

Intégration de l'herbivorie par les ongulés dans la bibliothèque régénération: présentation du modèle et exemples de simulations avec RReShar.

FOREM – INRAE Grenoble - 10/05/2023

-

**Julien BARRERE (LESSEM)**

# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

## *Pourquoi intégrer l'herbivorie dans un modèle de dynamique forestière ? (1/2)*

- Hausse des populations d'ongulés observée à l'échelle de l'hémisphère Nord <sup>1,2</sup>
- Pendant longtemps, facteur ignoré en modélisation car intervient principalement pendant la phase de régénération <sup>3</sup>
- Une contrainte de plus en plus difficile à ignorer pour simuler des trajectoires réalistes



<sup>1</sup> Côté et al. 2004

<sup>2</sup> Beguin et al. 2016

<sup>3</sup> Price et al. 2001

# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

## *Pourquoi intégrer l'herbivorie dans un modèle de dynamique forestière ? (2/2)*

Un facteur difficile à maîtriser et traiter de manière continue:



*Approches expérimentales:*  
souvent limitées à une  
variation binaire



*Approches observationnelles:* existence de  
gradients spatio-temporels, mais difficulté  
d'estimer la densité d'individus <sup>1</sup>

→ Pour certaines questions de recherche, le recours à la modélisation s'avère nécessaire

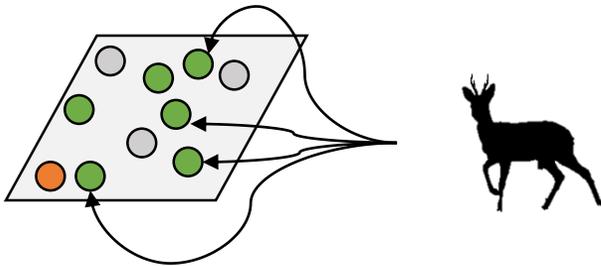
<sup>1</sup> Pfeffer et al. 2018

# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

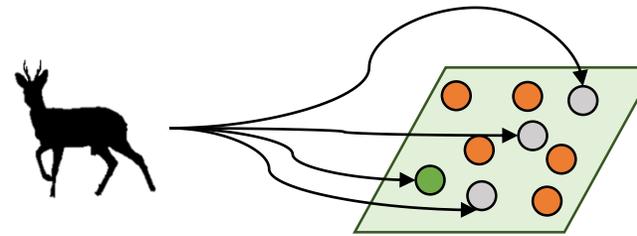
## Exemple de la problématique des effets associatifs

- Effets associatifs : idée qu'une plante exposée à l'herbivorie peut bénéficier de la présence de voisins hétérospécifiques<sup>1,2</sup>

- Espèce d'intérêt
- Espèces accompagnatrices moins appétentes
- Espèces accompagnatrices plus appétentes



*Attractant-decoy hypothesis:*  
Il est bénéfique d'être entouré de voisins plus appétant qui vont protéger l'espèce focale



*Neighbor contrast susceptibility:*  
La présence de voisins moins appétants concentre l'herbivorie sur l'espèce focale

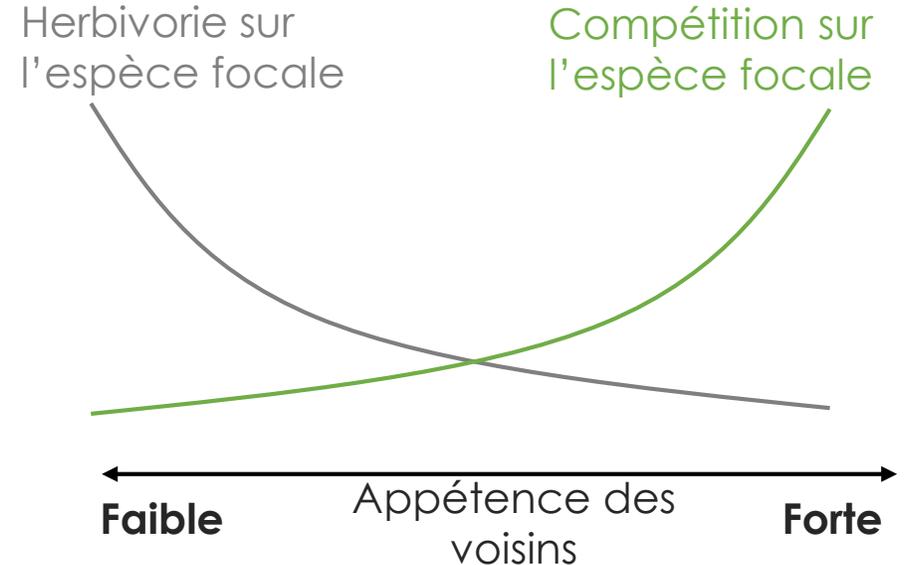
<sup>1</sup> Pfister et al. 1988

<sup>2</sup> Underwood et al. 2014

# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

## *Une théorie applicable pour la gestion ?*

- Application possible des effets associatifs : maintien de voisins appétant dans les peuplements soumis à une forte pression d'abrutissement <sup>1</sup>
- Plant vigor hypothesis: Les espèces les plus appétentes sont aussi les plus vigoureuses <sup>2</sup>



→ Quid de l'effet global sur la régénération ?

<sup>1</sup> Felton et al. 2022

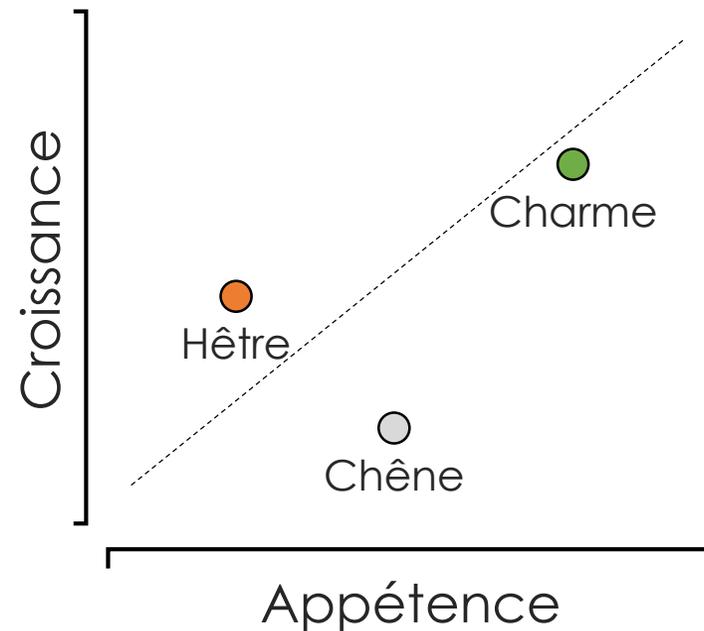
<sup>2</sup> Price 1991

# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

## *Le cas d'étude du chêne en peuplement mélangé*



- Essence de plaine majeure en Europe, dont la régénération est principalement freinée par la compétition et l'abrutissement <sup>1</sup>
- Deux principales espèces compétitrices: le hêtre et le charme, qui s'inscrivent dans le compromis croissance - appétence <sup>2</sup>

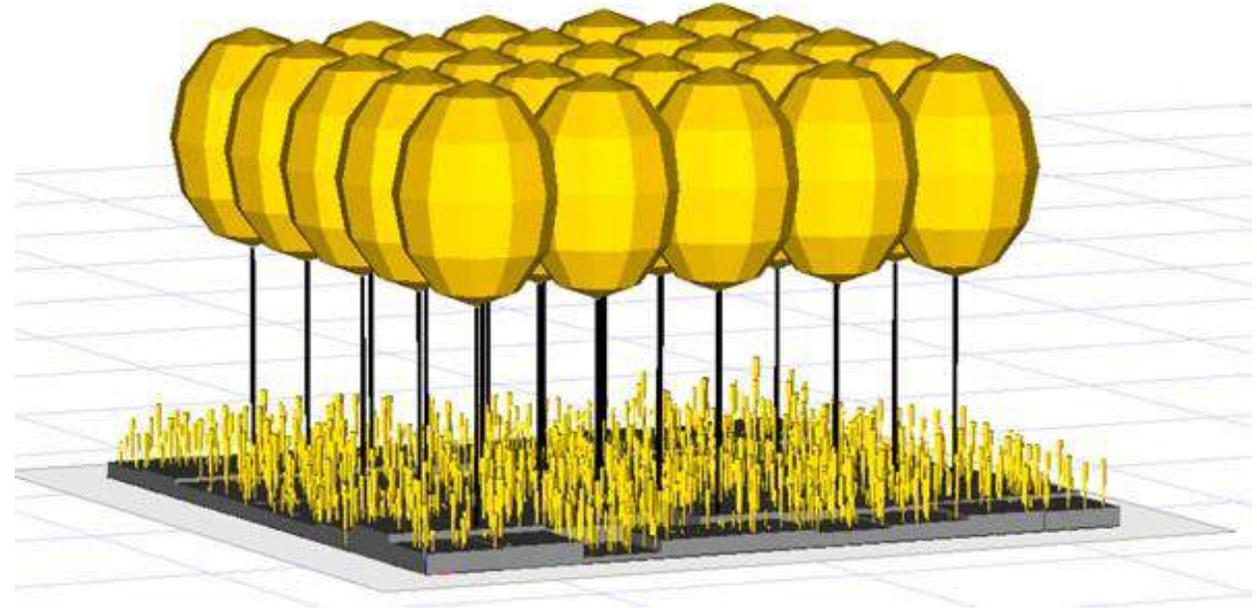
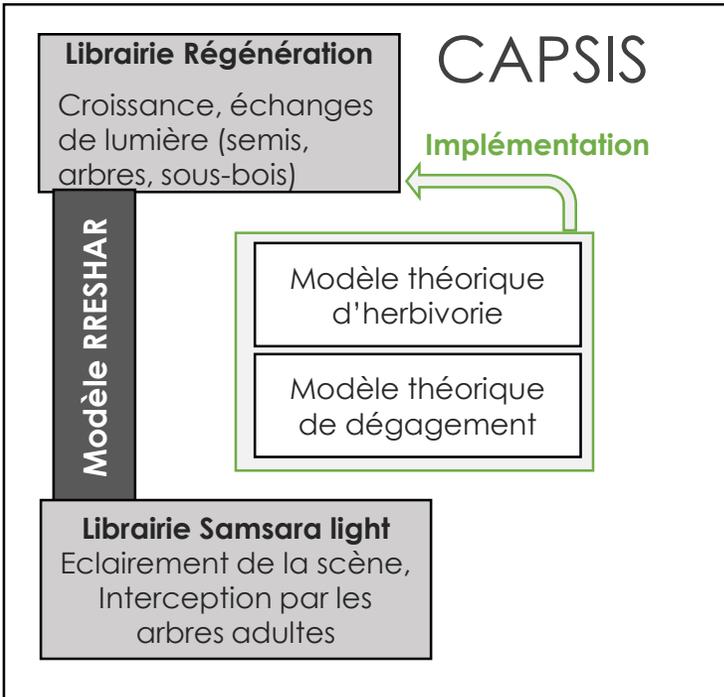


<sup>1</sup> Kohler et al. 2020

<sup>2</sup> Ligot et al. 2013

# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

## *Le modèle RReShar et la bibliothèque régénération de CAPSIS*



- Regeneration and Resource Sharing: Modèle individu centré de régénération représentant les échanges d'eau et de lumière entre semis et arbres adultes
- Repose sur les bibliothèques régénération et Samsara light

# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

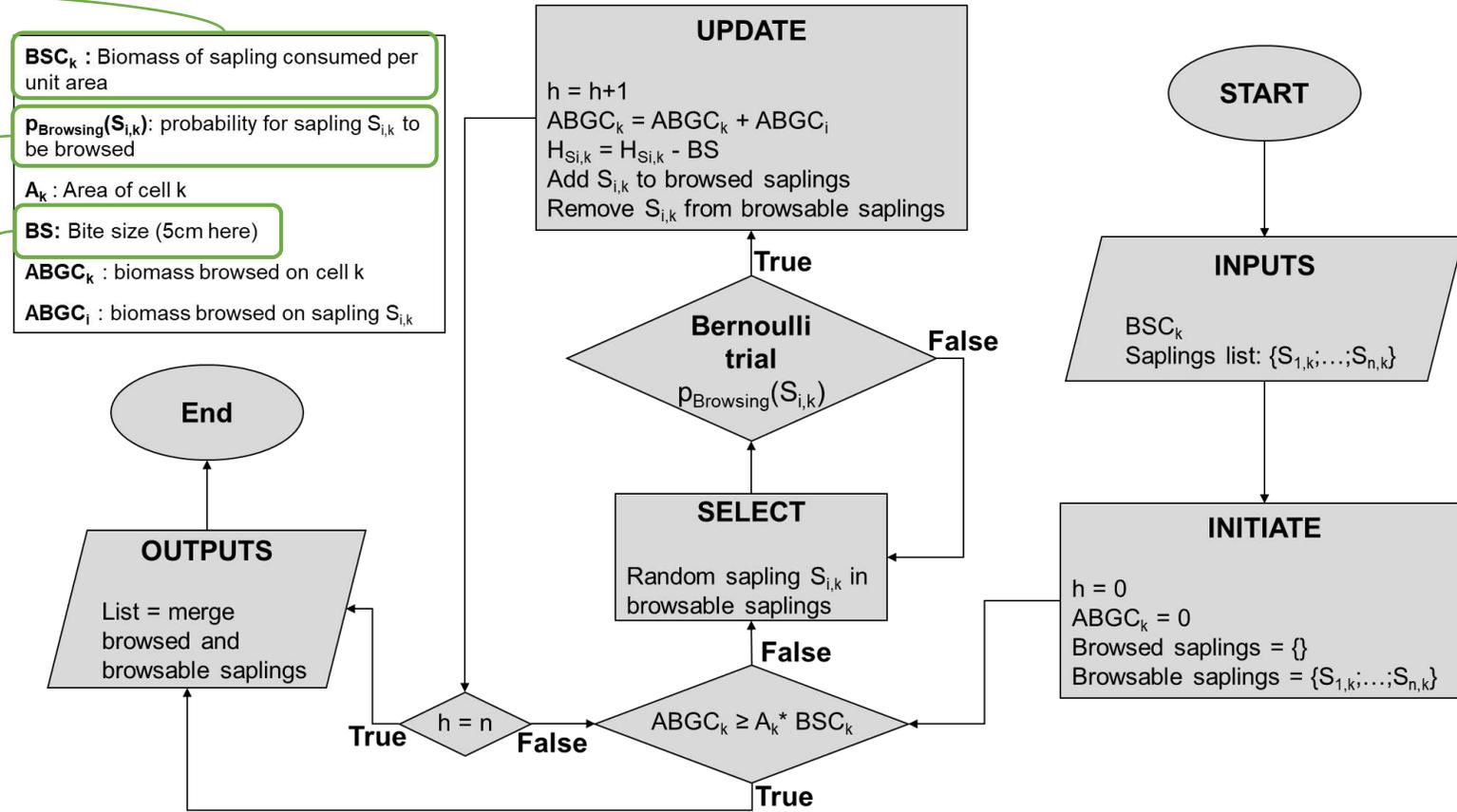
## Modèle théorique d'herbivorie

Quantification de l'herbivorie comme une biomasse annuellement consommée par unité de surface

Probabilité d'abroutissement par semis (fonction de la hauteur et de l'espèce)

Même réduction de hauteur pour tous les semis abroutis

Focus sur la sélection intra-patch: même biomasse consommée dans chaque cellule modélisée

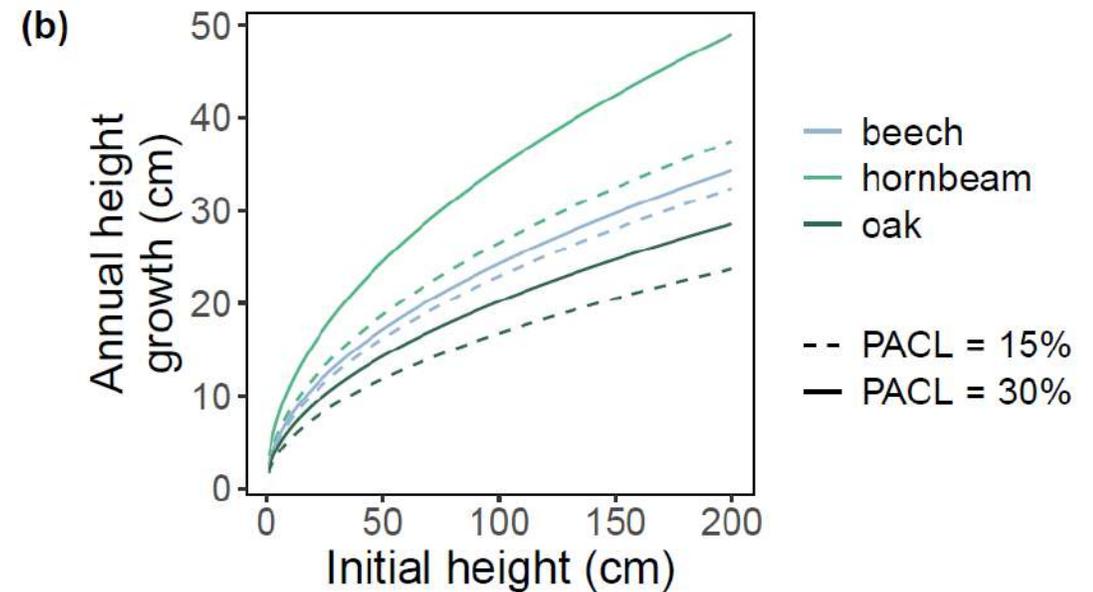
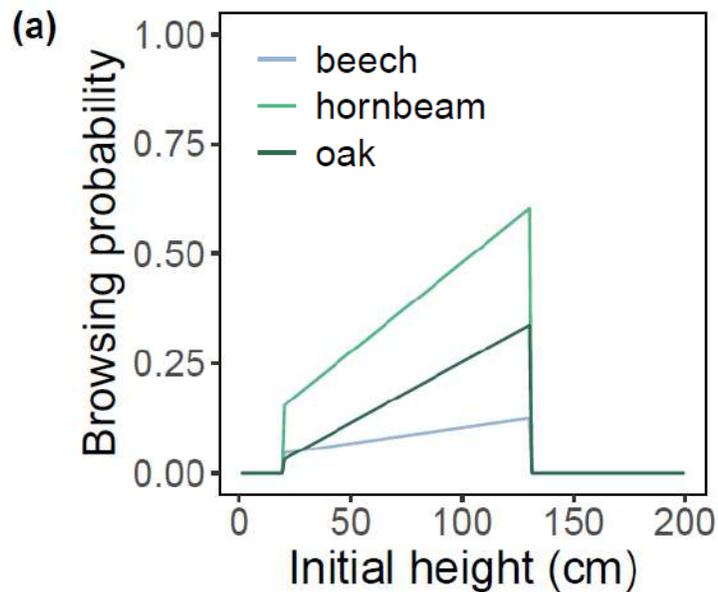


# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

## Calibration du modèle

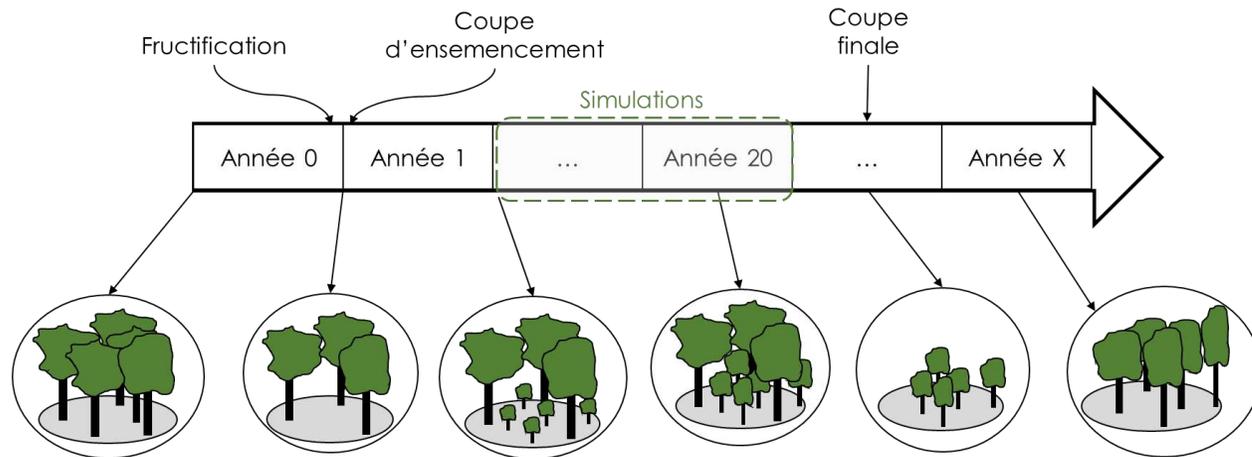
Calcul de probabilités d'abrouissements à partir de relevés de végétation sur deux sites de l'Est de la France (Barrere *et al.* 2021)

Calcul de la croissance des 3 espèces à partir d'un suivi dans les Ardennes belges (Ligot *et al.* 2013)

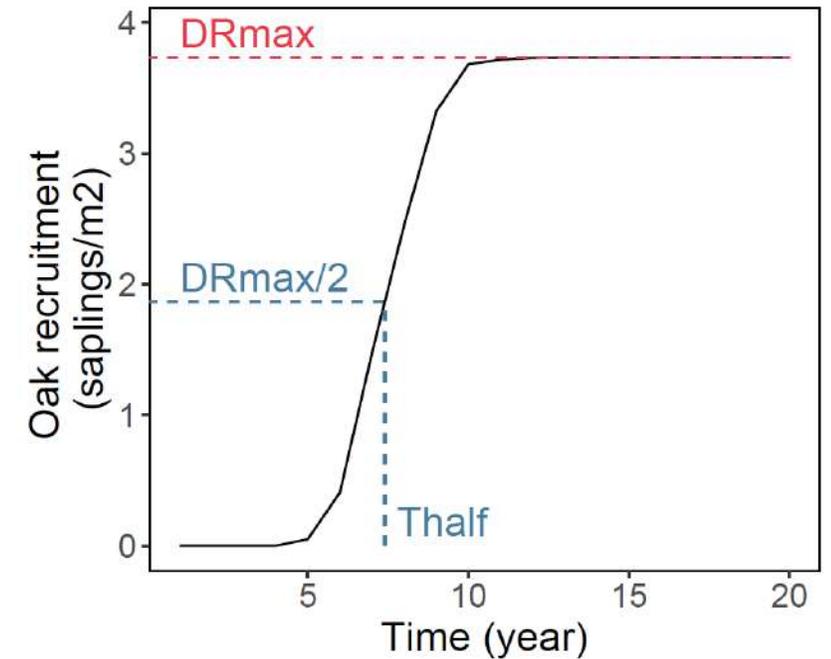


# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

## Scénario simulé et variables réponses



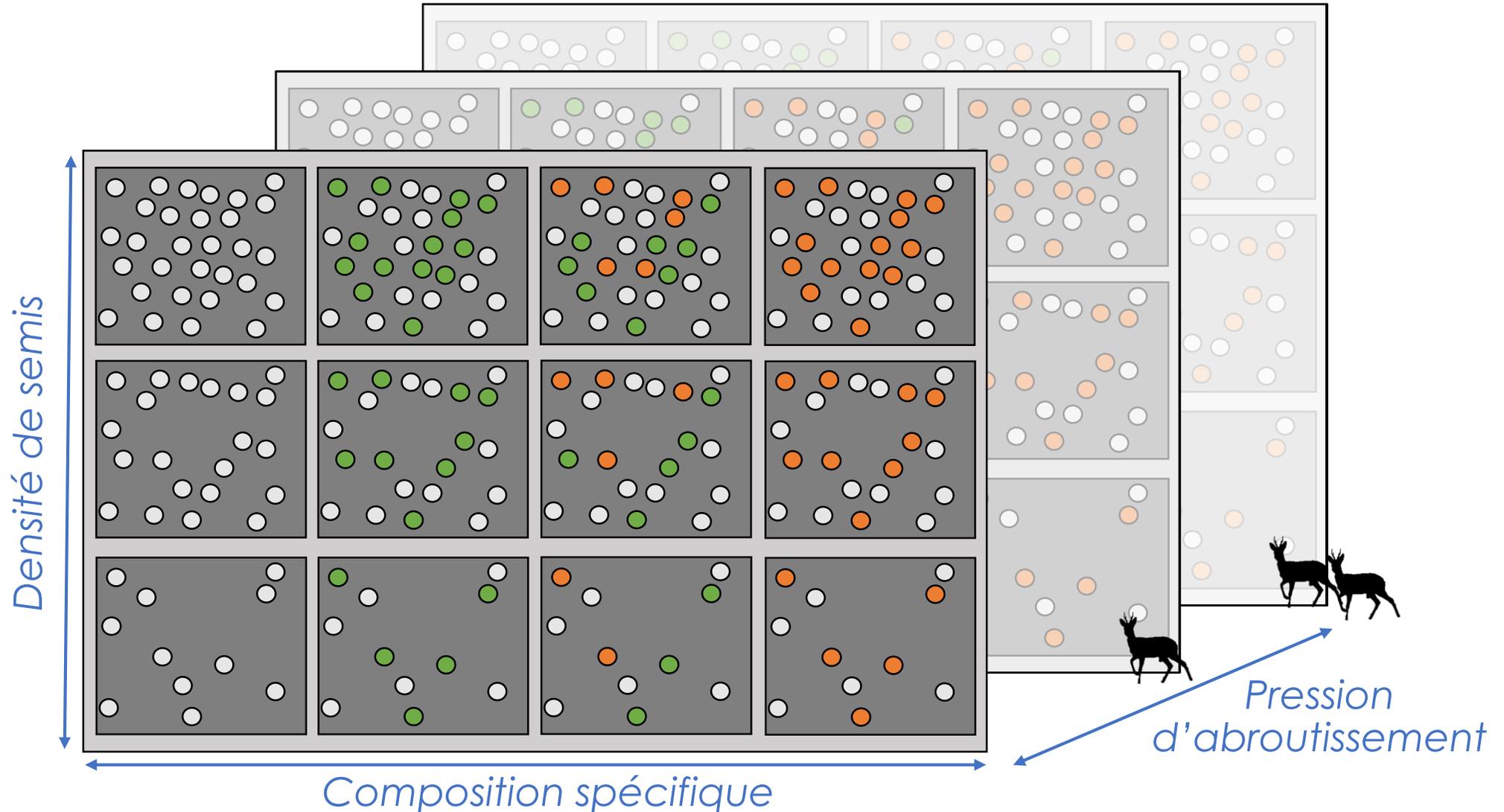
Simulation à partir d'une cohorte de semis d'un an, jusqu'à 20 ans après la coupe d'ensemencement



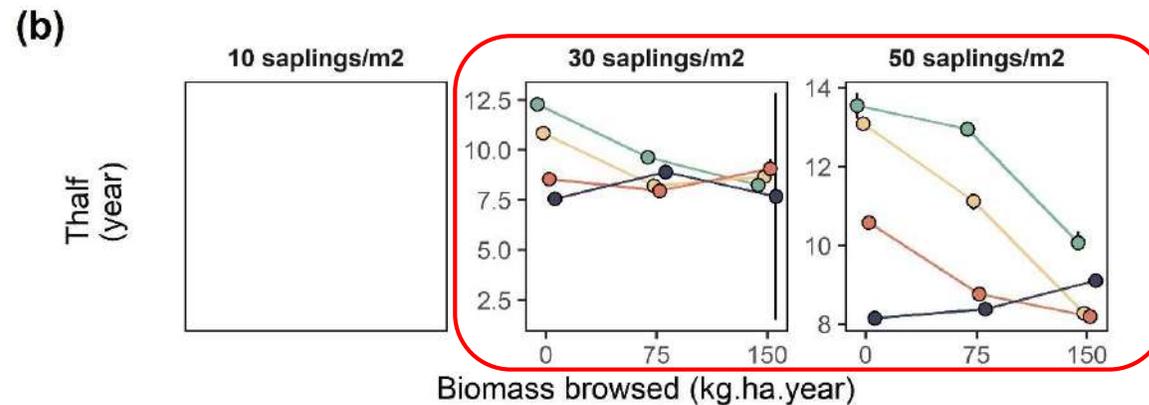
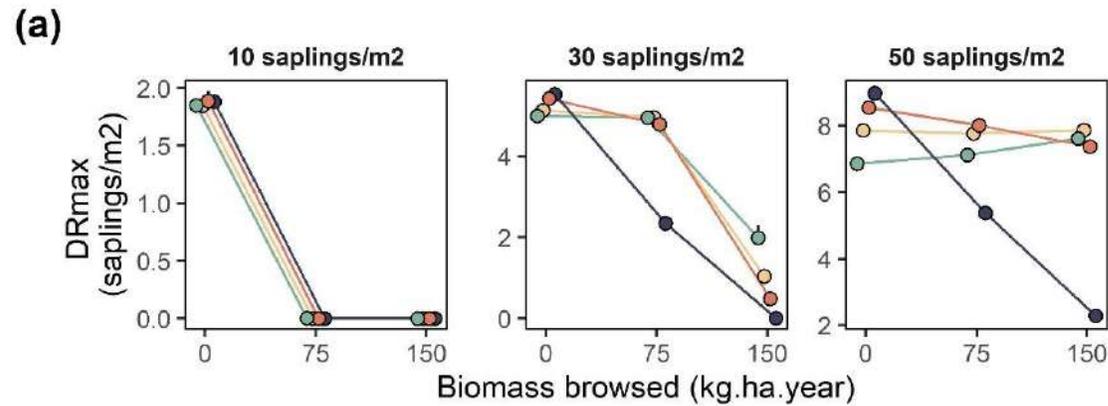
Calcul de la densité maximale de **semis de chêne** de plus de 130cm recrutés et du demi temps associé

# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

## Plan de simulation



## Résultats



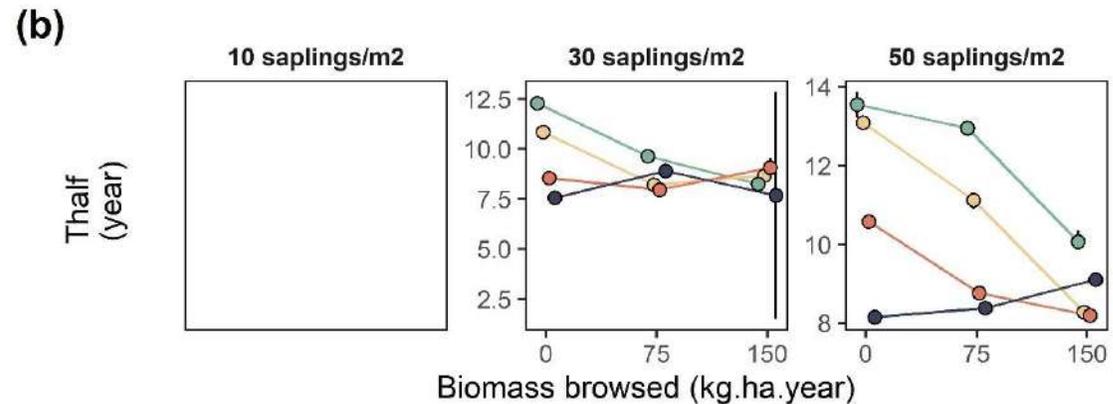
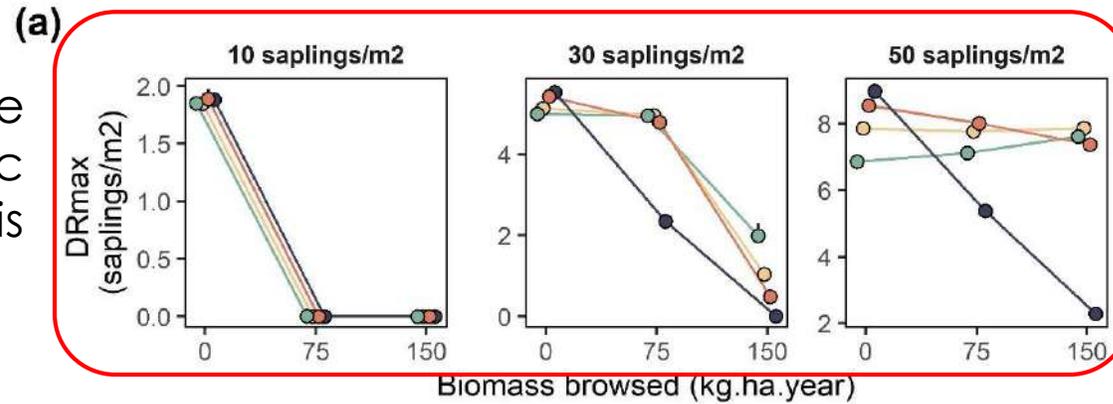
Species composition

- 50% hornbeam
- 25% beech - 25% hornbeam
- 50% beech
- 100% Oak

Régénération toujours plus lente avec l'espèce la plus appétente (charme)  
→ **L'effet compétition domine**

## Résultats

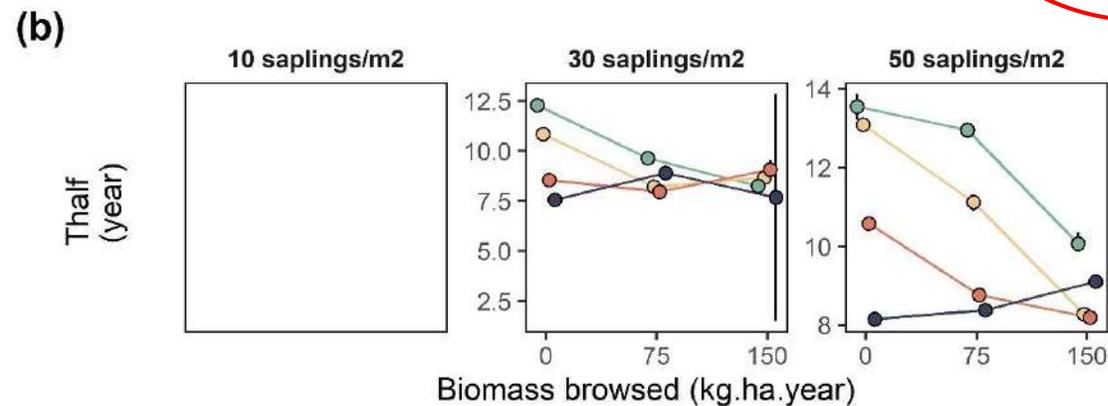
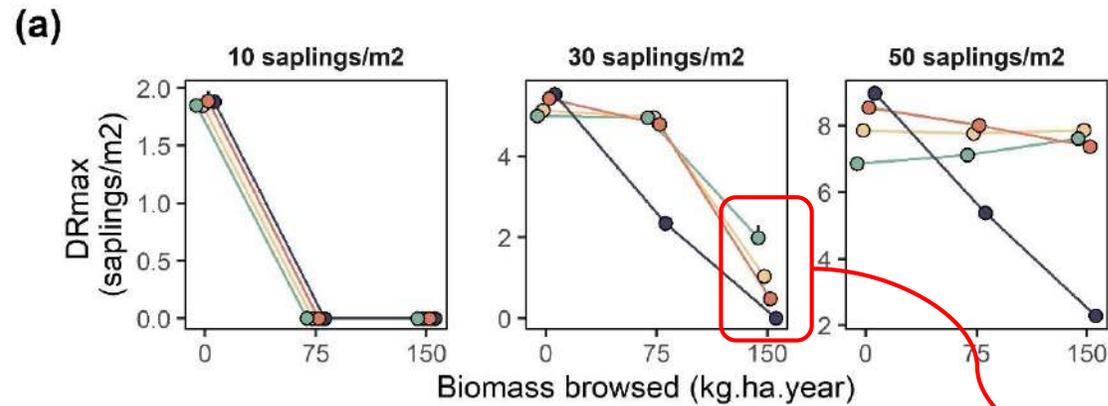
Hausse de l'importance des effets associatifs avec la densité de semis



Species composition

- 50% hornbeam
- 25% beech - 25% hornbeam
- 50% beech
- 100% Oak

## Résultats



Species composition

- 50% hornbeam
- 25% beech - 25% hornbeam
- 50% beech
- 100% Oak

Accompagnement d'une espèce plus appétente: uniquement « rentable » dans des conditions très spécifiques

*Discussion autour des résultats obtenus*

- Première approche pour étudier le compromis entre effets associatifs et compétition: suggère une importance clé du facteur compétition

*Discussion autour des résultats obtenus*

- Première approche pour étudier le compromis entre effets associatifs et compétition: suggère une importance clé du facteur compétition
- Cohérence entre certains les simulations et des résultats biologiques observés dans la littérature – e.g., effets associatifs plus forts à haute densité <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Underwood et al. 2014

## *Discussion autour des résultats obtenus*

- Première approche pour étudier le compromis entre effets associatifs et compétition: suggère une importance clé du facteur compétition
- Cohérence entre certains les simulations et des résultats biologiques observés dans la littérature – e.g., effets associatifs plus forts à haute densité <sup>1</sup>
- Reste très dépendant des hypothèses du modèle → élément clé à avoir en tête pour interpréter les résultats

<sup>1</sup> Underwood et al. 2014



# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

---

## *Perspectives d'intégration de nouvelles composantes*

- Interactions avec la ronce déjà modélisée dans RReShar mais à affiner



# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

---

## *Perspectives d'intégration de nouvelles composantes*

- Interactions avec la ronce déjà modélisée dans RReShar mais à affiner
- Sélection inter-cellules pour étudier les compromis intra vs inter-patch et réponses à l'herbivorie espèce-spécifique



# Introduction – Description du modèle – Exemples de simulations – Perspectives

---

## *Perspectives d'intégration de nouvelles composantes*

- Interactions avec la ronce déjà modélisée dans RReShar mais à affiner
- Sélection inter-cellules pour étudier les compromis intra vs inter-patch et réponses à l'herbivorie espèce-spécifique
- Etendre à un spectre plus large d'espèces ?

**Les possibilités sont nombreuses, et à discuter en fonction des besoins !**





---

Merci de votre attention !!

---

**Et aux collaborateurs:**

*Gauthier Ligot, Vincent Boulanger, Catherine Collet, Benoit Courbaud,  
François de Coligny, Anders Mårell, Sonia Saïd, Philippe Balandier*

julien.barrere@inrae.fr

