

Adaptation des forêts méditerranéennes aux changements climatiques

► Vendredi 20 novembre 2015



Migration, dispersion des pollens et des graines :

interaction de processus démographiques et génétiques

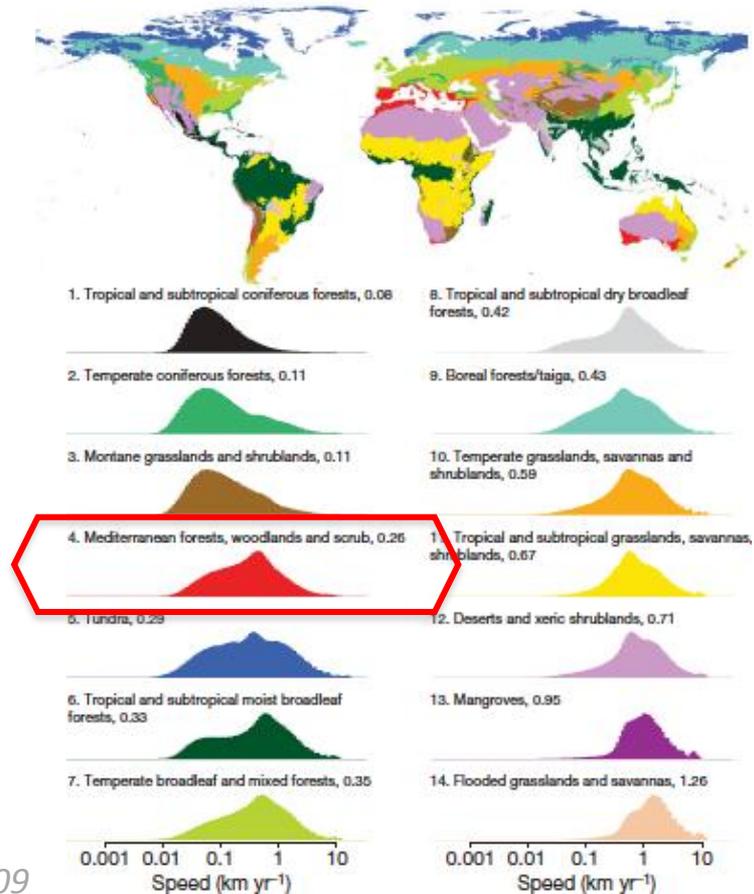
- ▶ Klein EK, Fady B, Gaüzère J, Lefèvre F, Oddou–Muratorio S, Pichot C
URFM, Avignon, INRA



Changement climatique et déplacement dans l'espace

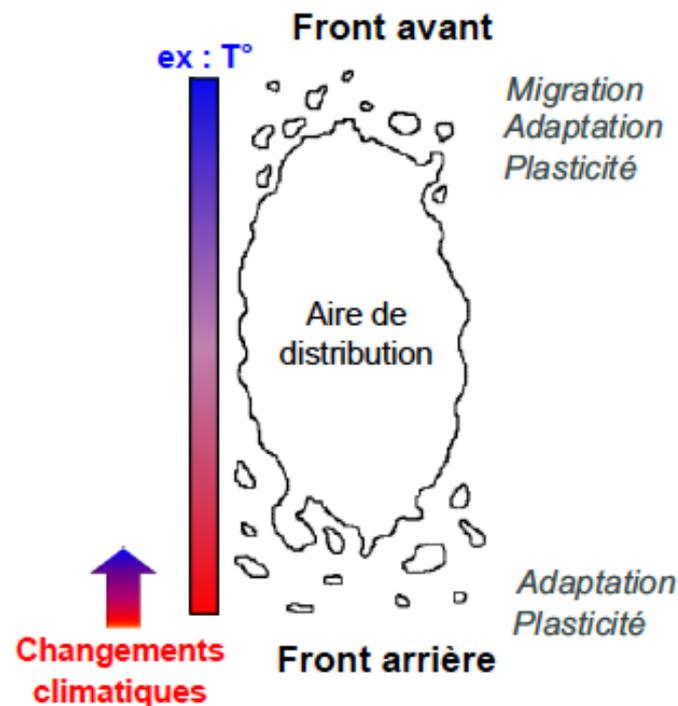
- Mouvement des populations via la dispersion de graines
- Mouvement des gènes via la dispersion de graines et de pollen
- Développements récents de l'écologie du mouvement/écologie de la dispersion
- Capacités de modélisation spatio-temporelle

Loarie et al. 2009



Changement climatique et déplacement dans l'espace

- Evolution spatio-temporelle sur un gradient environnemental (latitudinal/altitudinal)
- Différents enjeux pour les populations en différents endroits
 - marge avant
 - cœur de l'aire de distribution
 - marge arrière



Loarie et al. 2009

1. Dispersion des graines et patrons de colonisation

Review

Cell
PRESS

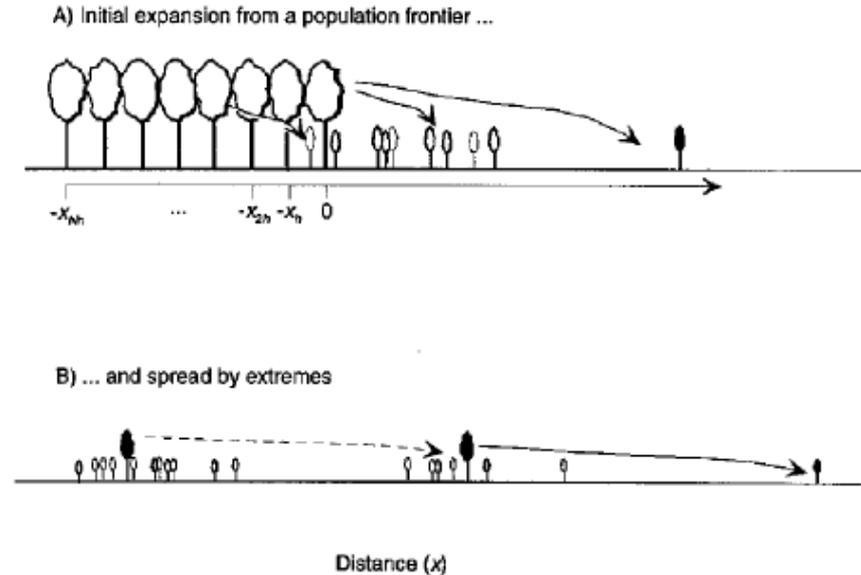
Will plant movements keep up with climate change?

Richard T. Corlett¹ and David A. Westcott²



1. Distance de dispersion et vitesse de migration

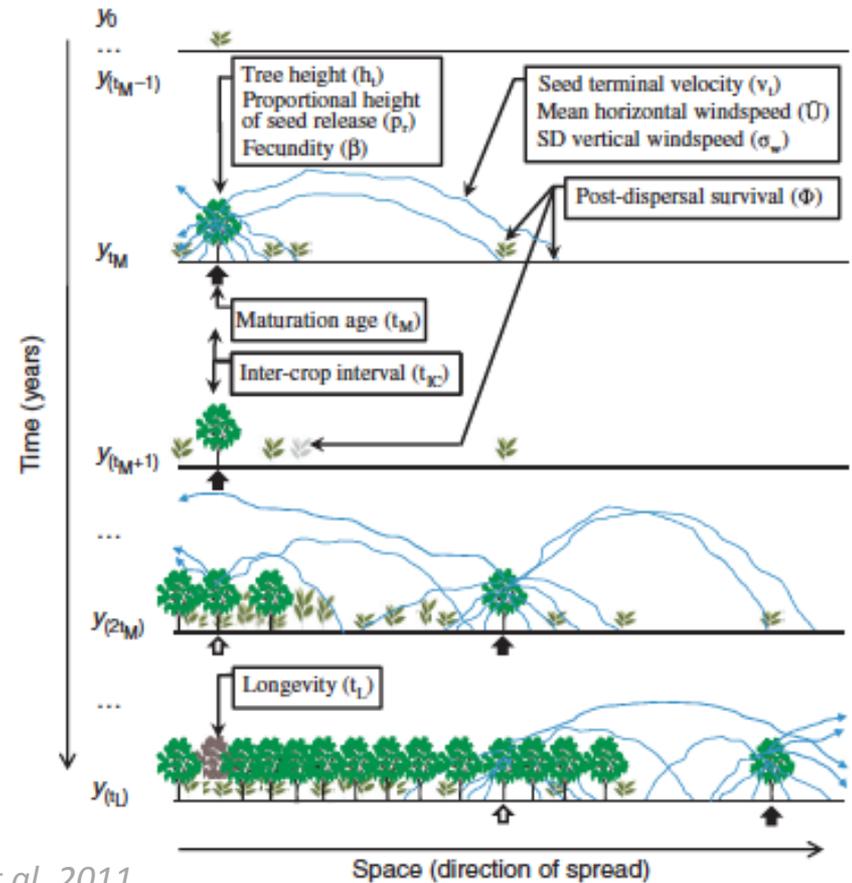
- Le rôle majeur de la dispersion à longue distance...
 - Occurrence d'événements de dispersion à longue distance démontrée (x100 m à x km)
 - Fréquence des événements de dispersion à longue distance quantifiée
 - Rôle de la dispersion à longue distance dans la propagation



Clark et al. 2001

1. Distance de dispersion et vitesse de migration

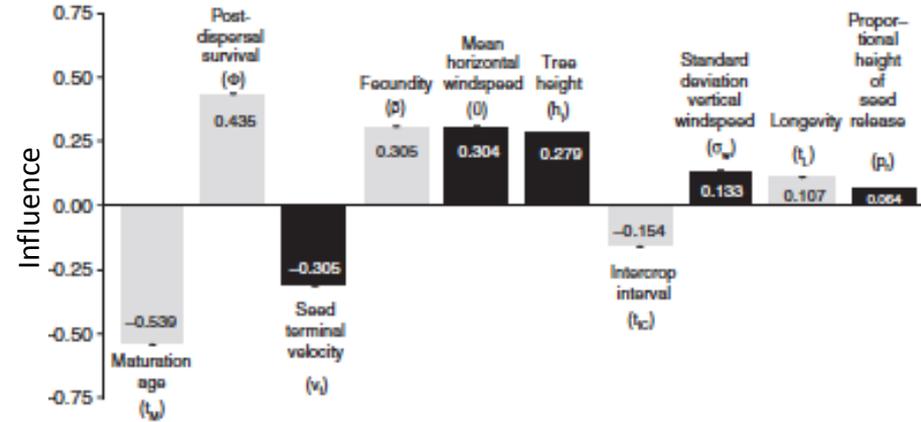
- Le rôle majeur de la dispersion à longue distance...
- ... en forte interaction avec la démographie



Nathan et al. 2011

1. Distance de dispersion et vitesse de migration

- Le rôle majeur de la dispersion à longue distance...
- ... en forte interaction avec la démographie
 - la « durée de génération »
 - la mortalité post-dispersion
 - la fécondité à faible densité
 - la structure en classes d'âge
 - effet allée, phase juvénile...

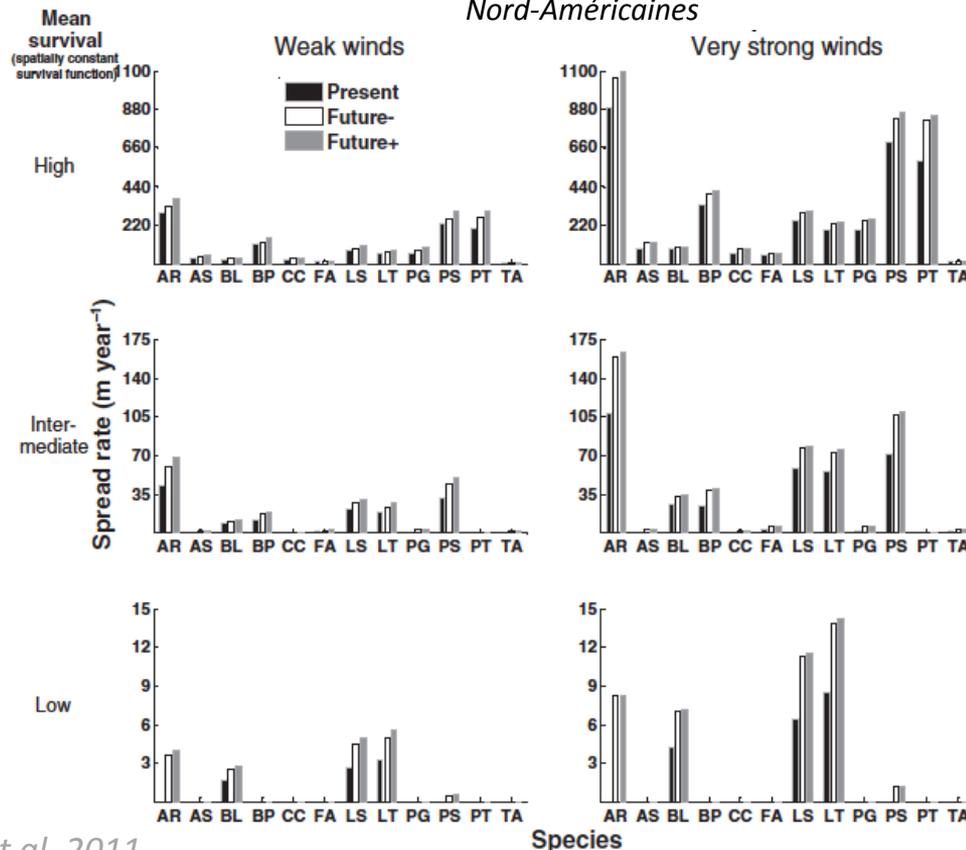


Influence des paramètres sur la vitesse de colonisation (en noir: dispersion; en gris: démographie)

Nathan et al. 2011

1. Distance de dispersion vitesse de migration

- Le rôle majeur de la dispersion à longue distance...
- ... en forte interaction avec la démographie...
- ...permettent de prédire des vitesses de colonisation

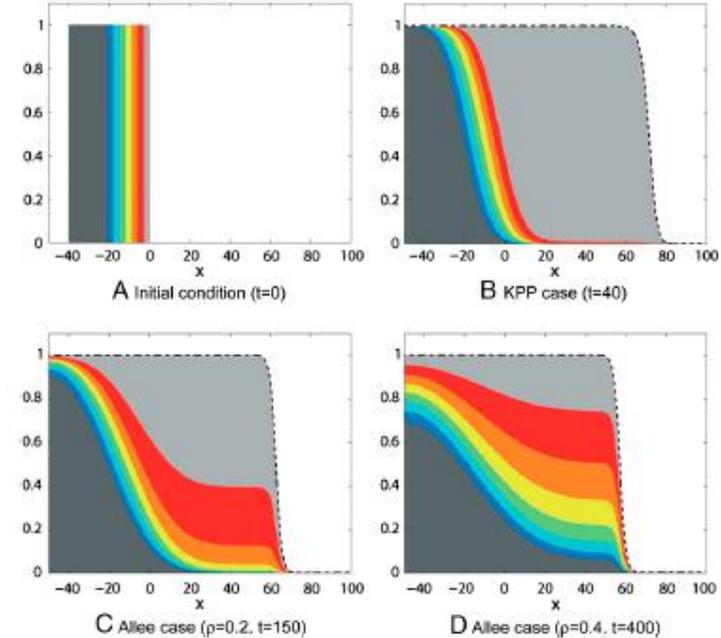


Nathan et al. 2011

1. Distance de dispersion et vitesse de migration

- Fronts de colonisation tirés et fronts de colonisation poussés
 - Les mêmes processus démographiques gouvernent l'avancée du front et le maintien de la diversité
 - Fronts tirés par la croissance en avant du front
 - vs Fronts poussés par la dispersion de l'arrière du front

Transport de diversité dans un front tiré (haut-gauche) et dans un front poussé (bas)



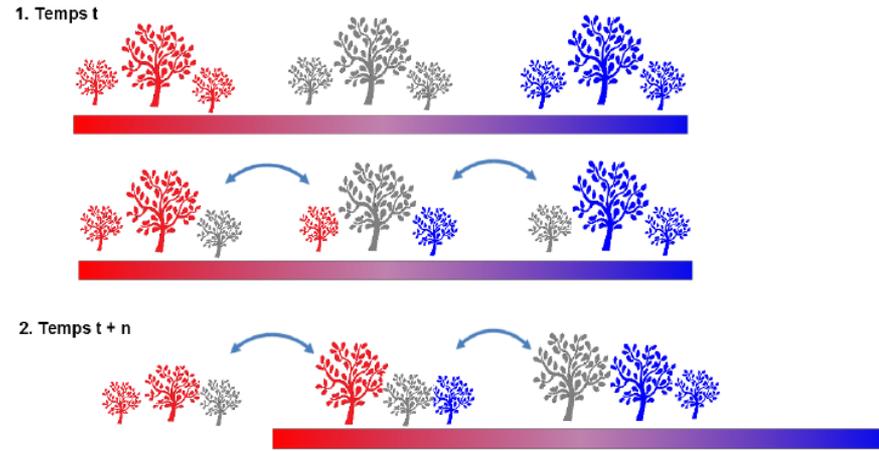
Roques et al. 2012

2. Dispersion du pollen, flux de gènes et adaptation locale



2. Flux de gènes et adaptation locale

- Sur un gradient changeant ... flux de gènes préadaptés importants pour l'adaptation
- Modèles mécanistes montrent
 - le rôle attendu de la dispersion du pollen à longue distance
 - le rôle prépondérant du taux de mortalité



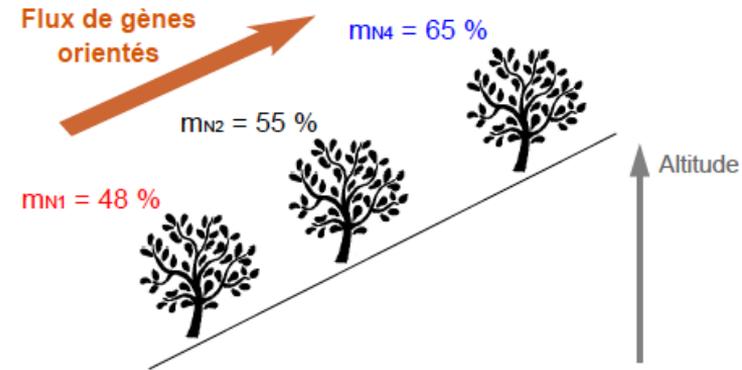
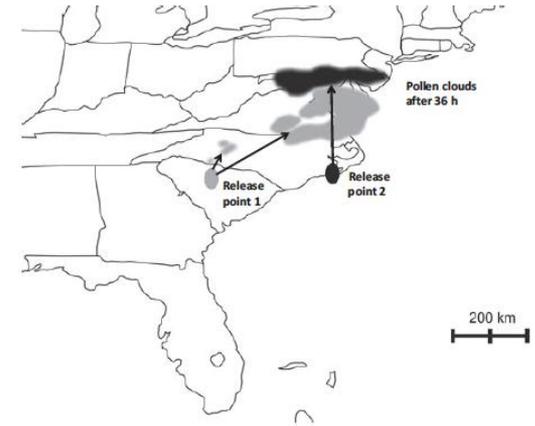
Factor	Lag (days)	SE (days)
Intercept (AM 13, birch dispersal, 2% mortality)	38.70	0.53
Pine dispersal	+2.17	0.67
AM 20	-0.04	0.67
3% mortality	-6.23	0.71
4% mortality	-8.68	0.71
Pine dispersal × AM 20	-0.73	0.67
Pine dispersal × 3% mortality	+1.32	0.82
Pine dispersal × 4% mortality	+1.49	0.82
AM 20 × 3% mortality	+1.22	0.82
AM 20 × 4% mortality	+0.36	0.82

Savolainen et al. 2007, Kremer et al. 2012, Kuparinen et al. 2010

2. Flux de gènes, adaptation locale

Dispersion du pollen

- Capacités de transport sur des distances importantes (x10 km à x 100 km)
- Des taux d'immigration pollinique rapportés généralement >50% et des distances moyennes >100m
- Effets potentiellement forts des décalages de phénologie de floraison

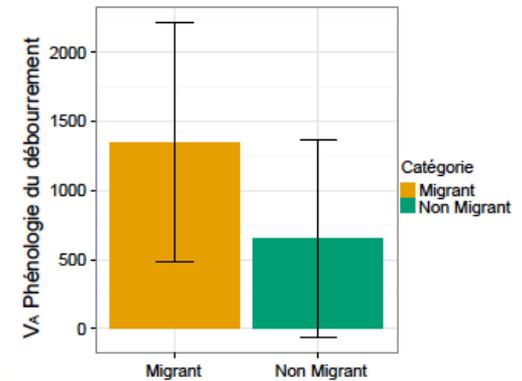
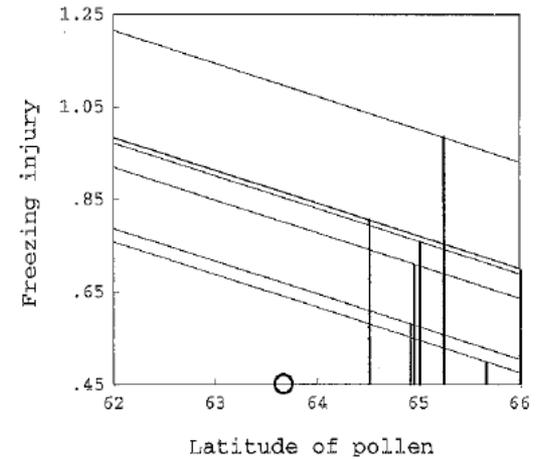


Bohrerova et al. 2011, Gaüzère 2014

2. Flux de gènes, adaptation locale

Dispersion du pollen

- Rares démonstrations directes de l'apport d'innovation génétique par flux de pollen
- Gaüzère (2014):
 - 13 caractères phénotypiques
 - 3 populations / 60 mères / 5000 semis
 - comparaison de valeurs génétiques des migrants vs. non-migrants



Nilsson 1995, Gaüzère 2014

3. Dispersion du pollen et régime de reproduction



3. Dispersion de pollen et régime de reproduction

- Le régime de reproduction

...caractérise finement les appariements entre arbres

- Taux d'autofécondation

- Nombre de pères efficaces (par mère)

- Taux d'immigration pollinique efficace

... est déterminé par la dispersion du pollen et la distribution des arbres (en partie)

... peut accélérer l'adaptation en favorisant les recombinaisons

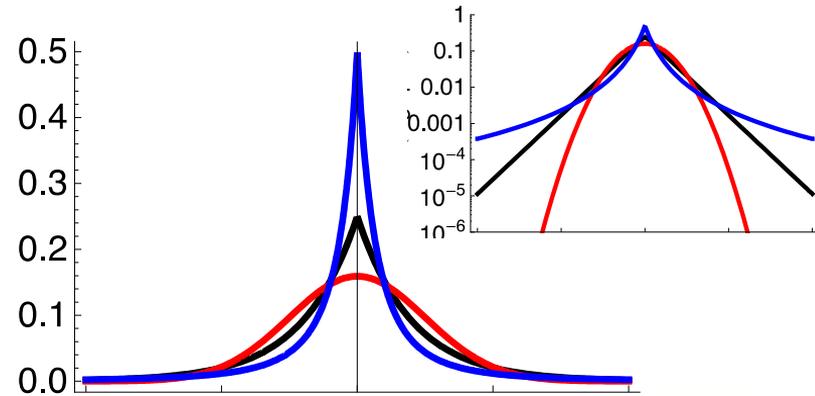
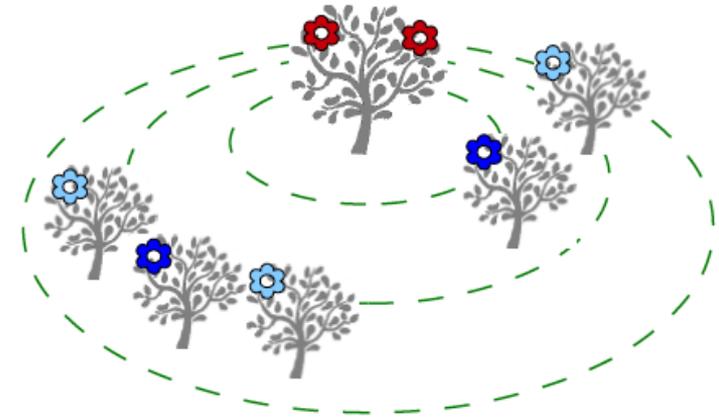
3. Dispersion de pollen et régime de reproduction

- Loi d'action de masse

$$\rho_{mp} = \frac{F_p K(d_{mp})}{\sum_{\text{tous les } q} F_q K(d_{mq})}$$

- Déficit de dispersion pollinique à des distances intermédiaires

=> Quelques pères proches dominants et beaucoup d'arbres lointains minoritaires forment le nuage pollinique

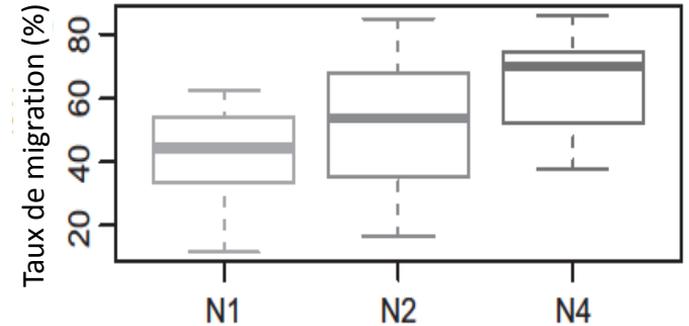


3. Dispersion de pollen et régime de reproduction

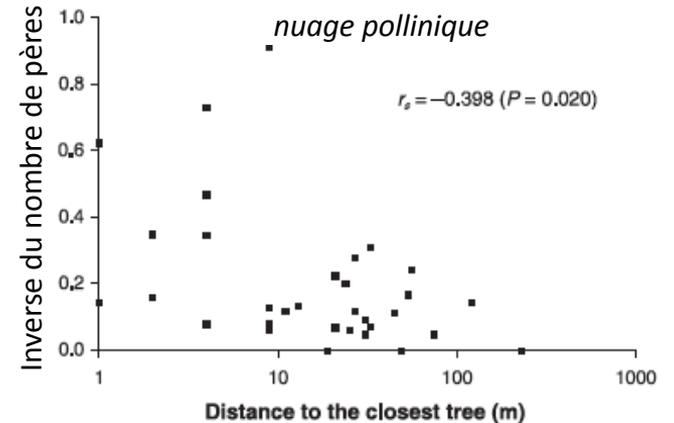
- Forte variabilité entre les arbres-mères pour la composition du nuage pollinique
- Rôle particulier des arbres isolés
 - plus de diversité pollinique
 - plus de pollen immigrant de longue distance
 - (mais plus d'autofécondation)

Gaüzère 2014, Robledo-Arnuncio et al. 2004

Taux de migration individuels dans 3 populations de hêtre du Mont-Ventoux



Relation entre isolement et diversité du nuage pollinique



Conclusions

- Migration seule ne suffira vraisemblablement pas pour suivre le changement climatique dans l'espace
 - ⇒ migration assistée ? où/quand/comment ?
 - ⇒ flux de gènes assisté ?
- La longue distance joue un rôle majeur (démographie, adaptation, apport de diversité)...
 - ... mais en interaction avec la démographie et la distribution spatiale locales (Agir « local » peut modifier les processus « large échelle »)
 - ⇒ Agir sur les structures en âge et en taille
 - ⇒ Structurer le peuplement pour infléchir le régime de reproduction
 - ⇒ Choisir des semenciers en fonction de leur voisinage