MODADAPT

Quels modèles pour aider les décisions d'adaptation des forêts au changement climatique ?

Orléans, 26 mars 2025

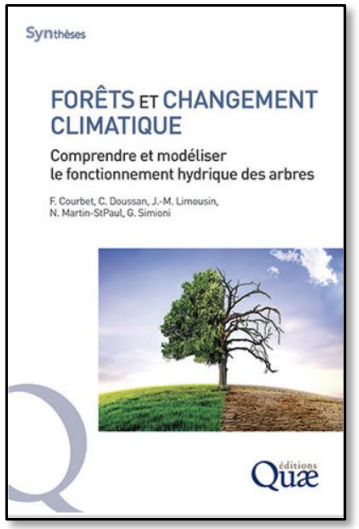
MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE
Liberté
Égalité
Fraternité

FRANCE BOIS FORÊT
INTERPROFESSION NATIONALE
www.franceboisforet.fr

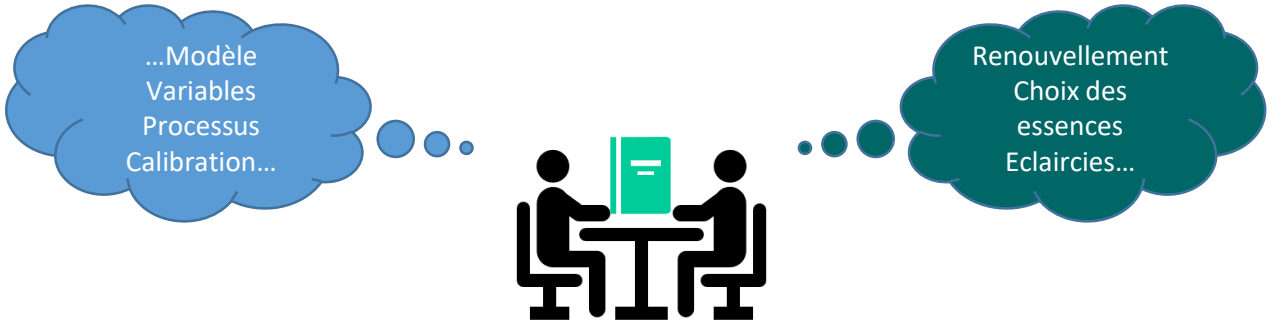
MODADAPT : Moyens et équipe projet

- Post-doc 18 mois (jusqu'au 28/2/2023)
- Maitre d'ouvrage : AGROPARISTECH
- Cofinancement Labex ARBRE, RMT AFORCE, Région Grand Est
- Equipe projet :
  - Chargés de projet : Modeste Meliho puis Nikola Besic
  - UMR SILVA : Myriam Legay (coordinatrice), Christian Piedallu, Vincent Badeau, Julien Ste Marie
  - GIP ECOFOR : Nicolas Picard
  - CNPF/RMT AFORCE : Céline Perrier, Hedi Kebli
  - ONF : Alexandre Piboule

Constat et objectif



- **Besoin, pour éclairer la décision,** de **modèles forestiers sensibles au climat**
- Nombreux **modèles développés par la recherche**, avec des conceptions, et des propriétés très différentes (Cheaib et al., 2011)
- **Peu de documentation** pour les décideurs (développeurs, gestionnaires, pouvoirs publiques…)
- **Peu de modèles mobilisables pour la décision forestière**



Comment décrire les modèles pour comprendre quelles décisions ils peuvent éclairer ?

Comment comparer les projections ?

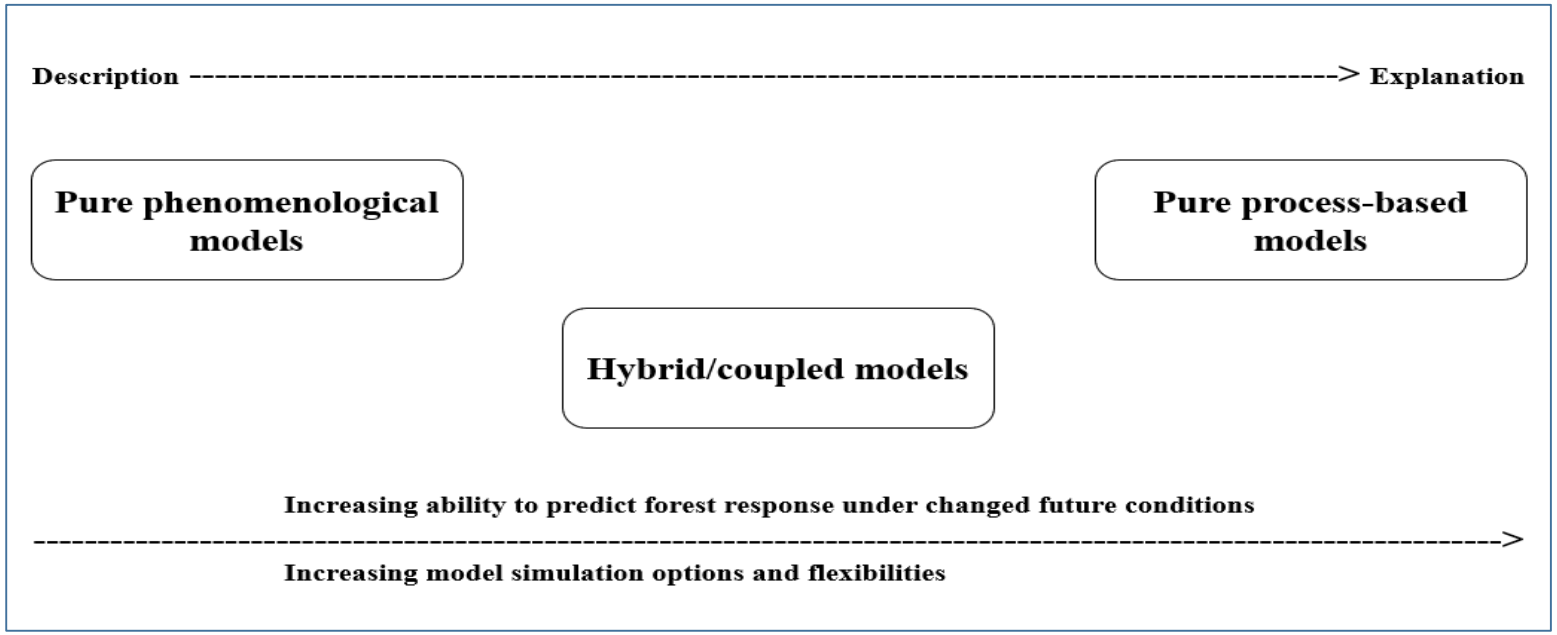
Comment décrire la diversité des décisions de gestion dépendant du climat ?

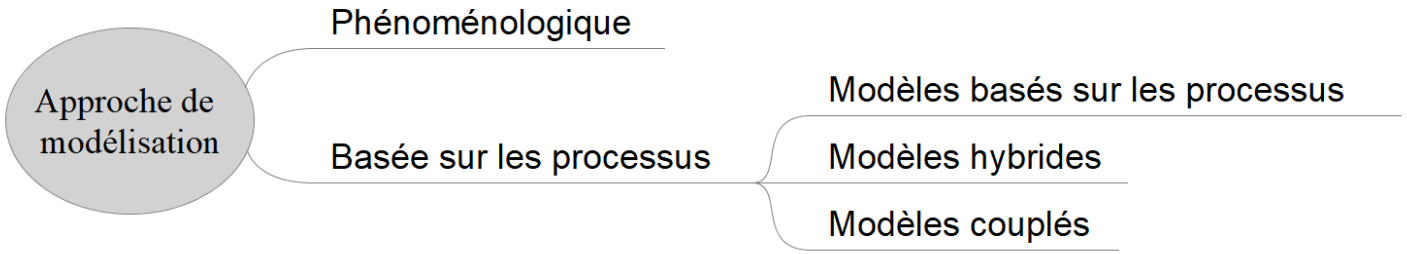
Méthode

- **20 modèles** forestiers sensibles au climat développés en France, avec une diversité d'approches et de conceptions
- **Analyse bibliographique** et établissement d'une grille de description
- **Entretiens bilatéraux** avec les modélisateurs

Modèles	Références	UMR/Organisme
DIGI-SDM	Piedallu et al. 2016	SILVA - INRAE, AgroParisTech, Université de Lorraine
N-NBM	Badeau et al. 2010	SILVA - INRAE, AgroParisTech, Université de Lorraine
IKS	Le Bouler 2014	ONF
BioClimSol	Lemaire 2017	CNPF
DIGI-dieback	Taccoen et al. 2019	SILVA - INRAE, AgroParisTech, Université de Lorraine
SALEM	Vallet and Perot 2018	LESSEM - INRAE
PHENOFIT5	Chuine and Beaubien 2001	CEFE - CNRS, EPHE, IRD, Université de Montpellier
BILJOU	Granier et al. 1999	SILVA - INRAE, AgroParisTech, Université de Lorraine
SurEau	Cochard et al. 2021	PIAF - INRAE, Université Clermont Auvergne
CASTANEA	Dufrêne et al. 2005	ESE - CNRS, Université Paris-Saclay, AgroParisTech
SPAC	Tuzet et al. 2003	ECOSYS - AgroParisTech, INRAE, Université Paris-Saclay
SIERRA	Mouillot et al. 2001	CEFE - CNRS, EPHE, IRD, Université de Montpellier
MARGOT-CC-MD	Audinot, 2021	LIF - IGN
GO+	Moreaux et al. 2020	ISPA - INRAE, Bordeaux-Sciences-Agro
MuSICA	Ogée et al. 2003	ISPA (ECOFUN) - INRAE, Bordeaux-Sciences-Agro
ORCHIDEE-CAN	Krinner et al. 2005	LSCE - CEA, CNRS, UVSQ, Université Paris-Saclay
ForCEEPS	Morin et al. 2020	CEFE - CNRS, EPHE, IRD, Université de Montpellier
NOTG	Simioni et al. 2016	URFM - INRAE
PDG	Oddou-Muratorio and Davi 2014	URFM - INRAE
RReShar	Helluy et al., 2020	PIAF - INRAE, Université Clermont Auvergne

Des approches de modélisation différentes





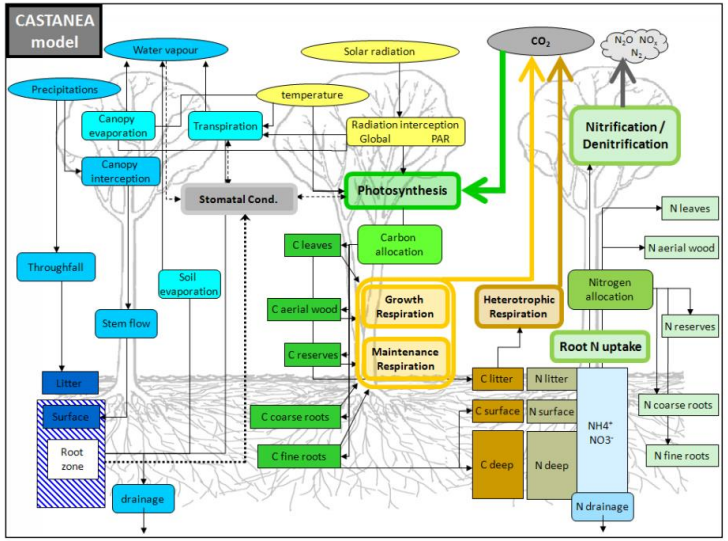
Une gamme très large de représentations de la forêt

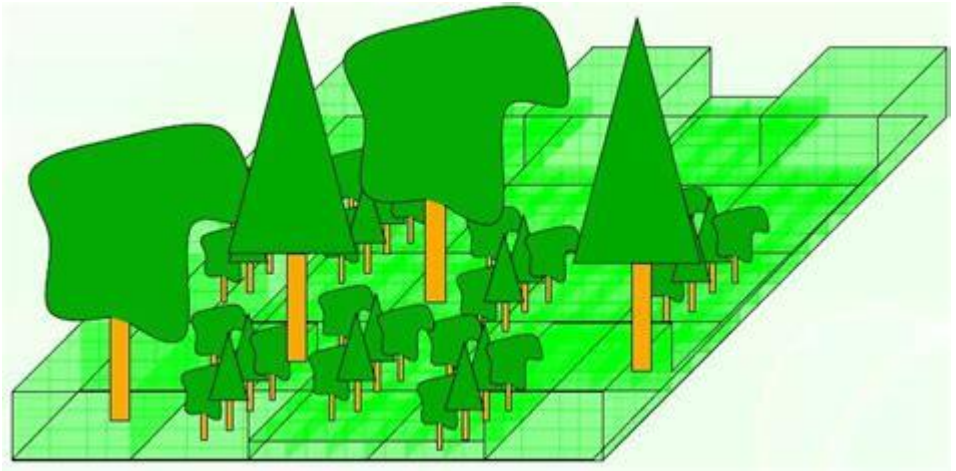
Ex : IKS

propriété, fonction des variables environnementales

Représentation de la forêt

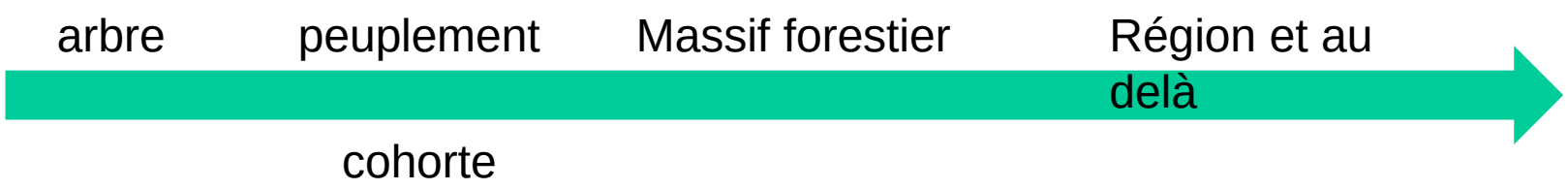
- arbre moyen — Ex : Castanea
- distribution d'arbres — Ex : Margot CC-MD
- Liste d'arbres non spatialisés — Ex: ForCeeps
- Liste d'arbres spatialisés — Ex : RReShar





AFORCE

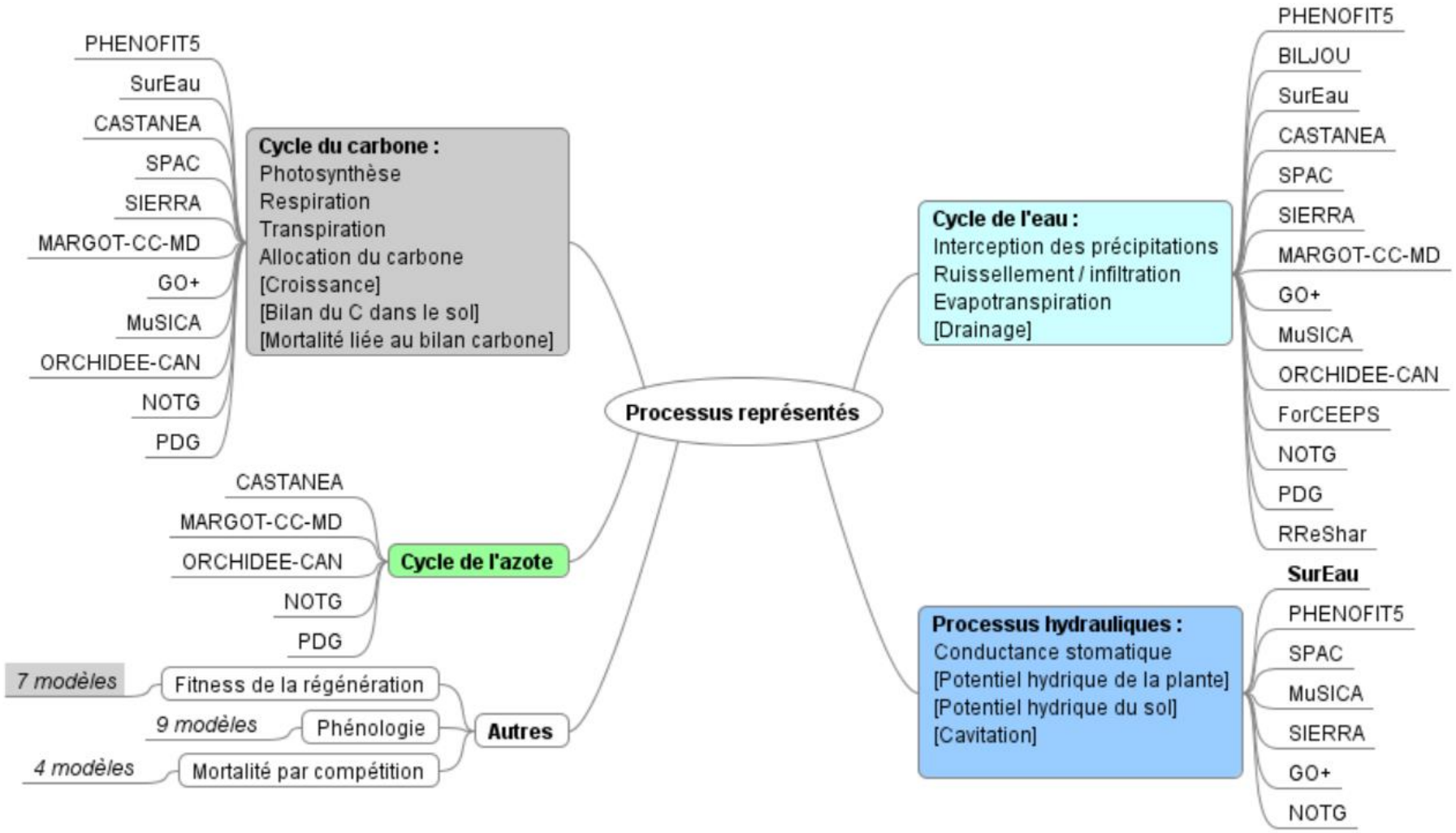
Objet représenté ou échelle spatiale, type de forêt



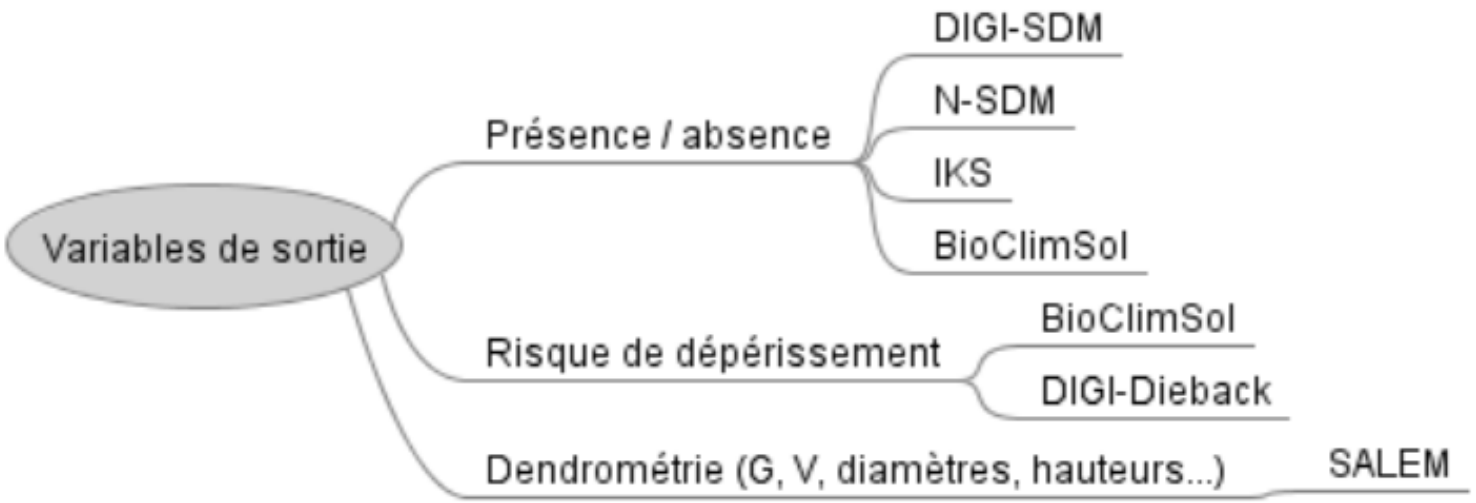
12 / 20 modèles peuvent s'appliquer à des forêts irrégulières

7 / 20 modèles peuvent s'appliquer à des forêts mélangées

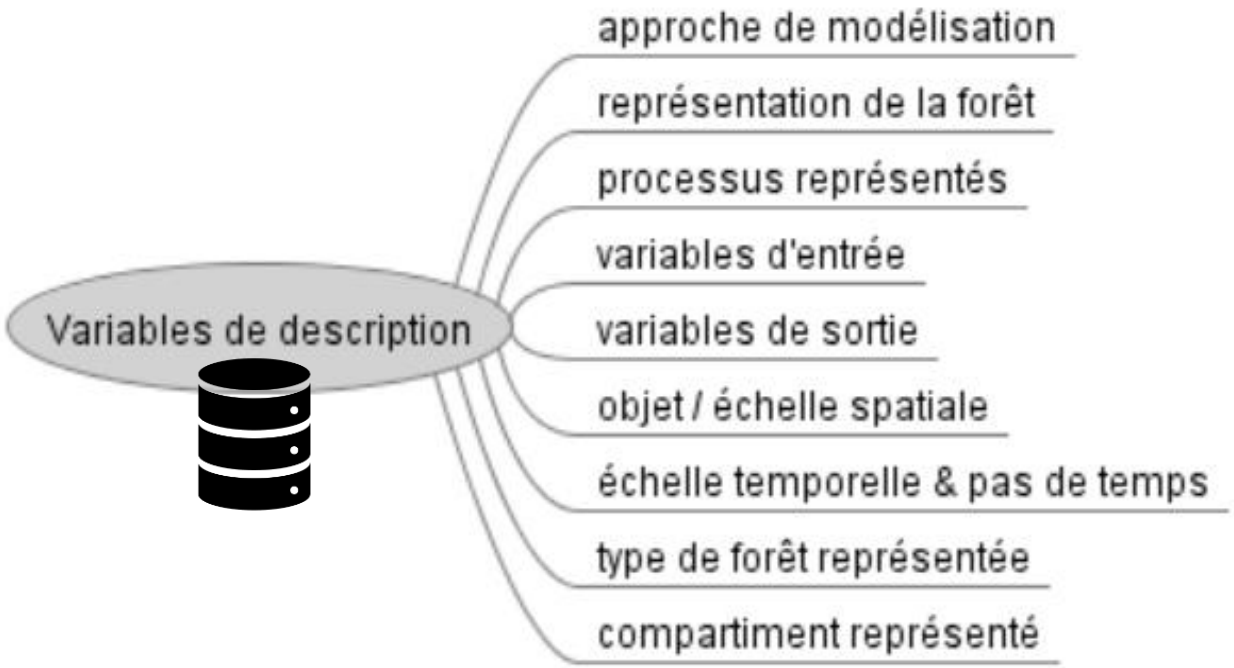
Modèles processus :
des choix variés de processus représentés



Modèles phénologiques : différentes variables de sortie



Décrire les modèles pour comprendre quelles décisions ils peuvent éclairer : vue d'ensemble



+ autres éléments de description non codés

- Domaine et données de calibration
- Espèces
- Représentation du climat
- Prise en compte du climat
- Applicabilité : évaluation des incertitudes et tests de sensibilité, maintenance, accessibilité, essais d'application…

Comment décrire les modèles pour comprendre quelles décisions ils peuvent éclairer ?

Comment comparer les projections ?

Comment décrire la diversité des décisions de gestion dépendant du climat ?

Cadre d'analyse comparative des modèles

Principe

- **Réduction** des sorties à des données de présence/absence
- dans l'espace des composantes principales du modèle
- dans l'espace des composantes principales des observation
- …avec une **métrique** de l'écart entre les deux nuages de points

Comparaison des nuages de point ***projections (temps présent) vs observations*** *:*

Intérêt

- Comparaison de cette métrique selon l'échelle de projection
- Comparaison entre plusieurs modèles

Comparaison des métriques

Besic, N., Picard, N., Sainte-Marie, J., Meliho, M., Piedallu, C., & Legay, M. (2024). A novel framework and a new score for the comparative analysis of forest models accounting for the impact of climate change. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, *29*(1), 73-91.

Comment décrire les modèles pour comprendre quelles décisions ils peuvent éclairer ?

Comment comparer les projections ?

Comment décrire la diversité des décisions de gestion dépendant du climat ?

Atelier du 20 janvier 2023

- **Objectif** : décrire la diversité des décisions forestières sensibles au climat
- **Organisation : « World café »**
  - Région et au-delà : animation Modeste Meliho
  - Bassin de production : animation Myriam Legay
  - Massif aménagé : animation Xavier Bartet
  - Echelle Parcelle : animation Céline Perrier
  - Soutien méthodologique : Maxence Arnould

4 tables en fonction des échelles de décision

- ~18 participants hors organisateurs (gestion, conseil, R&D)

→ **Reprise dans le projet Colibri**

Conclusion générale

- Des modèles aux **propriétés très différentes**, à choisir en fonction de questions de gestion très variées
  - Outils de caractérisation : grille + méthode de comparaison
- Faible représentation de la **mortalité**, et prenant en compte le plus souvent uniquement le bilan carbone ou la compétition et rar^{t} les pb hydriques ou biotiques
- Sous-représentation de la phase de **régénération et de la phase juvénile**
- A compléter pour les questions de **feu de forêt** (processus/risque) ?
- Besoin de **moyens** dédiés sur le long terme
- Perspective : Comment **combiner** intelligemment les différents modèles ?