

Université de Liège,
Faculté des sciences,
Département de biologie, écologie et évolution,
Unité de biologie de l'évolution et de la conservation (E. Sérusiaux)

Université
de Liège



Analyse de la biogéographie historique du dernier maximum glaciaire des bryophytes d'Europe tempérée à travers les statistiques bayésiennes approximées

Juin 2015

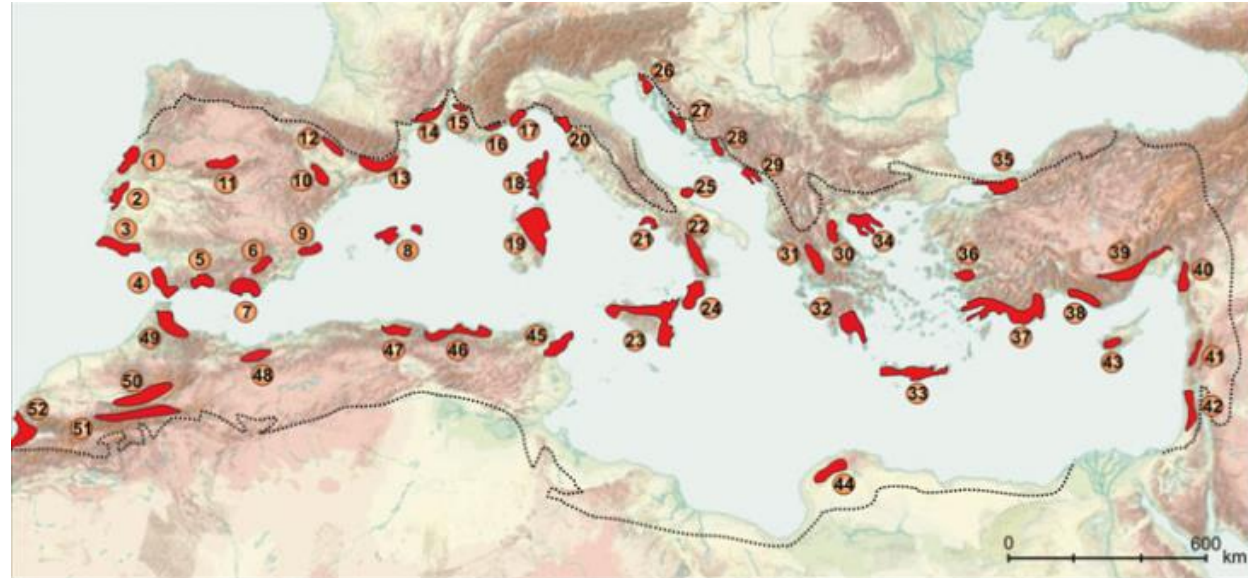
Mémoire défendu par Alice Ledent
Dans le but d'obtenir le grade de Master en Biologie des Organismes et Écologie
Promoteur : Alain Vanderpoorten ; Co-promoteur : Jairo Patiño



Introduction

- Impact du réchauffement climatique sur la répartition des espèces ?
 - Etude des changements climatiques passés
 - (Petit *et al.*, 2005)
- Répartition actuelle des espèces ?
 - Périodes glaciaires du « Quaternaire »
 - dernier maximum glaciaire (26 000 - 19 000 ans) = le plus virulent
 - (Hewitt, 1996, 1999, 2000)
- Europe : 2 hypothèses biogéographiques

- Animaux : hypothèse des refuges Sud
 - Survie possible dans 52 refuges méditerranéens identifiés via diversité génétique



Refuges méditerranéens (Médail & Diadema, 2009)

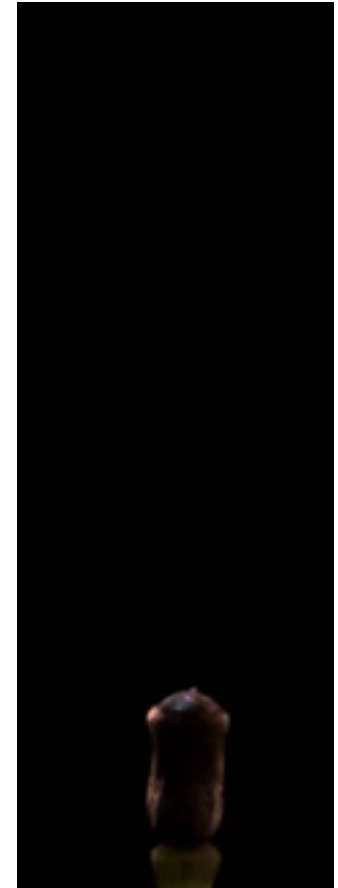
- Recolonisation lente des régions tempérées depuis ceux-ci
 - (Hewitt, 1996, 1999, 2000)

- Animaux : hypothèse des refuges Sud
 - Survie possible dans 52 refuges méditerranéens identifiés via diversité génétique
 - Recolonisation lente des régions tempérées depuis ceux-ci
 - (Hewitt, 1996, 1999, 2000)
- Angiospermes : hypothèse des microrefuges nordiques
 - Méditerranée isolée au vu de la divergence génétique entre régions méditerranéenne et extra-méditerranéennes
 - Survie possible dans des microrefuges du nord de l'Europe
 - Recolonisation des régions tempérées depuis ceux-ci
 - (Petit *et al.*, 2003, 2005)

- Particularités des bryophytes
 - Poïkilohydrie



- Particularités des bryophytes
 - Poïkilohydrie
 - Capacités de dispersion à longue distance



→ **Organismes modèles pour l'étude des changements climatiques**

- Particularités des bryophytes
 - Poïkilohydrie
 - Capacités de dispersion à longue distance
- Capacités dispersives
 - Migrations transocéaniques
 - Recrutements d'individus extra-européens
 - D'Amérique du Nord et de Macaronésie
 - Structuration Est-Ouest de l'Europe
 - Nouvelles hypothèses biogéographiques

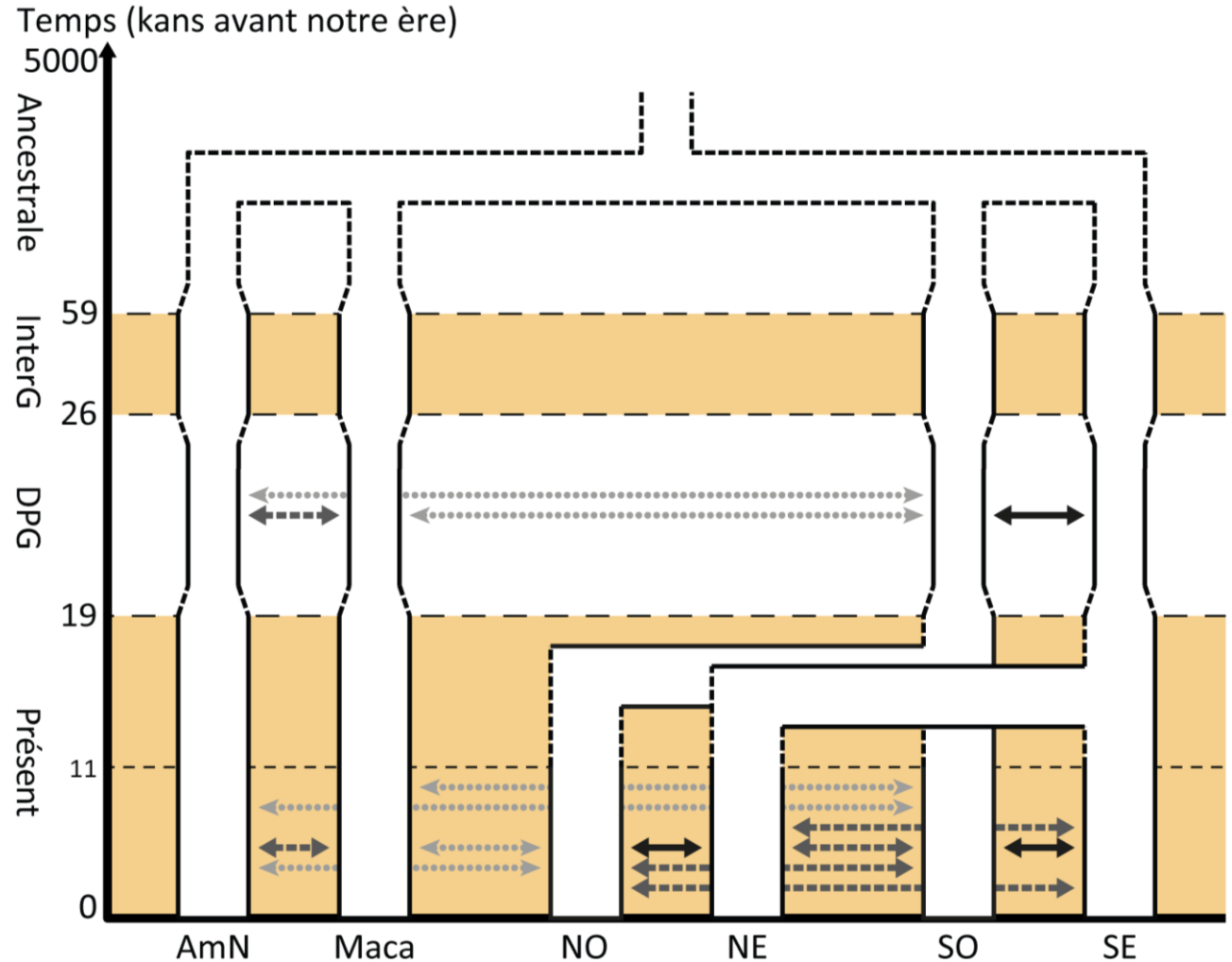
Objectifs

- Evaluer, en Europe, l'impact du dernier maximum glaciaire sur la répartition des bryophytes tempérées à travers les statistiques bayésiennes approximées
- Plus spécifiquement,
 - Déterminer s'il existe différents scénarios évolutifs qui conduisent à la distribution tempérée telle qu'observée actuellement
 - Contraster les hypothèses biogéographiques suivantes :

Hypothèse des refuges Sud (scénario 1)

Introduction

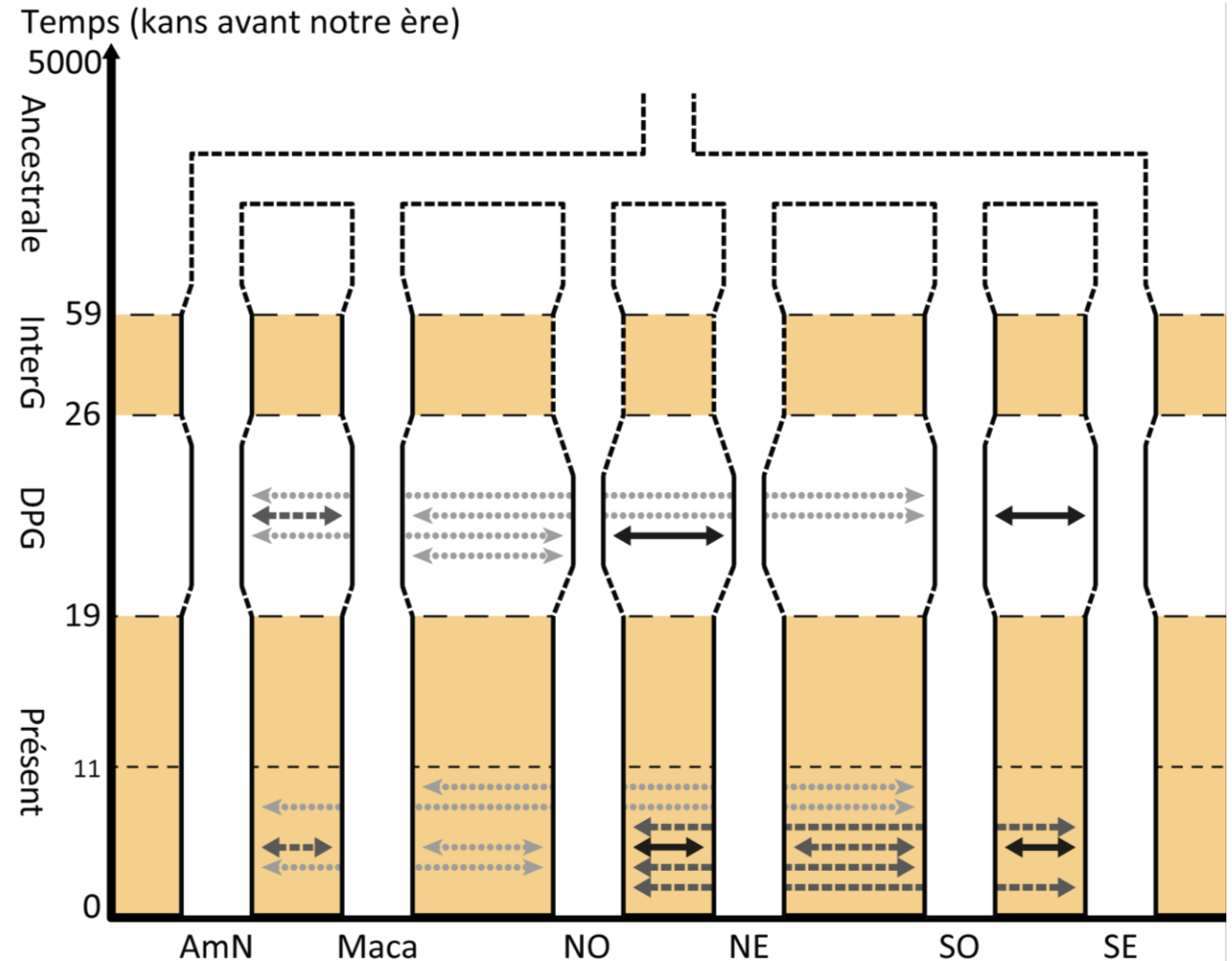
- Structuration Nord-Sud
- Pas de survie dans les régions extraméditerranéennes
- Survie dans des refuges méditerranéens
 - Recolonisation des régions tempérées depuis ceux-ci
- Migrations faibles entre l'ouest de l'Europe et, l'Amérique du Nord et la Macaronésie



Hypothèse des microrefuges nordiques (scénario 2)

Introduction

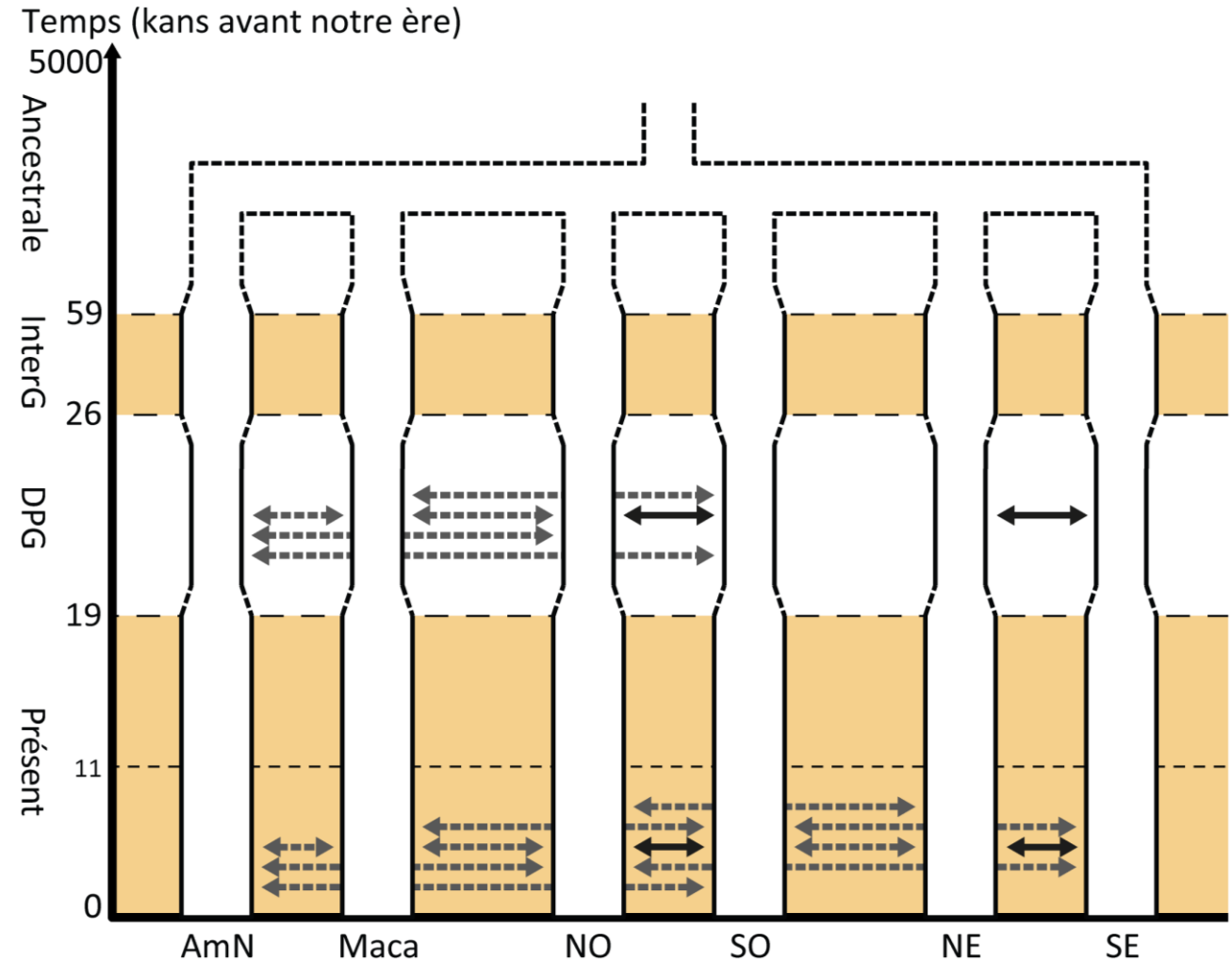
- Survie dans les régions extra-méditerranéennes
- Recolonisation des régions tempérées depuis les microrefuges nordiques
- Pas de migrations entre ces régions durant la dernière période glaciaire



Hypothèse de structuration Est-Ouest (scénario 3)

Introduction

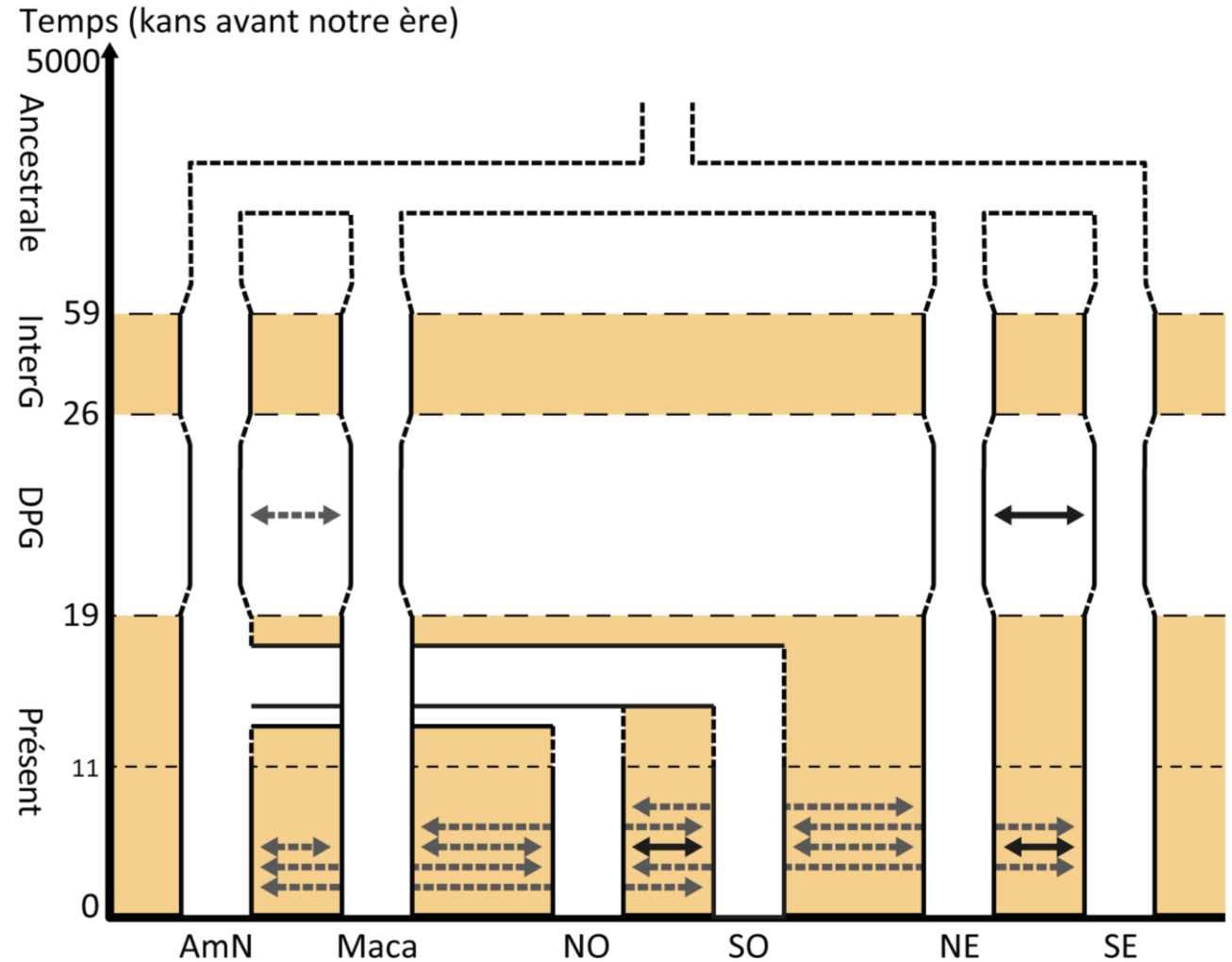
- Structuration Est-Ouest
- Survie dans les régions est- et ouest-européennes
- Pas de migrations entre ces régions durant la dernière période glaciaire
- Migrations moyennes entre l'ouest de l'Europe et, l'Amérique du Nord et la Macaronésie



Hypothèse de recolonisation extra-européenne : origine nord-américaine (scénario 4a)

Introduction

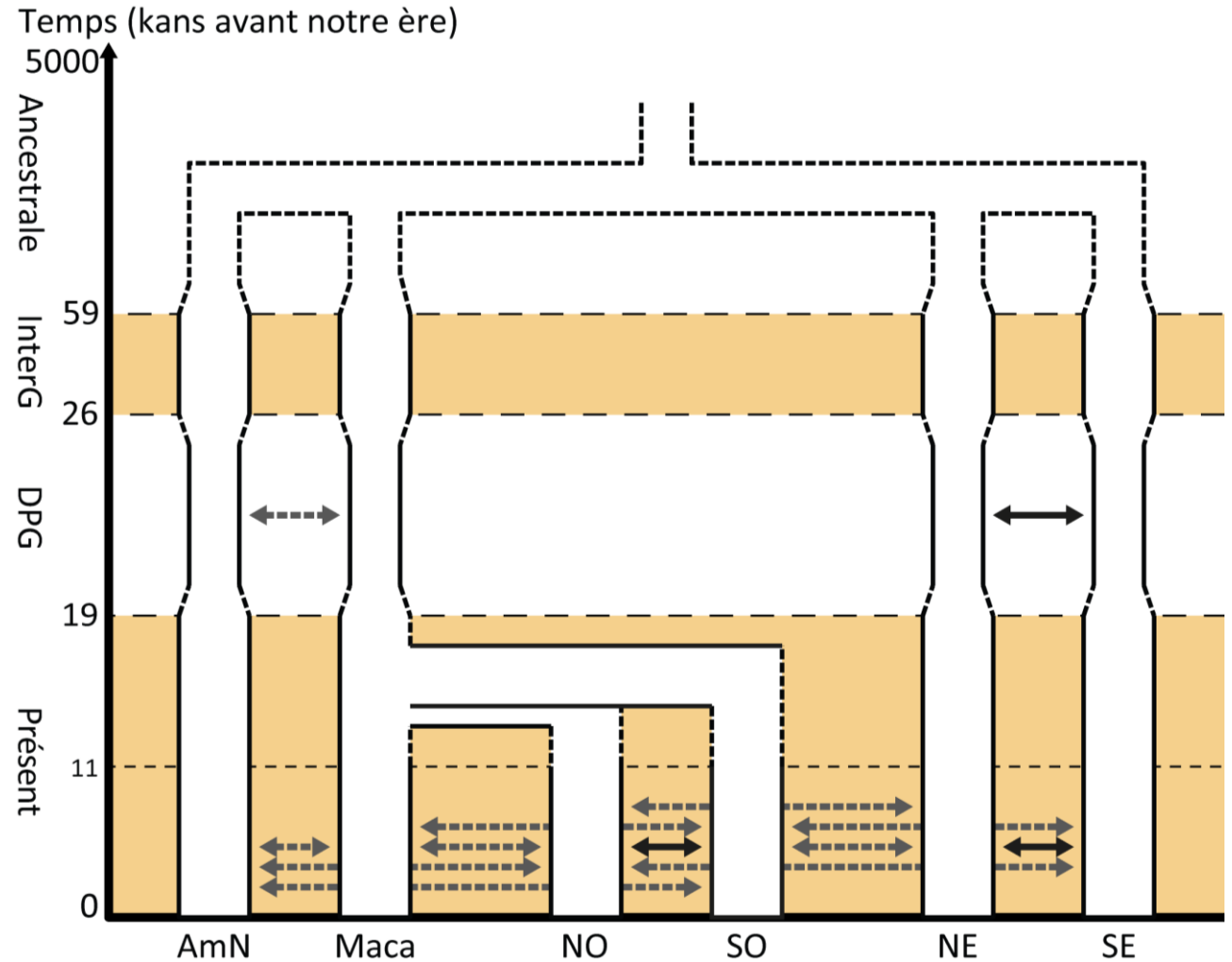
- ▶ Pas de survie dans la région ouest-européenne
- ▶ Recolonisation de celle-ci depuis l'Amérique du Nord



Hypothèse de recolonisation extra-européenne : origine macaronésienne (scénario 4b)

Introduction

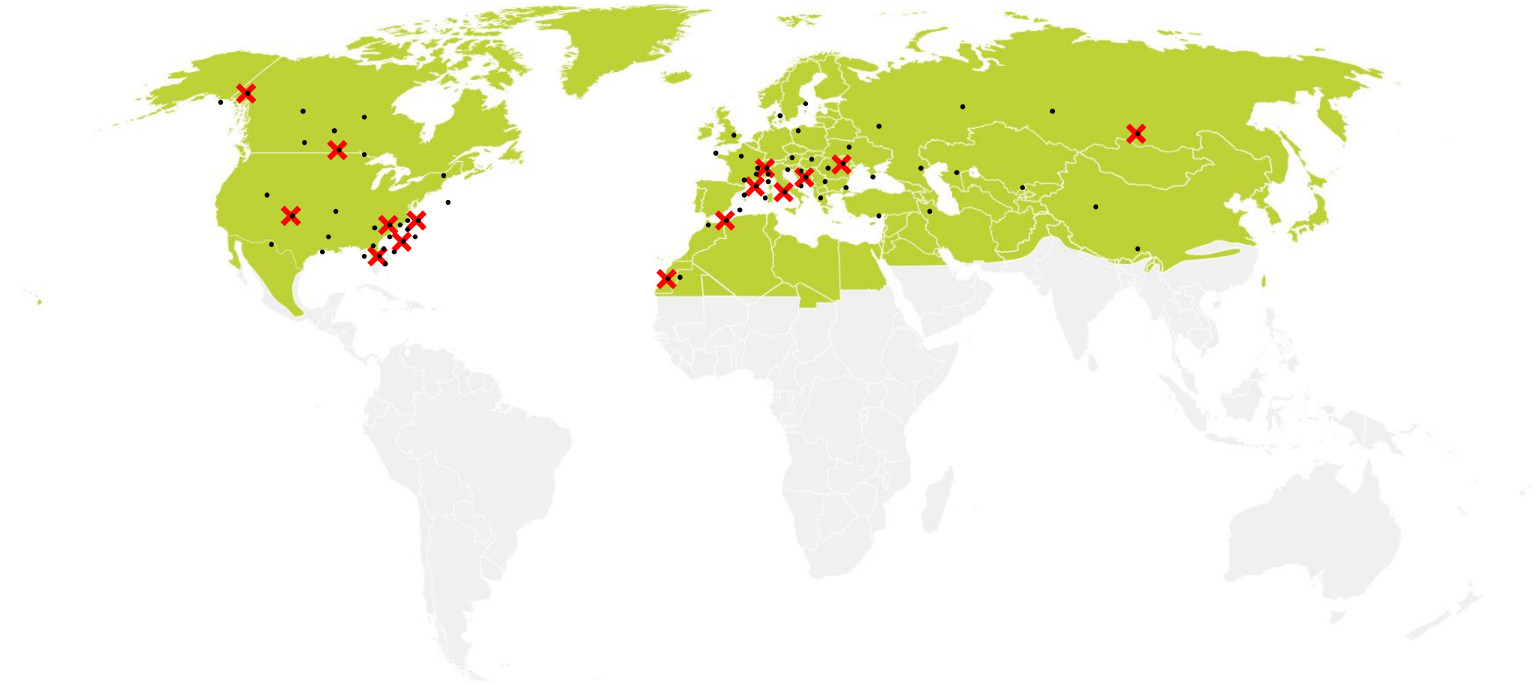
- Pas de survie dans la région ouest-européenne
- Recolonisation de celle-ci depuis la Macaronésie





Matériel et méthodes

I Echantillonnage taxonomique et populationnel



● Point de présence

✕ Point échantillonné (39-217)

X 13 espèces

I Echantillonnage taxonomique et populationnel

X 13 espèces



II Extraction, amplification et séquençage de l'ADN

X ₁	=	ACGATCCCAA	...	TAGTGGCATG
X ₂	=	CGGATGCATG	...	ACGTTAGCTC
.				
.				
.				
X _n	=	CGAATTACGG	...	CATGCAATAT
		<i>locus 1</i>	<i>...</i>	<i>locus z</i>

Matrice de séquences observées

X = Point échantillonné (39-217)

X 13 espèces

I Echantillonnage taxonomique et populationnel

X 13 espèces



II Extraction, amplification et séquençage de l'ADN

X 13 espèces



III Analyse de Calculs Bayésiens Approximés (ABC)

X Amphidium mougeotii

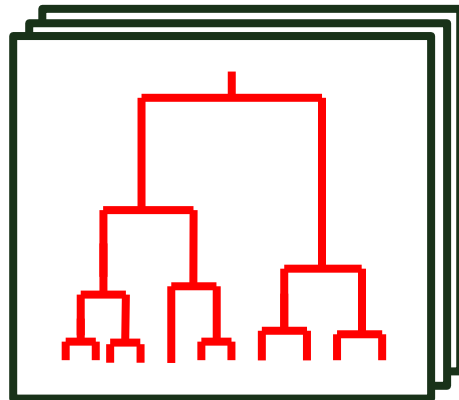


3 étapes

1. Simulation de généalogies d'individus

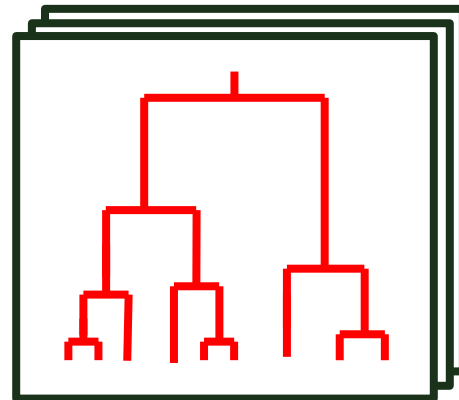
- Sous la contrainte des différents scénarios biogéographiques étudiés

Scénario 1



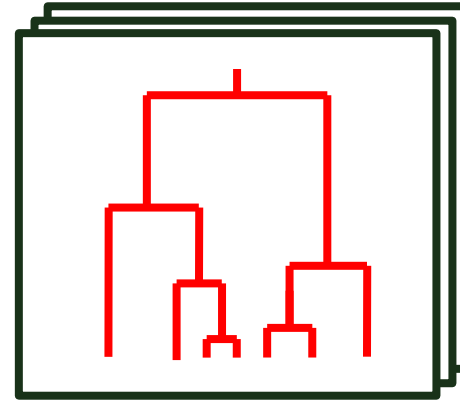
$\times 10^6$

Scénario 2



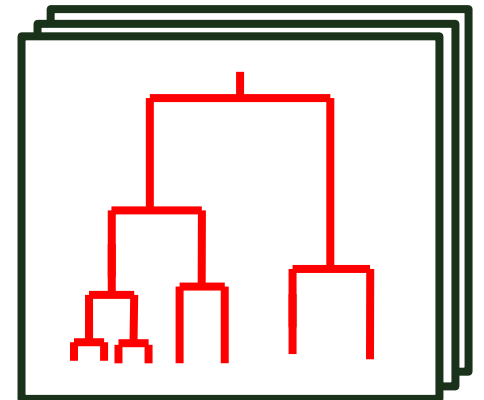
$\times 10^6$

Scénario 3



$\times 10^6$

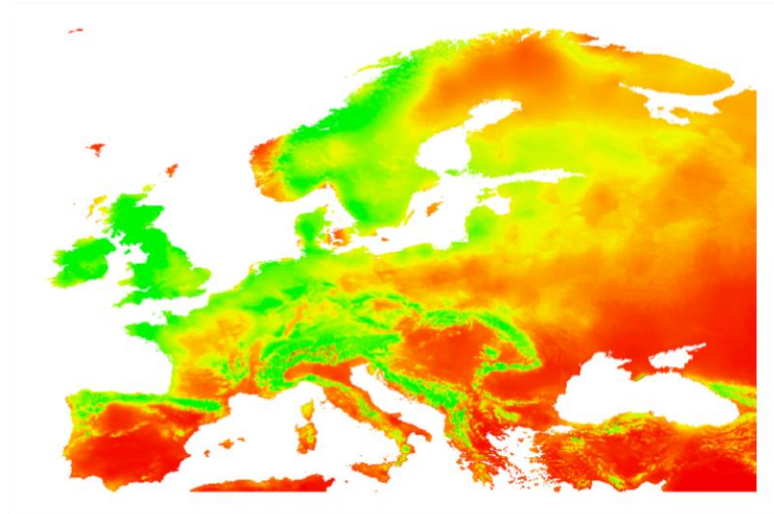
Scénario 4



$\times 10^6$

1. Simulation de généalogies d'individus

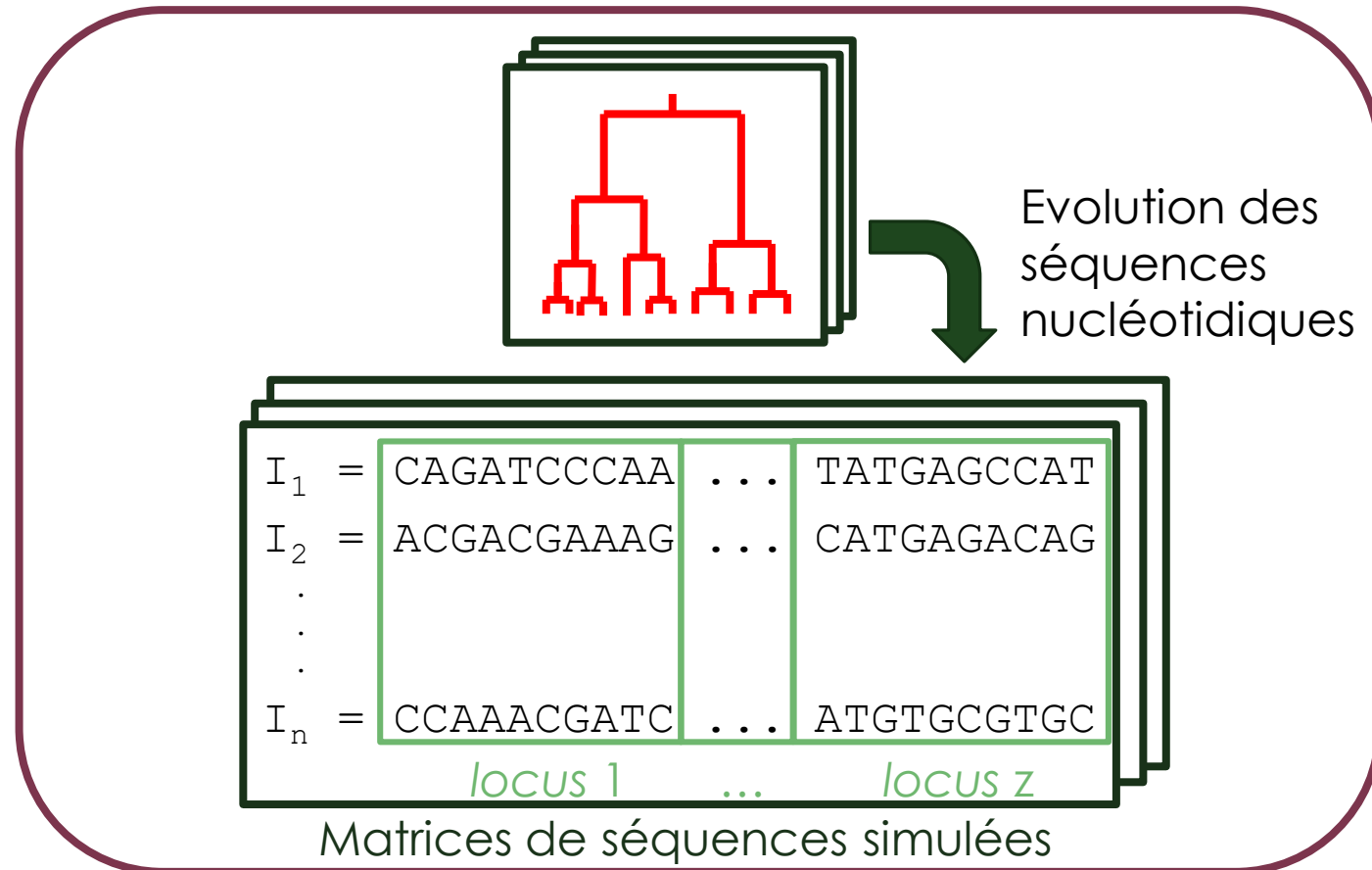
- Choix de la distribution *a priori* de chaque paramètre démographique pour chaque scénario
 - Gamme de valeurs compatible avec chaque scénario
 - Ex. : taux de migration
 - Ex. : tailles efficaces de population



Modèle de distribution d'espèces

2. Simulation de matrices de séquences

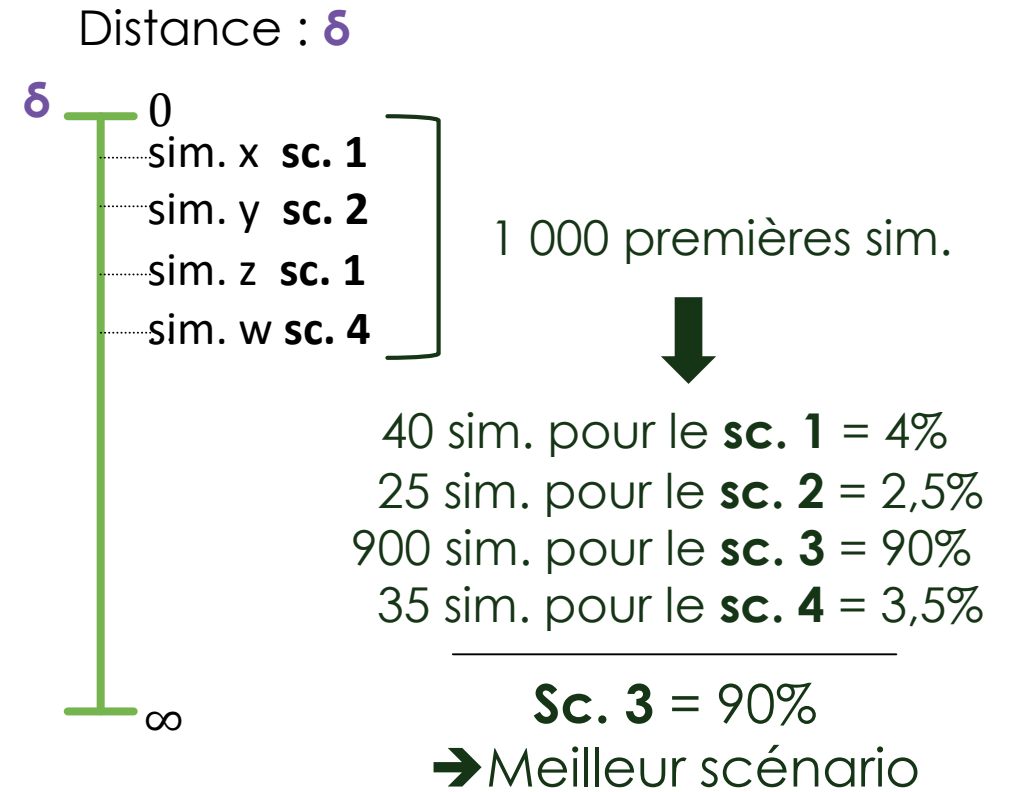
- Evolution des séquences nucléotidiques le long de chaque généalogie



X 4
scénarios

3. Sélection du meilleur scénario

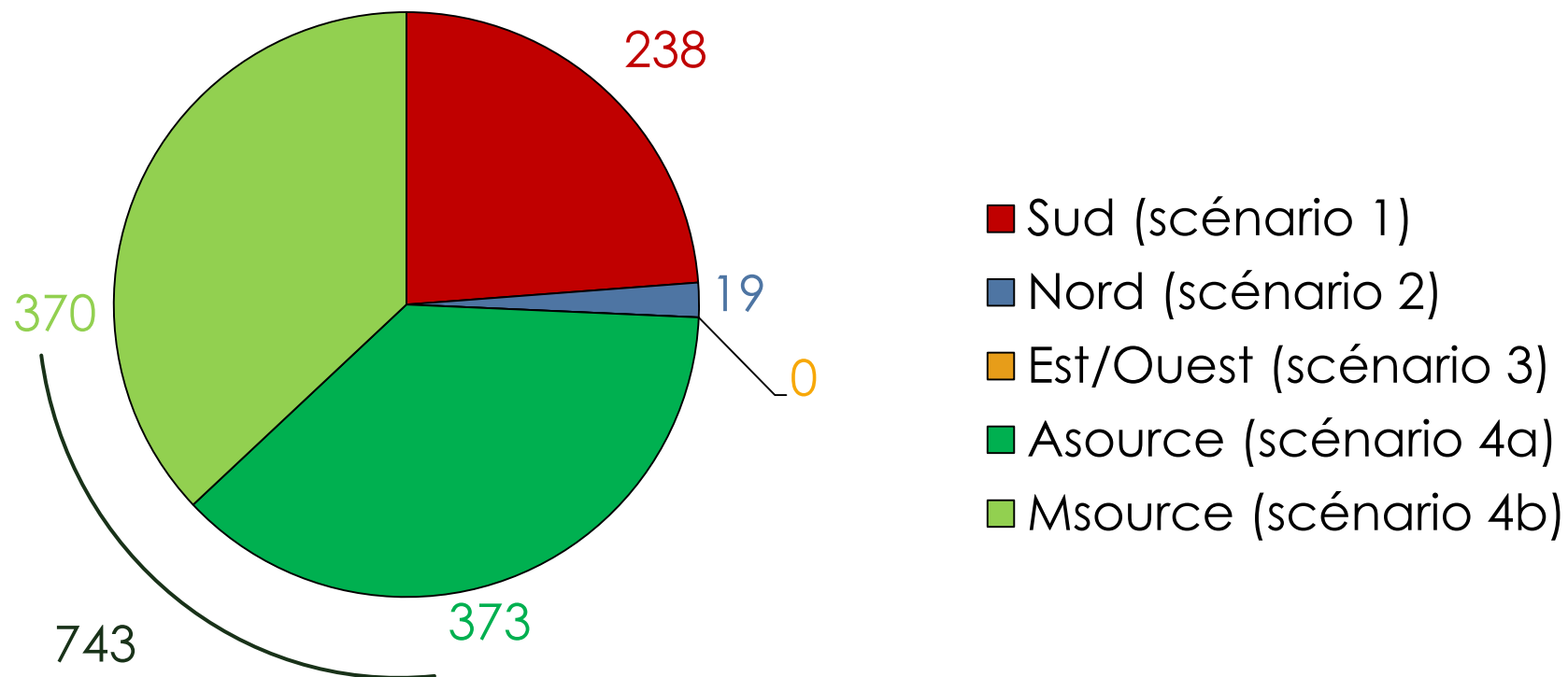
- Calcul de la distance entre les données observées et chaque jeu de données simulées
- Trier les distances euclidiennes par ordre croissant
- Sélection des 1 000 plus petites distances
- Sélection du meilleur scénario *i.e.* celui dont la proportion de simulation parmi les 1 000 meilleures est la plus importante



A yellow pencil graphic pointing to the right, positioned on the left side of the slide. The pencil is a solid yellow color with a white eraser at the top and a white lead tip at the bottom. It is oriented horizontally.

Résultats et Discussion

Proportion de chaque scénario parmi les 1 000 meilleures simulations



Amphidium mougeotii

Deux scénarios ressortent de l'étude (scénarios 4 et 1)

► Scénarios 4 et 1 : points communs

► Extinction dans les régions tempérées

- Scénario 4 : région atlantique

- Scénario 1 : régions extra-méditerranéennes

► Recolonisation depuis des régions extra-tempérées

- Scénario 4a : Amérique du Nord

- Scénario 4b : Macaronésie

- Scénario 1 : région méditerranéenne

→ Conditions climatiques des régions tempérées défavorables par rapport aux régions extra-tempérées

Différence climatique

- Régions tempérées plus sèches que régions méditerranéenne et extra-européennes
 - Amérique du Nord : toundra moins étendue ; plus de forêts
 - Macaronésie : prépondérance des laurisylves (hygrophiles) sur les végétations xérophiles
 - Région méditerranéenne : seule région d'Europe avec forêts
 - Régions tempérées : couvertes d'une toundra ou d'une steppe
 - Bryophytes peu résistantes à la sécheresse
- Faible résistance à la sécheresse = caractéristique importante dans l'explication des histoires biogéographiques

Recolonisation depuis des régions extra-tempérées

- Dispersions transocéaniques (scénario 4)
- Dispersions au-delà des habituelles barrières à la dispersion (mers et montagnes d'Europe ; scénario 1)

→ Fortes capacités dispersives = caractéristique importante dans l'explication des histoires biogéographiques

→ Multiplient les origines possibles des migrants

→ Expliquent la réponse hétérogène des bryophytes par rapport aux réponses congruentes observées pour les animaux et les angiospermes

- Animaux : hypothèse des refuges Sud

- Angiospermes : hypothèse des microrefuges nordiques



Conclusion & Perspectives

- ABC → contraster différents scénarios biogéographiques
 - Coexistence de plusieurs scénarios pour une seule espèce
 - Hétérogénéité contraste par rapport aux réponses homogènes observées pour les autres organismes vivants
 - Hétérogénéité s'explique par les capacités dispersives → augmentent origines possibles des migrants

- Méthodologie mise au point dans le cadre d'une méta-étude
 - Résultats d'*Amphidium mougeotii* seront combinés à ceux des 12 autres espèces
 - Réponses observées homogènes entre les espèces ?

Remerciements

- Tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce travail
- Pr. Jonathan Shaw, Université de Duke
- Pr. Patrick Mardulyn Université Libre de Bruxelles

Merci pour votre attention!



Place aux questions!