



9^E CARREFOUR FORESTIER DE
GEMBOUX

SESSION 1 – Mieux connaître la relation entre l'essence,
la station et la sylviculture

Avancées sur l'autécologie du bouleau verruqueux et pubescent

Lorna ZEOLI, Hugues CLAESSENS et Martin MUSSON

Libin, le 21 mars 2025



Bouleau verruqueux (*Betula pendula* Roth.)



- Tronc craquelé
- Feuille triangulaire glabre
- Rameaux rugueux
- Branches pendantes



Bouleau pubescent (*Betula pubescens* Ehrh.)



- Tronc lisse
- Feuille losangique pubescente
- Rameaux pubescents
- Branches dressées



Immersion d'un morceau de cambium dans une solution 2,4 - dinitrophénylhydrazine

Solution trouble



Solution limpide

Bouleau verruqueux
(*Betula pendula* Roth.)

Bouleau pubescent
(*Betula pubescens* Ehrh.)

🍃 Mêmes atouts pour la sylviculture :



Potentiel biologique très élevé



Améliorent la fertilité du sol (fane, lumière)



Diversité génétique importante



Régénération naturelle abondante,
recolonisation des ouvertures de la forêt



Croissance forte et précoce

→ Conviennent parfaitement dans le contexte de la résilience des forêts face aux changements globaux

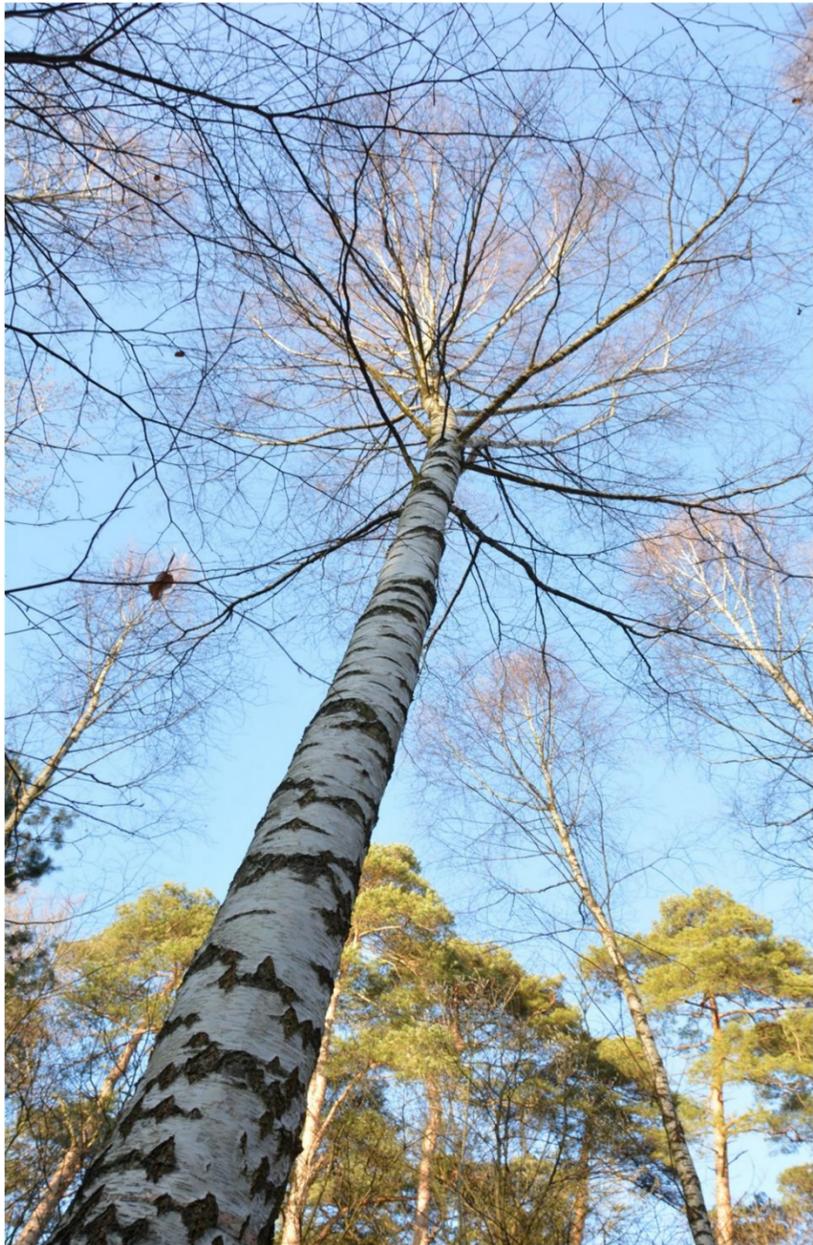


Bouleau verruqueux
(*Betula pendula* Roth.)

Bouleau pubescent
(*Betula pubescens* Ehrh.)

🍃 Mêmes caractéristiques du bois → **mêmes usages**

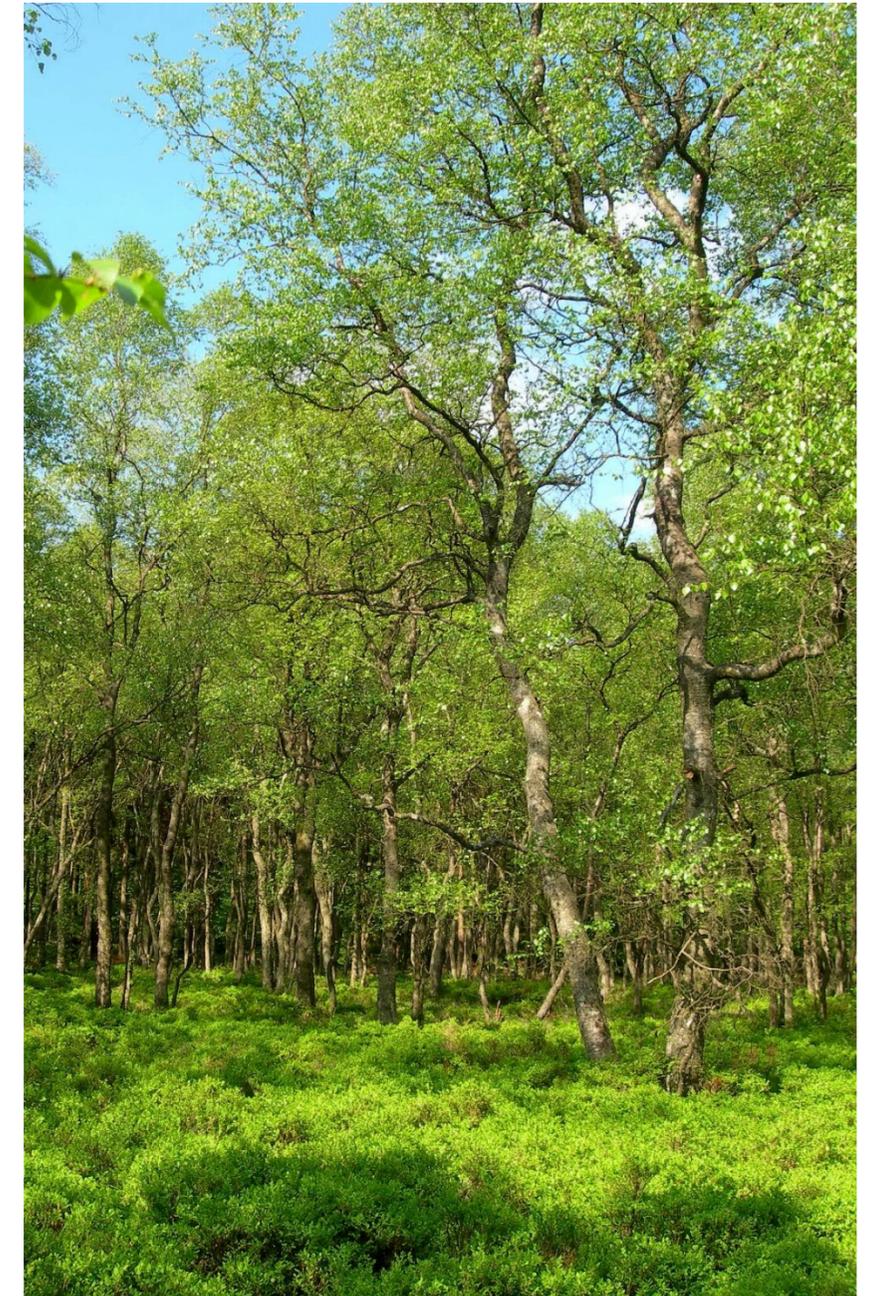
	Densité (kg/m ³)	Porosité (%)	Retrait volumétrique (%)	Module d'élasticité (GPa)	Contrainte de rupture (GPa)
Bouleau	654	59	18	15	100
Hêtre	720	55	17,9	16	123
Chêne indigène	690	57	12,2-15,0	11,7	88
Épicéa	470	71	11,6-12,0	11	78



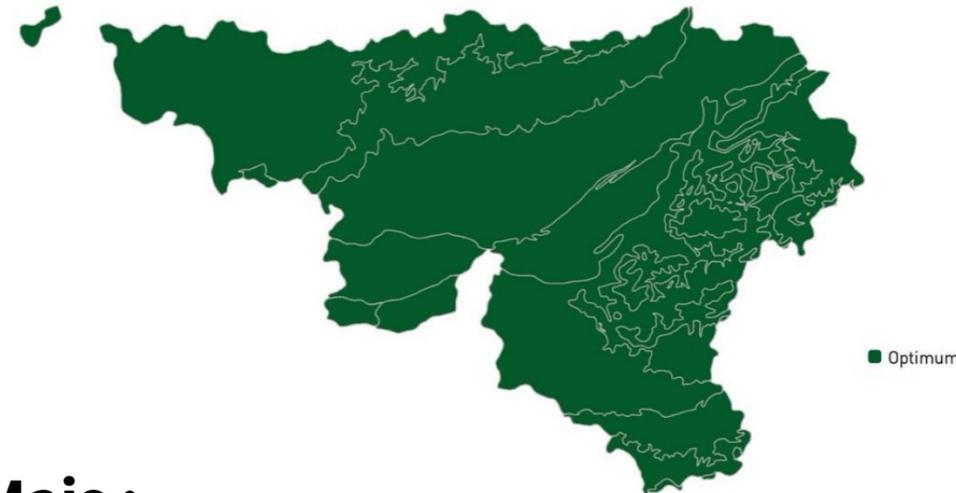
Bouleau verruqueux
(*Betula pendula* Roth.)



Bouleau pubescent
(*Betula pubescens* Ehrh.)



☛ Même amplitude climatique en Belgique

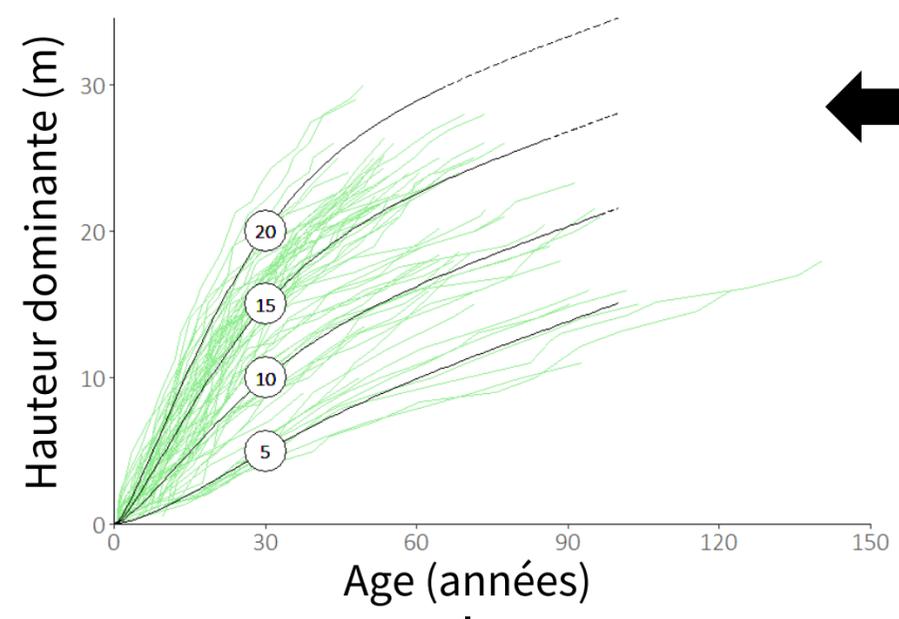


Mais :

- ☛ Les bouleaux verruqueux et pubescent occupent des **stations différentes**
- ☛ Il n'est pas clair qu'ils se développent de la même manière

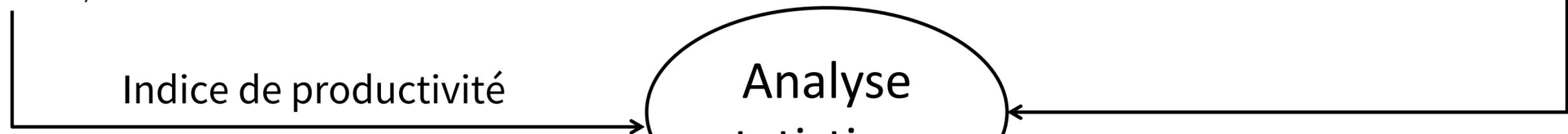
→ **On va affiner cela**

Etude de la croissance et de la productivité



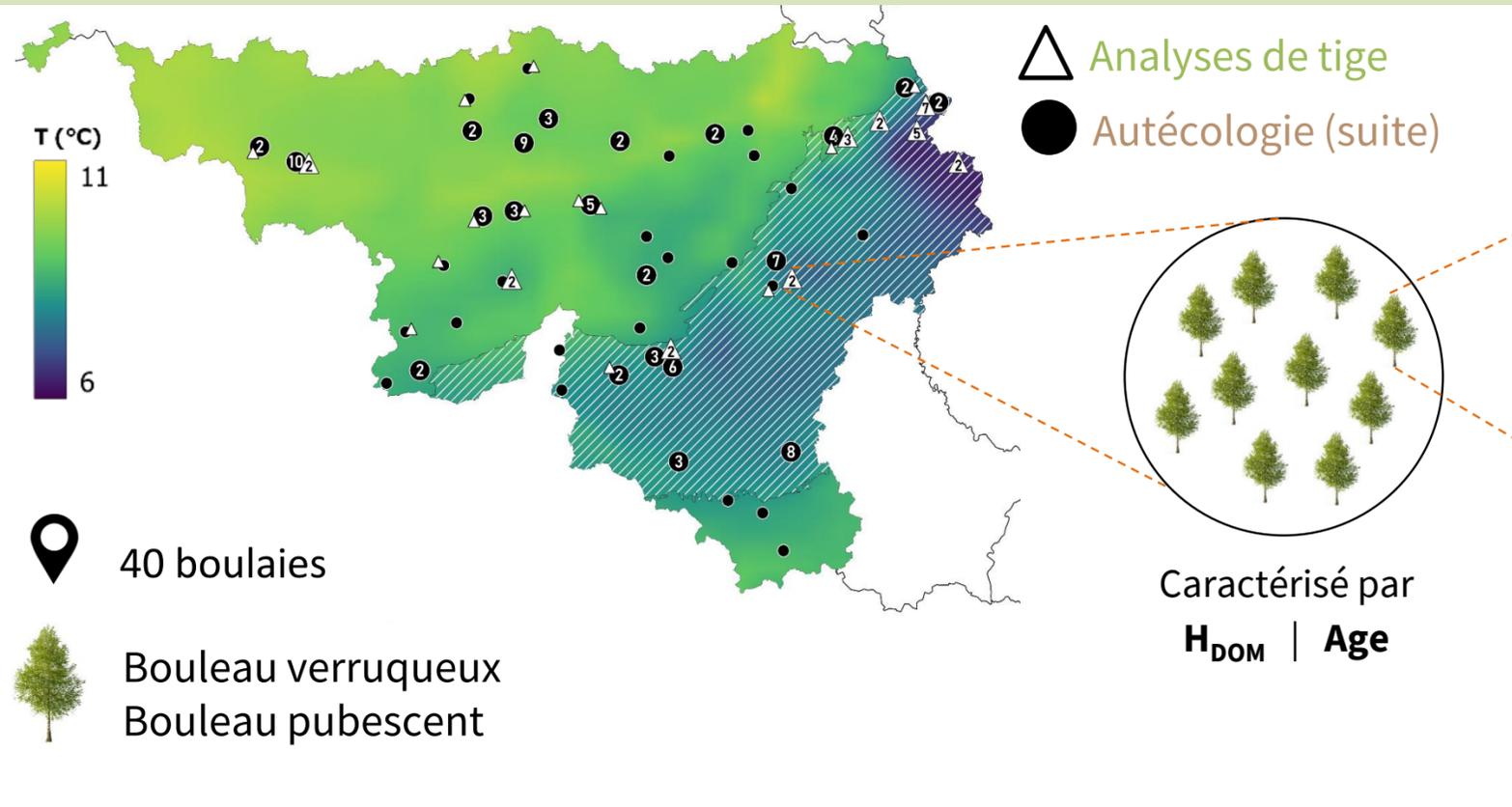
Description de la station (terrain et/ou carto)

- Climat
- Sol
- topographie

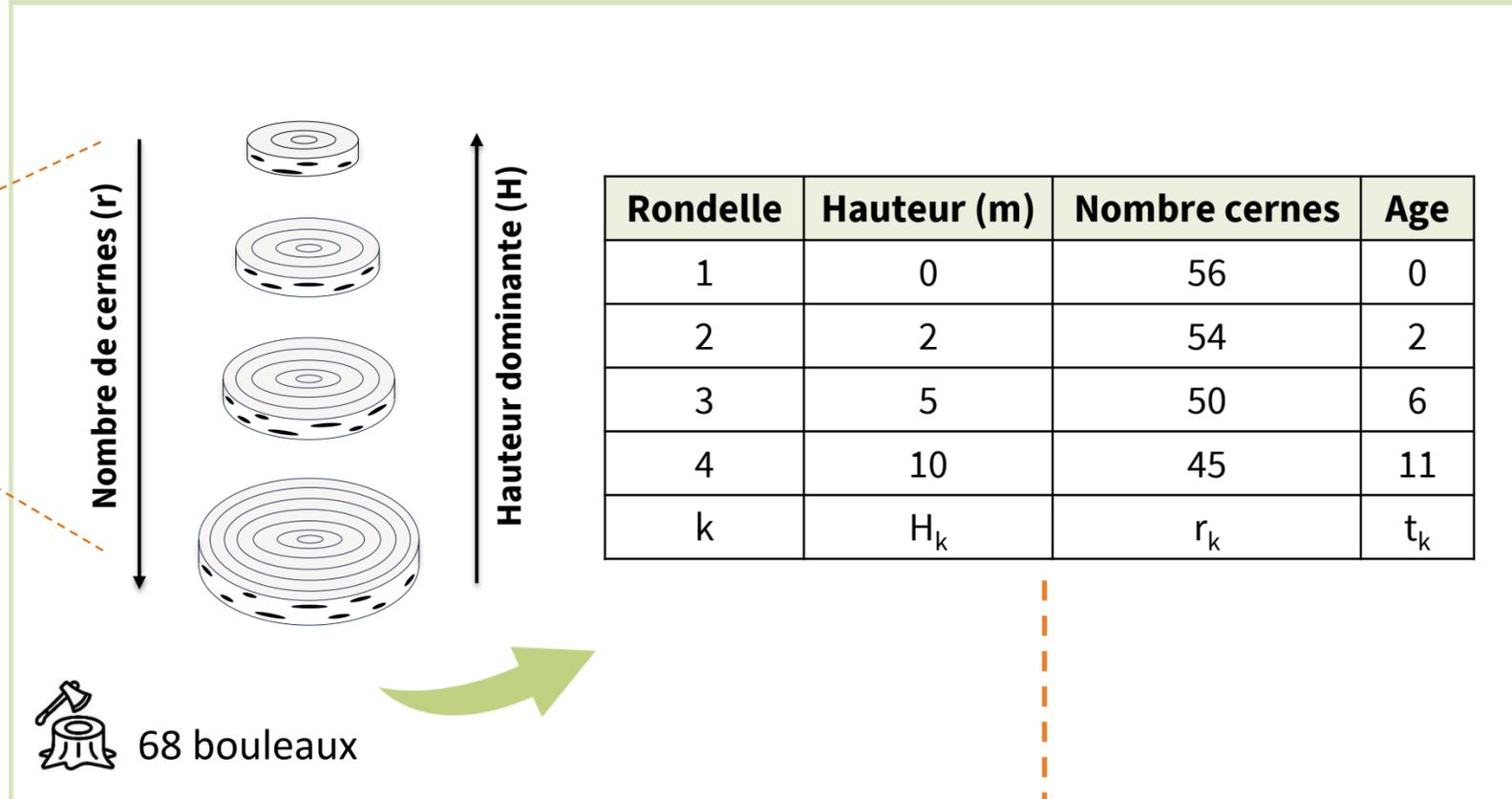


Facteurs de productivité

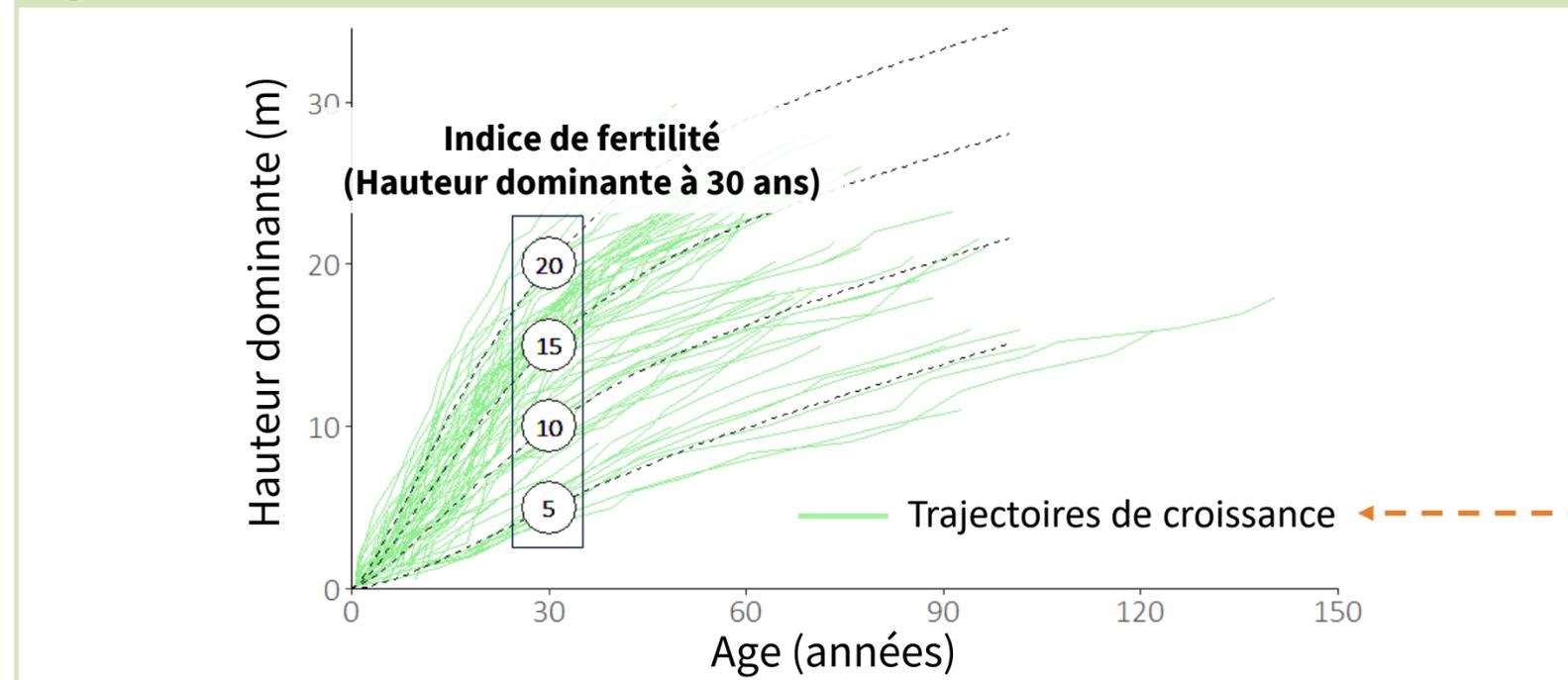
1 Échantillonnage de peuplements purs équiennes



2 Analyses de tiges



3 Courbes de productivité du bouleau



 **Outil H50** : estimer la productivité de ma boulaie

$$IP = \left(a * (Age_{ref} - Age) + \frac{H_{DOM}}{1 - \exp\left(-\left(\frac{Age}{c}\right)^d\right)} \right) * \left(1 - \exp\left(-\left(\frac{Age_{ref}}{c}\right)^d\right) \right)$$

- a = 0,123
- c = 22,37
- d = 1,319



Recherche	Enseignement	Personnel	Publications	Outils	Actualité	Contacts
-----------	--------------	-----------	--------------	--------	-----------	----------

Estimation de l'indice de productivité

Valeurs d'entrée

ID	Essence	Âge	HDom
	▼		
	▼		
	▼		
	▼		

- ➔ [Instructions d'encodage](#)
- ➔ [Liste des essences acceptées](#)

Calculer

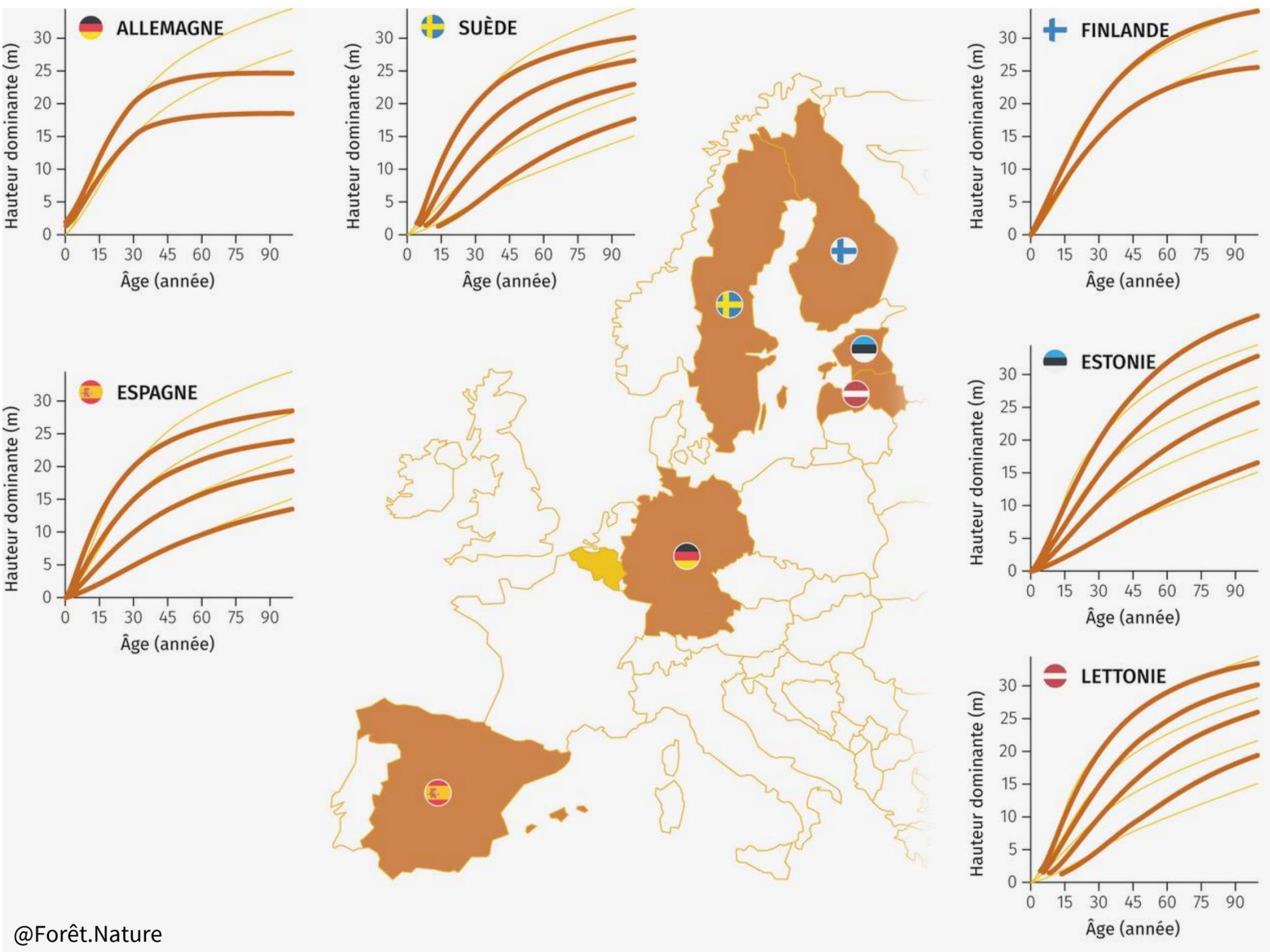
Résultats

ID	Essence	Âge	HDom	H50	Classe	Production	Remarques

Exporter



Comparaison des courbes wallonnes avec d'autres courbes de la littérature



Différences expliquées par :

- La **source de données** (analyses de tige ou placettes permanentes)
- L'**échantillonnage** (gamme d'âges couverte)
- Les **modèles testés**
- L'**espèce** étudiée (BV, BP, BV et BP)
- **Différenciation** du pattern de croissance

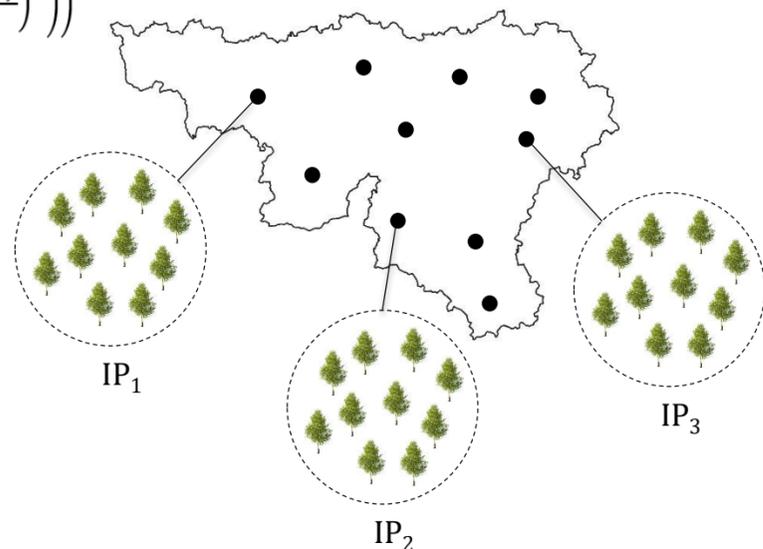


Bouleau verruqueux (*Betula pendula* Roth.)

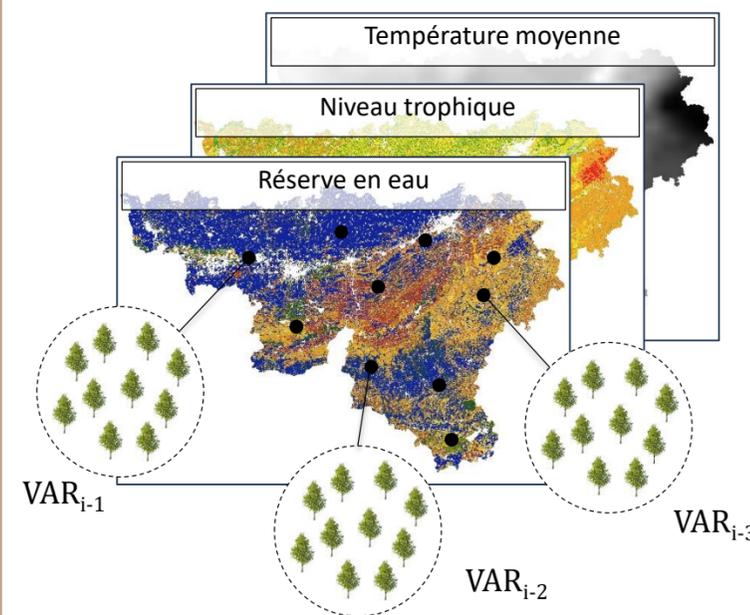
1 Estimation de l'indice de fertilité

$$IP = \left(a * (Age_{ref} - Age) + \frac{H_{DOM}}{1 - \exp\left(-\left(\frac{Age}{c}\right)^d\right)} \right) * \left(1 - \exp\left(-\left(\frac{Age_{ref}}{c}\right)^d\right) \right)$$

103 boulaies
Bouleau verruqueux



2 Extraction des valeurs de différentes variables écologiques



VARIABLES CLIMATIQUES :

- Moyenne sur période 1961 – 1990
- Institut Royal Météorologique

VARIABLE TOPOGRAPHIQUE :

- Position topographique (versant Nord, versant Sud, plateau, fond de vallée)

VARIABLES ÉDAPHIQUES :

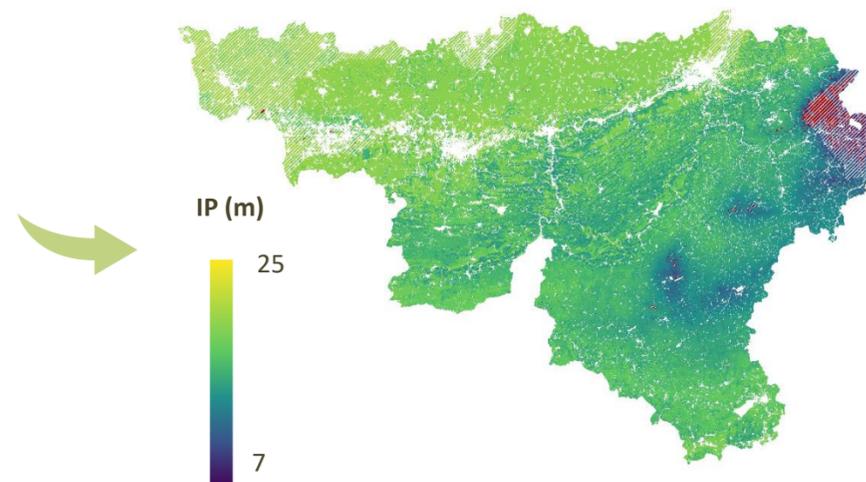
- Réserve maximale en eau du sol
- Niveau trophique
- Profondeur du sol
- **Forestimator**



3 Prédiction de l'indice de fertilité sur toute la Wallonie

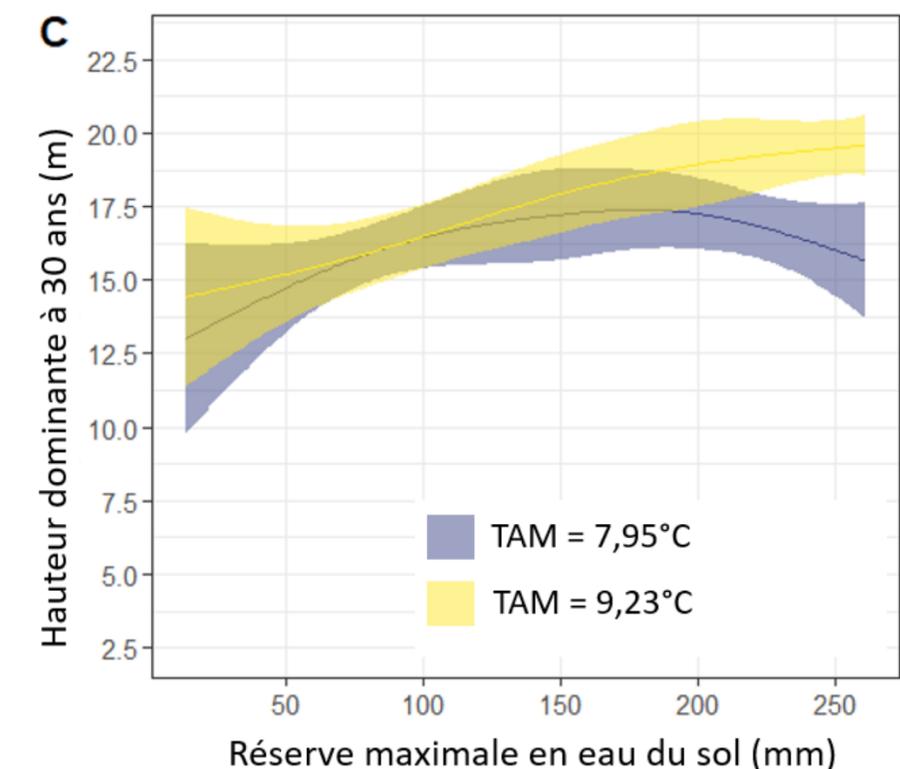
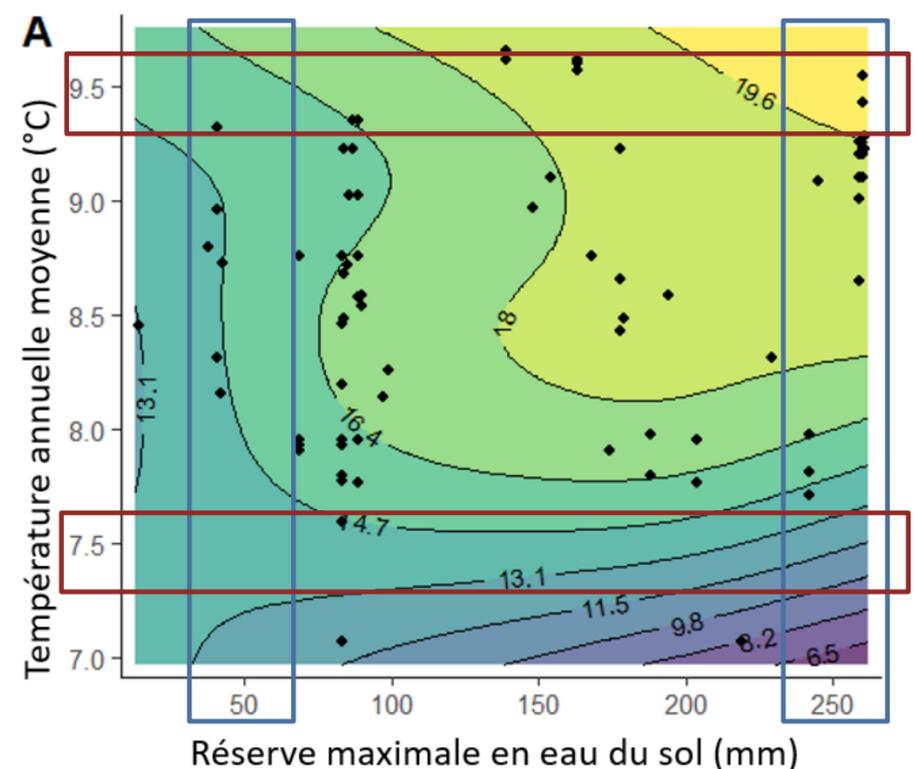
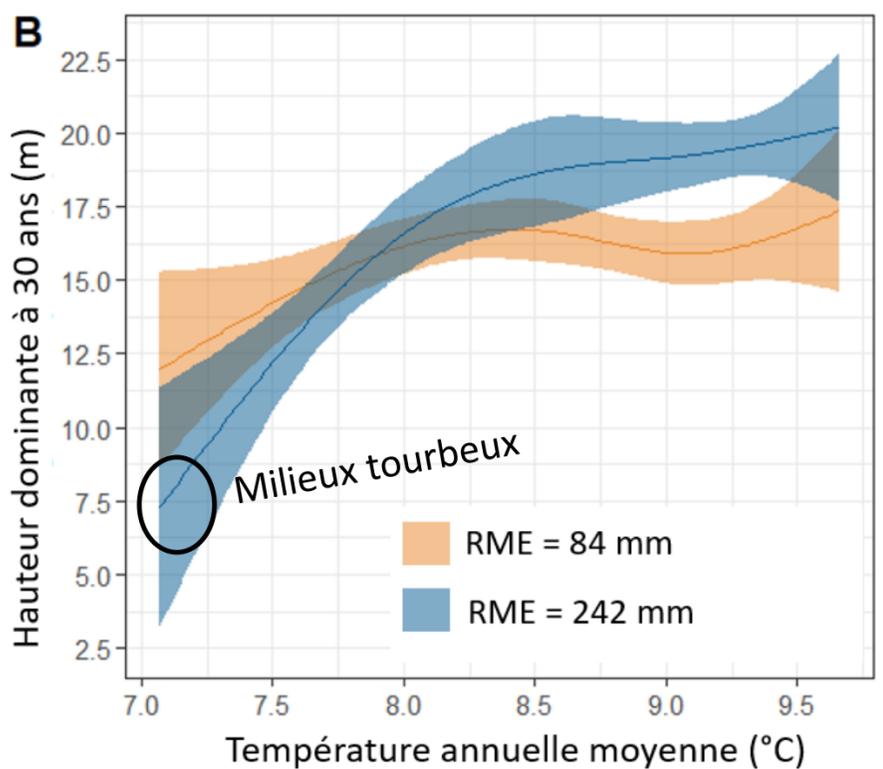
ID	IP	VAR ₁	VAR ₂	VAR ₃
1	IP ₁	VAR ₁₋₁	VAR ₂₋₁	VAR ₃₋₁
2	IP ₂	VAR ₁₋₂	VAR ₂₋₂	VAR ₃₋₂
3	IP ₃	VAR ₁₋₃	VAR ₂₋₃	VAR ₃₋₃
...

$$IP = f(VAR_1, VAR_2, VAR_3, \dots)$$



Facteurs clés influençant l'indice de fertilité du bouleau verruqueux

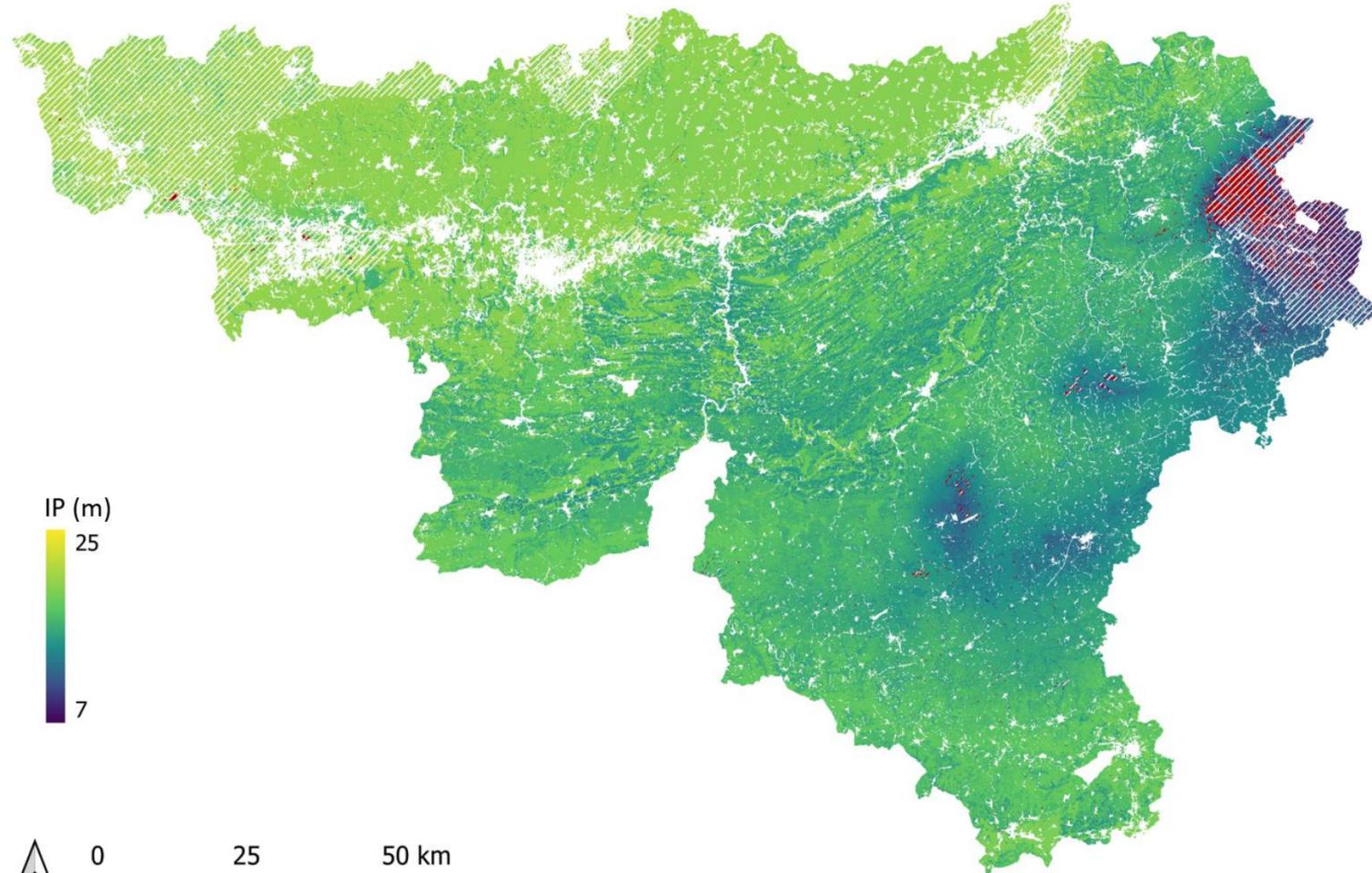
$$\text{IP (HDOM à 30 ans)} = \text{TAM} \times \text{RME}$$



Modèle explique **50%** de la variabilité de l'IP

Cartes prédictives de l'indice de productivité du bouleau verruqueux

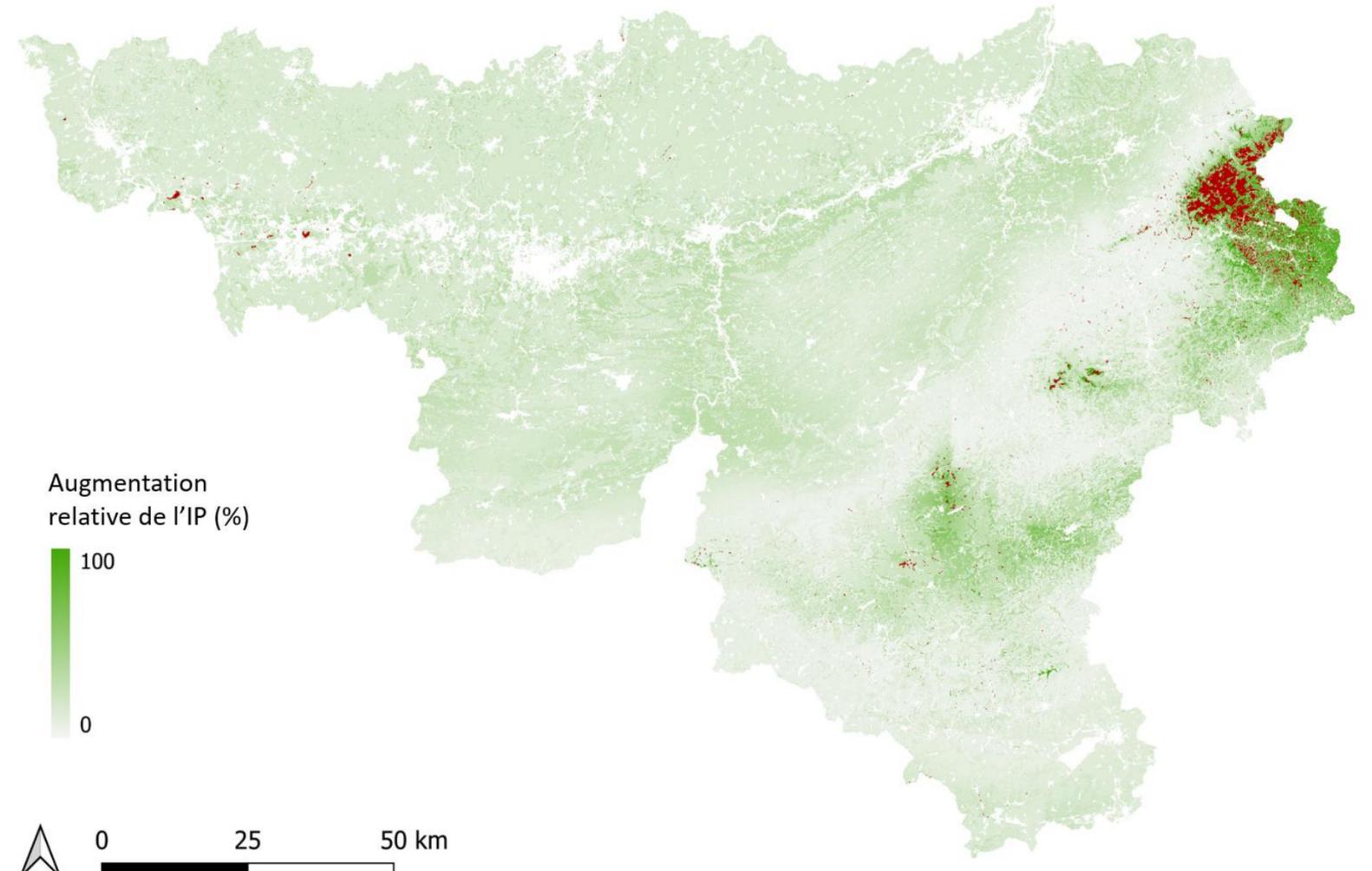
Période 1961 – 1990



TAM (1961 – 1990)

+ 1,5°C

Horizon 2050



- Prédiction en dehors du range d'observations de l'IP
- ▨ Prédiction en dehors du range de calibration du modèle (valeurs de TAM ou RME inférieures [supérieures] à celles utilisées pour calibrer le modèle)



- 🍃 **Courbes de productivité** pour les deux bouleaux
- 🍃 **Outil H50** pour estimer la productivité de sa boulaie en Wallonie
- 🍃 **TAM et REM** = principaux facteurs influençant l'IP du bouleau verruqueux
- 🍃 **L'augmentation de la température** favorise la productivité
- 🍃 Dans les prochaines décennies, la productivité du bouleau **va augmenter**, de manière plus marquée en Haute Ardenne
 - ⚠️ Les événements extrêmes sont lissés → nécessité de **compléter avec d'autres analyses** comme la dendroécologie
- 🍃 Les **zones à risque** sont celles où la réserve en eau du sol est faible (< 150 mm) et la température déjà élevée



Bouleau pubescent (*Betula pubescens* Ehrh.)

Bouleau pubescent
(*Betula pubescens* Ehrh.)

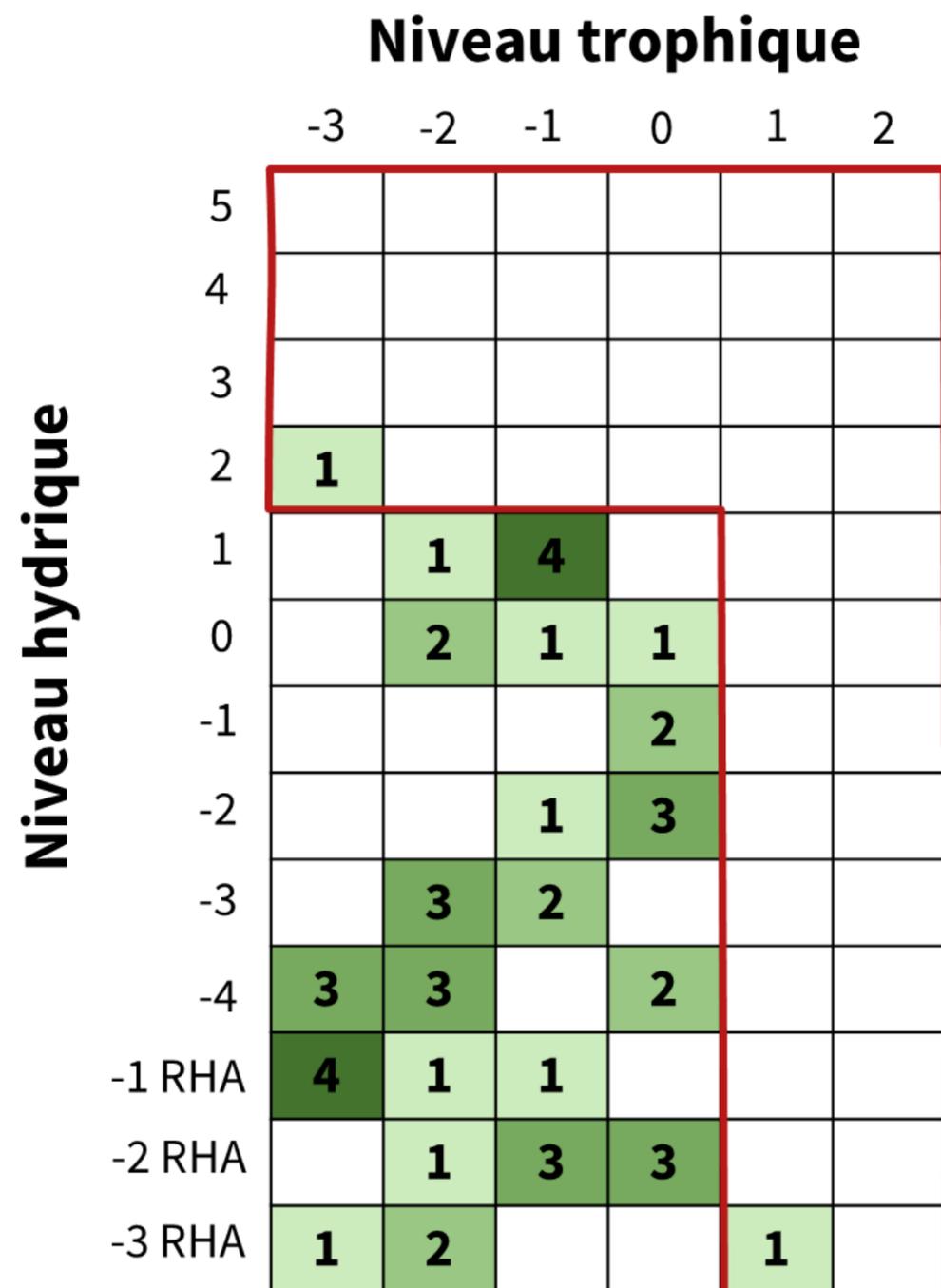


- ❧ Essence **plus rare**
- ❧ Repérage plus difficile → confusion



- ❧ Moins de données : 45 groupes
- ❧ Analyse plus basique

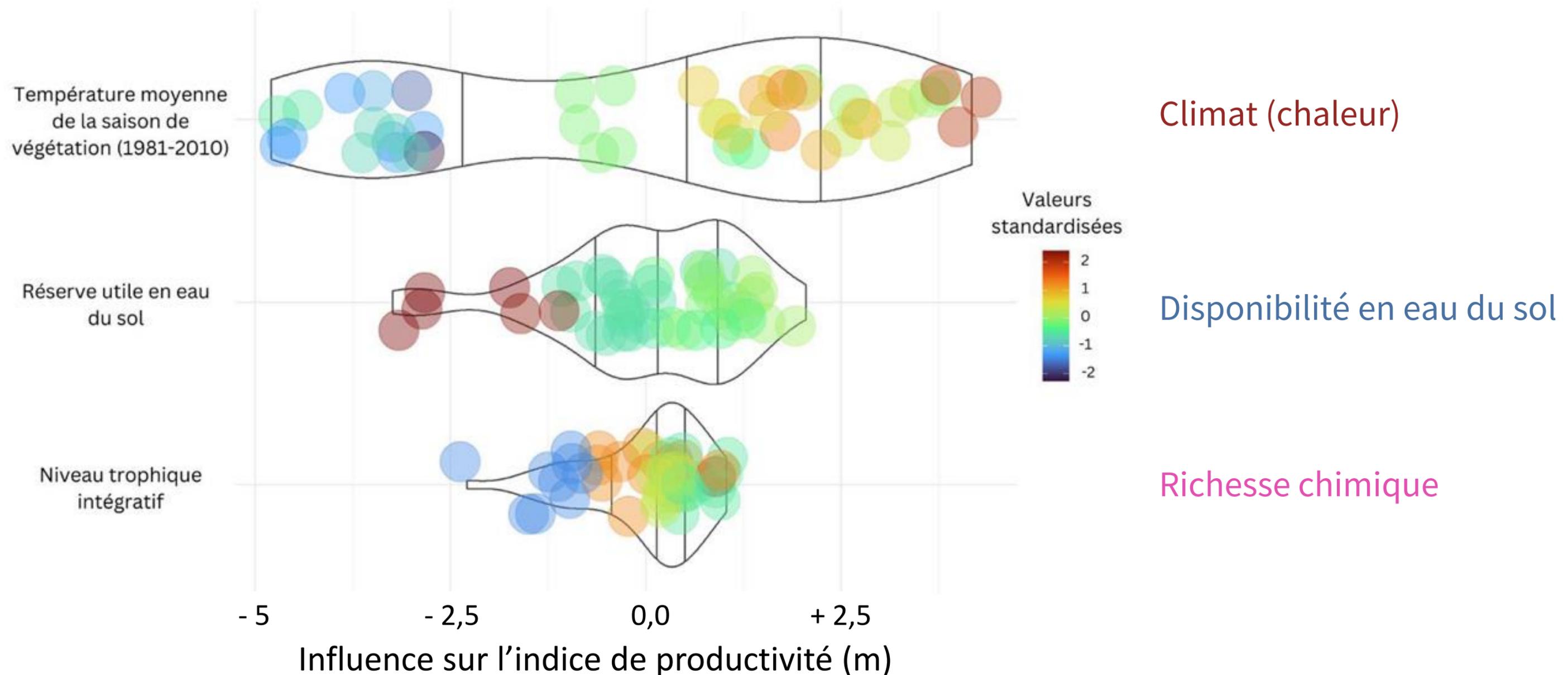
Distribution des boulaies pubescentes dans l'écogramme du FEE

**Quasi inexistantes :**

- dans les milieux calcaires
- Sur sols peu pourvus en eau

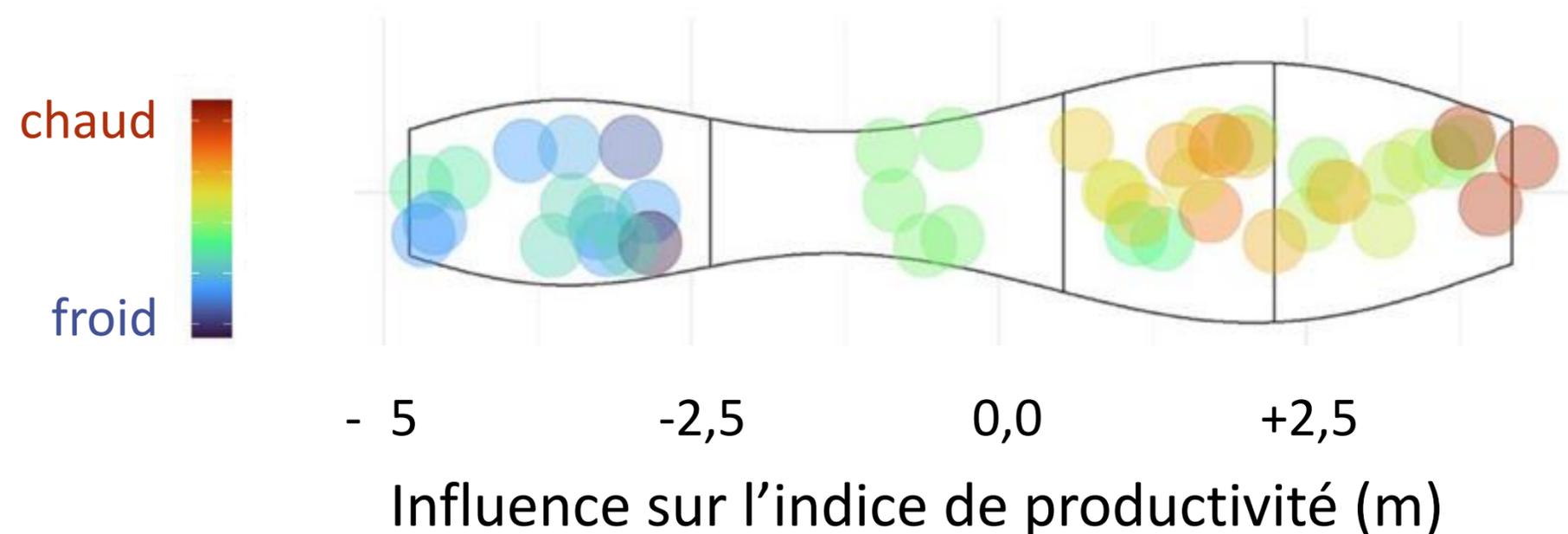
➔ Différents modèles expliquent **54 à 59 %** de la variation de l'Indice de productivité

- 🍃 Selon les modèles, les variables explicatives sont un peu différentes mais elles relèvent toujours de **3 familles** :



3 familles de variables influentes :

Température moyenne
de la saison de végétation (1981 – 2010)

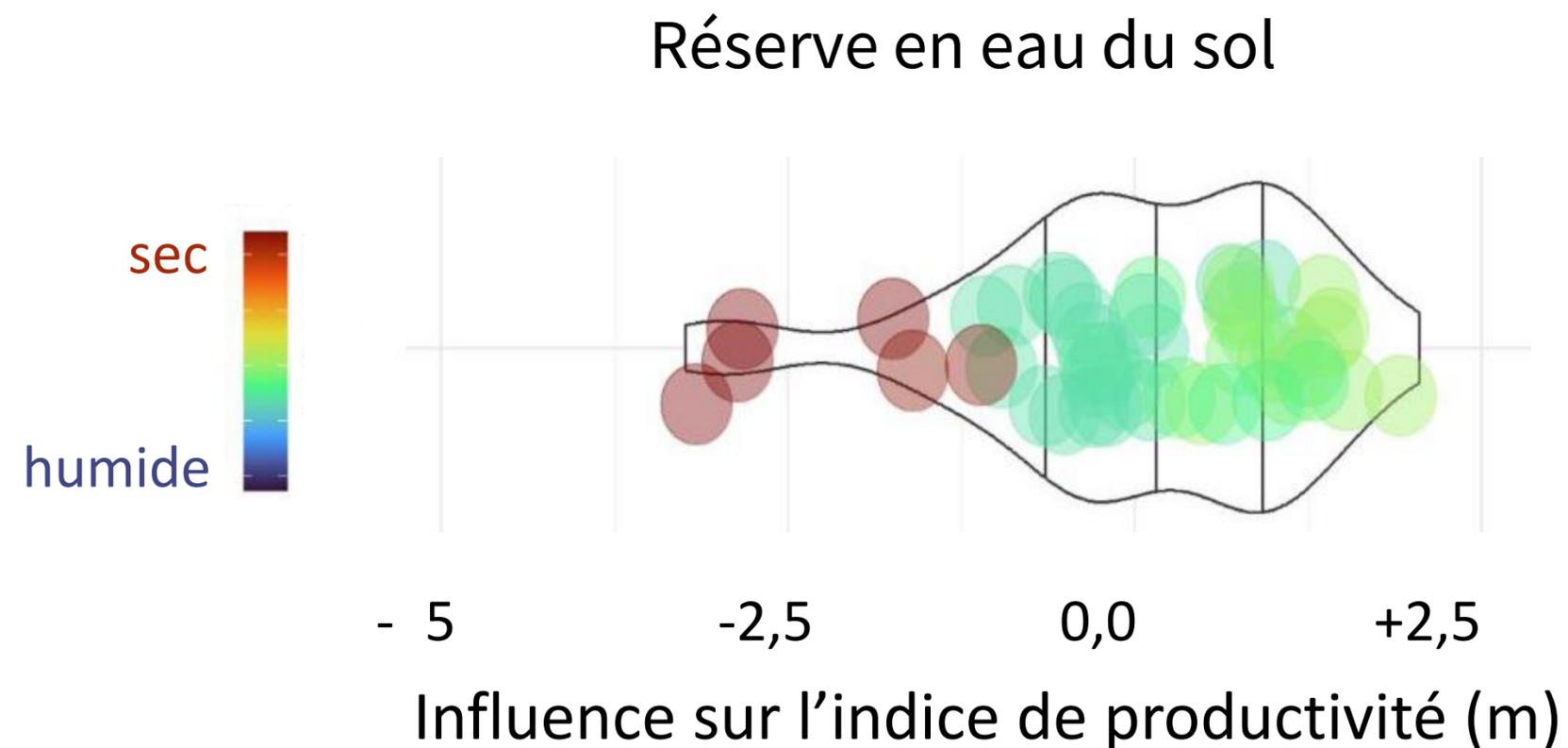


LE CLIMAT

- Représenté par la température moyenne en saison de végétation ou par l'altitude
- Explique de loin la plus grande partie de la variation de l'IP

➔ Régions froides sont les moins favorables

3 familles de variables influentes :



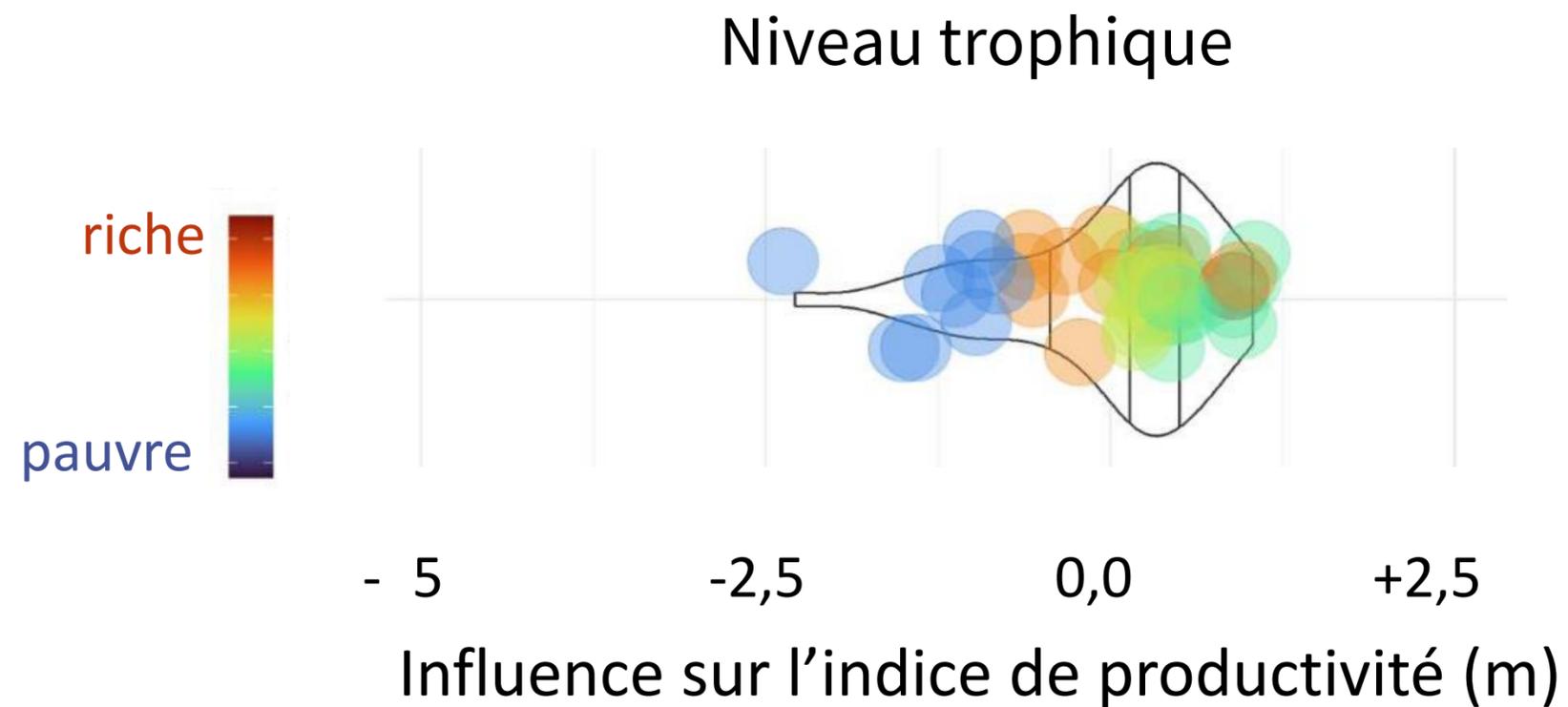
DISPONIBILITÉ EN EAU

- Représenté par la réserve en eau, la position topographique ou le déficit hydrique
- Apporte une petite part d'explication à la variation de l'IP



Les sols peu pourvus en eau (< 80 mm) sont défavorables ; le bouleau pubescent y est généralement absent

3 familles de variables influentes :



RICHESSSE CHIMIQUE

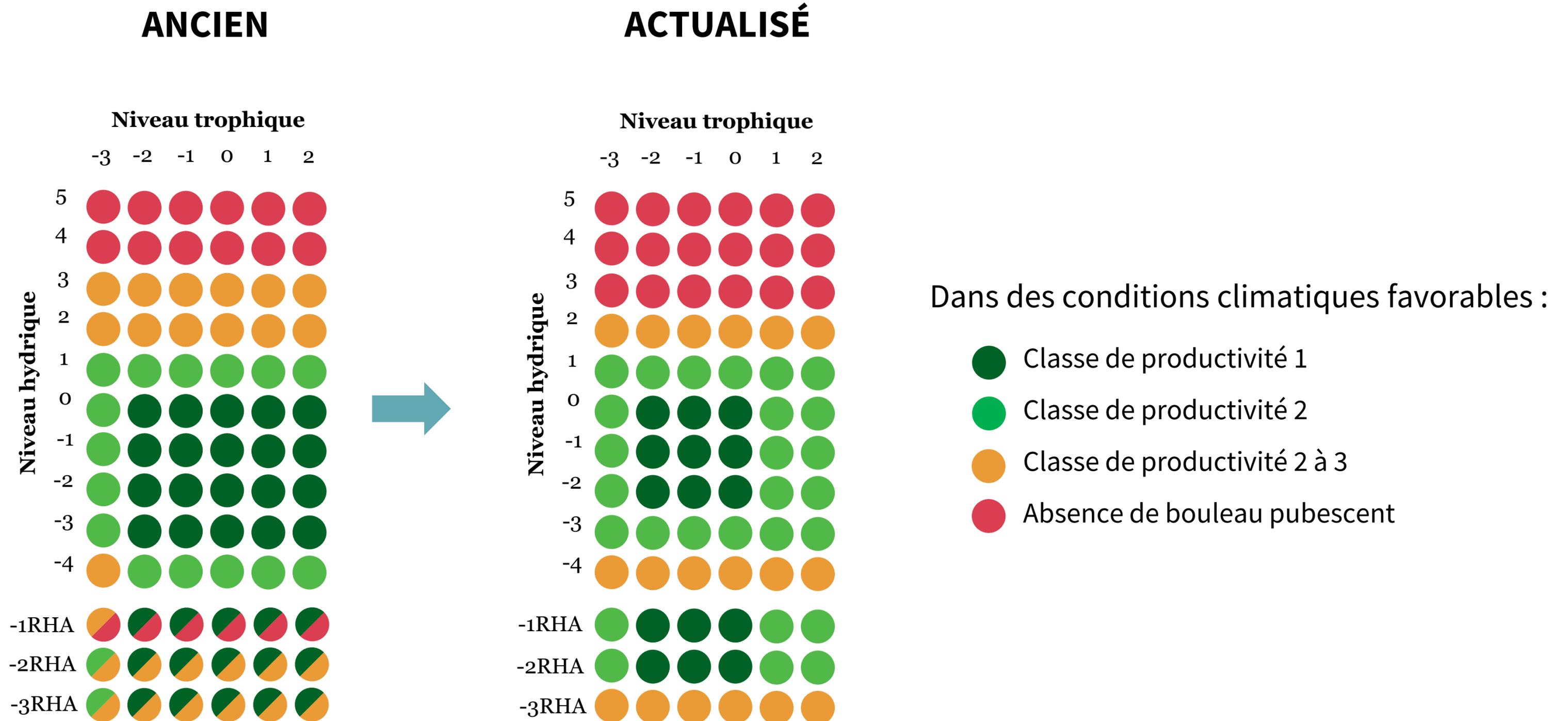
- Estimé à partir de la forme d'humus et de la clé trophique du FEE, et ajusté avec la flore indicatrice
- Apporte une toute petite part d'explication à la variation de l'IP

➡ Les sols très pauvres sont défavorables

Proposition d'adaptation du FEE :
adéquation bioclimatique



🍃 Distribution de l'indice de productivité dans **l'écogramme du FEE**:



MERCI POUR VOTRE
ATTENTION

fnrs
FREEDOM TO RESEARCH



 **Wallonie**
service public
SPW 