

Diversification forestière face aux changements globaux et à la pression des ongulés : une expérience de simulation

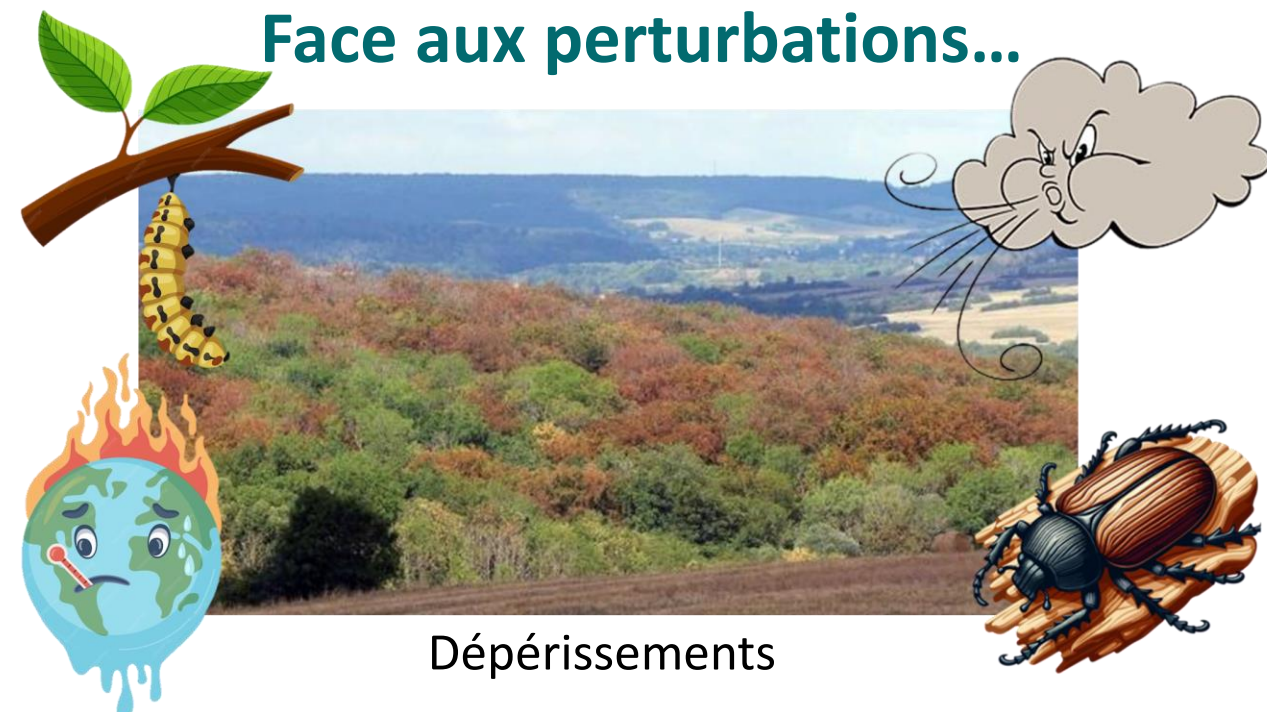
Mathilde PAU, Mathieu JONARD, Frédéric ANDRÉ et Gauthier LIGOT
FOREM – Avril 2025



PROBLÉMATIQUE DES FORÊTS FEUILLUS

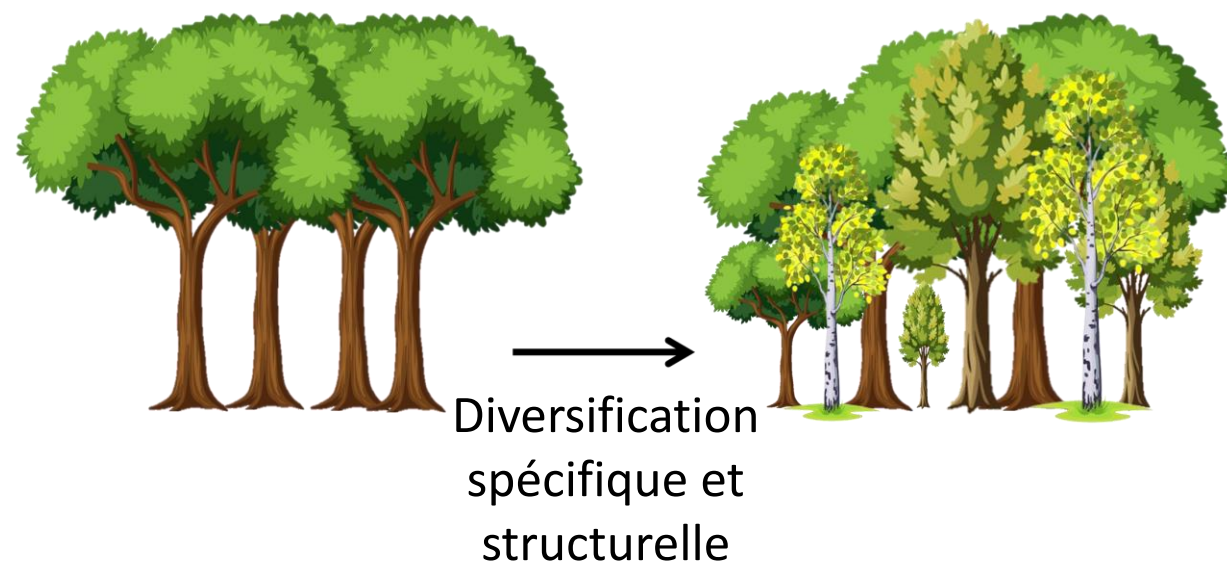
- Les **forêts feuillus** d'Europe occidentale, dominées par le hêtre et le chêne sont particulièrement **vulnérables**
- Le hêtre est particulièrement **sensible au climat** → 20 % à 90 % de diminution de croissance à prévoir d'ici 2090

Face aux perturbations...



Dépérissements

renforcer la résilience



Diversification
spécifique et
structurelle

PROBLÉMATIQUE DES ONGULÉS

- Les **populations d'ongulés** ont **augmenté** dans toute l'Europe et l'Amérique du Nord
- Répertoriée comme **l'une des principales perturbations** forestières en Europe
- Pourrait **entraver la résistance et la résilience** des forêts futures



Article

Interspecific Growth Reductions Caused by Wild Ungulates on Tree Seedlings and Their Implications for Temperate *Quercus-Fagus* Forests

Romain Candaele ^{1,*}, Gauthier Ligot ¹, Alain Licoppe ², Julien Lievens ², Violaine Fichet ², Mathieu Jonard ³, Frédéric André ³ and Philippe Lejeune ¹

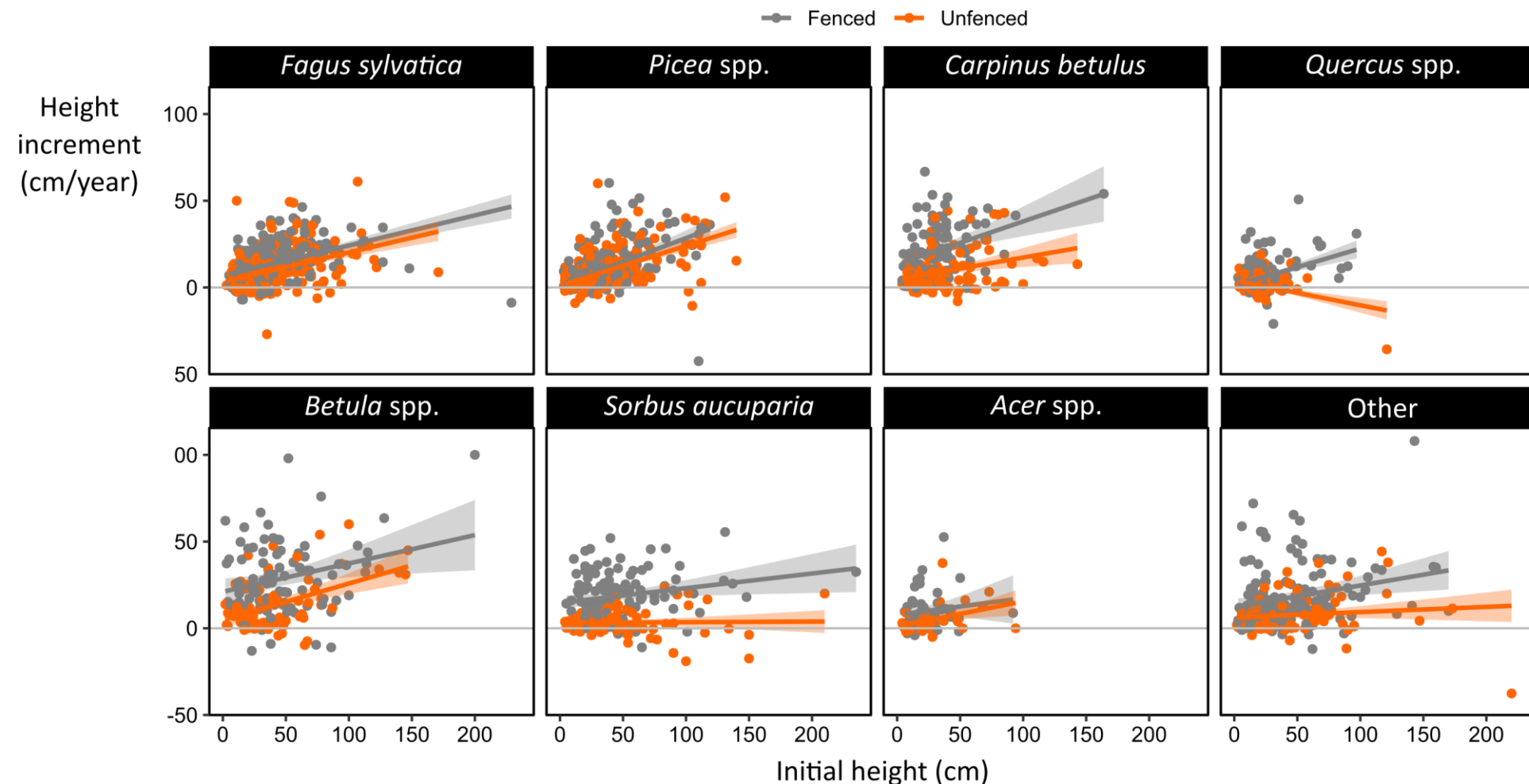
¹ Gembloux Agro-Bio Tech (ULiège), TERRA—Forest Is Life, 5030 Gembloux, Belgium; gligot@uliege.be (G.L.)

² Department of Natural and Agricultural Environment Studies, Public Service of Wallonia, 5030 Gembloux, Belgium

³ UCLouvain—Earth and Life Institute, 1348 Ottignies-Louvain-la-Neuve, Belgium

* Correspondence: romain.candaele@gmail.com

PROBLÉMATIQUE DES ONGULÉS



→ L'augmentation de la hauteur de toutes les espèces, à l'exception du hêtre et de l'épicéa, a été **significativement réduite par l'abrutissement**

QUESTION DE RECHERCHE

- **L'augmentation des densités d'ongulés** limite-t-elle le potentiel adaptatif de la **diversification** forestière ?

OBJECTIF

- Évaluer les avantages et les limites potentiels de la **diversification** structurelle et spécifique de la forêt wallonne dans un contexte de **changement climatique** et de **d'augmentation de la densité d'ongulés**.

MODÈLE HETEROFOR

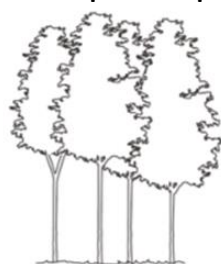
= modèle spatialement explicite, à l'échelle de l'arbre, basé sur les processus et développé sur la plateforme CAPSIS

→ calibré pour les forêts wallonnes

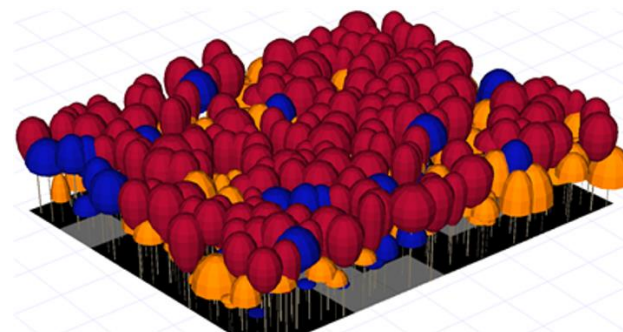
Gestion sylvicole

Peuplements équiennes,
monospécifiques

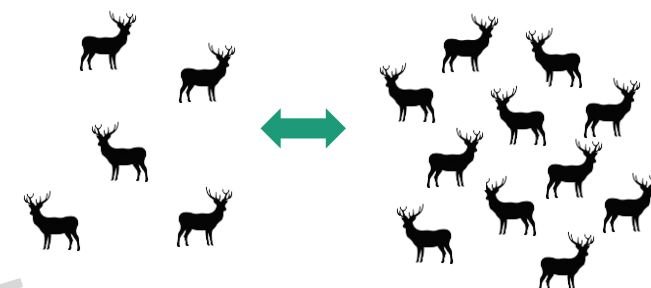
Peuplements hétérogènes



Modèle HETEROFOR

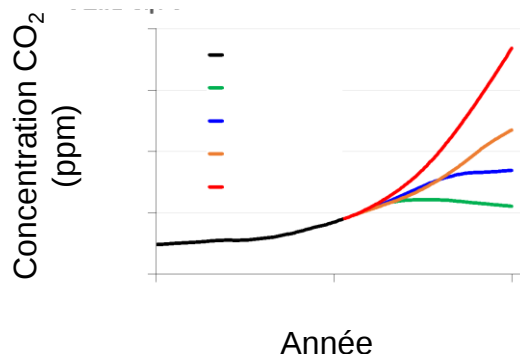


Densité de gibier



+ CAT
+ Economics2

Scénarios climatiques



CAS D'ÉTUDE

Site	Essences
Chimay	Quercus petraea Carpinus betulus
Stoumont C111	Quercus petraea Fagus sylvatica Betula pendula
Stoumont C114	Fagus sylvatica Quercus petraea
Baileux	Quercus petraea Fagus sylvatica
Eupen	Fagus sylvatica
Louvain-la-Neuve	Fagus sylvatica Quercus petraea

6 sites feuillus représentatifs de forêts à régénérer dans les 40-60 prochaines années :

- Gradient d'espèce : Hêtre, Chêne, Bouleau, Charme
- Gradient de structure : peuplement équiennne et inéquiennne
- Gradient de composition : pure et mélangé



ITINÉRAIRES SYLVICOLES

Business As Usual (BAU)

- Conserver une futaie équienne avec au moins une essence de production déjà en place
- Intervenir **sans aller contre la dynamique forestière**

Régénération du chêne (OAK)

- Conserver une futaie équienne
- Maintenir la **régénération naturelle du chêne**

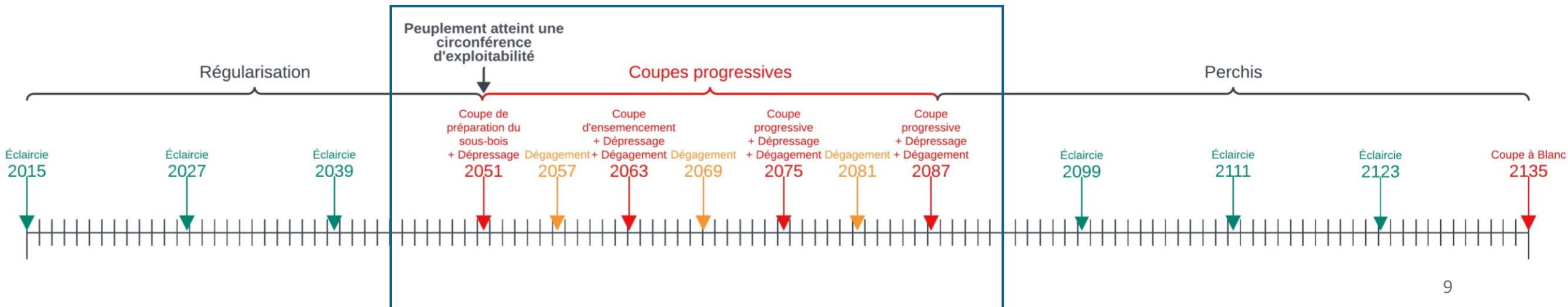
Diversification (DIV)

- **Diversifier en âge et en essences** le peuplement afin d'améliorer sa résilience
- Veiller à la survie des plantations

ITINÉRAIRES SYLVICOLES

Business As Usual (BAU)

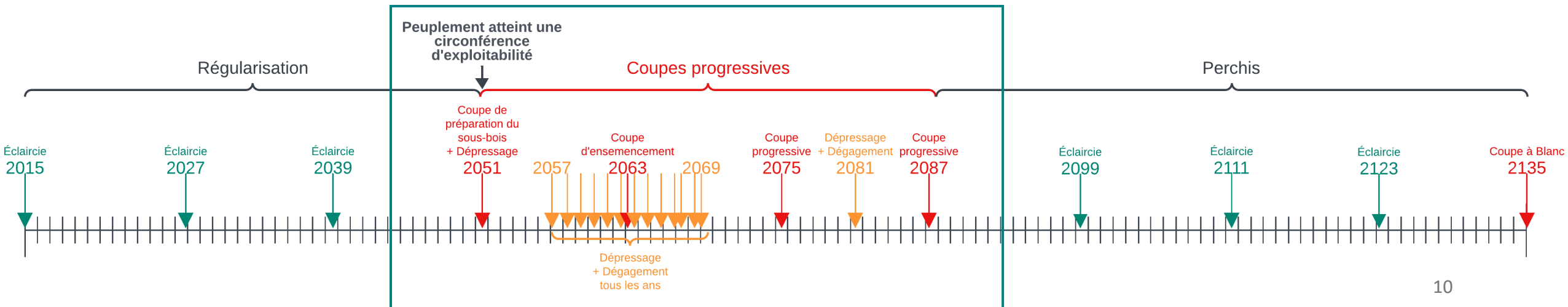
- **Éclaircies par le bas** → maintien en peuplement régulier
- **Coupes progressives** → dès que le peuplement atteint une circonférence d'exploitabilité
- **Dégagements** → tous les 6 ans pendant les coupes progressives
- **Dépressages** → tous les 12 ans pendant les coupes progressives



ITINÉRAIRES SYLVICOLES

Régénération du chêne (OAK)

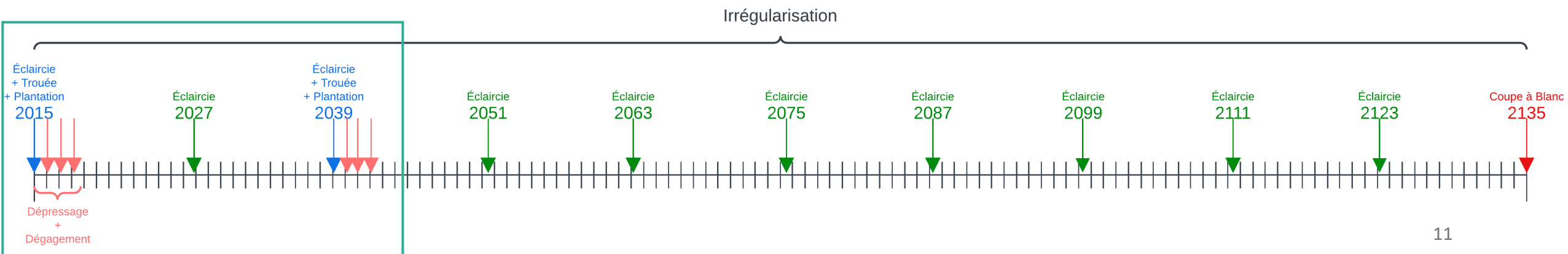
- **Éclaircies par le bas** → maintien en peuplement régulier
- **Coupes progressives** → dès que le peuplement atteint une circonférence d'exploitabilité
- **Dégagements et Dépressages** → tous les ans, 6 ans avant et 6 ans après la coupe d'ensemencement



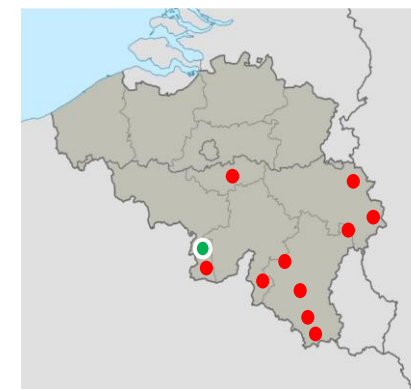
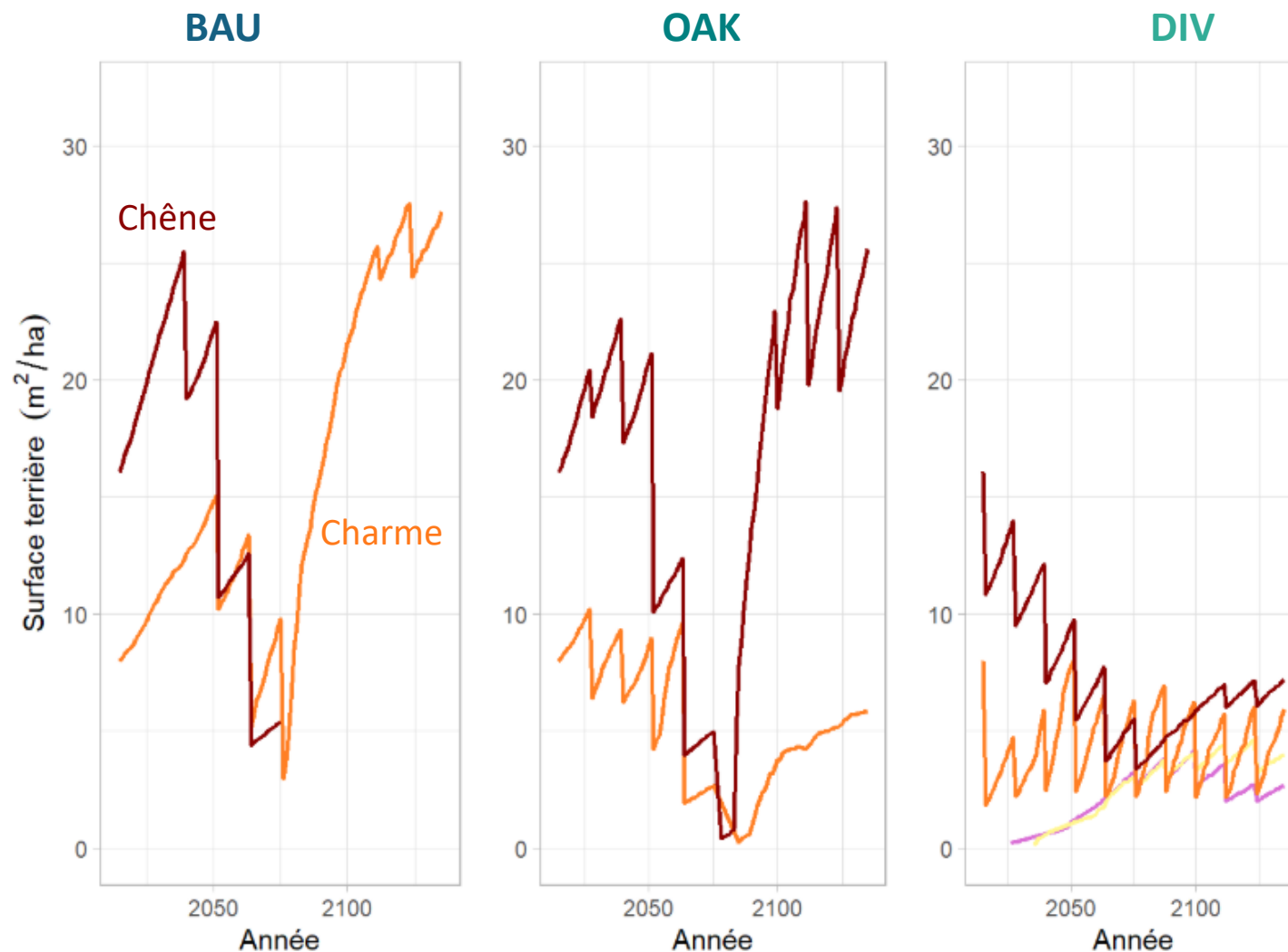
ITINÉRAIRES SYLVICOLES

DIVERSIFICATION (DIV)

- **Troués d'enrichissement** → 2 x 3 trouées de 4 ares
- **Plantations** → Chêne / Bouleau / Tilleul → 2500 plants protégés de 4 ans et de 0,5m
- **Entretien des plantations** → dépressages et dégagements tous les ans pendant 3 ans suivant les plantations
- **Éclaircies mixtes** → irrégularisation



ITINÉRAIRES SYLVICOLES : CHIMAY

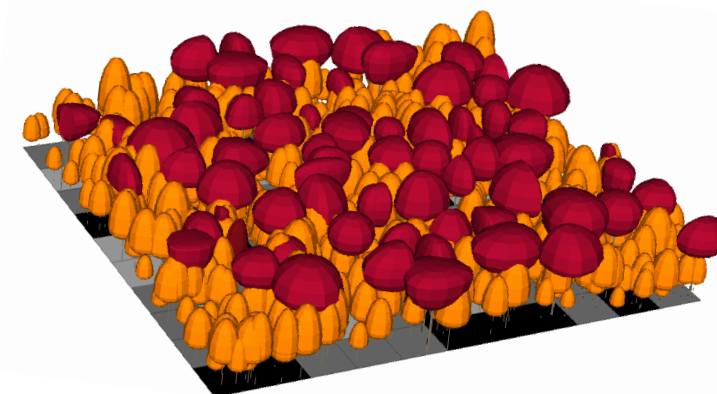


Taillis-sous-futaie

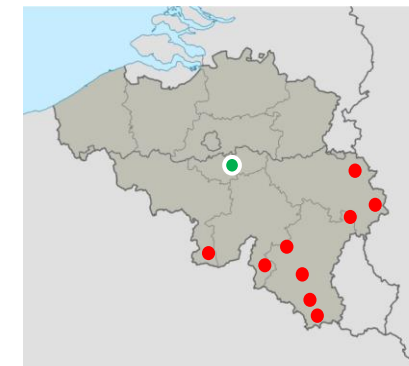
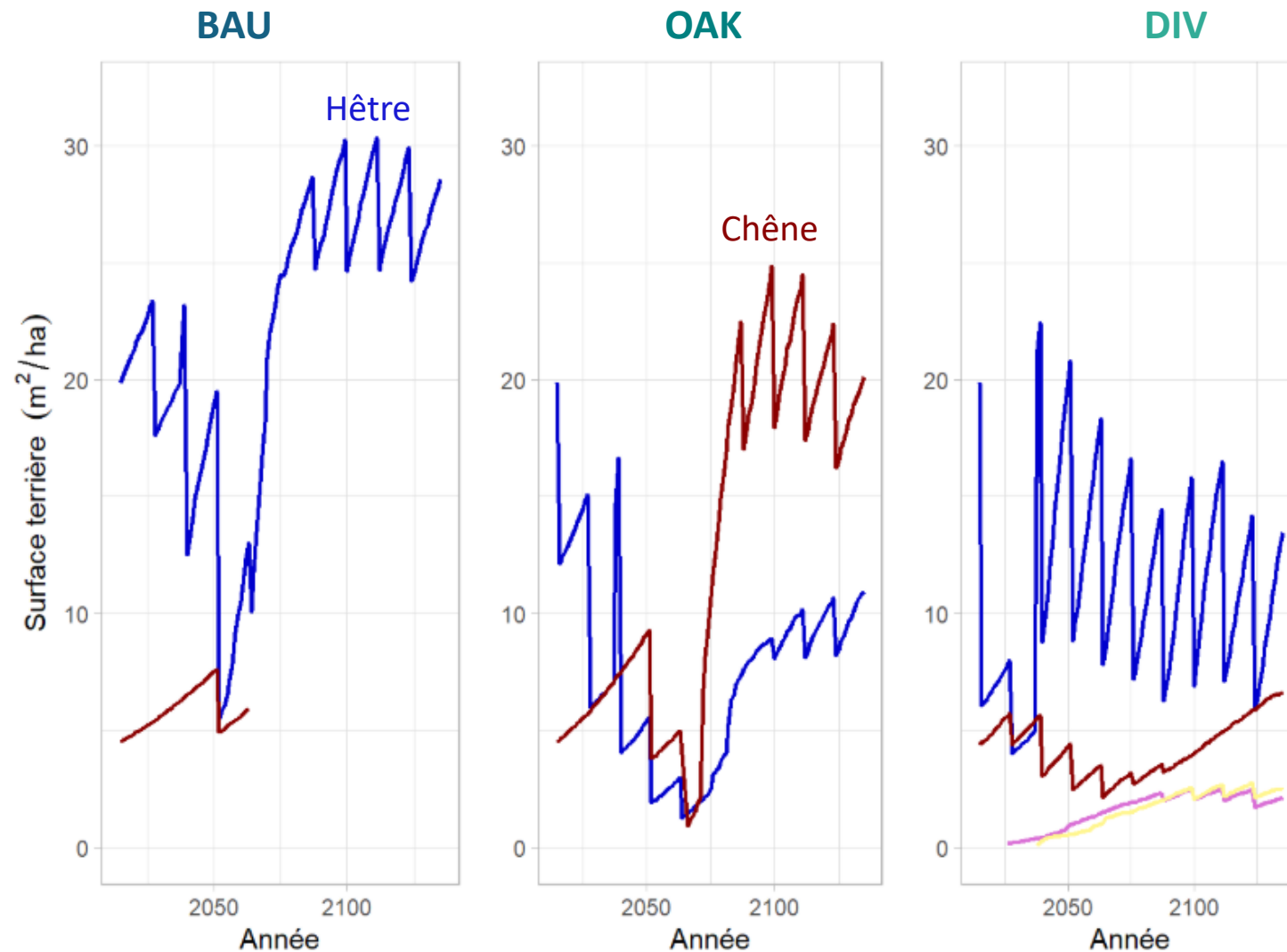
Précipitation : 940 mm

T° air moyenne : 9.7°C

Sol brun acide



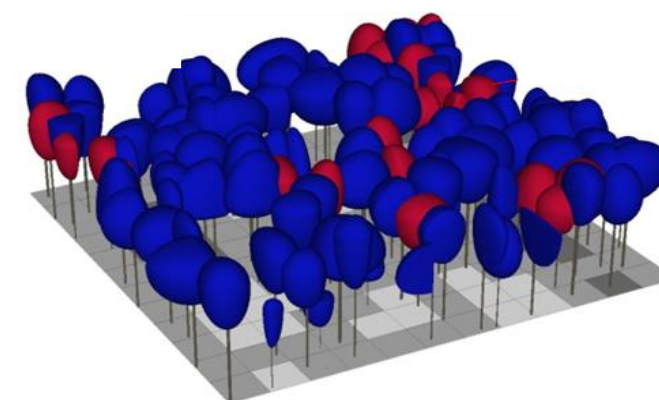
ITINÉRAIRES SYLVICOLES : LAUZELLE



Précipitation : 820 mm

T° air moyenne : 11°C

Sol lessivé



DENSITÉS DE GIBIER

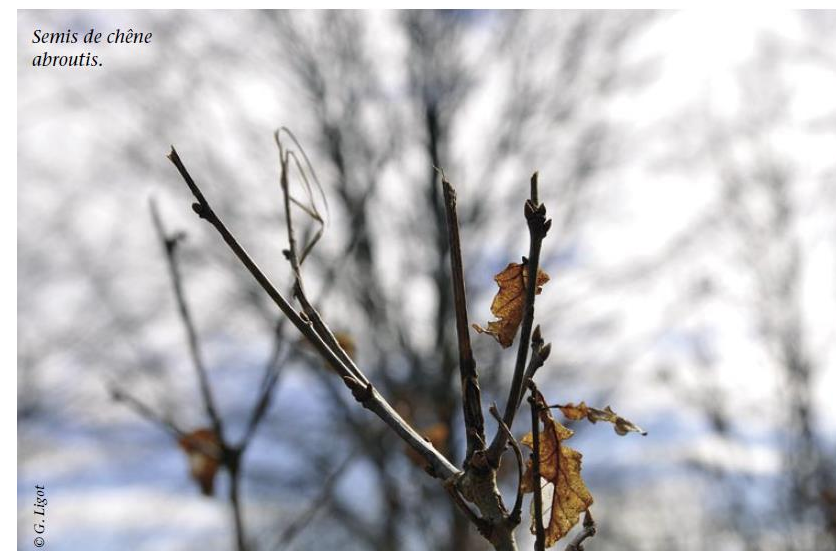
4 niveaux de pression du gibier :

- **Nulle** → enclos/protection
- **Faible** → recommandation pour une gestion durable
- **Moyenne** → population moyenne en Wallonie
- **Élevée** → population observée dans les triages de Stoumont

Approche **empirique** :

- Réduction d'accroissement en hauteur des semis

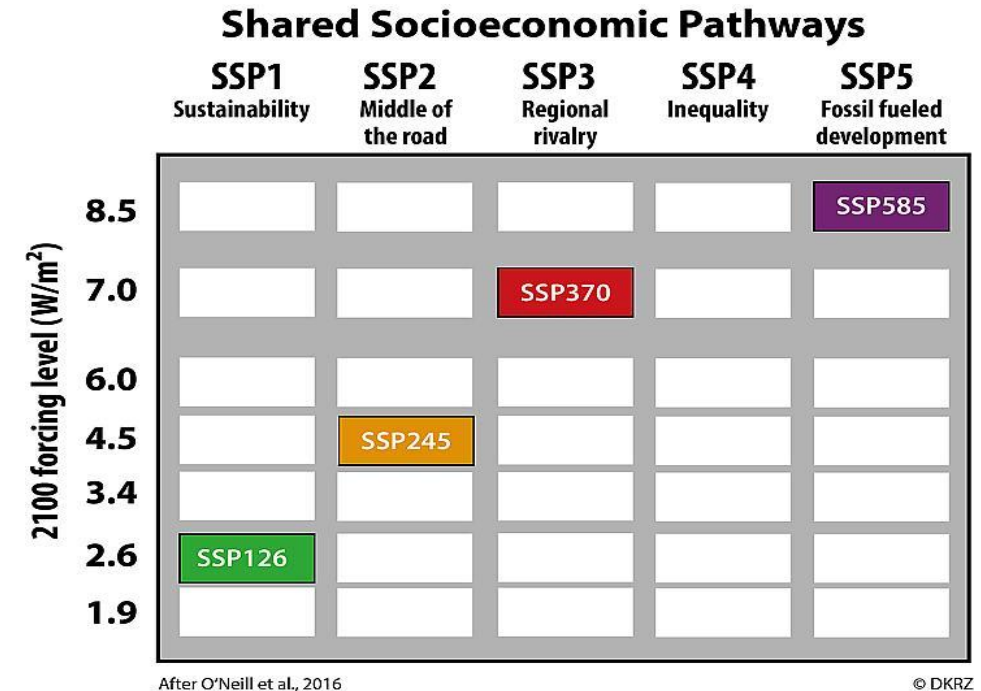
Réduction d'accroissement en hauteur des semis (%)	Chêne	Hêtre	Bouleau	Charme
Population nulle	0	0	0	0
Population faible	39	18	35	25
Population moyenne	90	40	80	60
Population élevée	100	80	90	85



SCÉNARIOS CLIMATIQUES

3 Combinaison des SSP et des RCP :

- SSP = Trajectoires socio-économiques partagées = scénarios d'évolutions socio-économiques mondiales projetés jusqu'en 2100
- RCP = Trajectoires représentatives de concentration = trajectoire du forçage radiatif jusqu'à l'horizon 2100



SSP1-
2.6

Durabilité

RCP 2.6
(1,6°C)

SSP2-
4.5

Milieu de
la route

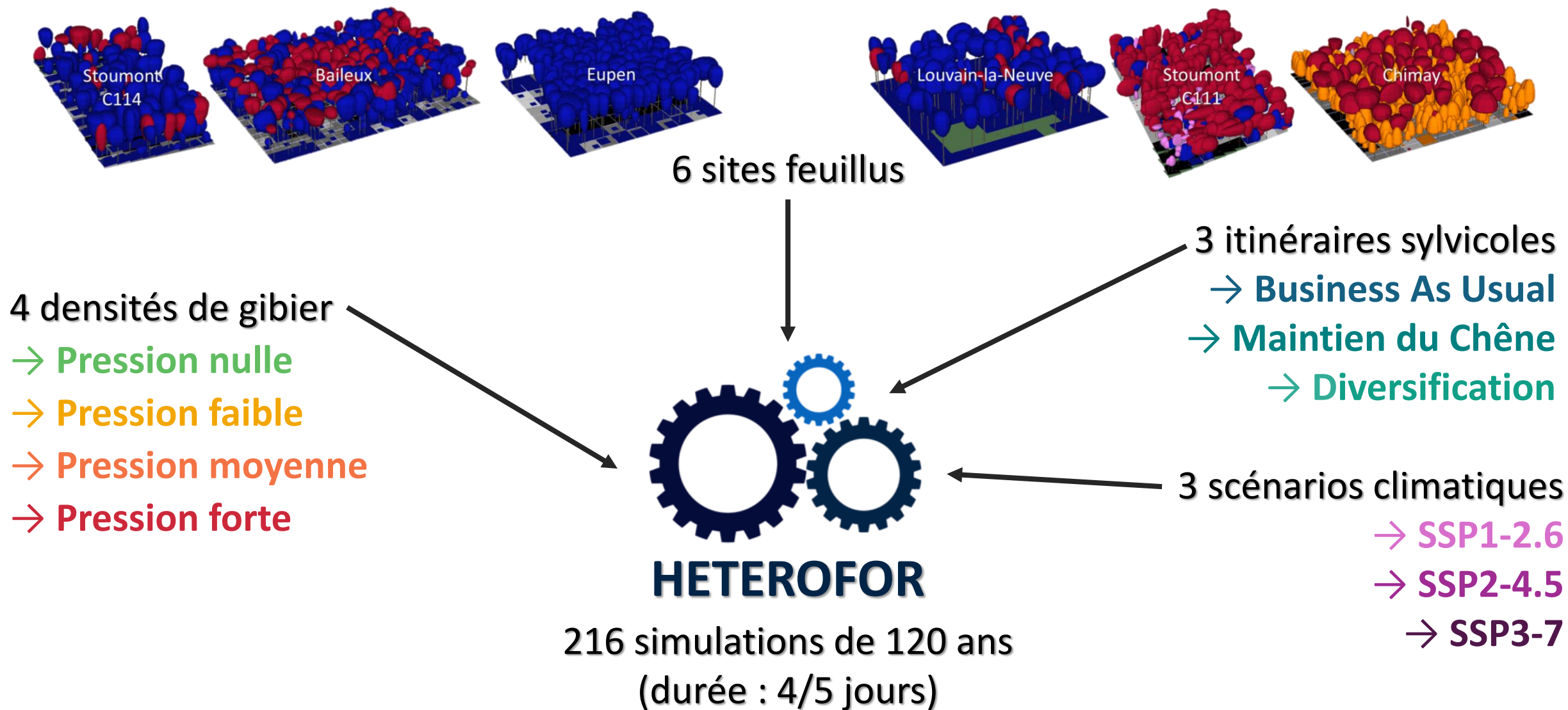
RCP 4.5
(2,7°C)

SSP3-7

Rivalité
régionale

RCP 7.0
(3,6°C)

PLAN DE SIMULATION



ANALYSES

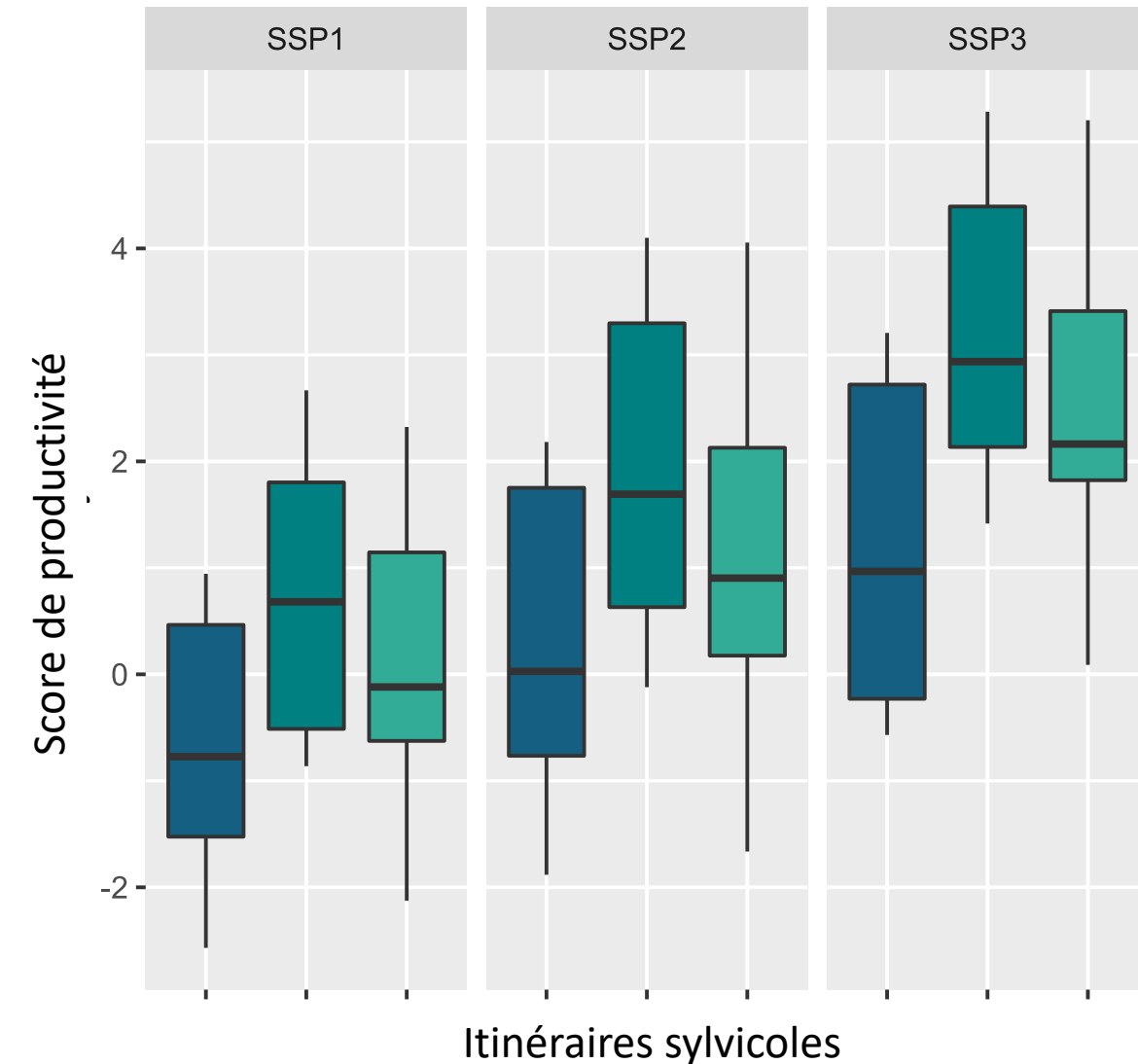
Afin de résumer les résultats tout en conservant l'information → **Création des scores synthétiques**

5 catégories → **ACP** → Score synthétique = Première composante principale

44 indicateurs ont été regroupés en **5 scores** :

- **Productivité** : Croissance des arbres, production de biomasse (surface terrière, PPB, PPN, ...)
- **Rentabilité** : Performance économique à court terme (valeur actuelle nette, revenus annuels, ...)
- **Durabilité** : Performance économique à long terme (volume final et valeur marchande finale des peuplements, ...)
- **Carbone** : Stockage et émissions (biomasse aérienne/souterraine, bois mort, produits du bois, ...)
- **Résilience** : Diversité spécifique et structurelle, réactions aux stress (sécheresse, vent, ...)

EFFET DU CLIMAT



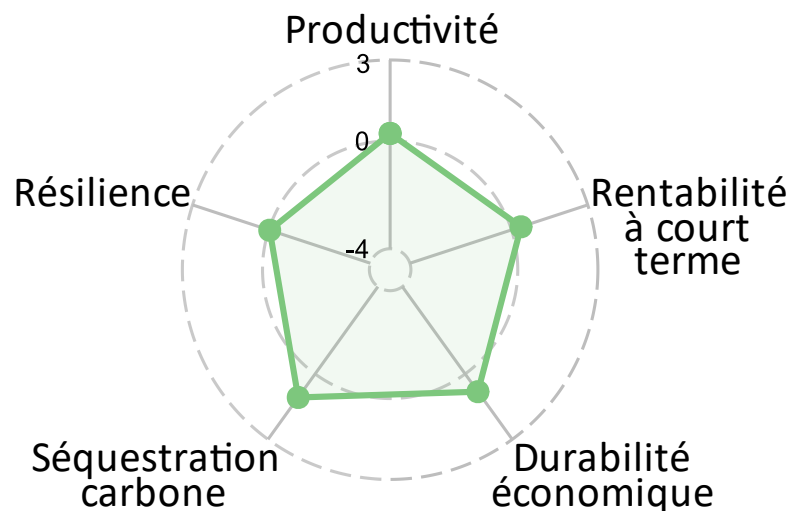
BAU
OAK
DIV

- **Effets positifs** sur tous les scores
→ Résultats cohérents avec la littérature (croissance accrue liée à une saison de végétation prolongée et effet fertilisant du CO₂ atmosphérique)
- **Limites du modèle HETEROFOR**
→ Certains processus non pris en compte (embolie, mémoire de stress hydrique, défoliation, ...)
→ Sous-estimation des effets négatifs du changement climatique
- Perspectives : Prochaines versions de HETEROFOR intégreront les processus manquants
→ **Vers une meilleure évaluation des risques climatiques sur les forêts**

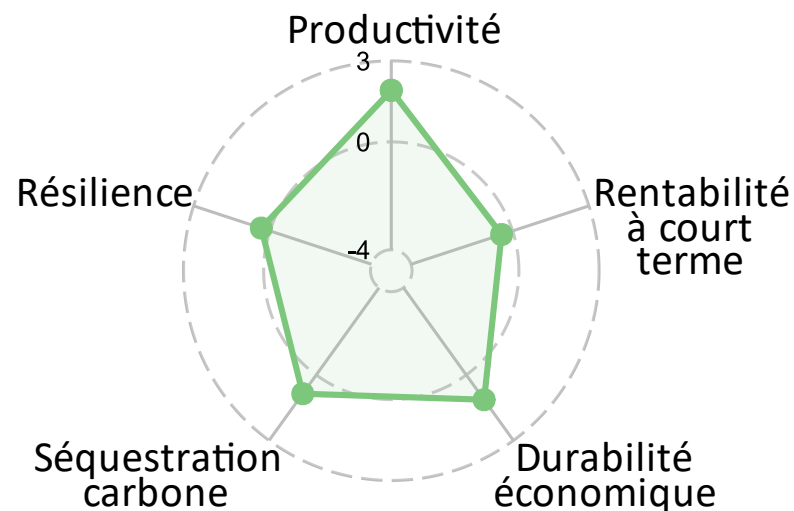
EFFET DES ITINÉRAIRES SYLVICOLES

• Pression nulle

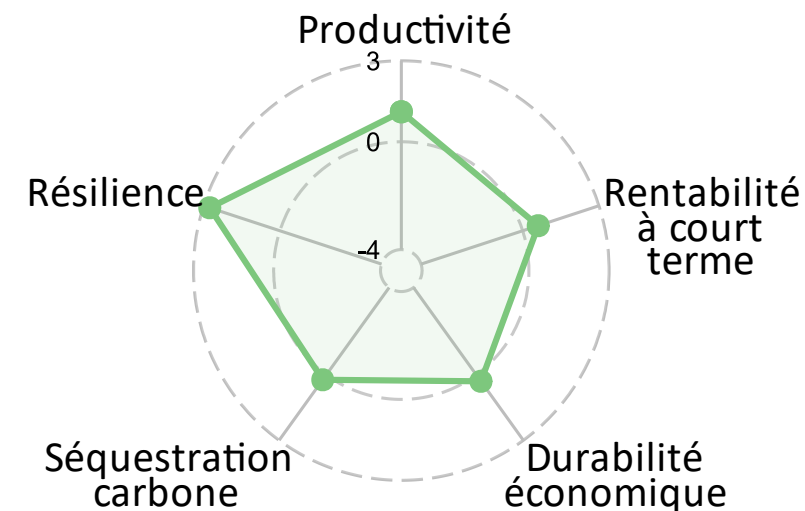
BAU



OAK



DIV

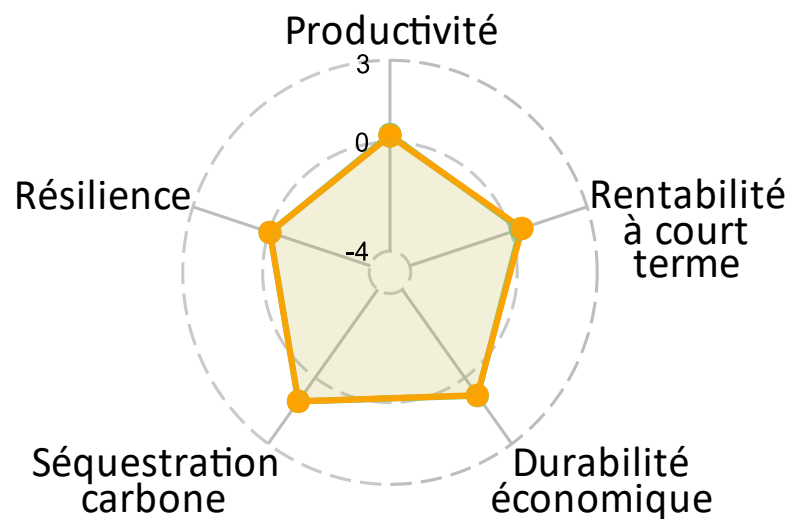


- **Productivité** : OAK > DIV > BAU
- **Rentabilité à court terme** : DIV ≈ BAU > OAK
- **Durabilité économique** : BAU ≈ OAK > DIV
- **Stockage de carbone** : BAU > OAK > DIV
- **Résilience** : DIV > > > OAK > BAU

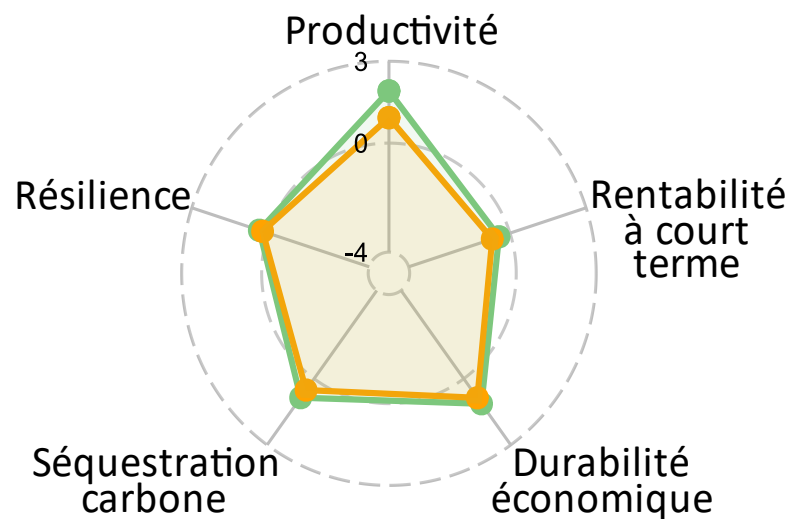
EFFETS DES DENSITÉS DE GIBIER

• Pression nulle • Pression faible

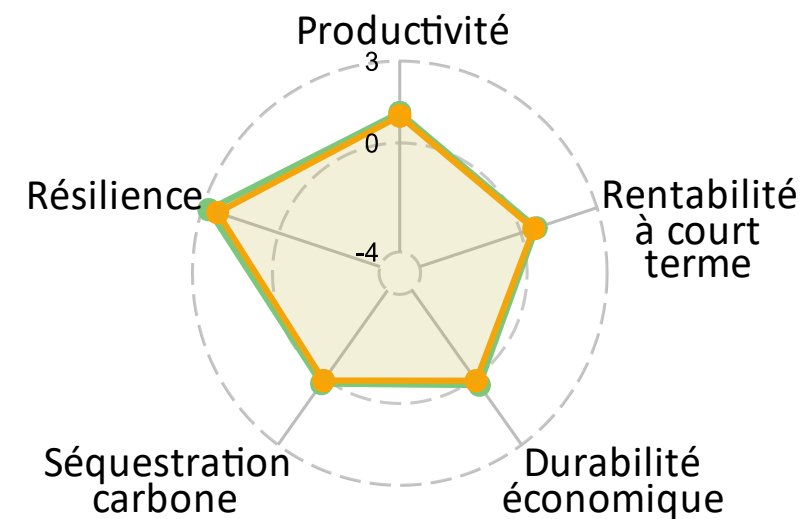
BAU



OAK



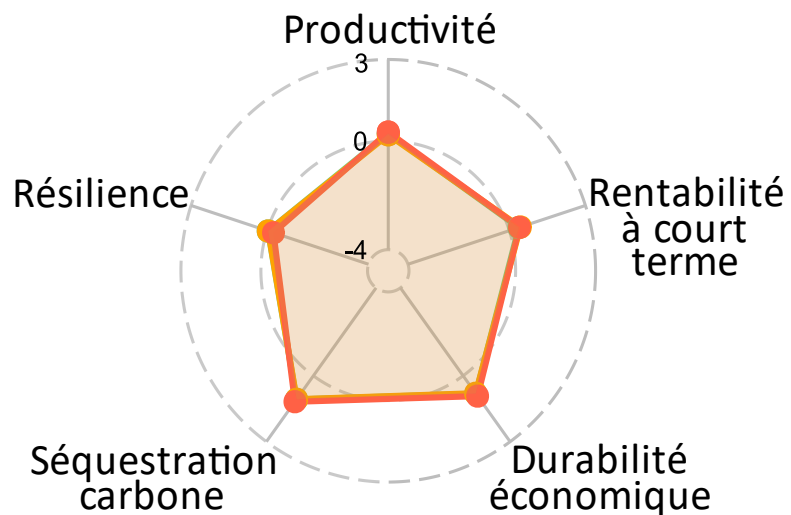
DIV



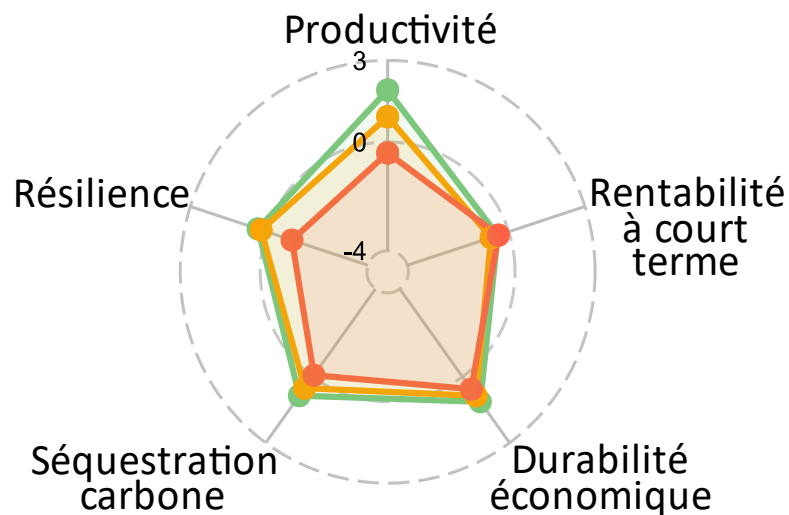
EFFETS DES DENSITÉS DE GIBIER

• Pression nulle • Pression faible • Pression moyenne

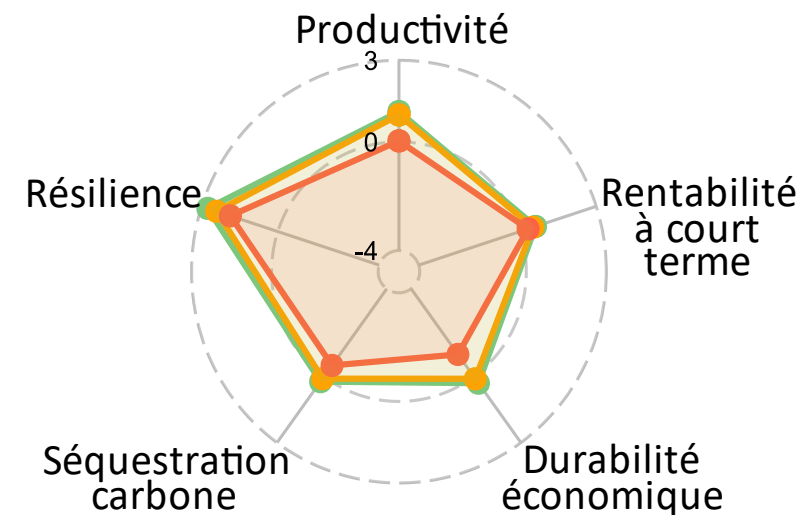
BAU



OAK



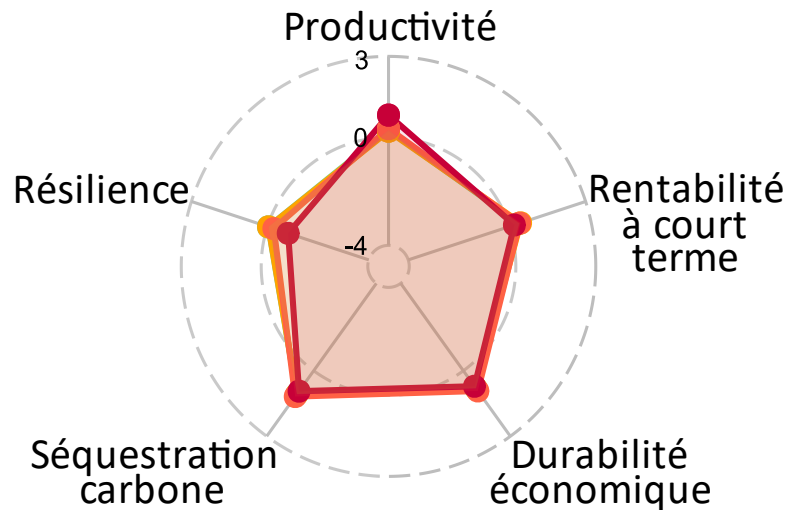
DIV



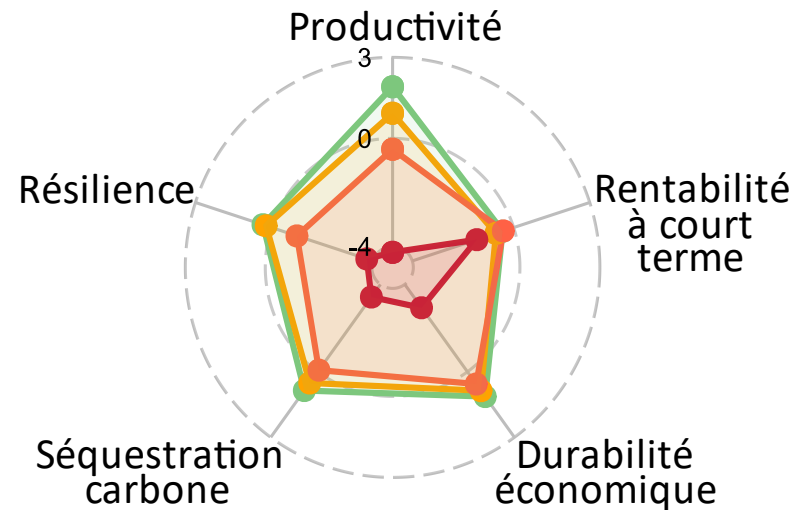
EFFETS DES DENSITÉS DE GIBIER

• Pression nulle • Pression faible • Pression moyenne • Pression forte

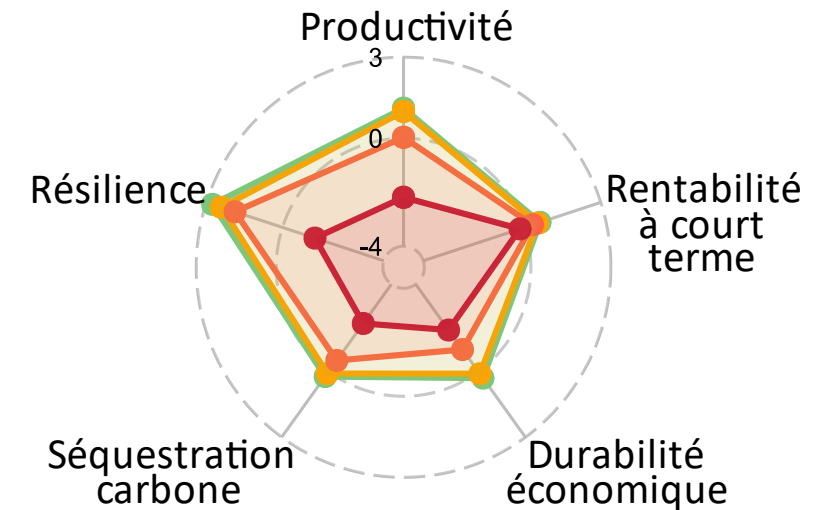
BAU



OAK



DIV



- Scénarios les plus vulnérables : **OAK et DIV** → Tous les scores sont négativement affectés par l'augmentation de la densité d'ongulés
- **Point de bascule** → Au-delà d'un certain seuil de densité, les effets deviennent critiques → Risque d'accident de régénération et ouverture du couvert forestier

DISCUSSION

- **Diversification** = une stratégie adaptative clé
 - Améliore la résilience et l'adaptabilité des forêts
 - Compense les coûts et reste rentable
- **Pression des ongulés** = un frein majeur
 - Augmente le risque d'échec des stratégies de diversification
 - Nécessite d'une gestion intégrée de la faune
- **Approche méthodologique innovante**
 - Intégration de 44 indicateurs → 5 scores synthétiques (Productivité, Rentabilité, Durabilité, Carbone, Résilience)

La diversification n'est efficace que si elle s'accompagne d'une gestion active de la faune dans un contexte de changement global.

Merci de votre attention.



LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech



belspo