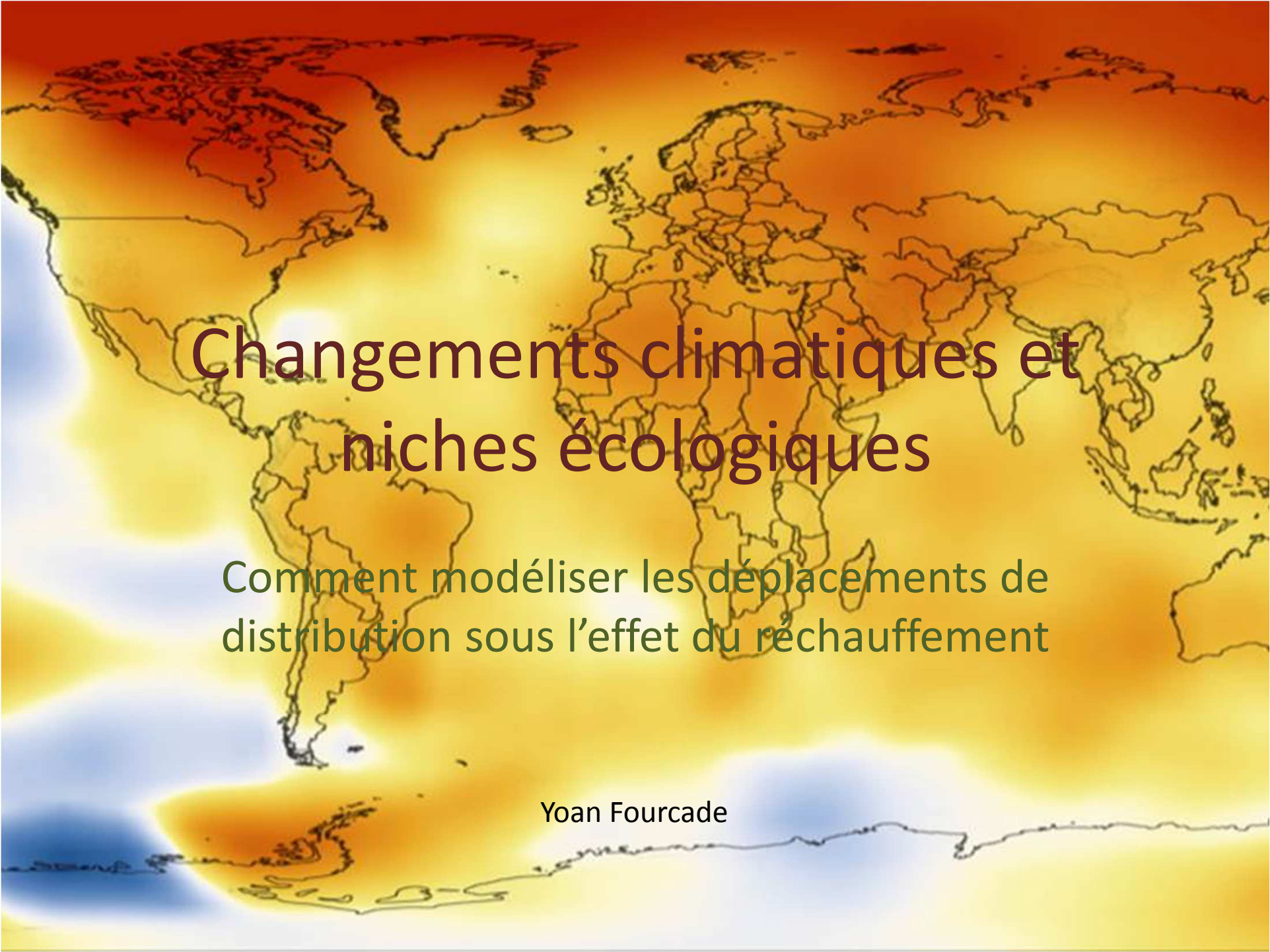


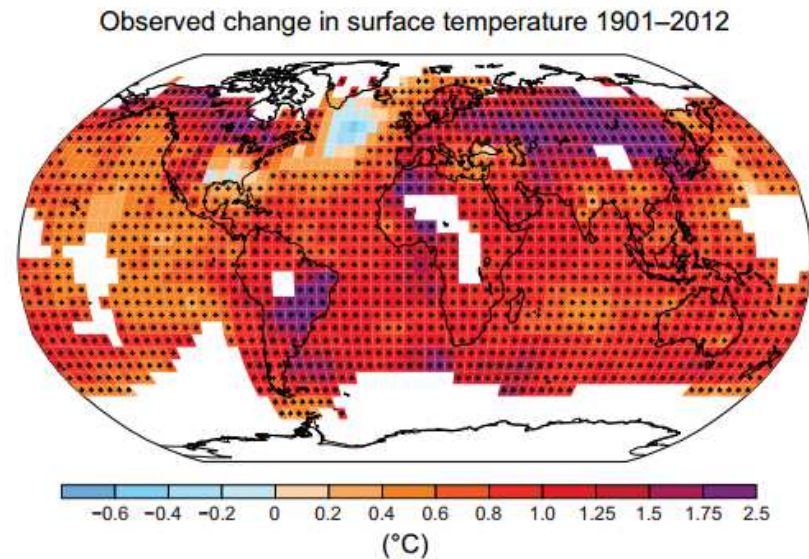
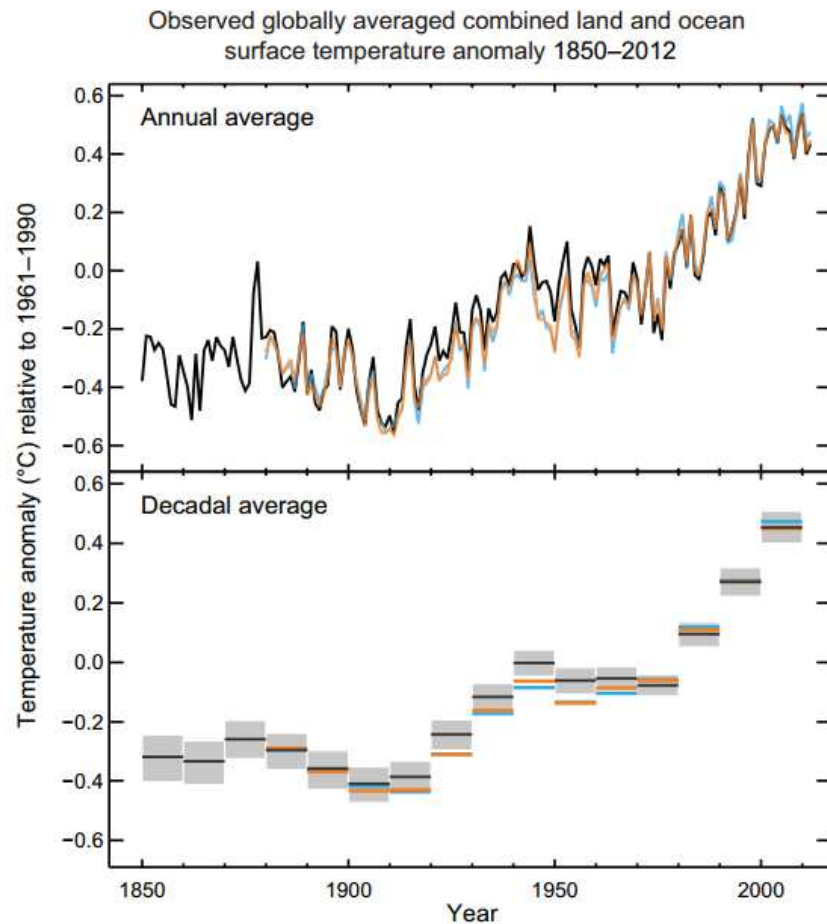
A world map with a color gradient overlay, ranging from blue (cooler) to red (warmer). The map shows the continents and oceans, with the color gradient indicating temperature variations across the globe. The text is overlaid on the map.

Changements climatiques et niches écologiques

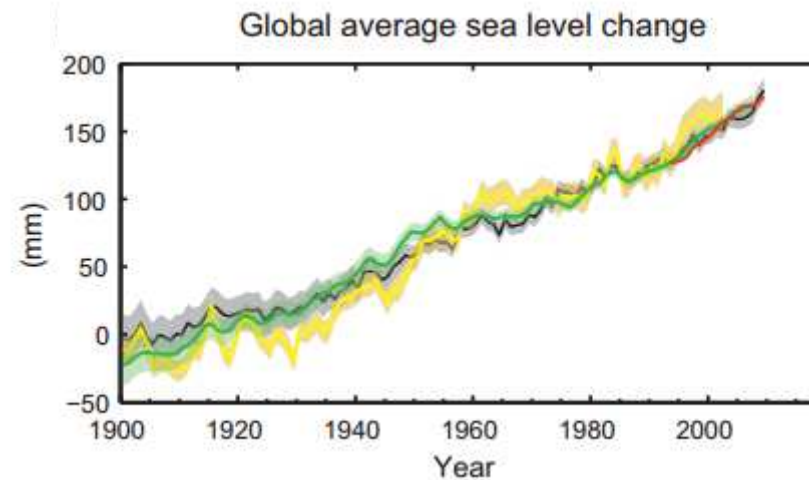
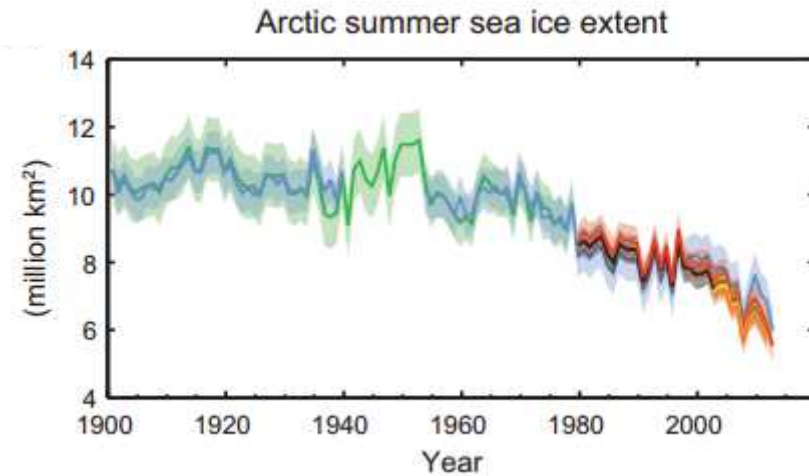
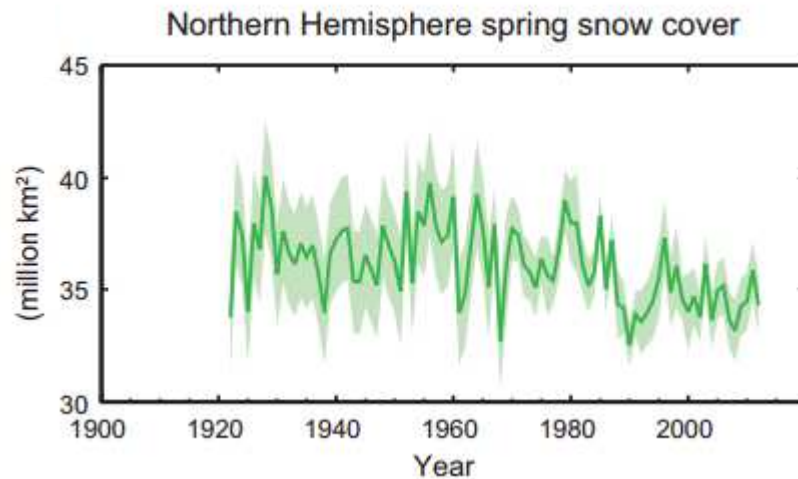
Comment modéliser les déplacements de distribution sous l'effet du réchauffement

Yoan Fourcade

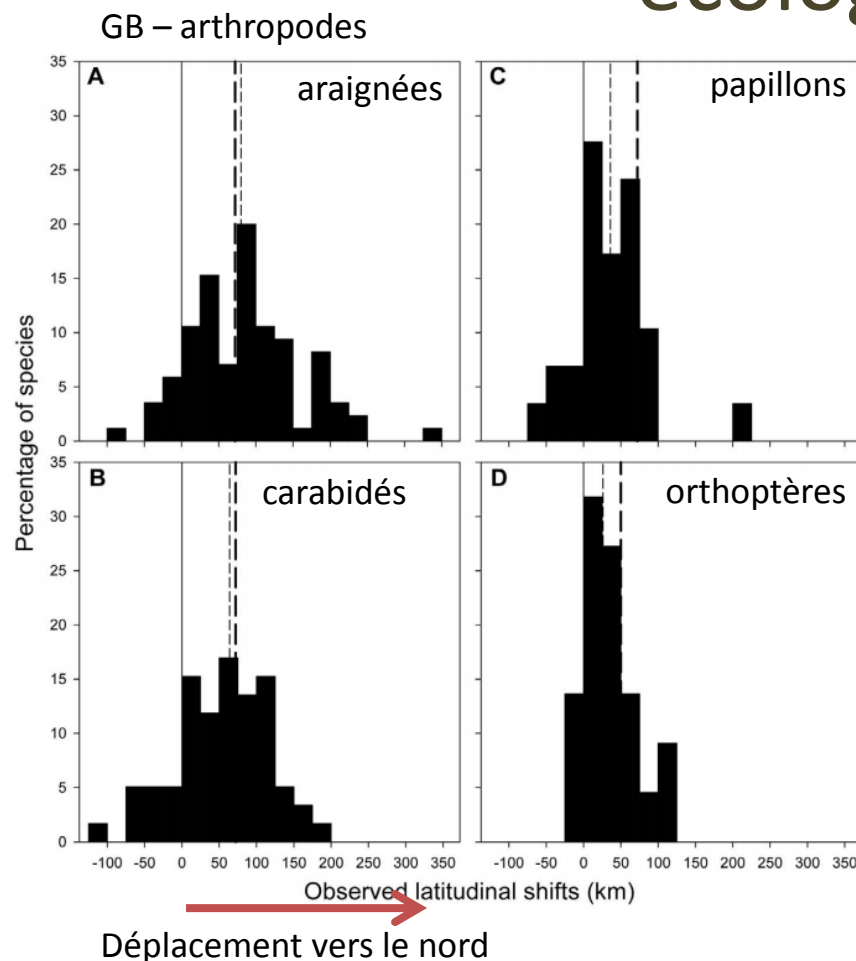
Changements climatiques - observations



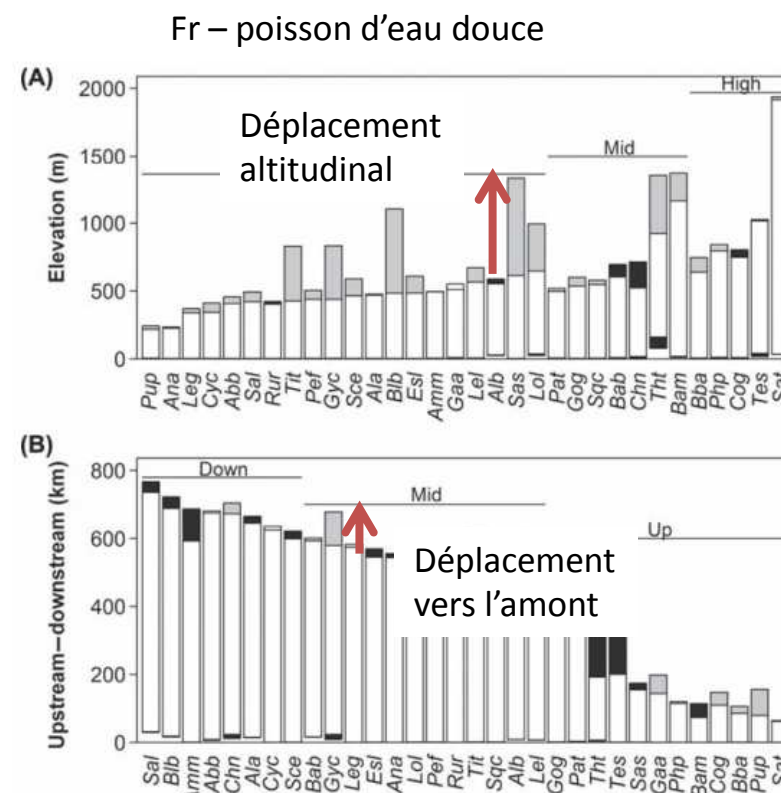
Changements climatiques - observations



Changements climatiques et niches écologiques

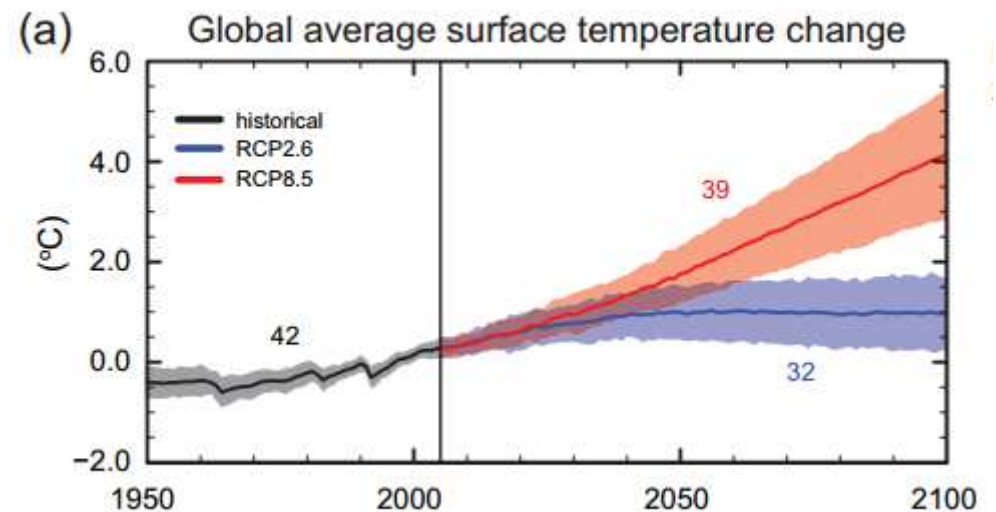
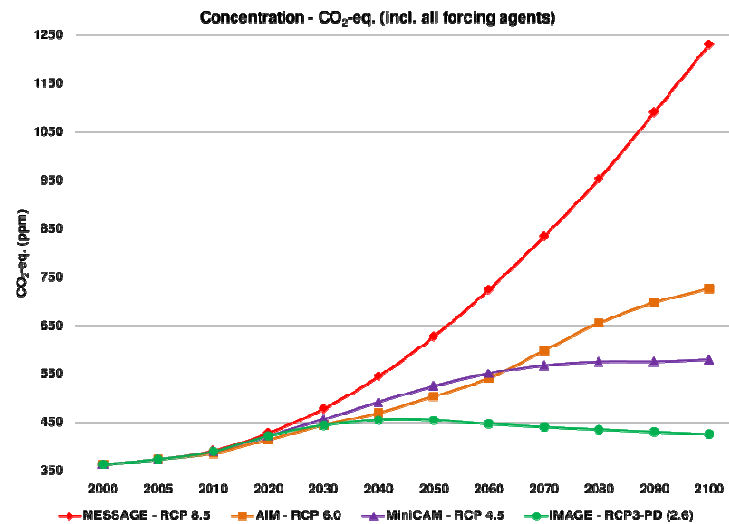
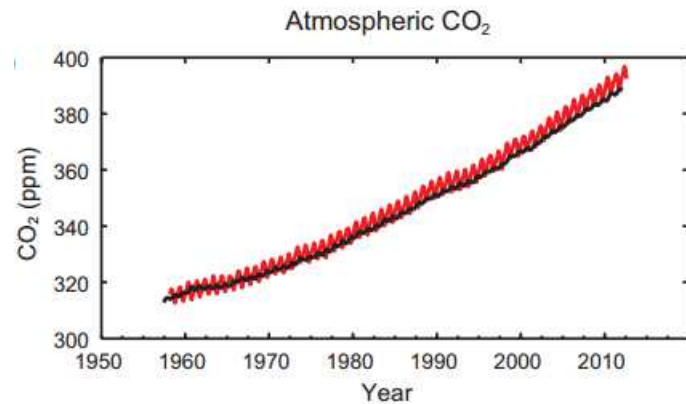


Altitude: 11m / 10 ans - **Latitude:** 16.9km / 10 ans

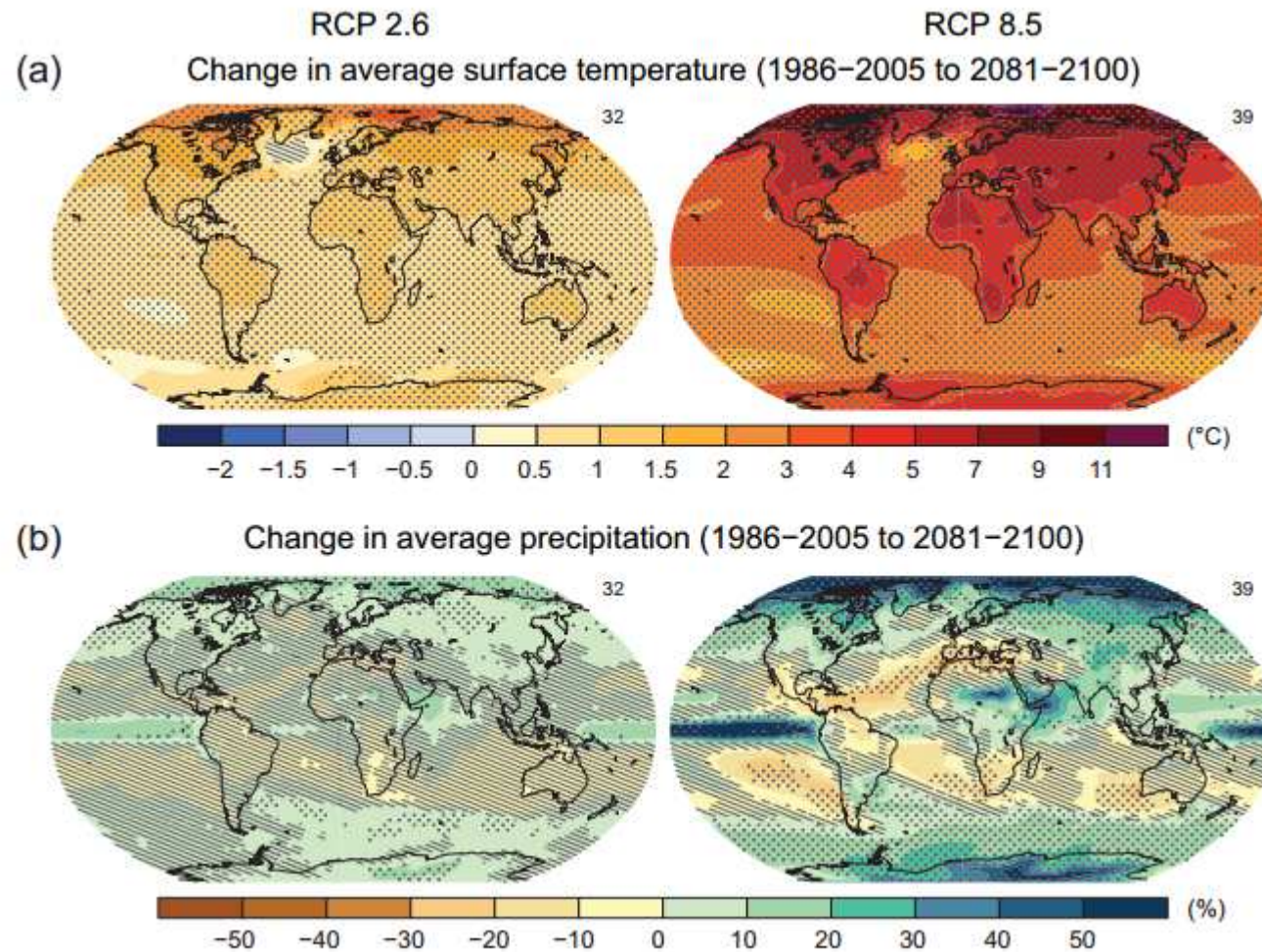


Altitude: 13.7m / 10 ans
Cours d'eau: 600m / 10 ans

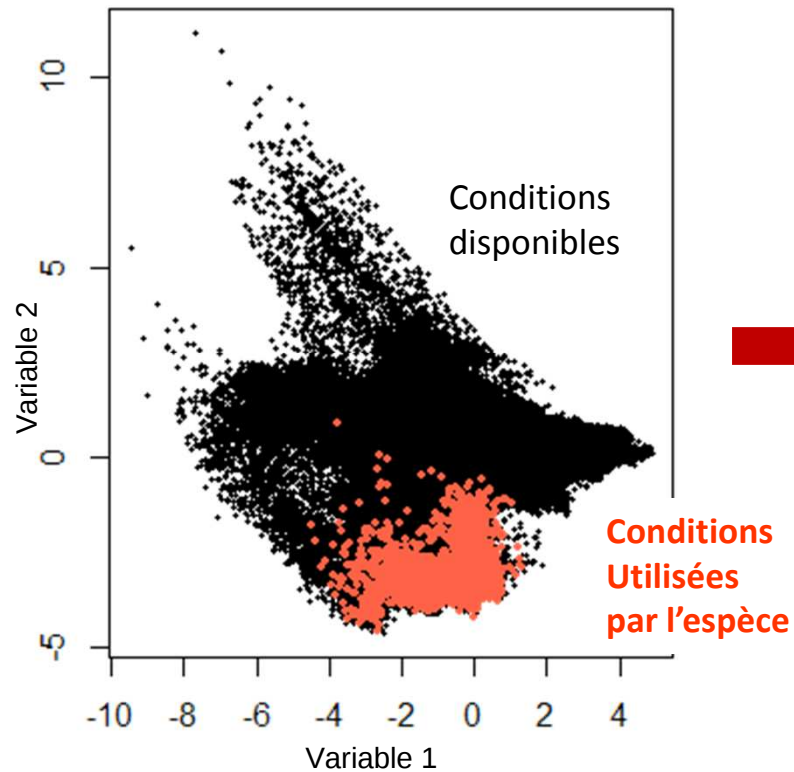
Changements climatiques - projections



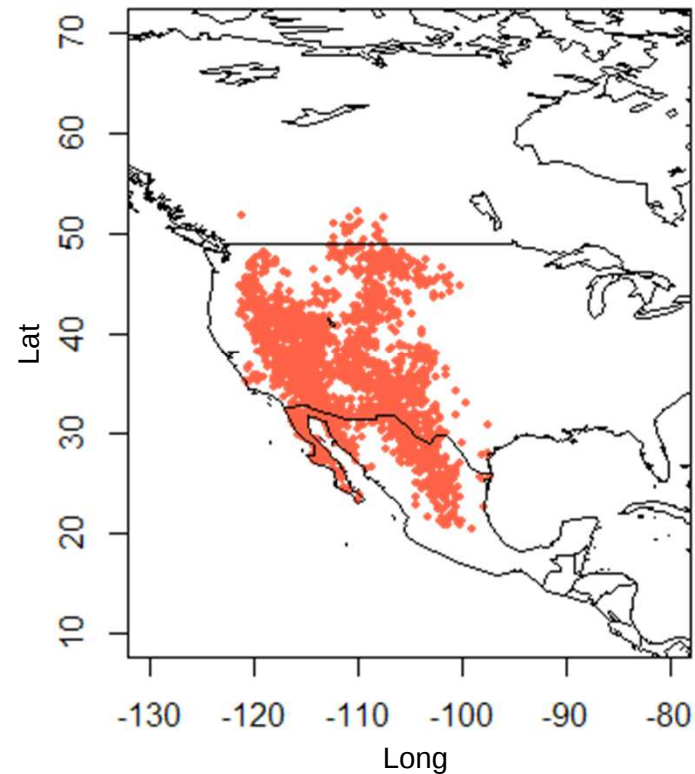
Changements climatiques - projections



Modélisation de niche / distribution

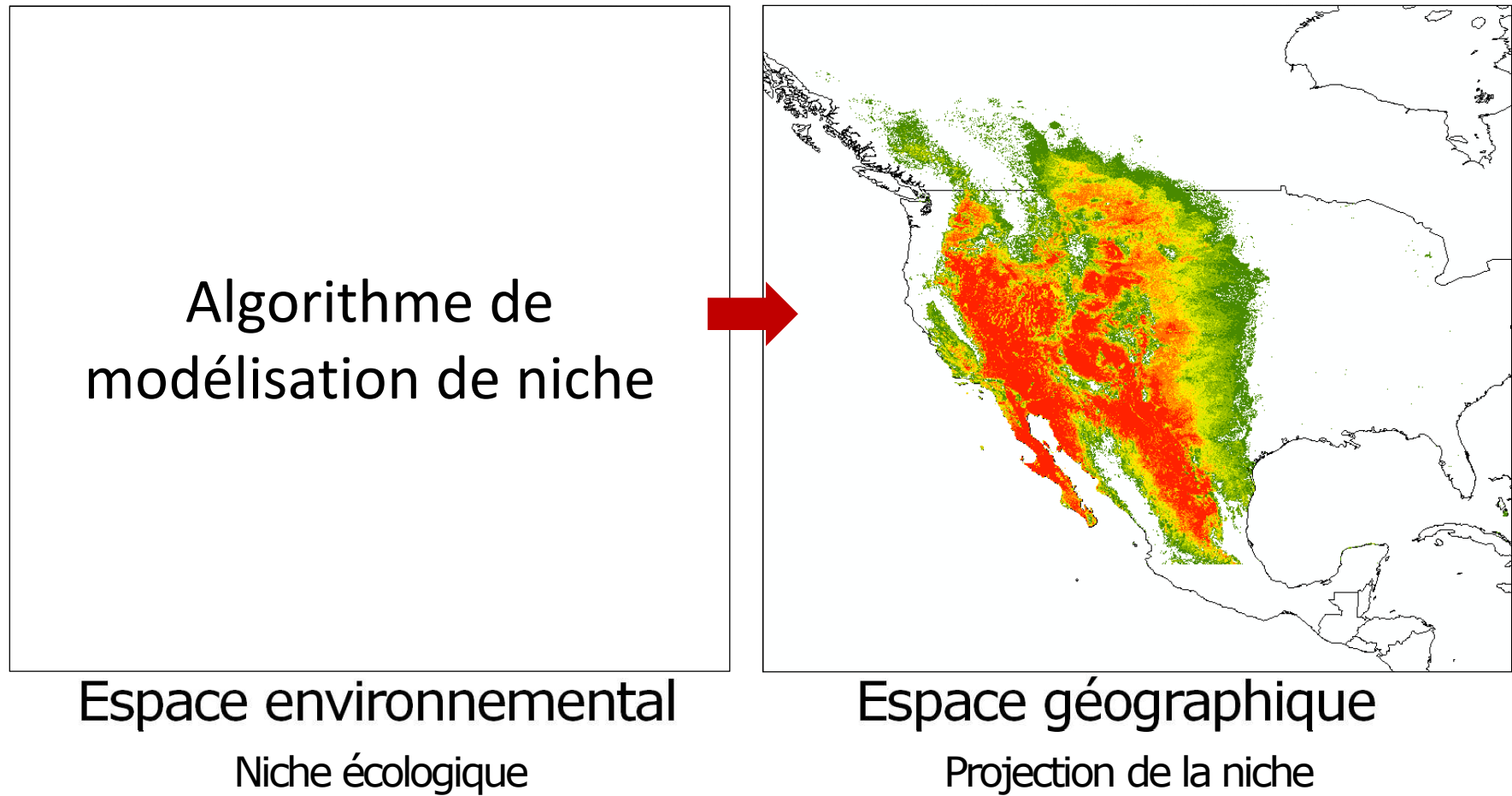


Espace environnemental
Niche écologique



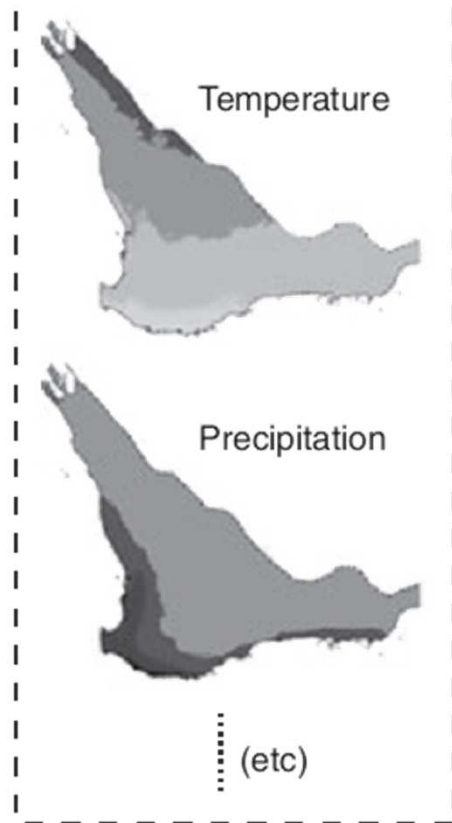
Espace géographique
Projection de la niche

Modélisation de niche / distribution

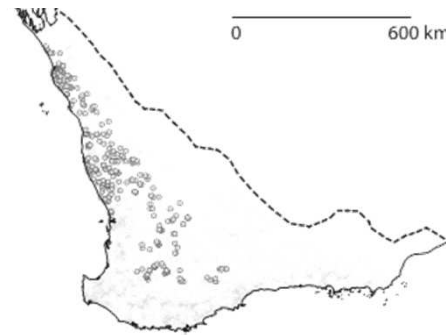


Modélisation de niche / distribution

Variables environnementales



Coordonnées d'observations de l'espèce



Modélisation de la niche

- Contribution relative des variables
- Réponse de l'espèce à ces variables

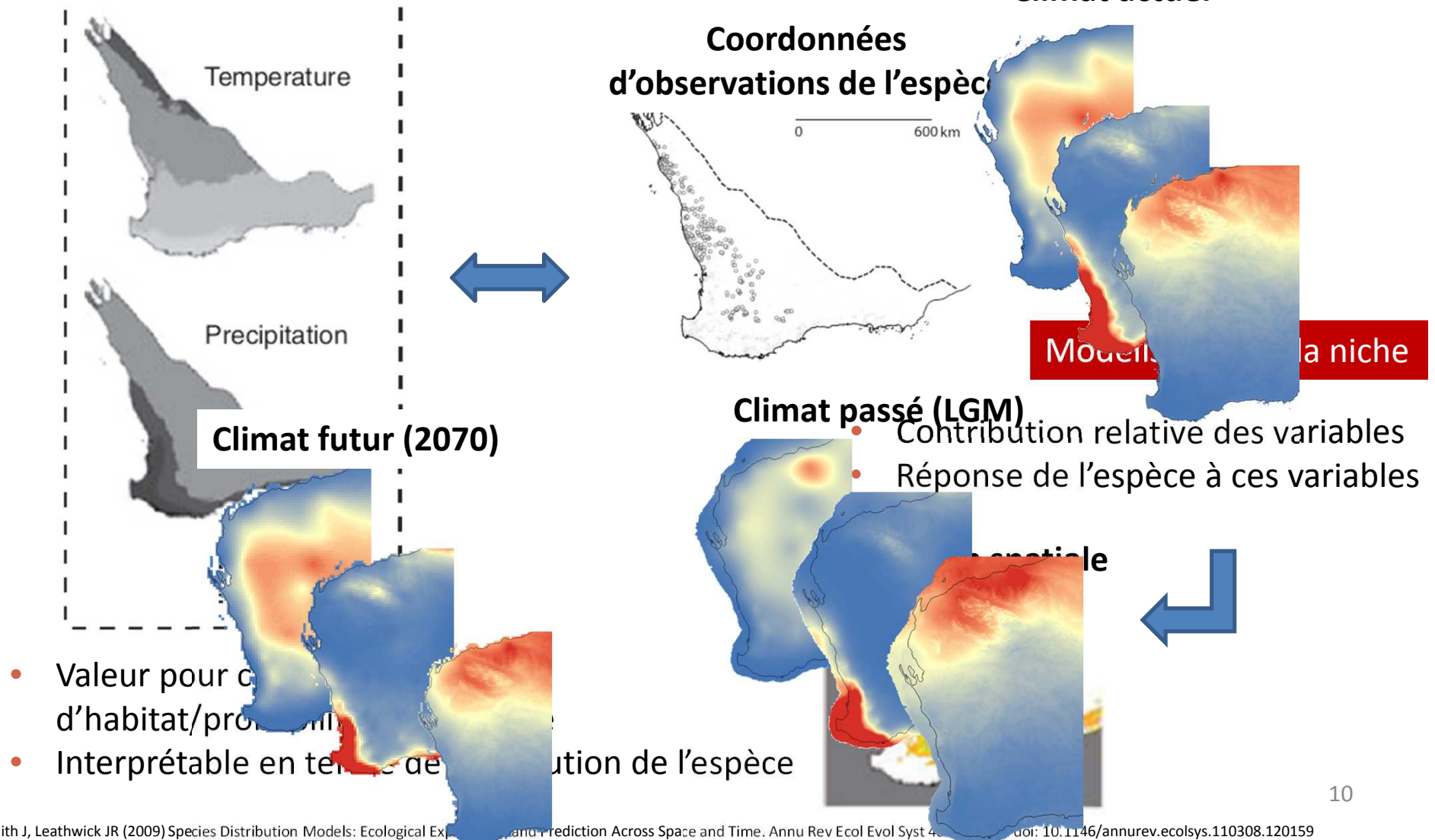
Projection spatiale



- Valeur pour chaque pixel: qualité d'habitat/probabilité de présence
- Interprétable en terme de distribution de l'espèce

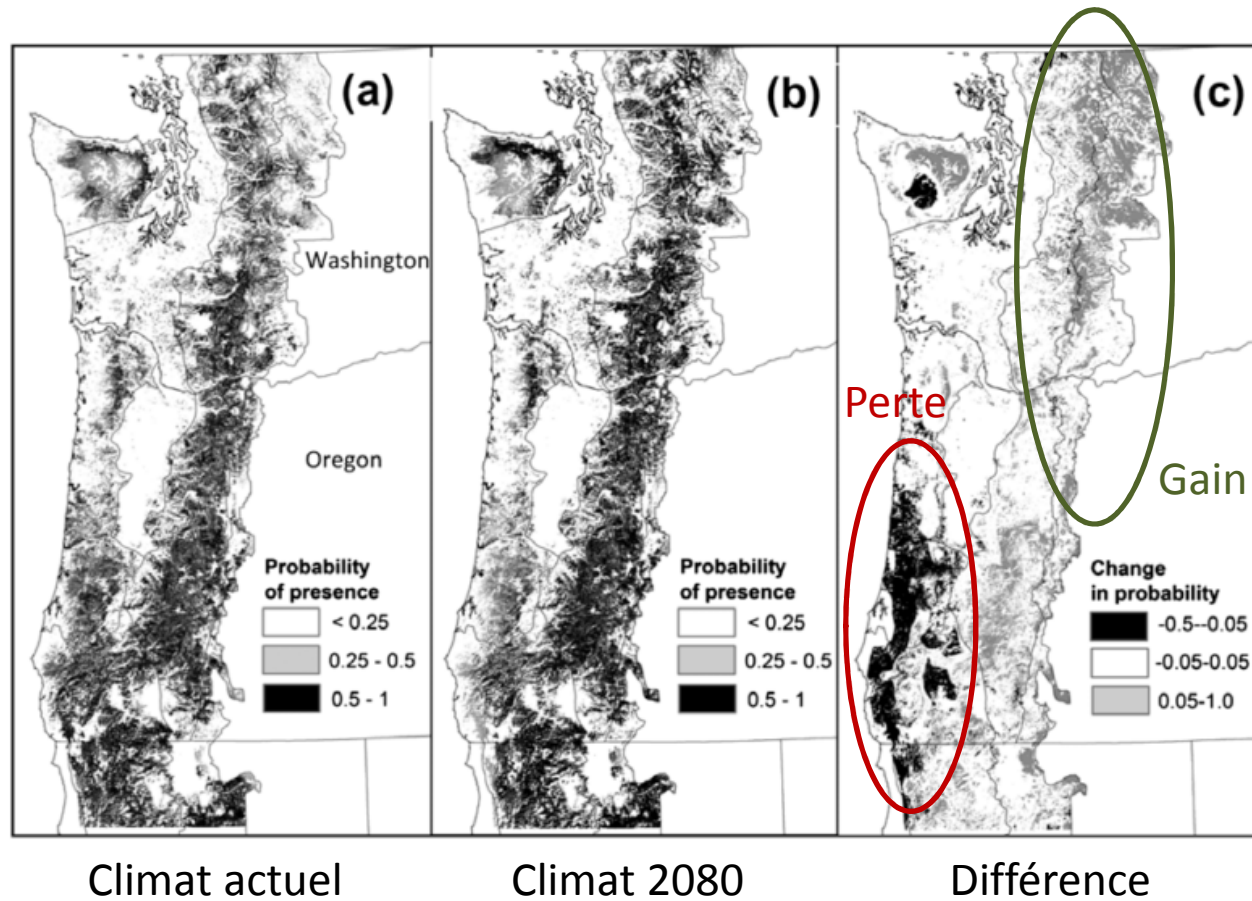
Modélisation de niche / distribution

Variables environnementales



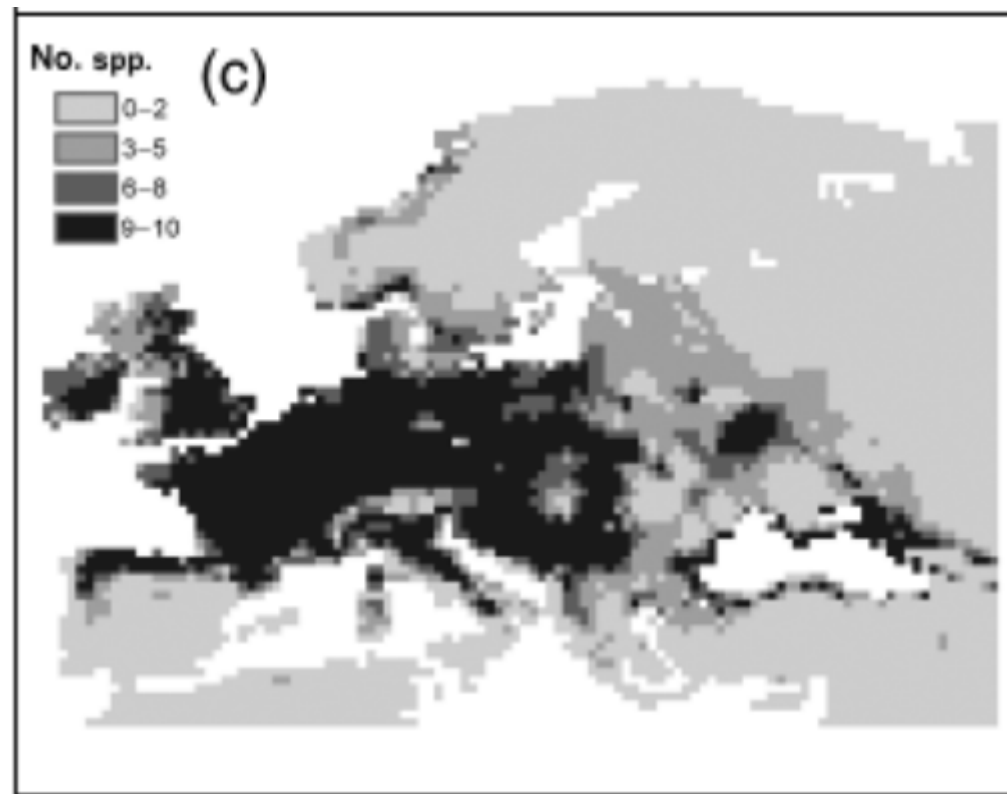
Exemples d'applications

US – chouette tachetée



Exemples d'applications

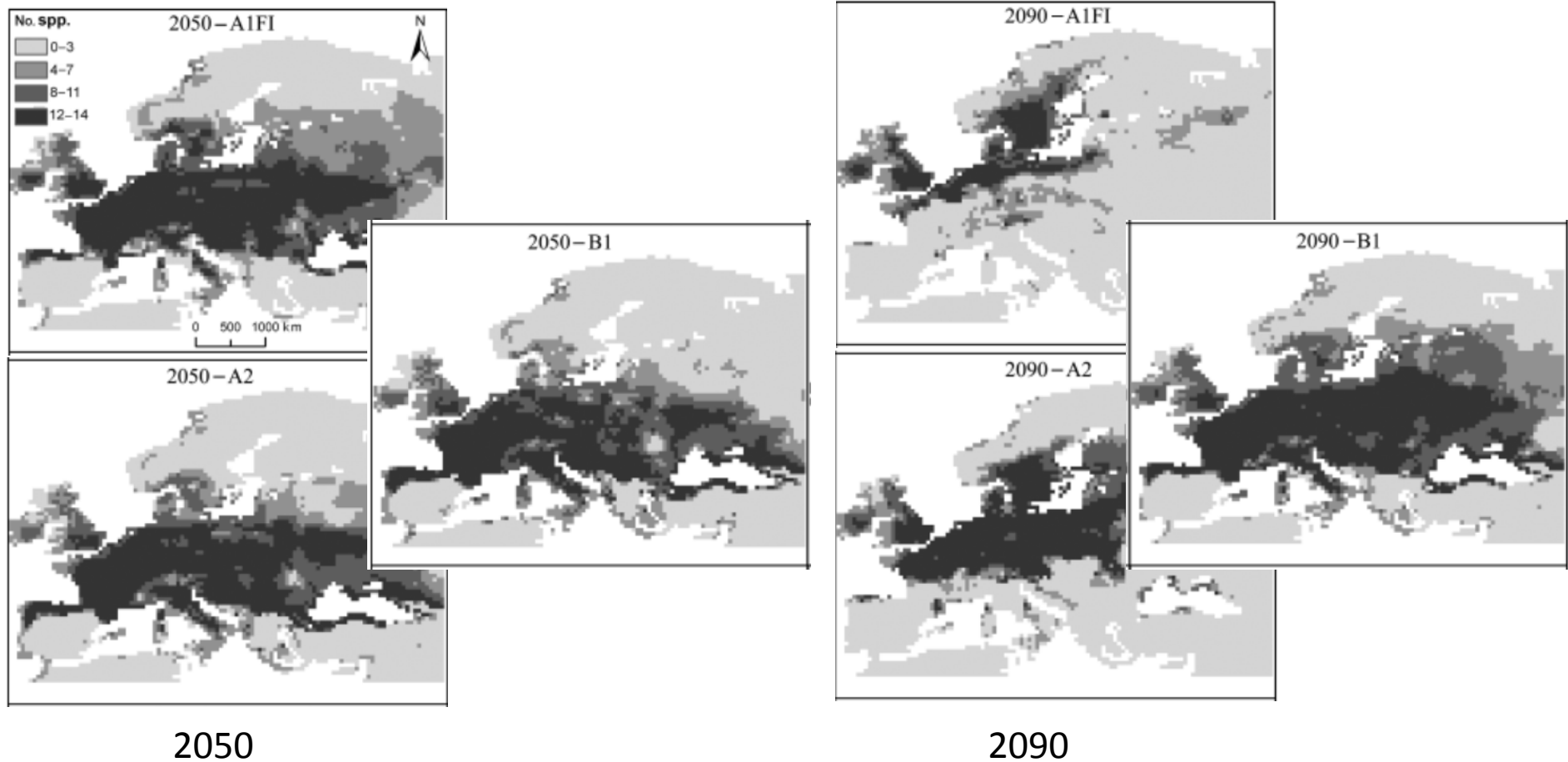
Europe – groupe taxonomique entier: chiroptères



Richesse spécifique actuelle

Exemples d'applications

Europe – groupe taxonomique entier: chiroptères



Données nécessaires

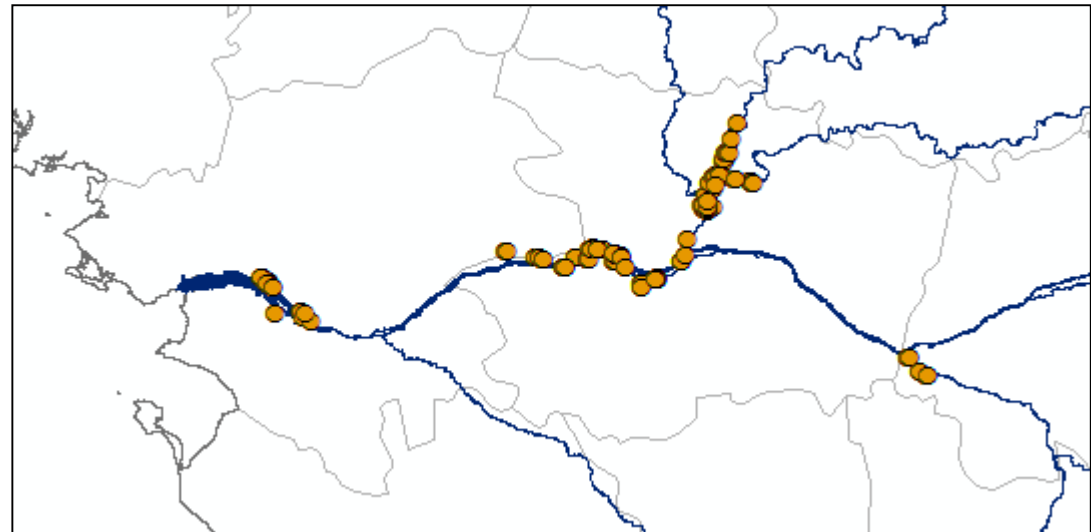
- Présence actuelle
- Variables environnementales
 - Actuelles
 - Futures

Données nécessaires

- Présence actuelle

Points de présence géoréférencés (coordonnées)

Espèce	Longitude	Latitude
Bruant proyer	443677.1643	6724071.44
Bruant proyer	443354.9644	6724037.23
Bruant proyer	440254.7001	6737802.6
Bruant proyer	411094.4602	6706799.18
Bruant proyer	411367.0835	6706930.78
Bruant proyer	404820.1392	6705517.37
Bruant proyer	404982.4345	6705443.34
Bruant proyer	385498.6363	6707673.31
Bruant proyer	392632.4874	6705831
Bruant proyer	393240.8724	6706185.96
Bruant proyer	393820.2579	6705516.86
Bruant proyer	399275.4953	6703646.71
Bruant proyer	399500.7987	6703689.86
Bruant proyer	402011.6189	6706058.78
Bruant proyer	402130.7418	6706234.23
...	...	...



Données nécessaires

- Présence actuelle

Points de présence géoréférencés (coordonnées)

Sources

Echantillonnage terrain

Observations opportunistes (public, naturalistes amateurs)

Bases de données

Données nécessaires

- Présence actuelle

Points de présence géoréférencés (coordonnées)



Biais d'échantillonnage

La distribution des points doit refléter fidèlement la distribution de l'espèce

Risques:

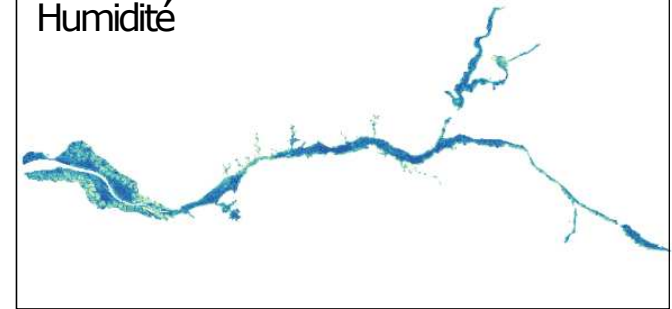
Surdensité autour des routes, villes, etc.
Zones difficiles d'accès négligées
Pas de données en périphérie

Données nécessaires

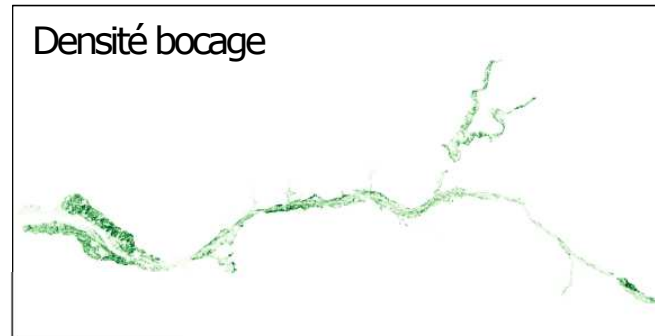
- Présence actuelle
- Variables environnementales
 - Actuelles

Rasters climatiques, d'occupation du sol, etc.

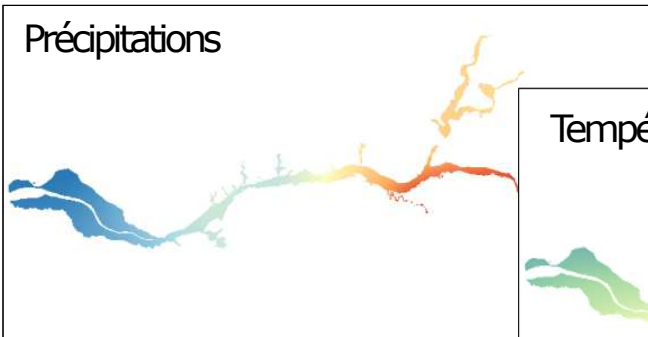
Humidité



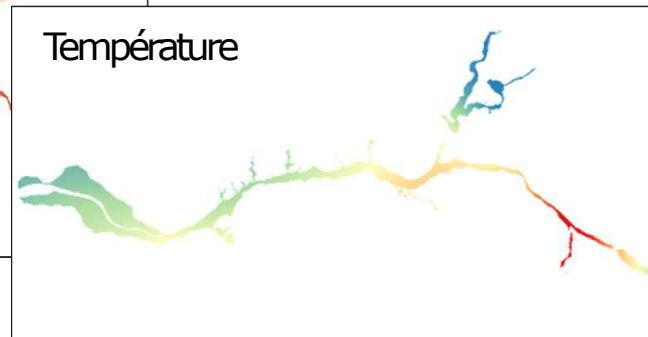
Densité bocage



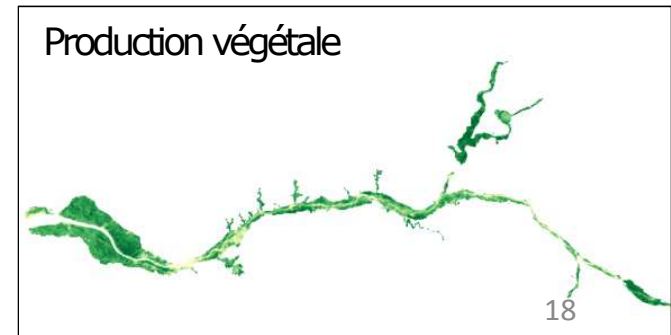
Précipitations



Température



Production végétale



Données nécessaires

- Présence actuelle
- Variables environnementales
 - Actuelles

Rasters climatiques, d'occupation du sol, etc.

Sources

Images satellites, télédétection

LIDAR

Données météo interpolées

N'importe quelle donnée SIG pertinente...

Données nécessaires

- Présence actuelle
- Variables environnementales
 - Actuelles

Rasters climatiques, d'occupation du sol, etc.



Données non pertinentes

Les variables utilisées doivent être celles qui contribuent réellement à la niche de l'espèce

Risques:

« Overfitting »
Variable « clé » manquante

Données nécessaires

- Présence actuelle
- Variables environnementales
 - Actuelles
 - Futures

Mêmes données que pour modéliser la niche actuelle...

...mais projetées dans le futur

Données nécessaires

- Présence actuelle
- Variables environnementales
 - Actuelles
 - Futures

Sources

Projections climatiques

www.worldclim.org

2050

GCM	code	rcp26	rcp45	rcp60	rcp85
ACCESS1-0 (#)	AC		tn, tx, pr, bi		tn, tx, pr, bi
BCC-CSM1-1	BC	tn, tx, pr, bi	tn, tx, pr, bi	tn, tx, pr, bi	tn, tx, pr, bi
CCSM4	CC	tn, tx, pr, bi	tn, tx, pr, bi	tn, tx, pr, bi	tn, tx, pr, bi

4 résolutions

Projections selon **19 modèles de circulation** atmosphériques

4 scénarios d'émission de gaz à effet de serre

2 périodes: 2041-2060 et 2061-2080

Variables:

Températures minimales

Températures minimales mensuelles

Précipitation mensuelles

Variables bioclimatiques (19 variables)

Données nécessaires

- Présence actuelle
- Variables environnementales
 - Actuelles
 - Futures



Résolution maximum 1km

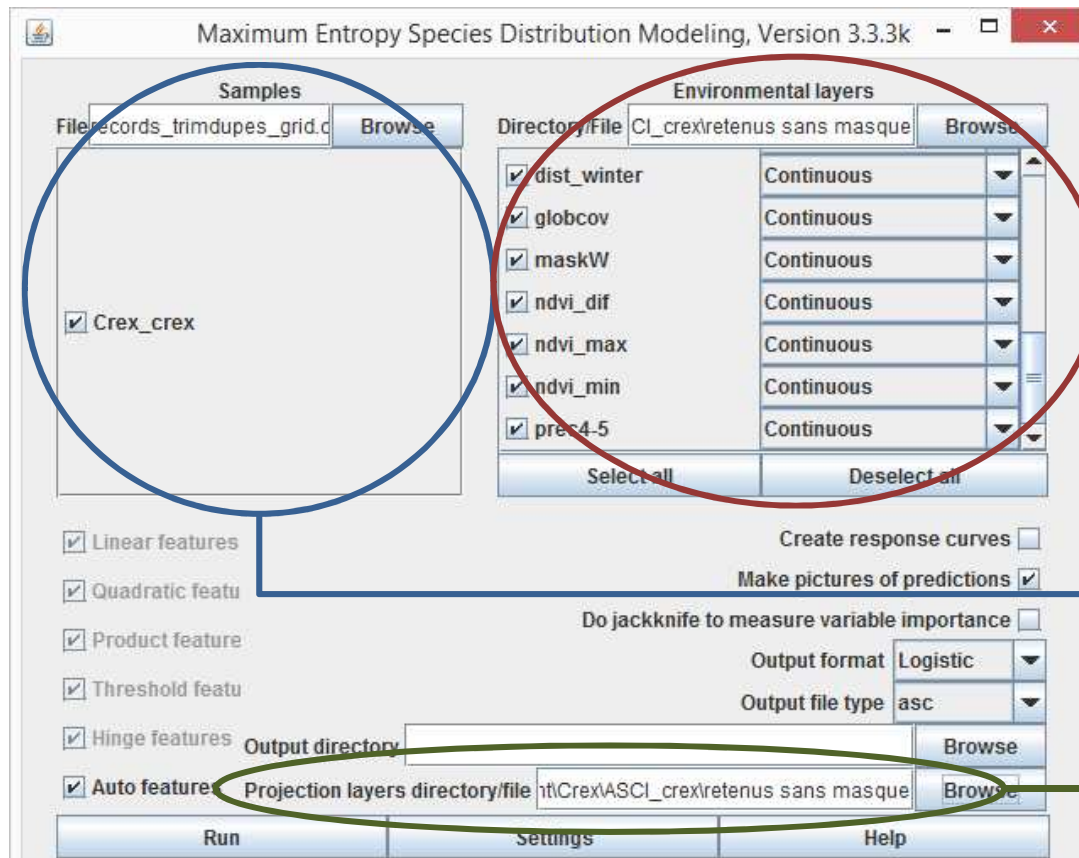
Incertitude des scénarios d'émission et des modèles de circulation

Limitées au **climat**

- Modéliser uniquement niche climatique
- Considérer que les autres variables ne changent pas
- Trouver un moyen de modéliser les futurs changement d'occupation du sol, etc.

Mise en œuvre

- Exemple de MaxEnt



Variables
environnementales

Points de présence

Dossier contenant
les variables
« projetées »

<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>

Mise en œuvre

- Autres implémentations

- BIOCLIM
- Domain
- Arbres de classification
- GLM, GAM
- ...

Biomod2 (package R)

- Comparaison d'algorithmes
- Modèles consensus



Méthodes **très faciles** à mettre en place...

...et donc très facile de produire un modèle incohérent

- Evaluation des modèles (AUC, Kappa, etc.)
- Sélection des variables
- Biais d'échantillonnage
- Paramétrage de l'algorithme

Exemple personnel

- Distribution du râle des genêts (*Crex crex*)

