

ETUDE DE LA DIVERSIFICATION DES OISEAUX ET DES MAMMIFÈRES PAR UNE APPROCHE PHYLOGÉNÉTIQUE



Soutenance de thèse

JONATHAN ROLLAND

Sous la direction de Hélène MORLON et Frédéric JIGUET



BIODIVERSITÉ

○ La diversité biologique présente à toutes les échelles: du gène à l'ensemble de la biosphère.



BIODIVERSITÉ

○ La diversité biologique présente à toutes les échelles: du gène à l'ensemble de la biosphère.

ESPÈCE

○ Ensemble d'individus pouvant se reproduire entre eux (Mayr 1942).

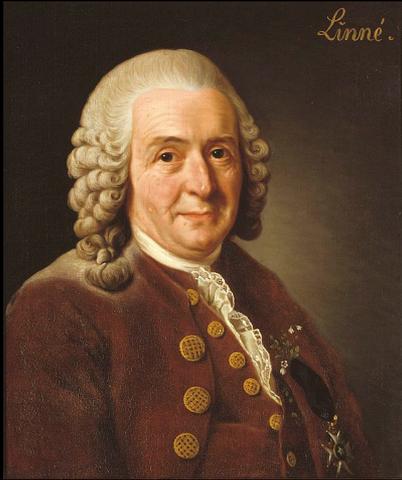
○ 1.75 million d'espèces décrites, soit ~14% des 8.5 millions d'espèces eucaryotes sur terre (Blaxter 2003).



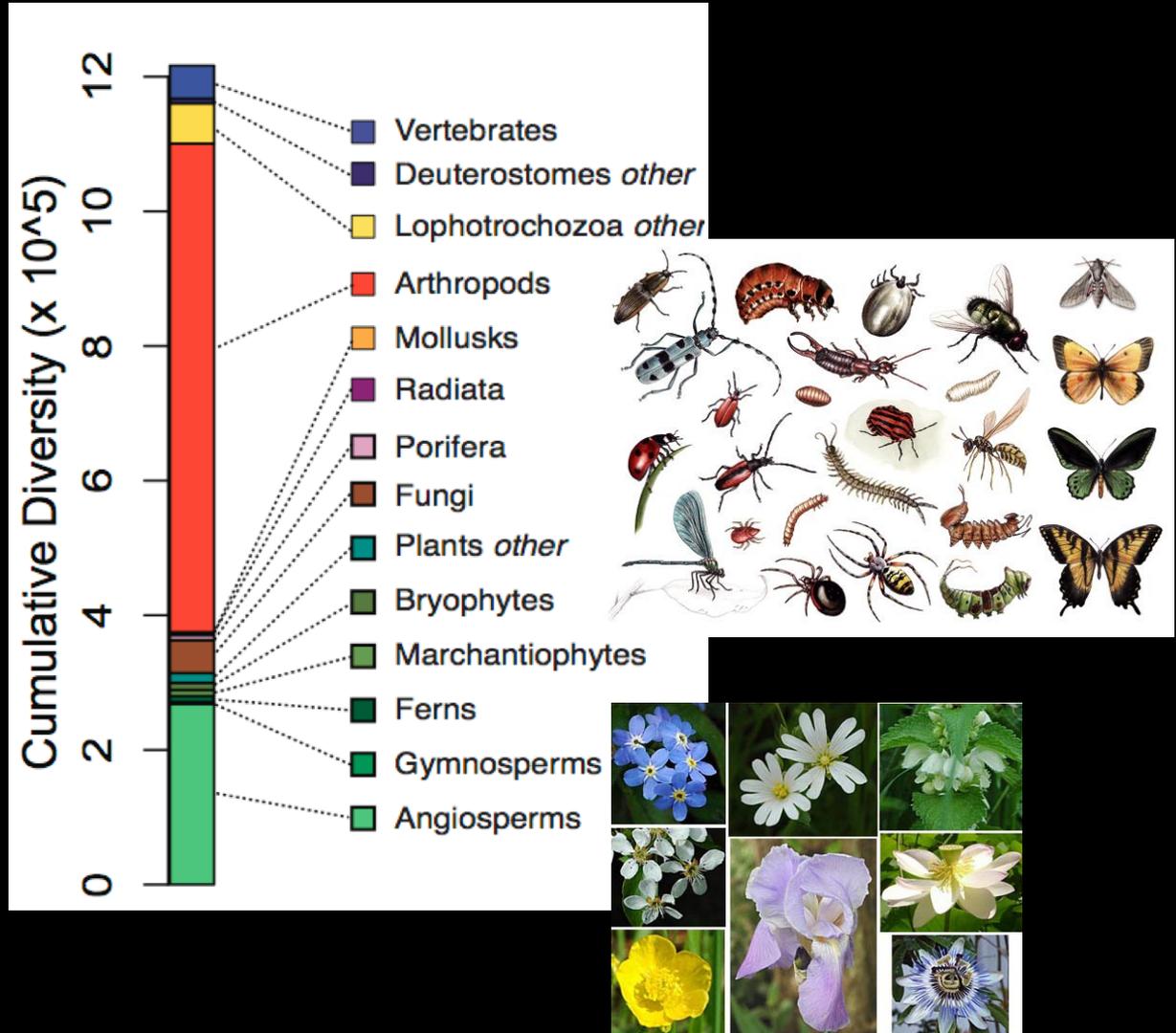


entre lignées

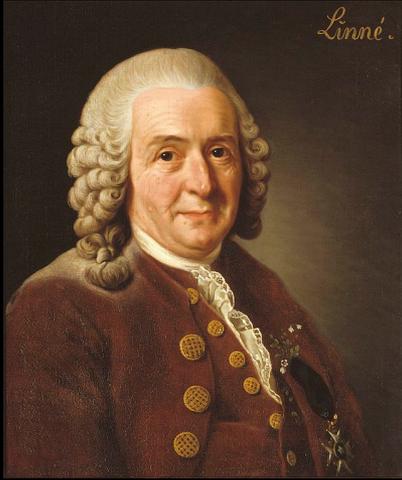
PATRONS DE DIVERSITÉ ENTRE LIGNÉES



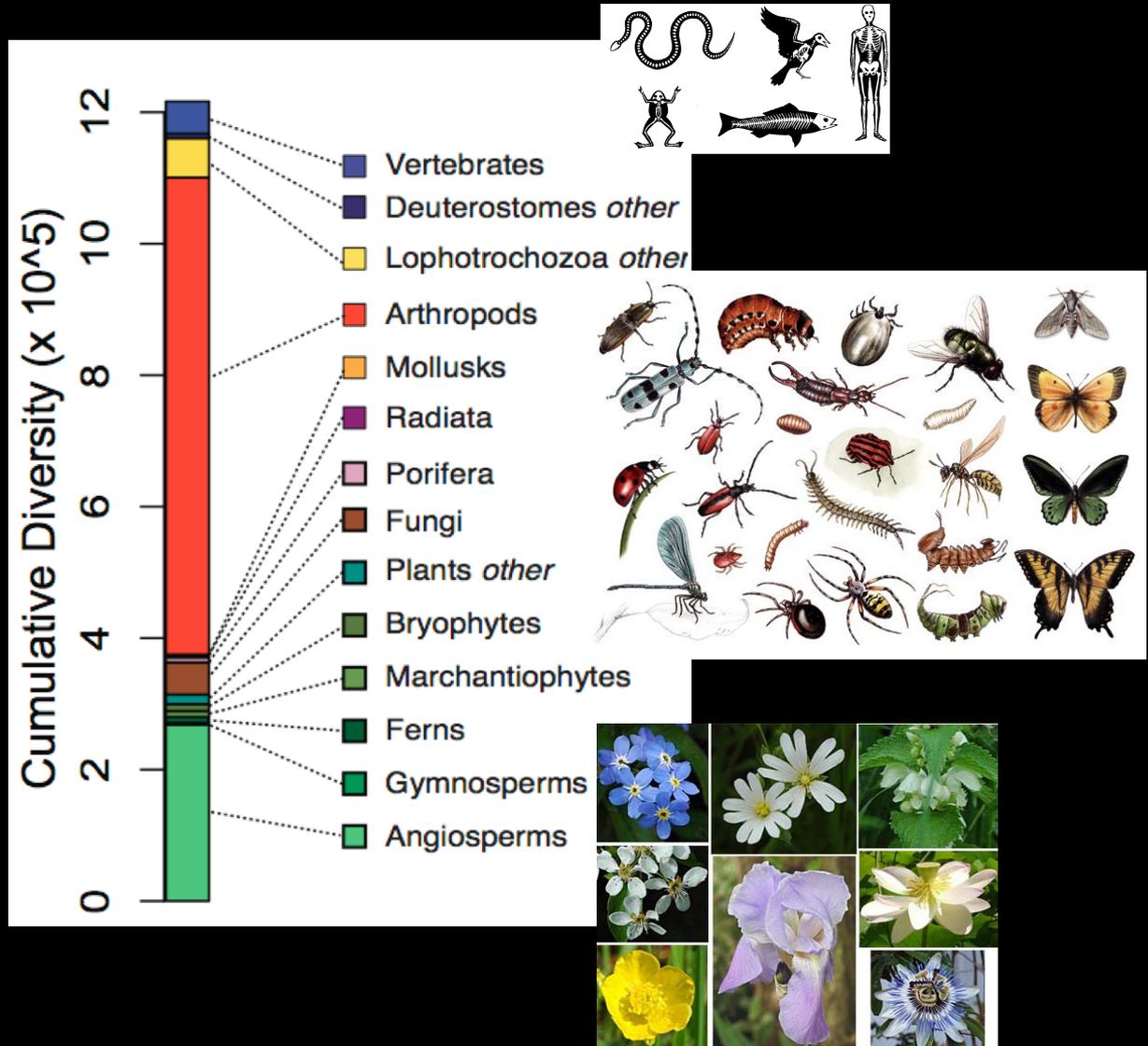
Carl von Linné
(1707 - 1778)



PATRONS DE DIVERSITÉ ENTRE LIGNÉES



Carl von Linné
(1707 - 1778)





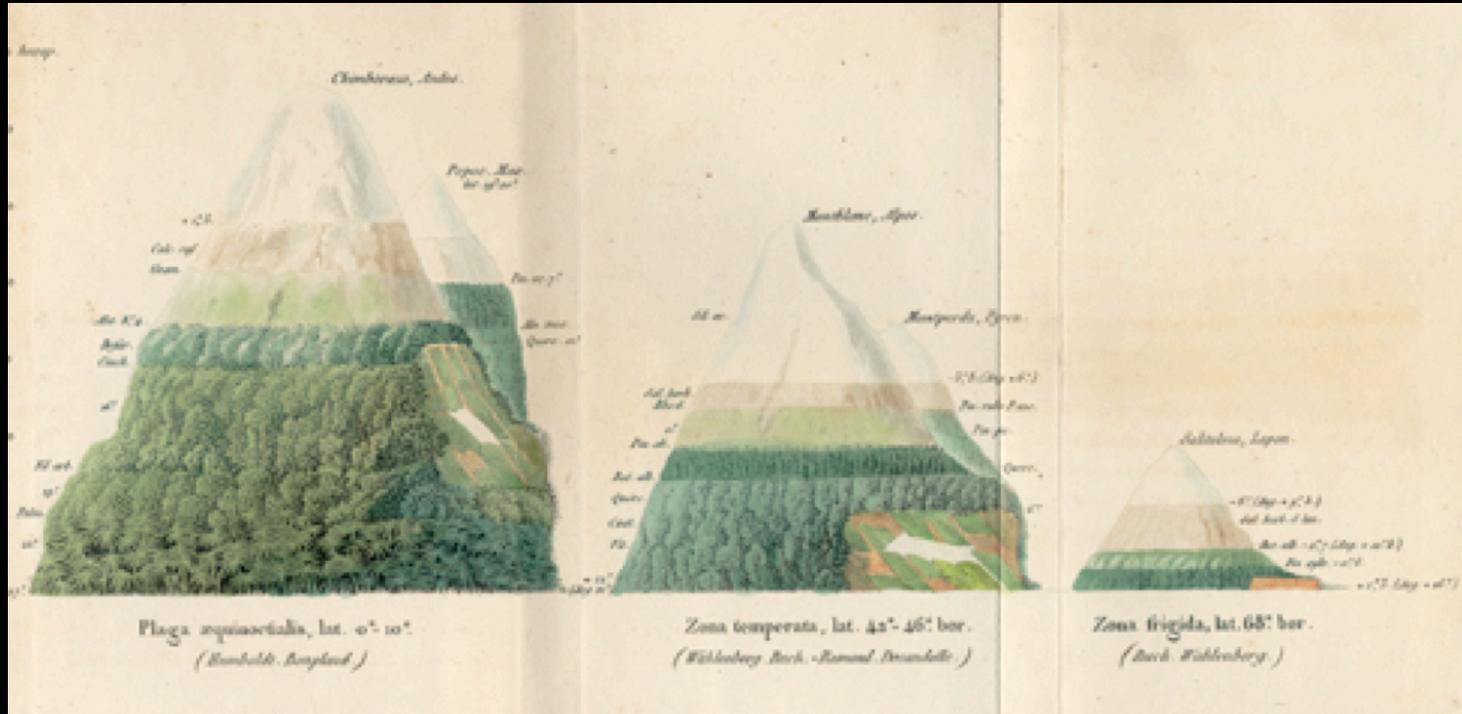
dans l'espace

PATRONS DE DIVERSITÉ SPATIAUX



Alexander von Humboldt (1769 - 1859)

Altitude



Latitude



LES GRANDES HYPOTHÈSES

- Qu'est-ce qui régit les grands patrons de richesse spécifique mondiale?
 - > Depuis le XIXe, un grand nombre d'approches

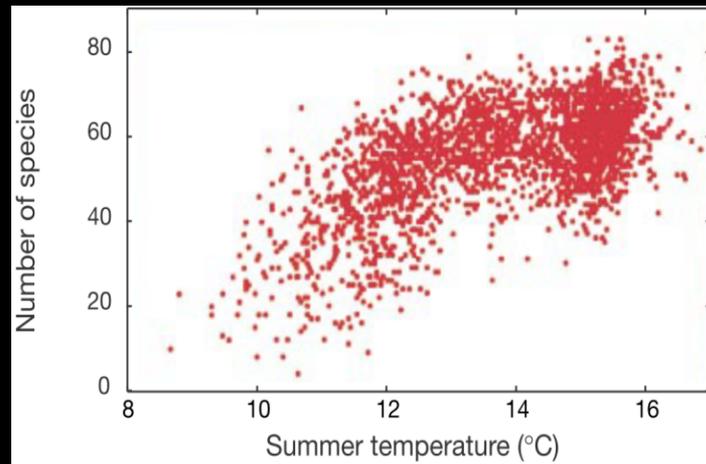
LES GRANDES HYPOTHÈSES

- Qu'est-ce qui régit les grands patrons de richesse spécifique mondiale?

-> Depuis le XIXe, un grand nombre d'approches

- Etudier la relation entre richesse et variables environnementales

(température ou précipitations)



Gaston 2000

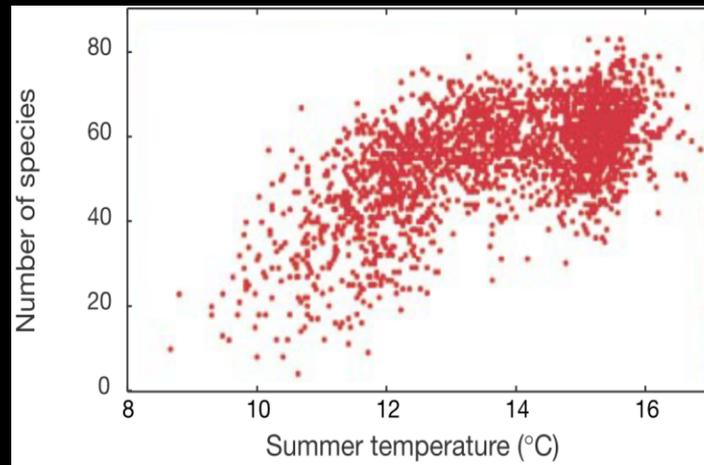
LES GRANDES HYPOTHÈSES

- Qu'est-ce qui régit les grands patrons de richesse spécifique mondiale?

-> Depuis le XIXe, un grand nombre d'approches

- Etudier la relation entre richesse et variables environnementales

(température ou précipitations)

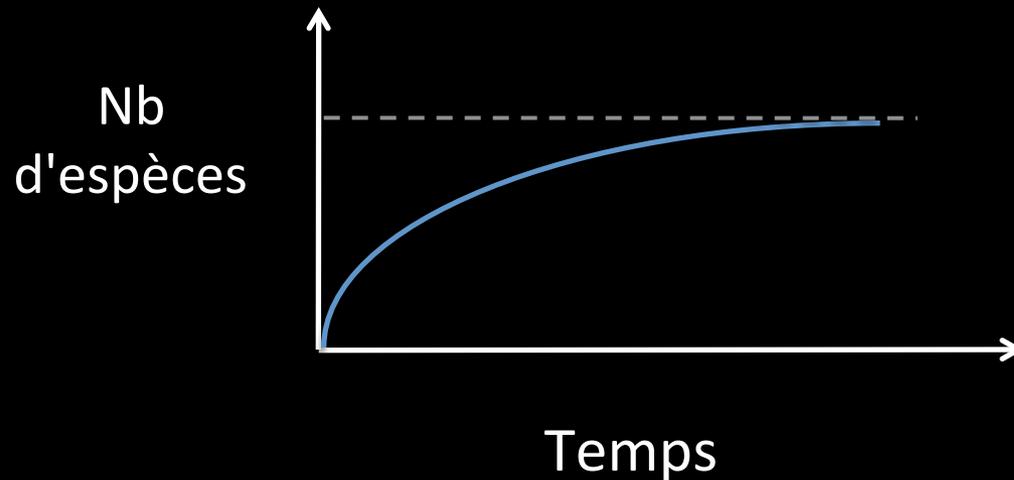


Gaston 2000

➡ pas de compréhension des processus.

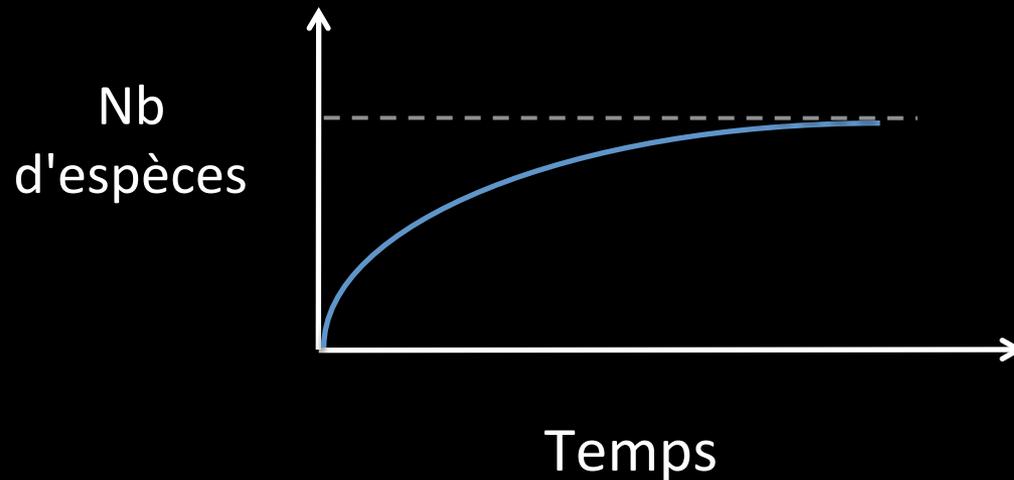
PROCESSUS: LES GRANDES HYPOTHÈSES

- la diversité est à l'équilibre.
- variables environnementales



PROCESSUS: LES GRANDES HYPOTHÈSES

- la diversité est à l'équilibre.
- variables environnementales
 - quantité de ressources



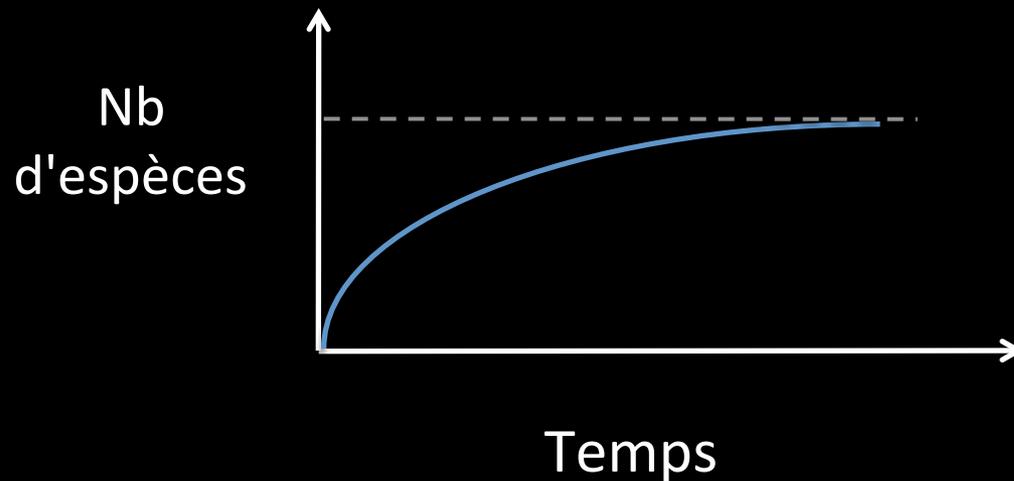
PROCESSUS: LES GRANDES HYPOTHÈSES

○ la diversité est à l'équilibre.

→ variables environnementales

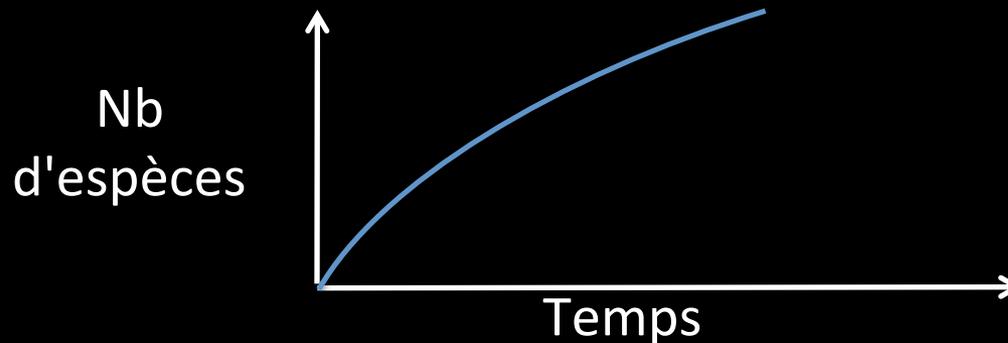
→ quantité de ressources

→ nombre d'espèces



PROCESSUS: LES GRANDES HYPOTHÈSES

- la diversité est à l'équilibre.
 - variables environnementales
 - quantité de ressources
 - nombre d'espèces
- la diversité n'est pas à l'équilibre.



PROCESSUS: LES GRANDES HYPOTHÈSES

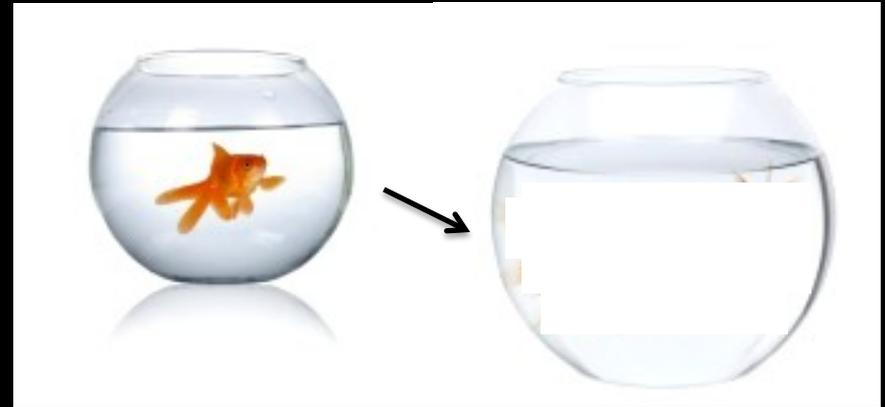
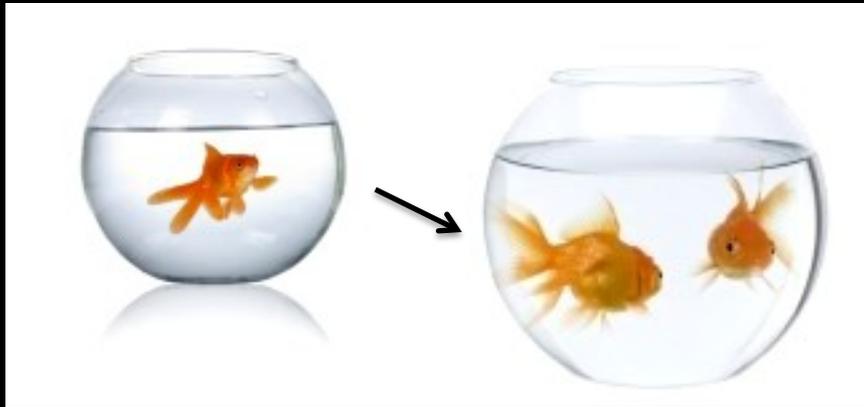
La diversité en un lieu (ou dans un groupe) résulte de 3 processus:

1- la diversification:

SPÉCIATION

-

EXTINCTION



=

TAUX NET DE DIVERSIFICATION

PROCESSUS: LES GRANDES HYPOTHÈSES

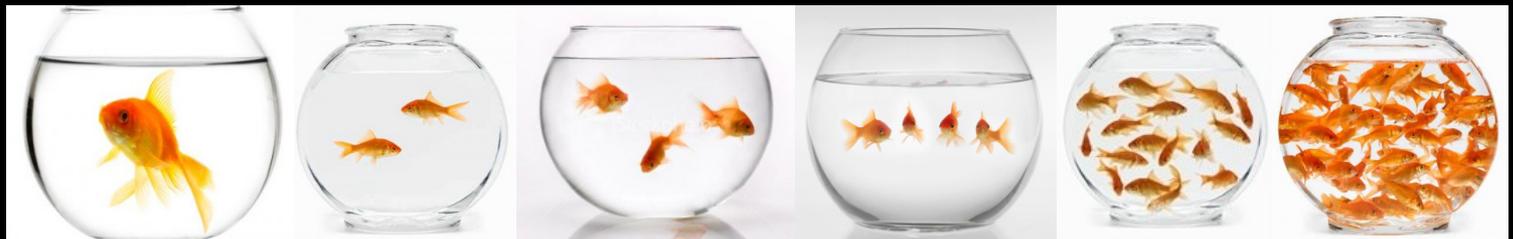
La diversité en un lieu (ou dans un groupe) résulte de 3 processus:

1- la diversification

2- le temps



temps



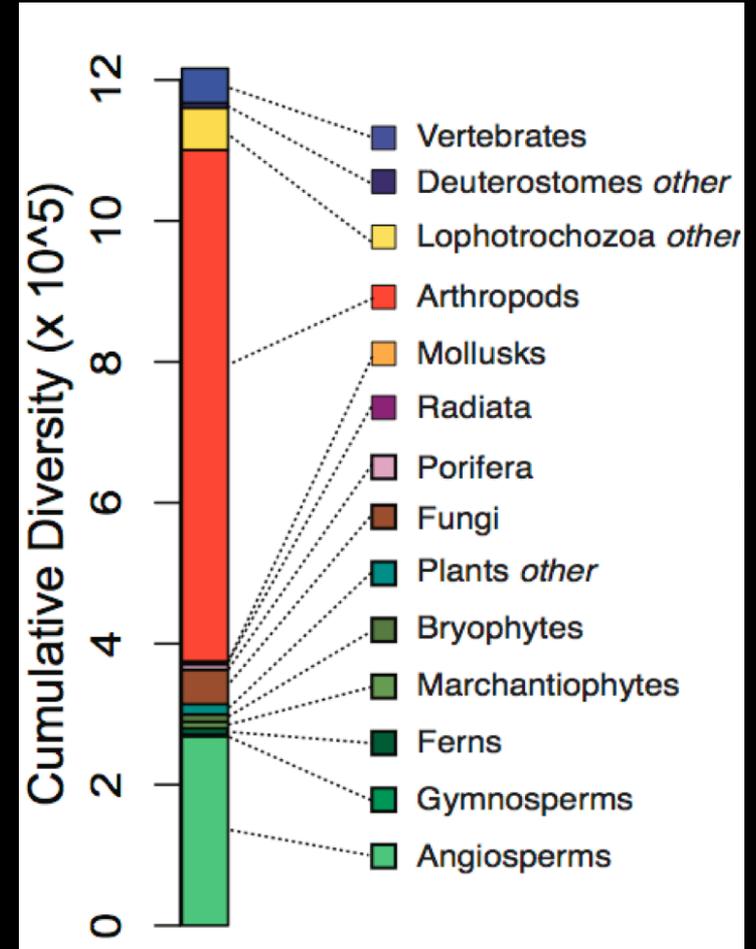
PROCESSUS: LES GRANDES HYPOTHÈSES

La diversité en un lieu résulte de 3 processus:

- 1- la diversification
- 2- le temps
- 3- la dispersion



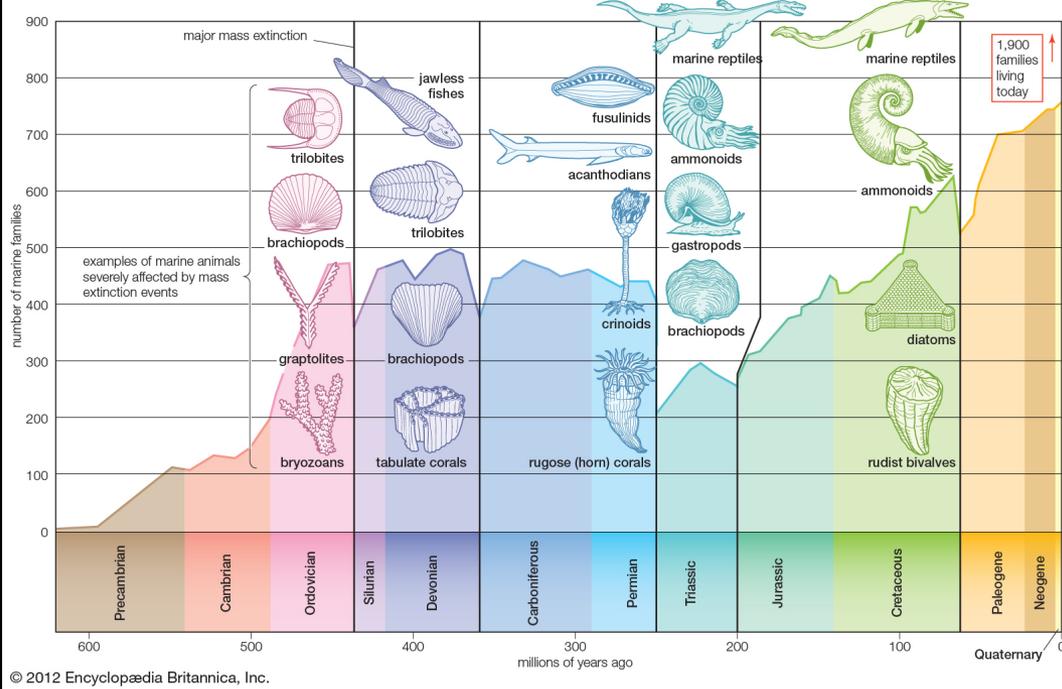
LES OUTILS



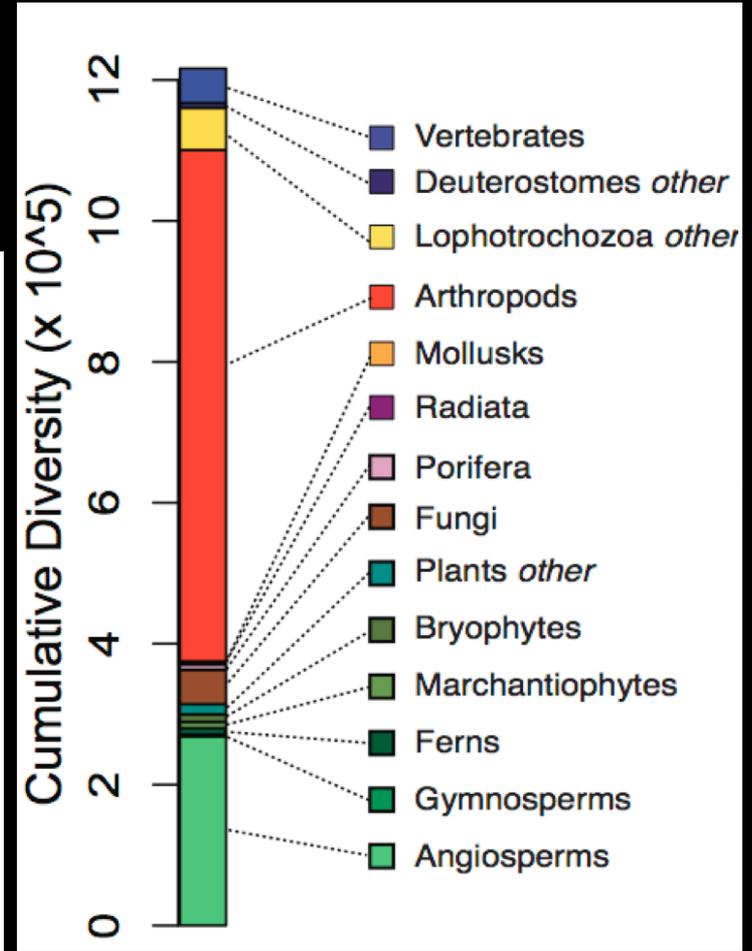
LES OUTILS: FOSSILES



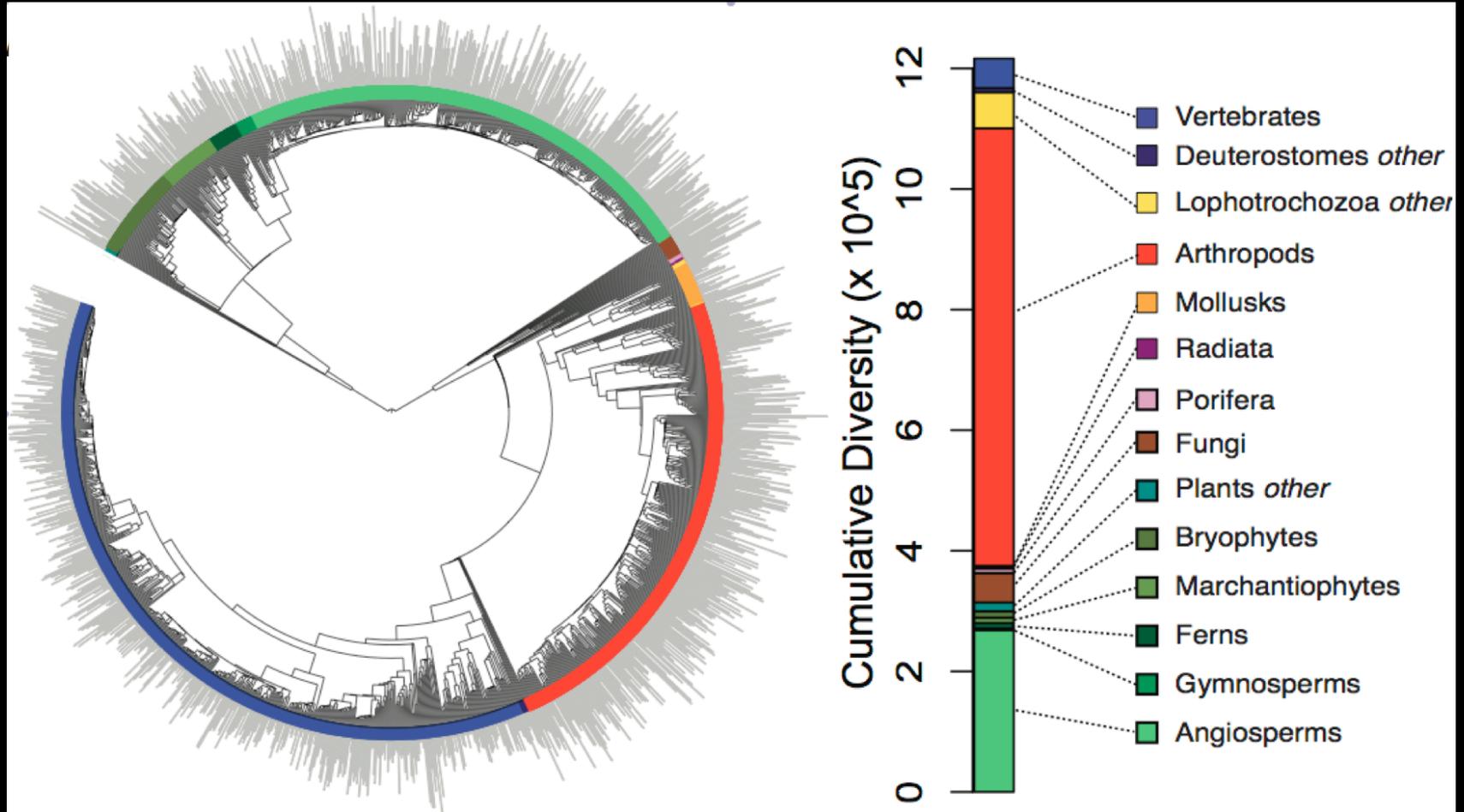
Diversity of marine animal families over geologic time



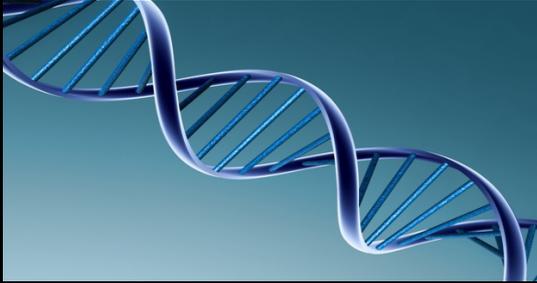
© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.



LES OUTILS: PHYLOGÉNIES



LA CONSTRUCTION DES PHYLOGÉNIES



Alignement par homologie
-> repérage des sites qui varient

....TAGGGCAAAT.....

Espèce 1

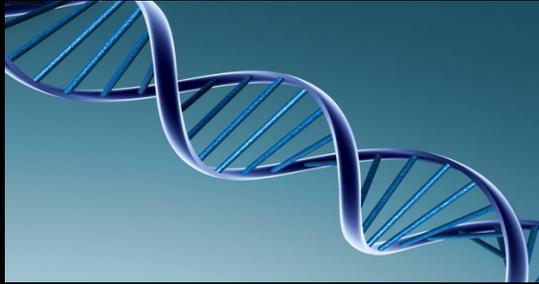
....ATGGATAAAT.....

Espèce 2

....ATGGACAGAT.....

Espèce 3

LA CONSTRUCTION DES PHYLOGÉNIES



....ATGGGCAAAT....

....ATGG**A**CAAAT....

....**T**AGGGCAAAT....

....ATGG**A**TAAAT...

....ATGG**A**CAGAT....

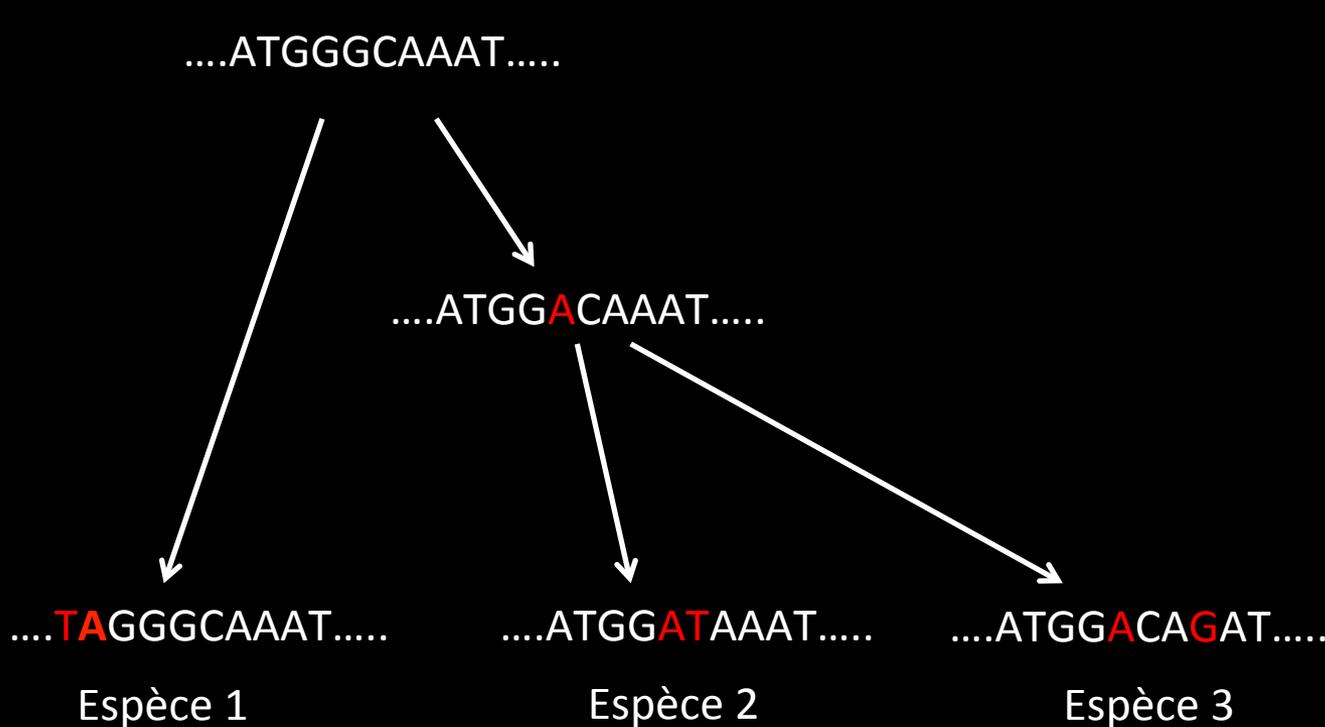
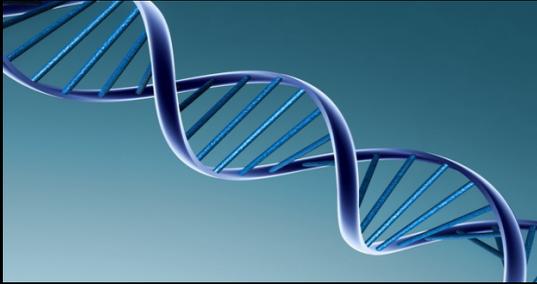
Espèce 1

Espèce 2

Espèce 3

- Construction d'arbre:
- méthodes des distances
 - parcimonie
 - vraisemblance

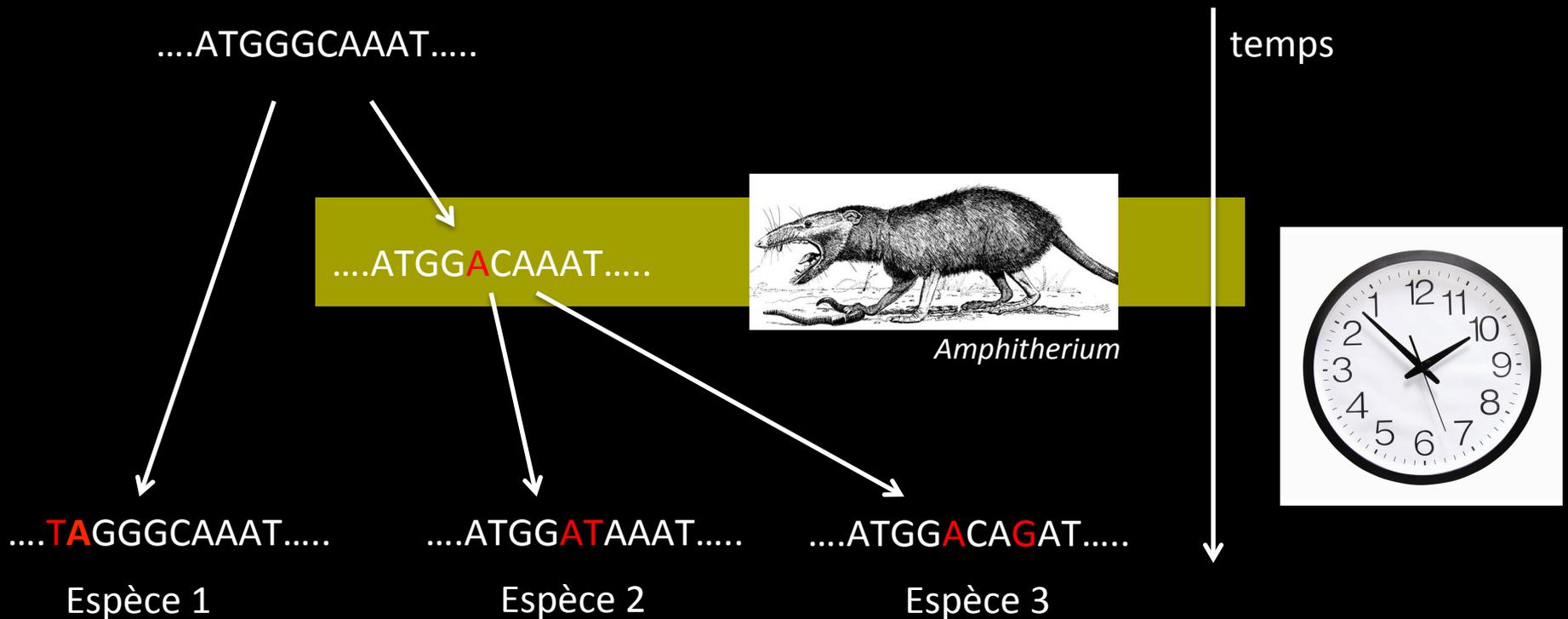
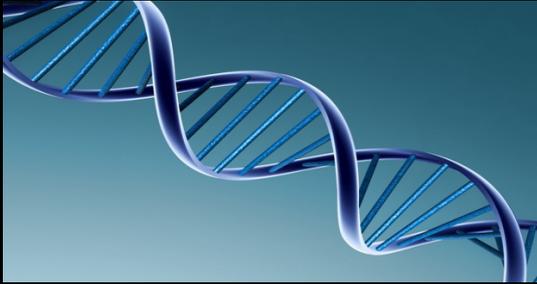
LA CONSTRUCTION DES PHYLOGÉNIES



temps



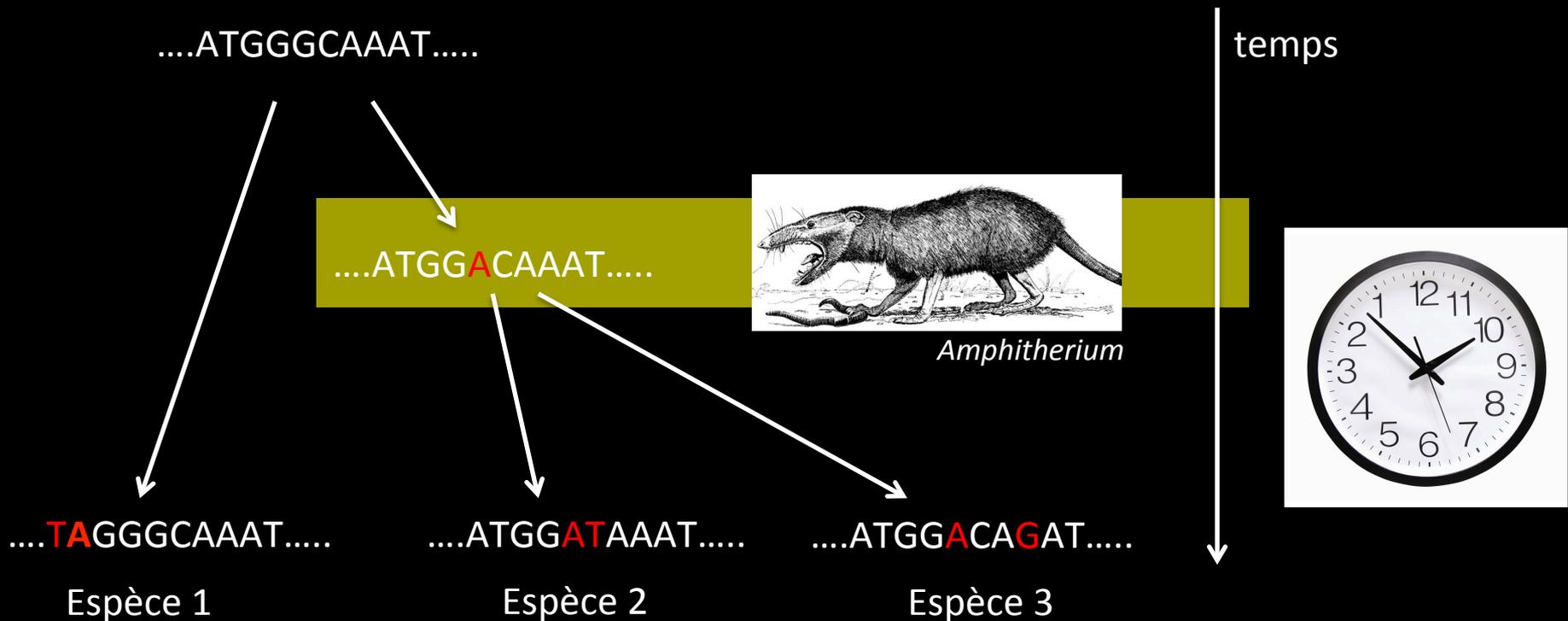
LA CONSTRUCTION DES PHYLOGÉNIES



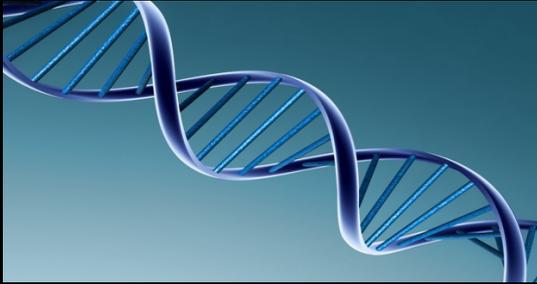
LA CONSTRUCTION DES PHYLOGÉNIES



Pas de construction d'arbres durant cette thèse:
Utilisation d'arbres déjà construits.

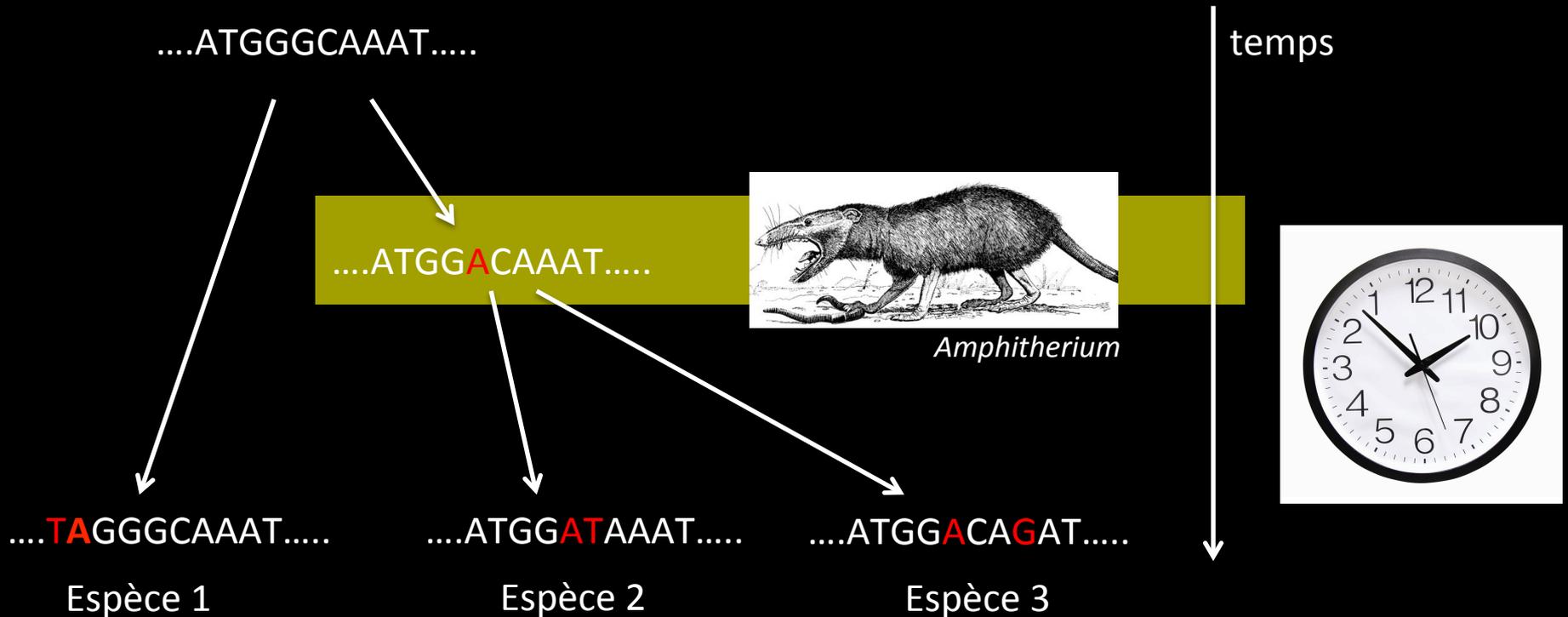


LA CONSTRUCTION DES PHYLOGÉNIES



Pas de construction d'arbres durant cette thèse:
Utilisation d'arbres déjà construits.

Les biais qui affectent ces méthodes de reconstruction
ou de datation pourraient affecter nos résultats.



MODÈLES D'ÉTUDE

Tester les hypothèses sur les patrons de diversité dans un contexte le plus large possible.

→ phylogénies (les plus complètes et les plus larges possible)



MODÈLES D'ÉTUDE

- phylogénies
- données de distribution

The screenshot displays the IUCN Red List of Threatened Species website. The main map shows the distribution of the African lion (*Panthera leo*) across Africa, with protected areas overlaid. The sidebar on the right provides taxonomic information and a conservation status indicator (VU - Vulnerable).

Protected Areas

ALL PROTECTED AREAS

Results 1 - 5 of 100 [First](#) | [Previous](#) | [Next](#) | [Last](#)

Protected Area	Overlap
> Luengué Hunting Reserve	1.27% Overlap
> Central Kalahari Game Reserve	0.98% Overlap
> Okavango Delta System Wetlands of International Importance (Ramsar)	0.98% Overlap
> Selous Game Reserve World Heritage Site	0.89% Overlap
> Selous Game Reserve	0.89% Overlap

Species Information: Mammalia > Carnivora > Felidae
Panthera leo
 Lion
 (Linnaeus, 1758)

Conservation Status: VU (Vulnerable)

Map Overlays: Observations

Browse Images: ARKive (30 found)

Footer: IUCN, SSC (Species Survival Commission), protectedplanet.net, Terms of Use, Disclaimer, Like (4), Tweet (5), DONATE NOW

MODÈLES D'ÉTUDE

- phylogénies
- données de distribution

➔ **Mammifères et Oiseaux**

- grande variabilité fonctionnelle et morphologique



MODÈLES D'ÉTUDE : MAMMIFÈRES ET OISEAUX

Temps



200 Ma

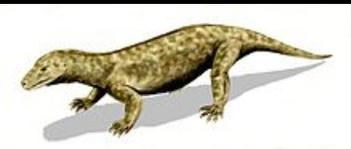
120 Ma

65 Ma

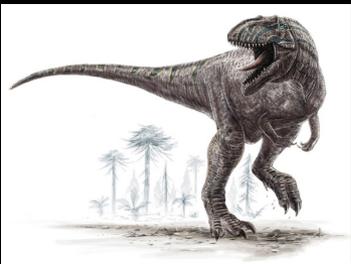
Présent



Adelobasileus



Reptiles ancestraux



Archeopteryx

MODÈLES D'ÉTUDE : MAMMIFÈRES ET OISEAUX

Temps



200 Ma

120 Ma

65 Ma

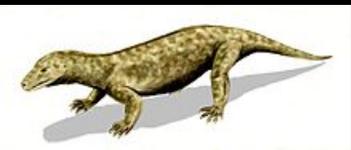
Présent



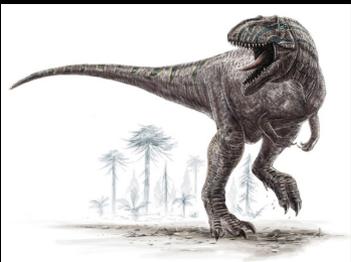
Adelobasileus



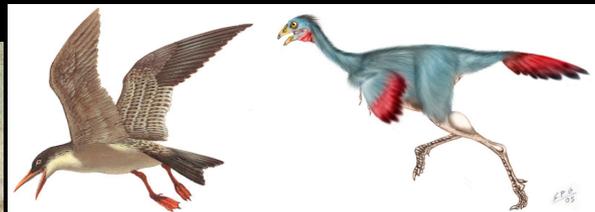
Monotrèmes
Marsupiaux
Placentaires
Multituberculés



Reptiles ancestraux



Archeopteryx



Néognathes
Paléognathes

MODÈLES D'ÉTUDE : MAMMIFÈRES ET OISEAUX



200 Ma

120 Ma

65 Ma

Présent



MODÈLES D'ÉTUDE : MAMMIFÈRES ET OISEAUX

Temps



200 Ma

120 Ma

65 Ma

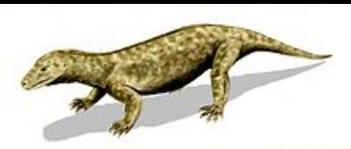
Présent



Adelobasileus



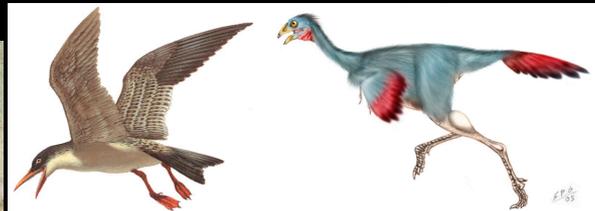
Monotrèmes
Marsupiaux
Placentaires
Multituberculés



Reptiles ancestraux



Archeopteryx



Néognathes
Paléognathes



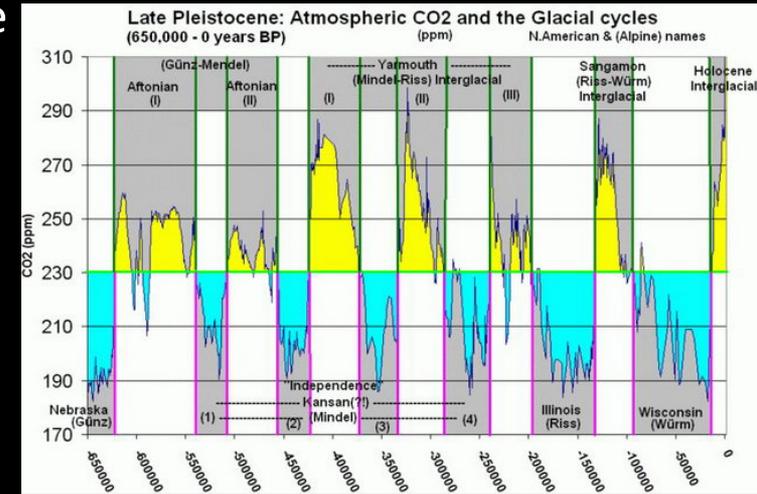
LES EXTINCTIONS RÉCENTES

Depuis 2.5 Ma, il y a une augmentation du nombre d'extinctions: les extinctions du quaternaire.

LES EXTINCTIONS RÉCENTES

Depuis 2.5 Ma, il y a une augmentation du nombre d'extinctions: les extinctions du quaternaire.

Les oscillations climatiques

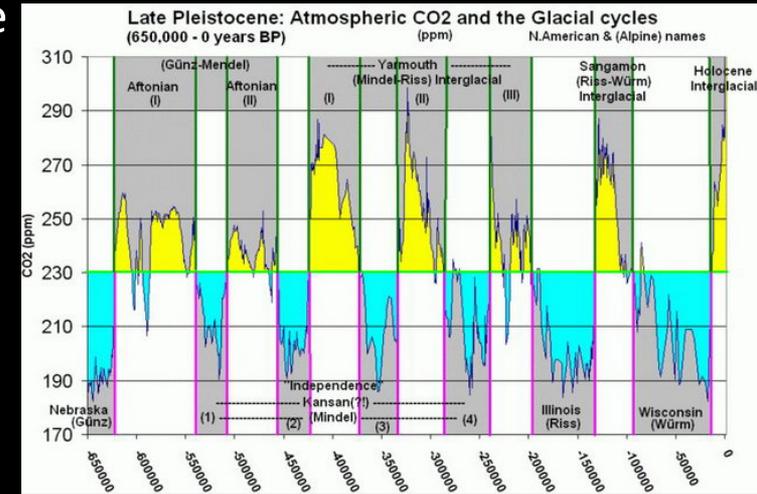


LES EXTINCTIONS RÉCENTES

Depuis 2.5 Ma, il y a une augmentation du nombre d'extinctions: les extinctions du quaternaire.

Les oscillations climatiques

Le rythme des extinctions s'accélère encore (1000 fois plus rapide) dans le dernier millénaire (De Vos et al. 2014).

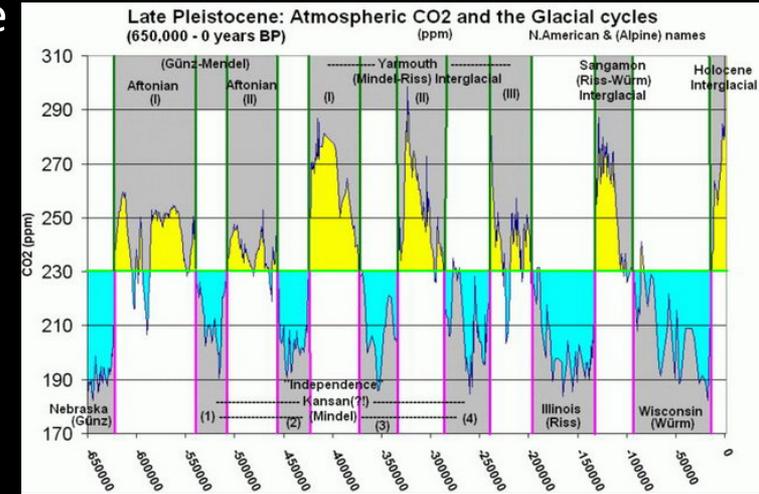


LES EXTINCTIONS RÉCENTES

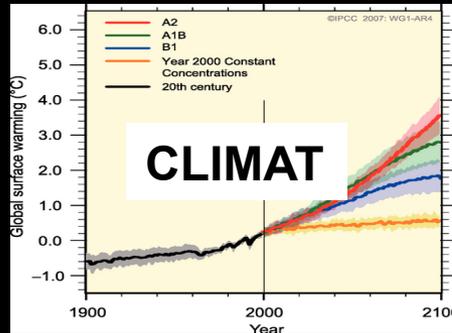
Depuis 2.5 Ma, il y a une augmentation du nombre d'extinctions: les extinctions du quaternaire.

Les oscillations climatiques

Le rythme des extinctions s'accélère encore (1000 fois plus rapide) dans le dernier millénaire (De Vos et al. 2014).



Les actions de l'Homme :



→ « changement global »

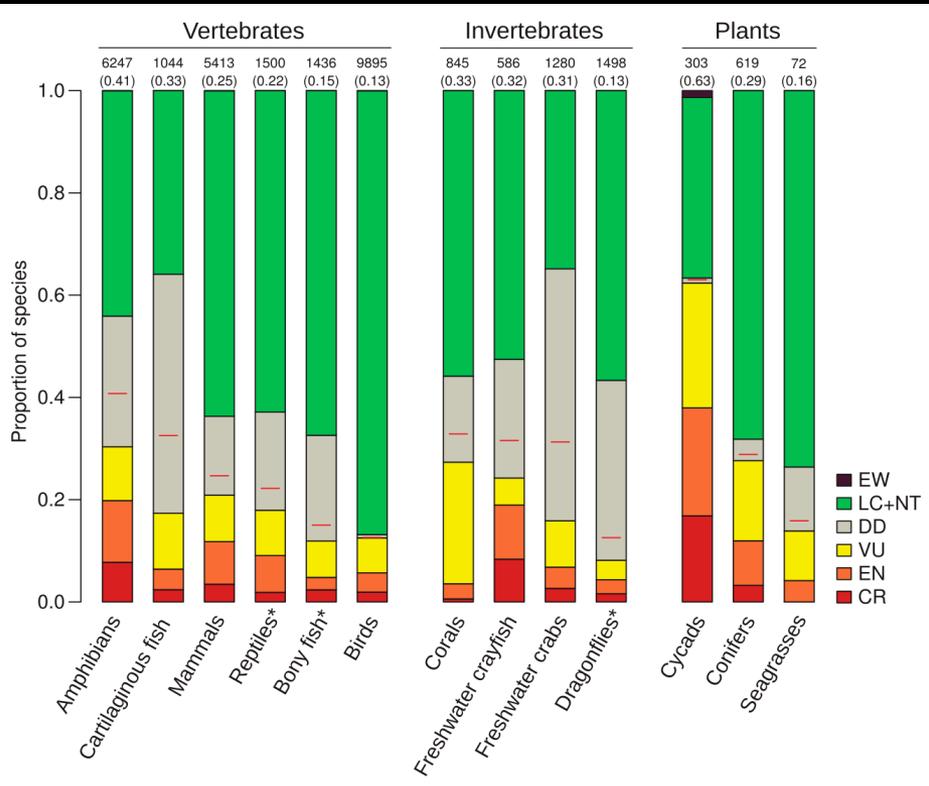
Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?

Barnosky et al. 2011, 2012

Anthony D. Barnosky^{1,2,3}, Nicholas Matzke¹, Susumu Tomiya^{1,2,3}, Guinevere O. U. Wogan^{1,3}, Brian Swartz^{1,2}, Tiago B. Quilley^{1,2}, Charles Marshall^{1,2}, Jenny L. McGuire^{1,2,3,4}, Emily L. Lindsey^{1,2}, Kaitlin C. Maguire^{1,2}, Ben Mersey^{1,4} & Elizabeth A. Ferrer^{1,2}

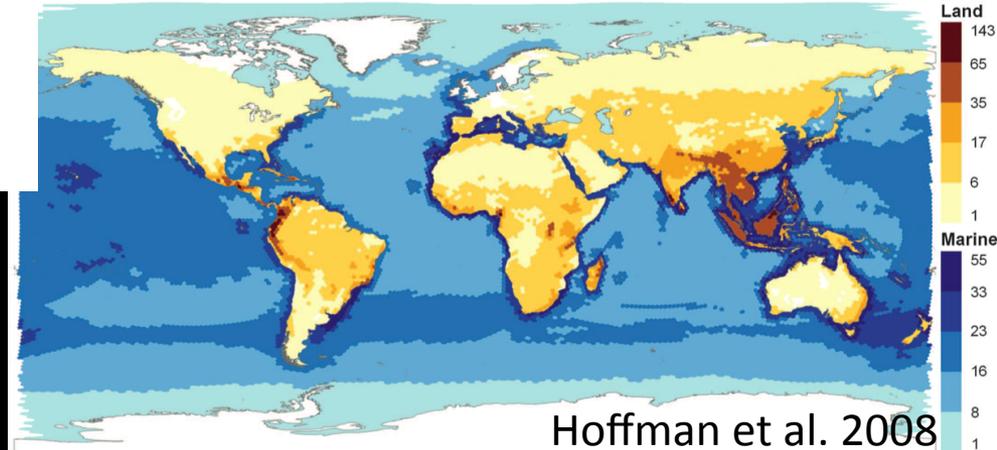
LES EXTINCTIONS AU PRÉSENT

Ces extinctions modifient les patrons actuels de la biodiversité.



Mais elles n'affectent pas les groupes de la même manière, ...

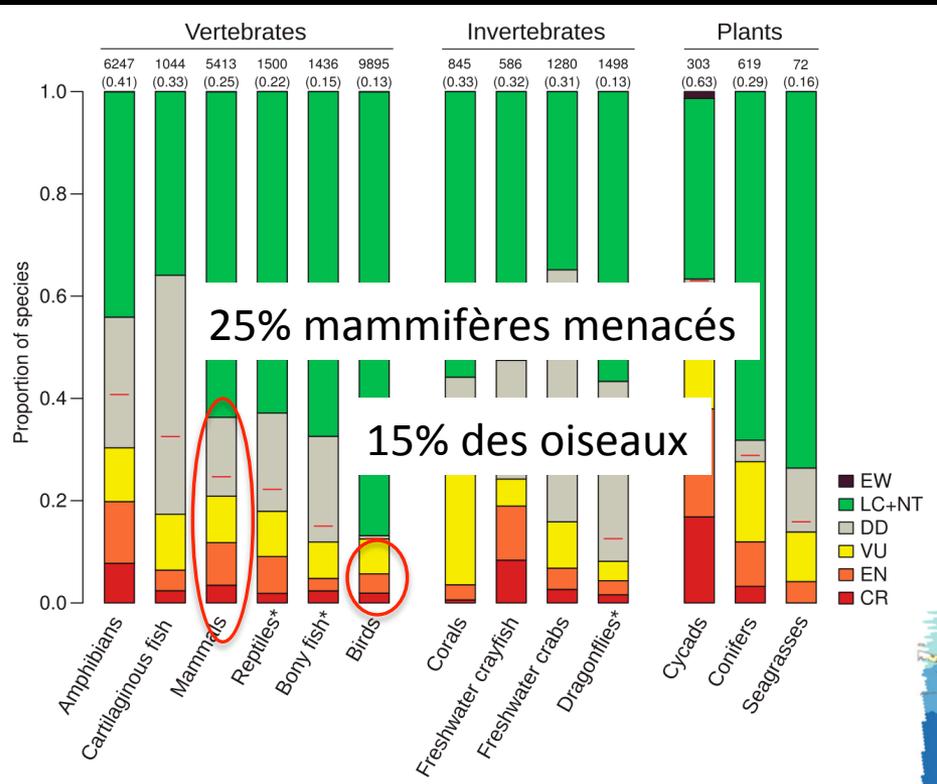
... ni les régions de la même manière.



Hoffman et al. 2008

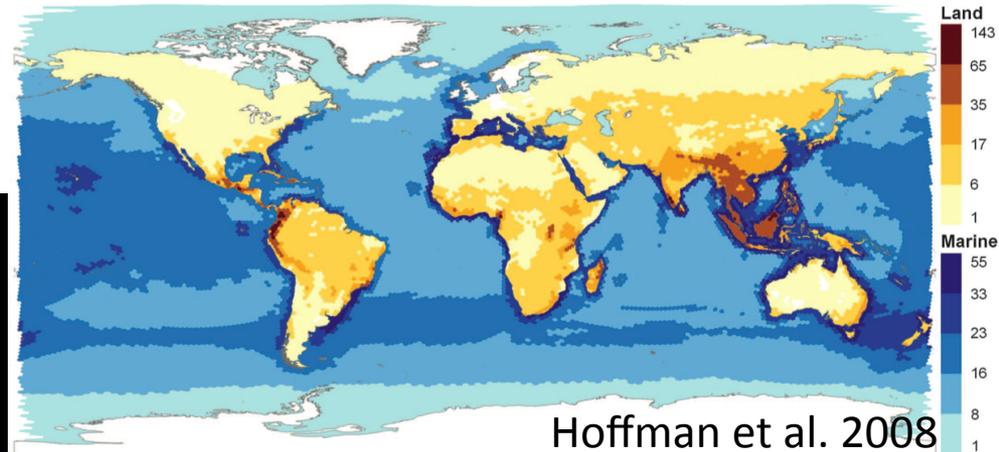
LES EXTINCTIONS AU PRÉSENT

Ces extinctions modifient les patrons actuels de la biodiversité.



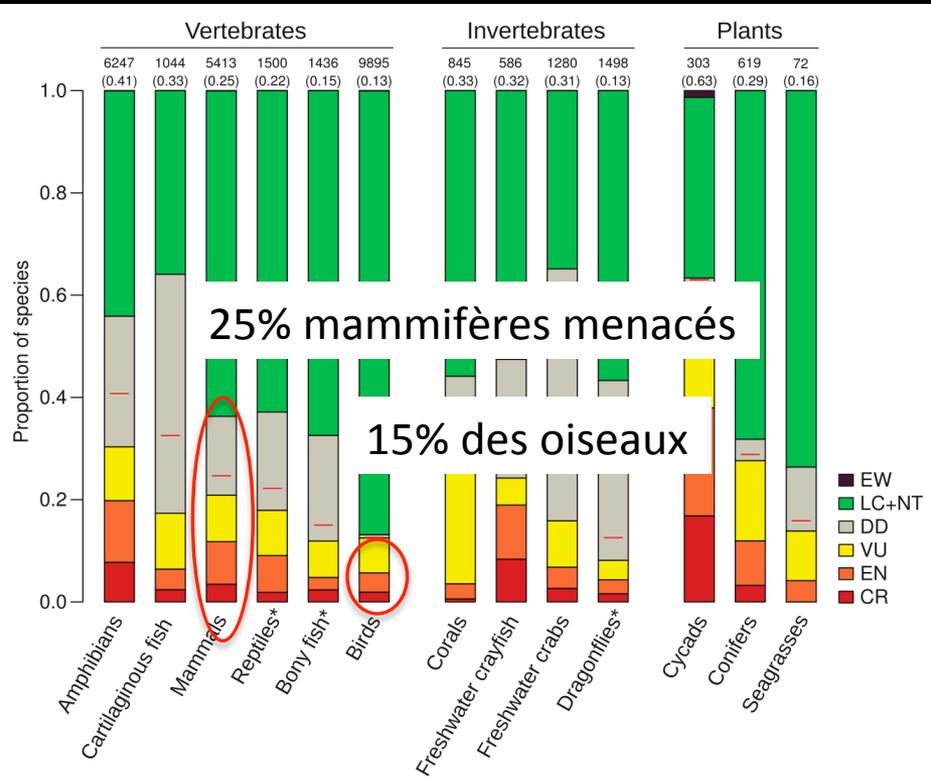
Mais elles n'affectent pas les groupes de la même manière, ...

... ni les régions de la même manière.



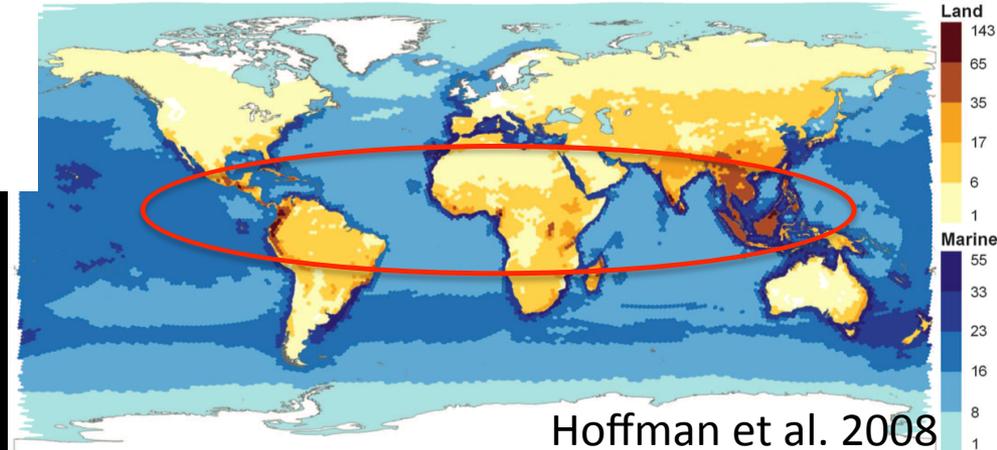
LES EXTINCTIONS AU PRÉSENT

Ces extinctions modifient les patrons actuels de la biodiversité.



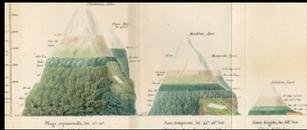
Mais elles n'affectent pas les groupes de la même manière, ...

... ni les régions de la même manière.

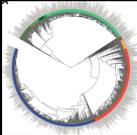


QUESTIONS

- Qu'est-ce qui régit les grands patrons de richesse mondiale?



→ *Patrons spatiaux*



→ *Différence de richesse entre lignées*

- Comment conserver cette diversité ?



→ *Est-ce que les outils actuels (phylogénies,...) peuvent aider la conservation des espèces?*

PLAN DE LA PRÉSENTATION

PLAN DE LA PRÉSENTATION

- 1) Le gradient latitudinal de diversité
Mammifères et Carnivores



PLAN DE LA PRÉSENTATION

- 1) Le gradient latitudinal de diversité
Mammifères et Carnivores



- 2) Les facteurs proximaux de la diversification
Migration et Température



PLAN DE LA PRÉSENTATION

- 1) Le gradient latitudinal de diversité
Mammifères et Carnivores

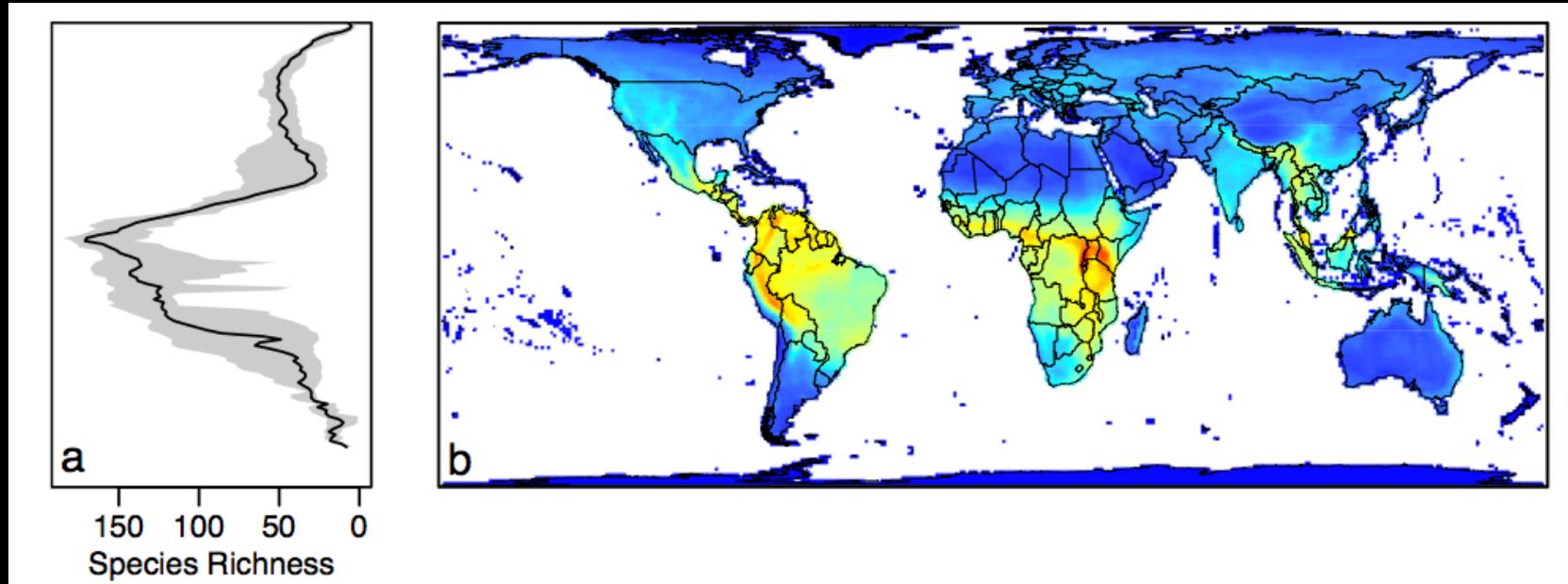


- 2) Les facteurs proximaux de la diversification
Migration et Température





LE GRADIENT LATITUDINAL DE DIVERSITÉ



Pourquoi la majorité des groupes d'êtres vivants (amphibiens, oiseaux, insectes, mammifères, invertébrés marins) ont plus d'espèces dans les tropiques?



PLUS DE 100 HYPOTHÈSES PROPOSÉES

- modèles « Mid-domain »

Lyons & Willig 1997, Jetz & Rahbek 2001, Koleff & Gaston 2001, Arita 2008, ...



PLUS DE 100 HYPOTHÈSES PROPOSÉES

- modèles « Mid-domain »

Lyons & Willig 1997, Jetz & Rahbek 2001, Koleff & Gaston 2001, Arita 2008, ...

- Augmentation de la productivité dans les tropiques.

→ Plus de précipitations et une température plus élevée

→ + individus et + espèces

Currie et al. 2004



PLUS DE 100 HYPOTHÈSES PROPOSÉES

- modèles « Mid-domain »

Lyons & Willig 1997, Jetz & Rahbek 2001, Koleff & Gaston 2001, Arita 2008, ...

- Augmentation de la productivité dans les tropiques.

→ Plus de précipitations et une température plus élevée

→ + individus et + espèces

Currie et al. 2004

- Climat tropical plus stable (saisonnalité et glaciations favorisent l'extinction dans les zones tempérées)

Dynesius & Johnson 2000



PROCESSUS MAJEURS

Ces hypothèses proposent des mécanismes à des échelles fines. Il est difficile de toutes les tester.

La diversité en un lieu résulte de 3 processus:

- 1- la diversification
- 2- le temps
- 3- la dispersion



PROCESSUS MAJEURS

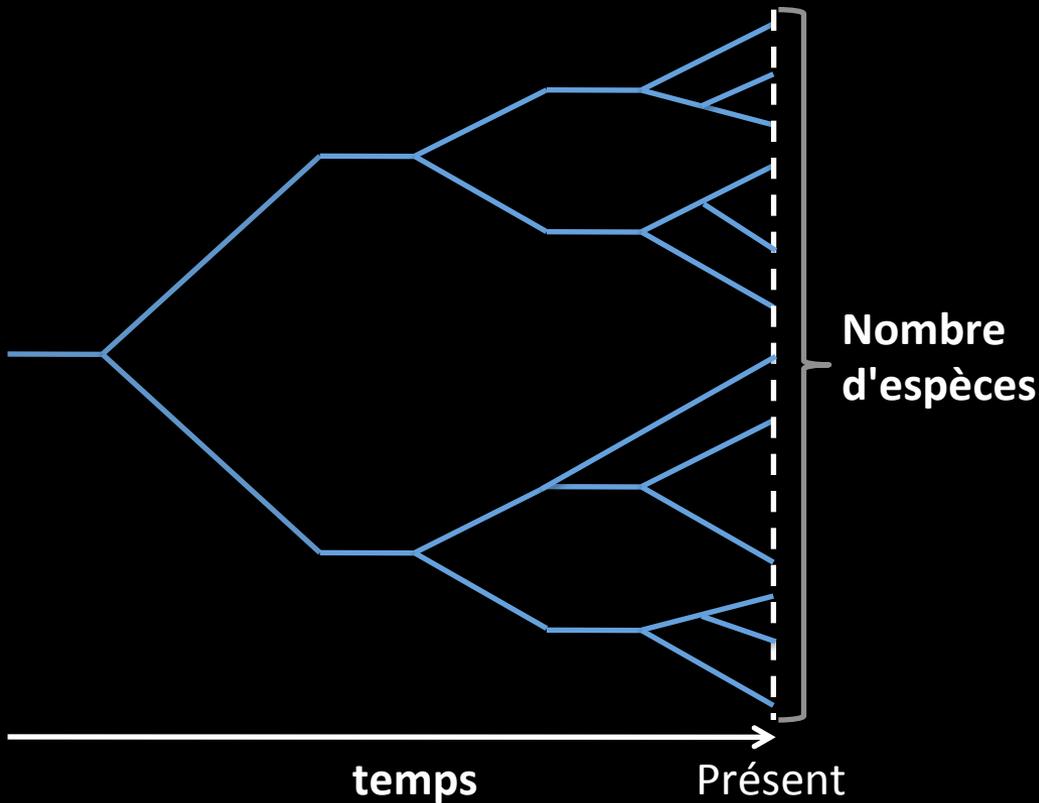
Ces hypothèses proposent des mécanismes à des échelles fines. Il est difficile de toutes les tester.

La diversité en un lieu résulte de 3 processus:

- 1- la diversification
- 2- le temps
- 3- la dispersion



COMMENT ESTIMER LA DIVERSIFICATION ?

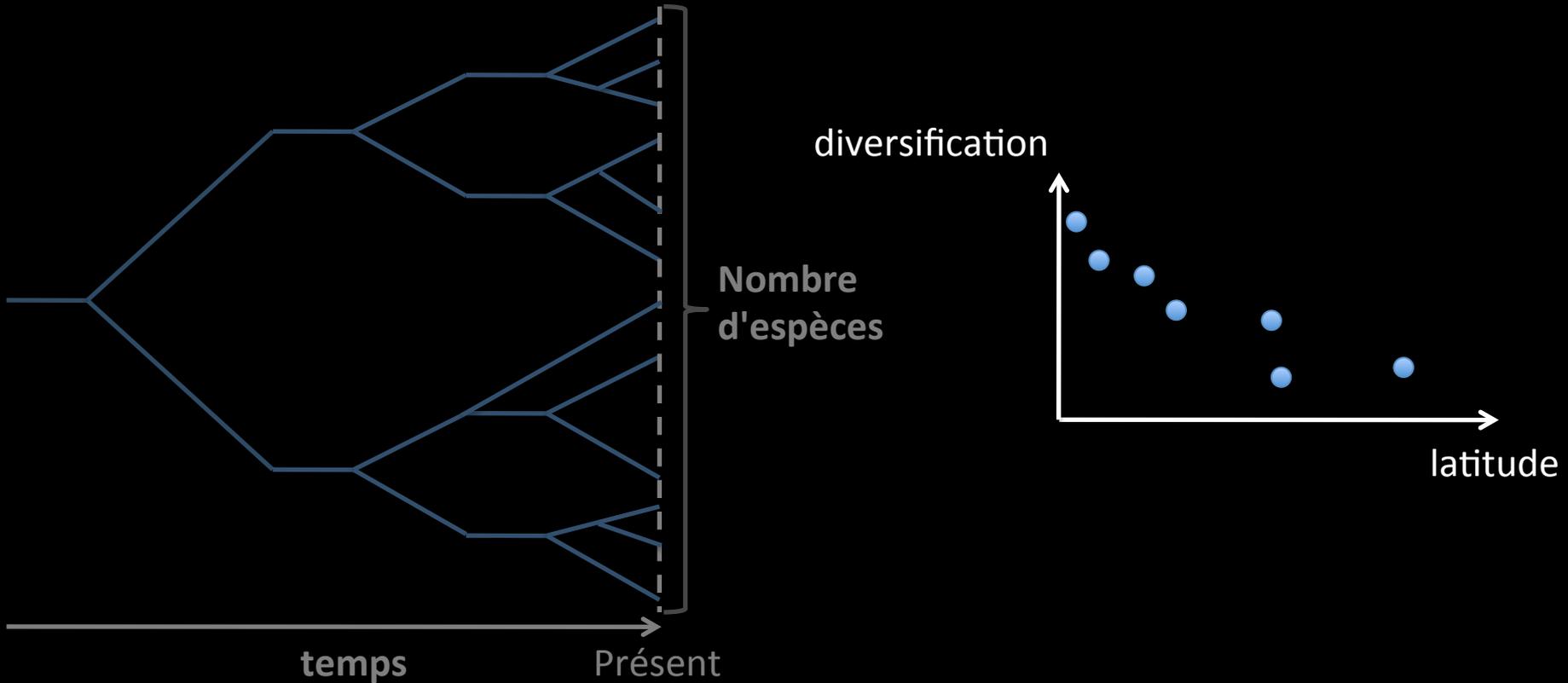


La méthode des moments (Magallon & Sanderson 2001):

$$\text{Log}(\text{Nombre d'espèce}) / \text{temps} = \text{taux net de diversification}$$



COMMENT ESTIMER LA DIVERSIFICATION ?



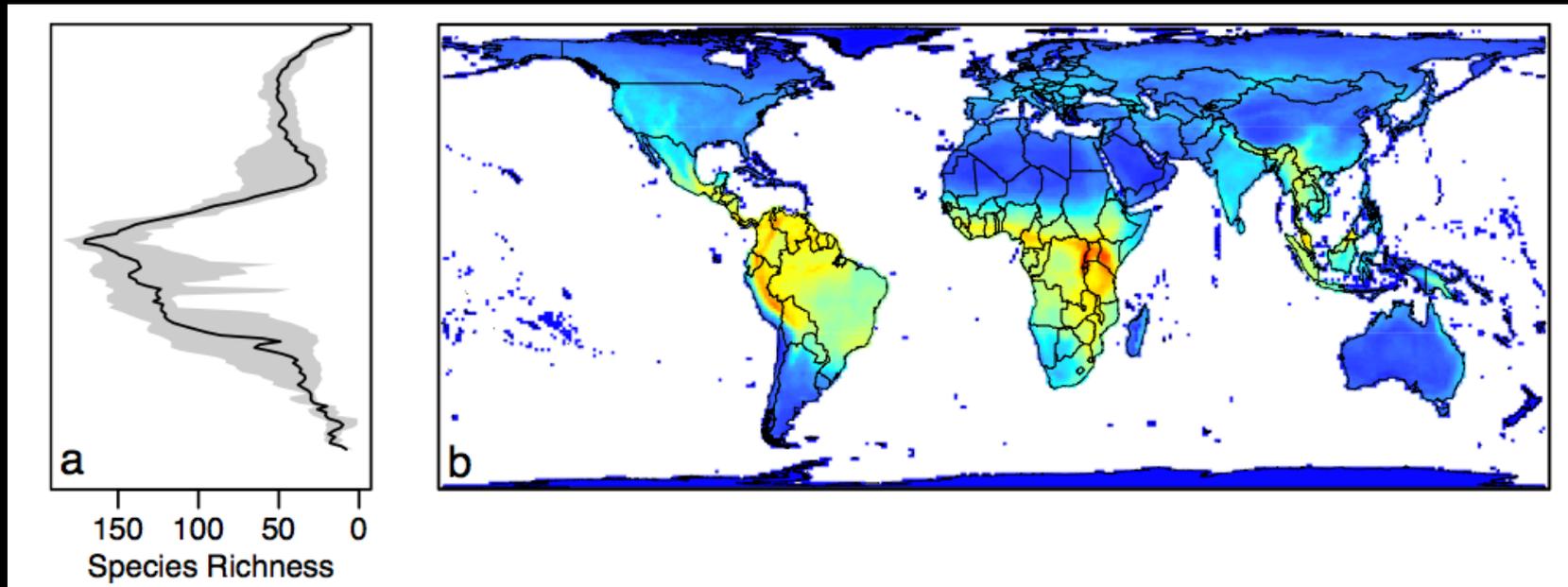
La méthode des moments (Magallon & Sanderson 2001):

$$\text{Log}(\text{Nombre d'espèce}) / \text{temps} = \text{taux net de diversification}$$

Basé sur le choix arbitraire de groupe



LE GRADIENT LATITUDINAL DE DIVERSITÉ



Davies et al. 2008



Forcément un taux net de diversification plus fort dans les tropiques ?



RÉSULTATS DES PRÉCÉDENTES ÉTUDES

The Latitudinal Gradient in Recent Speciation and Extinction Rates of Birds and Mammals

Jason T. Weir* and Dolph Schluter

PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY **B** | BIOLOGICAL SCIENCES

Diversification rates and the latitudinal gradient of diversity in mammals

Víctor Soria-Carrasco and Jose Castresana

Proc. R. Soc. B published online 15 August 2012
doi: 10.1098/rspb.2012.1393

→ Pas d'effet

Weir & Schluter 2007, Soria-Carrasco & Castresana 2012



Pourquoi, alors, les tropiques sont plus riches ?



PROCESSUS MAJEURS

La diversité en un lieu résulte de 3 processus:

1- la diversification

2- le temps

3- la dispersion



LA DISPERSION

Une dispersion plus forte des zones tempérées vers les tropiques?

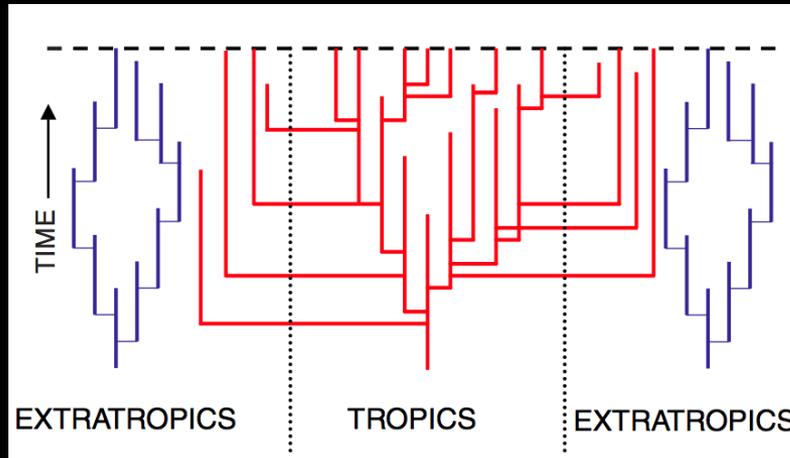


LA DISPERSION

Une dispersion plus forte des zones tempérées vers les tropiques?

Aucune hypothèse majeure.

Plutôt l'inverse...



Théorie « out of the tropics »

Jablonski et al. 2006



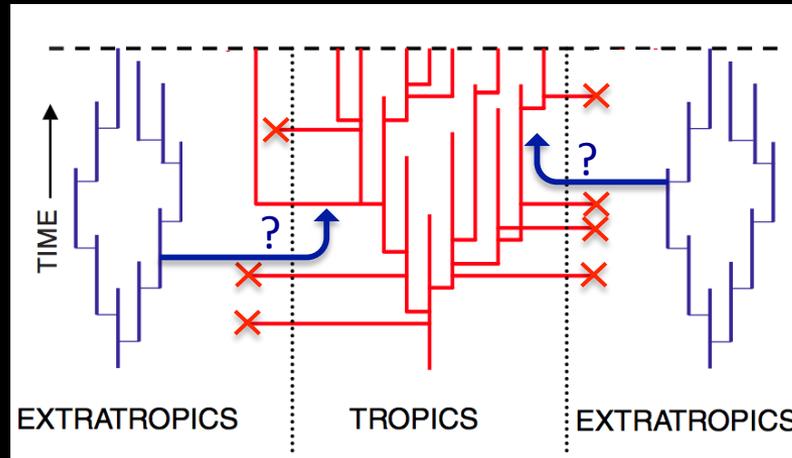


LA DISPERSION

Une dispersion plus forte des zones tempérées vers les tropiques?

Aucune hypothèse majeure.

Plutôt l'inverse...



Théorie « out of the tropics »

Jablonski et al. 2006



Théorie du «conservatisme de niche tropicale»

Wiens & Donoghue 2004

Peu de dispersion tropicale → tempéré car difficile de s'adapter au climat tempéré.

Condamine et al. 2012, Pyron & Wiens 2013



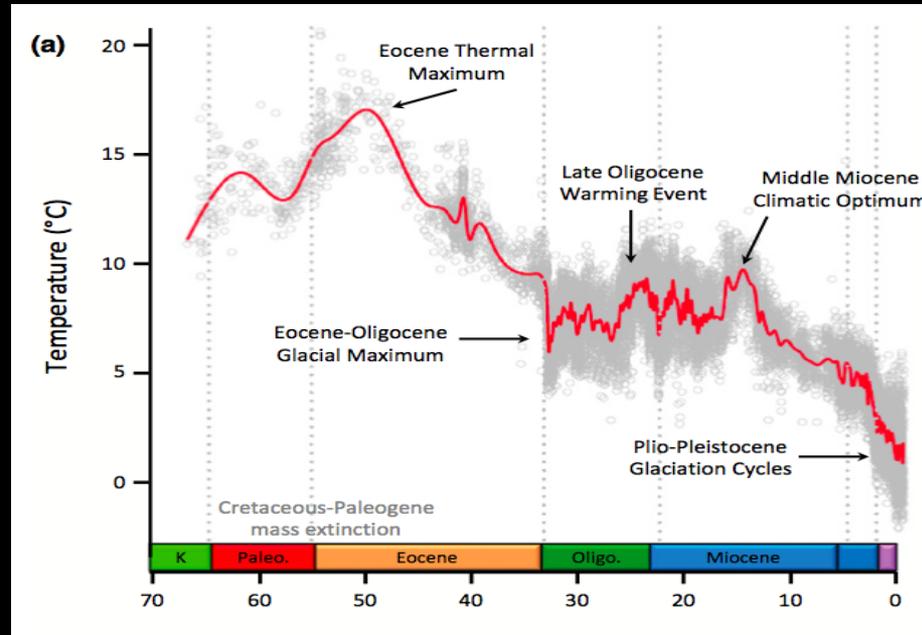
LE TEMPS

Le biome tropical est-il plus vieux?



LE TEMPS

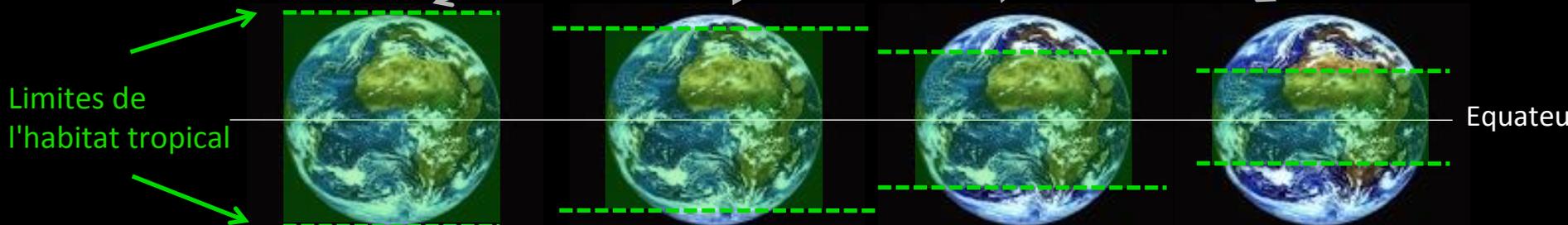
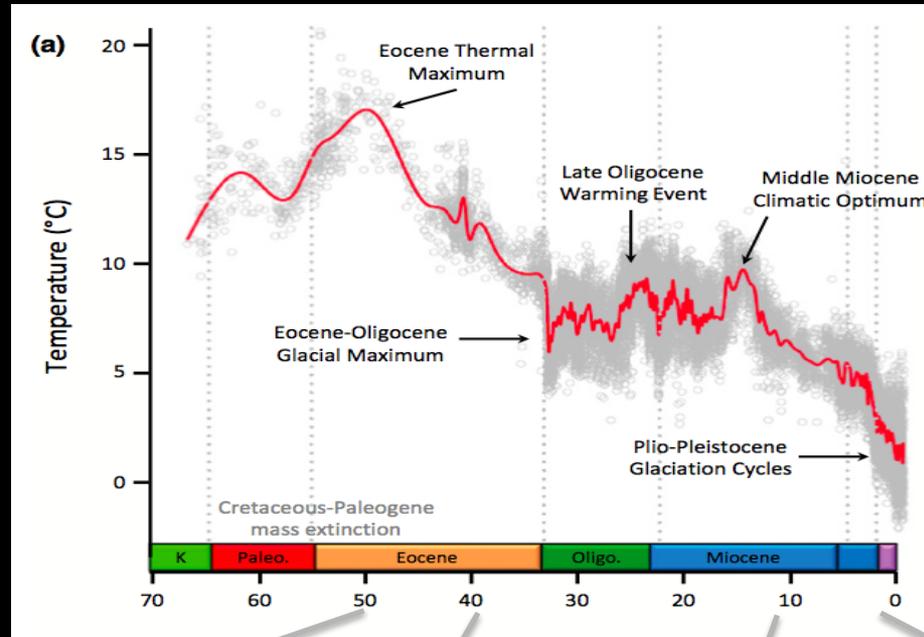
Le biome tropical est-il plus vieux?





LE TEMPS

Le biome tropical est-il plus vieux?



Limites de l'habitat tropical

Equateur



On pourrait s'arrêter là ...



UNE NOUVELLE MÉTHODE

Modèle de vraisemblance qui permet de détecter
l'effet d'un trait binaire sur la spéciation et l'extinction

Syst. Biol. 56(5):701–710, 2007

Copyright © Society of Systematic Biologists

ISSN: 1063-5157 print / 1076-836X online

DOI: 10.1080/10635150701607033

Estimating a Binary Character's Effect on Speciation and Extinction

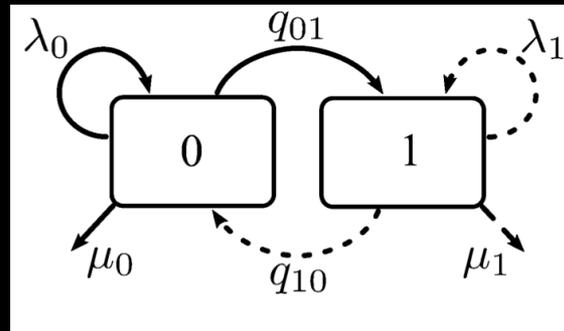
WAYNE P. MADDISON,^{1,2,3,4} PETER E. MIDFORD,¹ AND SARAH P. OTTO^{1,2}

Prend en compte l'information de tout l'arbre phylogénétique.
Plus de choix arbitraire de groupes.



MODÈLE DE DIVERSIFICATION

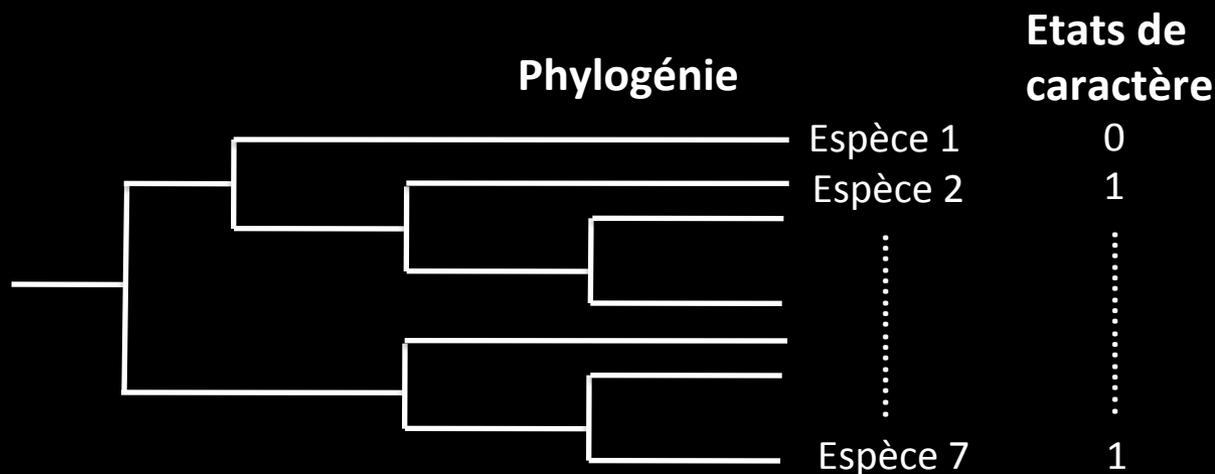
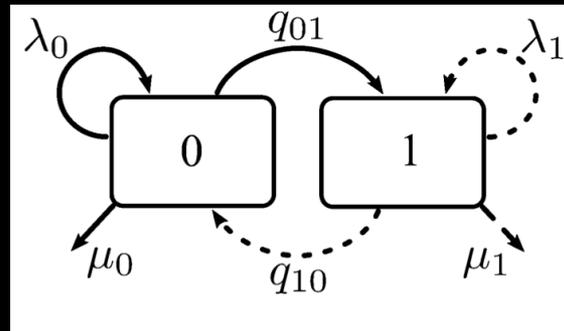
Binary State Speciation and Extinction (BiSSE)





MODÈLE DE DIVERSIFICATION

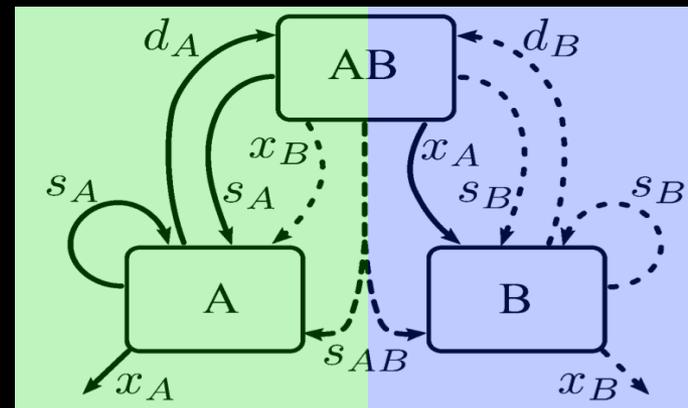
Binary State Speciation and Extinction (BiSSE)





MODÈLE DE DIVERSIFICATION

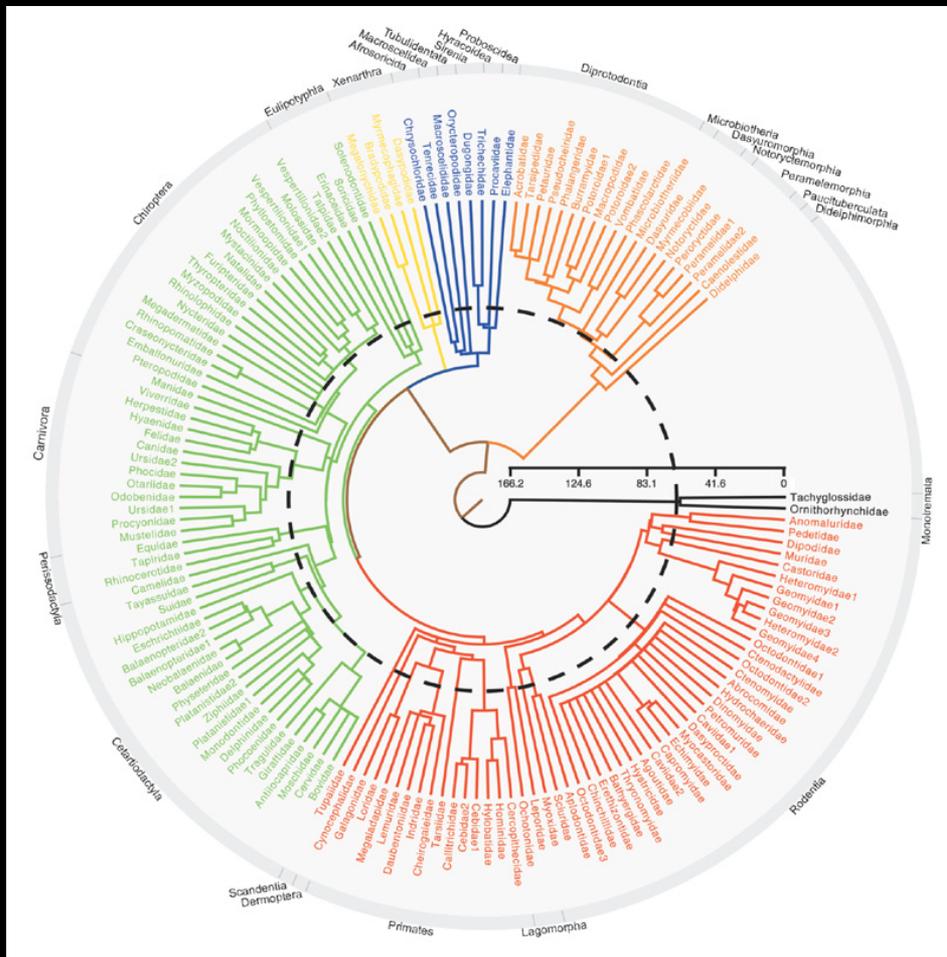
Modèle GeoSSE (Goldberg et al. 2011): modèle géographique qui estime la **spéciation**, l'**extinction** et la **dispersion** pour deux types de régions:





DONNÉES

Phylogénie et données de distribution pour 4500 espèces de mammifères.



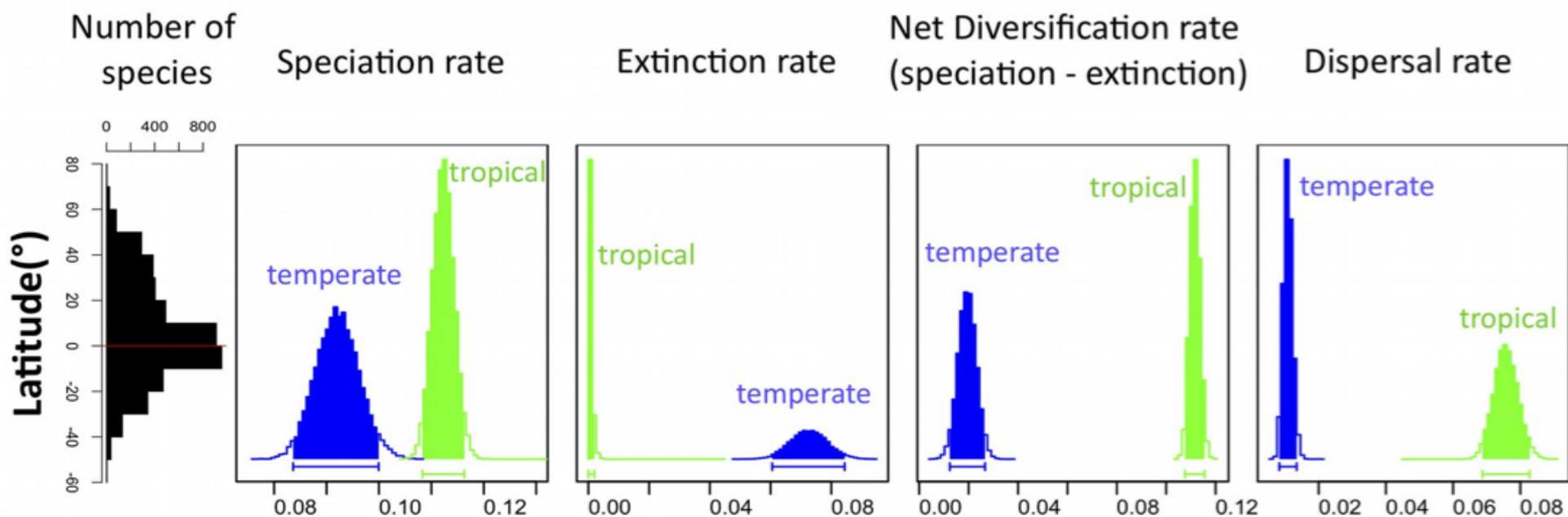
Bininda emonds et al. 2007



Jones et al. 2009



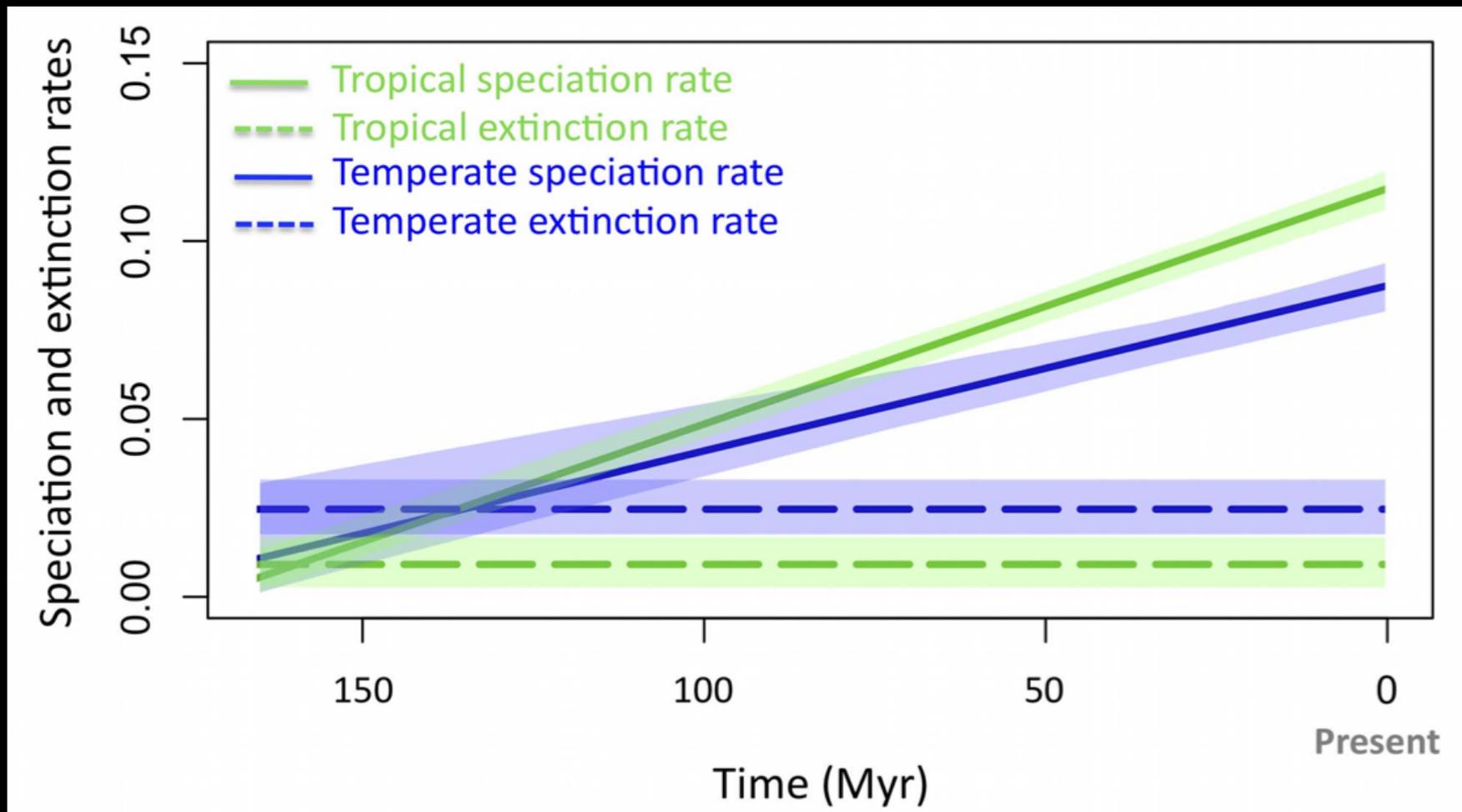
LES TAUX DE DIVERSIFICATION CONTRIBUENT AU GRADIENT LATITUDINAL DE DIVERSITÉ





TESTS DE ROBUSTESSE

Les tendances sont robustes aux variations de taux de diversification dans le temps





TESTS DE ROBUSTESSE

DATATION

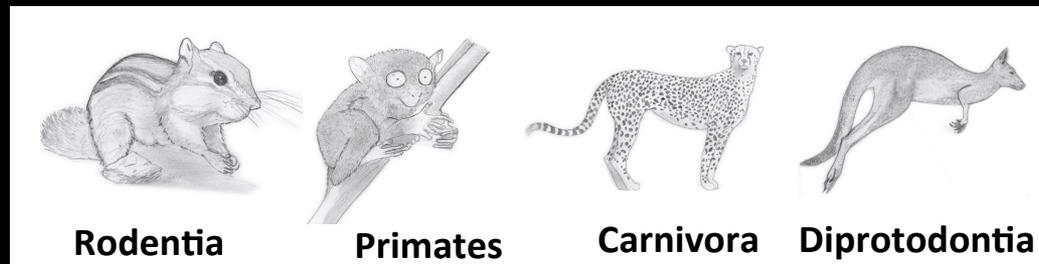
Deuxième datation à partir d'un autre arbre.

(Meredith et al. 2011)

TOPOLOGIE

La distribution postérieure de 100 arbres pour la phylogénie globale.

Phylogénies plus récentes pour 4 ordres.





ZOOM SUR LES ORDRES

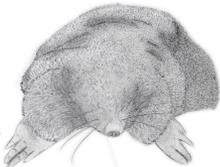
Le taux net de diversification est plus fort dans les tropiques pour la majorité des 8 ordres les plus riches.



Rodentia



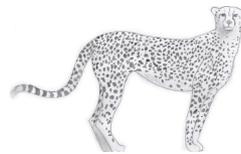
Chiroptera



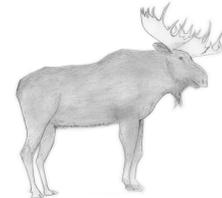
Soricomorpha



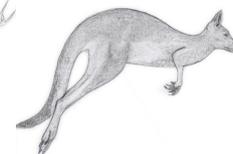
Primates



Carnivora



Artiodactyla



Diprotodontia

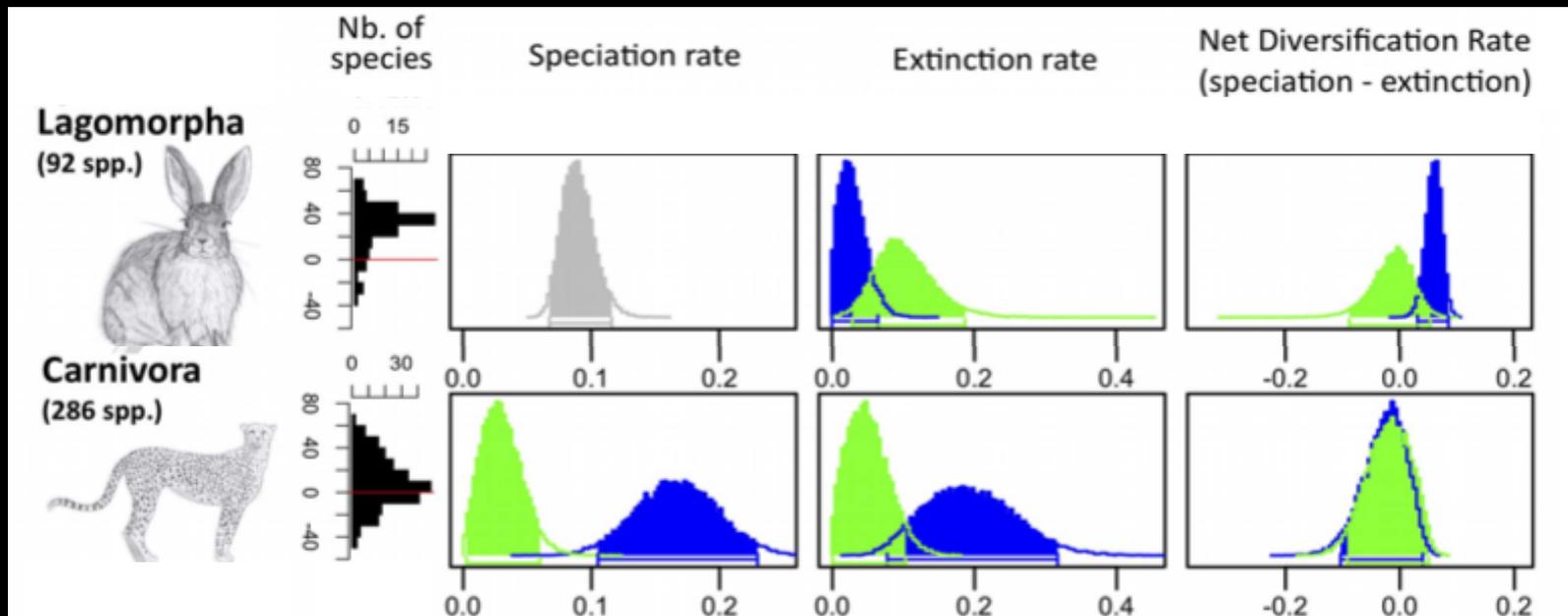


Lagomorpha

Les plus grosses familles au sein des ordres (7 familles).

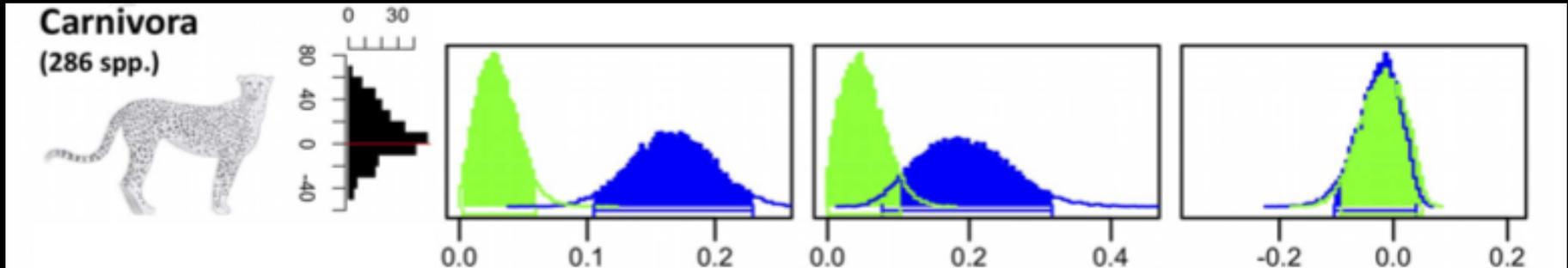


ORDRES: LES EXCEPTIONS





LE CAS PARTICULIER DES CARNIVORES



Pourquoi les tropiques sont-ils plus riches?



LE CAS PARTICULIER DES CARNIVORES

La diversité en un lieu résulte de 3 processus:

- 1- la diversification
- 2- le temps
- 3- la dispersion



LE CAS PARTICULIER DES CARNIVORES

La diversité en un lieu résulte de 3 processus:

1- la diversification

2- le temps

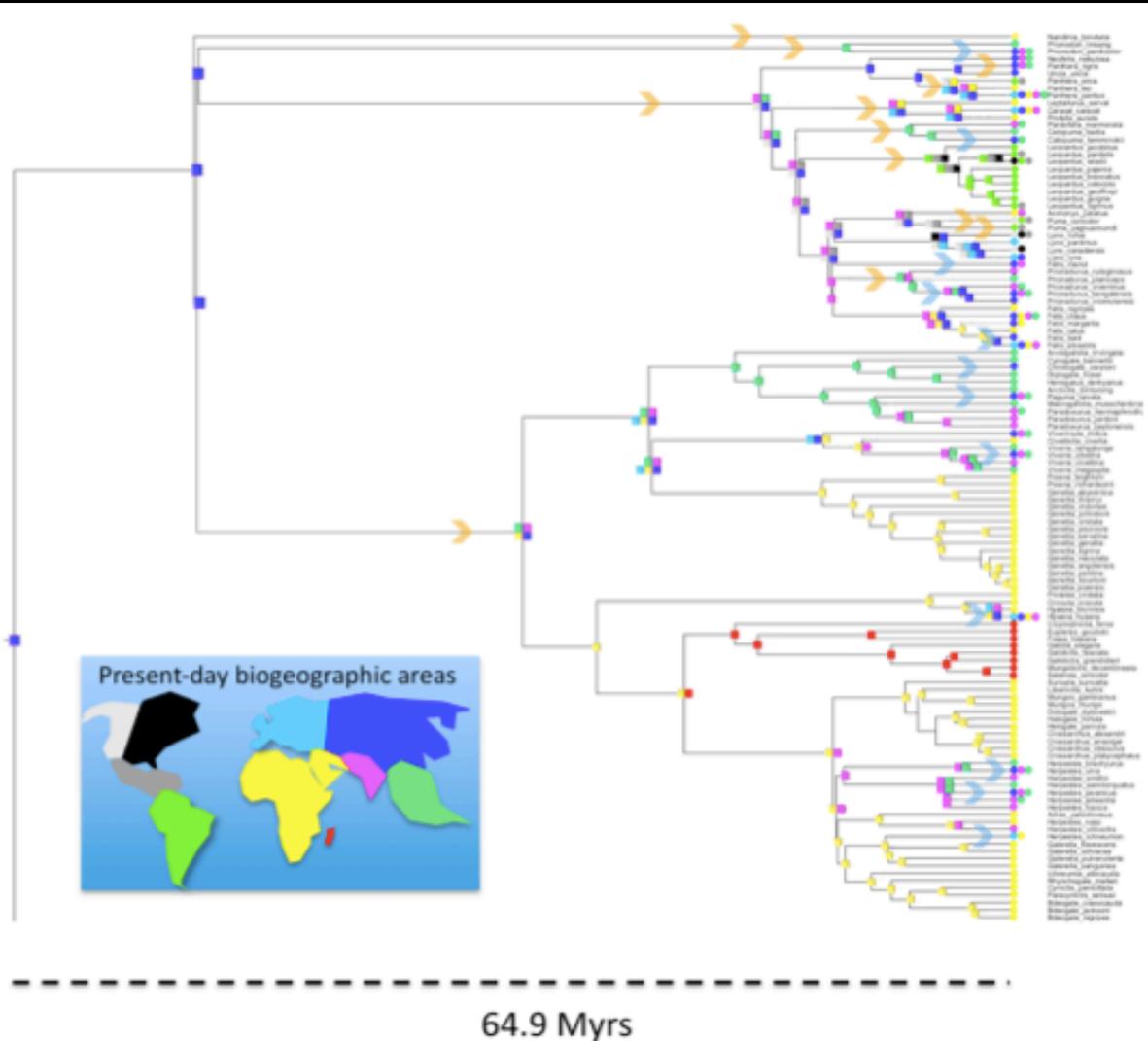
3- la dispersion



Reconstruction biogéographique
(dispersion-extinction-cladogenesis, DEC)

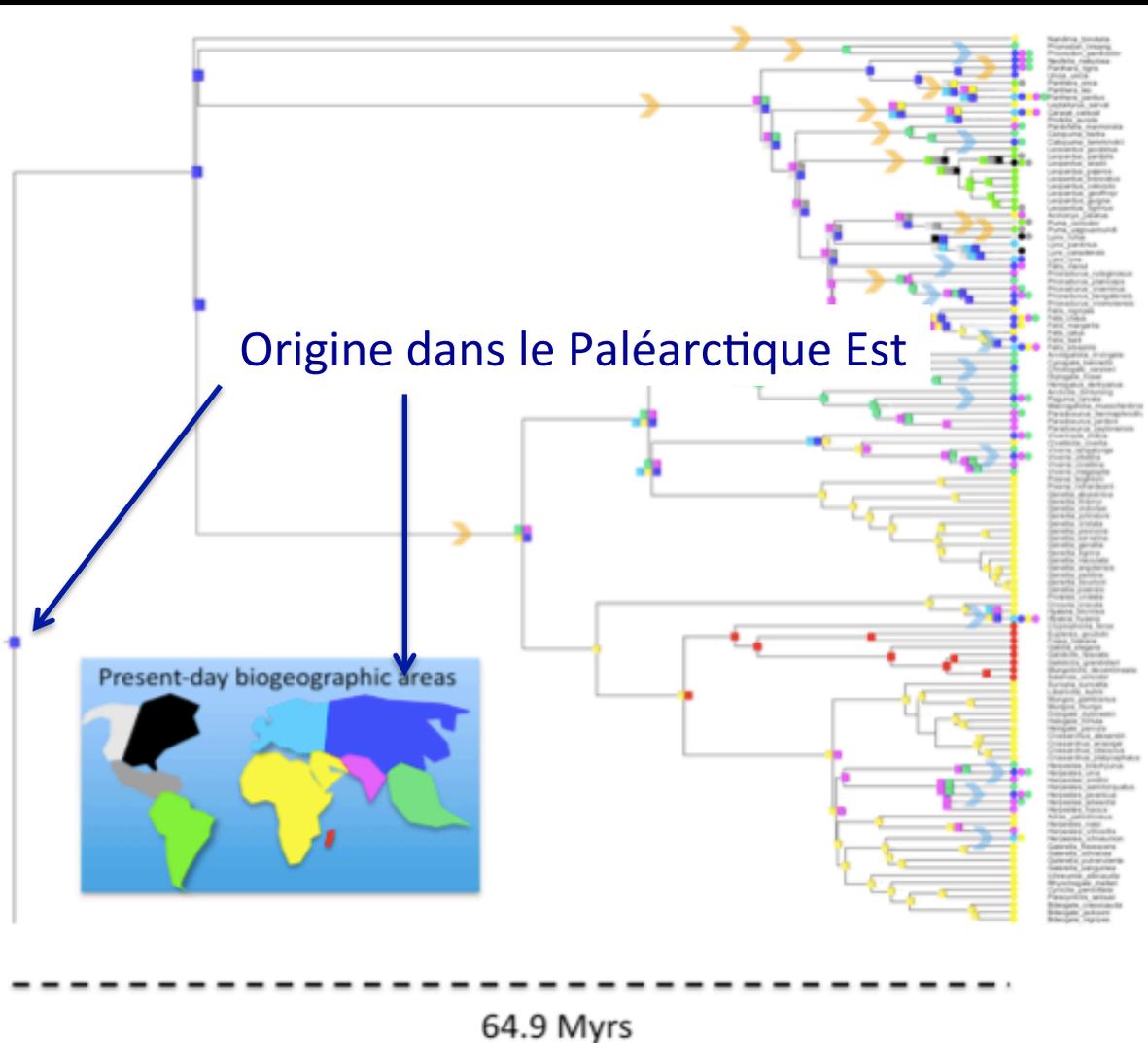


LE CAS PARTICULIER DES CARNIVORES





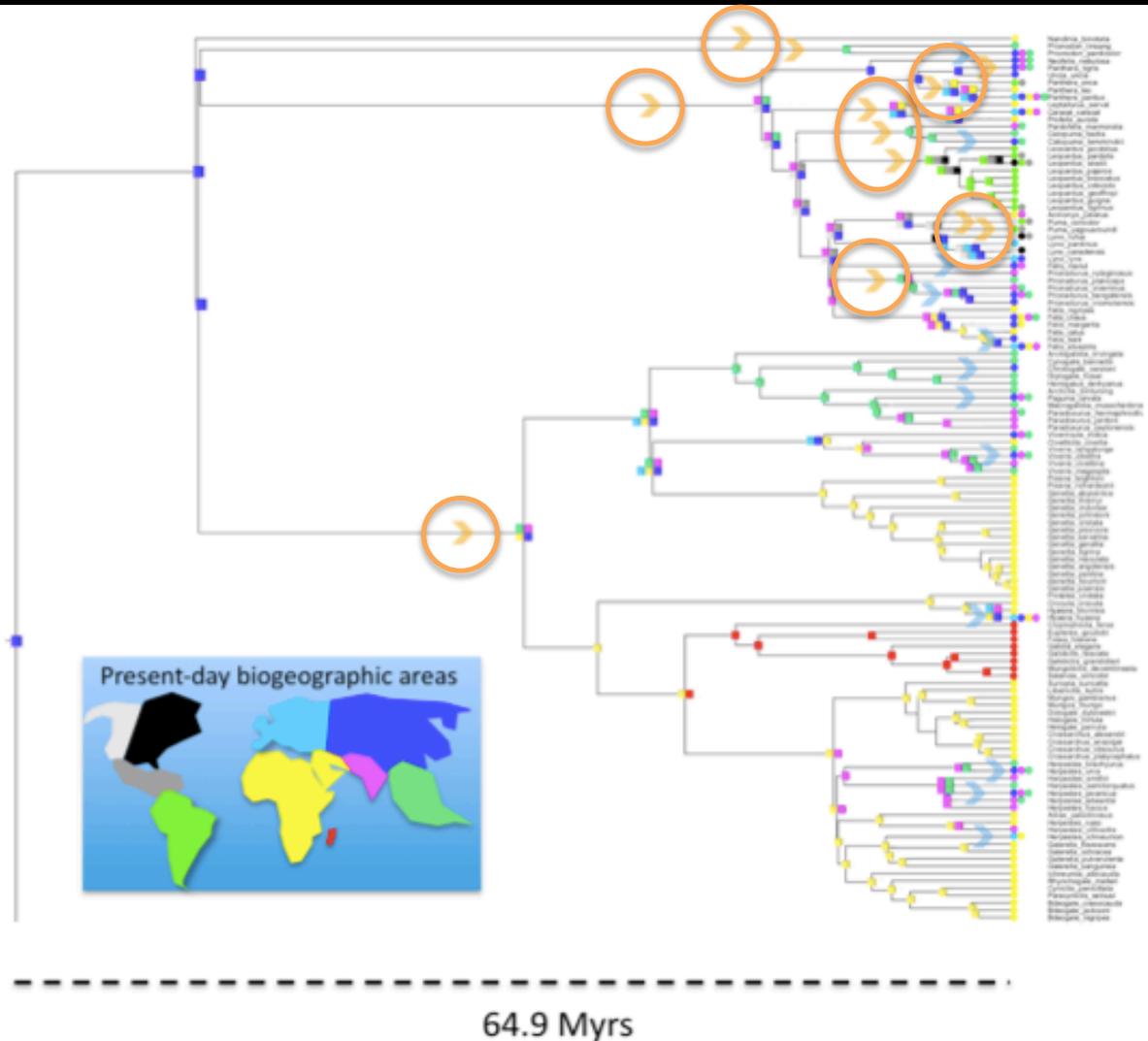
LE CAS PARTICULIER DES CARNIVORES



→ invalidation de l'hypothèse du temps



LE CAS PARTICULIER DES CARNIVORES

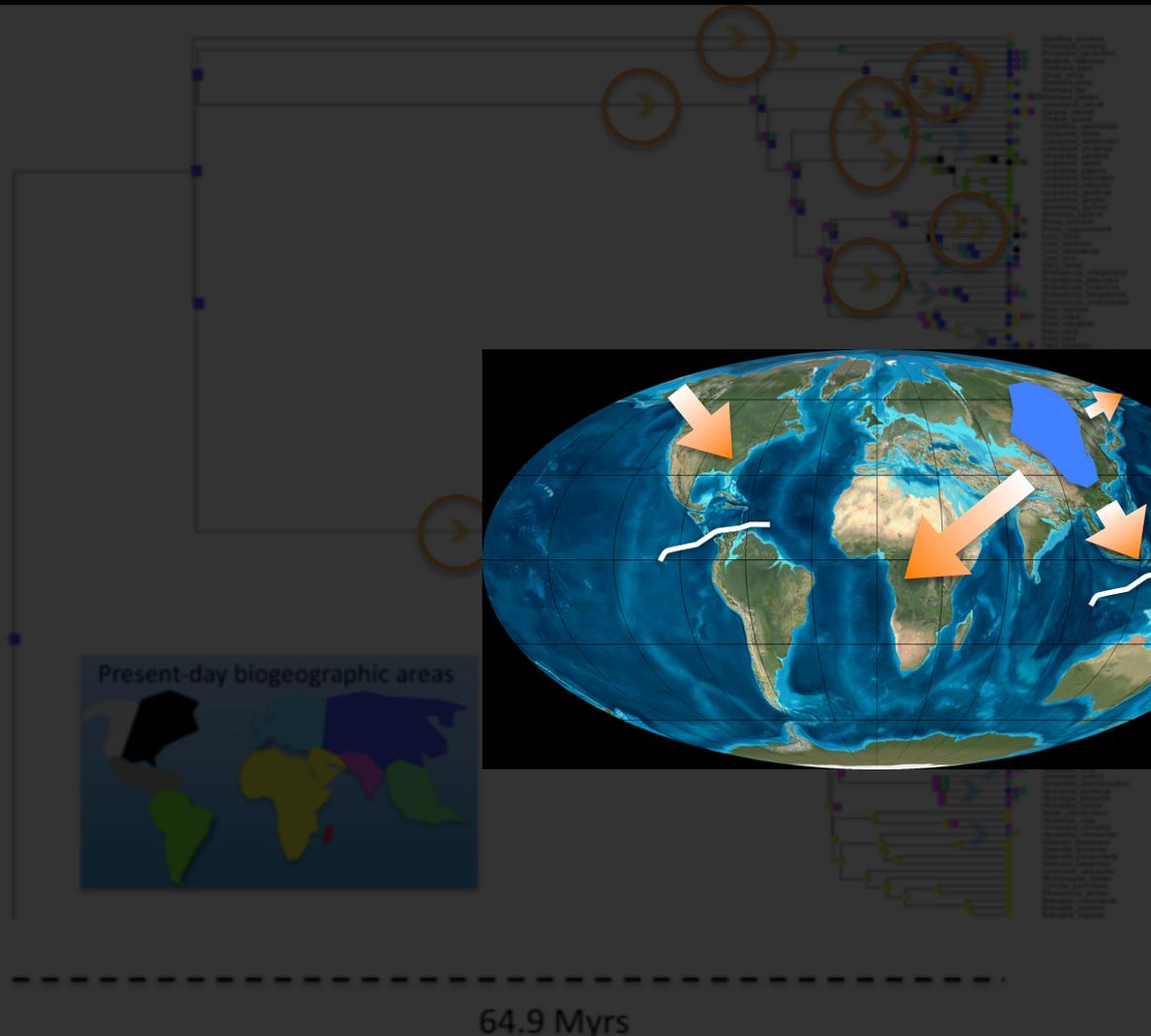


→ invalidation de l'hypothèse du temps

→ nombreuses dispersions vers le Sud



LE CAS PARTICULIER DES CARNIVORES



→ invalidation de l'hypothèse du temps

→ nombreuses dispersions vers le Sud

PLAN DE LA PRÉSENTATION

- 1) Le gradient latitudinal de diversité
Mammifères et Carnivores



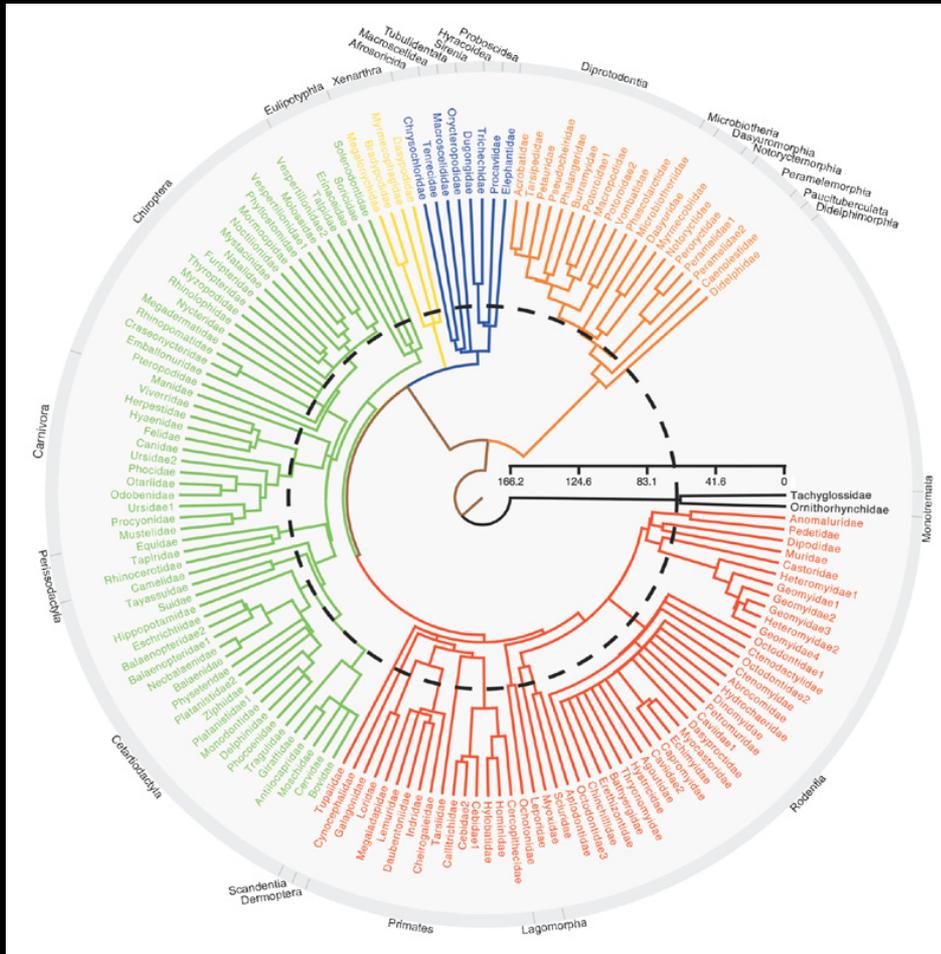
- 2) Les facteurs proximaux de la diversification
Migration et Température





LES FACTEURS PROXIMAUX DE LA DIVERSIFICATION

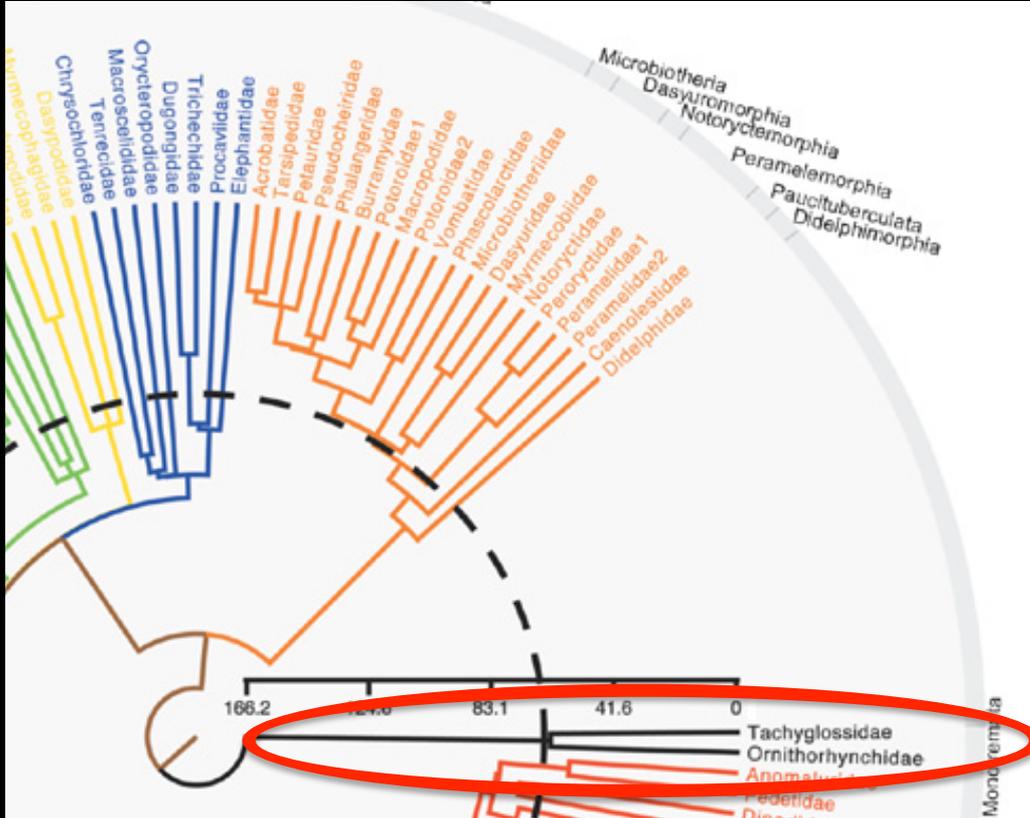
L'arbre du vivant est asymétrique:





LES FACTEURS PROXIMAUX DE LA DIVERSIFICATION

L'arbre du vivant est asymétrique:



Ex: le groupe des monotrèmes comporte 5 spp. est le groupe frères des Thériens (placentaires + marsupiaux, plus de 5400 spp.)



LES FACTEURS PROXIMAUX DE LA DIVERSIFICATION

Comment expliquer une telle différence de diversité?

Hypothèse : certains caractères/variables sont associés aux taux de diversification.



LES FACTEURS PROXIMAUX DE LA DIVERSIFICATION

Comment expliquer une telle différence de diversité?

Hypothèse : certains caractères/variables sont associés aux taux de diversification.

- **variables intrinsèques**

caractères morphologiques (masse corporelle, ...)



→ Le comportement migratoire



LES FACTEURS PROXIMAUX DE LA DIVERSIFICATION

Comment expliquer une telle différence de diversité?

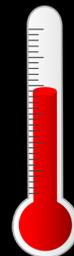
Hypothèse : certains caractères/variables sont associés aux taux de diversification.

- variables intrinsèques

→ Le comportement migratoire

- variables extrinsèques

variables environnementales, ...



→ La température



UNE VARIABLE INTRINSÈQUE: LA MIGRATION



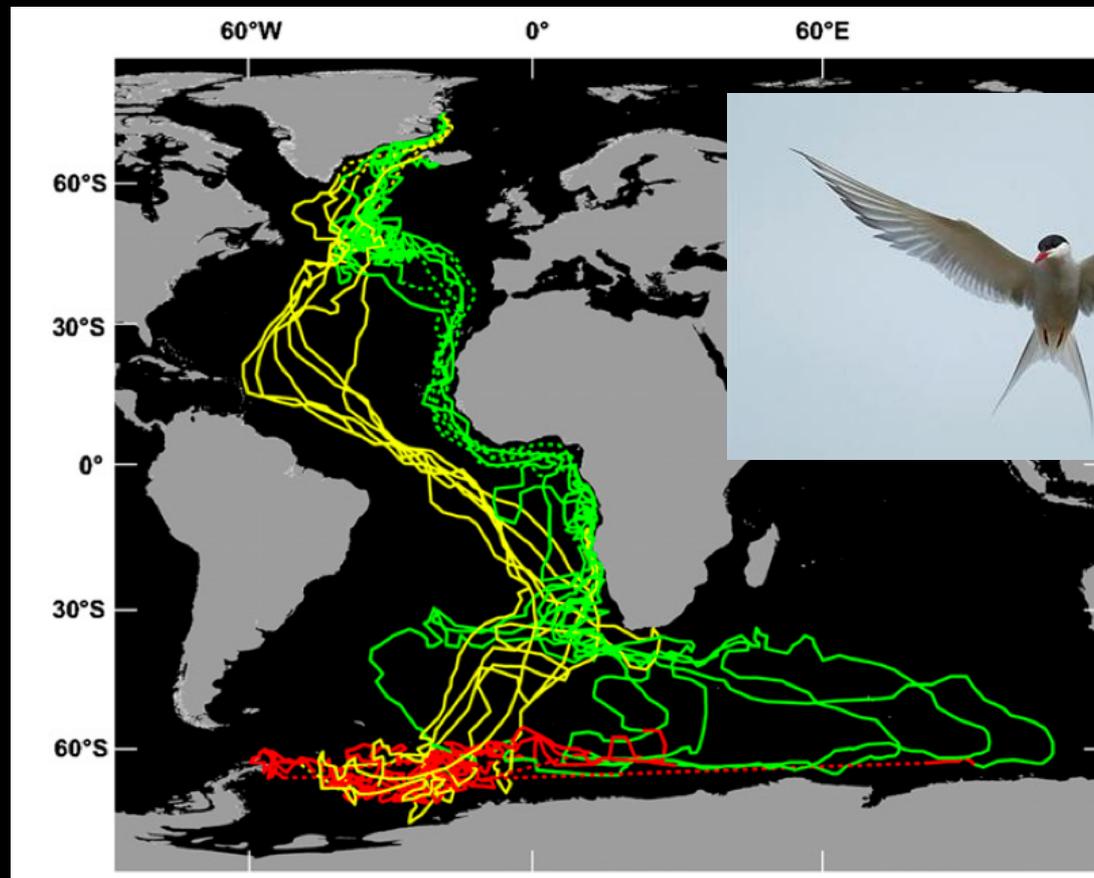
Déplacement saisonnier d'individus en réponse à une disponibilité locale de nourriture.





LA MIGRATION

Ces déplacements varient de quelques Kilomètres jusqu'à des distances extrêmement longues (80 000 Km parcourus annuellement pour la sterne arctique).



Egevang et al. 2010



CONSÉQUENCES ÉVOLUTIVES: HYPOTHÈSES



Augmentation du taux
de spéciation

- 1- Différentes populations au sein des espèces migratrices ont des stratégies différentes de migration
-> structures génétiques différentes.
- 2- Des erreurs dans les trajectoires permettent d'explorer de nouvelles régions.
-> sédentarisation de populations



CONSÉQUENCES ÉVOLUTIVES: HYPOTHÈSES



Augmentation du taux
de spéciation

Baisse du taux
de spéciation

- 1- Des stratégies différentes de migration pourraient entraîner des structures génétiques différentes.
- 2- Des erreurs dans les trajectoires permettent d'explorer de nouvelles régions.

Les espèces migratrices ont des capacités de dispersion élevées
-> homogénéisation des gènes.



CONSÉQUENCES ÉVOLUTIVES: HYPOTHÈSES



Augmentation du taux
de spéciation

- 1- Des stratégies différentes de migration pourraient entraîner des structures génétiques différentes.
- 2- Des erreurs dans les trajectoires permettent d'explorer de nouvelles régions.

Baisse du taux
de spéciation

Des capacités de dispersion élevées peuvent augmenter l'homogénéisation des gènes.

Baisse du taux
d'extinction

La migration pourrait permettre d'échapper aux
glaciations



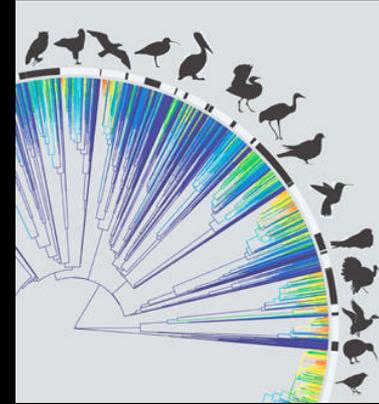
DONNÉES

Phylogénie regroupant près de 10 000 espèces d'oiseaux

Jetz et al. 2012



Données de distribution,
et classification des oiseaux en 2 catégories:





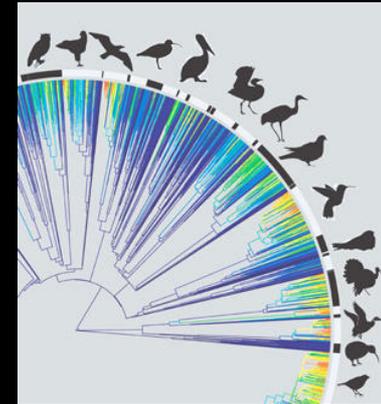
DONNÉES

Phylogénie regroupant près de 10 000 espèces d'oiseaux

Jetz et al. 2012

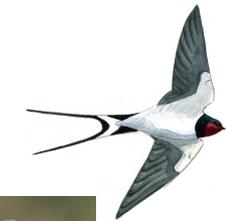


Données de distribution,
et classification des oiseaux en 2 catégories:



SEDENTAIRES

~ 80%



MIGRATRICES

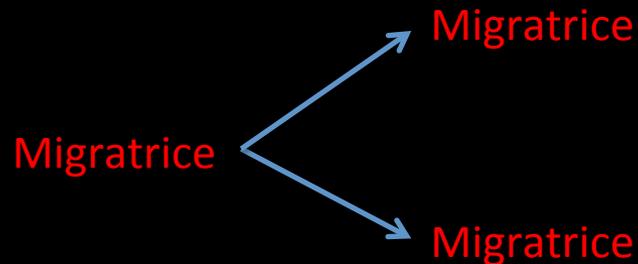
~ 20%



UN NOUVEAU MODÈLE DE DIVERSIFICATION: Classe

Deux types de spéciations sont possibles:

Symétrique

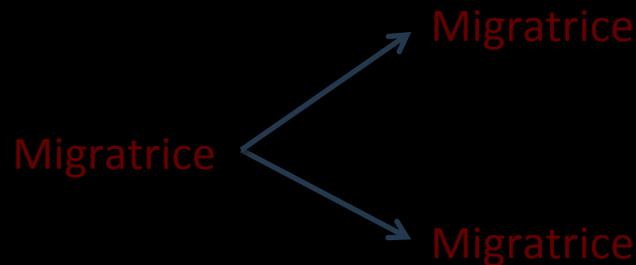




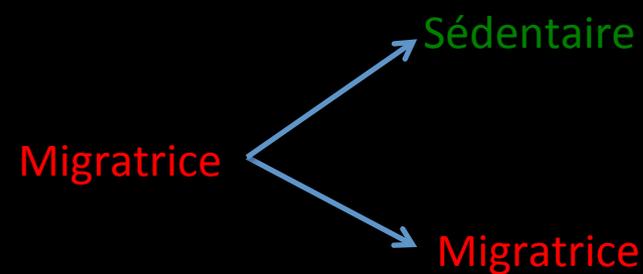
UN NOUVEAU MODÈLE DE DIVERSIFICATION: Classe

Deux types de spéciations sont possibles:

Symétrique

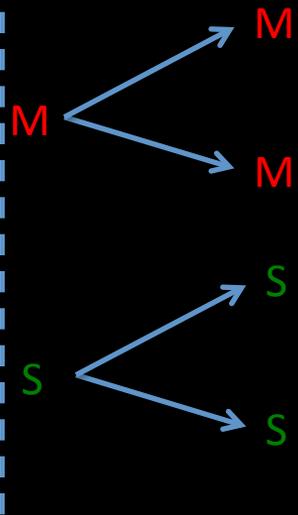
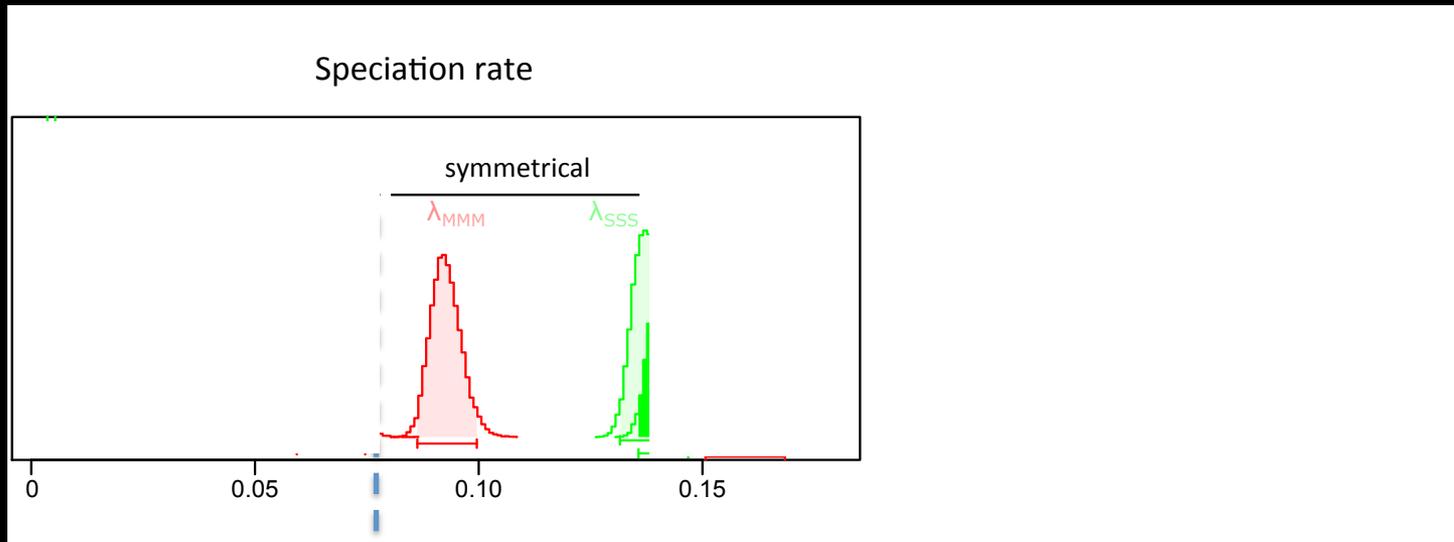


Asymétrique



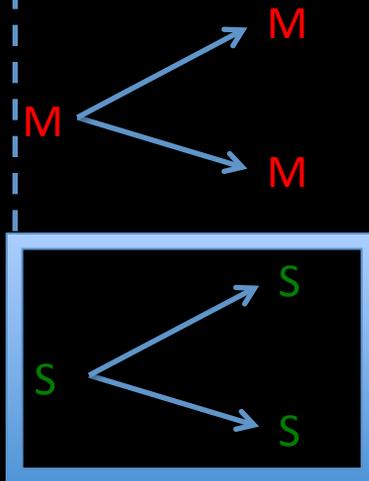
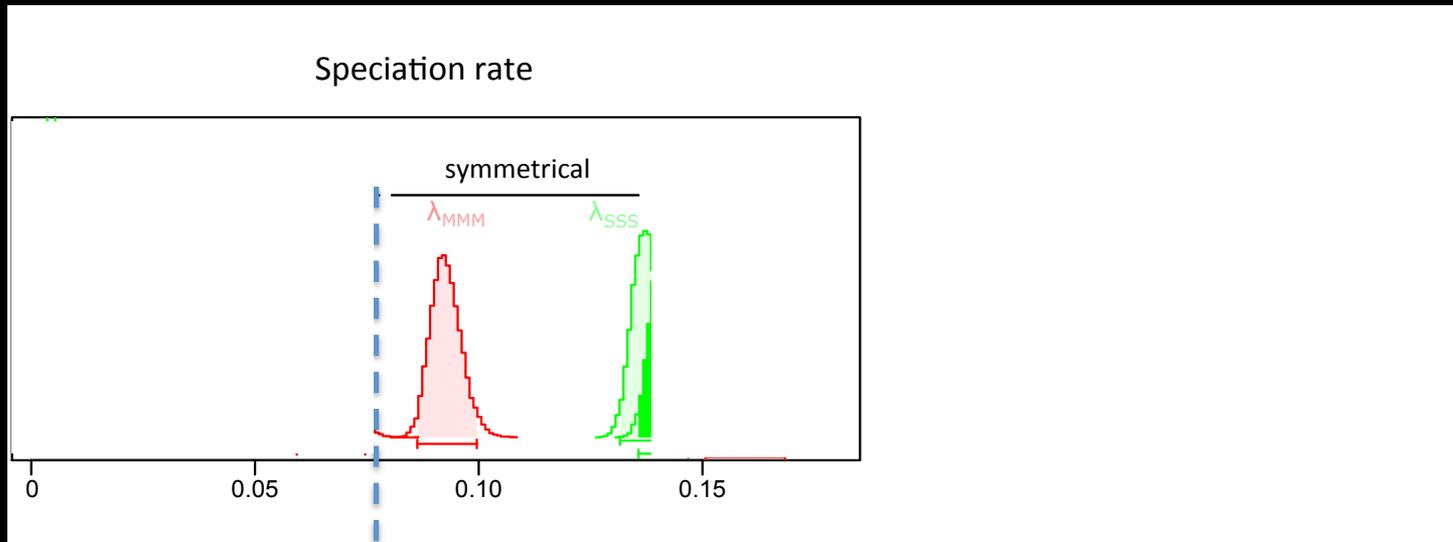


SPÉCIATION SYMÉTRIQUE





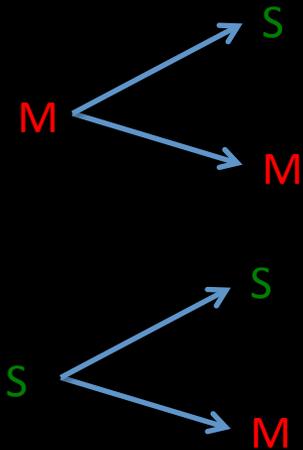
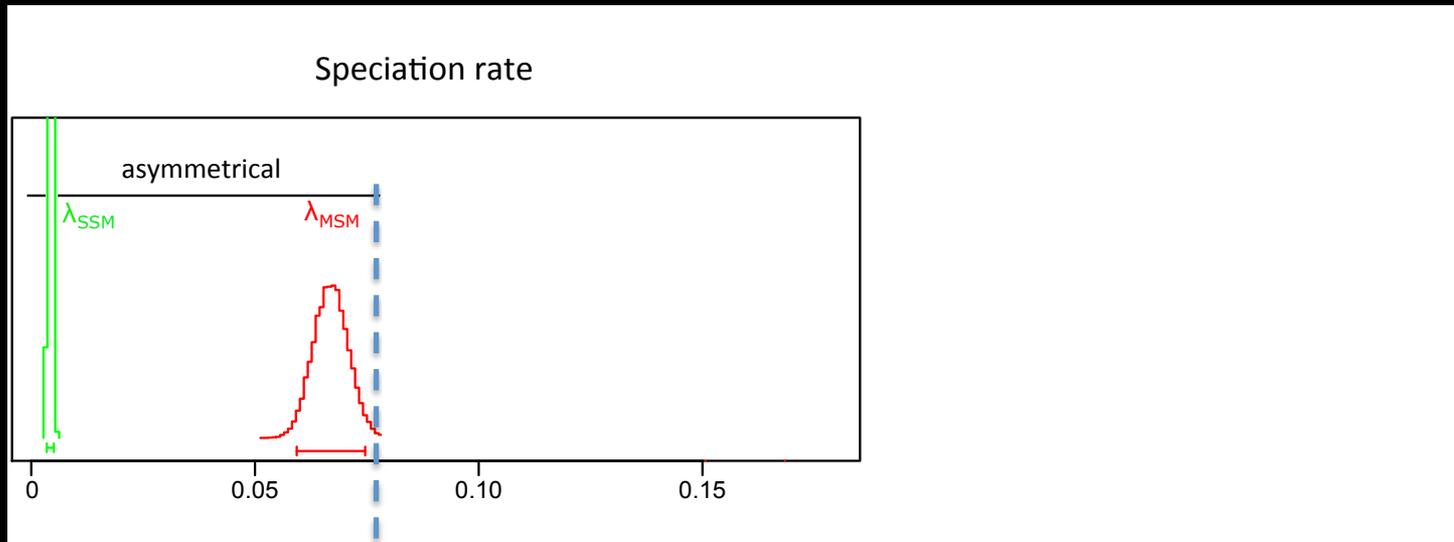
SPÉCIATION SYMÉTRIQUE



Homogénéisation des gènes plus forte pour les espèces migratrices, isolement reproductif plus difficile

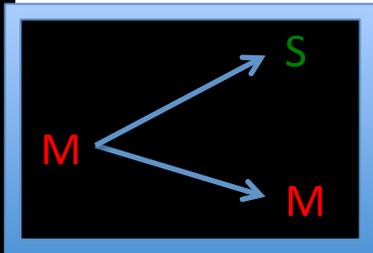
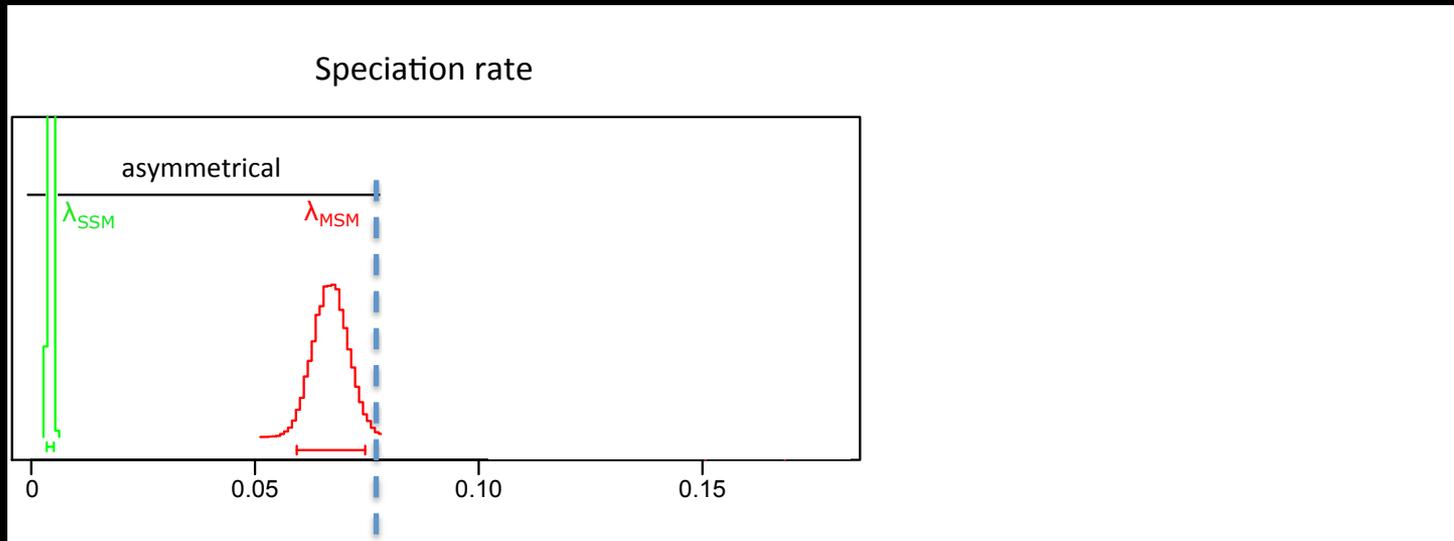


SPÉCIATION ASYMÉTRIQUE

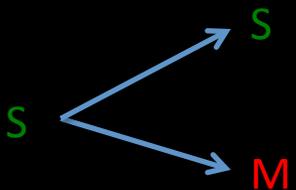




SPÉCIATION ASYMÉTRIQUE

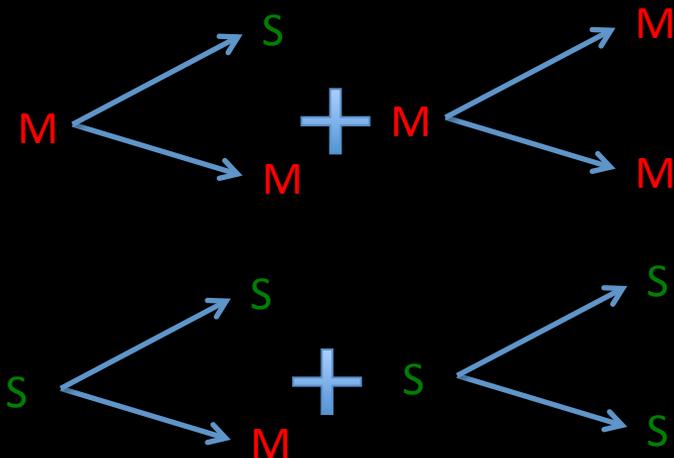
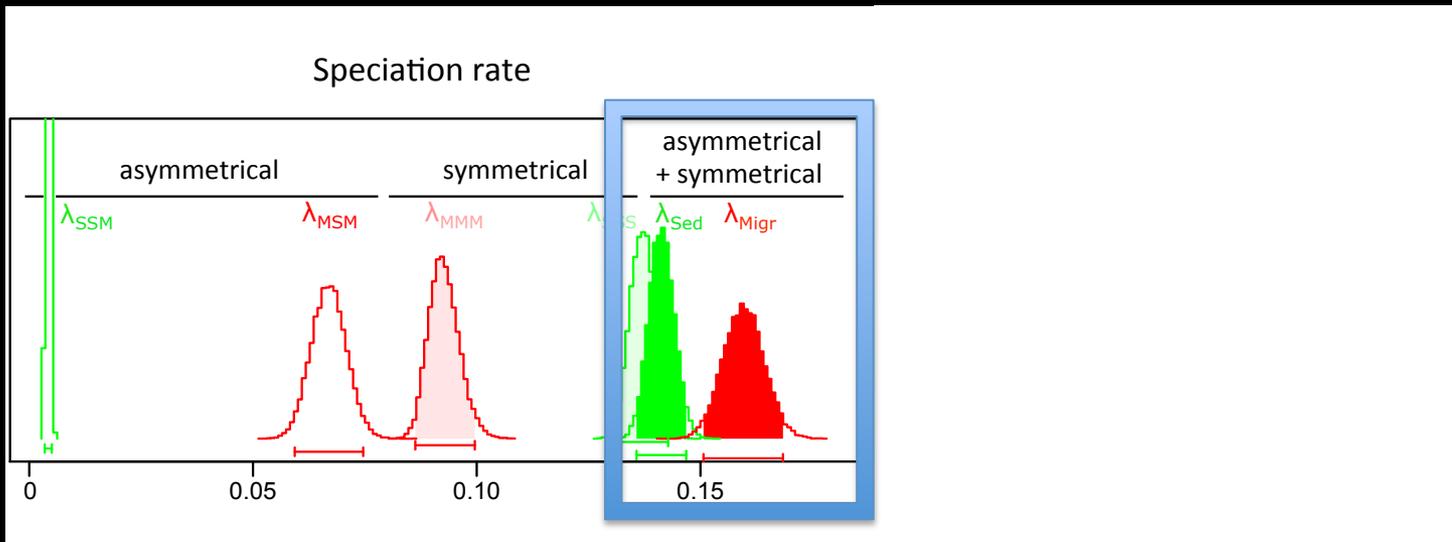


Sédentarisation de populations migrantes lors de la découverte de nouvelles régions.





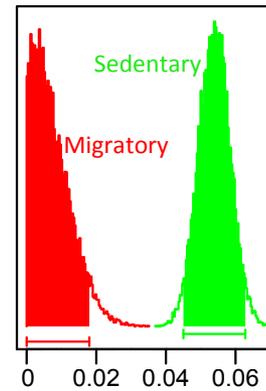
TAUX DE SPÉCIATION TOTAL





TAUX D'EXTINCTION

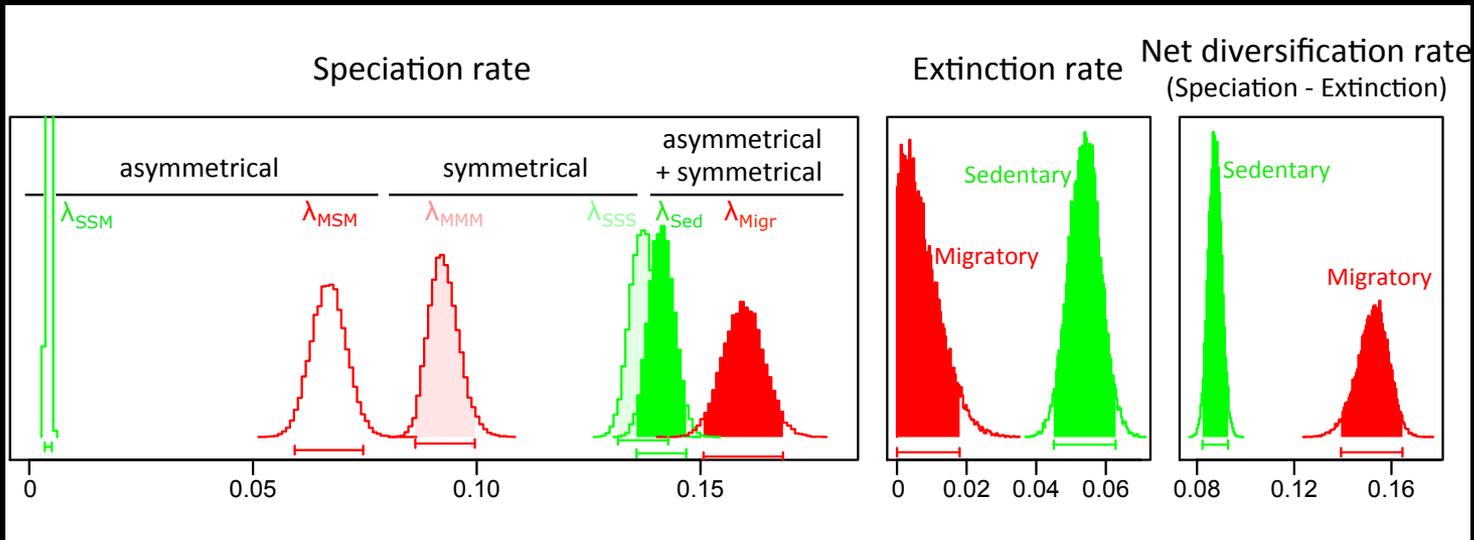
Extinction rate



Plus facile d'échapper aux glaciations.



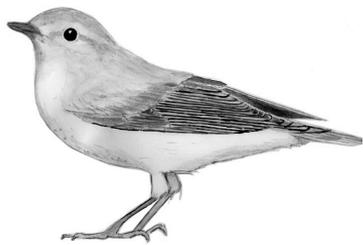
TAUX NET DE DIVERSIFICATION





ZOOM SUR LES ORDRES

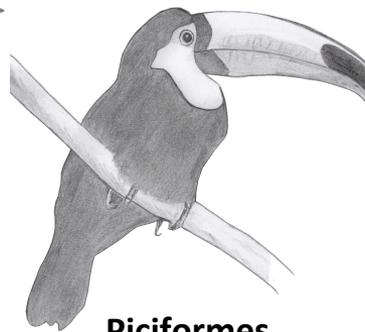
Les tendances pour les taux nets de diversification sont cohérentes pour les 5 ordres les plus riches



Passeriformes



Apodiformes



Piciformes



Psittaciformes



Charadriiformes



UNE VARIABLE EXTRINSÈQUE: LA TEMPÉRATURE

L'association entre température et spéciation a été proposée dans la littérature:

Théorie Métabolique de la Biodiversité.

Kinetic effects of temperature on rates of genetic divergence and speciation

Andrew P. Allen^{1*}, James F. Gillooly², Van M. Savage³

Ecology, 88(8), 2007, pp. 1877–1888
© 2007 by the Ecological Society of America

A GLOBAL EVALUATION OF METABOLIC THEORY AS AN EXPLANATION FOR TERRESTRIAL SPECIES RICHNESS GRADIENTS

BRADFORD A. HAWKINS,^{1,18} FREDERICK W. O'NEILL,¹ JAMES F. GILLOOLY,² ANDREW P. ALLEN,¹ VAN M. SAVAGE,³ AND GEOFFREY B. WEST^{2,3}

Ecology, 85(7), 2004, pp. 1771–1789
© 2004 by the Ecological Society of America

TOWARD A METABOLIC THEORY OF ECOLOGY

JAMES H. BROWN,^{1,2,4}

with JAMES F. GILLOOLY,¹ ANDREW P. ALLEN,¹ VAN M. SAVAGE,^{2,3} AND GEOFFREY B. WEST^{2,3}

-> + vitesse de réactions enzymatiques

-> + taux de mutation

-> + taux de spéciation



LA TEMPÉRATURE

Paléo-température en lien avec la diversité fossile.

Jaramillo et al. 2006, Marx & Uhen 2010, Harnik et al. 2012, Mayhew et al. 2012, Sun et al. 2012

Review Cell PRESS

Extinctions in ancient and modern seas

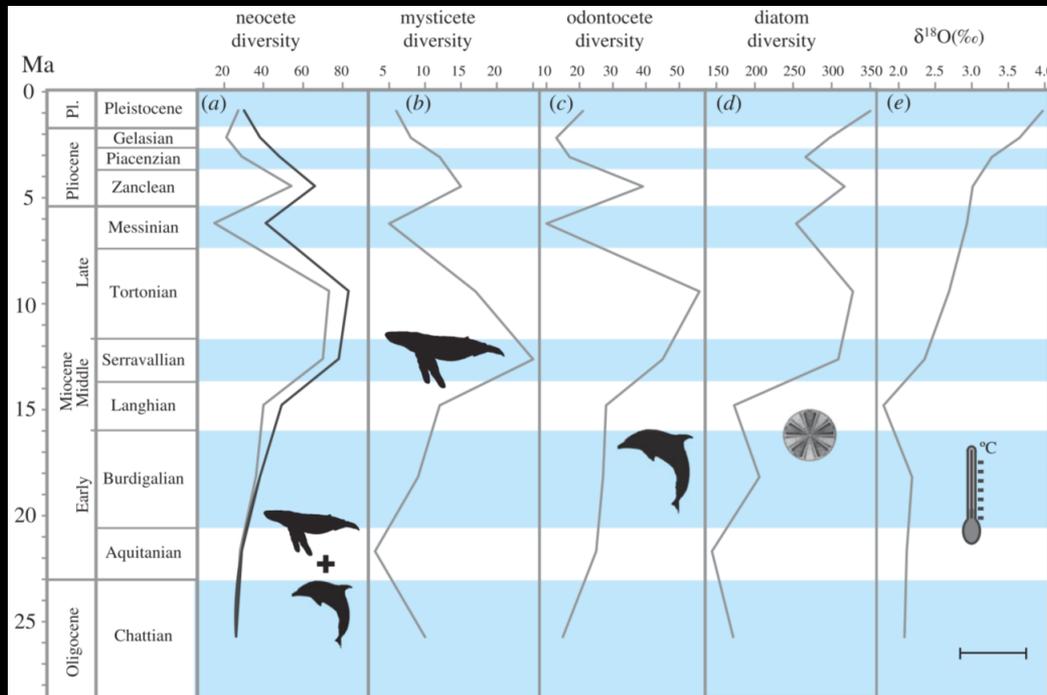
Paul G. Harnik¹, Heike K. L. Lindberg^{5,6}, Lee H. McQueen^{1,9}, Aaron J. Cooper^{1,9}, and Derek P. Tittensor^{2,13,14}

Biodiversity tracks temperature over time

Peter J. Mayhew^{a,1}, Mark A. Bell^b, Timothy G. Benton^c, and Alistair J. McGowan^b

^aDepartment of Biology, University of York, York YO10 5DD, United Kingdom; ^bSchool of Geographical and Earth Sciences, University of Glasgow, Glasgow G12 8QQ, United Kingdom; and ^cFaculty of Biological Sciences, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, United Kingdom

Edited by David Jablonski, The University of Chicago, Chicago, IL, and approved July 30, 2012 (received for review January 18, 2012)

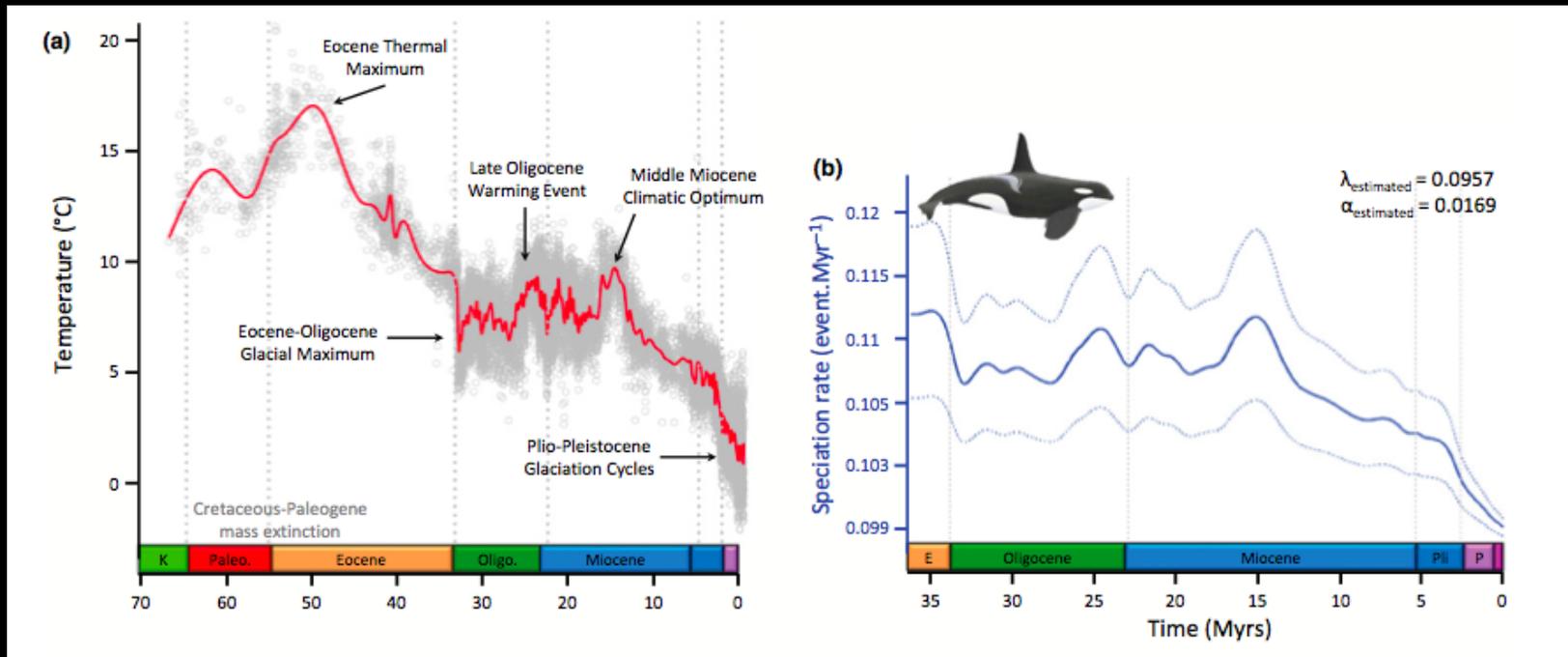




LA TEMPÉRATURE

Construction d'un modèle phylogénétique.

À partir de Morlon et al. 2011, Condamine et al. 2013



Spéciation et extinction varient en fonction d'une ou plusieurs variables environnementales qui varient au cours du temps.



LA TEMPÉRATURE

66 phylogénies de familles de mammifères.

Support pour les modèles de dépendance à la température ou simple variations dans le temps?

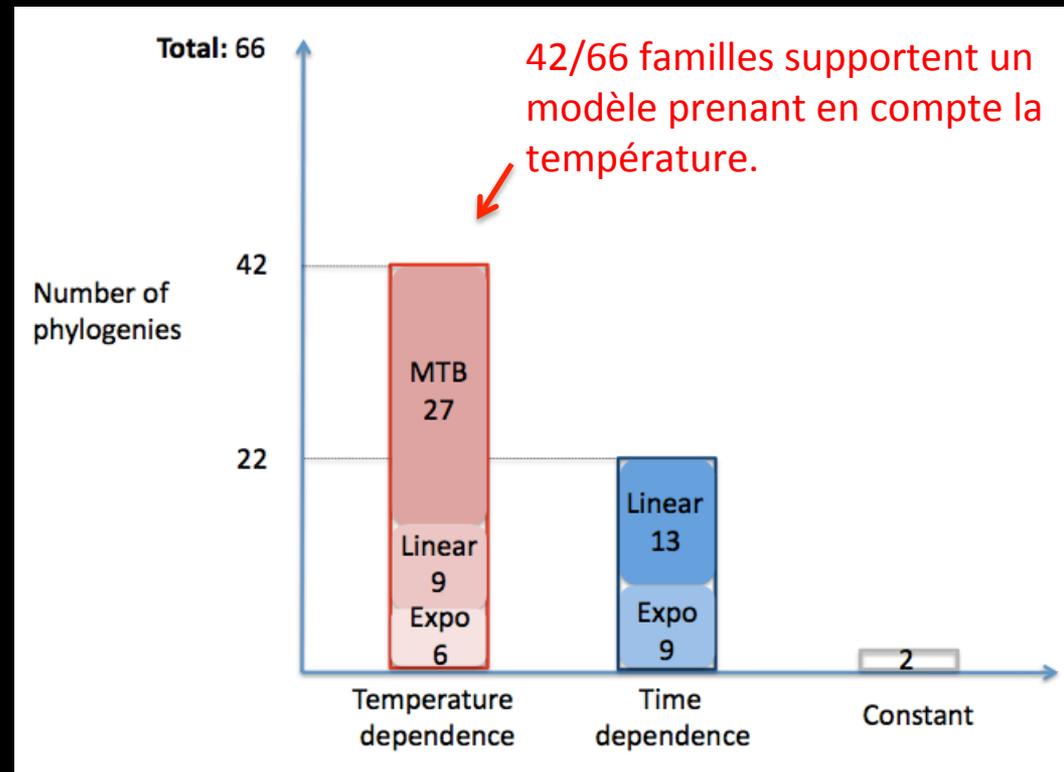


LA TEMPÉRATURE

66 phylogénies de familles de mammifères.

Support pour les modèles de dépendance à la température ou simple variations dans le temps?

Une large majorité supporte une association positive entre taux nets de diversification et température.





SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

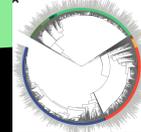
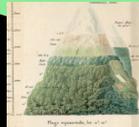


PARTIE 1

Patrons de diversité

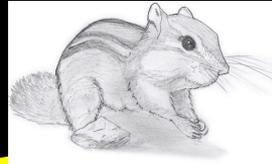
Spatiaux

Entre lignées

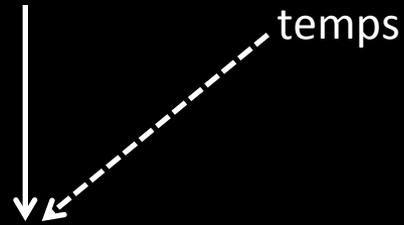




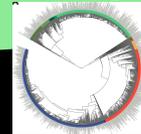
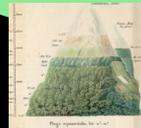
PARTIE 1



Taux de diversification
Spéciation et Extinction

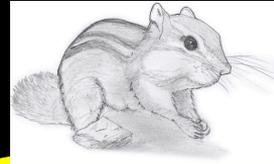


Patrons de diversité
Spatiaux Entre lignées



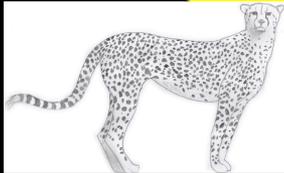


PARTIE 1



Taux de diversification
Spéciation et Extinction

dispersion

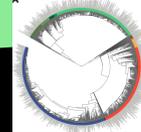
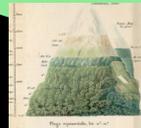


temps

Patrons de diversité

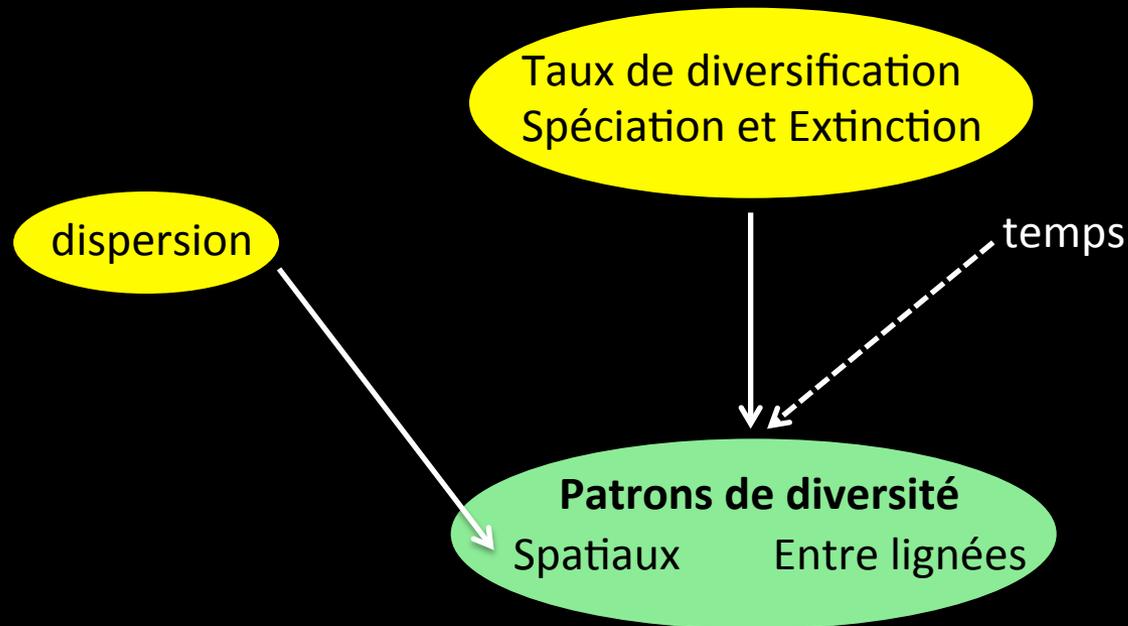
Spatiaux

Entre lignées



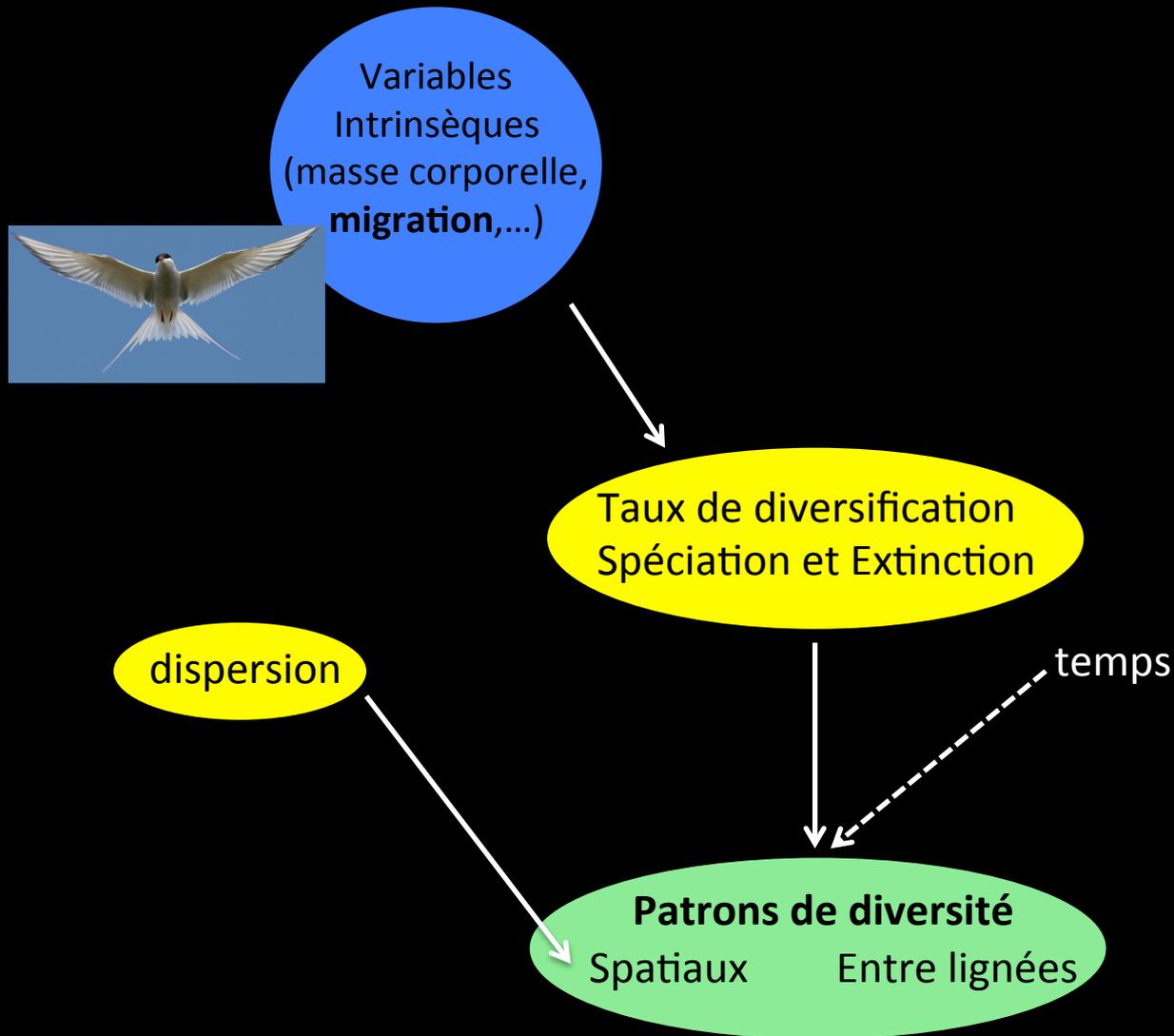


PARTIE 1



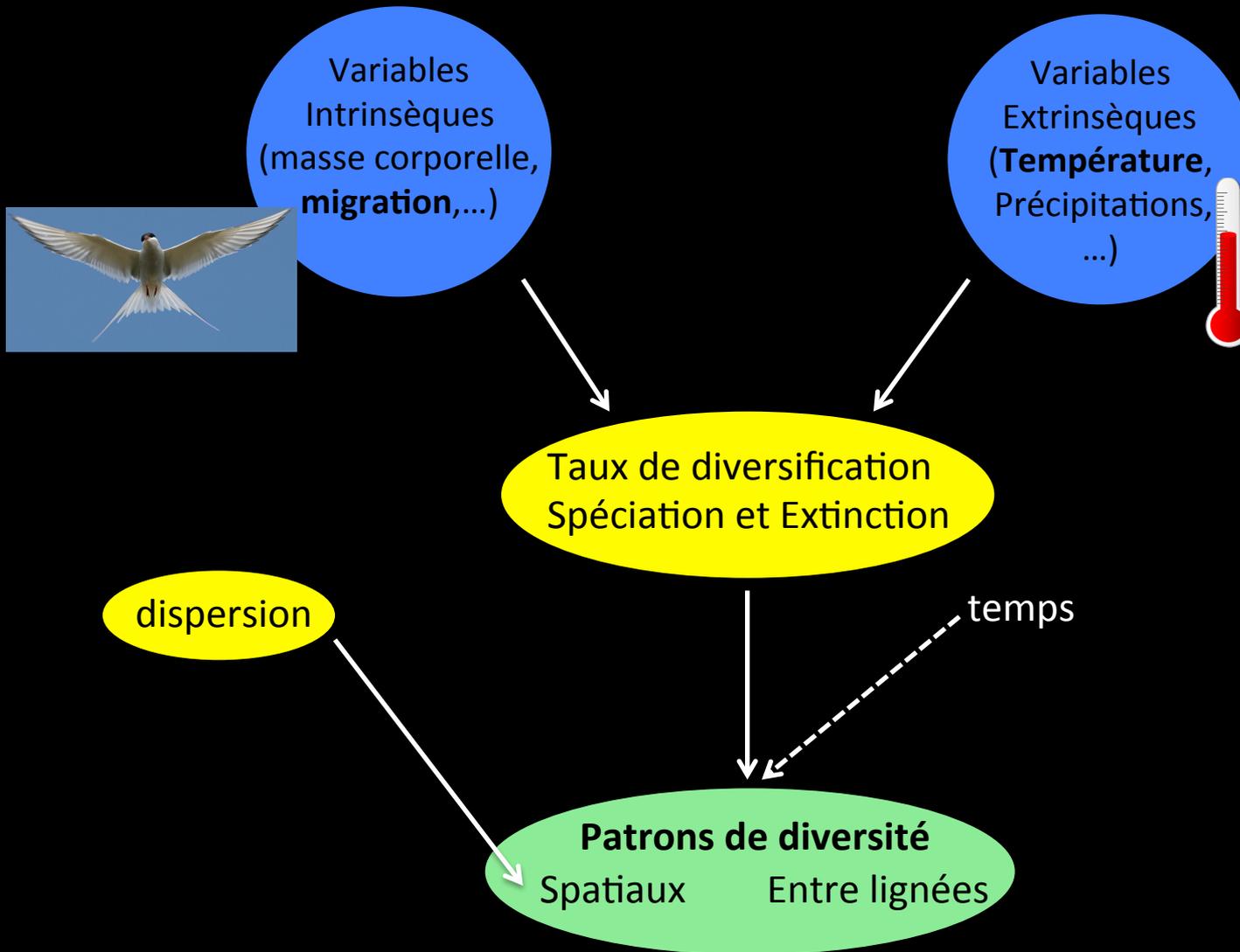


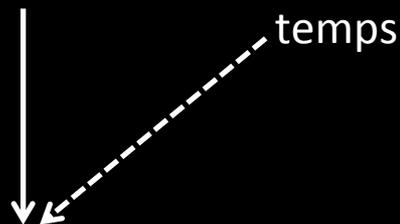
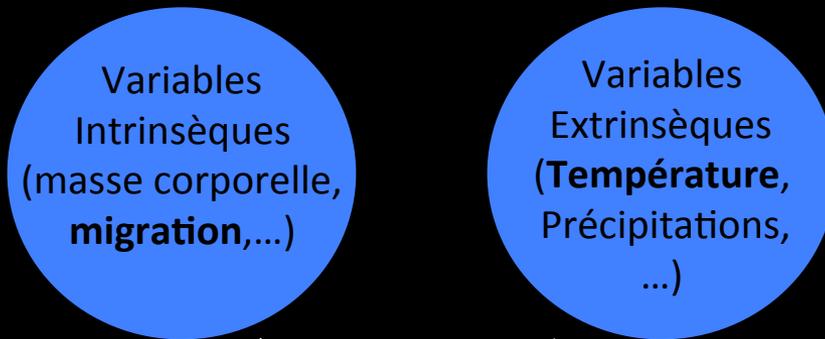
PARTIE 2

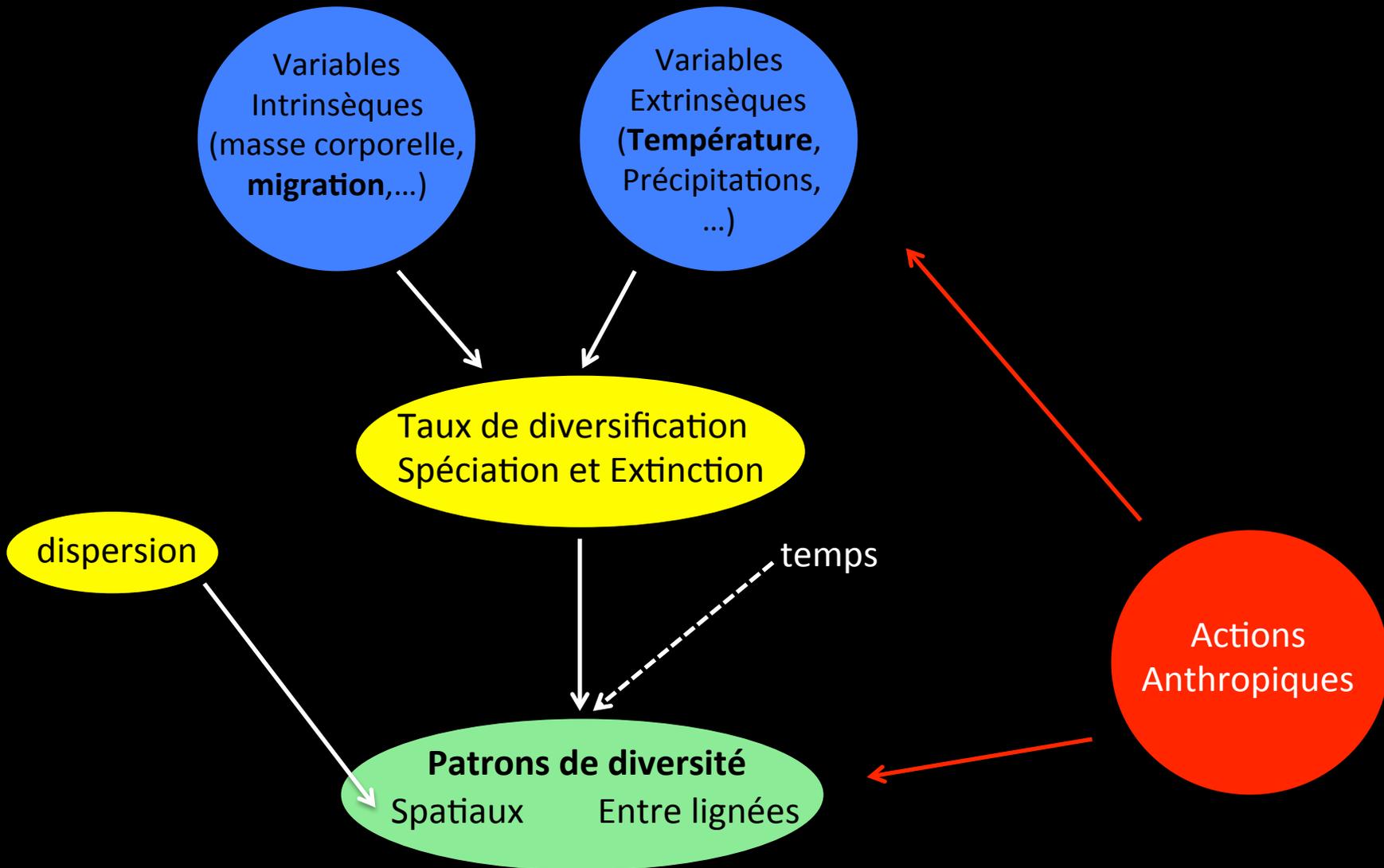


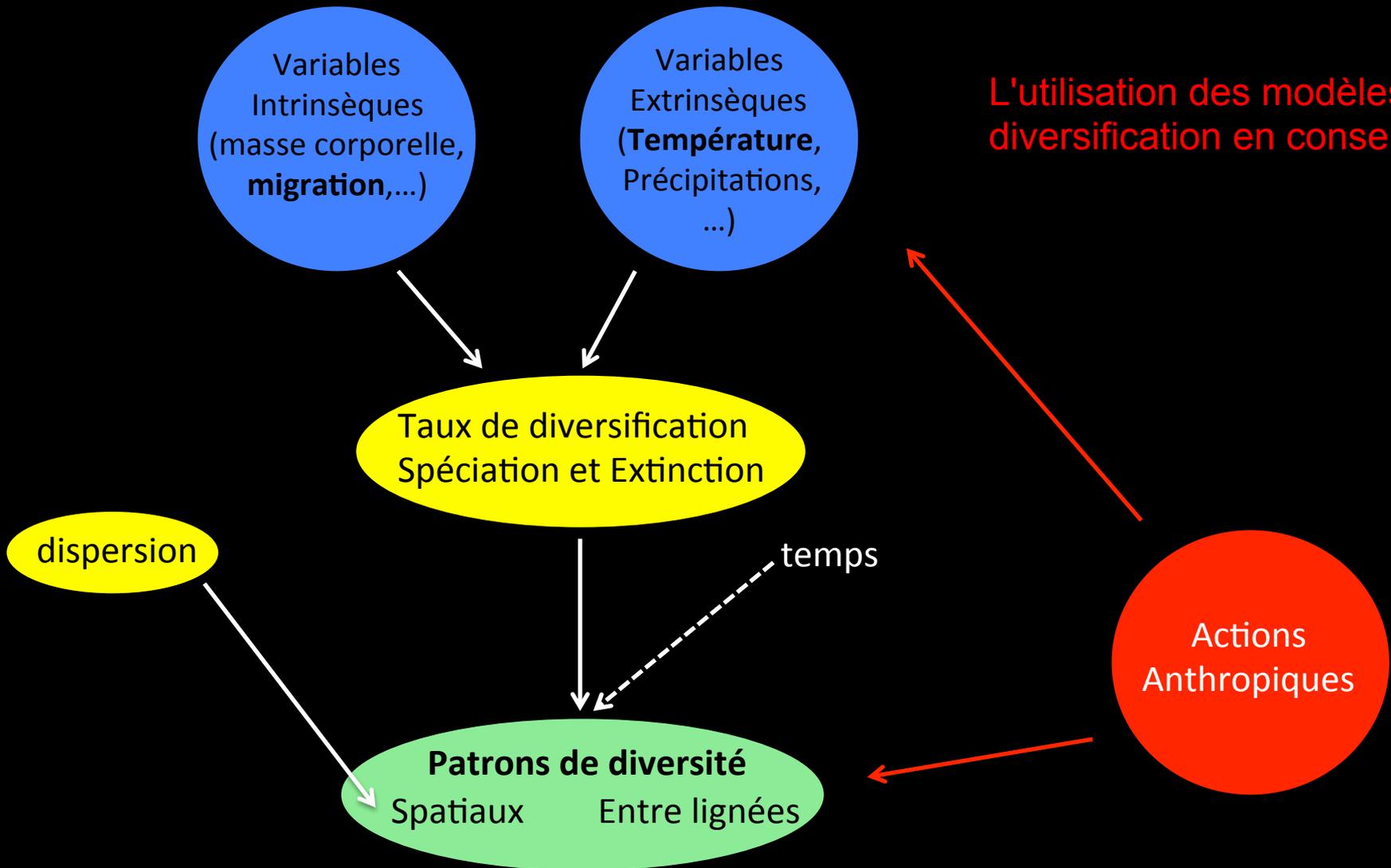


PARTIE 2

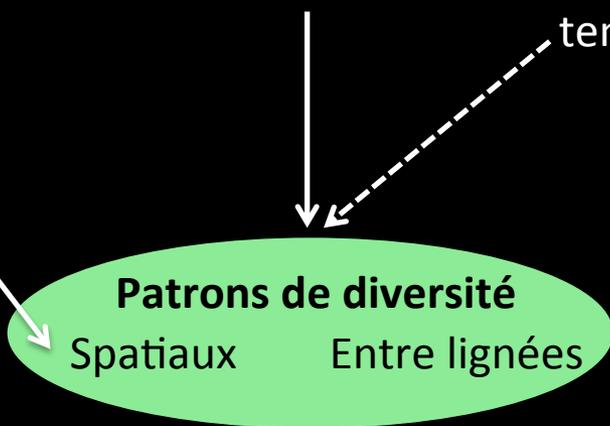
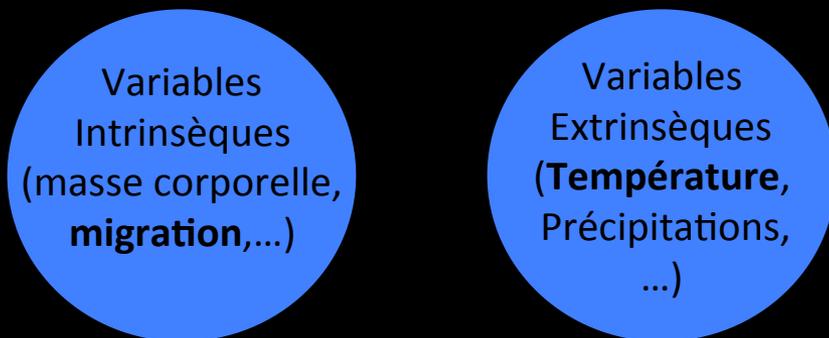








L'utilisation des modèles de diversification en conservation.



temps

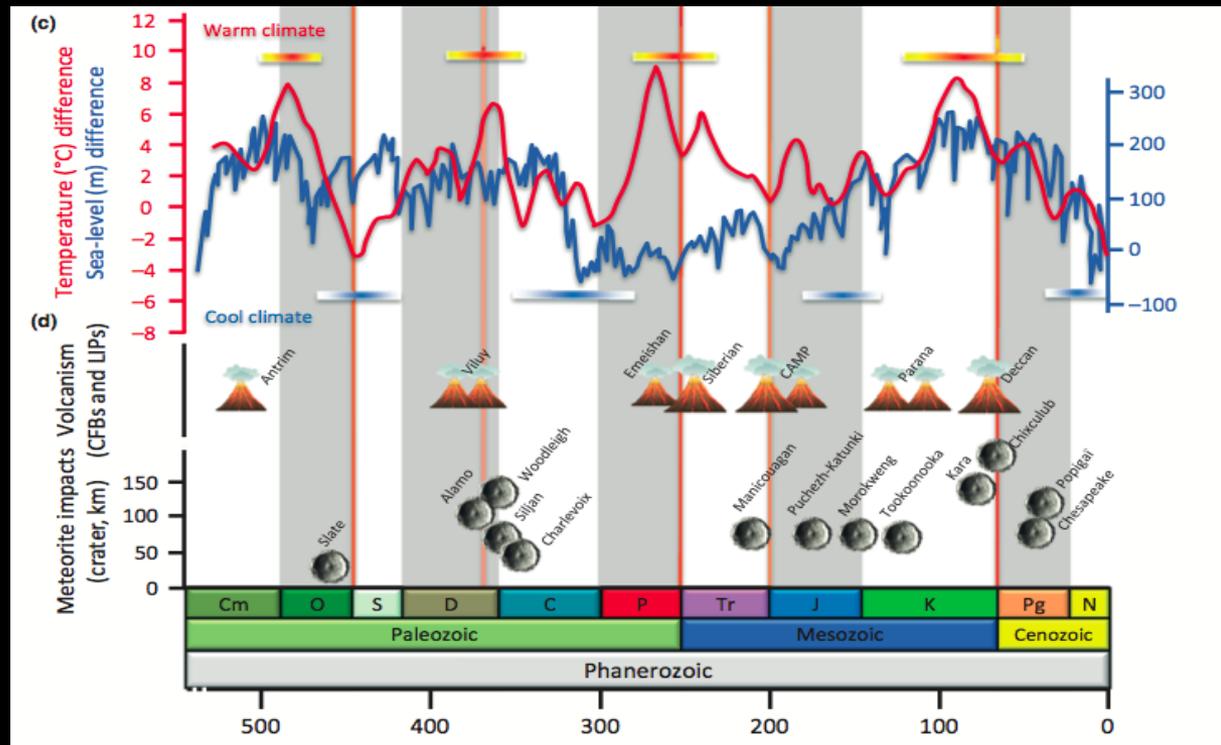
Macroévolution et
changement global: quel
intérêt?



DÉTERMINISME DES MENACES?

L'extinction n'est pas un processus rare

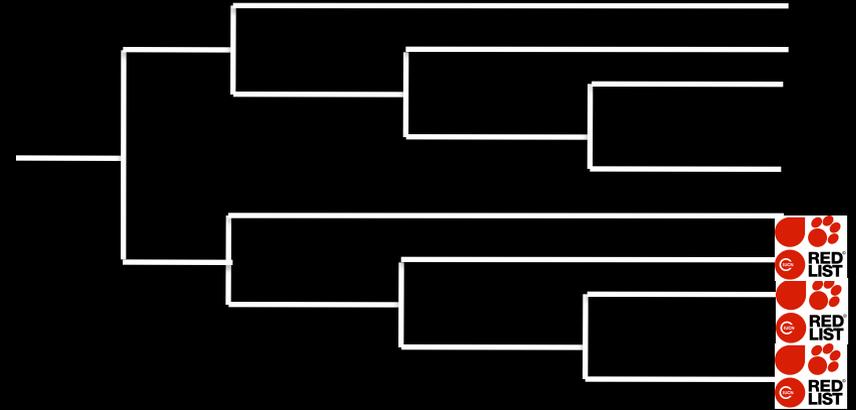
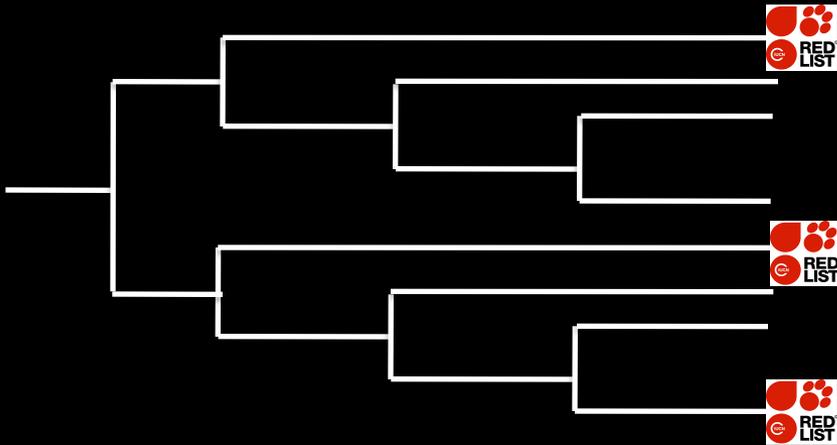
-> 99% des espèces ayant existé sont éteintes.



Si on prend en compte le passé des lignées et la manière dont elles ont survécues aux crises passées.

-> informations sur la manière dont ces espèces vont surmonter le changement actuel.

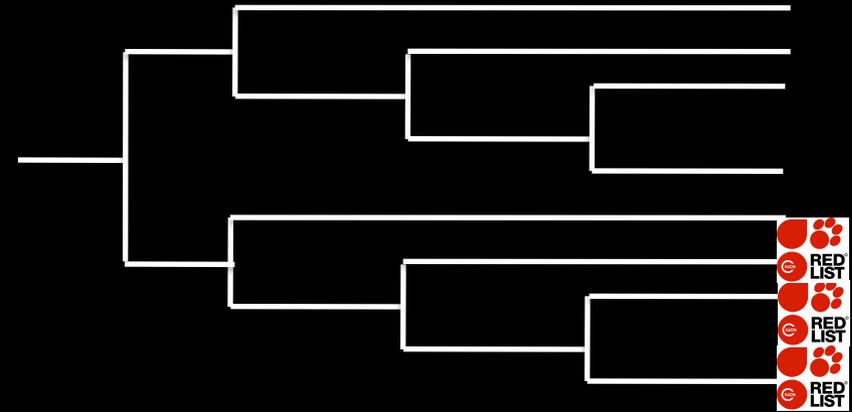
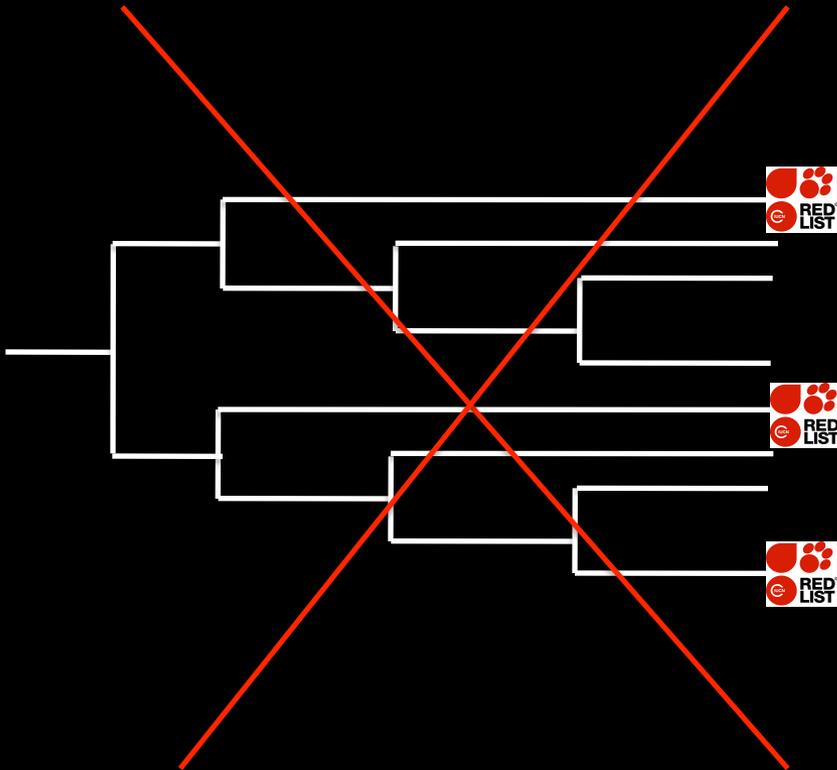
DÉTERMINISME DES MENACES?



Purvis et al. 2000, Vérifié sur Bininda emonds 2007

Les espèces menacées ne se distribuent pas de manière aléatoire dans l'arbre du vivant

DÉTERMINISME DES MENACES?



Purvis et al. 2000, Vérifié sur Bininda emonds 2007

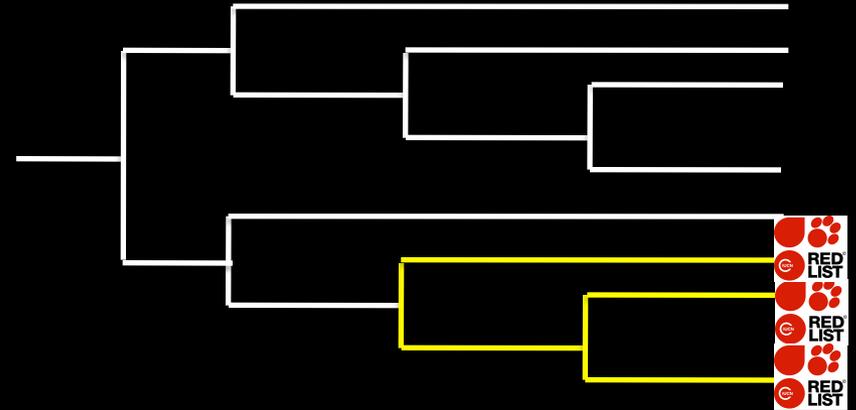
Elles sont plutôt regroupées, formant des groupes riches en espèces menacées.

DÉTERMINISME DES MENACES?

-> Quelles variables régissent les extinctions?

-> Est-ce que ces extinctions sont potentiellement prédictibles?

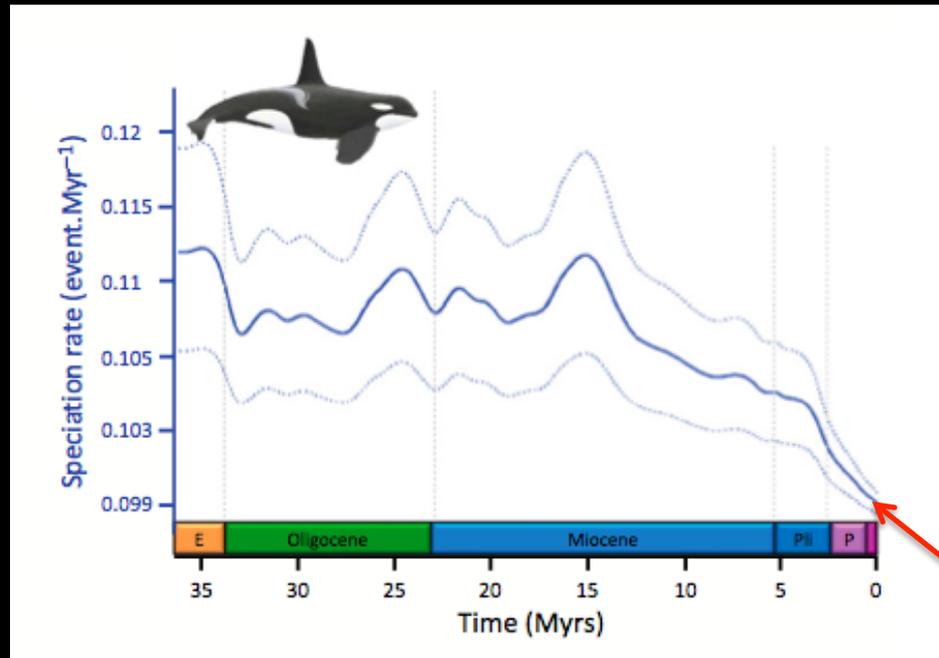
-> permettrait d'identifier des groupes qui se seraient éteints même s'il n'y avait pas eu l'homme?



Purvis et al. 2000, Vérifié sur Bininda emonds 2007

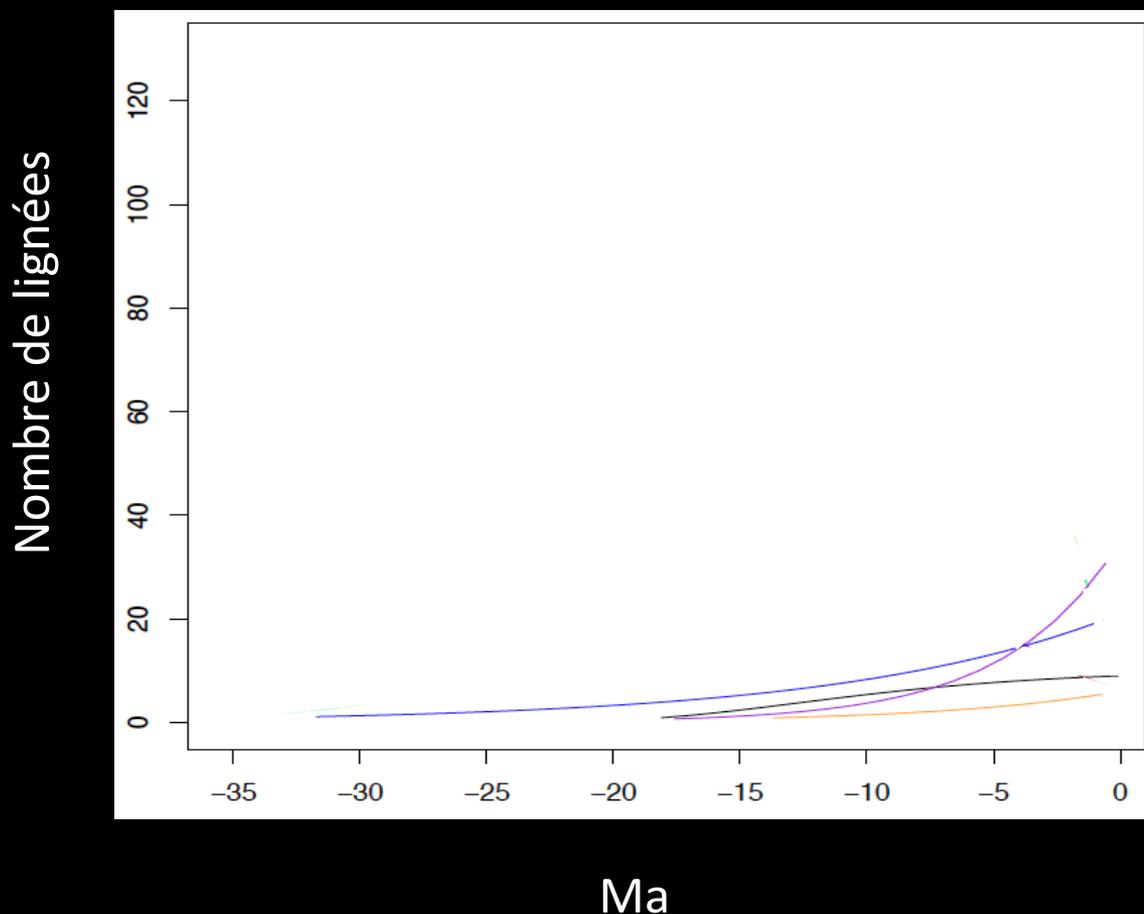
PERSPECTIVES D'UTILISATION DES MODÈLES DE DIVERSIFICATION

Estimation des taux de diversification dans le passé et au cours du temps.



Taux de spéciation au présent
Groupe en déclin ou en expansion ?
Signe du taux net de diversification?

PERSPECTIVES D'UTILISATION DES MODÈLES DE DIVERSIFICATION



Balaenopteridae

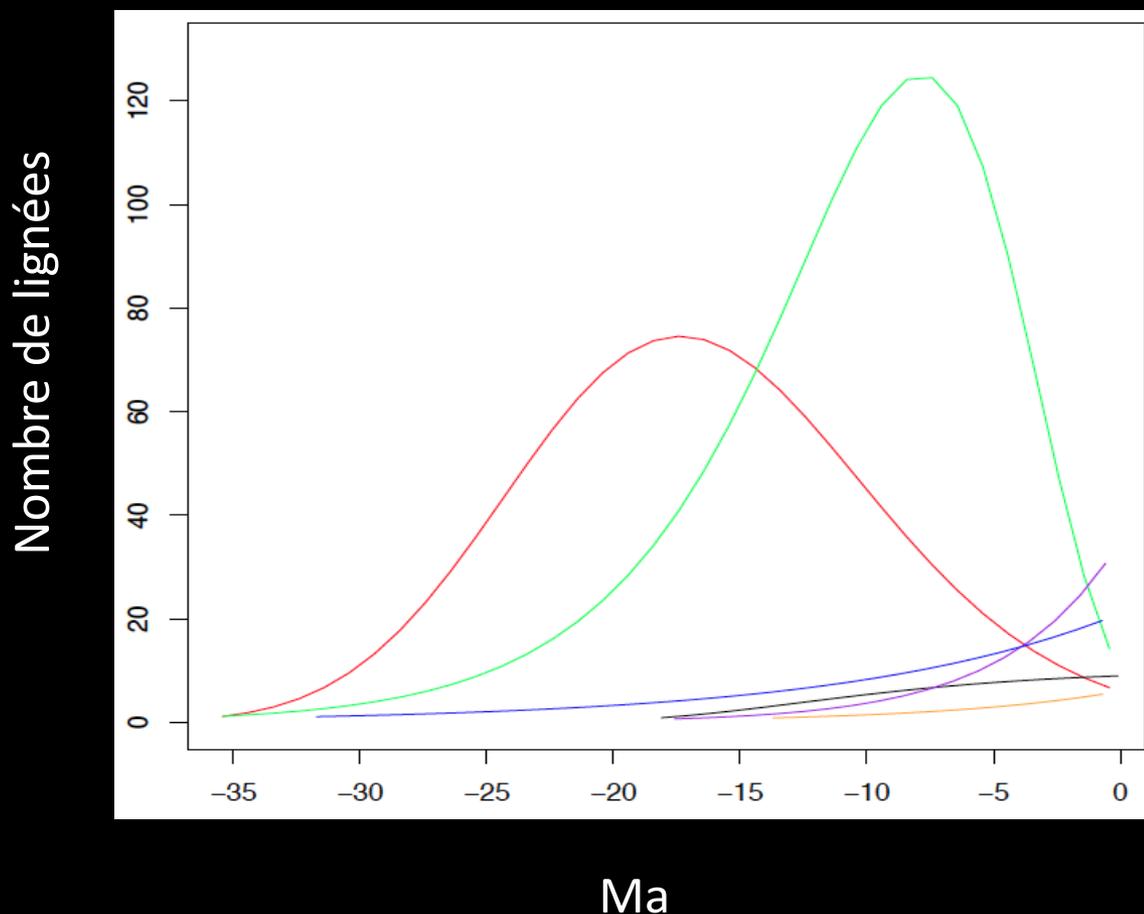
Delphinidae

Phocoenidae

Ziphiidae

20%
menacées
(10 sur 72)

PERSPECTIVES D'UTILISATION DES MODÈLES DE DIVERSIFICATION



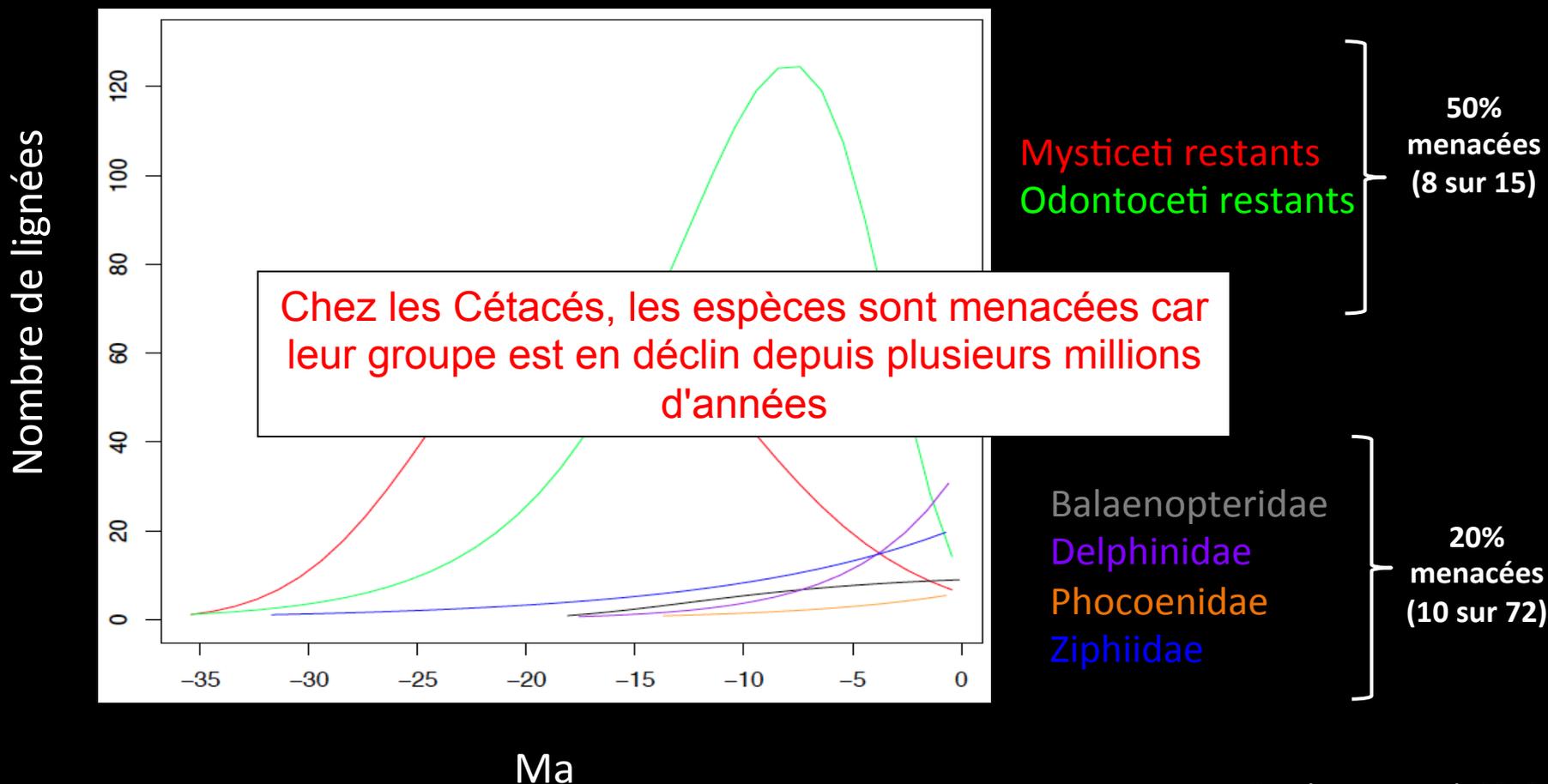
Mysticeti restants
Odontoceti restants

50%
menacées
(8 sur 15)

Balaenopteridae
Delphinidae
Phocoenidae
Ziphiidae

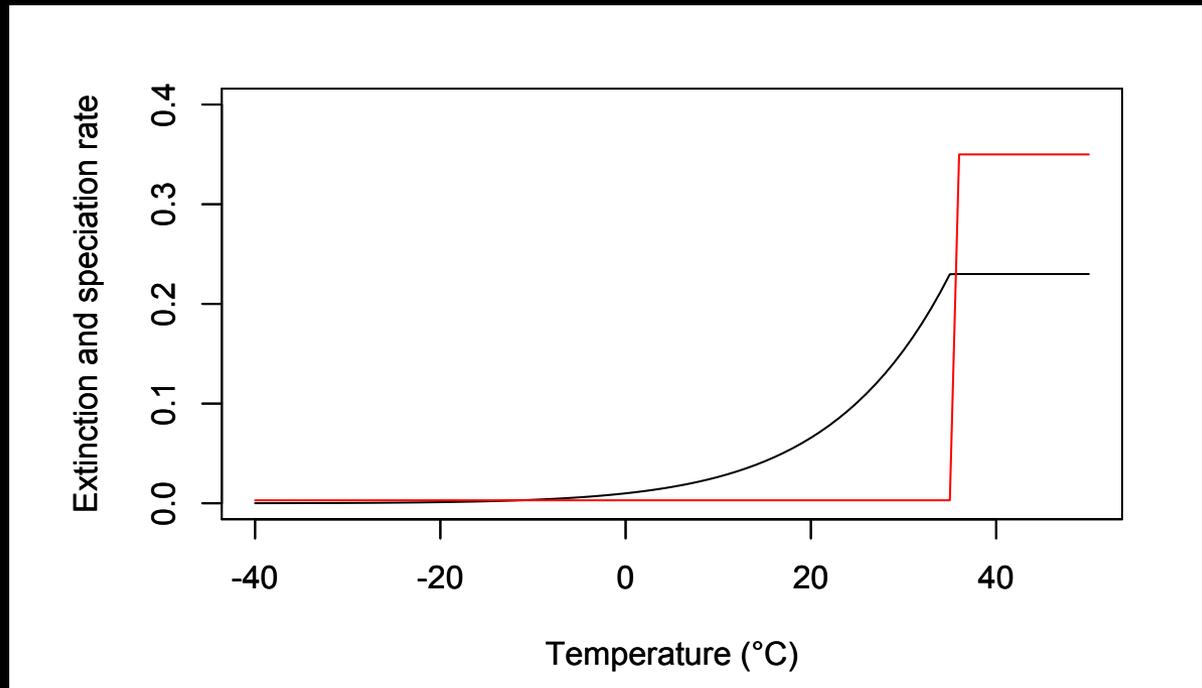
20%
menacées
(10 sur 72)

PERSPECTIVES D'UTILISATION DES MODÈLES DE DIVERSIFICATION



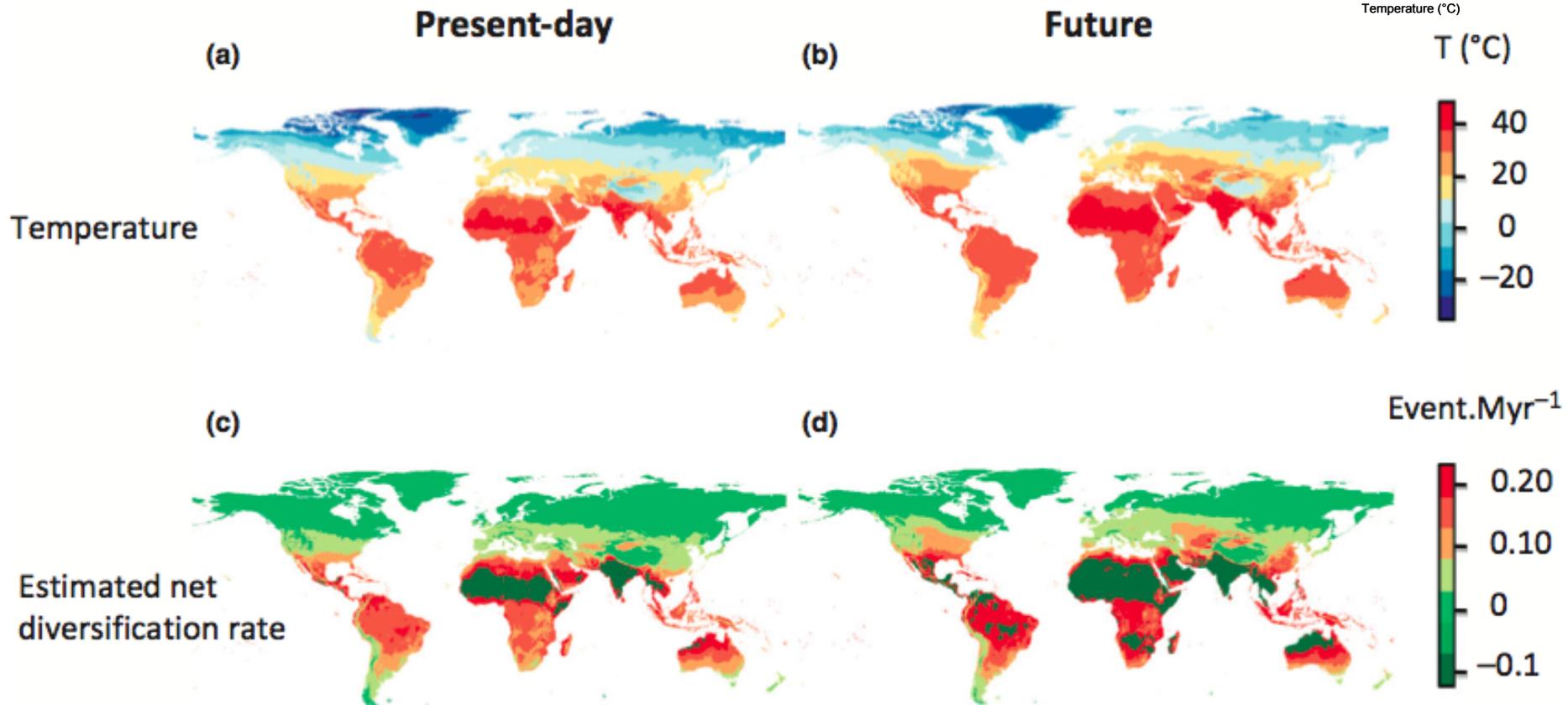
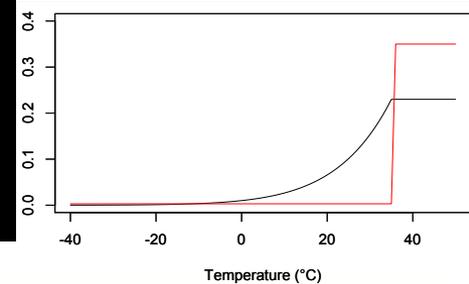
PRÉDICTIONS DANS LE FUTUR

Utiliser l'association entre des variables et les taux de diversification trouvés dans le passé.



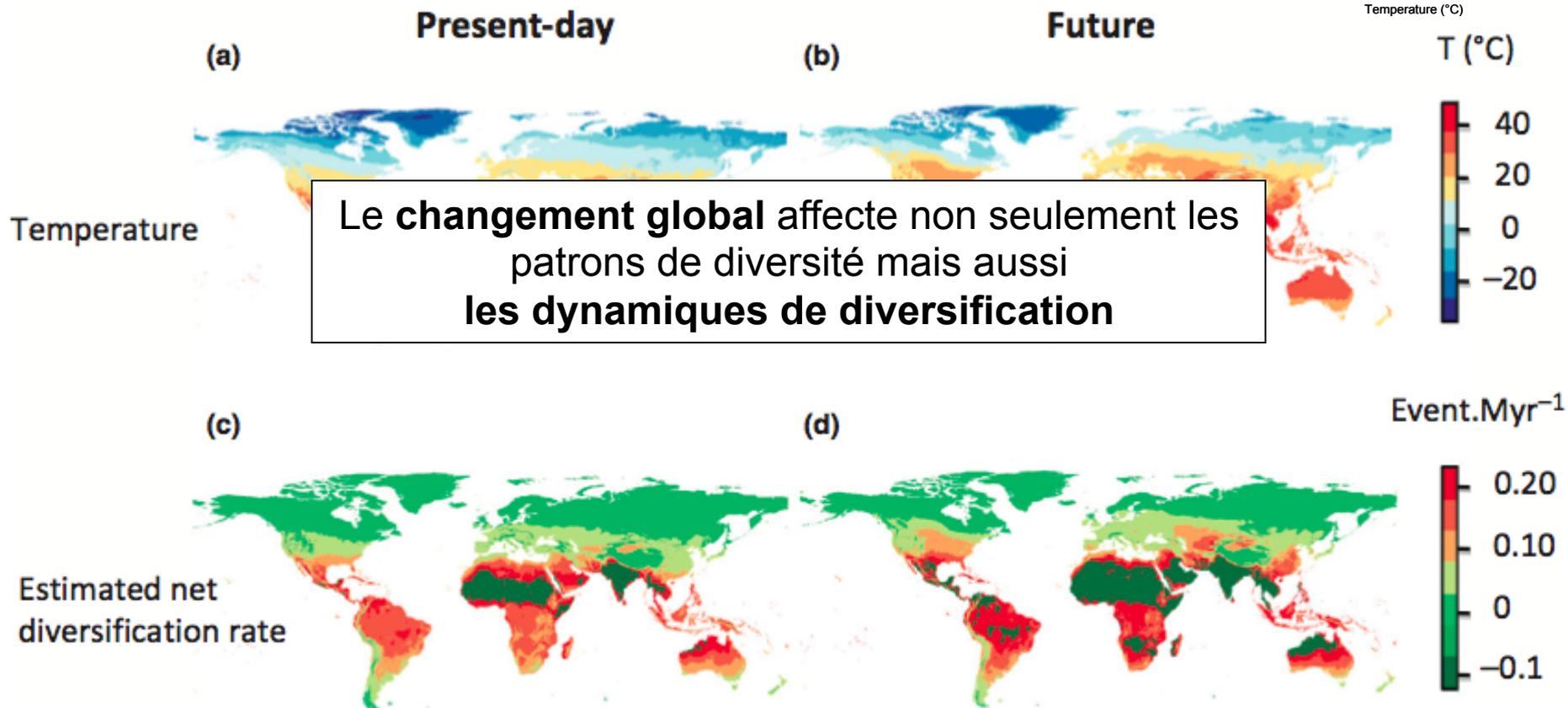
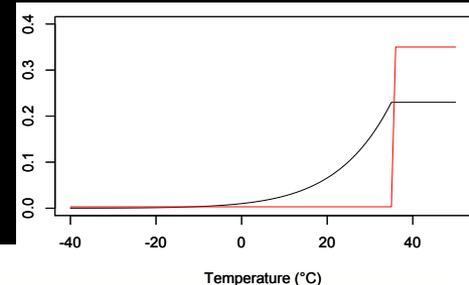
PRÉDICTIONS DANS LE FUTUR

Cartographie des taux de diversification au présent et dans le futur.



PRÉDICTIONS DANS LE FUTUR

Cartographie des taux de diversification au présent et dans le futur.



CONCLUSION

L'étude des taux de diversification extraits à partir d'arbres phylogénétiques nous a permis de répondre à des questions variées concernant:

L'origine du gradient de diversité chez les mammifères

L'effet de traits sur la diversification

La mise en place de méthodes pour la conservation des espèces.

-> méthodes jeunes et en plein développement.

J'espère que cette thèse fournira quelques pistes de réflexion permettant de mieux comprendre **la formation** et **l'évolution future** des grands patrons mondiaux de la richesse spécifique.

UN GRAND MERCI A ...

...toute l'équipe de l'Ecole Normale Supérieure (IBENS)



Hélène Morlon



Dan Moen



Fabien Condamine

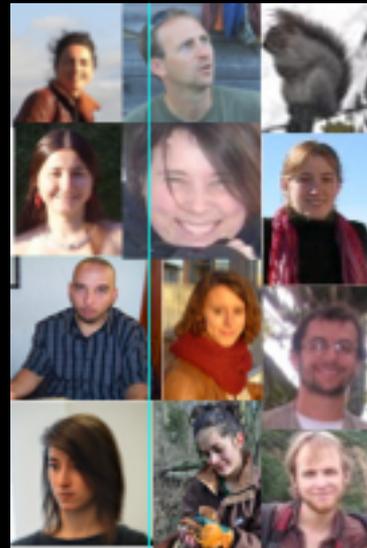


Olivier Missa

...au Muséum



Frédéric Jiguet



...à l'imperial college



Knud Andreas Jønsson

...

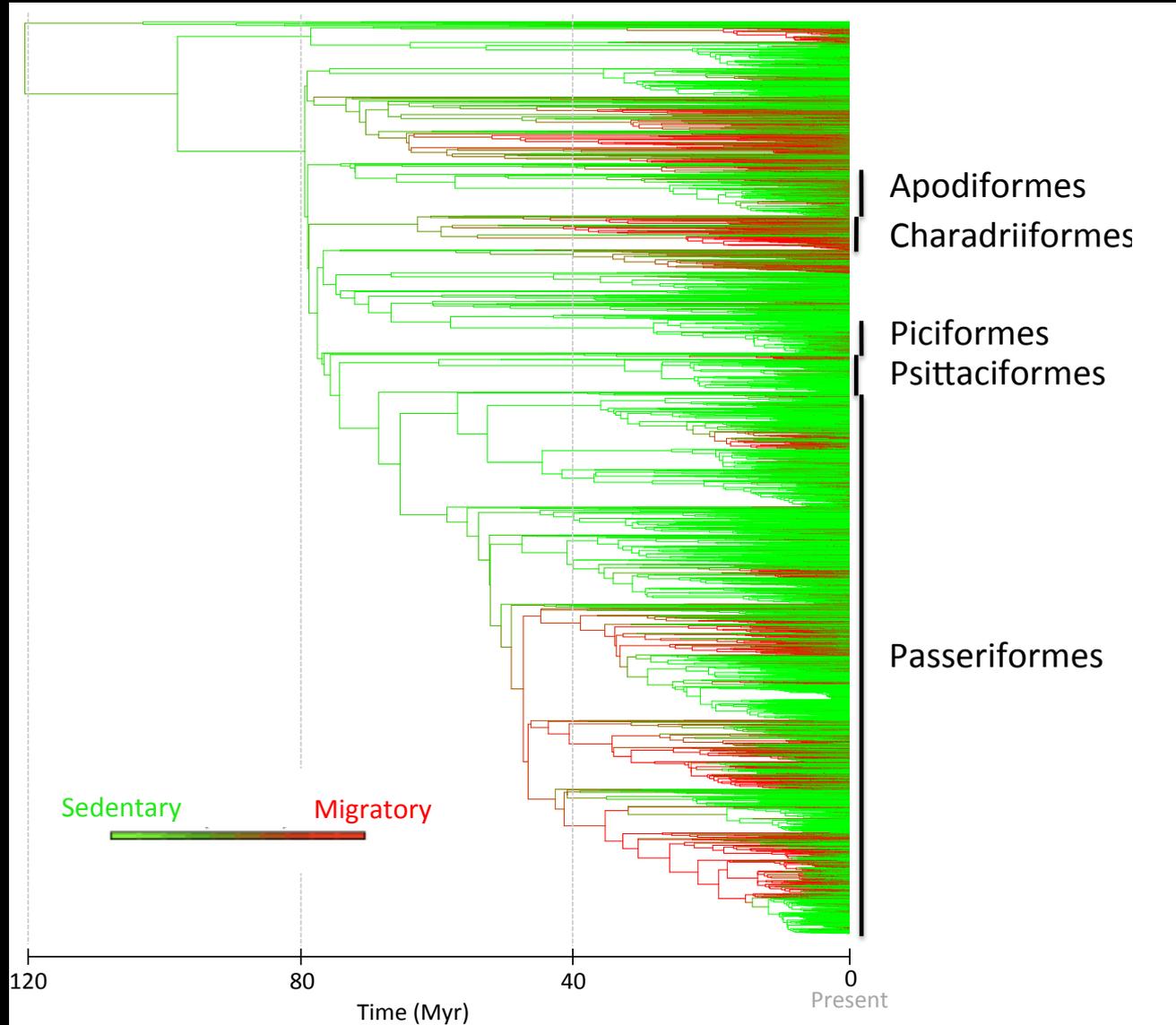
Et tous les autres



Merci!

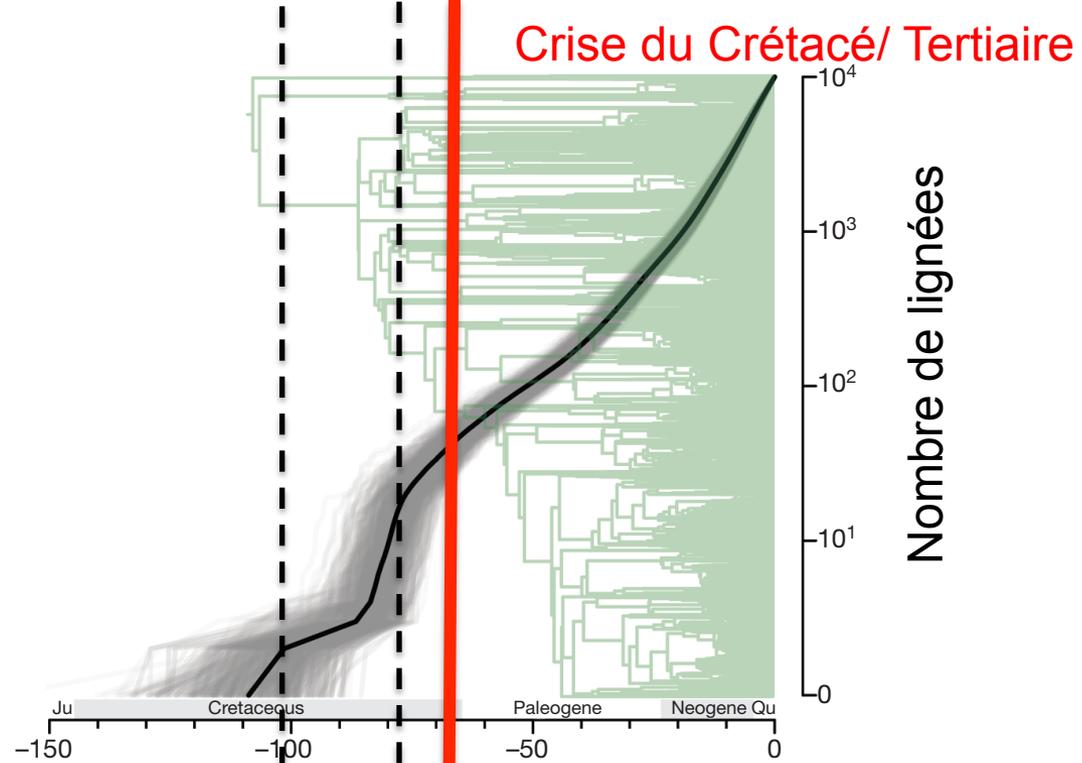


HISTOIRE DE LA MIGRATION



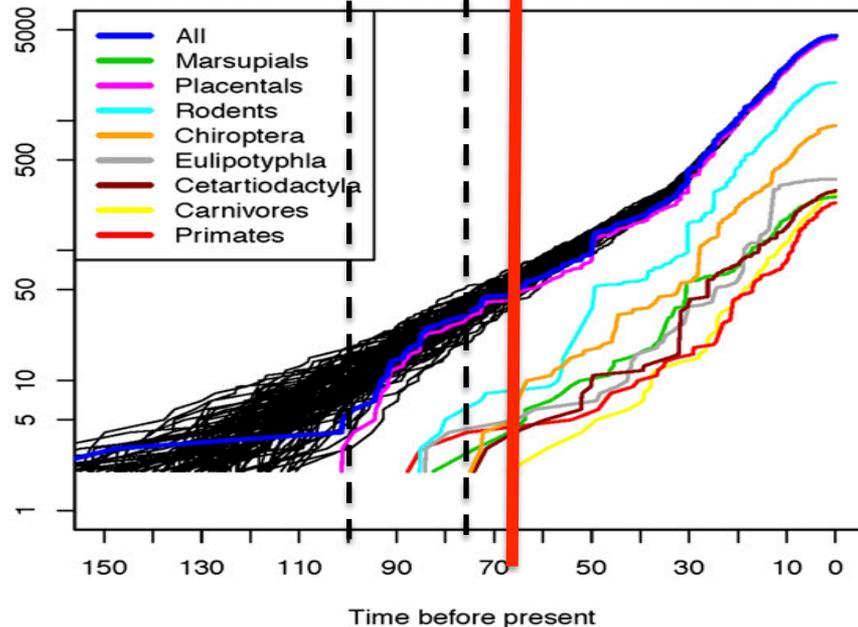
Oiseaux

Jetz et al. 2012



Mammifères

Bininda emonds et al. 2007

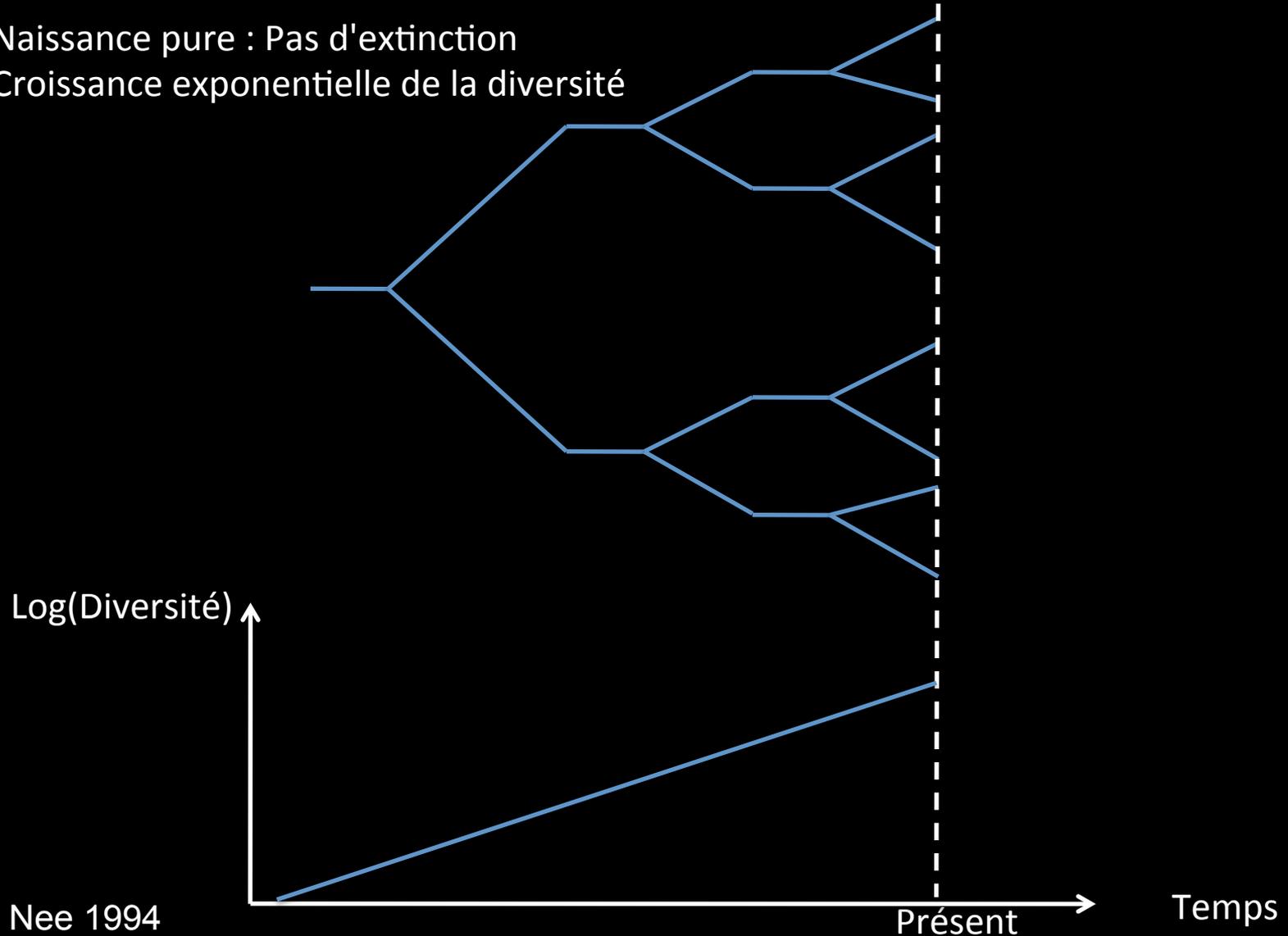


Déjà proposé par Hedges et al. 1996



COMMENT ESTIMER L'EXTINCTION ?

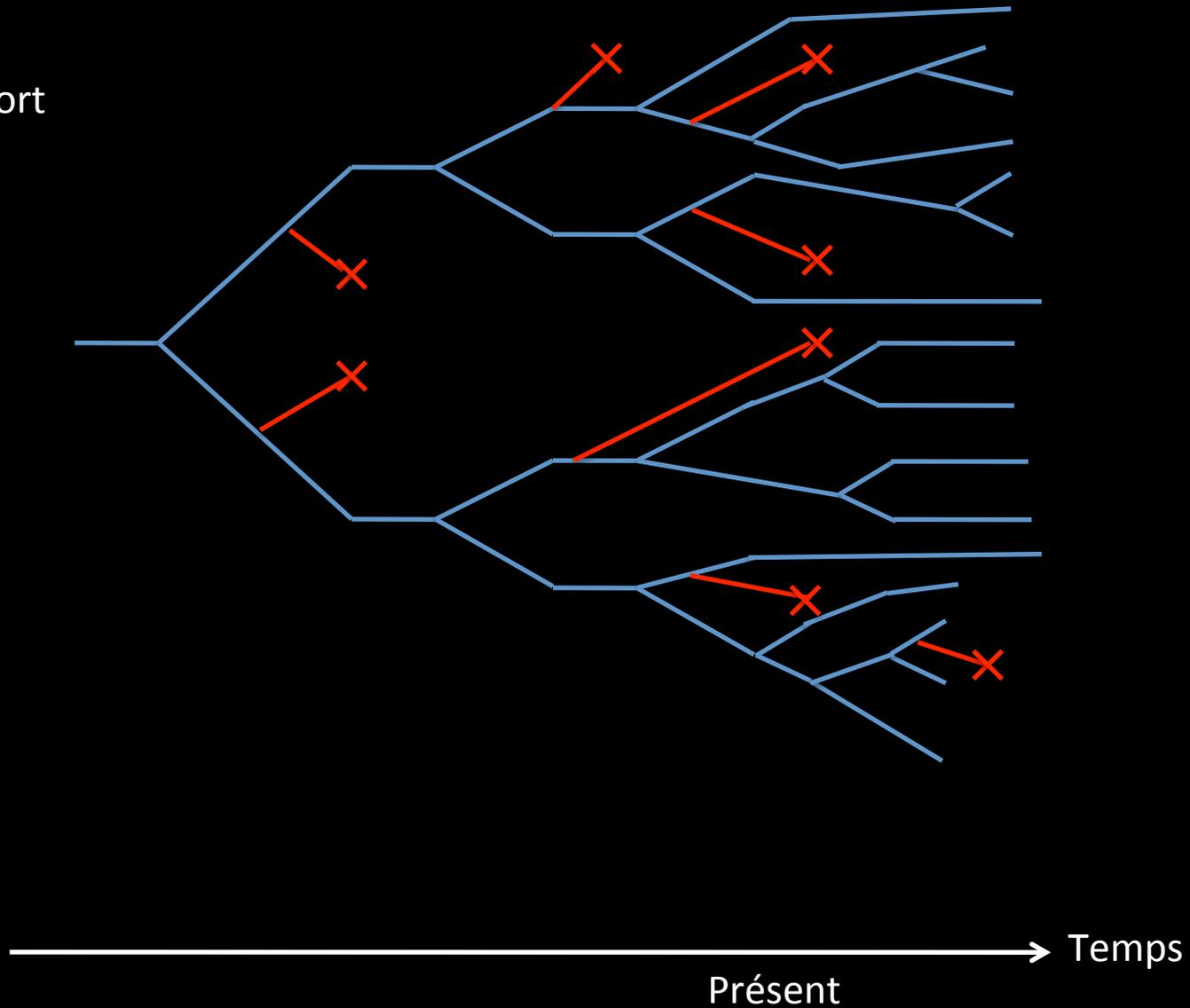
Naissance pure : Pas d'extinction
Croissance exponentielle de la diversité





COMMENT ESTIMER L'EXTINCTION ?

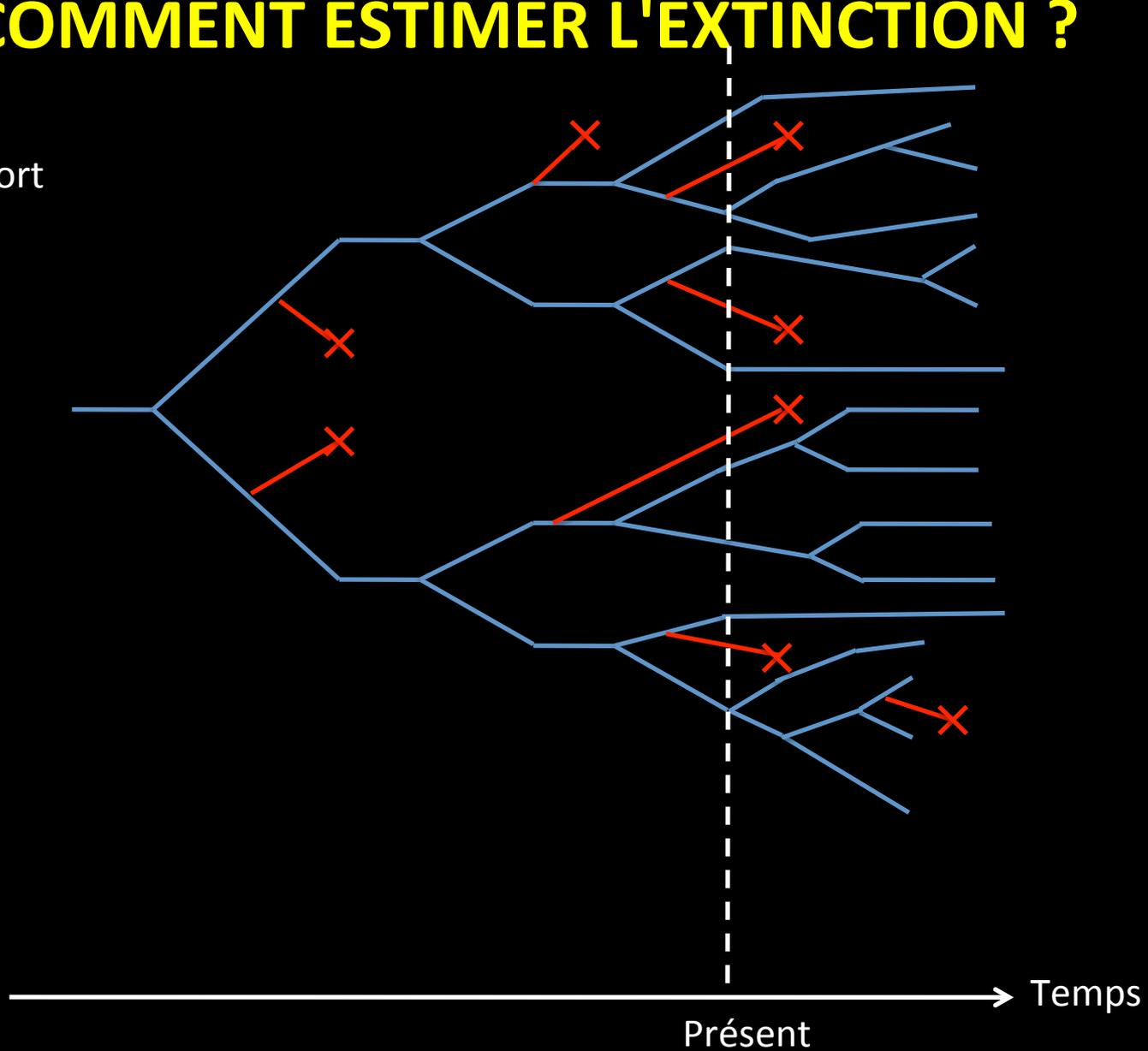
Naissance - mort





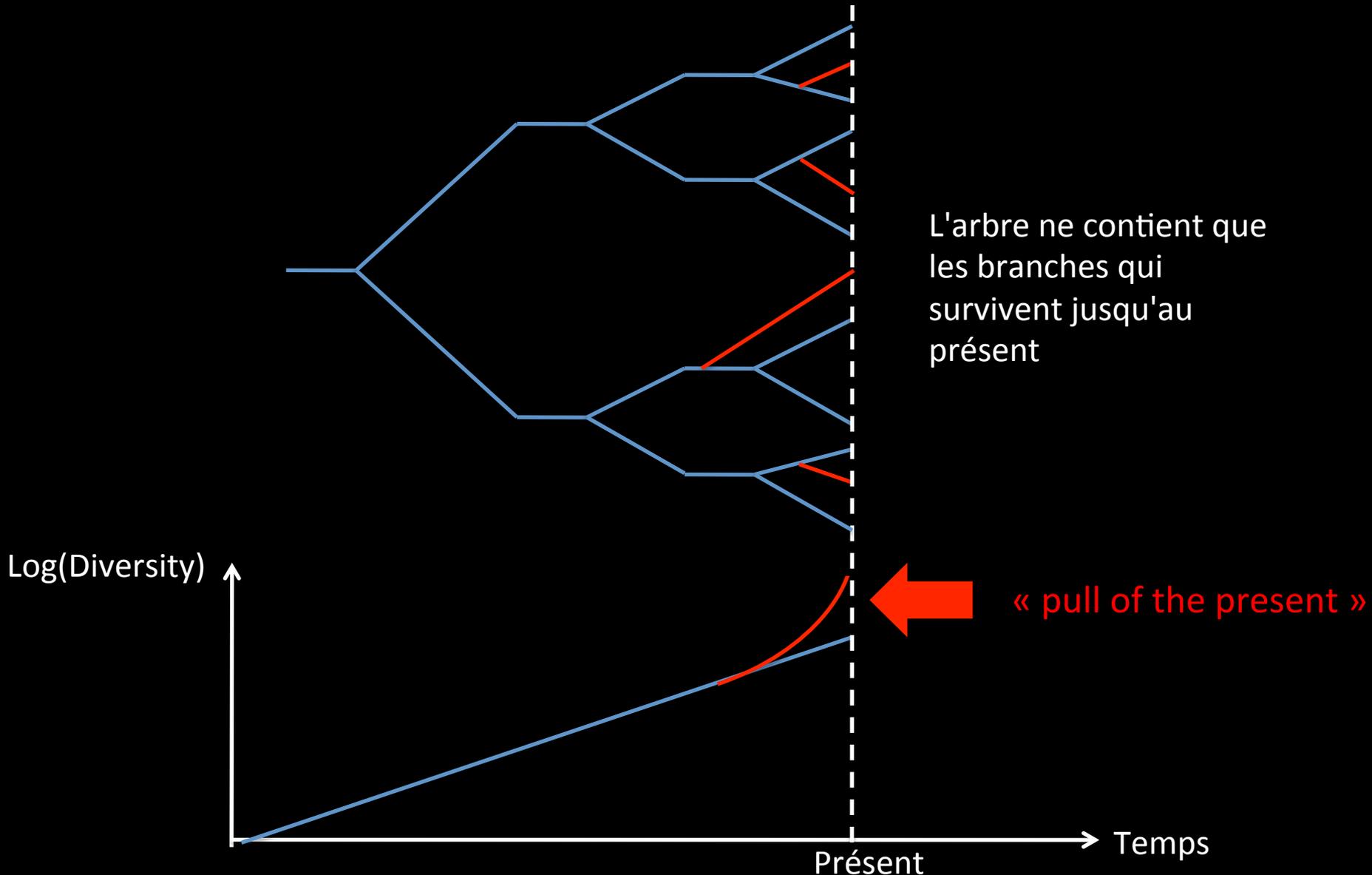
COMMENT ESTIMER L'EXTINCTION ?

Naissance - mort





COMMENT ESTIMER L'EXTINCTION ?

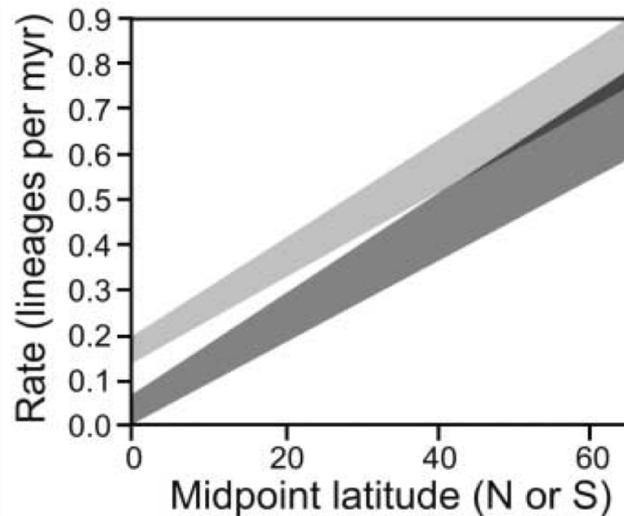




RÉSULTATS DES PRÉCÉDENTES ÉTUDES

The Latitudinal Gradient in Recent Speciation and Extinction Rates of Birds and Mammals

Jason T. Weir* and Dolph Schluter

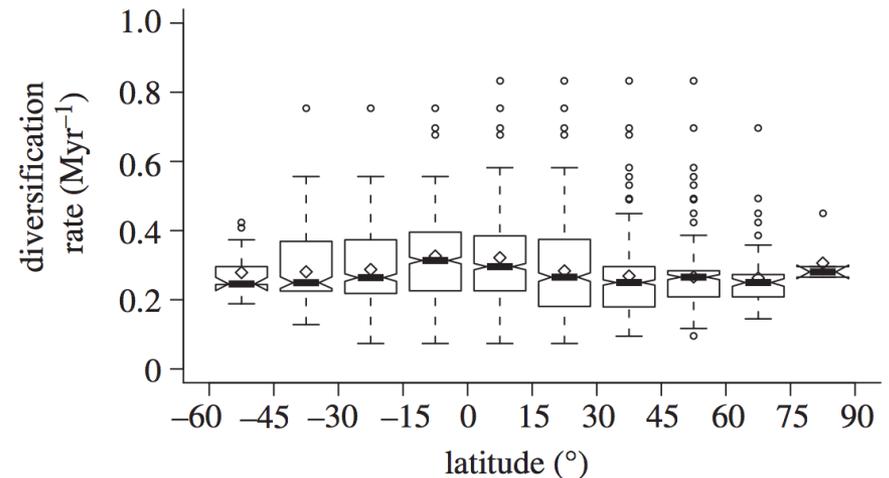


PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY **B** BIOLOGICAL SCIENCES

Diversification rates and the latitudinal gradient of diversity in mammals

Víctor Soria-Carrasco and Jose Castresana

Proc. R. Soc. B published online 15 August 2012
doi: 10.1098/rspb.2012.1393



Spécialisation de la niche
(stabilité du climat - Extinctions).

Energie -> MTB.

Interactions biotique.

Taille de l'aire du biome.

Diversification rates are higher in the tropics than in the temperate (Fig. 1b) due to

Higher speciation rates

1. Genetic drift in small populations accelerates evolutionary rates (Fedorov 1966)
2. Climatic variation results in higher speciation at lower latitudes (Haffer 1969; Dynesius & Jansson 2000)
3. Higher likelihood of parapatric (Moritz *et al.* 2000) and sympatric speciation (Gentry 1989) in the tropics
4. Larger area of the tropics provides more opportunities for isolation (Terborgh 1973; Rosenzweig 1995)
5. Narrower physiological tolerances in tropical organisms reduce dispersal across unfavourable environments (Janzen 1967)
6. Higher temperatures result in increased evolutionary speed (Rohde 1992; Allen *et al.* 2002)
7. Stronger biotic interactions lead to greater specialization (Dobzhansky 1950) and faster speciation (Fischer 1960; Schemske 2002)

Lower extinction rates

1. Stability of tropical climates reduces the chance of extinction (Darwin 1859; Wallace 1878; Fischer 1960)
2. Larger tropical area leads to higher population numbers, larger species ranges, and lower chance of extinction (Terborgh 1973; Rosenzweig 1995)