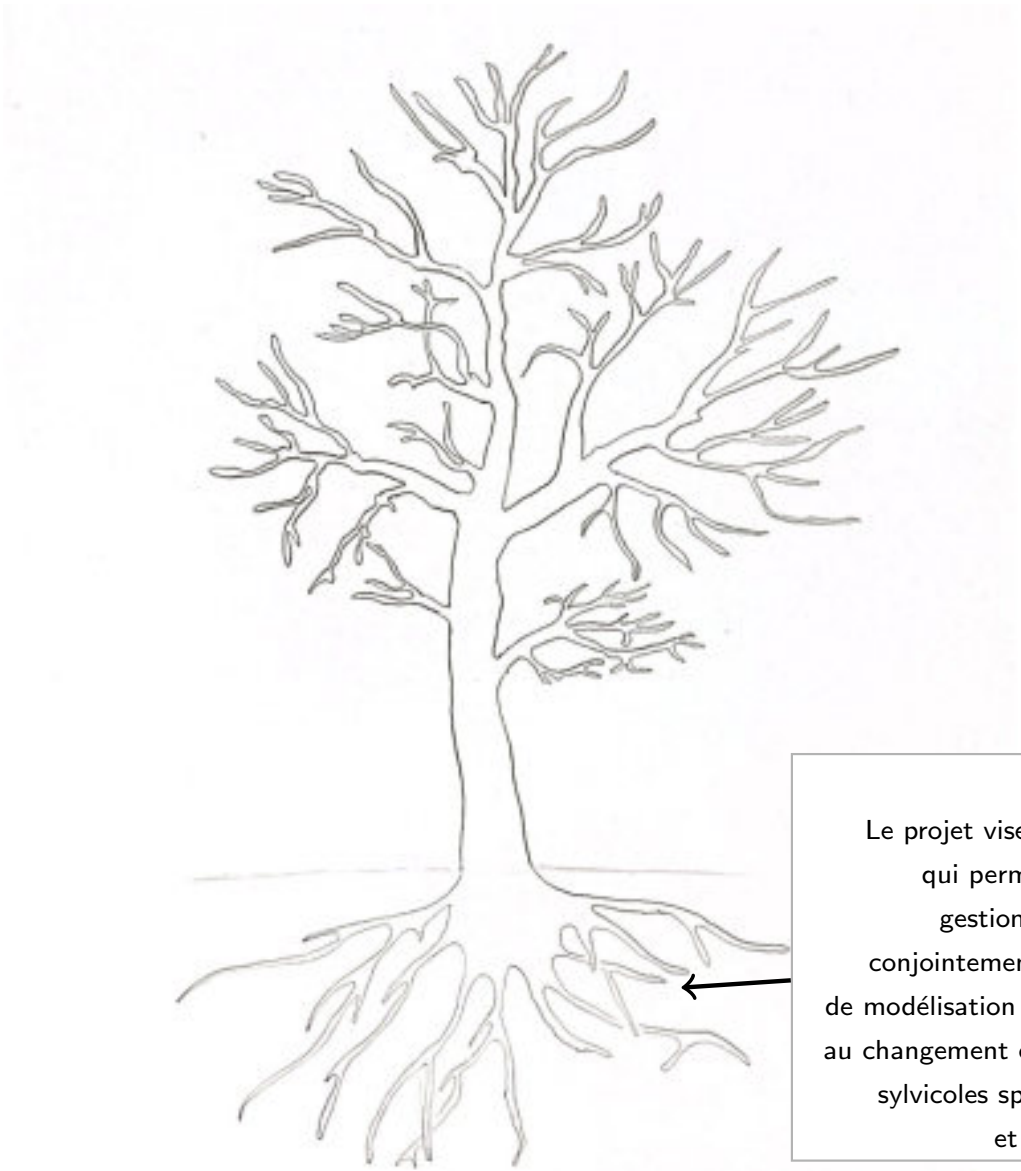
Vers un nouveau cadre d'analyse comparative des modèles d'impact du changement climatique sur la foret

Nikola Besic

MODADAPT : FOREM, le 15 juin 2021



MODADAPT

Le projet vise à élaborer un cadre analytique qui permettra aux modélisateurs et gestionnaires forestiers d'évaluer conjointement la pertinence d'une approche de modélisation pour guider l'adaptation des forêts au changement climatique, d'identifier les décisions sylvicoles spécifiques qu'elle peut soutenir, et d'évaluer ses limites.

Objectifs et perspectives

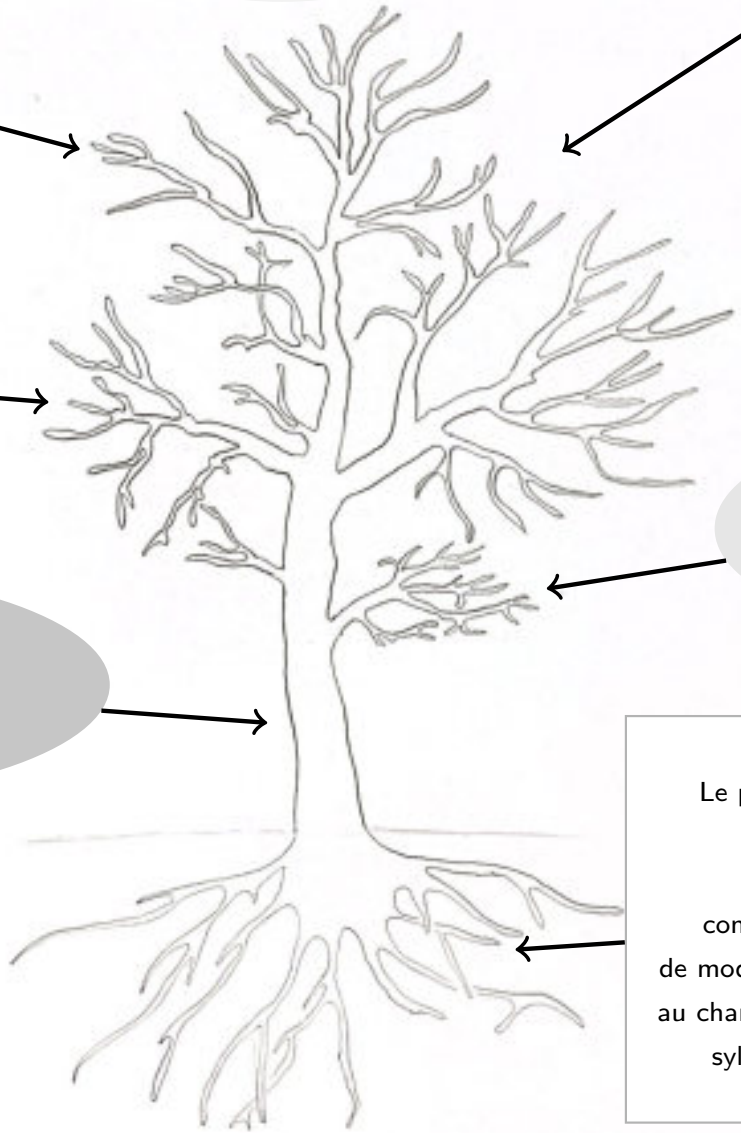
Branche : Comment traiter les données de sortie ?

Branche : Proposer les nouvelles dimensions ?

Branche : Comment les modèles divergent dans l'avenir ?

Branche : Comment adapter les données d'entrée à notre cadre d'analyse ?

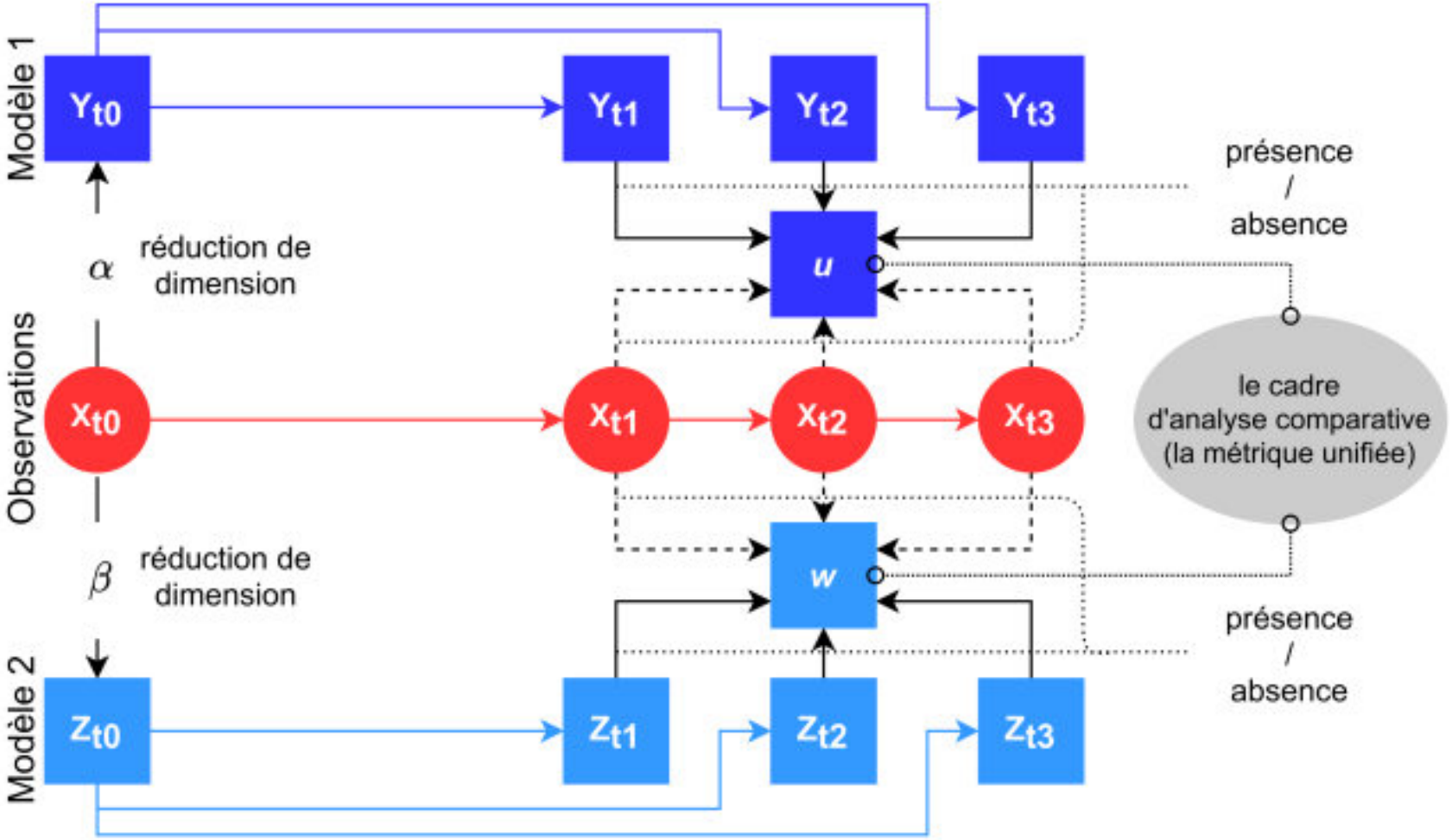
Branche : Quel serait l'impact du choix des données d'entrée ?



Tronc : Comment concevoir cette analyse comparative ?

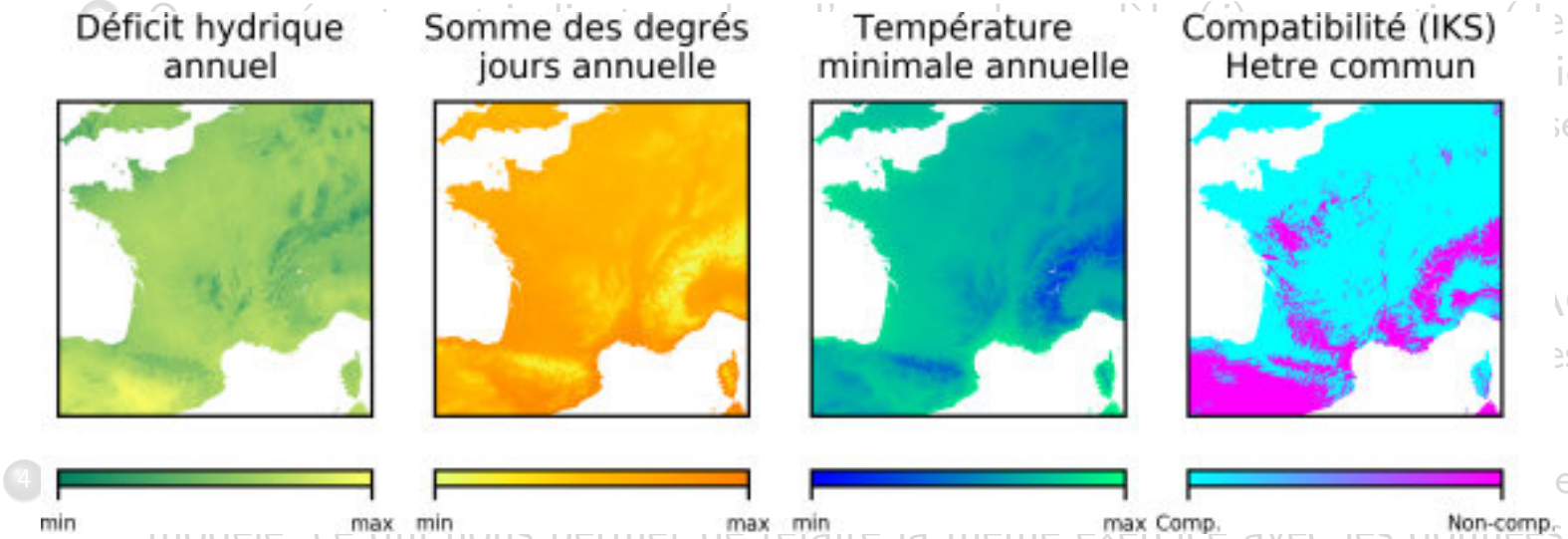
MODADAPT

Le projet vise à élaborer un cadre analytique qui permettra aux modélisateurs et gestionnaires forestiers d'évaluer conjointement la pertinence d'une approche de modélisation pour guider l'adaptation des forêts au changement climatique, d'identifier les décisions sylvicoles spécifiques qu'elle peut soutenir, et d'évaluer ses limites.


Modèle 1
Observations
Modèle 2
Y_{t0}
Y_{t1}
Y_{t2}
Y_{t3}
α
réduction de dimension
u
présence / absence
X_{t0}
X_{t1}
X_{t2}
X_{t3}
le cadre d'analyse comparative (la métrique unifiée)
β
réduction de dimension
w
présence / absence
Z_{t0}
Z_{t1}
Z_{t2}
Z_{t3}

Tronc : le cadre d'analyse (modélisation et/vs. observation) :

1. Pour chaque modèle, on définit la sortie en forme d'un indicateur de la présence de l'espèce d'arbre "apte à la gestion forestière" (par exemple, qualité de l'ajustement + "true skill statistics").



modèle, ce qui nous permet de refaire la même exercice avec les données d'observations : ACP ou ACI, ou encore ACPk.

5. Une fois on aura fait ça, on pourra quantifier et comparer "la rotation" c'est-à-dire "la transformation" (vrais axes → composantes principales) entre chaque modèle et la projection des observations dans son espace. Cela nous permet aussi d'analyser dans le même cadre les contributions à la variance.

6. Finalement, l'idée serait de répéter l'étape 5 à plusieurs échelles spatiales, et représenter "la rotation" et l'analyse des contributions à σ^2 en fonction d'échelle.

Tronc : le cadre d'analyse (modélisation et/vs. observation) :

1. Pour chaque modèle, on définit la sortie en forme d'un indicateur de la présence de l'espèce d'arbre "apte à la gestion forestière" (par exemple, qualité de l'ajustement + "true skill statistics").

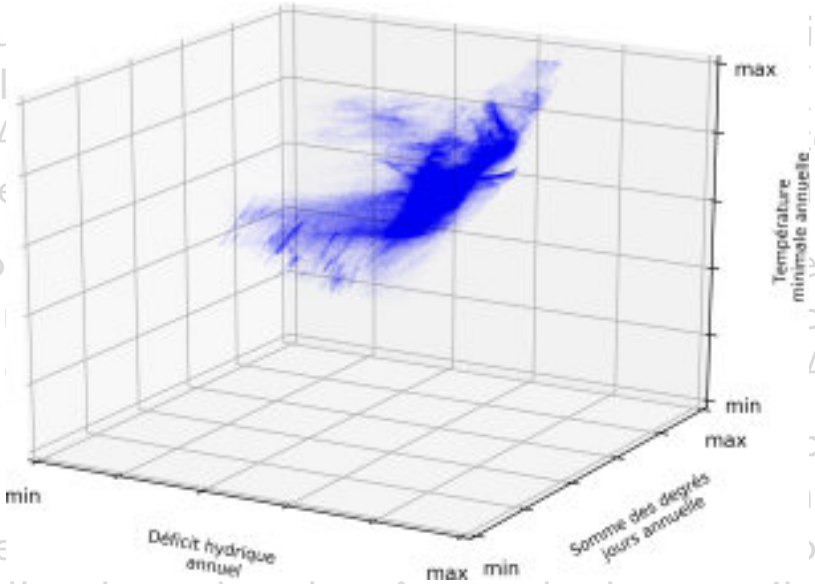
2. On représente cet indicateur dans l'espace du modèle (i) en question (de dimensionnalité N_i). Cela sous-entende un mélange spatio-temporel des sorties - nécessaire pour qu'on puisse évaluer l'influence des dimensions non-spatialisées (par exemple, l'impact de CO2).

3. On appliqu ipales (ACP), ou éventuellement l ACI) ou encore l'ACP non-linéaire (A ôt d'illustrer quelles dime u modèle.

4. On projette les o estier) dans l'espace du modèle, ce q ce avec les données ACPk.

5. Une fois on parer "la rotation" c'est-à-dire "la tes principales) entre chaque modèle n espace. Cela nous permet aussi d'analyser dans le même cadre les contributions à la variance.

6. Finalement, l'idée serait de répéter l'étape 5 à plusieurs échelles spatiales, et représenter "la rotation" et l'analyse des contributions à σ^2 en fonction d'échelle.



Tronc : le cadre d'analyse (modélisation et/vs. observation) :

1. Pour chaque modèle, on définit la sortie en forme d'un indicateur de la présence de l'espèce d'arbre "apte à la gestion forestière" (par exemple, qualité de l'ajustement + "true skill statistics").

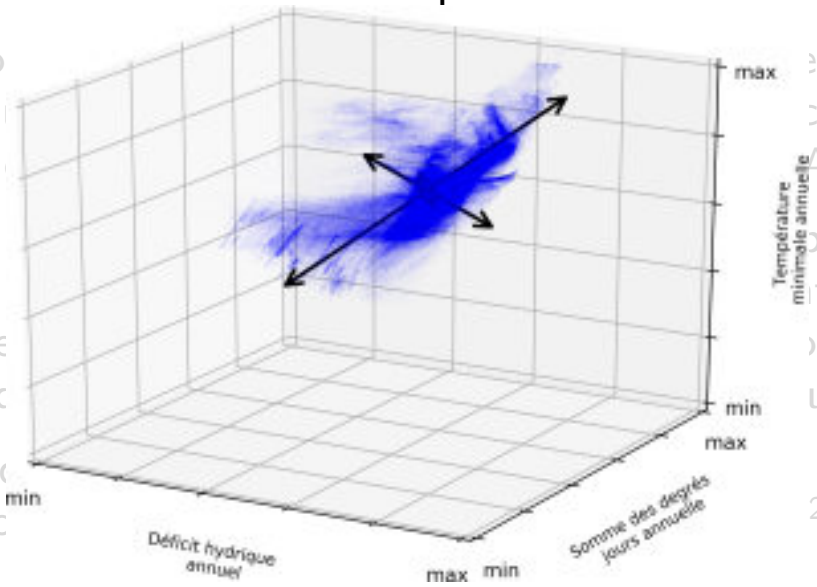
2. On représente cet indicateur dans l'espace du modèle (i) en question (de dimensionnalité N_i). Cela sous-entende un mélange spatio-temporel des sorties - nécessaire pour qu'on puisse évaluer l'influence des dimensions non-spatialisées (par exemple, l'impact de CO2).

3. On applique ensuite l'analyse en composantes principales (ACP), ou éventuellement l'analyse en composantes indépendantes (ACI) ou encore l'ACP non-linéaire (ACPk). Cela nous permet de voir, ou plutôt d'illustrer quelles dimensions contribuent le plus à la variance du modèle.

4. On projette les o … estier) dans l'espace du modèle, ce q … ce avec les données … ACPk.

5. Une fois on … parer "la rotation" c'est-à-dire "la … ites principales) entre chaque modèle … n espace. Cela nous permet aussi c … utions à la variance.

6. Finalement, l'i … échelles spatiales, et représenter "la rc … 2 en fonction d'échelle.

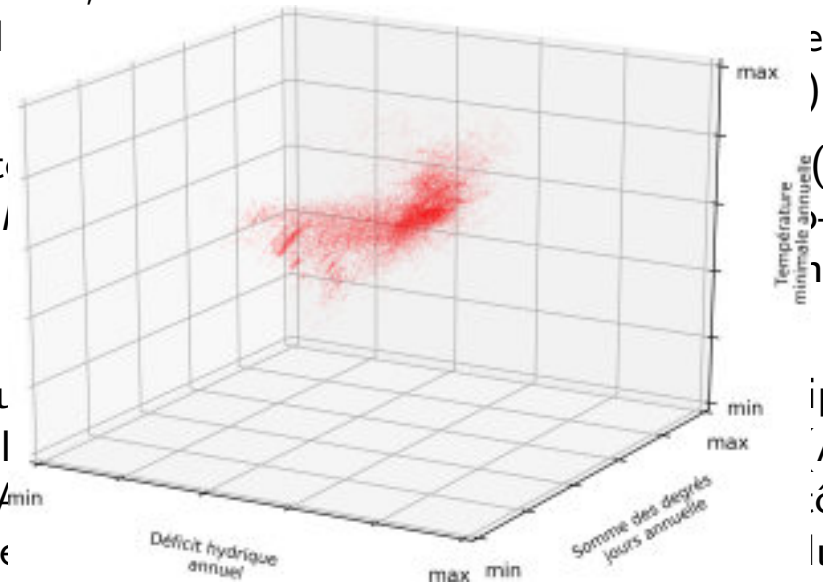


Tronc : le cadre d'analyse (modélisation et/vs. observation) :

1. Pour chaque modèle, on définit la sortie en forme d'un indicateur de la présence de l'espèce d exemple, qualité de).

2. On représent (i) en question (de dimensionnalité ı -temporel des sorties - nécessaire pour nsions non-spatialisées

3. On appliqu ipales (ACP), ou éventuellement l ACI) ou encore l'ACP non-linéaire (min côt d'illustrer quelles dime lu modèle.



4. On projette les observations (par exemple, l'inventaire forestier) dans l'espace du modèle, ce qui nous permet de refaire la même exercice avec les données d'observations : ACP ou ACI, ou encore ACPk.

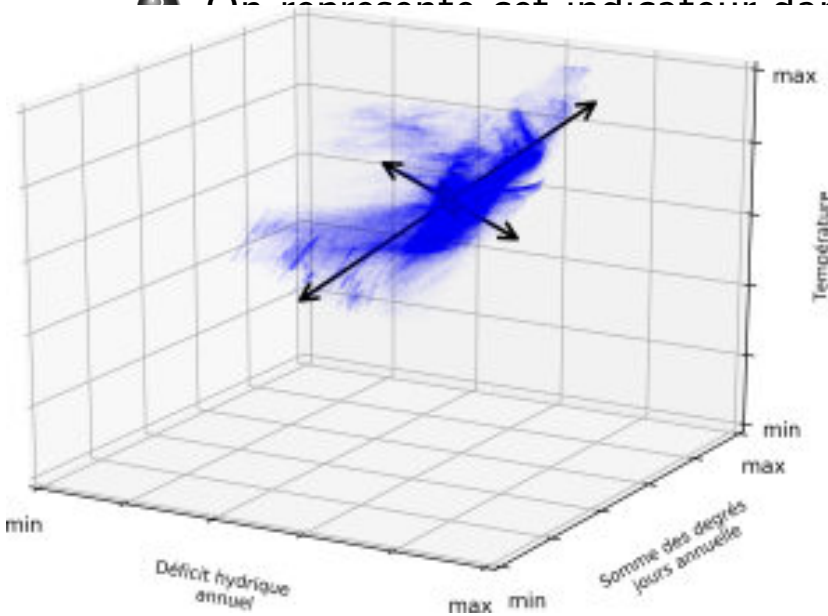
5. Une fois on aura fait ça, on pourra quantifier et comparer "la rotation" c'est-à-dire "la transformation" (vrais axes $\rightarrow$ composantes principales) entre chaque modèle et la projection des observations dans son espace. Cela nous permet aussi d'analyser dans le même cadre les contributions à la variance.

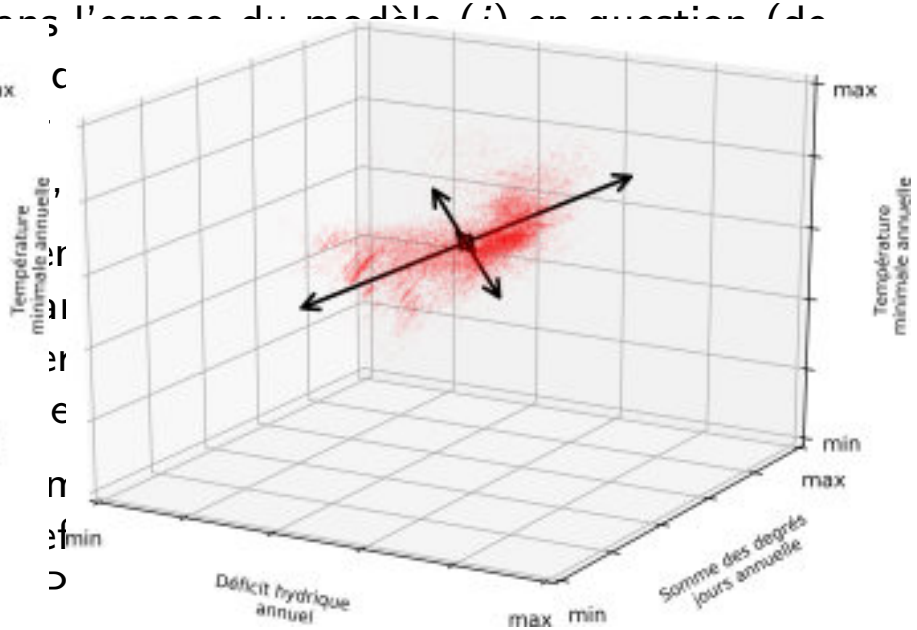
6. Finalement, l'idée serait de répéter l'étape 5 à plusieurs échelles spatiales, et représenter "la rotation" et l'analyse des contributions à σ^2 en fonction d'échelle.

Tronc : le cadre d'analyse (modélisation et/vs. observation) :

1. Pour chaque modèle, on définit la sortie en forme d'un indicateur de la présence de l'espèce d'arbre "apte à la gestion forestière" (par exemple, qualité de l'ajustement + "true skill statistics").

2. On représente cet indicateur dans l'espace du modèle (i) en question (de





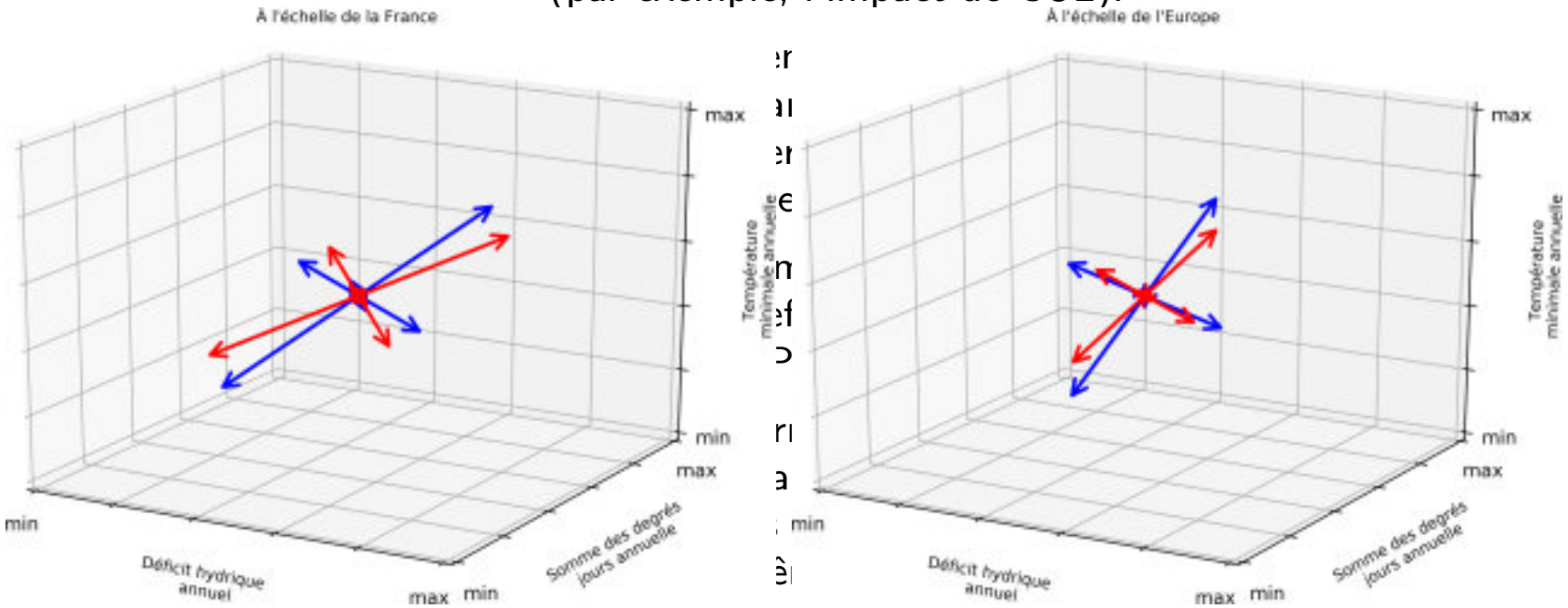
5. Une fois on aura fait ça, on pourra quantifier et comparer "la rotation" c'est-à-dire "la transformation" (vrais axes → composantes principales) entre chaque modèle et la projection des observations dans son espace. Cela nous permet aussi d'analyser dans le même cadre les contributions à la variance.

6. Finalement, l'idée serait de répéter l'étape 5 à plusieurs échelles spatiales, et représenter "la rotation" et l'analyse des contributions à σ^2 en fonction d'échelle.

Tronc : le cadre d'analyse (modélisation et/vs. observation) :

1. Pour chaque modèle, on définit la sortie en forme d'un indicateur de la présence de l'espèce d'arbre "apte à la gestion forestière" (par exemple, qualité de l'ajustement + "true skill statistics").

2. On représente cet indicateur dans l'espace du modèle (i) en question (de dimensionnalité N_i). Cela sous-entende un mélange spatio-temporel des sorties - nécessaire pour qu'on puisse évaluer l'influence des dimensions non-spatialisées (par exemple, l'impact de CO2).



6. Finalement, l'idée serait de répéter l'étape 5 à plusieurs échelles spatiales, et représenter "la rotation" et l'analyse des contributions à σ^2 en fonction d'échelle.

Branche : Le premier traitement des données d'entrée (observation)

Normalisation (des valeurs $\rightarrow$ la gamme entre 0 et 1) plutôt que la standardisation ($\rightarrow$ vers $\mu = 0, \sigma = 1$). Comment définir *min* et *max* pour la normalisation : espèce, toutes espèces mélangées, les limites physique ? À priori, la foret = toutes espèces mélangées.

Branche : Nouvelles dimensions (observation)

Ce cadre nous permettra aussi d'ajouter un nouvel axe et voir comment il se comporte par rapport aux observations. Par exemple, cela peut-être le gradient du terrain représenté par la magnitude et l'orientation du gradient maximum, suggéré par Alexandre.

Branche : Sensibilité au traitement des données de sortie (modélisation et/vs. observation)

Le nuage définit dans l'étape 1 du tronc n'est pas définitif. On pourra jouer avec les seuils appliqués sur les donnée de sortie du modèle, et voir comment cela impacte "la rotation" et l'analyse des contributions à σ^2 et leur nature en multi-échelle.

Branche : Le premier traitement des données d'entrée (observation)

Normalisation (des valeurs $\rightarrow$ la gamme entre 0 et 1) plutôt que la standardisation ($\rightarrow$ vers $\mu = 0, \sigma = 1$). Comment définir *min* et *max* pour la normalisation : espèce, toutes espèces mélangées, les limites physique ? À priori, la foret = toutes espèces mélangées.

Branche : Nouvelles dimensions (observation)

Ce cadre nous permettra aussi d'ajouter un nouvel axe et voir comment il se comporte par rapport aux observations. Par exemple, cela peut-être le gradient du terrain représenté par la magnitude et l'orientation du gradient maximum, suggéré par Alexandre.

Branche : Sensibilité au traitement des données de sortie (modélisation et/vs. observation)

Le nuage définit dans l'étape 1 du tronc n'est pas définitif. On pourra jouer avec les seuils appliqués sur les donnée de sortie du modèle, et voir comment cela impacte "la rotation" et l'analyse des contributions à σ^2 et leur nature en multi-échelle.

Branche : Le premier traitement des données d'entrée (observation)

Normalisation (des valeurs $\rightarrow$ la gamme entre 0 et 1) plutôt que la standardisation ($\rightarrow$ vers $\mu = 0, \sigma = 1$). Comment définir *min* et *max* pour la normalisation : espèce, toutes espèces mélangées, les limites physique ? À priori, la foret = toutes espèces mélangées.

Branche : Nouvelles dimensions (observation)

Ce cadre nous permettra aussi d'ajouter un nouvel axe et voir comment il se comporte par rapport aux observations. Par exemple, cela peut-être le gradient du terrain représenté par la magnitude et l'orientation du gradient maximum, suggéré par Alexandre.

Branche : Sensibilité au traitement des données de sortie (modélisation et/vs. observation)

Le nuage définit dans l'étape 1 du tronc n'est pas définitif. On pourra jouer avec les seuils appliqués sur les donnée de sortie du modèle, et voir comment cela impacte "la rotation" et l'analyse des contributions à σ^2 et leur nature en multi-échelle.

Branche : Sensibilité au choix des données d'entrée (modélisation et/vs. observation)

- On va sûrement essayer de comparer au moins quelques modèles avec les mêmes données d'entrée, afin de séparer l'impact de la "source des données" de l'impact du choix/de l'implémentation des dimensions.
- Notamment pour les modèles de niche qui sont calibrés avec les observations, on va aussi faire l'exercice dans l'autre sens - un modèle, mais plusieurs sources des données (en s'inspirant du travail de Vincent et Juliette avec le sapin de Douglas).

Branche : Projections de l'avenir (modélisation)

Jusqu'ici on parlait essentiellement des analyses comparatives par rapport aux observations, c'est-à-dire des simulations rétroactives. L'idée est clairement de projeter l'avenir aussi, et de montrer ce que la décomposition de la variance nous aura probablement déjà suggéré - de montrer comment les modèles divergent avec le changement rapide des dimensions climatiques.

Branche : Sensibilité au choix des données d'entrée (modélisation et/vs. observation)

- On va sûrement essayer de comparer au moins quelques modèles avec les mêmes données d'entrée, afin de séparer l'impact de la "source des données" de l'impact du choix/de l'implémentation des dimensions.
- Notamment pour les modèles de niche qui sont calibrés avec les observations, on va aussi faire l'exercice dans l'autre sens - un modèle, mais plusieurs sources des données (en s'inspirant du travail de Vincent et Juliette avec le sapin de Douglas).

Branche : Projections de l'avenir (modélisation)

Jusqu'ici on parlait essentiellement des analyses comparatives par rapport aux observations, c'est-à-dire des simulations rétroactives. L'idée est clairement de projeter l'avenir aussi, et de montrer ce que la décomposition de la variance nous aura probablement déjà suggéré - de montrer comment les modèles divergent avec le changement rapide des dimensions climatiques.

Objectifs

- "Cartographie quantitative/quantifiée" et qualitative des modèles - les consignes pour les preneurs de décisions, ainsi que pour les modélisateurs
- L'analyse de nouvelles dimensions - à l'attention des modélisateurs
- La définition de la présence de l'espèce d'arbre "apte à la gestion forestière" par rapport aux sorties des modèles - à l'attention des preneurs de décisions
- L'analyse de la prise en compte des éventements extrêmes - à l'attention des modélisateurs
- ...

Perspectives

- Moyenne bayésienne de modèles (déterministe et statistique)
  Peut-on combiner les sorties des différents modèles et utiliser cette combinaison pour la prise de décisions dans la gestion forestière ?
- Modèles "bêta" (les dimensions "non-physique")
  Peut-on s'appuyer sur cette analyse pour construire un nouvel espace de modélisation ?

Objectifs

- "Cartographie quantitative/quantifiée" et qualitative des modèles - les consignes pour les preneurs de décisions, ainsi que pour les modélisateurs
- L'analyse de nouvelles dimensions - à l'attention des modélisateurs
- La définition de la présence de l'espèce d'arbre "apte à la gestion forestière" par rapport aux sorties des modèles - à l'attention des preneurs de décisions
- L'analyse de la prise en compte des éventements extrêmes - à l'attention des modélisateurs
- ...

Perspectives

- Moyenne bayésienne de modèles (déterministe et statistique)
  Peut-on combiner les sorties des différents modèles et utiliser cette combinaison pour la prise de décisions dans la gestion forestière ?
- Modèles "bêta" (les dimensions "non-physique")
  Peut-on s'appuyer sur cette analyse pour construire un nouvel espace de modélisation ?

Merci de votre attention !

Le vieil olivier au Monténégro...
âgé de plus de 2 000 ans, et un des plus vieux arbres d'Europe ? :)