

FIABILITÉ DES PROJECTIONS DES MODÈLES D'AIRE DE RÉPARTITION DES ARBRES FORESTIERS

Discussion « bonus »

18/01/2023

■ Points à aborder

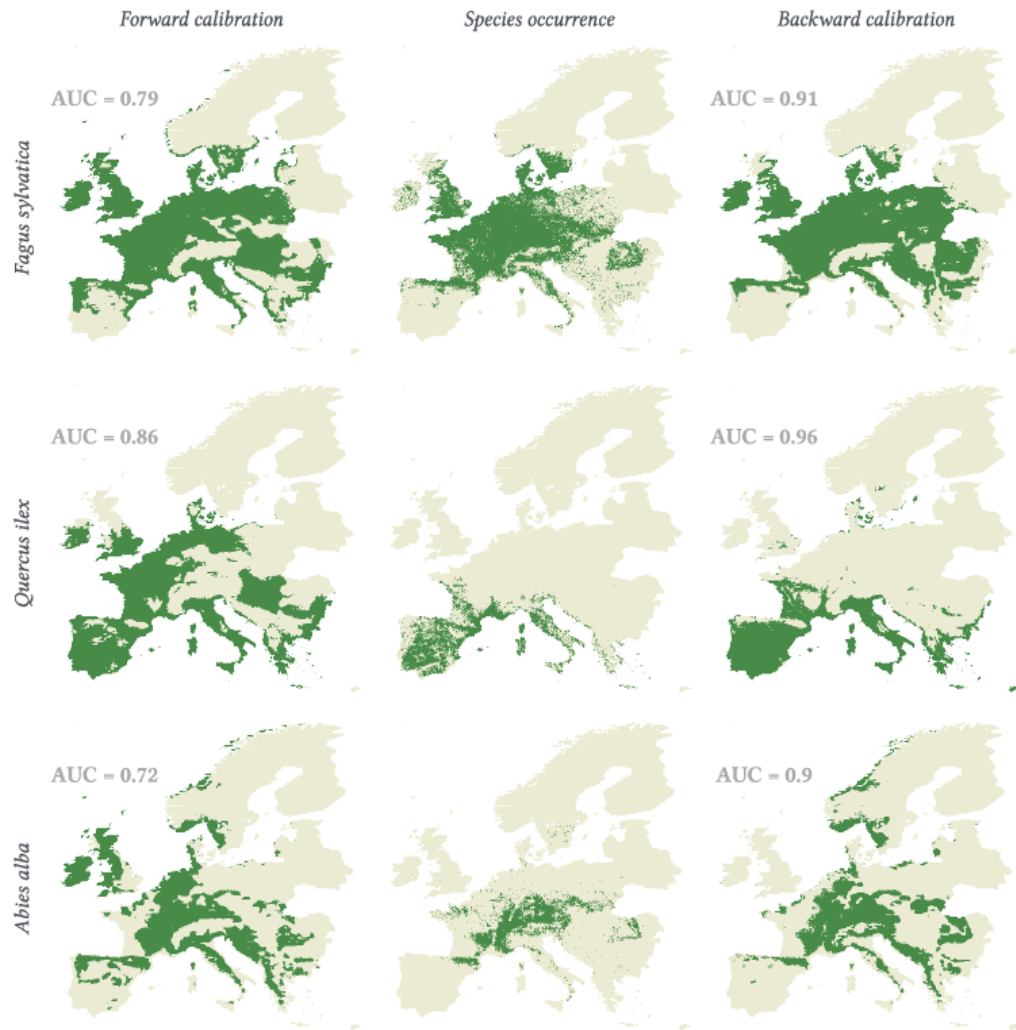
- calibration des modèles
- génération des données paléoclimatiques
- exploration des données fossiles
- premiers tests de modèle de migration

Calibration des modèles

- **Covariance matrix adaptation** - evolution strategy (CMA-ES)
- Sous-échantillonnage des données de présence/pseudo-absence
- PHENOFIT et CASTANEA pour 3 espèces :
 - ▷ hêtre
 - ▷ chêne vert
 - ▷ sapin blanc

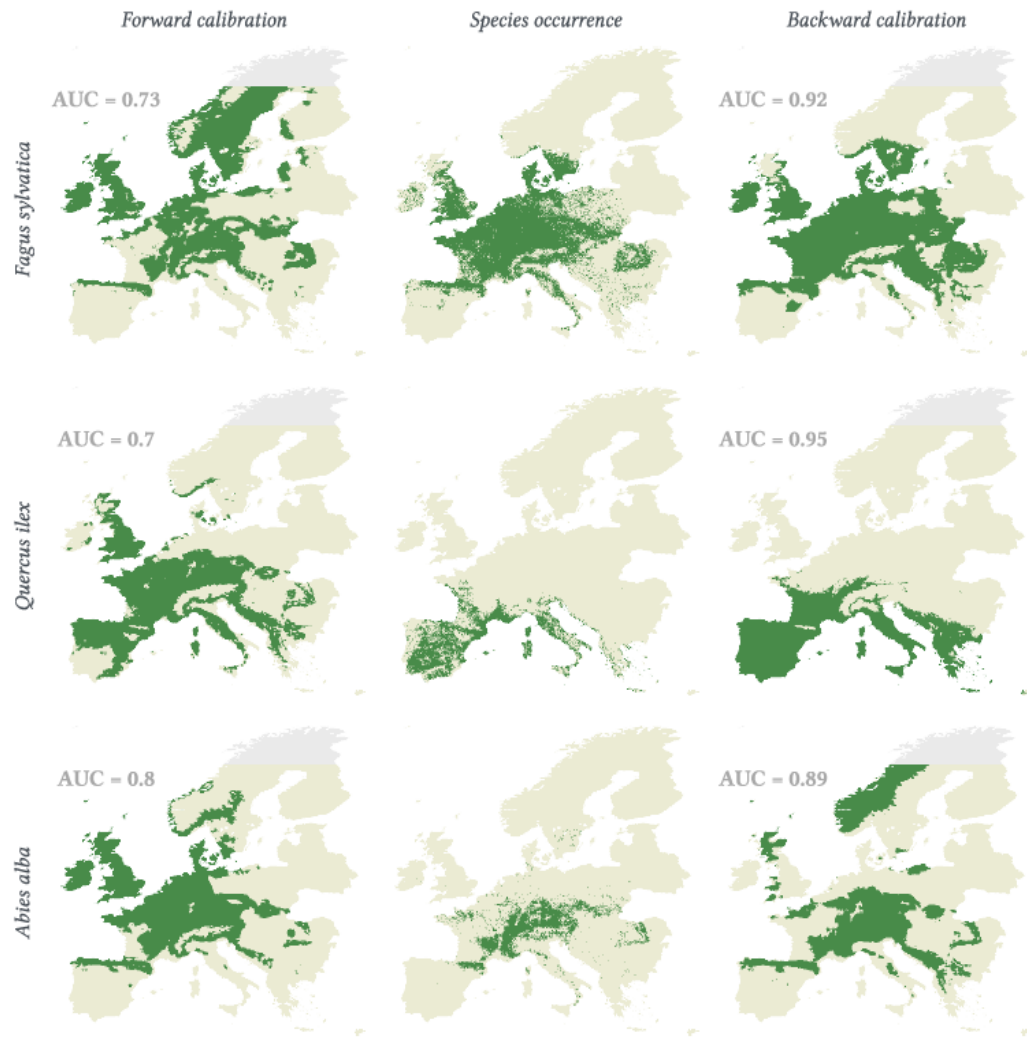
Calibration des modèles

PHENOFIT

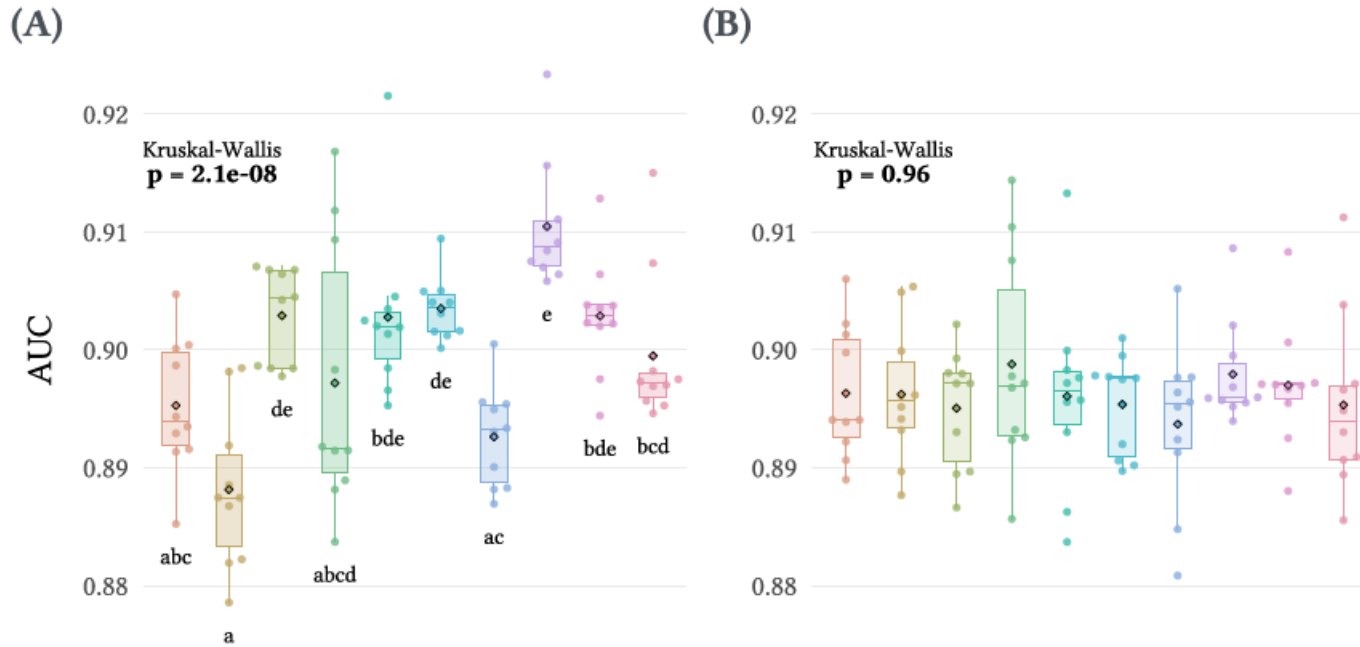


Calibration des modèles

CASTANEA

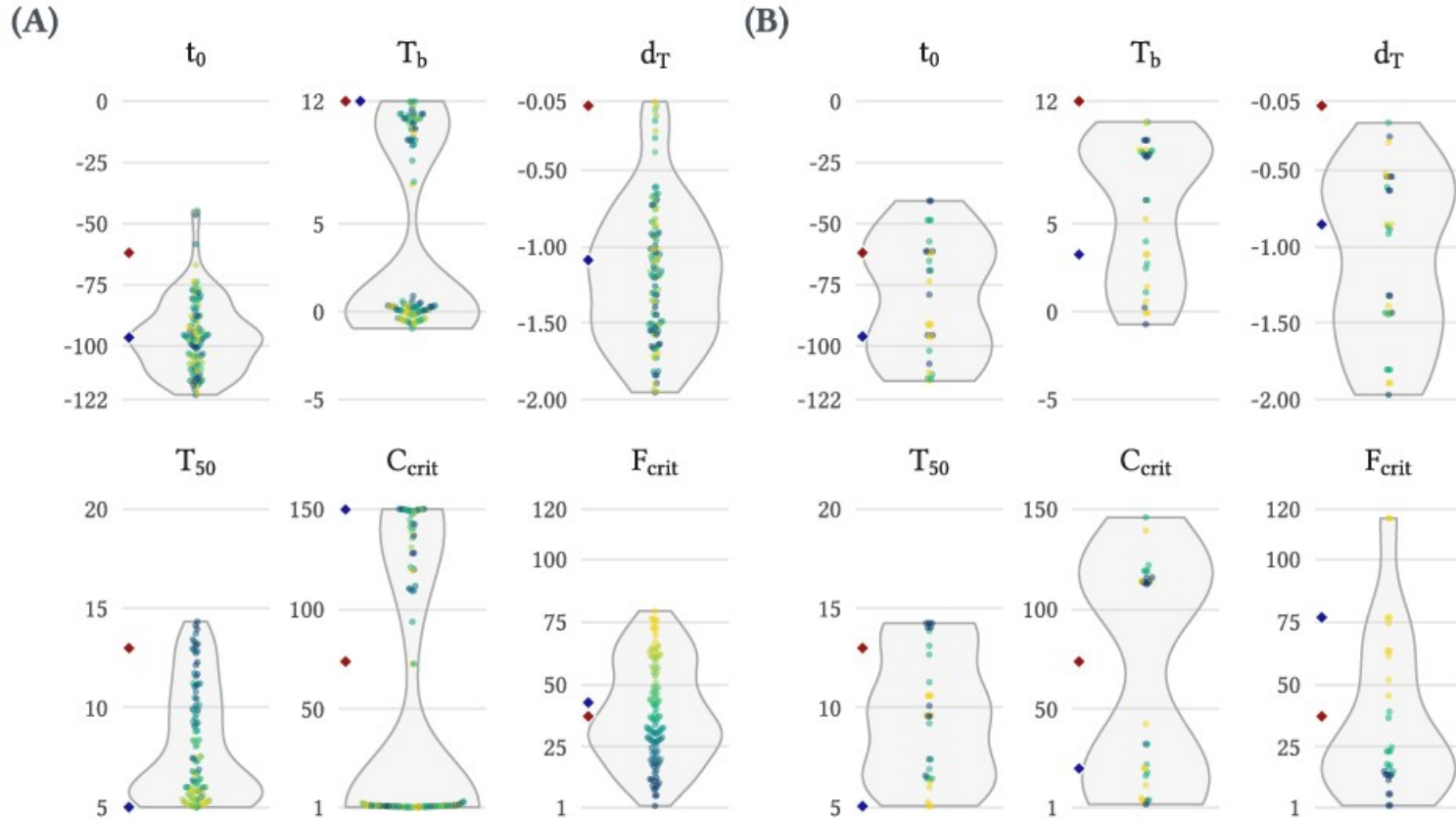


Calibration des modèles



Exemple PHENOFIT et hêtre : pas d'effet du sous-échantillonnage

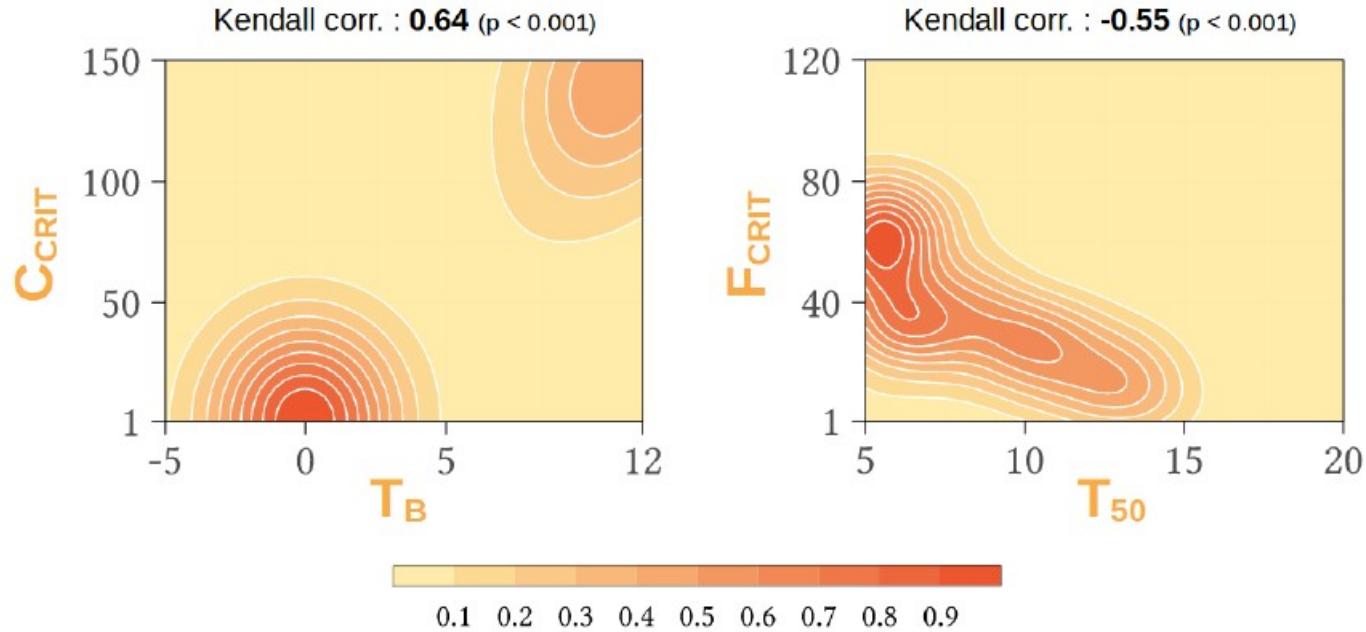
Calibration des modèles



◆ forward values
◆ best backward values

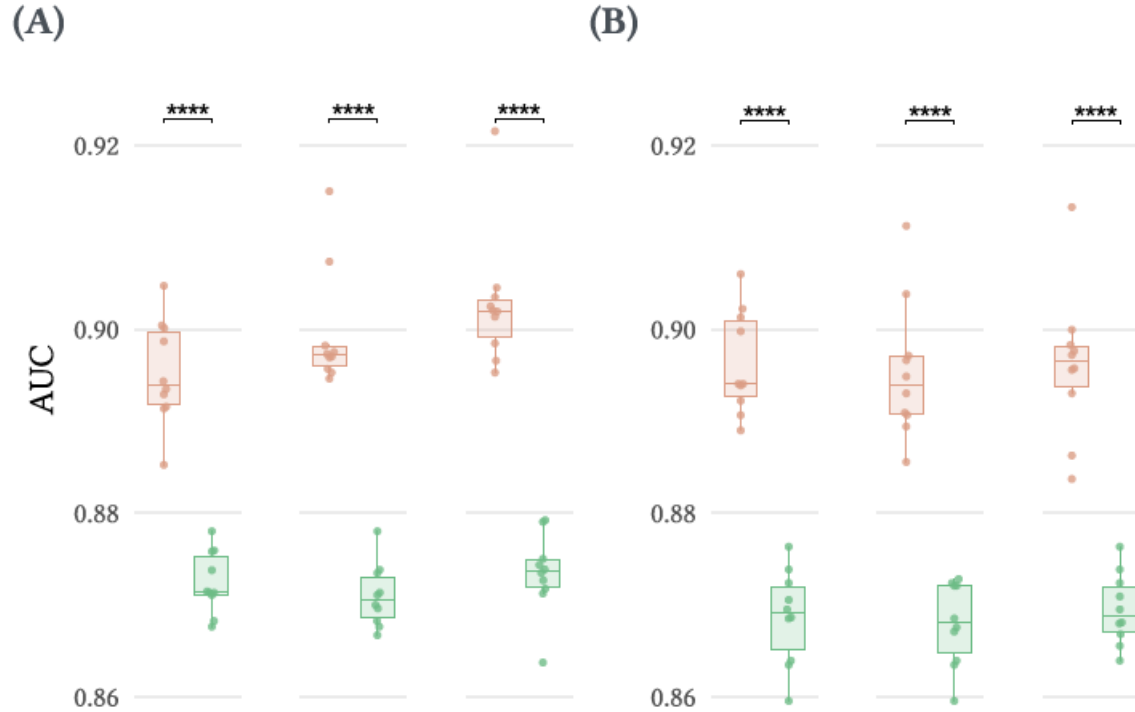
Mais non-identifiabilité !

Calibration des modèles



Car **corrélations structurelles** entre paramètres

Calibration des modèles



CMA-ES un peu plus performant qu'ABC
(*Approximate Bayesian Computation*)

Calibration des modèles

Methods in Ecology and Evolution

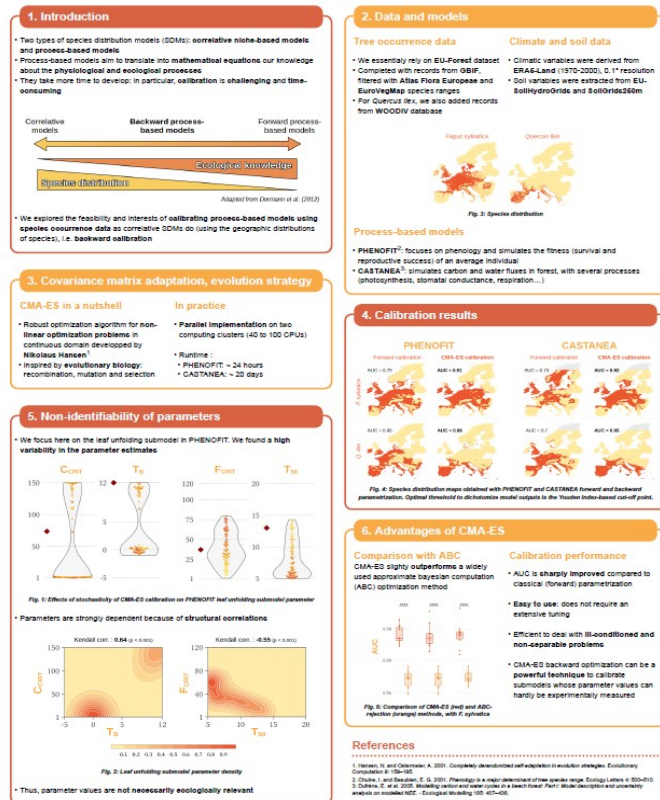
Estimating process-based model parameters from species distribution data

Journal:	<i>Methods in Ecology and Evolution</i>
Manuscript ID:	Draft
Wiley - Manuscript Type:	Research Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Van der Meersch, Victor; Université de Montpellier, CNRS, EPHE, IRD, CEFE, Chuine, Isabelle; Université de Montpellier, CNRS, EPHE, IRD, CEFE
Keywords:	Process-based model, Calibration, Trees, Optimisation, Species distribution model
Abstract:	<p>1. Two main types of species distribution models are used to project species range shifts in future climatic conditions: correlative and process-based models. Although there is some continuity between these two types of models, they are fundamentally different in their hypotheses (statistical relationships vs cause-to-effect relationships) and their calibration methods (dependent vs independent of the species observed distributions).</p> <p>2. One of the main limitation to the use of process-based models is the difficulty to parameterize them for a very large number of species. Our aim was to calibrate process-based models in the same way as correlative models, i.e. using the geographic distributions of species. We investigated the feasibility of using an evolutionary algorithm (called covariance matrix adaptation evolution strategy, CMA-ES) to calibrate these models. This method is well established in some fields (robotics, aerospace research, ...), but has never been used, to our knowledge, in ecology, despite its ability to deal with very large space dimensions. Using tree species occurrence data across Europe, we adapted the CMA-ES algorithm to find appropriate values of model parameters. We estimated simultaneously 27 to 77 parameters of two process-based models simulating forest tree's ecophysiology for three species with varying range sizes and geographical distributions. We compared the performance of CMA-ES to a commonly used Approximate Bayesian Computation (ABC) method.</p> <p>3. CMA-ES provided parameter estimates leading to better prediction of species distribution than parameter estimates based on experts knowledge. It was more efficient than ABC, and provided better parameter sets for the same amount of computation time. Predictions of process-based models calibrated with CMA-ES were as good as</p>

Papier en *major*
revisions dans MEE

A novel method to estimate process-based model parameters from species distribution data

Victor Van der Meersch, Isabelle Chuine
CEFE, CNRS, Université de Montpellier



Poster présenté à la SFE2
à Metz

■ Calibration des modèles

- Essayer de décortiquer les différences forward/backward

Que peut-on tirer de l'exercice de calibration ?

Valeurs des paramètres réalistes ?

→ pourrait faire l'objet d'une publication ?

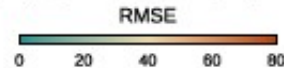
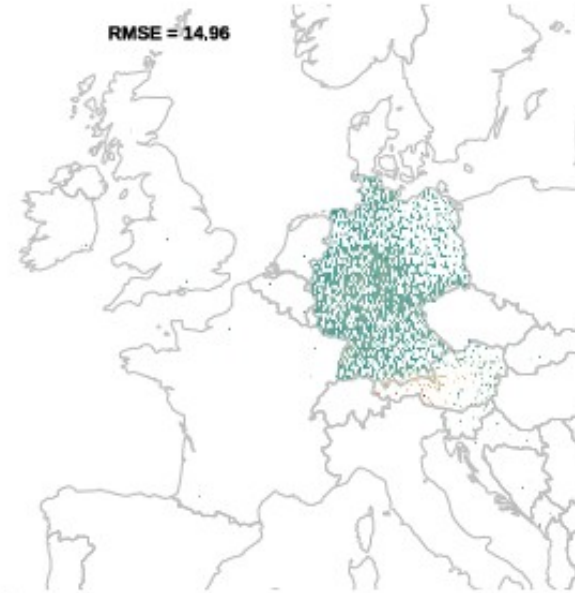
Calibration des modèles

Exemple avec les dates de débourrement

Forward

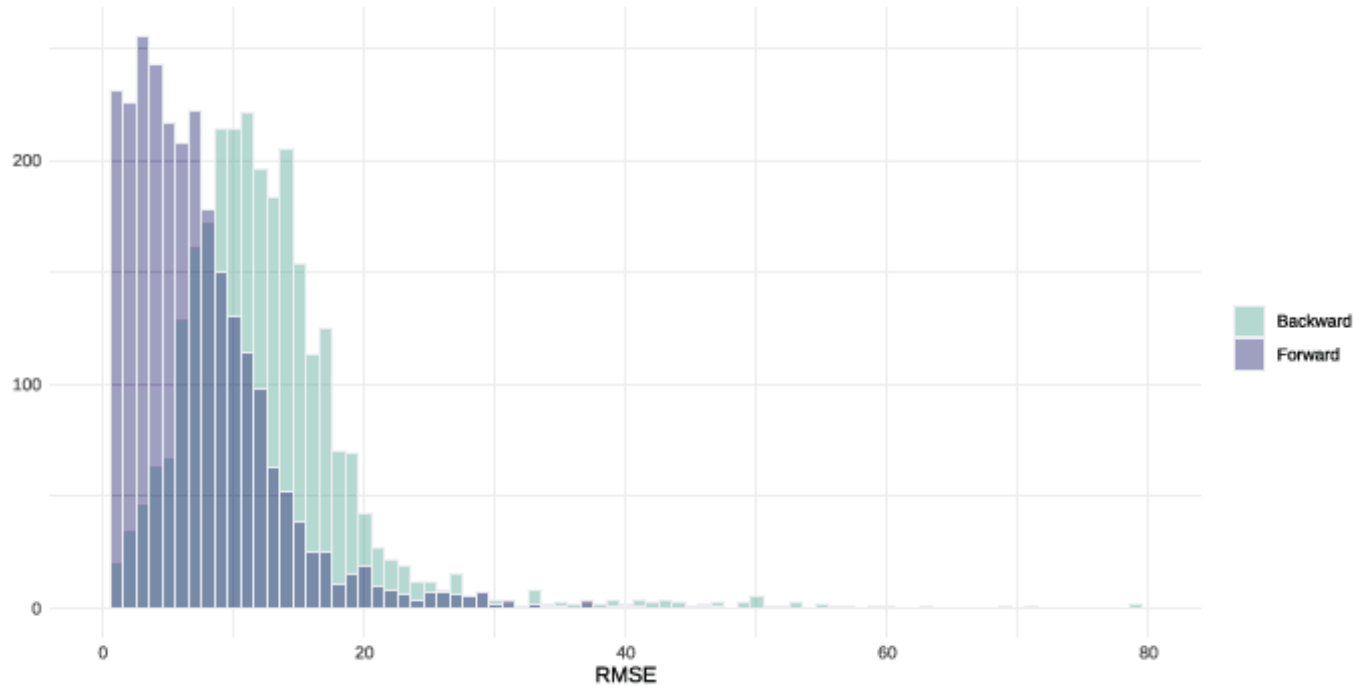


Backward



Calibration des modèles

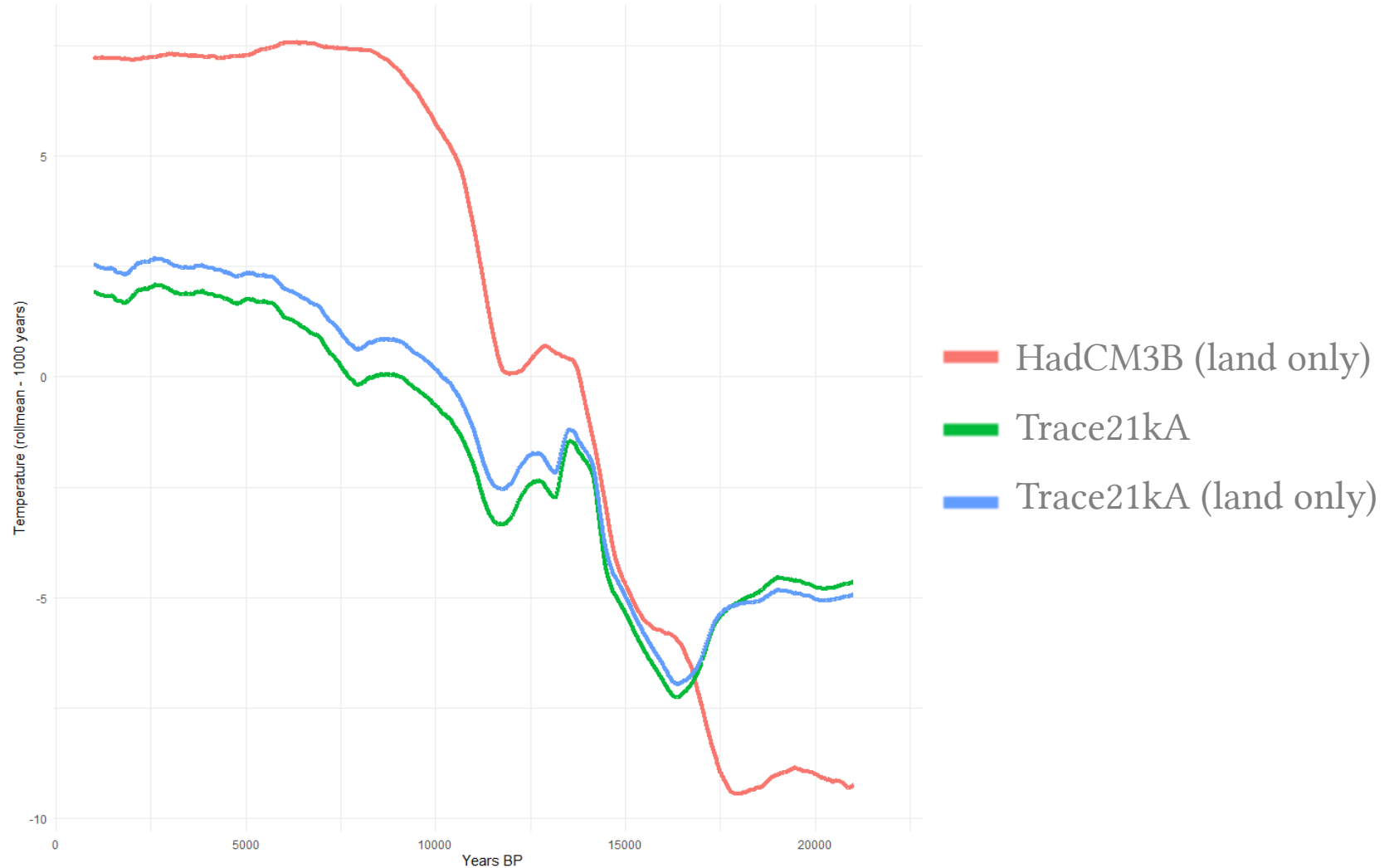
Exemple avec les dates de débourrement



■ Données paléoclimatiques

- Données mensuelles proviennent du GCM **HadCM3B**
- **Résolution 0.5°**, *bias corrected*
- Variables générées pour notre projet en particulier, collaboration avec E. Armstrong

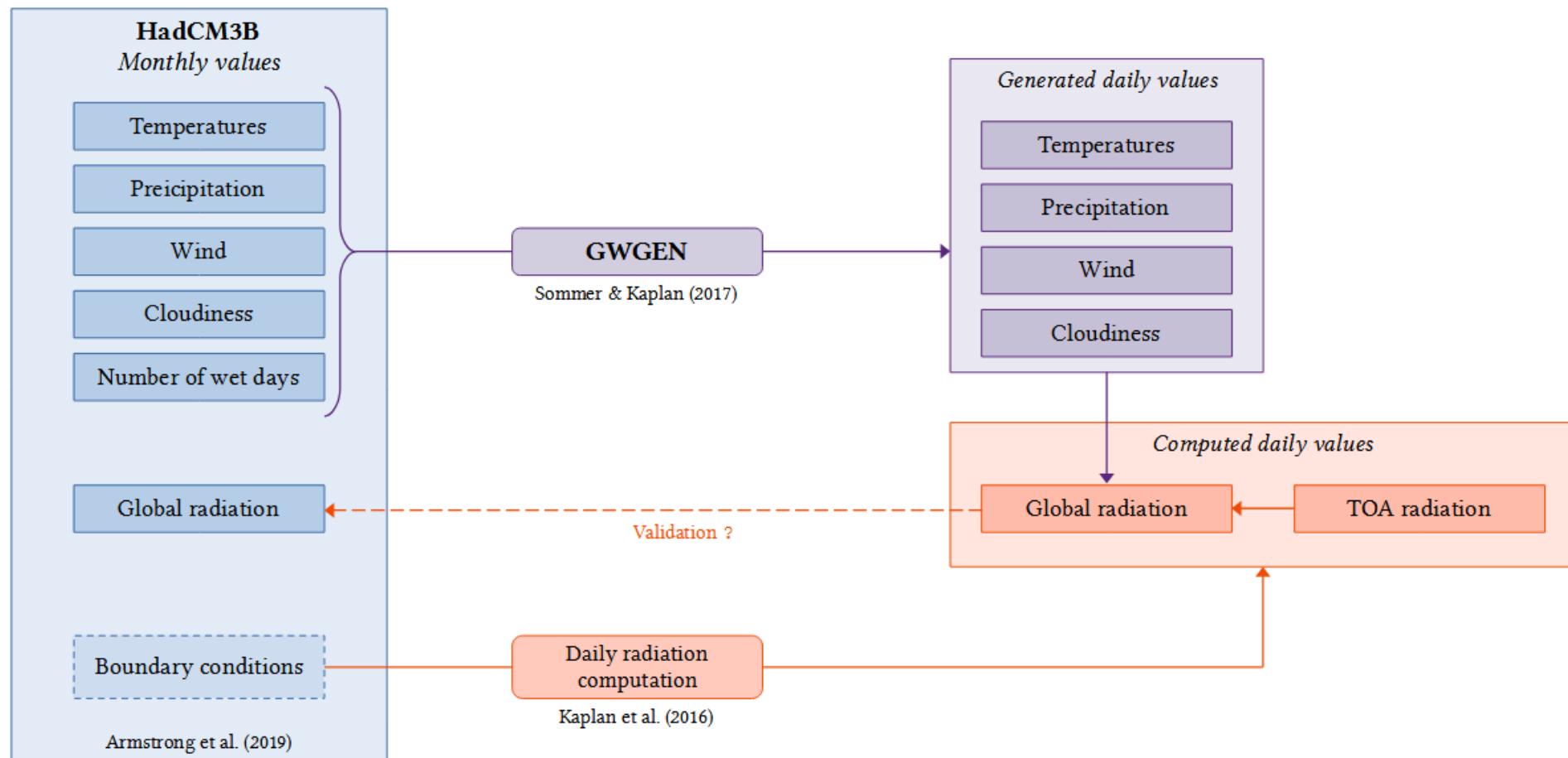
Données paléoclimatiques



■ Données paléoclimatiques

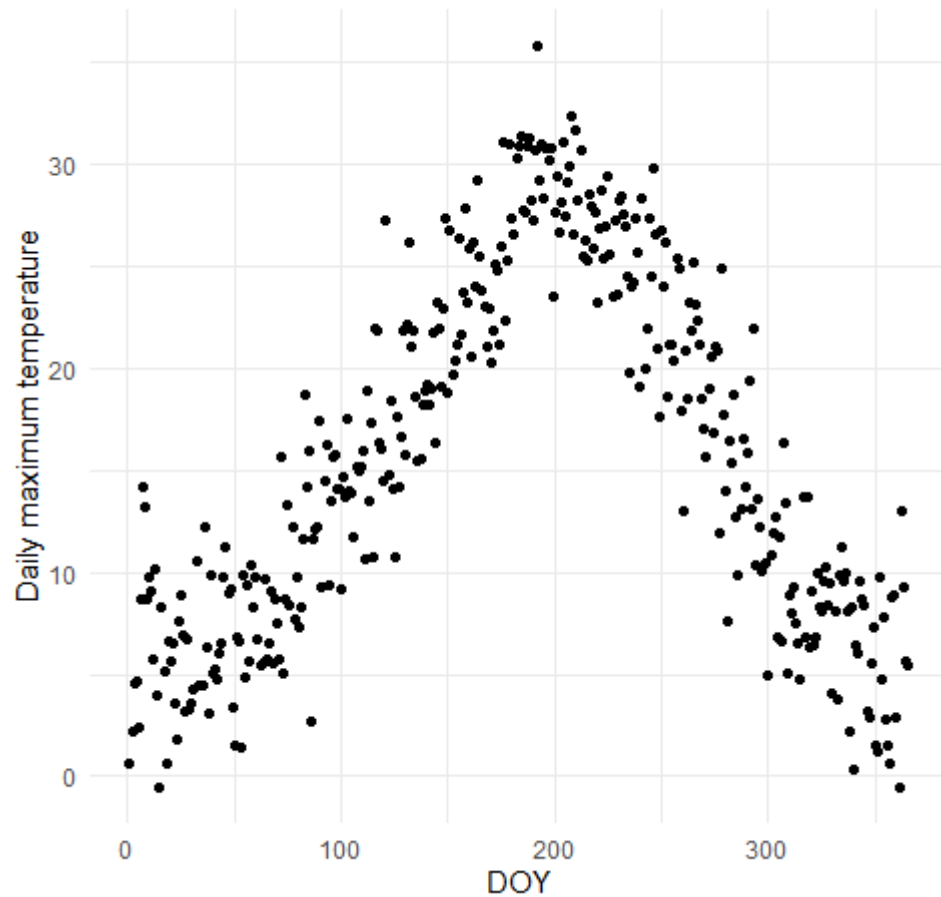
- Besoin de données journalières pour les modèles basés sur les processus
- Données de **température**, **précipitation**, et **nébulosité**, générées avec le *weather generator* GWGEN (Sommer and Kaplan, 2017)
- Données de **radiation** calculées avec les mêmes conditions limites que HadCM3B, en s'inspirant du code de LPJ-LMfire (Kaplan et al., 2016)

Données paléoclimatiques

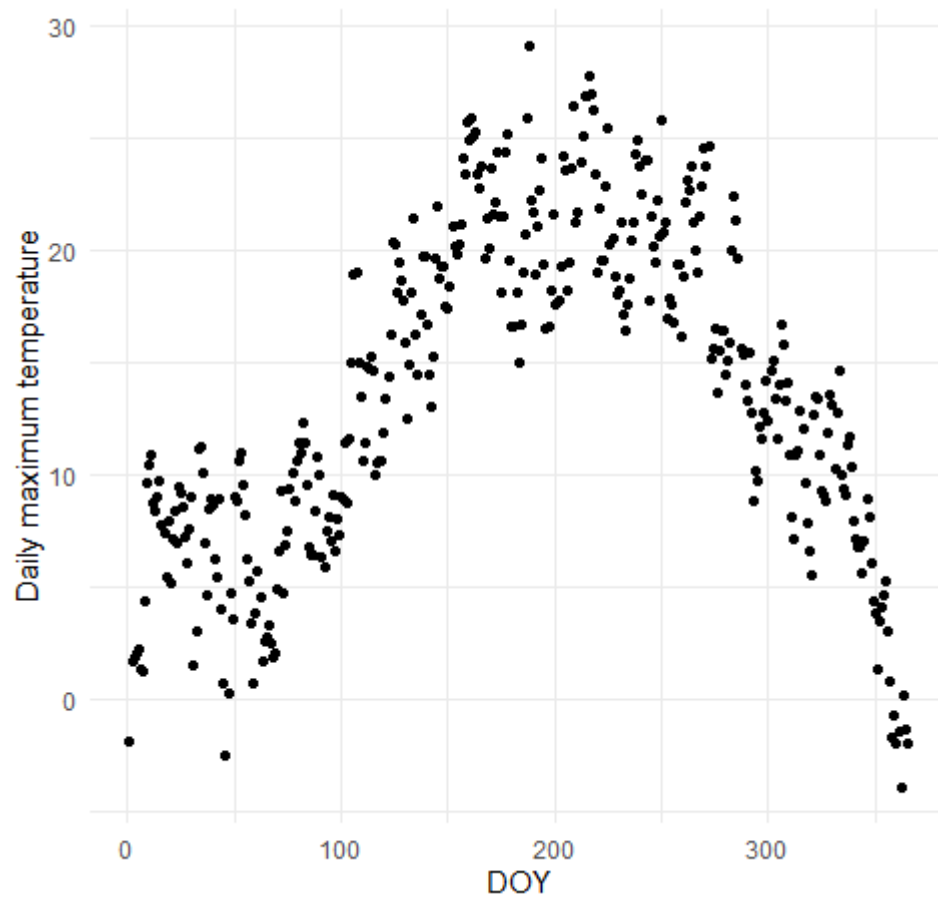


Données paléoclimatiques

1950 (HadCM3B)

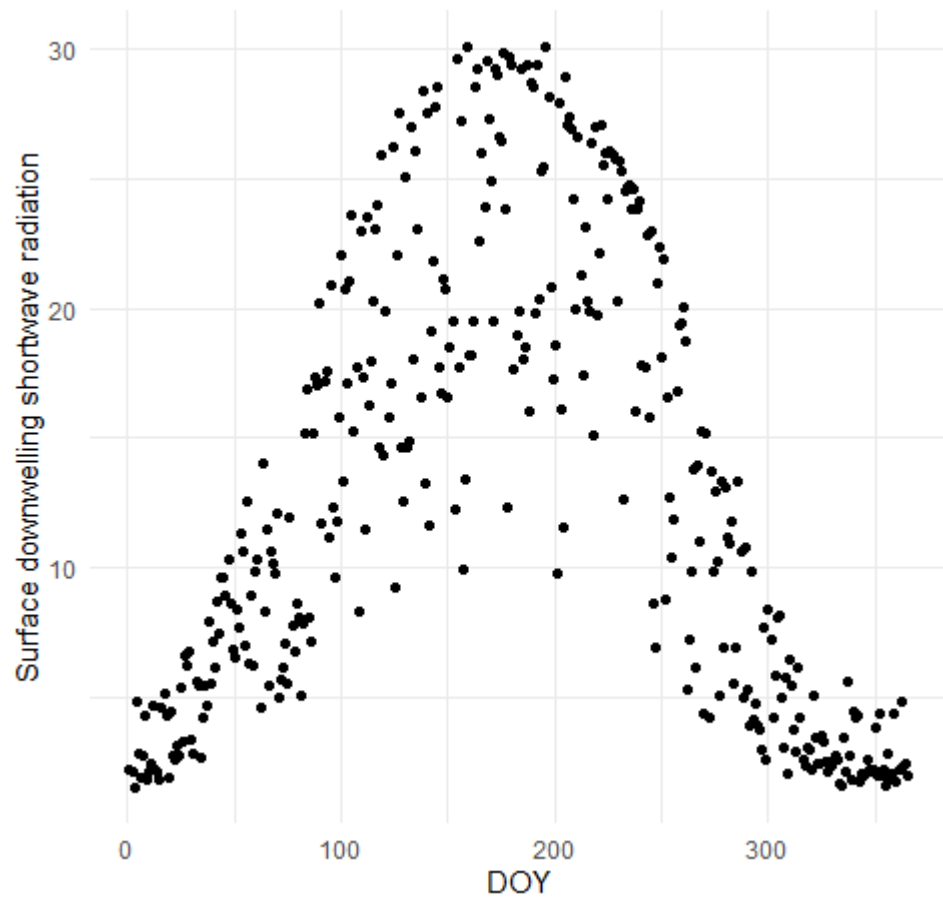


1970 (ERA5-Land)

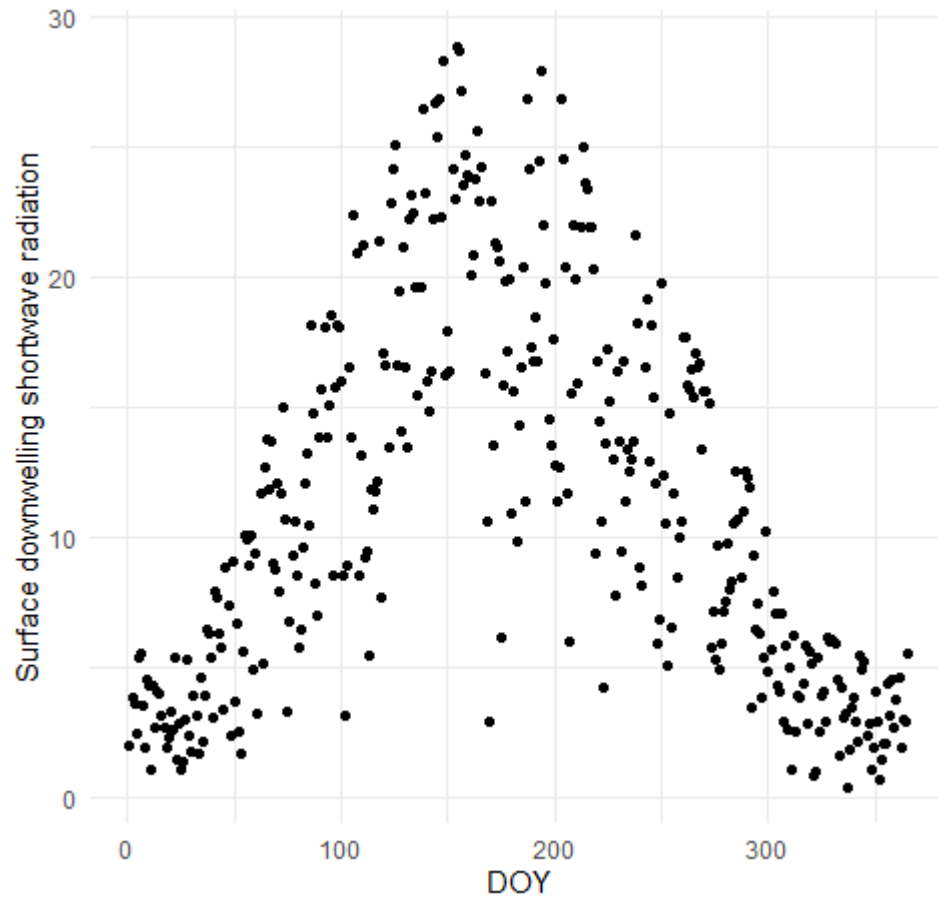


Données paléoclimatiques

1950 (HadCM3B)



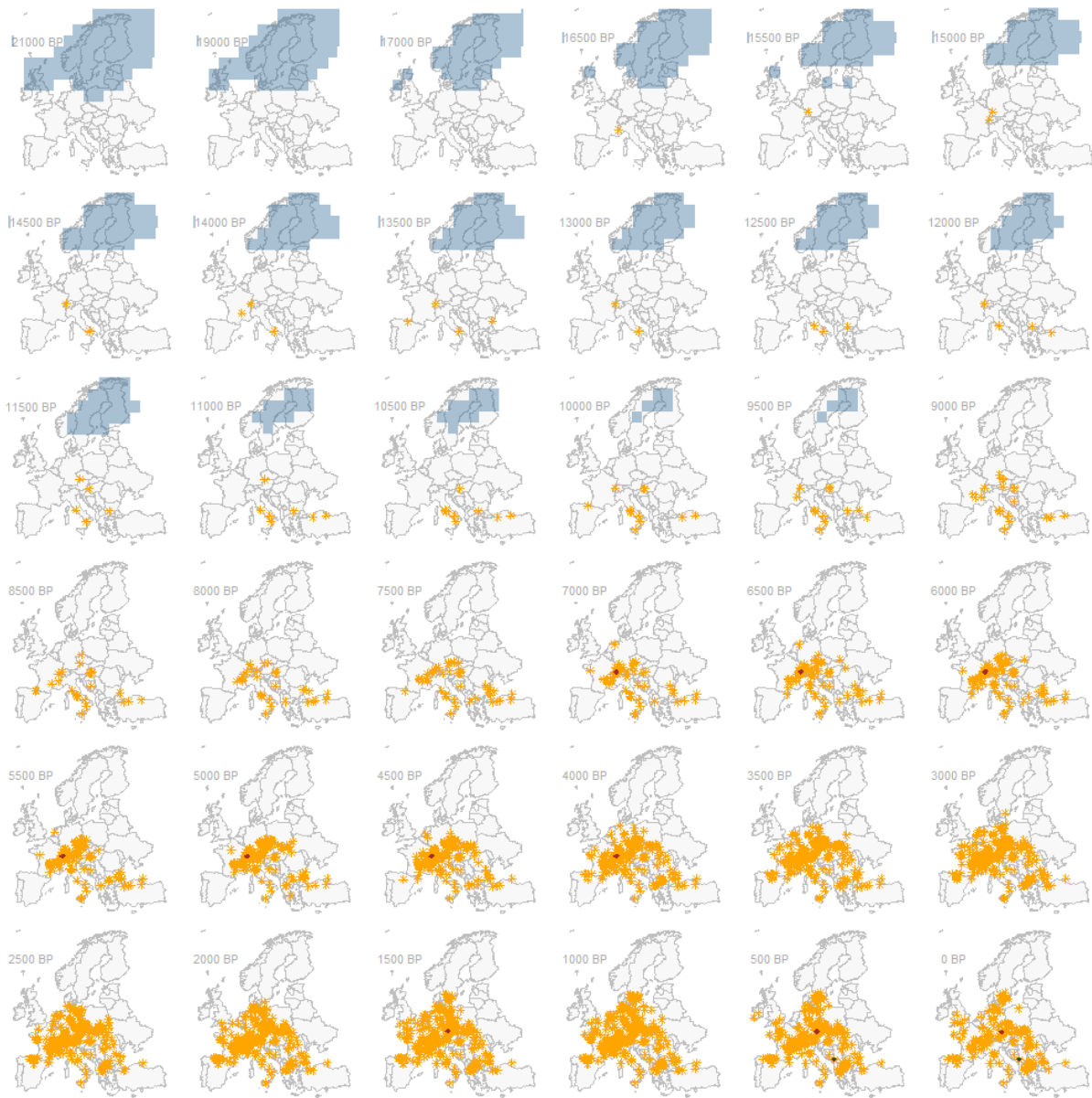
1970 (ERA5-Land)



■ Paléovégétation

- **NEOTOMA**, grosse base de données palynologiques
 - Quelques macrofossiles inclus, mais nombre très limité
 - Données bibliographiques ?
 - Fagus*, données de D. Magri
 - Pinus*, données de R. Cheddadi
- *uncalibrated* + pas mis à jour depuis 2006

Paléovégétation



e.g. Fagus

* *pollen*

◆ *macro-reste*

■ *calotte glaciaire*

Modèles de migration

Comment intégrer les contraintes de dispersion ?

- **MigClim**, simple automate cellulaire avec un kernel de dispersion discrétisé (Engler et al., 2012)

→ approche peu originale, mais qui a fait ses preuves et encore utilisée aujourd'hui :



RESEARCH ARTICLE |  Open Access |  

Migration-based simulations for Canadian trees show limited tracking of suitable climate under climate change

Laura Boisvert-Marsh , John H. Pedlar, Sylvie de Blois, Amael Le Squin, Kevin Lawrence, Daniel W. McKenney, Charlene Williams, Isabelle Aubin

First published: 09 October 2022 | <https://doi.org/10.1111/ddi.13630>

Modèles de migration

Comment intégrer les contraintes de dispersion ?

- **MigClim**, simple automate cellulaire avec un kernel de dispersion discrétisé (Engler et al., 2012)

→ approche peu originale, mais qui a fait ses preuves et encore utilisée aujourd'hui :

scientific **data**

Data Descriptor | [Open Access](#) | [Published: 03 February 2022](#)

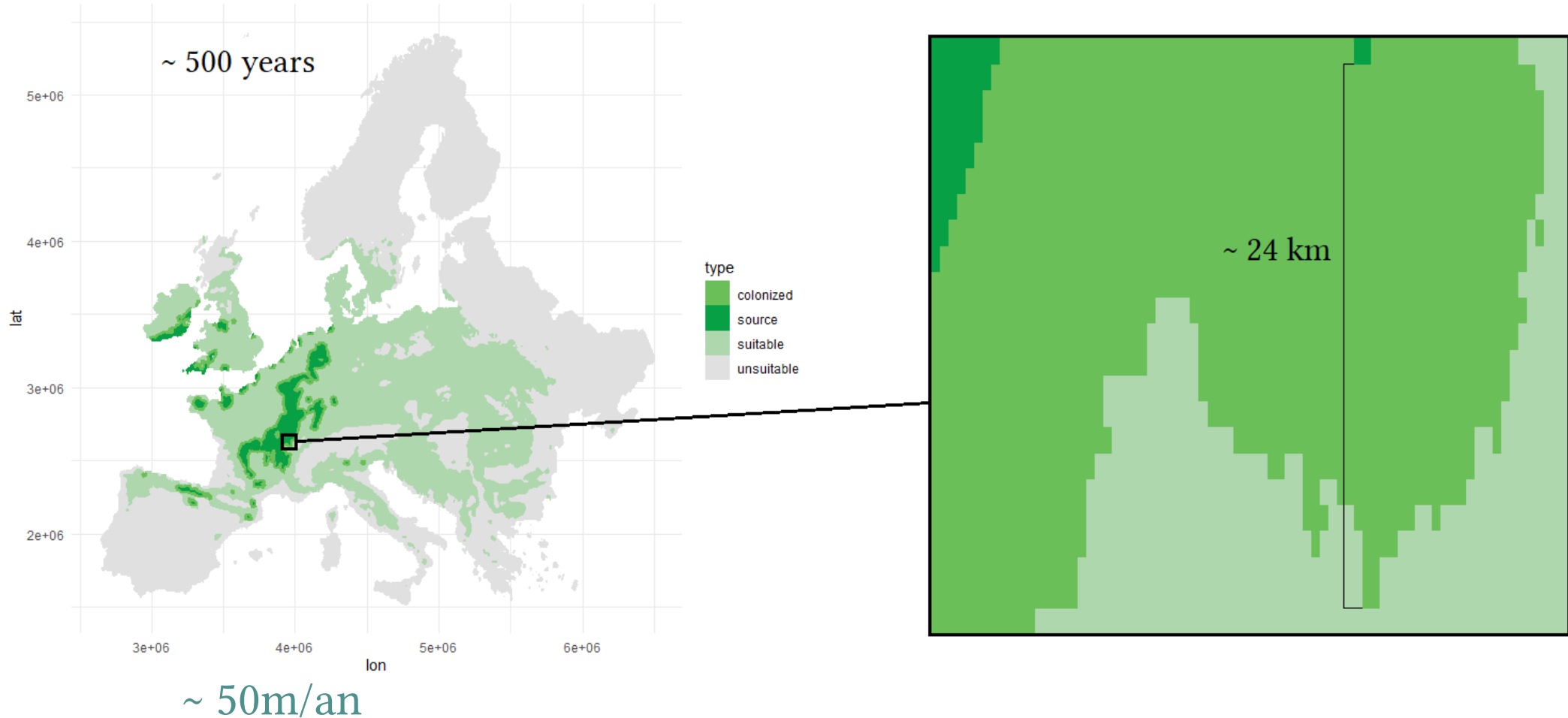
EU-Trees4F, a dataset on the future distribution of European tree species

[Achille Mauri](#) ✉, [Marco Girardello](#), [Giovanni Strona](#), [Pieter S. A. Beck](#), [Giovanni Forzieri](#), [Giovanni Caudullo](#),

[Federica Manca](#) & [Alessandro Cescatti](#) ✉

Modèles de migration

Exemple théorique, kernel exponentiel $\sim Fagus$

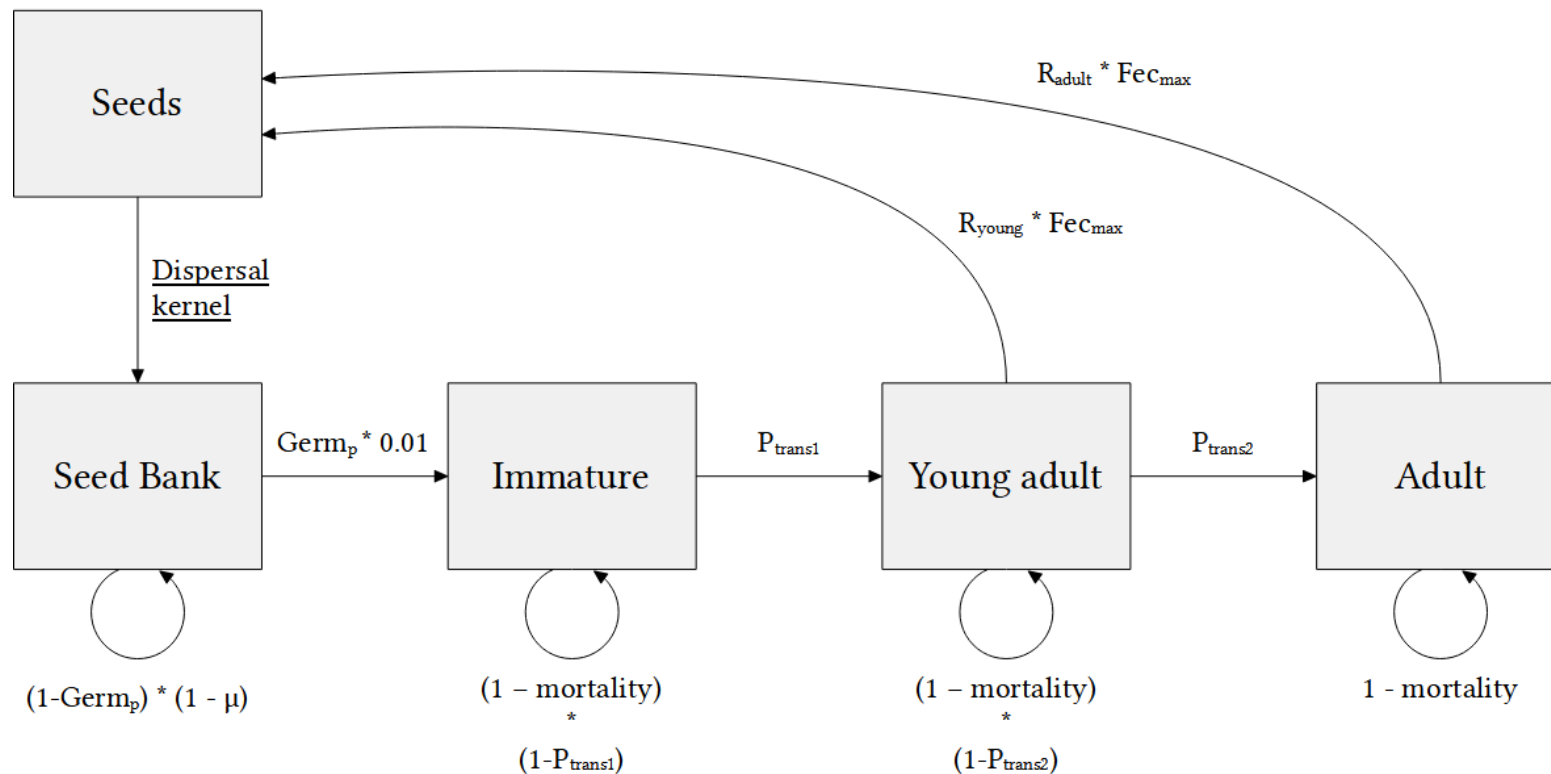


■ Modèles de migration

Devrait-on rajouter + de dynamique des populations pour + de réalisme ?

Modèles de migration

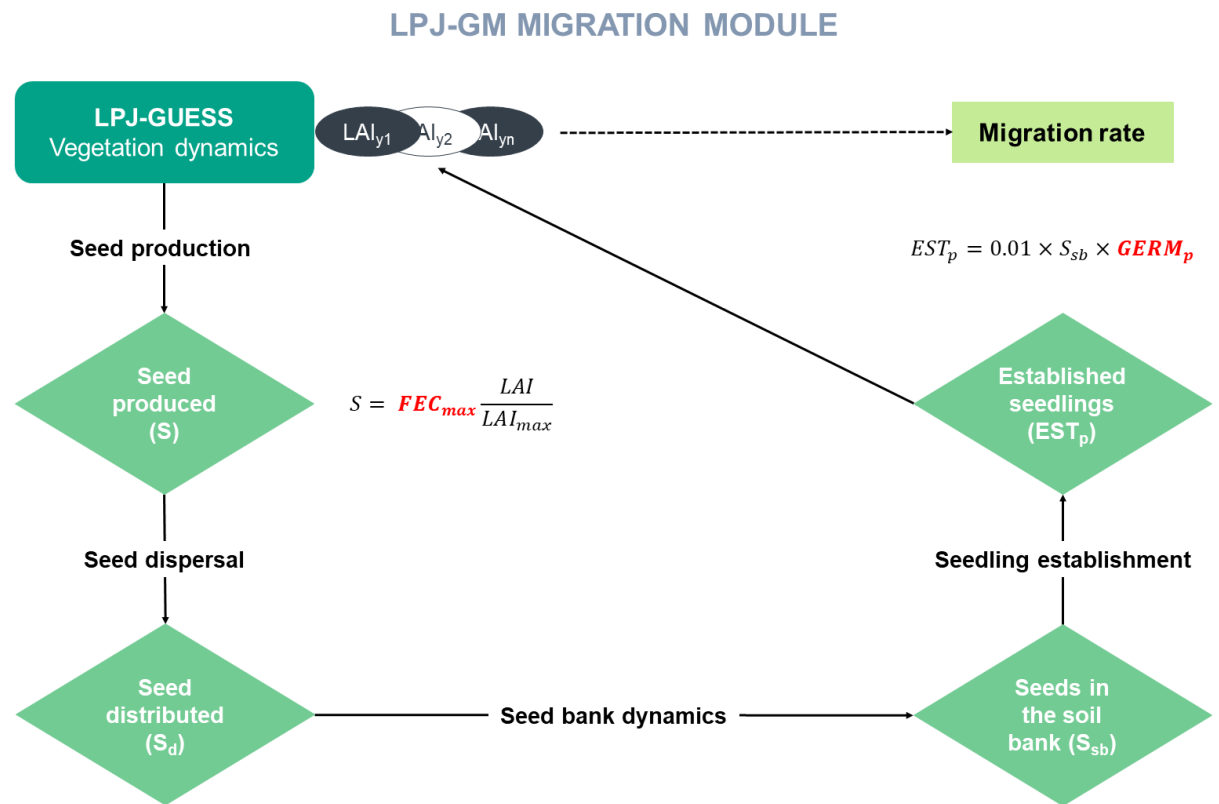
Exemple d'une *stage-structured matrix*



Inspirée de LPJ-GM

Modèles de migration

LPJ-GM (Zani et al., 2022)

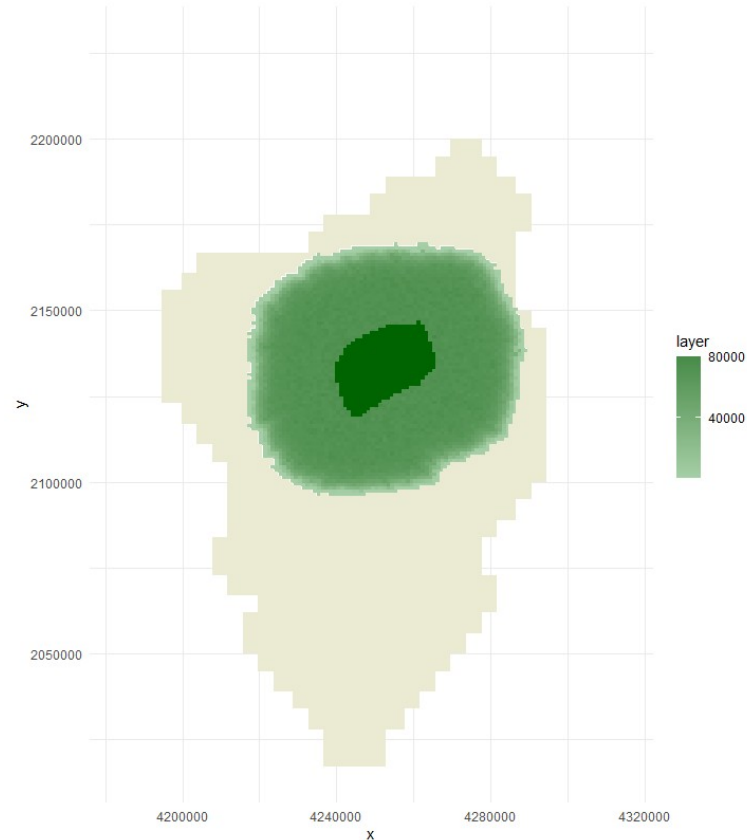


Model 1: $K_s = pdf(\text{SDD}_d, \text{LDD}_d)$
 Model 2: $K_s = pdf(\text{SDD}_d, \text{LDD}_d, b)$
 $S_d = S \times K_s$

$S_{sb} = S_d \times (1 - \text{GERM}_p) \times (1 - \mu_s)$

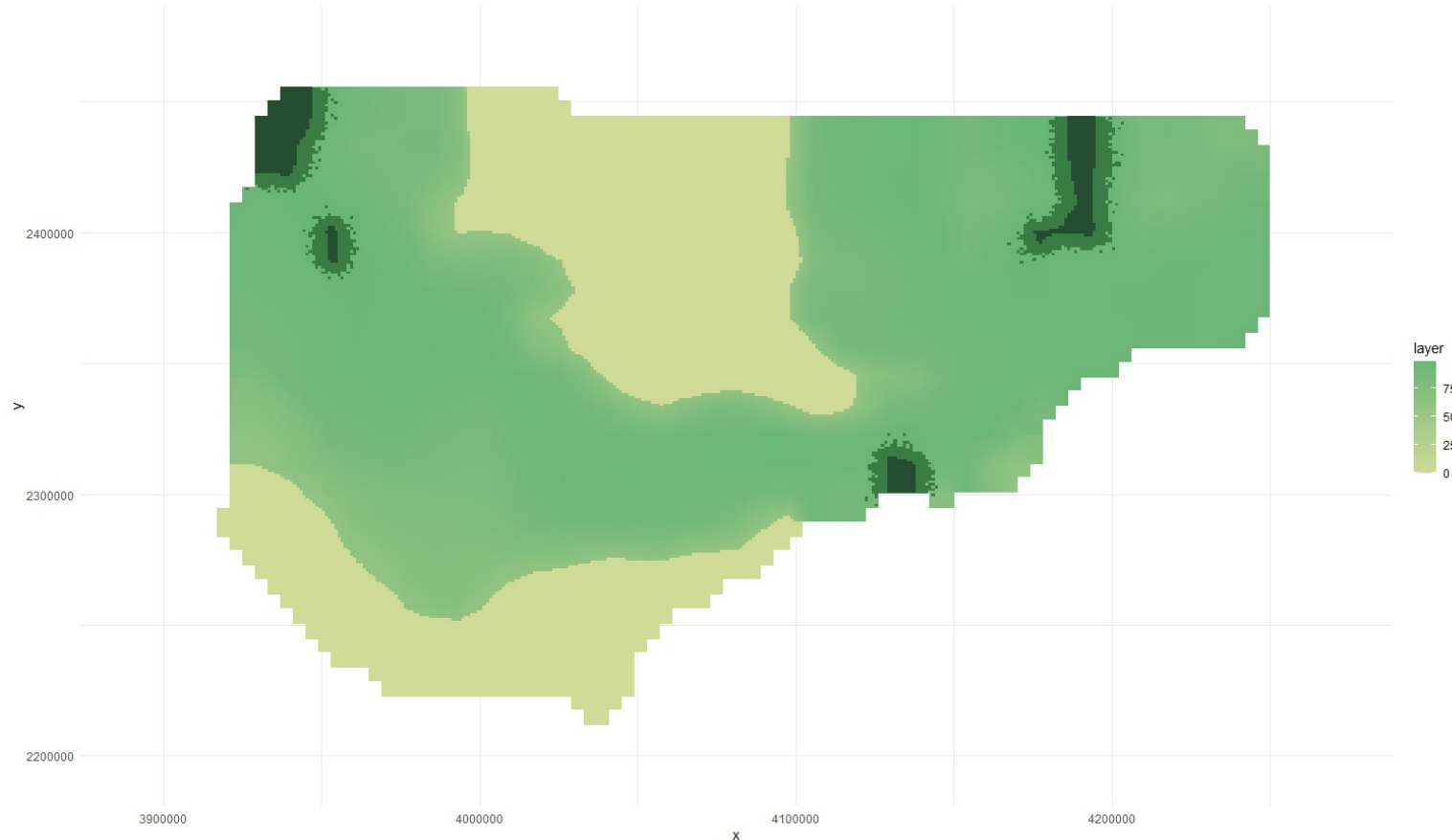
Modèles de migration

- *population-based model* : exemple du package « *steps* »
(Visintin et al. 2020)



Modèles de migration

- *individual-based model* : exemple du package « *RangeShiftR* »
(Malchow et al. 2021)



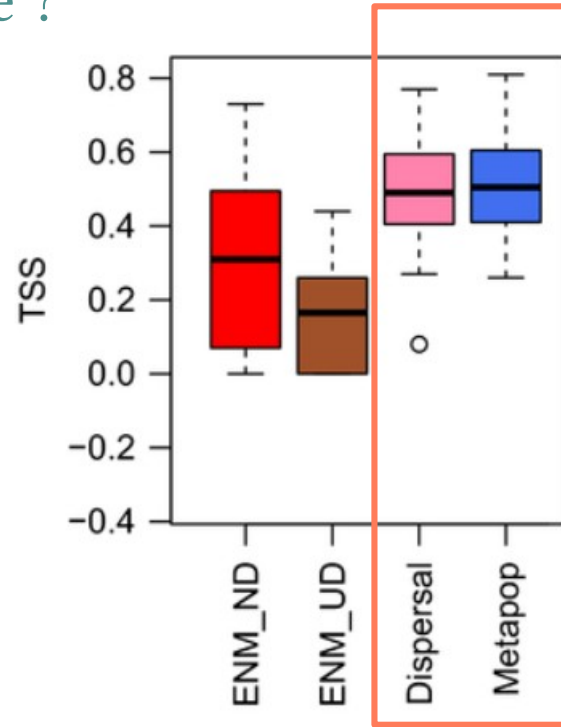
■ Modèles de migration

- modèles plus complexes à calibrer
 - simulations + longues, voire quasi-impossibles à l'échelle de l'Europe (*IBM*)
- Faut-il rajouter de la dynamique des pops ?

Modèles de migration

- question de l'utilité de modèles + complexes à notre échelle spatiale et temporelle ?

*Fordham et al.
(2018)*



Pas vraiment
d'amélioration en
rajoutant de la
dynamique

Modèles de migration

- question de l'utilité de modèles + complexes à notre échelle spatiale et temporelle ?

Même constat de Zurell et al. (2016) :

*« When benchmarking data were simulated with more complex demographic and community processes, **simple SDM hybrids including only dispersal** often proved most reliable »*

Paléosimulations

Quelle stratégie adopter pour les simulations ?

→ une fenêtre de 30 ans / 200 ans

