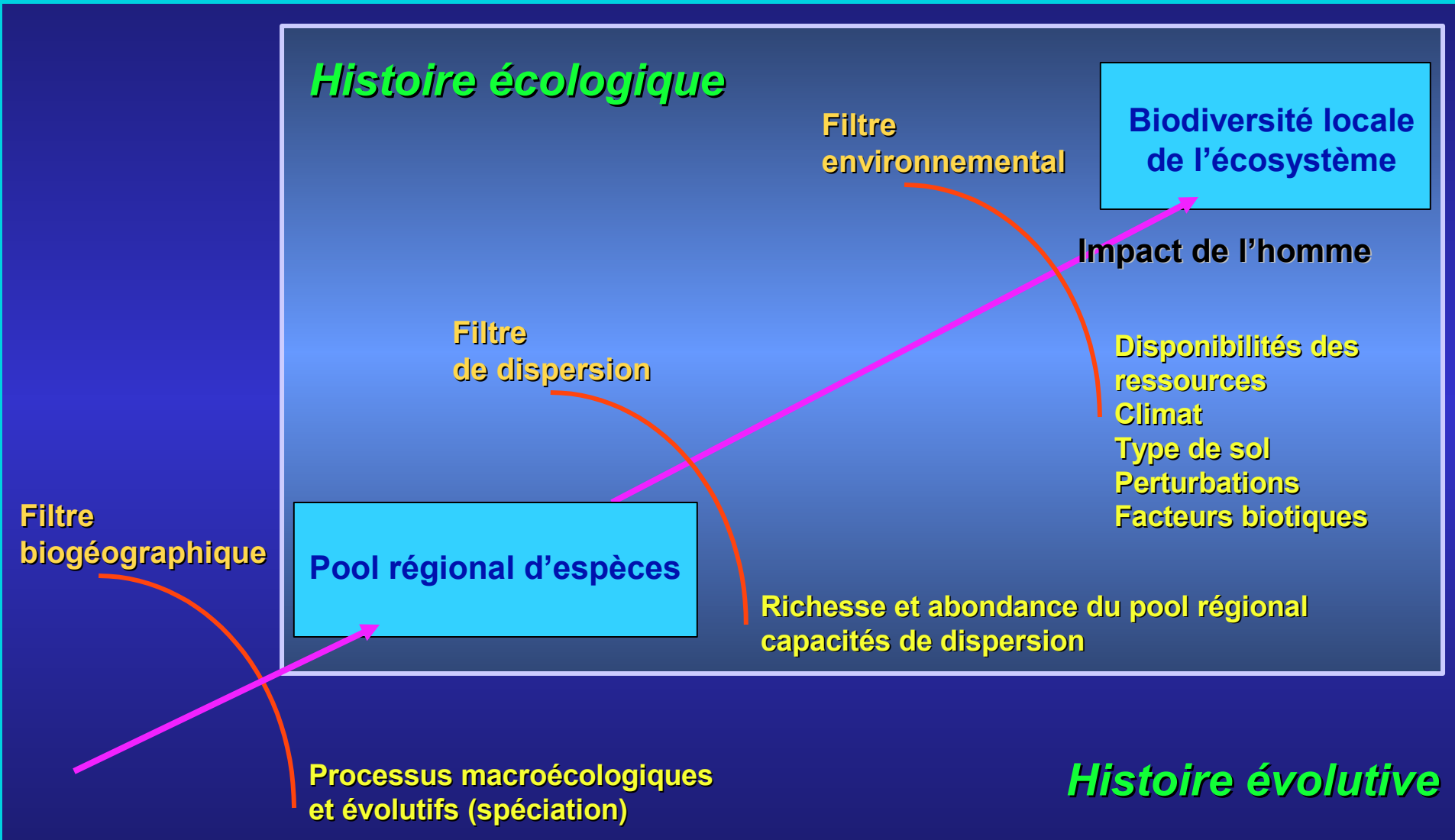


- ▶ 13 000 végétaux méditerranéens endémiques
- ▶ 5 500 endémiques à aire restreinte, localisés dans les 10 hotspots
- ▶ 44% des endémiques sur 22% de la région méditerranéenne

Zones à fort endémisme végétal en région méditerranéenne



Les divers facteurs influençant la biodiversité locale



Paléogéographie du bassin méditerranéen occidental au Tertiaire

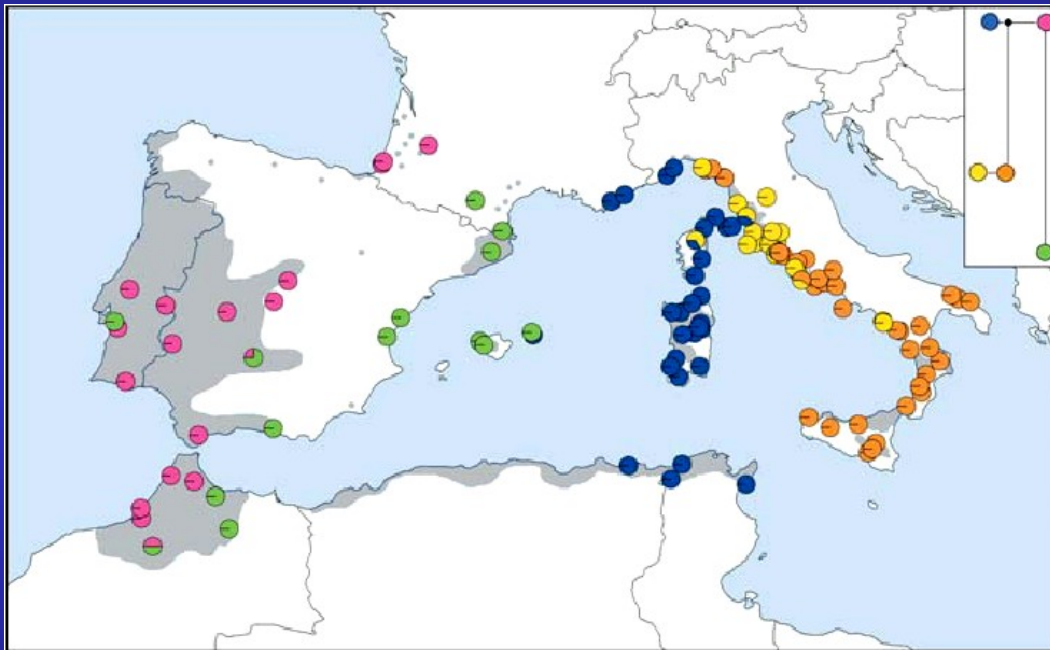
Oligocène moyen: Rupélien final (32-29 Ma)



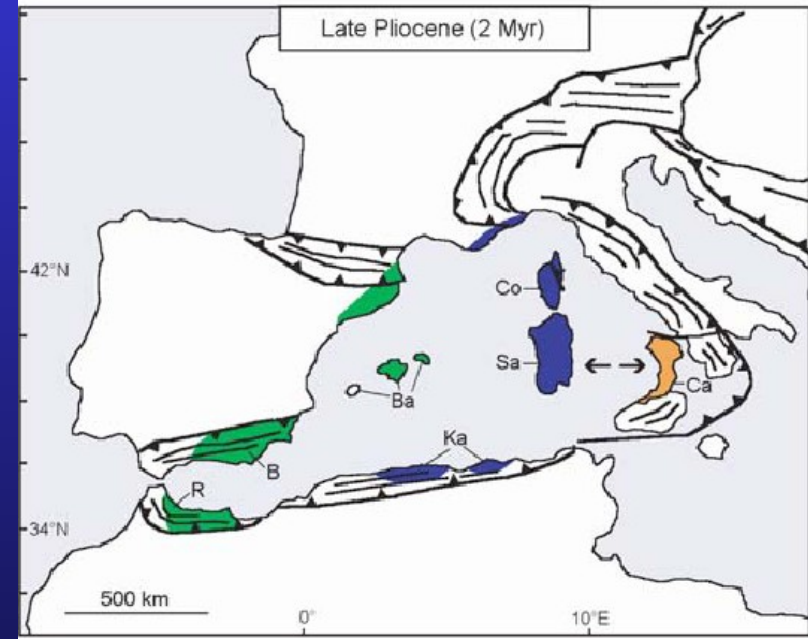
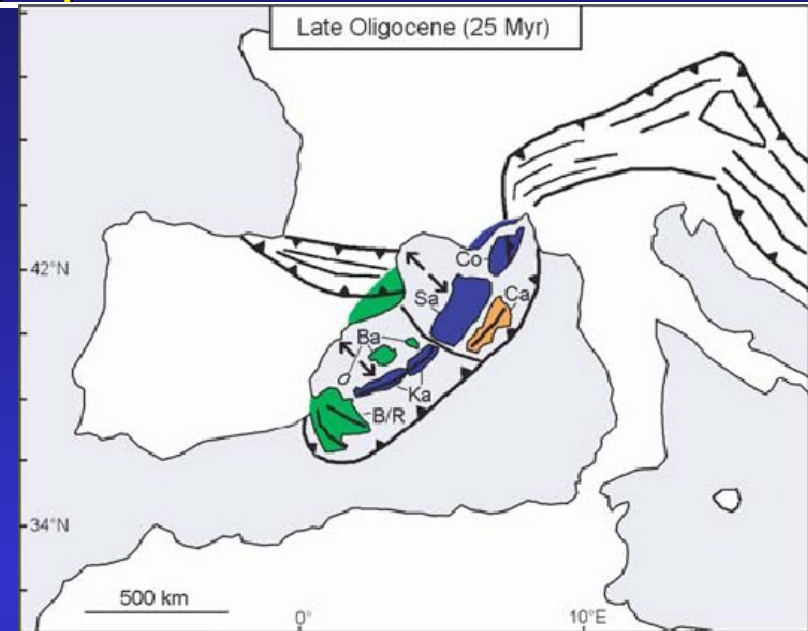
Début Miocène: début Burdigalien (20.5-19 Ma)



L'identité génétique du chêne liège reflet de la paléogéographie tertiaire



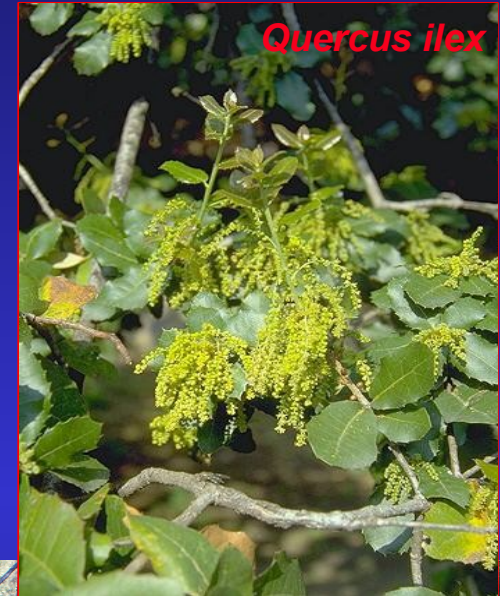
Distribution des 5 haplotypes de l'ADN chloroplastique
(110 populations, 14 marqueurs cp microsatellites)



Existence of two major functional lineages with specific attributes

A tropical-like lineage that evolved during the Tertiary, before the onset of the Mediterranean climate

- Sclerophyllous or lauriphyllous
- Cauliflorous trees, small flowers
- Dioecy and wind- pollination
- Fleshy-fruited and large seeds
- Vertebrate-dispersed
- Regeneration by resprouting



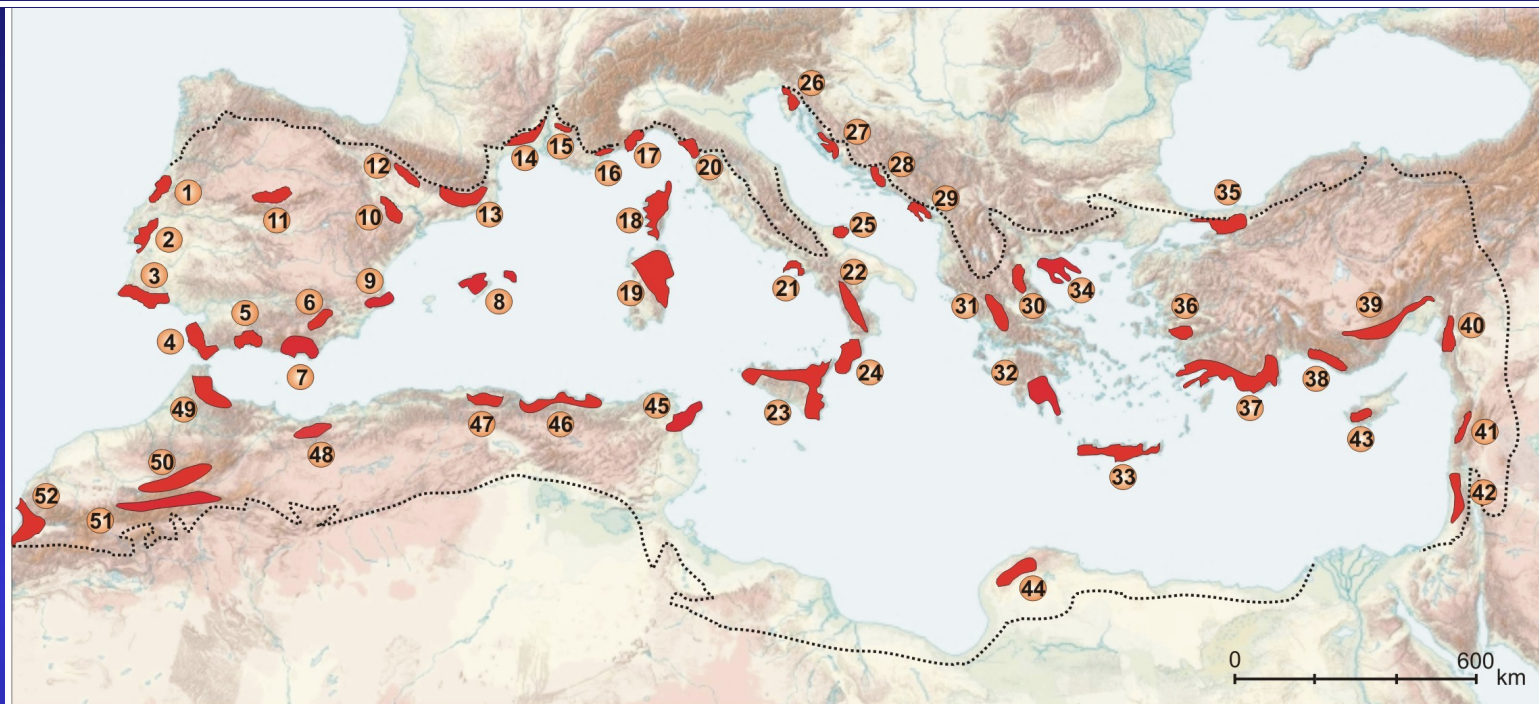
Existence of two major functional lineages with specific attributes

A true Mediterranean lineage related to Quaternary taxa, with higher plant diversity within genera

- Non-sclerophyllous
- Wind-dispersed or autochorous seeds
- Dry-fruited, numerous and small seeded plants
- Flowers coloured, large, often hermaphrodites
- Pollination by insects
- Regeneration by seeds



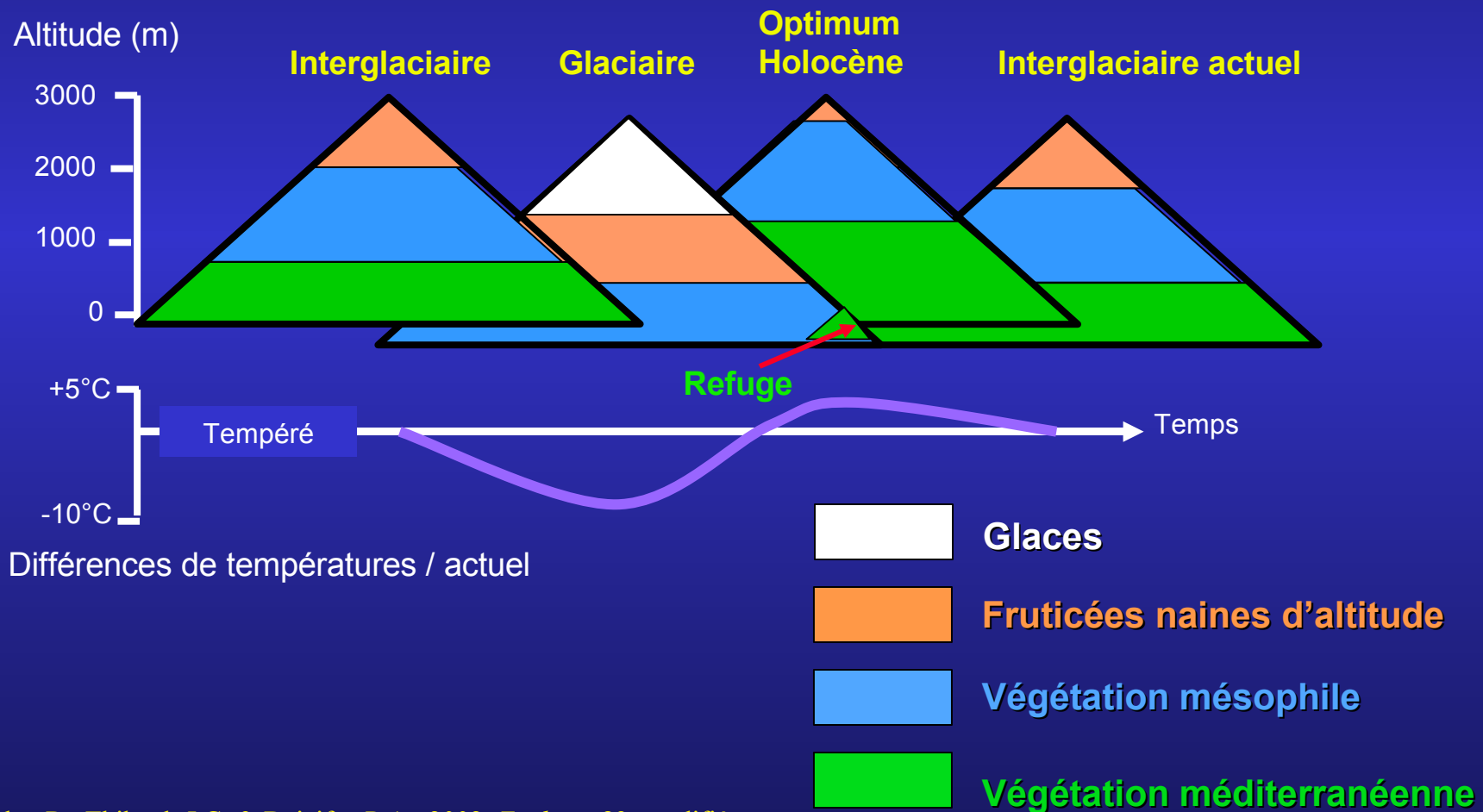
Plant persistence in Mediterranean refugia



- | | | | | |
|--------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|
| 1 Beira litoral | 11 Sistema central | 21 Campania | 31 C. Greece (Pindos) | 42 Israel/Palestine |
| 2 Estramadura | 12 S. Pyrenees | 22 Calabria | 32 Peloponnese | 43 Cyprus |
| 3 Algarve | 13 S.E. Pyrenees | 23 Sicilia | 33 Crete | 44 Cyrenaic (Lybia) |
| 4 Cadiz/Algeciras region | 14 S. Cévennes | 24 Aspromonte | 34 Chalkidiki peninsula | 45 J. Zaghouan/Cap Bon |
| 5 Serrania de Ronda | 15 Mont Ventoux | 25 Gargano | 35 Izmit region | 46 Petite Kabylie/de Collo |
| 6 Sierra Cazorla/Segura | 16 E. Provence | 26 N. Istria | 36 Boz/Aydin dag | 47 Grande Kabylie |
| 7 Sierra Nevada/Gata | 17 Maritime Alps | 27 Velebit mountains | 37 S.W. Anatolia | 48 Tlemcen mountains |
| 8 Balearic islands | 18 Corsica | 28 S. Bosnia/Biokovo | 38 C. Taurus | 49 Rif mountains |
| 9 Valencia region | 19 Sardinia | 29 Montenegro | 39 E. Taurus | 50 Middle Atlas |
| 10 Ebro valley | 20 Alpi Apuani | 30 Olympe/Katalympos | 40 Amanus | 51 High Atlas |
| | | | 41 Lebanon range | 52 Souss/W. Anti-Atlas |

Persistance des végétaux au sein d'un massif montagneux

➔ Modèle de compression / expansion de la répartition altitudinale de la biodiversité selon l'alternance des phases glaciaires-interglaciaires



Plant diversity and the historical pattern of glaciation



Ecography 30: 173–182, 2007
doi: 10.1111/j.2006.0906-7590.04873.x
Copyright © Ecography 2007, ISSN 0906-7590
Subject Editor: Jens-Christian Svenning, Accepted 5 December 2006

Contemporary richness of holarctic trees and the historical pattern of glacial retreat

Daniel Montoya, Miguel A. Rodríguez, Miguel A. Zavala and Bradford A. Hawkins

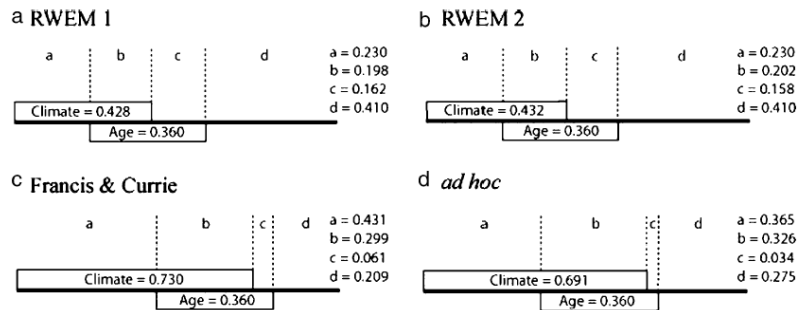
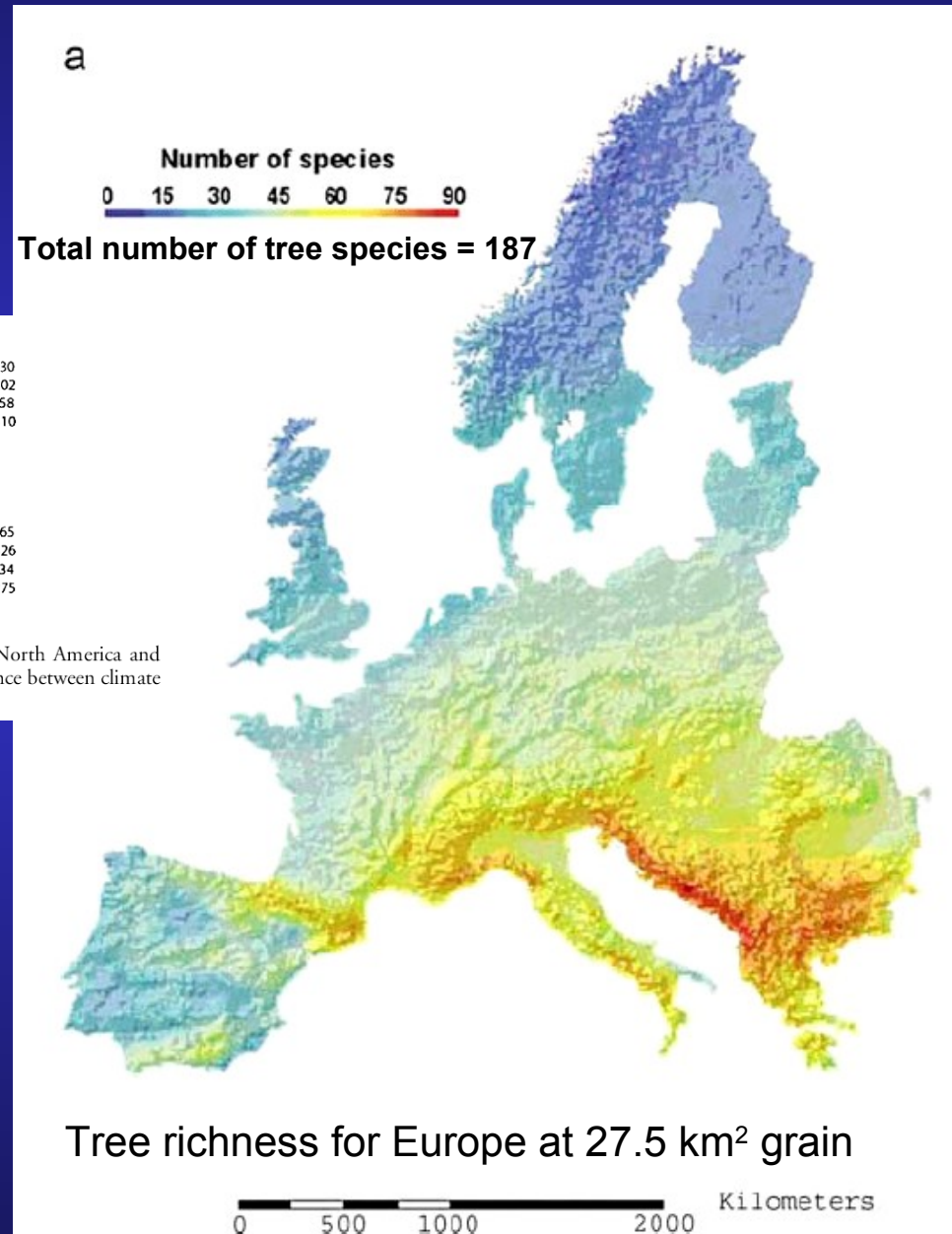


Fig. 2. Partial regression analyses for the best models describing tree richness in the glaciated regions of North America and Europe combined, partitioning the independent contributions of climate (a) and cell age (c), and the covariance between climate and cell age (b). (d) Represents the proportion of variation in richness not explained by either factor.

►► The main driver of the variation of tree richness is the current climate

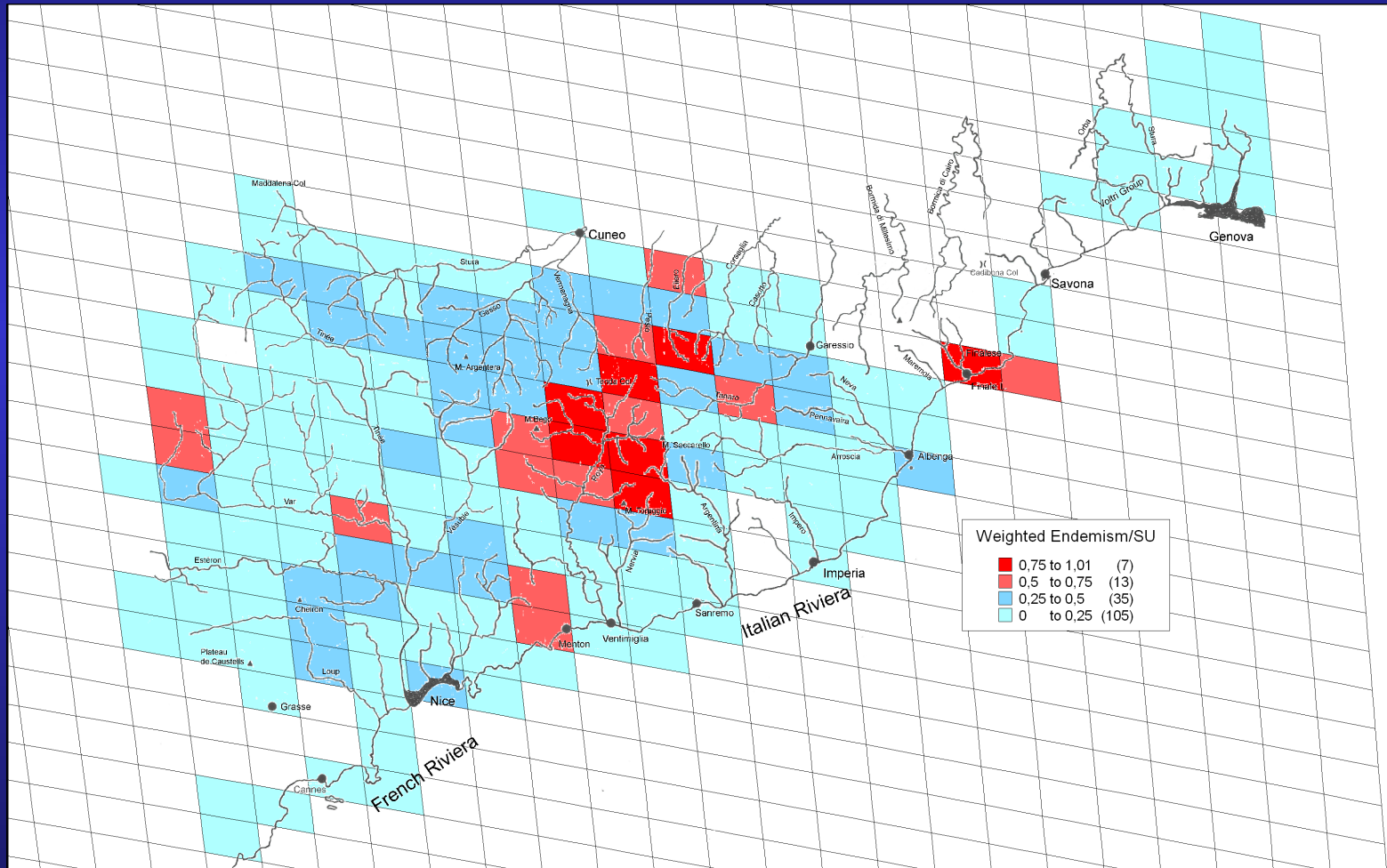
►► Secondary to contemporary climate, the length of time since an area became free of ice as a significant influence on the observed tree richness (cell age explained an additional 6–16% of the variance)



Numerical analysis of distribution pattern of endemic plants

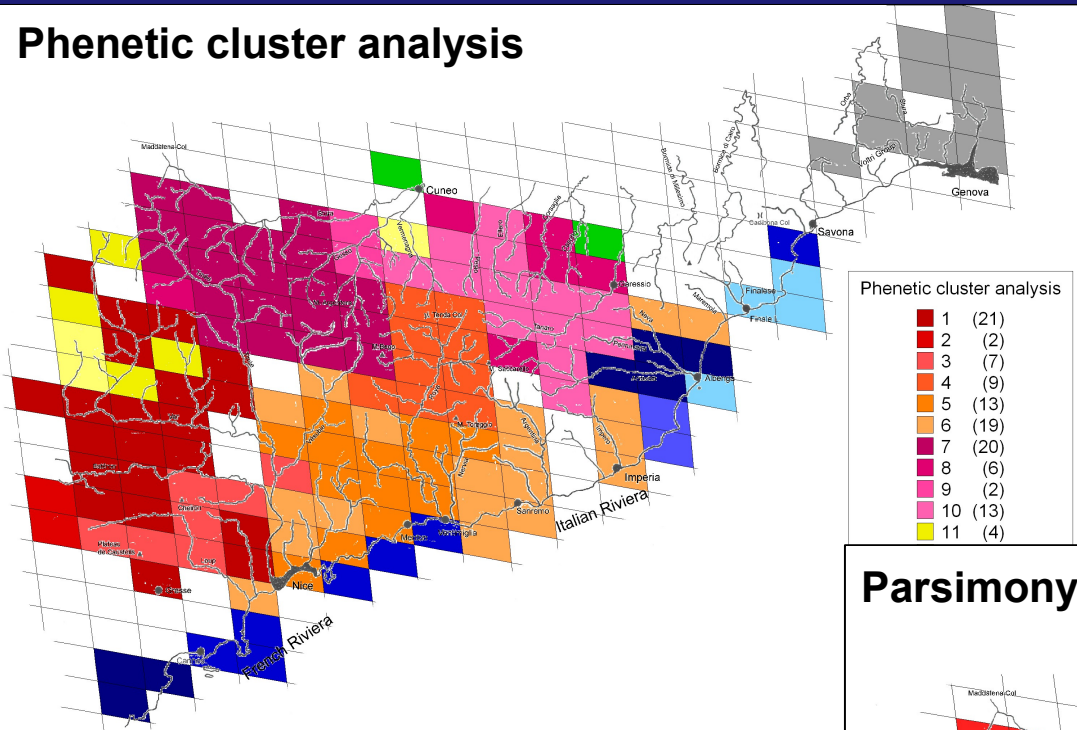
Weighted endemism $\longrightarrow$ Centres of endemism (richness + uniqueness)

$WE = \sum 1/C$ (C is the number SU where the endemic plants were recorded)



Numerical analysis of distribution pattern of endemic plants

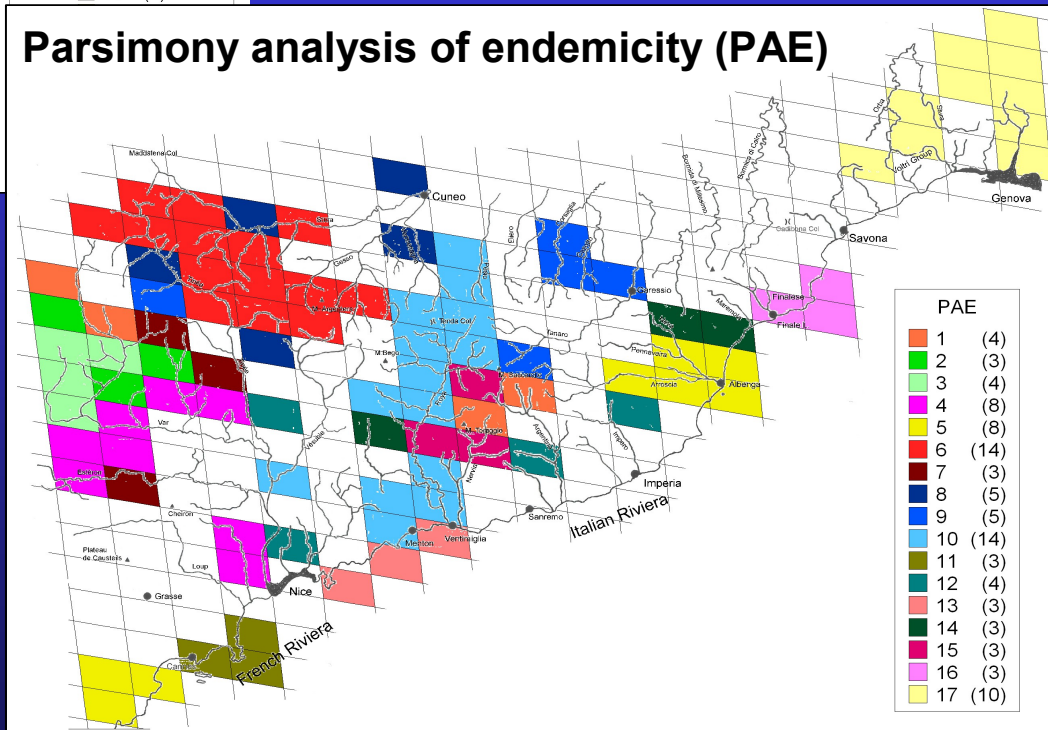
Phenetic cluster analysis



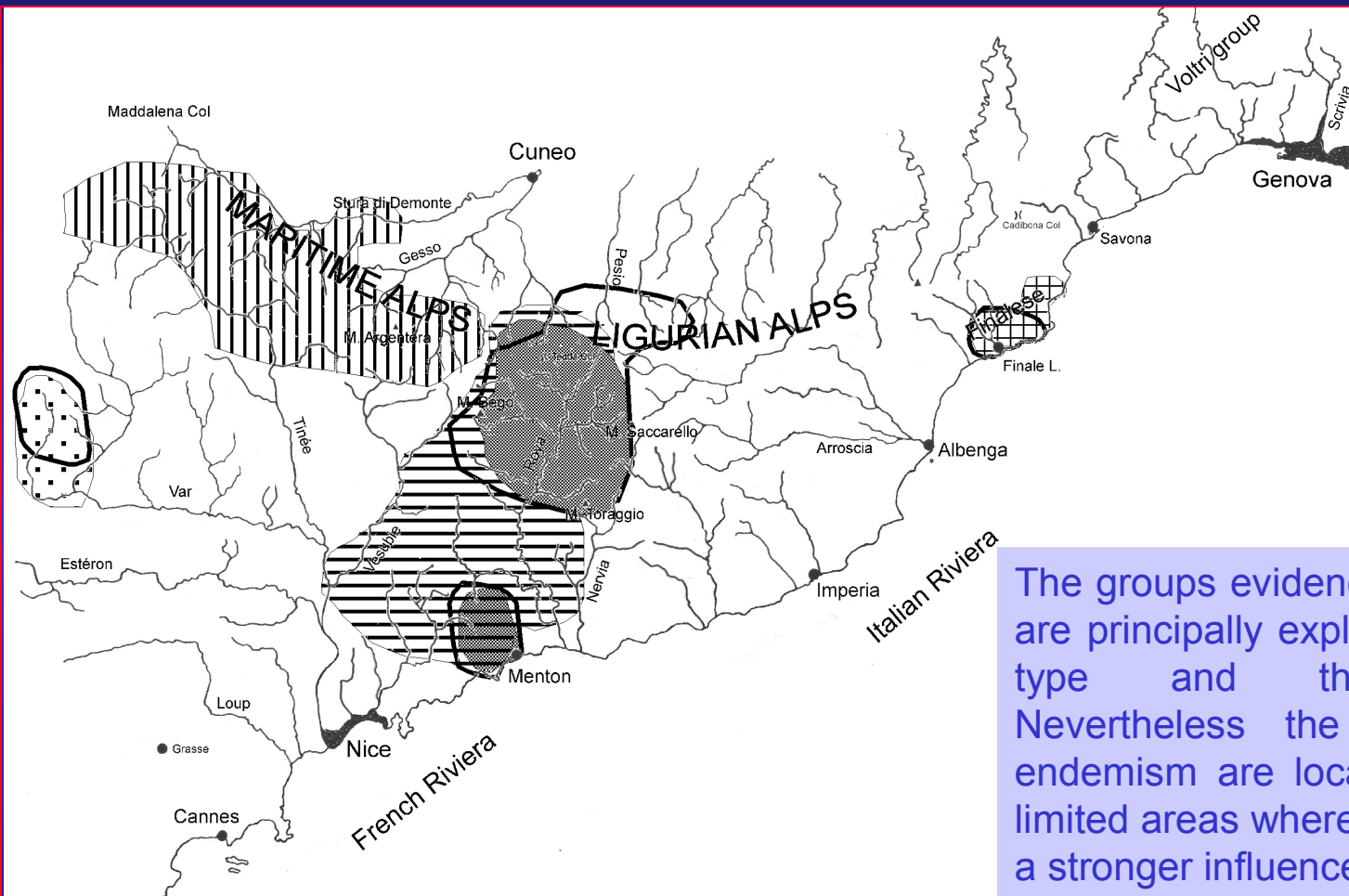
→ Areas of endemism



Parsimony analysis of endemicity (PAE)



Numerical analysis of distribution pattern of endemic plants

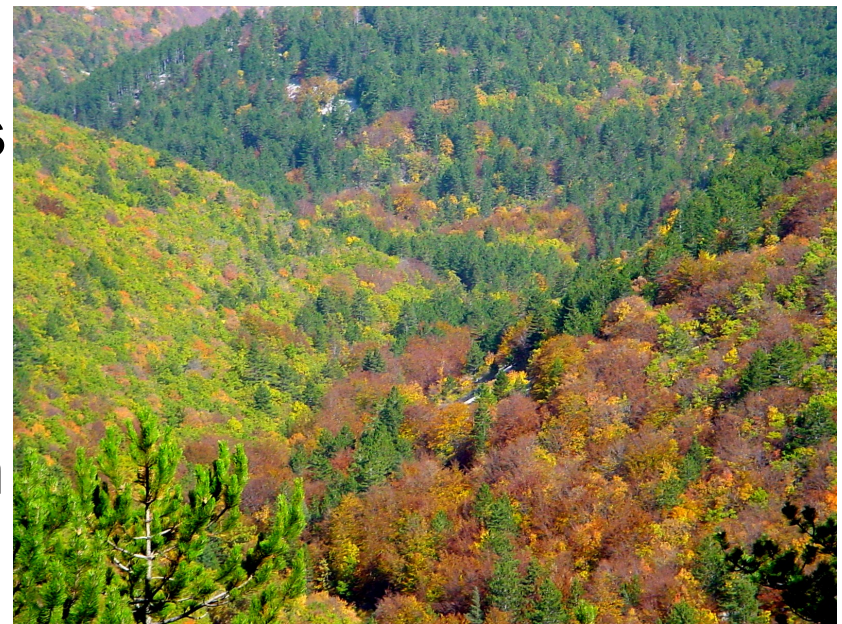


The groups evidenced by cluster analysis are principally explained by the substrate type and thermoclimatic belts. Nevertheless the two major foci of endemism are located in some spatially limited areas where historical factors have a stronger influence.

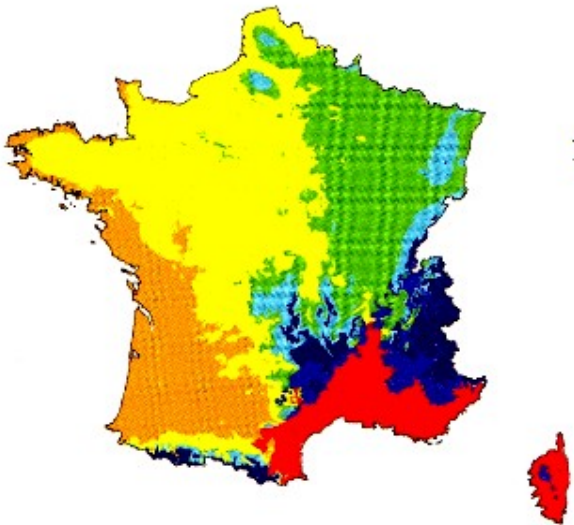
Synthetic representation of the distribution of areas of endemism (vertical striped areas - Roya Valley, horizontal striped areas - Argentera massif, squared areas - Finalese, spotted areas - upper Var Valley), centres of endemism (bold lines) and foci of endemism (grey plots).

écosystèmes méditerranéens

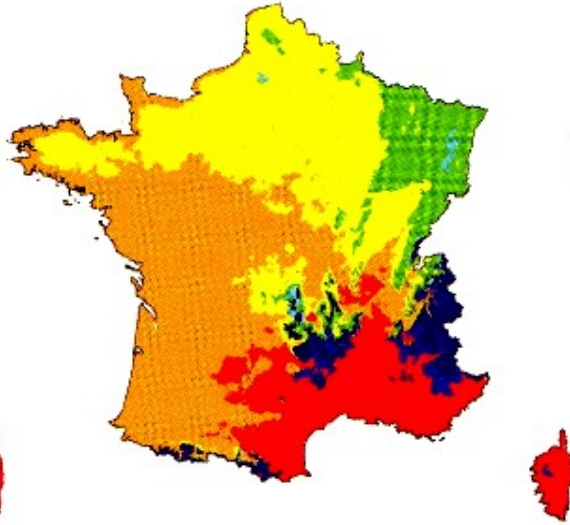
- forte biodiversité
- forte dynamique
- impact anthropique ancien
- ressources d'intérêt



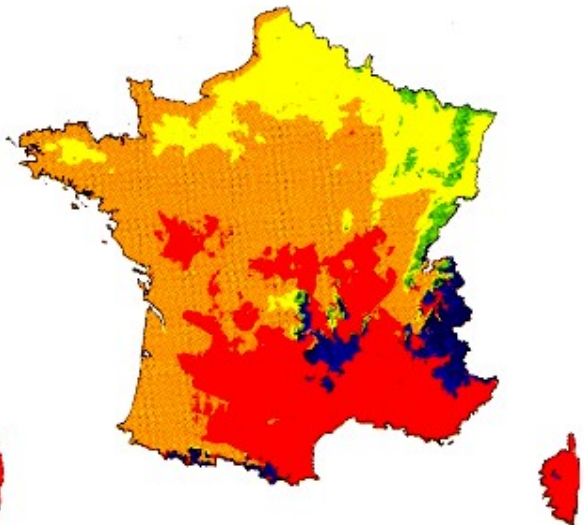
A – climat actuel



B – climat 2050



C – climat 2100



aire potentielle de 8 groupes biogéographiques

Badeau et al, 2007

conception dynamique de la biodiversité

=> des **processus naturels**

migration / colonisation

extinction

hasard

adaptation

Carte 2 :
Variation du taux de boisement
pour les périodes
centrées sur 1984 et 1996

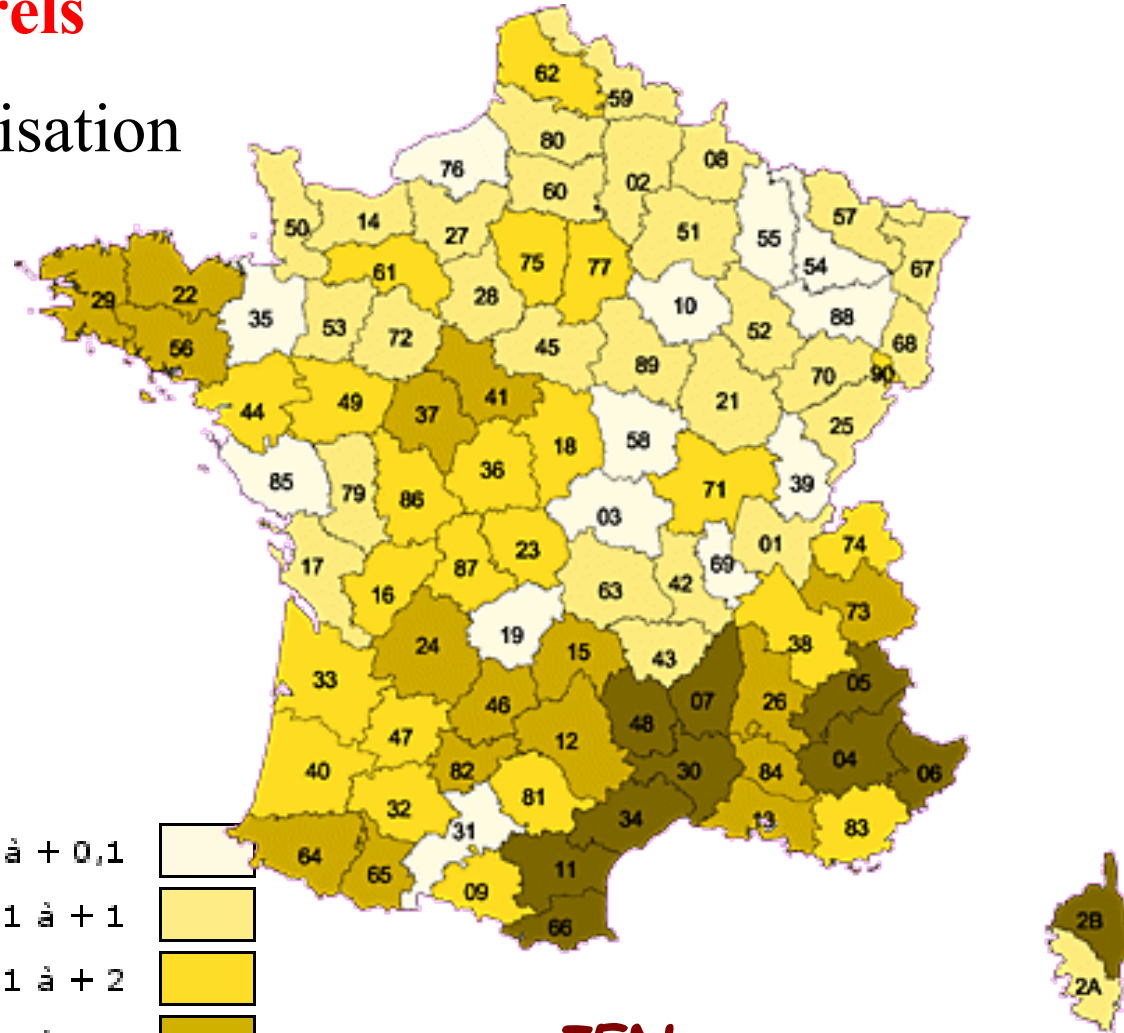
- 1,2 à + 0,1

+ 0,1 à + 1

+ 1 à + 2

+ 2 à + 4

+ 4 à + 8



conception dynamique de la biodiversité

=> des **processus naturels**

migration / colonisation

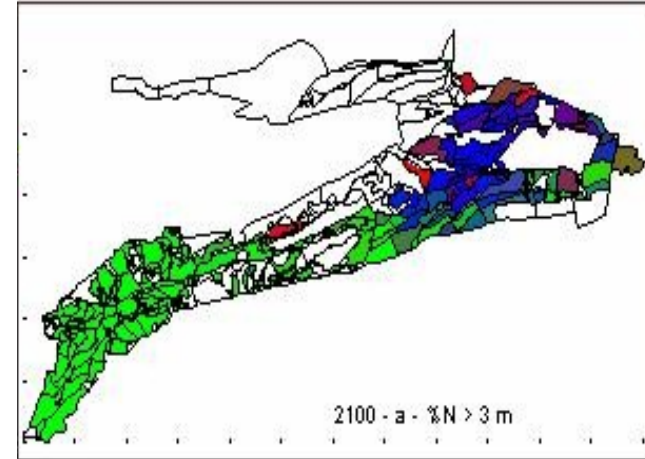
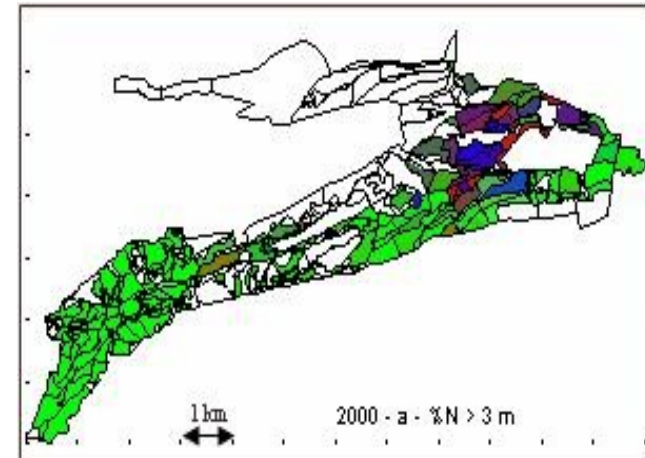
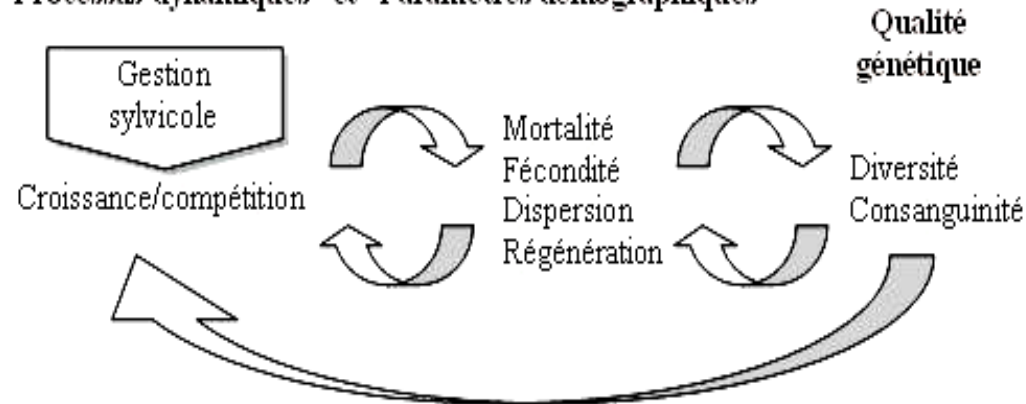
extinction

hasard

adaptation

interaction avec l'action anthropique

Processus dynamiques et Paramètres démographiques



Dreyfus et al 2005

conception dynamique de la biodiversité

=> des processus naturels

migration / colonisation

extinction

hasard

adaptation

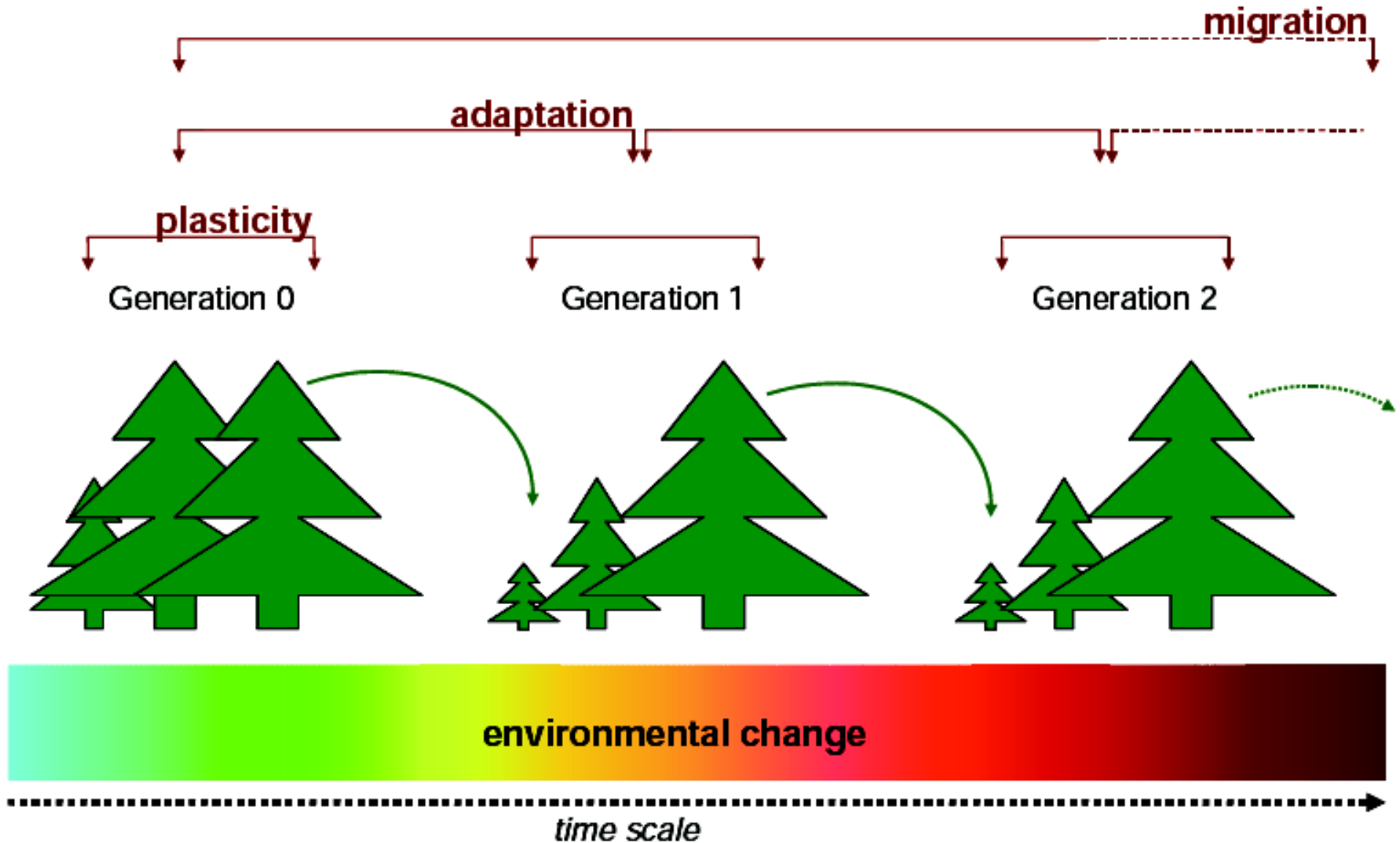
interaction avec l'action anthropique

**dans le contexte incertain du changement global:
gérer des trajectoires évolutives**

=> quelles échelles de temps considérer?

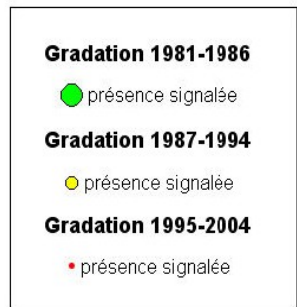
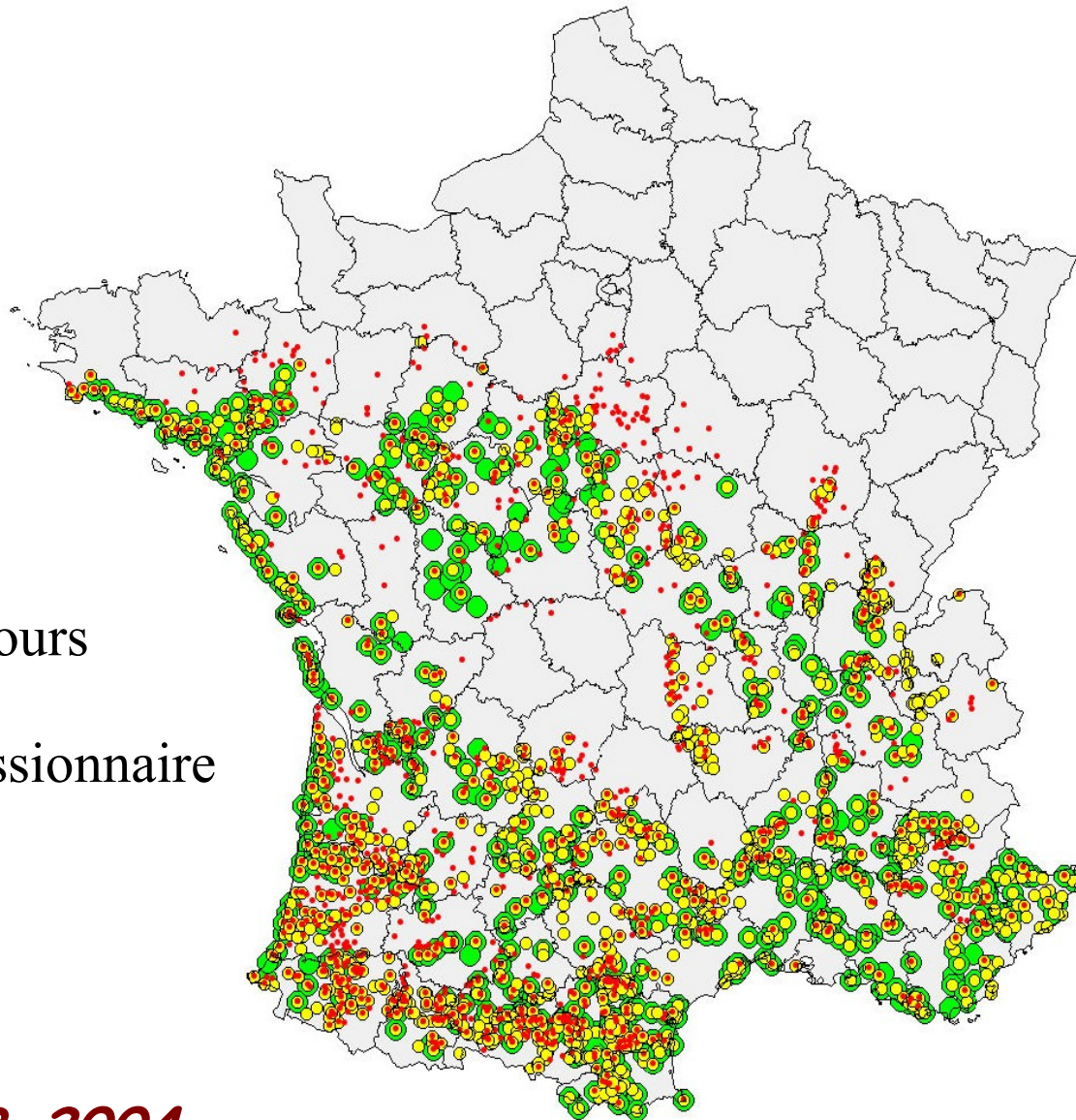
différentes échelles de temps pour divers processus

Time scale for climate change ~ generation time for trees



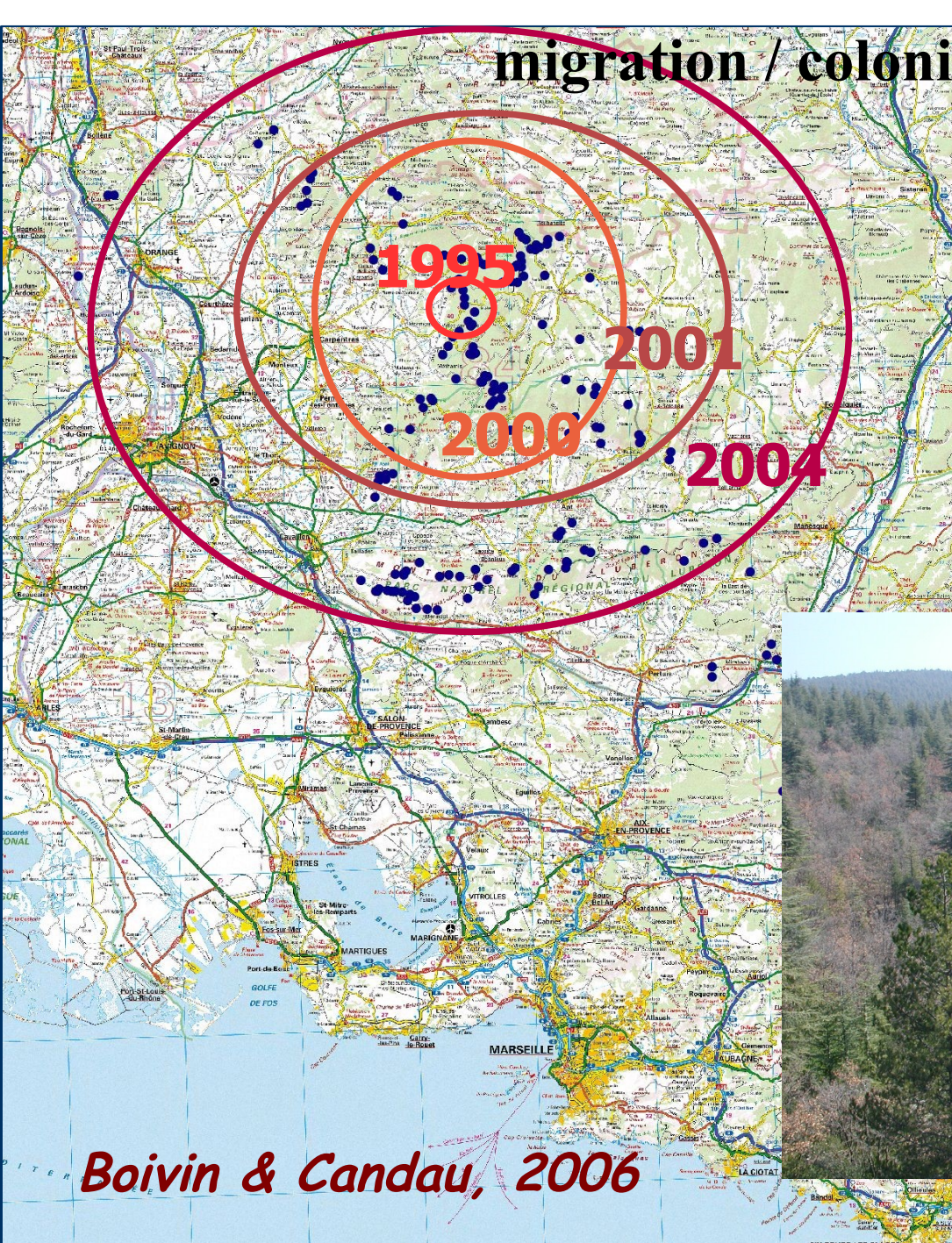
migration / colonisation

extension en cours
de l'aire de la
chenille processionnaire



DSF 2003-2004

migration / colonisation



Boivin & Candau, 2006

adaptation plus ou moins rapide

Produire plus et mieux



Intensifier la lutte contre les ravageurs

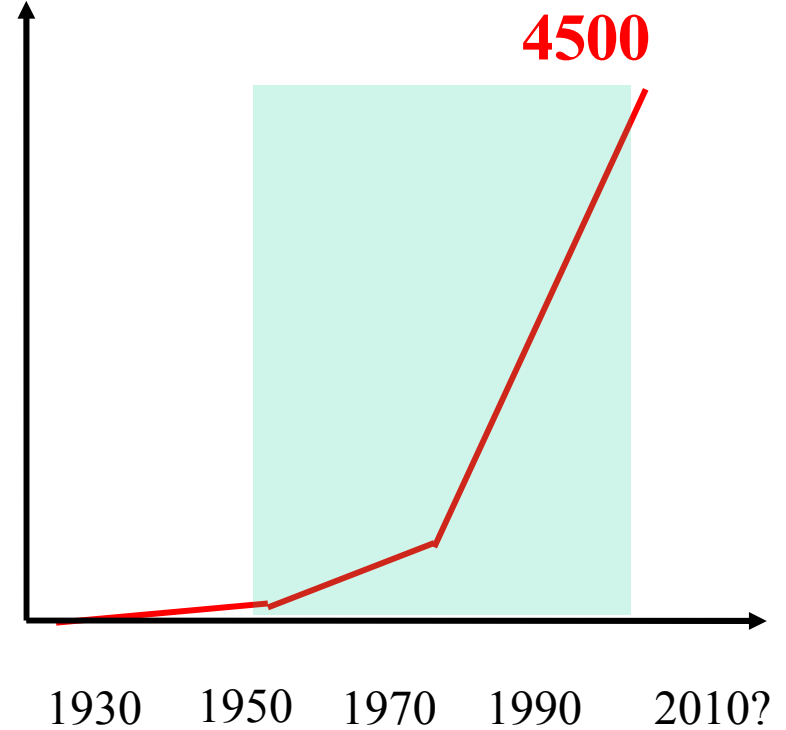


1950 : avènement de l'industrie chimique



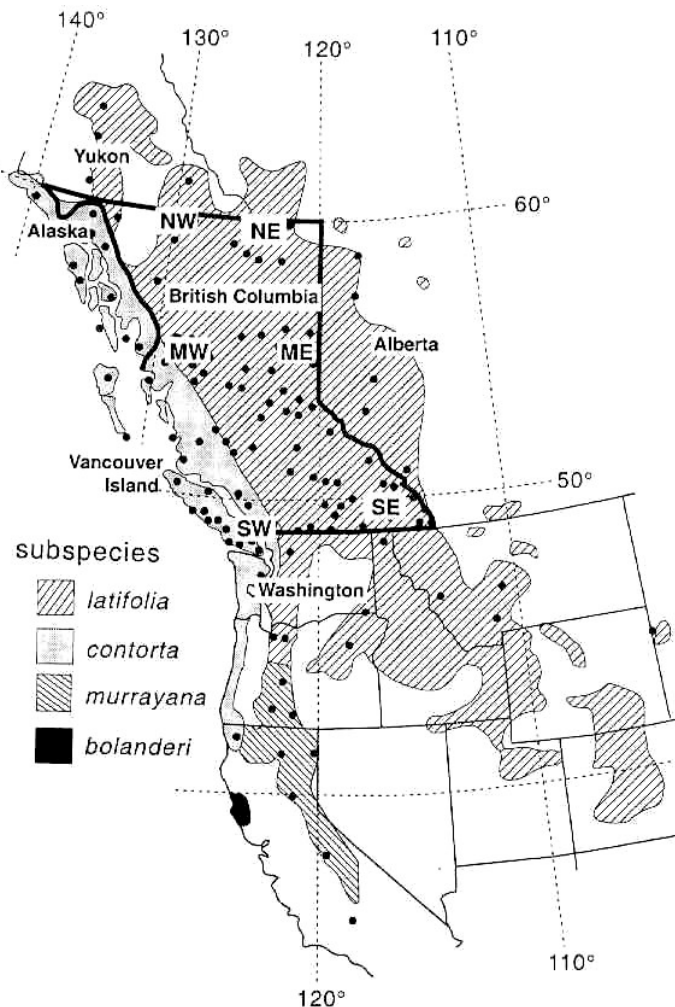
Sélection intense de résistances

Nb d'espèces d'arthropodes ayant >1 cas de résistance

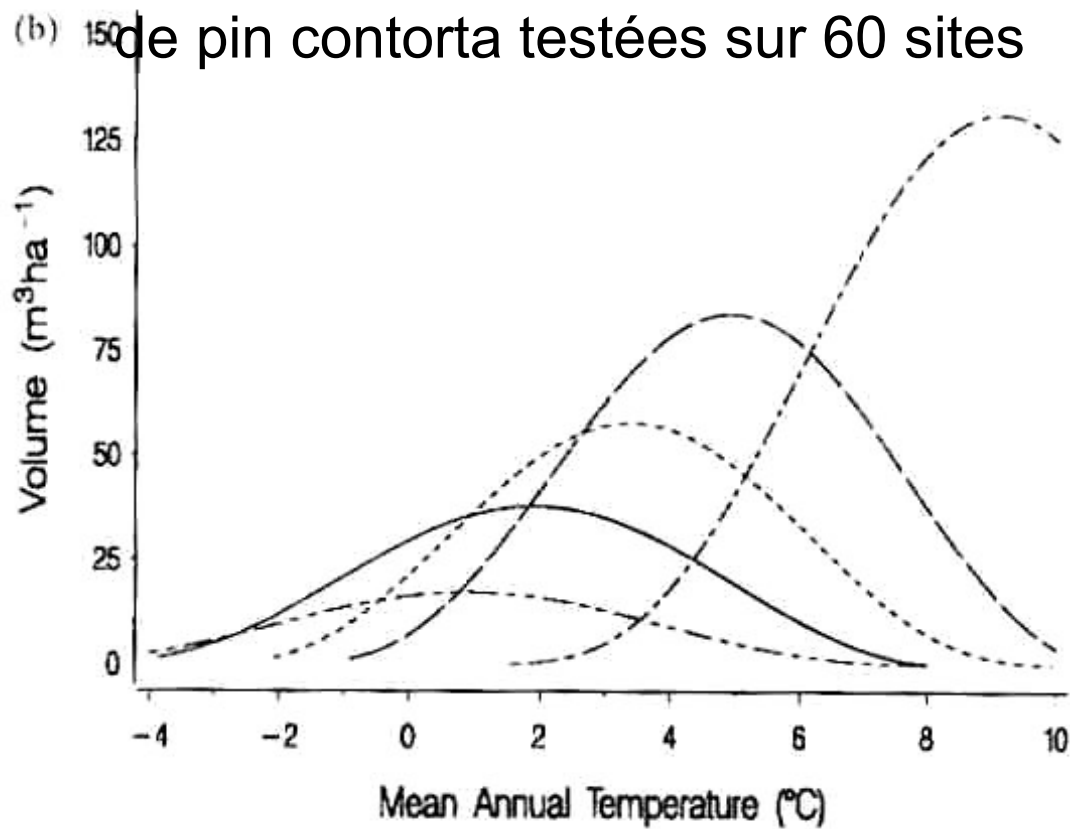


d'après T. Boivin

adaptation plus ou moins rapide

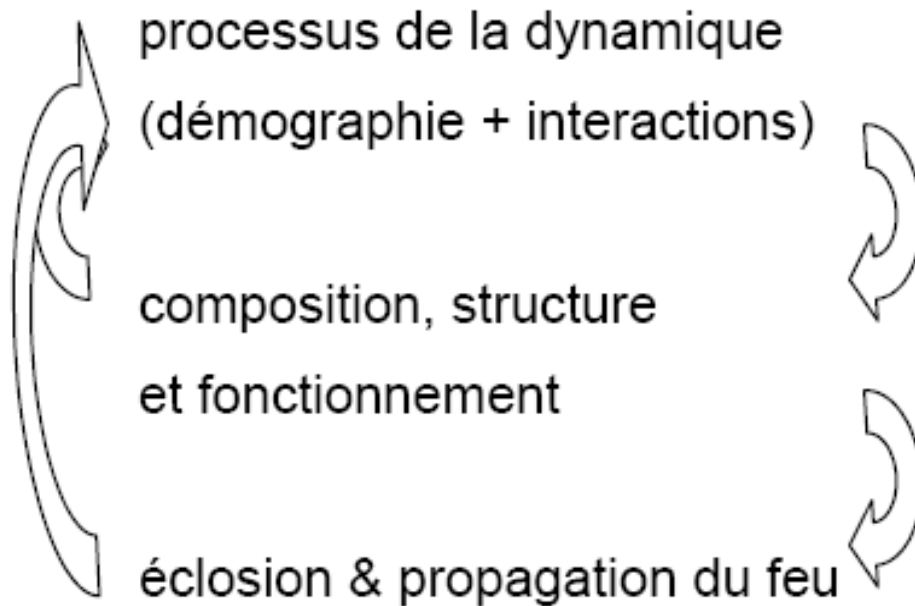


fonction de réponse de 142 populations
de pin contorta testées sur 60 sites



Rehfeldt et al, 2001

dynamique & perturbation

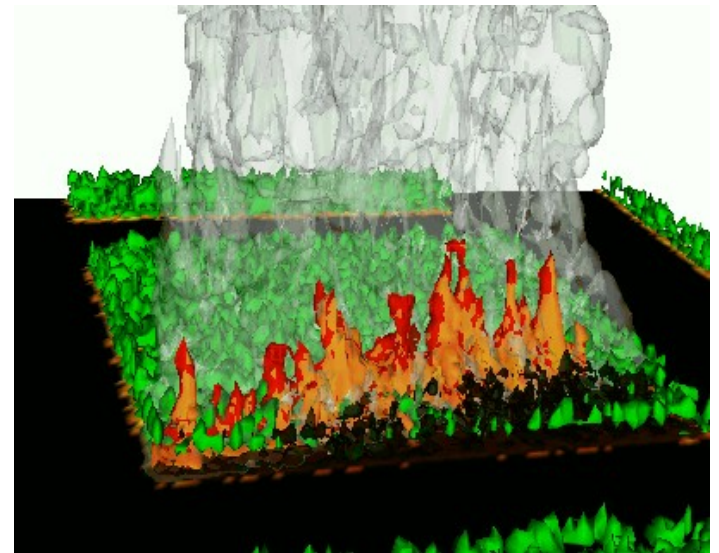


(6° PCRD, 2006 – 2010)

un exemple de projet intégré

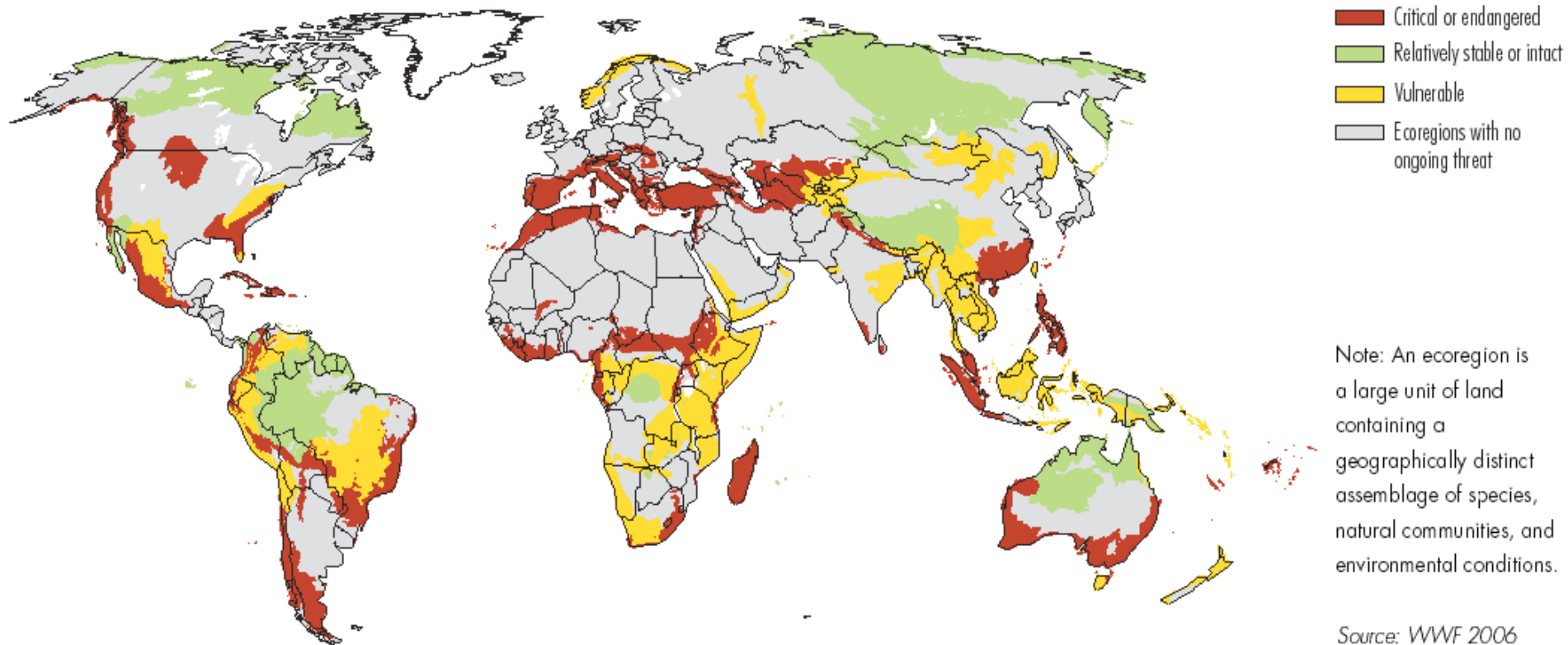


Photograph courtesy of Natural Resources Canada ICFME website



Pimont 2008

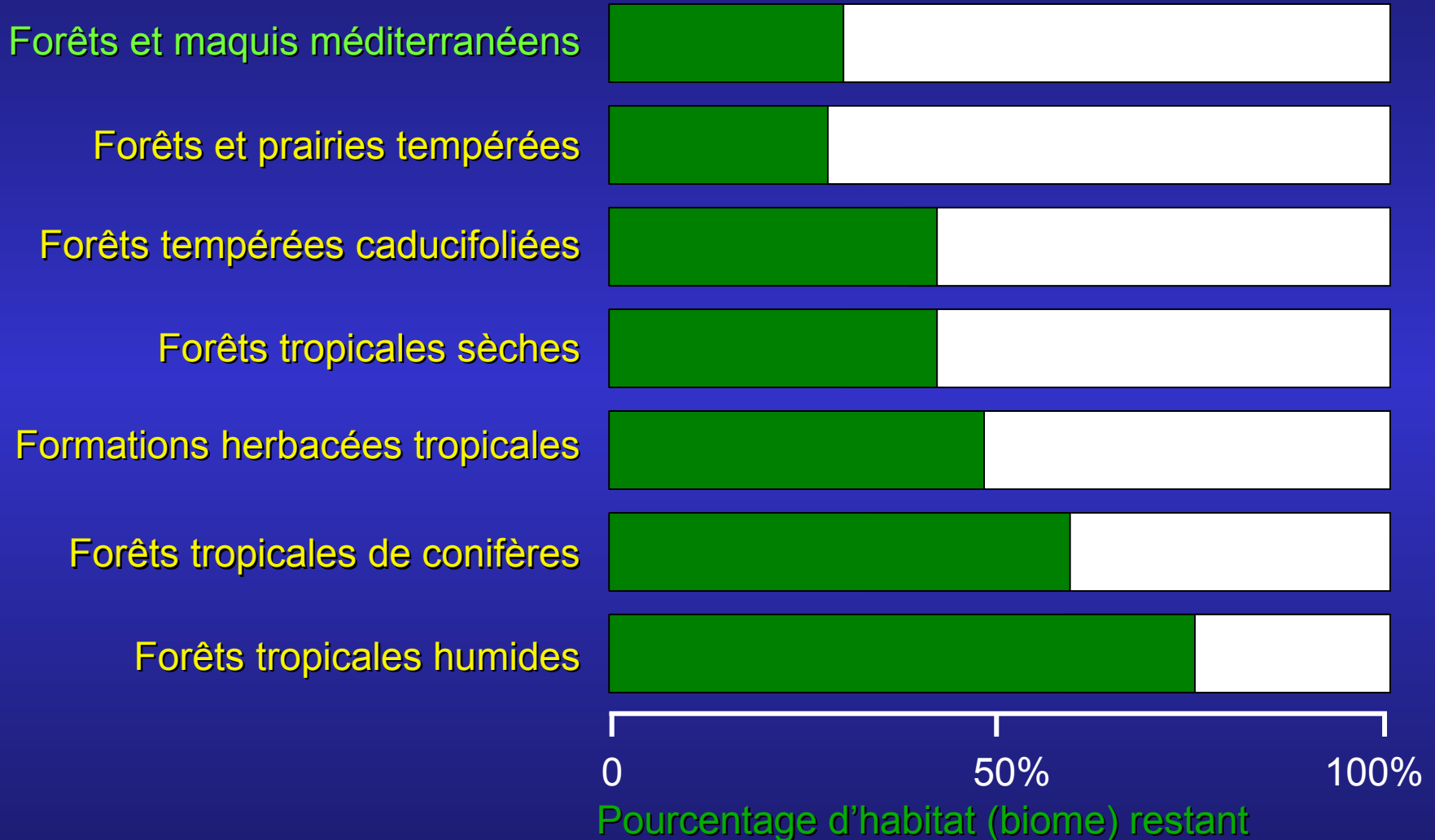
Ecorégions terrestres les plus menacées du monde



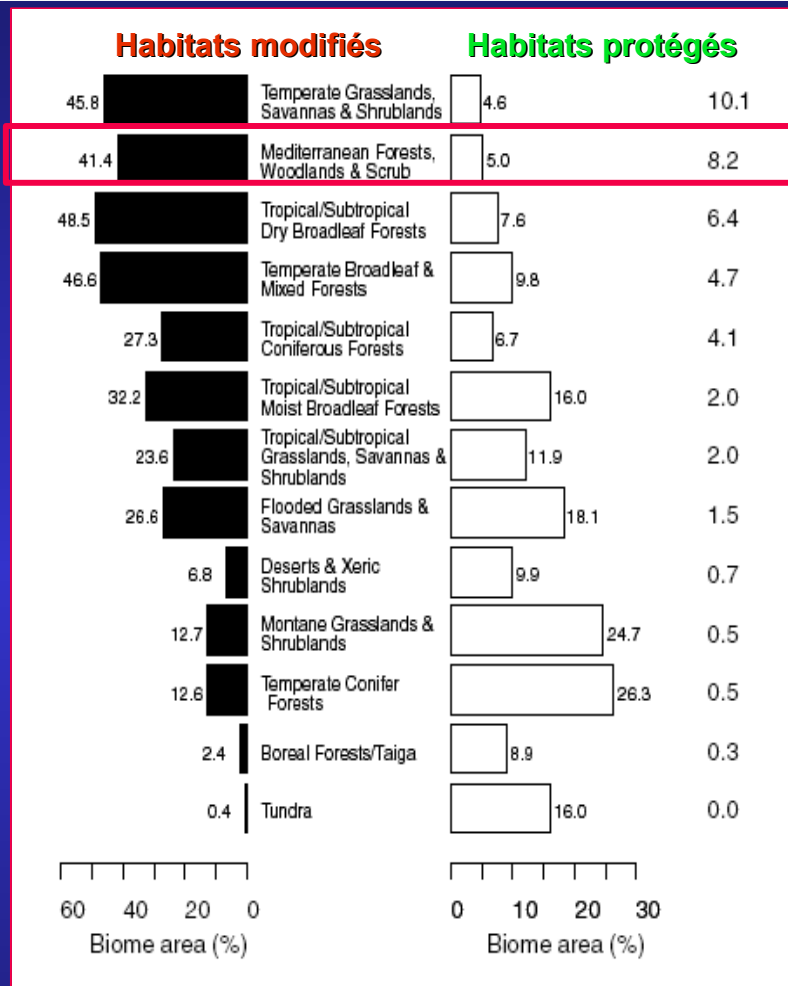
Note: An ecoregion is a large unit of land containing a geographically distinct assemblage of species, natural communities, and environmental conditions.

Source: WWF 2006

Pertes d'habitats pour les principaux types d'écosystèmes du monde



Menaces sur la biodiversité méditerranéenne



Les écorégions méditerranéennes

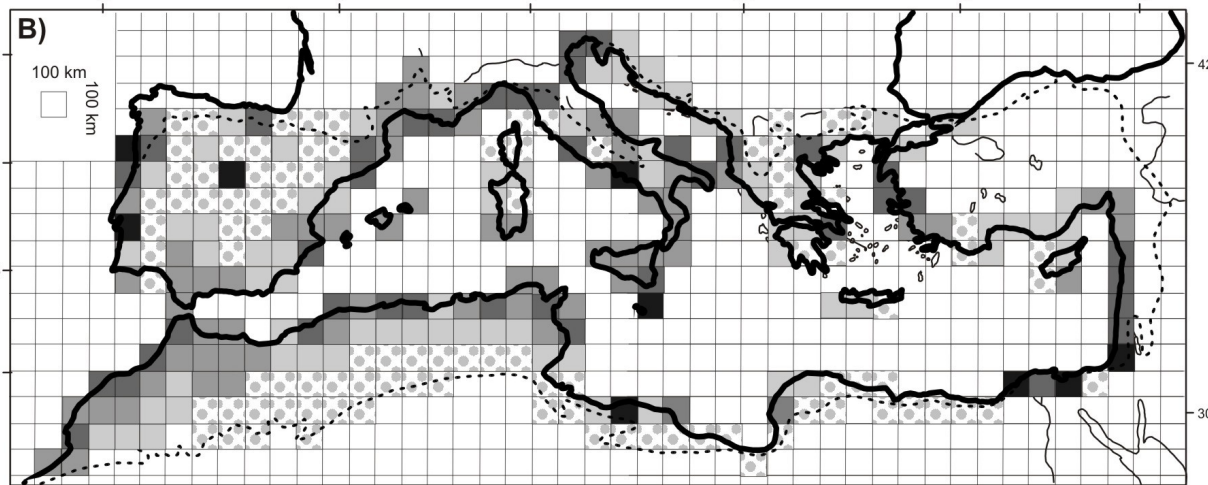
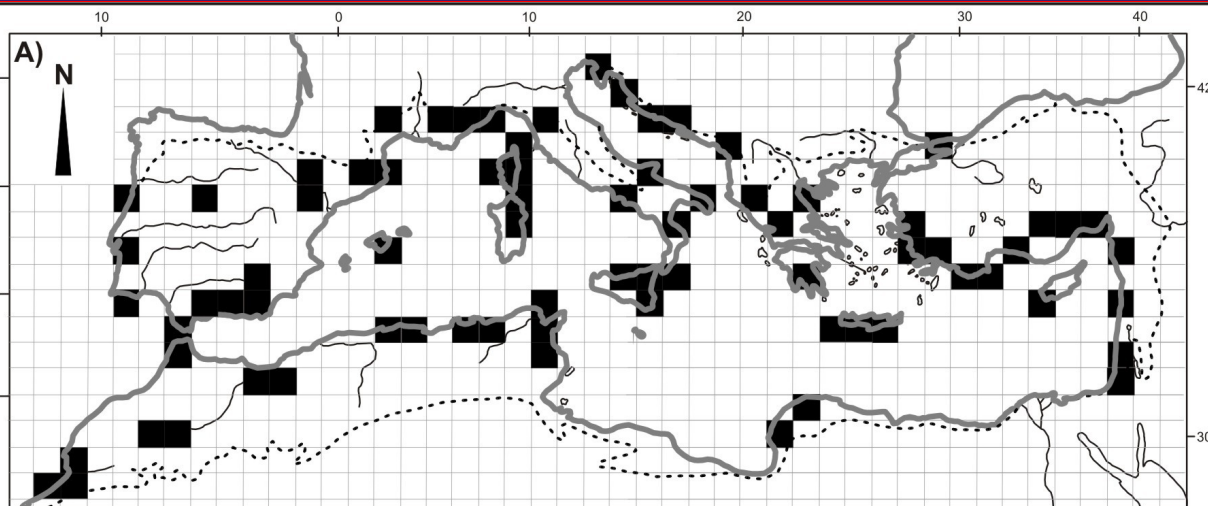
Parmi les plus menacées au niveau mondial (perte d'habitat / faible nombre d'aires protégées)



Accentuer la conservation des espèces et habitats méditerranéens car risques importants de disparition

De fortes disparités entre la perte d'habitats naturels et le % réduit d'espaces protégés

Zones refuges menacées par l'impact humain



Légende: A) Zones refuges
■ établies
□ non suspectées
..... limite de la région méditerranéenne

B) Densité de population (en habitants par km²)
■ > 1000
■ 250 - 1000
■ 100 - 250
■ 50 - 100
□ 0 - 50

Refuges
méditerranéens
(50 refuges majeurs)

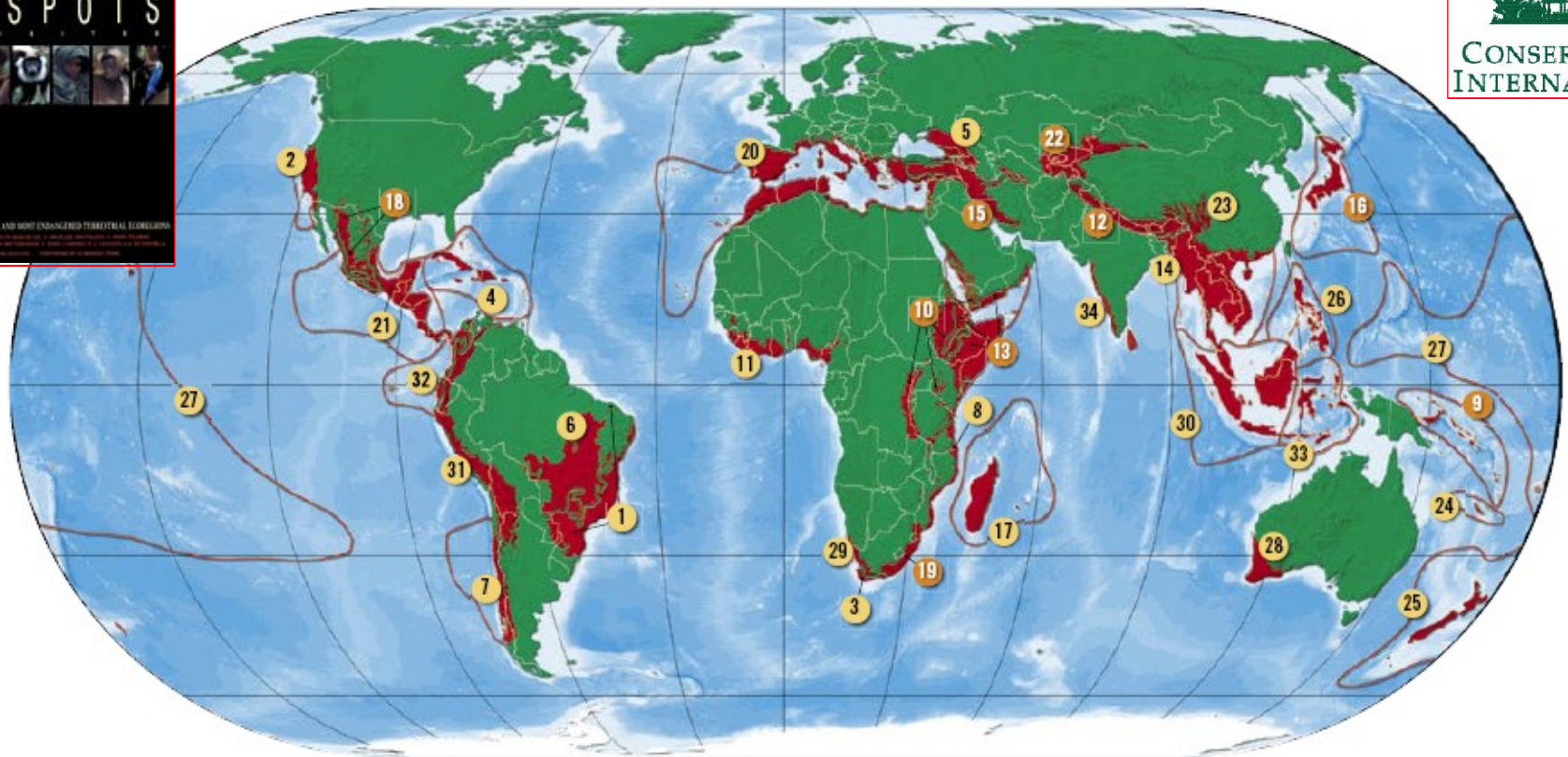
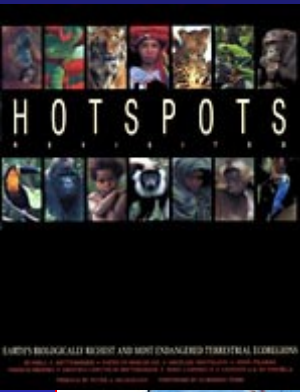
Densité de population humaine



25% des refuges localisés
dans des secteurs où la
densité humaine est très
importante
(> 250 hab. / km²)

D'après Médail F. & Diadema K., 2006.
Annales de Géographie, 651.

Les 34 points-chauds (*hotspots*) mondiaux de biodiversité

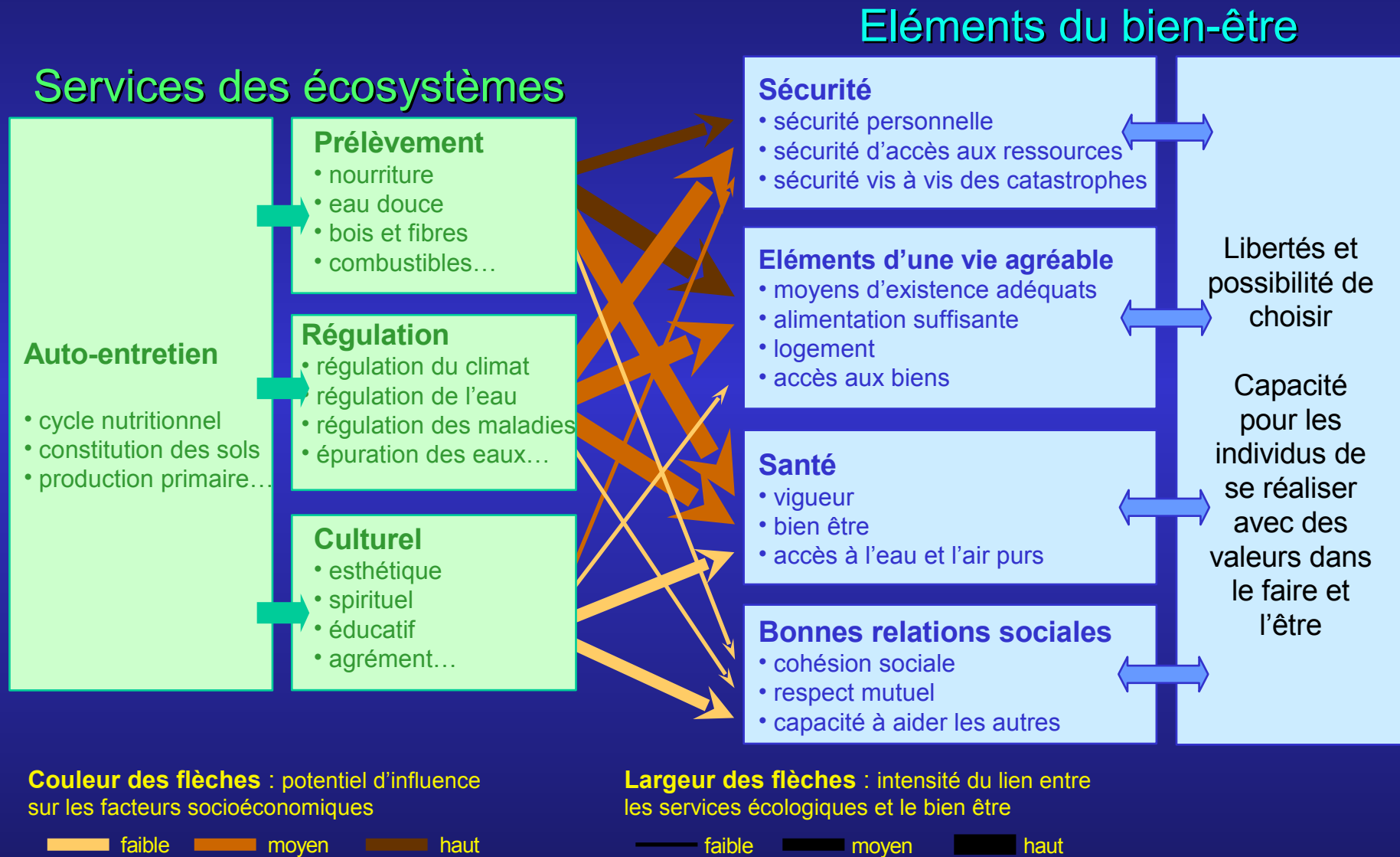


Biodiversity Hotspots

Earth's biologically richest places, with high numbers of species found nowhere else. Hotspots face extreme threats and have already lost at least 70 percent of their original vegetation.

- | | | | |
|---|--|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 Atlantic Forest | 9 East Melanesian Islands | 18 Madrean Pine-Oak Woodlands | 28 Southwest Australia |
| 2 California Floristic Province | 10 Eastern Afromontane | 19 Maputaland-Pondoland-Albany | 29 Succulent Karoo |
| 3 Cape Floristic Region | 11 Guinean Forests of West Africa | 20 Mediterranean Basin | 30 Sundaland |
| 4 Caribbean Islands | 12 Himalaya | 21 Mesoamerica | 31 Tropical Andes |
| 5 Caucasus | 13 Horn of Africa | 22 Mountains of Central Asia | 32 Tumbes-Chocó-Magdalena |
| 6 Cerrado | 14 Indo-Burma | 23 Mountains of Southwest China | 33 Wallacea |
| 7 Chilean Winter Rainfall-Valdivian Forests | 15 Irano-Anatolian | 24 New Caledonia | 34 Western Ghats and Sri Lanka |
| 8 Coastal Forests of Eastern Africa | 16 Japan | 25 New Zealand | |
| | 17 Madagascar and Indian Ocean Islands | 26 Philippines | |
| | | 27 Polynesia-Micronesia | |

Les bénéfices tirés des écosystèmes et leurs liens avec le “bien-être” de l’homme



Quelles stratégies de conservation pour la biodiversité ?

La stratégie des points chauds

- **Idée fondamentale**

Identifier les écorégions terrestres de plus grande diversité en végétaux supérieurs et animaux (vertébrés), et les plus menacées par les impacts humains

- **Réalisation**

Sélection de 34 points chauds qui concentrent env. 50% des végétaux et 42% des vertébrés endémiques sur 16% des terres émergées
Développement accru des zones protégées

- **Avantages**

Approche globale permettant une hiérarchie simple et rapide, pour une conservation de l'essentiel du monde vivant
Financements importants et relais efficace par *Conservation International*

- **Inconvénients**

Pas de stricte concordance dans la distribution de la biodiversité (/ taxonomie, / échelles)
Néglige les processus fonctionnels et la « biodiversité cachée et ordinaire»

La stratégie des services écologiques

- **Idée fondamentale**

Insiste sur la dépendance des populations humaines vis-à-vis d'écosystèmes variés et sur l'importance de leur bon fonctionnement pour le maintien durable de la biodiversité

- **Réalisation**

Identification et classement des divers services écologiques
Etablissement de plans de conservation pour les écosystèmes en voie de dégradation

- **Avantages**

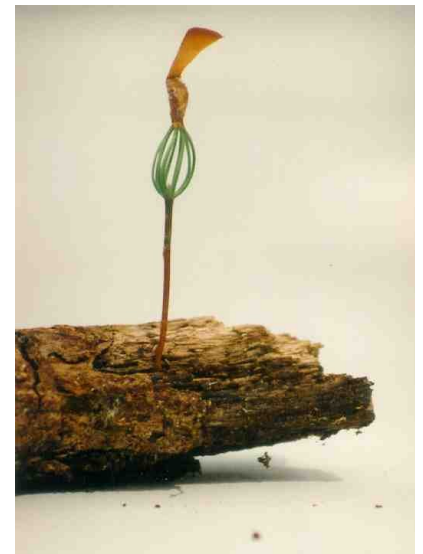
Permet de mieux concilier la conservation de la nature et le bien-être de l'homme
Soutien durable et efficace des projets de protection, en limitant les pertes économiques et de biodiversité

- **Inconvénients**

Difficultés d'identifier et d'évaluer les services rendus par les écosystèmes
Démarches souvent longues et complexes

3 enjeux sur la biodiversité:

- **évaluer les risques**
- **proposer des scénarios**
- **faire des recommandations de gestion durable**



1 défi pour ECCOREV:

**modéliser les interactions entre processus
physiques, biologiques & socio-économiques
qui opèrent à différentes échelles**