

Génétique et Conservation des *Araucaria* de Nouvelle Calédonie

Pete Hollingsworth

Royal Botanic Garden Edinburgh

Mai-lan Kranitz

Chris Kettle

Tanguy Jaffré, Martin Gardner, Alex Clark, Myriam Gaudeul, Richard Ennos

- Flore néo-calédonienne globalement importante
- Etudes sur des espèces 'clés' peuvent :
 - Documenter la biologie de certaines espèces en particulier
 - Illustrer des problèmes généraux de conservation
 - Fournir des informations pour l'identification de sites prioritaires à conserver
- 13 des 19 espèces d'*Araucaria* sont endémiques à la Nouvelle Calédonie
- Arbres emblématiques mais menacés par les exploitations minières et les incendies

Questions abordées au cours de cet exposé

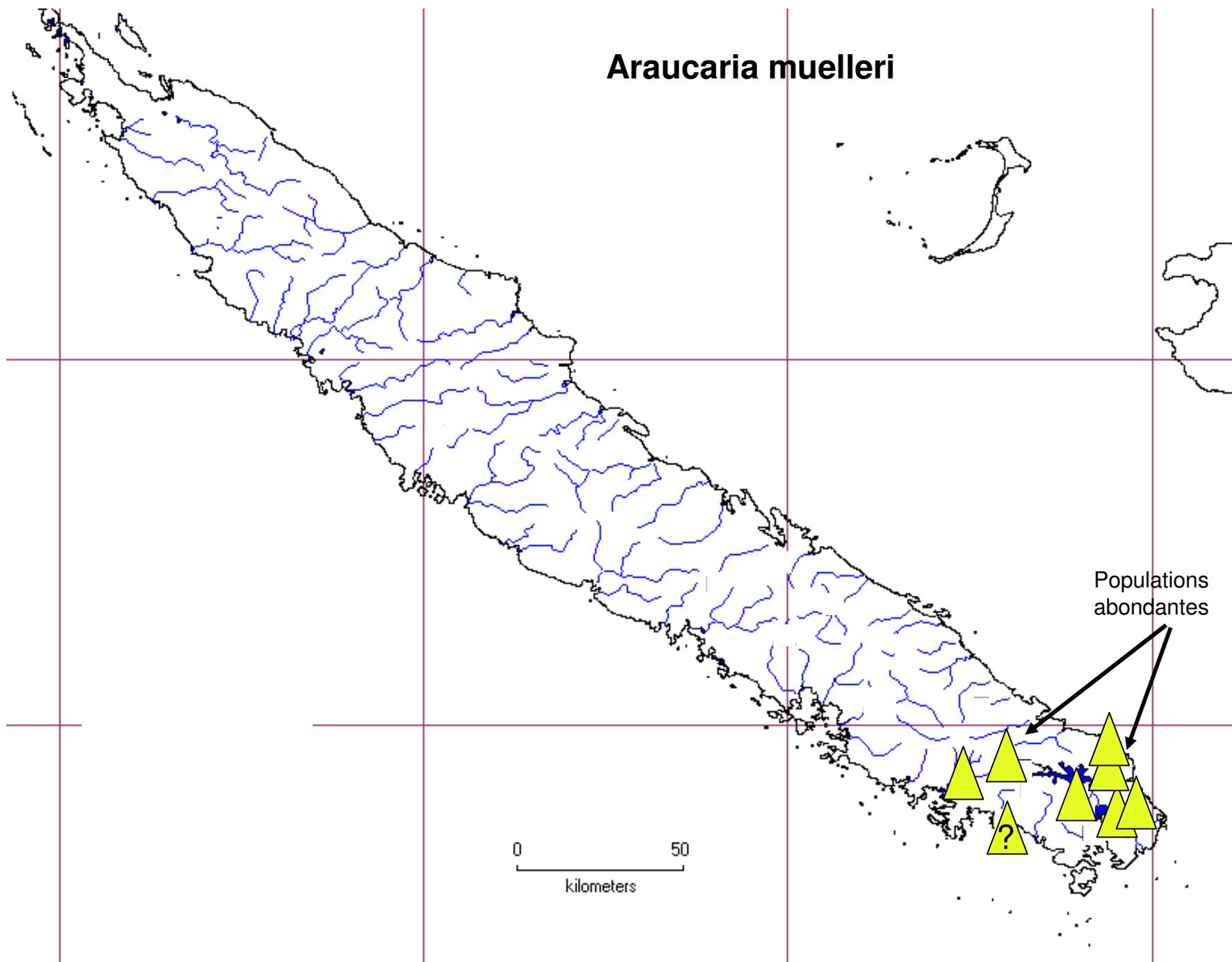
- (1) Les populations sont-elles toutes équivalentes, ou y-a-t-il une biodiversité insoupçonnée au sein des taxons connus?
- (2) La dégradation de l'habitat a-t-elle des conséquences génétiques néfastes sur les populations d'*Araucaria*?
- (3) Les programmes de restauration permettent-ils de conserver la diversité des populations naturelles 'sources'?

(1) Les populations sont-elles toutes équivalentes, ou y-a-t-il une biodiversité insoupçonnée au sein des taxons?

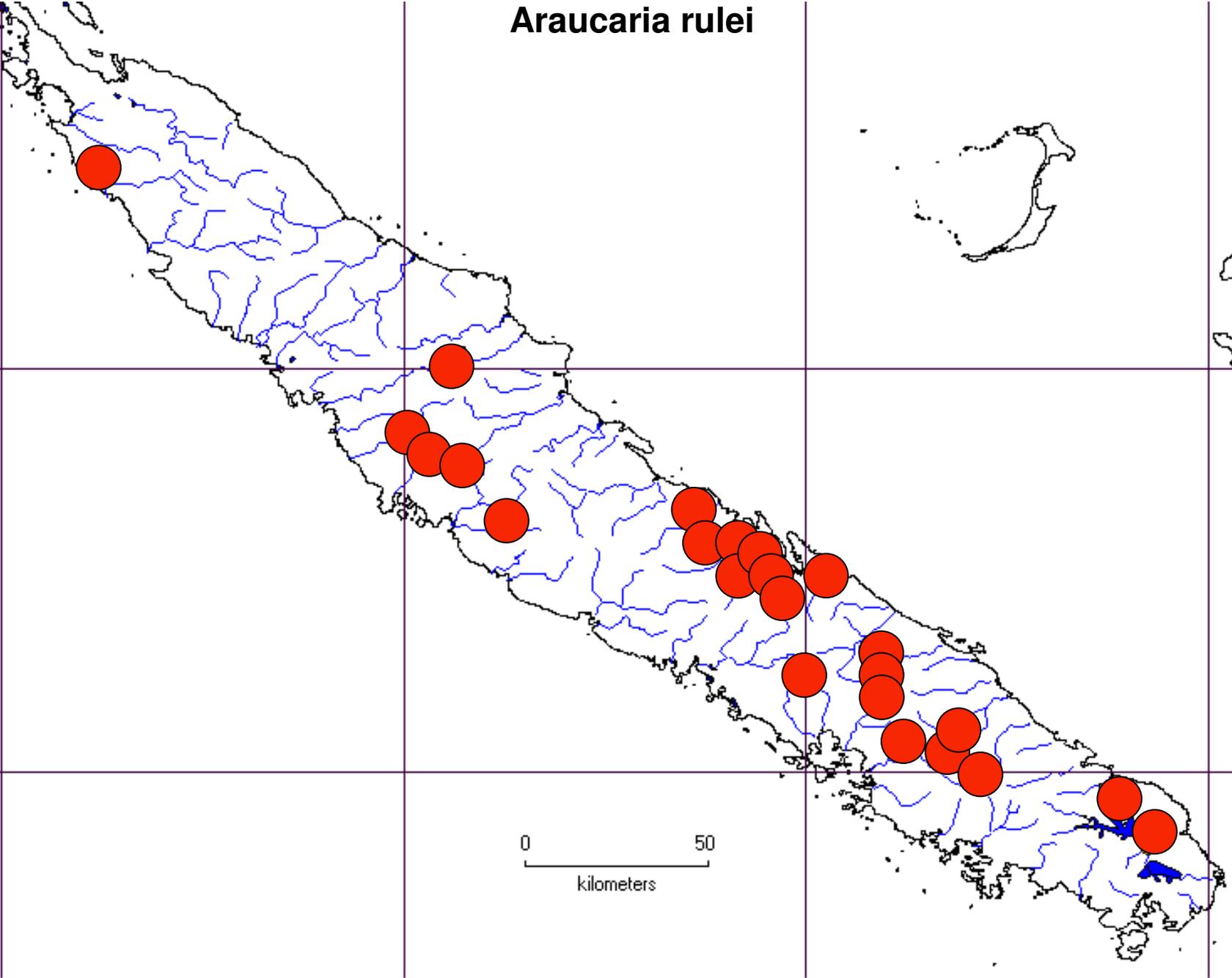
- Etude de la diversité génétique sur 17 populations couvrant l'aire de répartition d'*Araucaria muelleri* et *A. rulei*
- 475 individus caractérisés pour des loci microsatellites et des séquences chloroplastiques

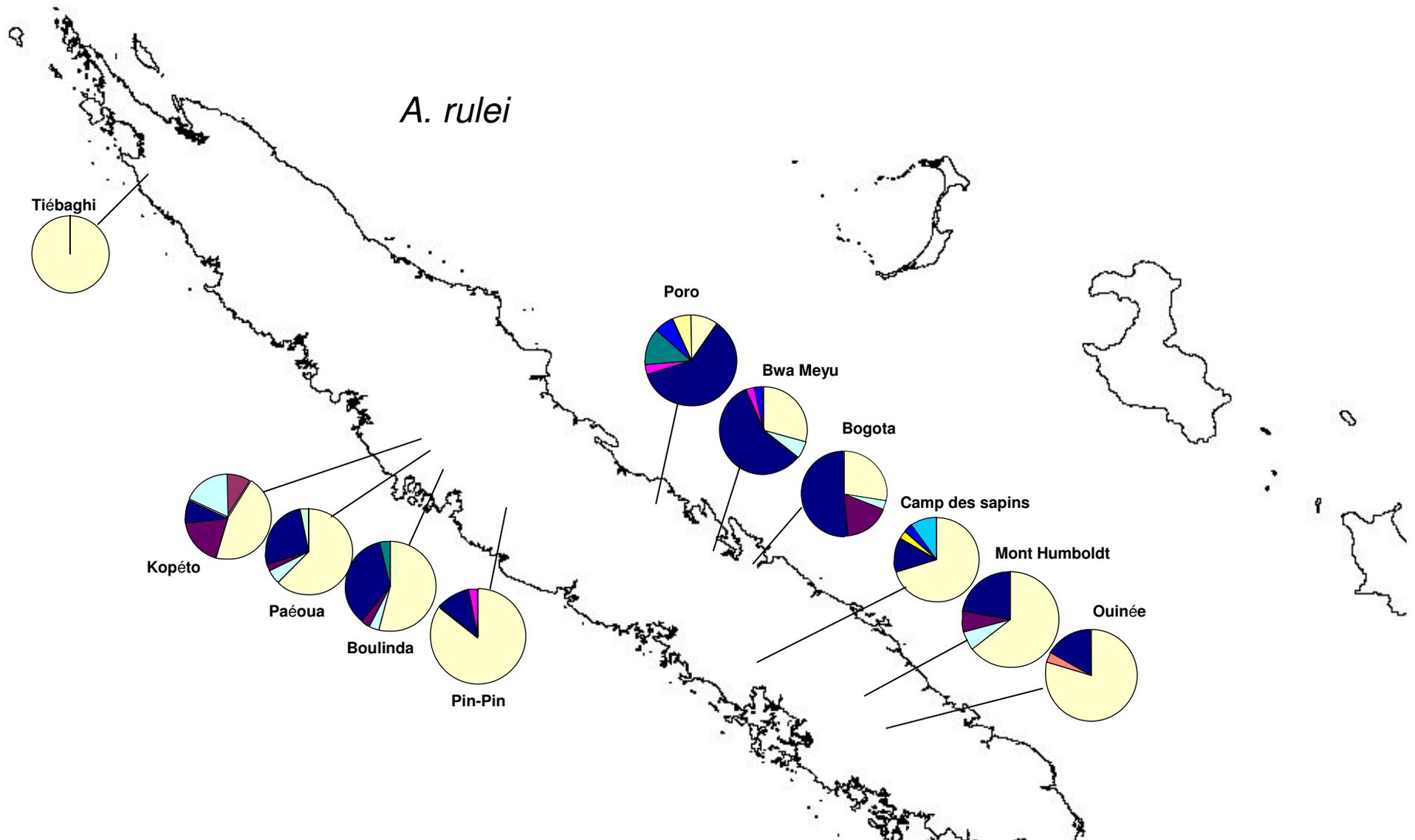


Araucaria muelleri



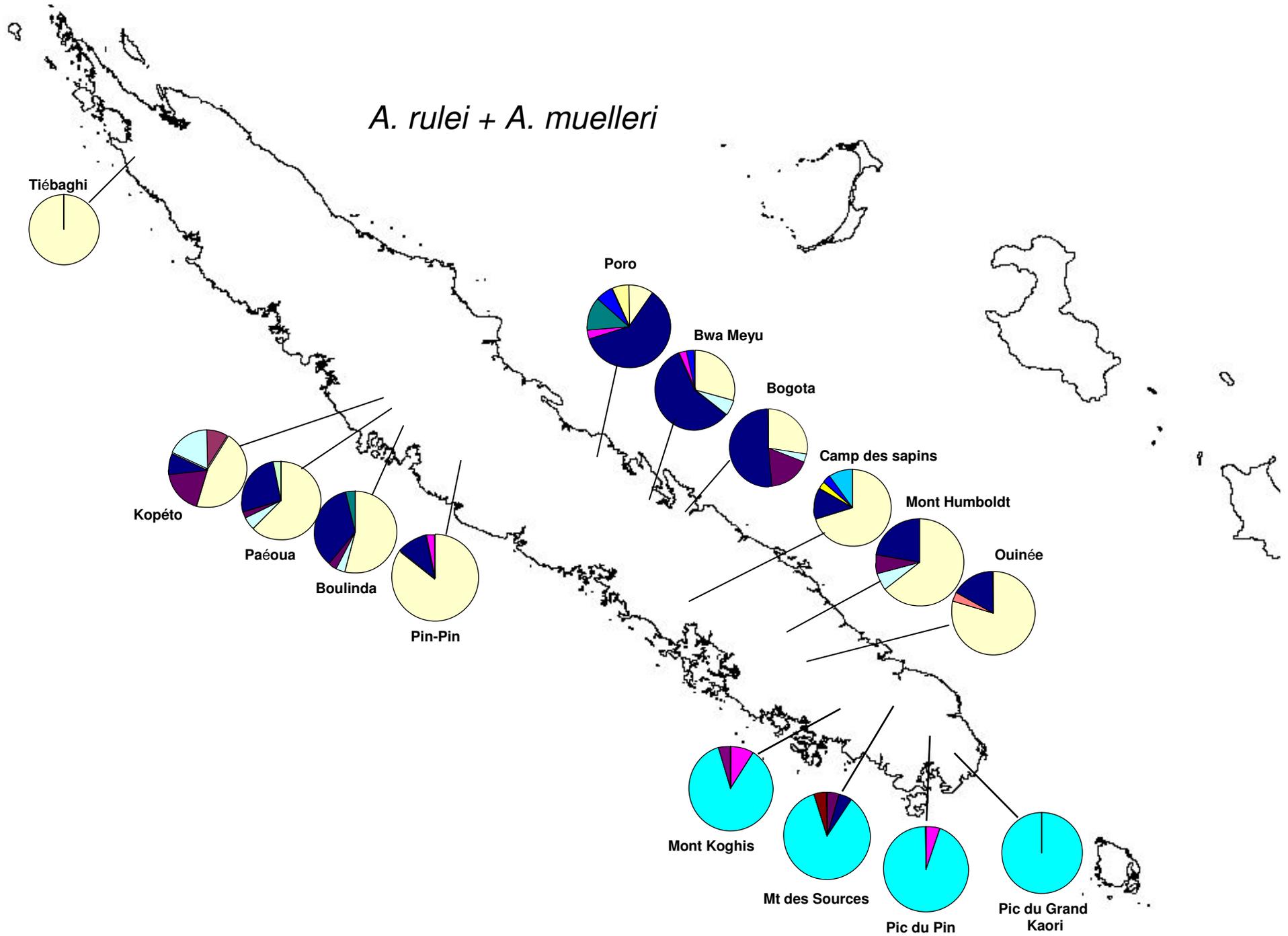
Araucaria rulei



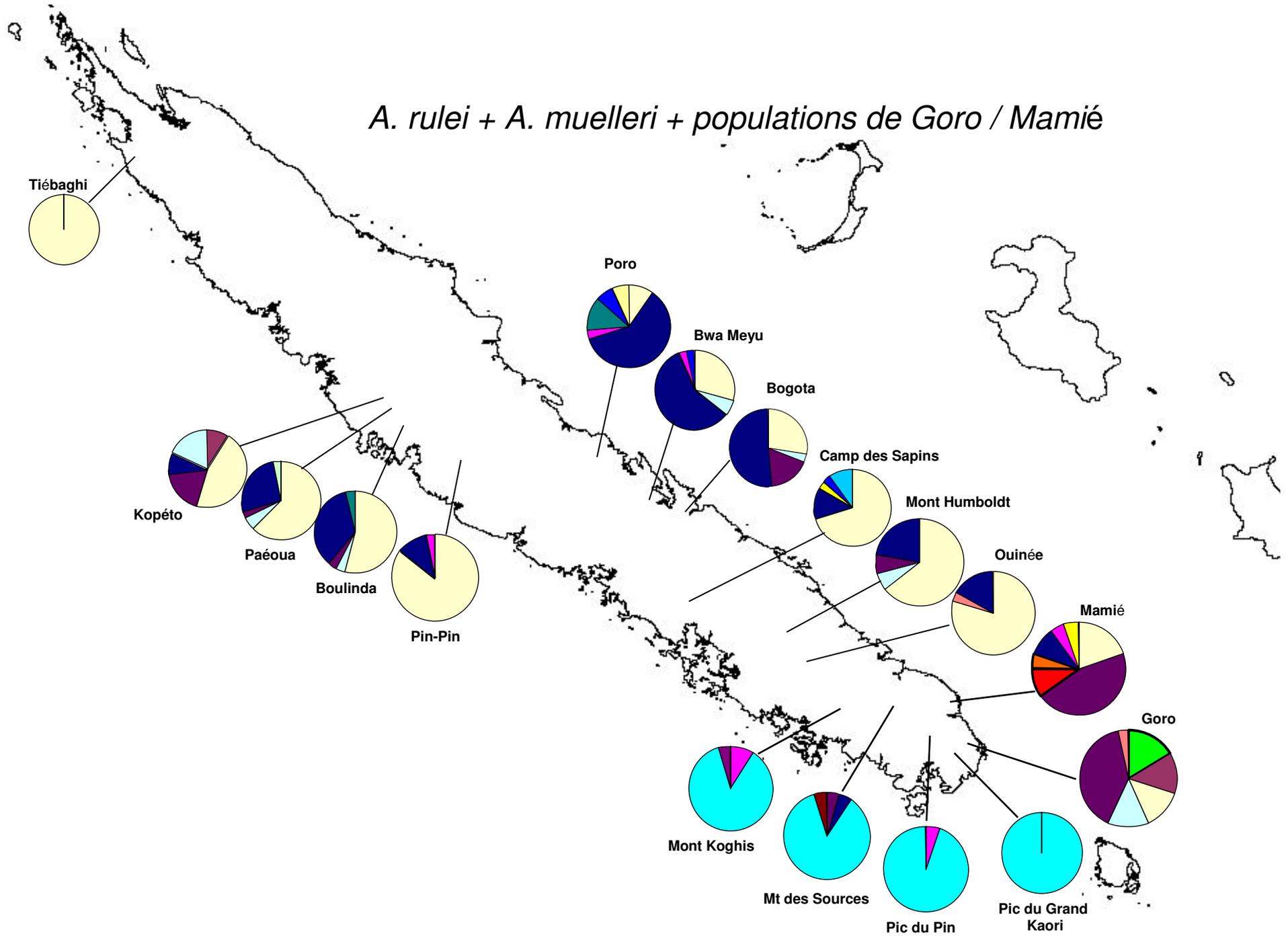


Différentes couleurs = différents variants génétiques (haplotypes d'ADNcp)
 $F_{ST} = 0.197$ (~ 20% de la variation est observée entre populations)
 La différenciation est plus forte que celle observée chez d'autres conifères

A. rulei + A. muelleri

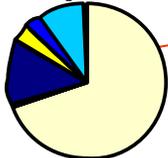


A. rulei + A. muelleri + populations de Goro / Mamié

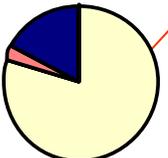


exemples de *A. rulei*

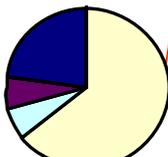
Camp des Sapins



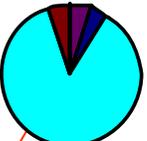
Mont Humboldt



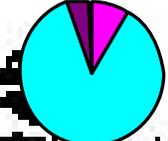
Ouinée



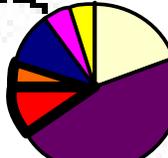
Mt des Sources



Mont Koghis

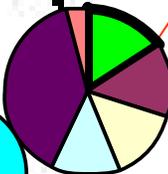


Mamié

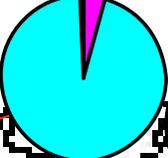


'Goro' *Araucaria*

Goro

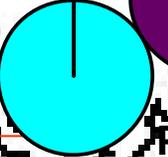


Pic du Pin



A. muelleri

Pic du Grand Kaori



Différenciation entre taxons

- *A. muelleri* vs *A. rulei* 78.7%
- *A. muelleri* vs forme 'Goro' 57.9%
- *A. rulei* vs forme 'Goro' 39.4%

La forme 'Goro' est plus proche de *A. rulei*, mais reste très divergente (analyse AMOVA, valeurs + élevées = divergences + fortes)

Différences morphologiques

La forme 'Goro' apparaît également très particulière lors de l'étude de la morphologie foliaire sur spécimens d'herbiers (taille de la feuille, forme et répartition des stomates sont intermédiaires entre *A. rulei* et *A. muelleri*)

Partie 1 - Conclusions

- Forte structure génétique chez *A. rulei*
 - > Toutes les populations ne sont pas équivalentes
 - Résultats similaires sur d'autres espèces
(ex. *A. montana* et *A. nemorosa*)
- *A. muelleri* est plus rare que préalablement supposé, et est confiné à quelques populations de montagnes
 - Montagne des Sources, Pic du Pin, Pic du Grand Kaori, Mt Koghis
 - > Statut de conservation de l'espèce doit être ré-évalué
- Les populations de Mamié / Goro sont très particulières
 - > Peut-être une nouvelle espèce, ou des populations fortement divergentes d'*A. rulei*

(2) La dégradation de l'habitat a-t-elle des conséquences génétiques néfastes sur les populations d'*Araucaria*?

- La fragmentation et le déclin des populations provoquent une perte de diversité et des croisements entre apparentés
- Cela est important car
 - La diversité génétique est nécessaire pour l'adaptation à un environnement changeant
 - Les croisements entre apparentés produisent des descendants moins 'performants'
- Mais.....chez les conifères, les flux de gènes (surtout via pollen) sont souvent très élevés
 - > En général, les conifères sont caractérisés par une forte diversité au sein des populations et une faible différenciation entre populations
 - >La dégradation de l'habitat pourrait avoir des effets limités si les flux géniques sont possibles entre 'fragments' de populations
- Cependant, ces prédictions reposent sur des études effectuées dans l'hémisphère Nord, où les populations sont souvent étendues et abondantes

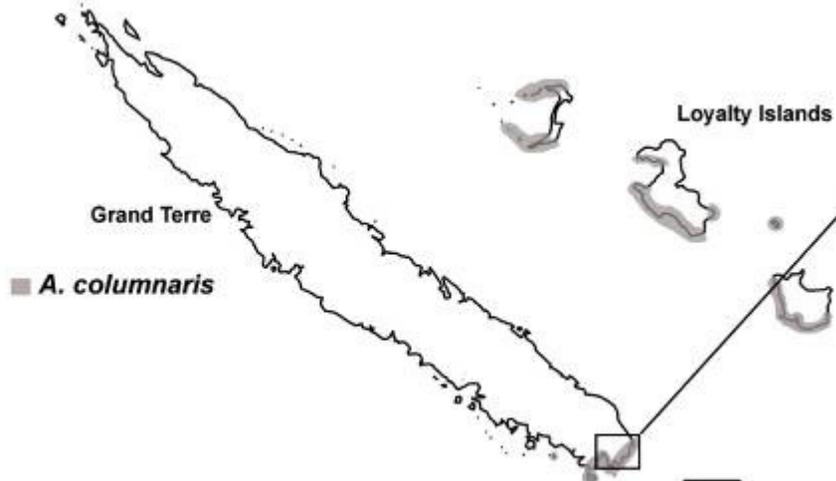
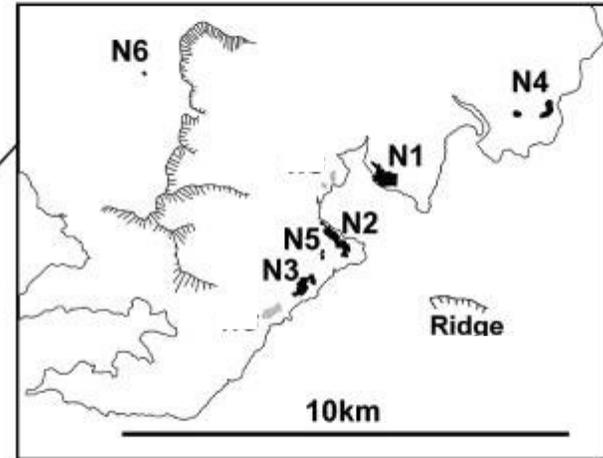
La dégradation de l'habitat a-t-elle des conséquences génétiques néfastes sur *A. nemorosa*?

- La dégradation de l'habitat a eu lieu relativement récemment par rapport à l'âge potentiel des arbres
 - Les arbres adultes pourraient refléter la situation avant les perturbations
 - Les juvéniles reflèteraient la situation actuelle
 - > recherche de différences entre adultes et juvéniles
- Etude de la diversité génétique sur 6 populations d'*A. nemorosa* et 6 populations d'*A. columnaris* (témoin)
 - Echantillonnage dans grandes populations ET petites populations isolées
 - Populations d'*A. columnaris* naturellement isolées
 - Populations d'*A. nemorosa* isolées à cause
de la fragmentation de l'habitat
- 480 adultes et 480 germinations génotypés à 7 loci microsatellites nucléaires

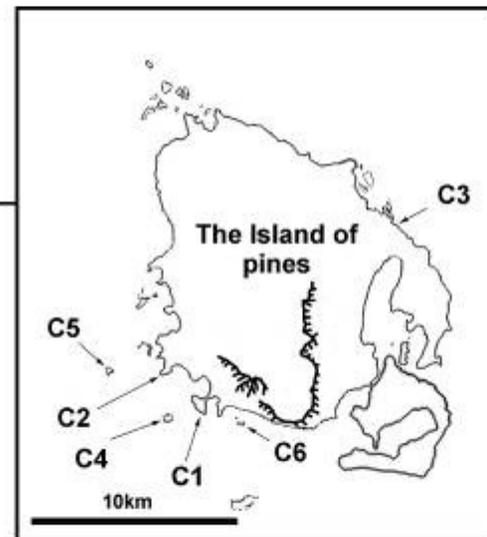


La quasi-totalité des populations d'*A. nemorosa* ont été échantillonnées

Port Boise *A. nemorosa* distribution



Island of pines *A. columnaris* study populations



Island of Pines

***Perte de diversité
entre adultes et
germinations?***

***Augmentation de la
consanguinité entre
adultes et germinations?***

A. columnaris

Non

Non

A. nemorosa

Oui

Oui (X 2)

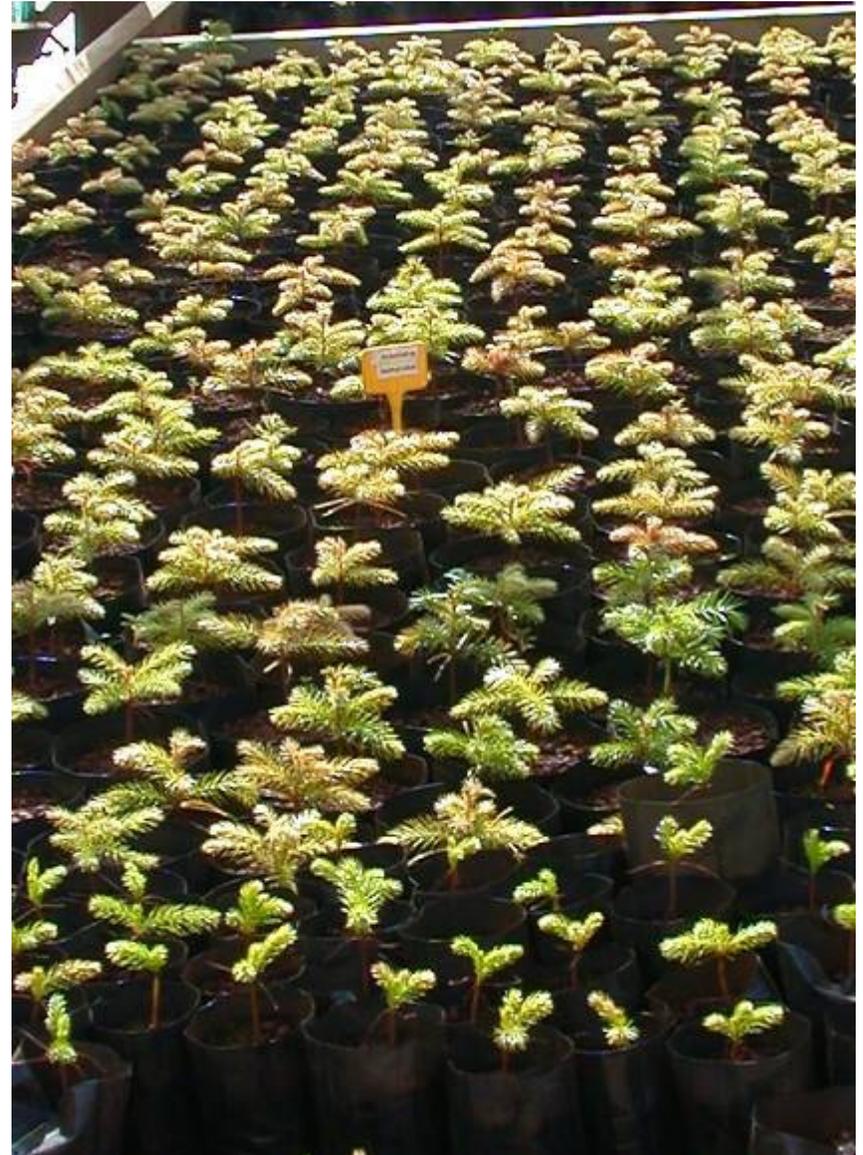


Partie 2 - Conclusions

- Contrairement aux prédictions sur les conifères tempérés, il y a des signes de conséquences génétiques néfastes de la dégradation de l'habitat sur *A. nemorosa*
- Les flux géniques ne sont pas suffisants pour contre-carrer les effets de la dégradation de l'habitat
- Les faibles rendements en graines d'*A. nemorosa* pourraient être liés à la dépression de consanguinité causée par des croisements entre apparentés
- Il est important de mettre en place des mesures de conservation pour :
 - limiter la future dégradation de l'habitat
 - limiter la future fragmentation des populations existantes

(3) Les programmes de restauration permettent-ils de conserver la diversité des populations naturelles 'sources'?

- Les collections *ex situ* et les programmes de restauration visent à représenter la diversité des populations naturelles
 - Objectif pour maximiser le succès à court et long termes
- Mais l'échantillonnage et la culture peuvent provoquer des problèmes génétiques :
 - Perte de diversité lors de l'échantillonnage
 - Survie en culture d'arbres qui n'auraient pas survécu dans la nature



Les populations *ex situ* d'*A. nemorosa* renferment-elles la diversité génétique des populations naturelles?

- **Problèmes potentiels concernant la reproduction**

- Estimation de la production de cônes et de graines dans 6 populations (229 arbres adultes)
 - 14% des arbres produisent des cônes murs
 - >50% des cônes observés ont <10 graines viables

- **Problèmes génétiques**

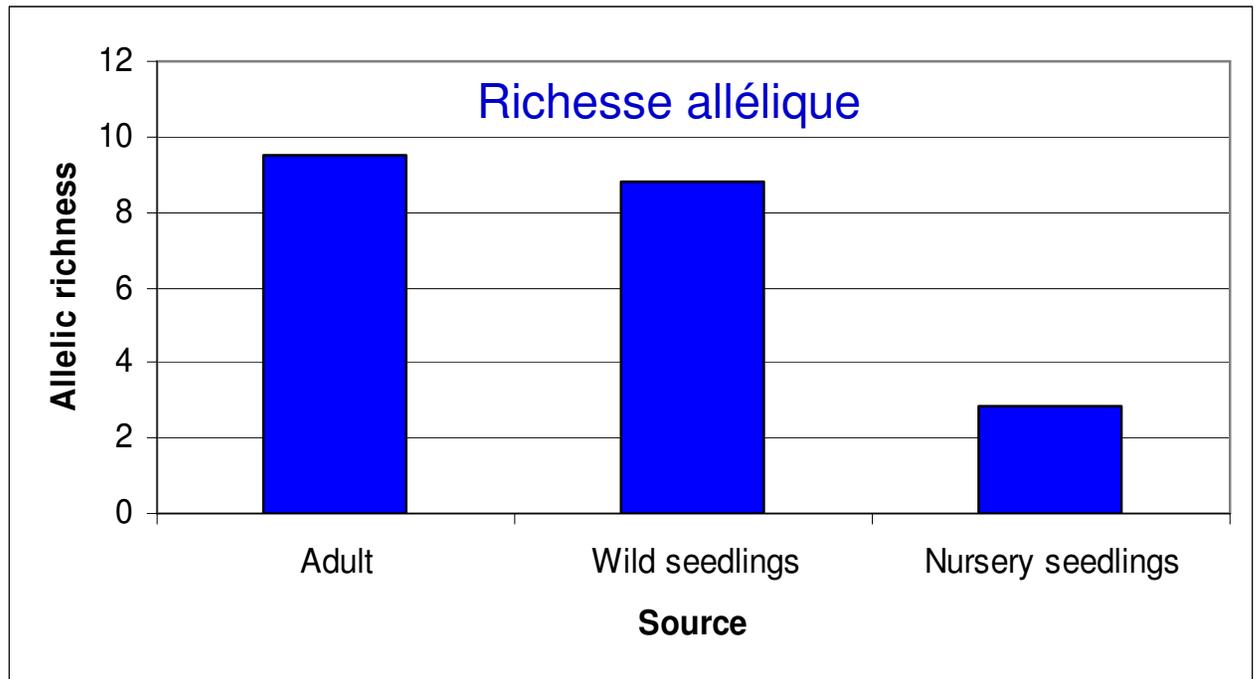
- Etude de la diversité et de la consanguinité chez adultes & germinations en populations naturelles + chez les arbres en serre pour 2 populations (240 individus, 7 microsatellites nucléaires)
- La pop. 'Kaanua' *ex situ* provient de cônes prélevés sur arbres adultes
- La pop. 'Forêt Nord' *ex situ* provient de graines récoltées au sol

-> Problèmes génétiques dans les 2 cas, mais de nature différente

Kaanua

Cônes récoltés sur
arbres adultes

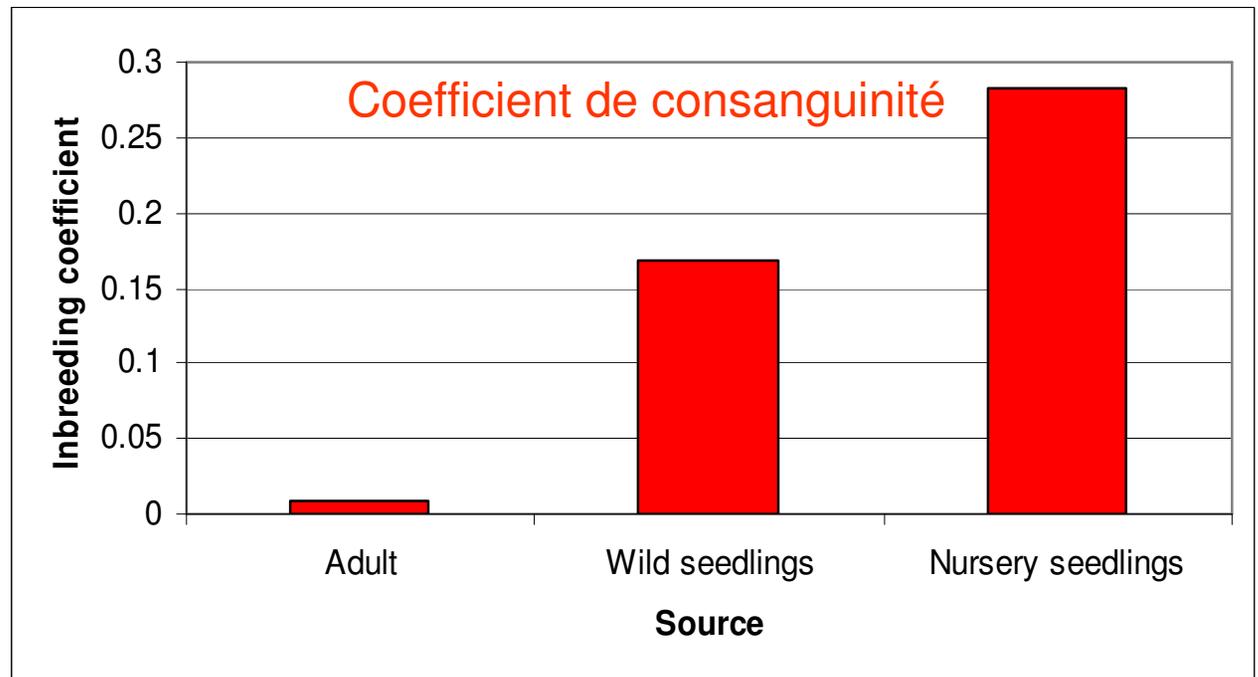
Forte perte de diversité



Forêt Nord

Graines récoltées au sol

Pas de perte de diversité,
mais forte consanguinité



Partie 3 - Conclusions

- Des succès reproducteurs très variables entre arbres peuvent provoquer des problèmes génétiques dans les programmes de restauration
- Pour bien représenter la biodiversité, il est nécessaire de récolter sur plusieurs arbres adultes et de suivre la survie des plantules en serre
 - Même des populations très bien échantillonnées peuvent renfermer une diversité biaisée si les taux de survie diffèrent d'un arbre à l'autre
- L' échantillonnage devrait être effectué sur plusieurs années
 - Seulement une faible proportion des arbres produisent des cônes une année donnée
- Récolter des graines sur le sol est efficace, mais peut provoquer la culture de matériel consanguin
 - Les conditions en serre sont plus clémentes que dans la nature
- La combinaison d'une large récolte de graines au sol et de plantules pourrait maximiser la diversité et minimiser la consanguinité
 - Dans la nature, les plantules ont déjà été soumises à sélection

Conclusions générales

- Les hypothèses de 1) faible biodiversité 'cachée' et 2) peu de problèmes génétiques chez *Araucaria* ne sont pas vérifiées
- Les problèmes génétiques observés chez *Araucaria* sont probablement encore plus forts chez des espèces peu étudiées et/ou qui dispersent moins

Quelques projets en cours...

- Une étude multi-spécifique de toutes les espèces d'*Araucaria* de Nouvelle Calédonie
 - Peut-on identifier des 'points-chauds' de diversité?
 - Certaines zones géographiques et/ou taxons sont-ils particulièrement divergents?
- Etablir les relations phylogénétiques entre espèces d'*Araucaria* de Nouvelle Calédonie pour mieux comprendre leur histoire évolutive

Remerciements

Province Sud, Province Nord, Jérôme
Munzinger, Joseph Manauté
Stéphane McCoy, Michelle Hollingsworth,
Philip Thomas, Robert Mill
Institut pour la Recherche et le Développement
(IRD), NERC, Darwin Trust of Edinburgh