

Réseau RisqFor 2022 - Bordeaux

# Comparaison de différentes stratégies de gestion à l'échelle des massifs : étude prospective des services écosystémiques selon un gradient de perturbation croissant

06.07.2022

Violette Van Keymeulen

Promoteur : Gauthier Ligot



## Plan quinquennal pour la recherche forestière 2019-2024



### Action 3.4b

Construire une démarche méthodologique et ensuite un outil permettant de comparer des scénarios de gestion multifonctionnelle à l'échelle de massifs forestiers en tenant compte de risques éventuels.

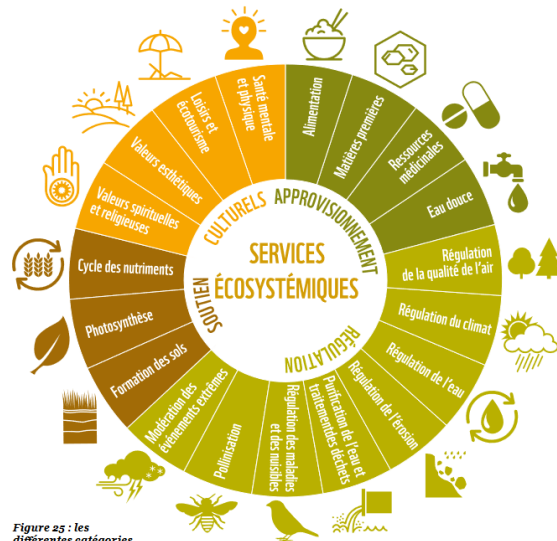
## Plan quinquennal pour la recherche forestière 2019-2024

Wallonie  
environnement  
SPW



## Action 3.4b

Construire une démarche méthodologique et ensuite un outil permettant de comparer des scénarios de **gestion multifonctionnelle** à l'échelle de **massifs forestiers** en tenant compte de **risques** éventuels.



Processus et structures biophysiques

Fonctions écologiques

Services écosystémiques

Bénéfices

Valeurs

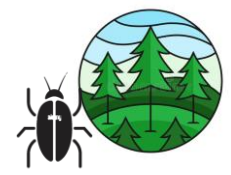


Mina et al. 2017  
Jourdan et al. 2020

Biosphère

Anthroposphère

Lindner et al. 2010  
Betts et al. 2021



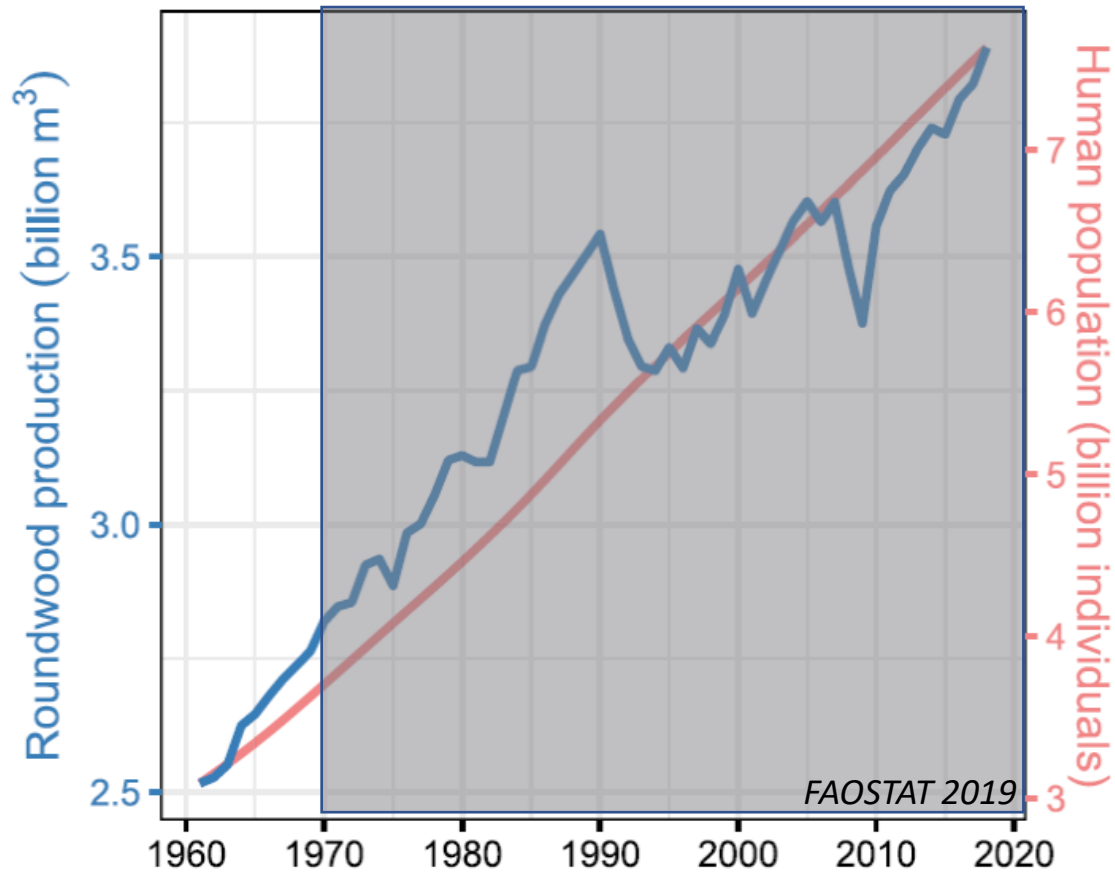
IPCC 2021



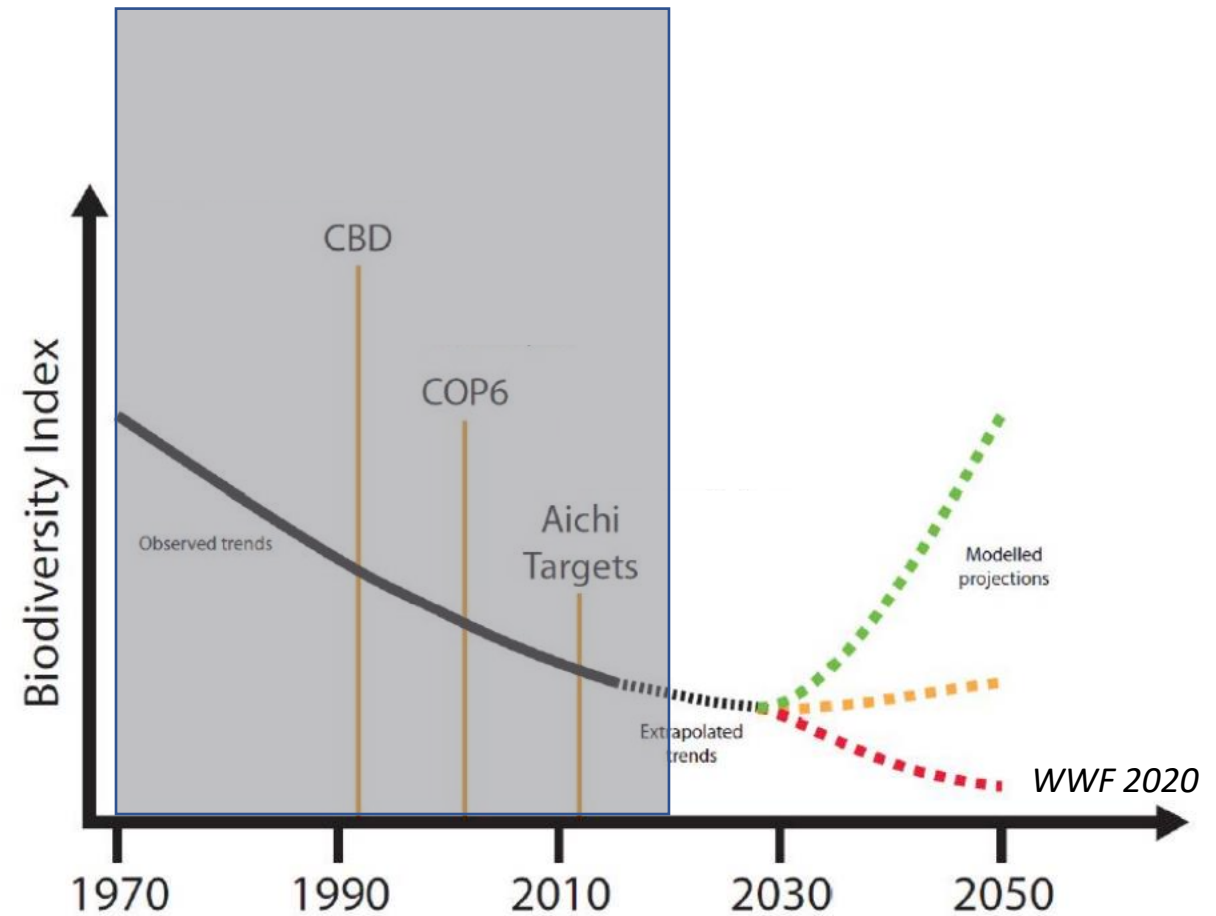
Himes et al. 2022

Socio-écosystème

## Augmentation de la demande de bois



## Effondrement de la biodiversité



## Augmentation :

- Des risques pour l'intégrité des écosystèmes et des services écosystémiques (e.g. IPCC 2021)
- Des incertitudes quant à la fréquence, la gravité et l'étendue des risques à venir (e.g. IPCC 2021)
- De la demande de bois (Kok et al., 2018; FAOSTAT, 2019)

## Effondrement de la biodiversité (IPBES 2019)

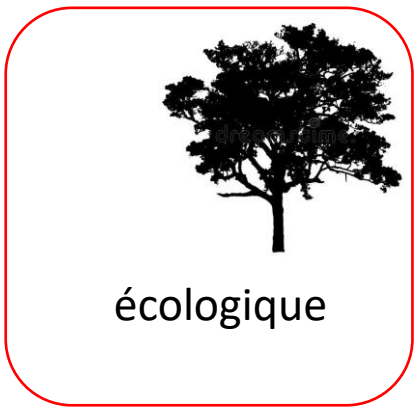


Gerer les écosystèmes  
(rendre les services écosystémiques)

Politique



Industrielle



écologique



sociale

etc

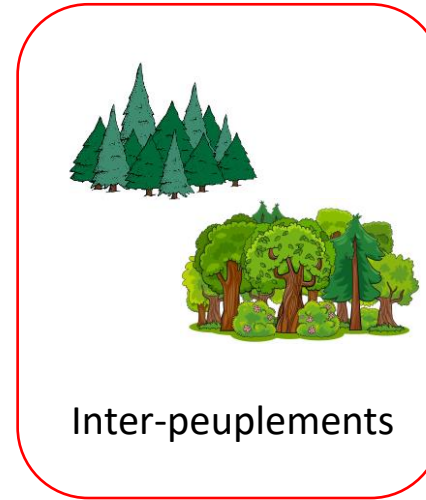
Préserver les services écosystémiques  
(résilience)



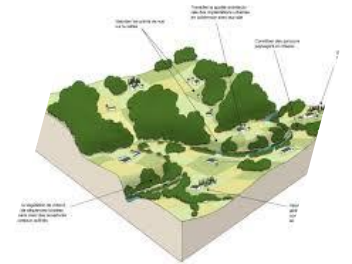
Génétique



Spécifique /  
fonctionnelle



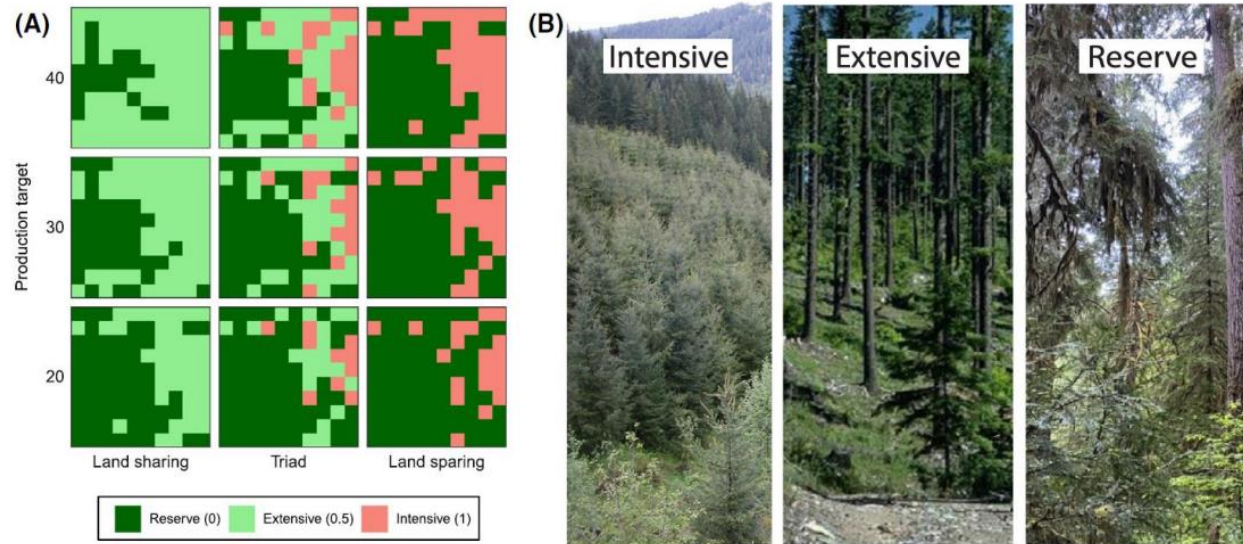
Inter-peuplements



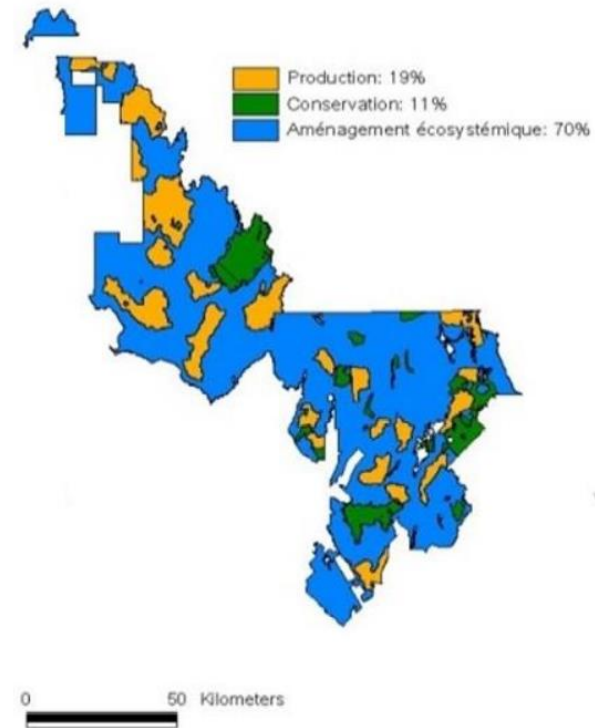
paysages



Seymour et Hunter 1992 : concept de la triade



*Betts et al. 2021*



*Messier 2020*

*“By diversifying management, the triad can help **avoid catastrophic system collapse and loss of biodiversity** the same way financial portfolios reduce risk by diversifying investments”*

*(Aplet & Mckinley, 2017)*

*“When combined with adaptive management strategies, triad has the potential to provide a full suite of **desired ecosystem services, increase adaptive capacity** of the forest to global change stressors and adjust to changes in societal values, markets and climate”.*

*(Himes et al. 2022)*

# Comparing different forest zoning options for landscape-scale management of the boreal forest: Possible benefits of the TRIAD

# TRIAD zoning in Quebec: Experiences and results after 5 years

by Christian Messier<sup>1</sup>, Rebecca Tittler<sup>1</sup>, Daniel D. Kneeshaw<sup>1</sup>, Nancy Gélinas<sup>2</sup>, Alain Paquette<sup>1,3</sup>, Kati Berninger<sup>1</sup>, Héloïse Rheault<sup>1,3</sup>, Philippe Meek<sup>4</sup> and Nadyre Beaulieu<sup>3</sup>

Pascal Côté<sup>a,1</sup>, Rebecca Tittler<sup>a,\*</sup>, Christian Messier<sup>a</sup>, Daniel D. Kneeshaw<sup>a</sup>, Andrew Fall<sup>b</sup>, Marie-Josée Fortin<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Centre d'étude de la forêt, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, Succ. C  
<sup>b</sup> School of Resource and Environmental Management, Simon Fraser University,  
<sup>c</sup> Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Toronto, Toronto

# Triad forest management: Scenario analysis of forest zoning effects on timber and non-timber values in New Brunswick, Canada

by Michael K. Montigny<sup>1</sup> and David A. MacLean<sup>2</sup>

Dividing the forest into 3 zones, each with its own management ecological and economic sustainability of the forest. For the past 10 years in central Quebec, incorporating social interests into the original Triad approach, we indicate that this approach is economically viable, socially acceptable, and much remains to be done, thus far the consensus among the stakeholders is a good fit for the public forest of Canada.

### ARTICLE INFO

**Article history:**  
Received 16 July 2009  
Received in revised form 23 September 2009  
Accepted 28 October 2009

### ABSTRACT

Forest management structures and functions. The functional zoning approach is to minimize impacts by dividing the forest into three zones: conservation, wood extensive production, and wood intensive production.

### ABSTRACT

Triad forest management is a form of zoning that includes conservation, wood extensive, and reserve zones, with management structures and functions. We evaluated the utility of triad zoning in a forest management plan for a District in New Brunswick, Canada. The triad zoning approach was applied to a reserve area of 1000 ha.

# Concentrating anthropogenic disturbances in a forest landscape to enhance ecological and economic sustainability

Triade et perturbations ?

# Perspectives: Thirty years of triad forestry, a critical review and recommendations for implementation and future research

Austin Himes<sup>a,\*</sup>, Matthew Betts<sup>b</sup>, Christian Messier<sup>c,d</sup>, Robert S. Seymour<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Department of Forest Sciences  
<sup>b</sup> Forest Biodiversity  
<sup>c</sup> Institut des Sciences de la Forêt  
<sup>d</sup> Département des Sciences de la Forêt  
<sup>e</sup> Center for Research in Forest Sciences

# A forest management optimization model based on functional zoning: A comparative analysis of six heuristic techniques

Elizabeth Serrano-Ramírez<sup>a</sup>, José René Valdez-Lazalde<sup>a,\*</sup>, Héctor Manuel de los Santos-Posadas<sup>a</sup>, Roman Anselmo Mora-Gutiérrez<sup>b</sup>, Gregorio Ángeles-Pérez<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Forest Sciences Department, Colegio de Postgraduados -COLPOS, Texcoco, Edo. de México, Mexico  
<sup>b</sup> Systems Department, Universidad Autónoma Metropolitana -UAM Azcapotzalco, Ciudad de México, Mexico

### ARTICLE INFO

**Keywords:**  
Triad  
Forest zoning  
Ecological forestry  
Forest management  
Conservation planning  
Plantations

### ARTICLE INFO

**Keywords:**  
Biodiversity conservation  
Timber production  
Heuristics  
Present value

### ABSTRACT

Current approaches to forest management must be capable of specifying where, when, and how much can be harvested from the forest to procure wood production while dealing with multiple operational and conservation considerations. To accomplish such a task, in this work, we present a multi-objective optimization model based on the "triad zoning" approach, which proposes dividing a forest under management into three zones: a) conservation, b) wood extensive production, and c) wood intensive production. An instance of functional zoning for the communal forest of San Pedro El Alto, Oaxaca, Mexico was built, which was validated by a panel of experts.

# Reducing wood at least cost to biodiversity: Integrating Triad and sharing-sparing approaches to inform forest landscape management

Matthew G. Betts<sup>1\*</sup>, Benjamin T. Phalan<sup>2,3</sup>, Christopher Wolf<sup>1</sup>, Susan C. Baker<sup>3</sup>, Christian Messier<sup>4</sup>, Klaus J. Puettmann<sup>1</sup>, Rhys Green<sup>5</sup>, Scott H. Harris<sup>1</sup>, David P. Edwards<sup>6</sup>, David B. Lindenmayer<sup>7</sup> and Andrew Balmford<sup>5</sup>

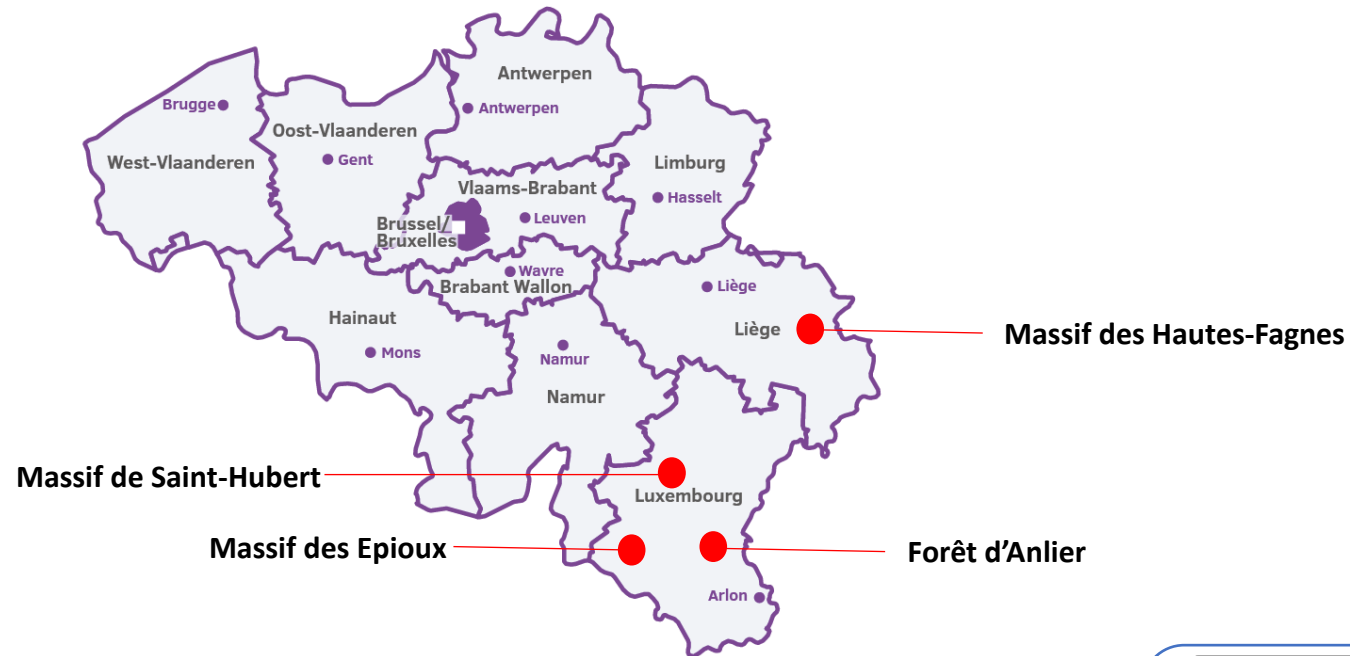
<sup>1</sup> Forest Biodiversity Research Network, Department of Forest Ecosystems and Society, Oregon State University, Corvallis, OR, 97331, U.S.A.  
<sup>2</sup> Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 40170-115, BA, Brazil  
<sup>3</sup> School of Natural Sciences and ARC Centre for Forest Value, University of Tasmania, Private Bag 55, Hobart, TAS, 7001, Australia  
<sup>4</sup> Département des Sciences Biologiques, Université du Québec à Montréal, Montréal, QC, H3C 3P9, Canada  
<sup>5</sup> Conservation Science Group, Department of Zoology, University of Cambridge, Cambridge, CB2 3EJ, U.K.  
<sup>6</sup> Department of Animal and Plant Sciences, University of Sheffield, Sheffield, S10 2TN, U.K.

# Allocation of conservation efforts over the landscape: the TRIAD approach

DAVID A. MACLEAN, ROBERT S. SEYMOUR, MICHAEL K. MONTIGNY, AND CHRISTIAN MESSIER



Quelles sont les stratégies de gestion (« land sharing », « land sparing » et « triade ») permettant de maximiser les services écosystémiques à l'échelle du massif selon un gradient de perturbation croissant ?



Scénario de gestion sylvicole

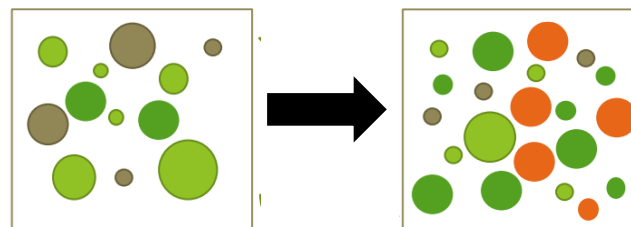
Scénario de perturbations (climat et ravageurs)

Simulation de  
l'évolution des massifs  
forestiers

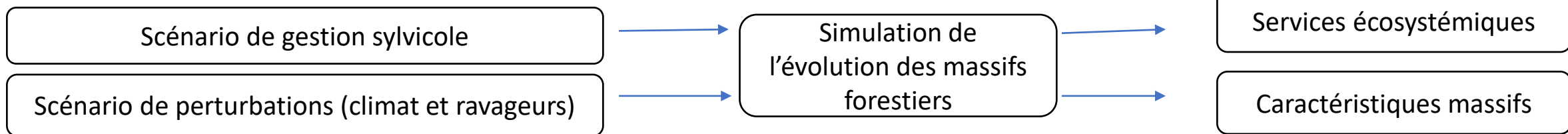
Services écosystémiques

Caractéristiques massifs

Résilience



## Piste de recherche 1



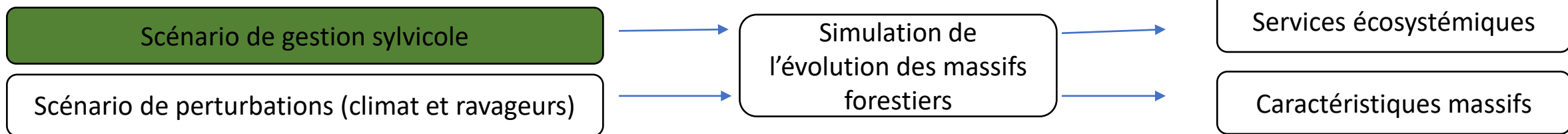
	Conservation	Ecosystem management	Wood production	
			Intensive	Plantation
Status quo				
Recommandation DNF				
Triade « a »				
Triade « b »				
Land sharing				
Land sparing				
<i>Modalités (taux annuel de récolte)</i>	0%	0,8%	1,2%	2%



Itinéraire sylvicole à préciser pour chaque zone fonctionnelle



## Piste de recherche 1



	Conservation	Ecosystem management	Wood production	
			Intensive	Plantation
Status quo (exemple des Epioux)	6 %	37 %	57 %	
Recommandation DNF	5 %	30 %	65 %	
Triade « a »	x	x	x	
Triade « b »	x	x	x	
Land sharing	x	x		
Land sparing	x	x	x	
<i>Modalités (taux annuel de récolte)</i>	0%	0,8%	1,2%	2%



Distribution des zones (%) à définir

**Quelles sont les stratégies de gestion (« land sharing », « land sparing » et « triade ») permettant de maximiser les services écosystémiques à l'échelle du massif selon un gradient de perturbation croissant ?**

**Piste de recherche 1**



**Q1 : Les scénarii de land sparing, land sharing et triade se distinguent-ils en termes de services écosystémiques rendus (sans perturbations) ?**

- *Ho : la triade est plus performante que le land sharing et le land sparing*
- *Si Ho confirmé, quelle répartition de la triade permet de maximiser l'ensemble des services ?*

**Q2 : Les différents scénarii se distinguent-ils en termes de services écosystémiques rendus (avec perturbations) ?**

- *Si oui, quelle stratégie de zonage fonctionnel permet de maximiser l'ensemble des services ?*
- *Si oui, les scénarii actuellement mis en place sont-ils optimaux ?*
- *Ho : /*

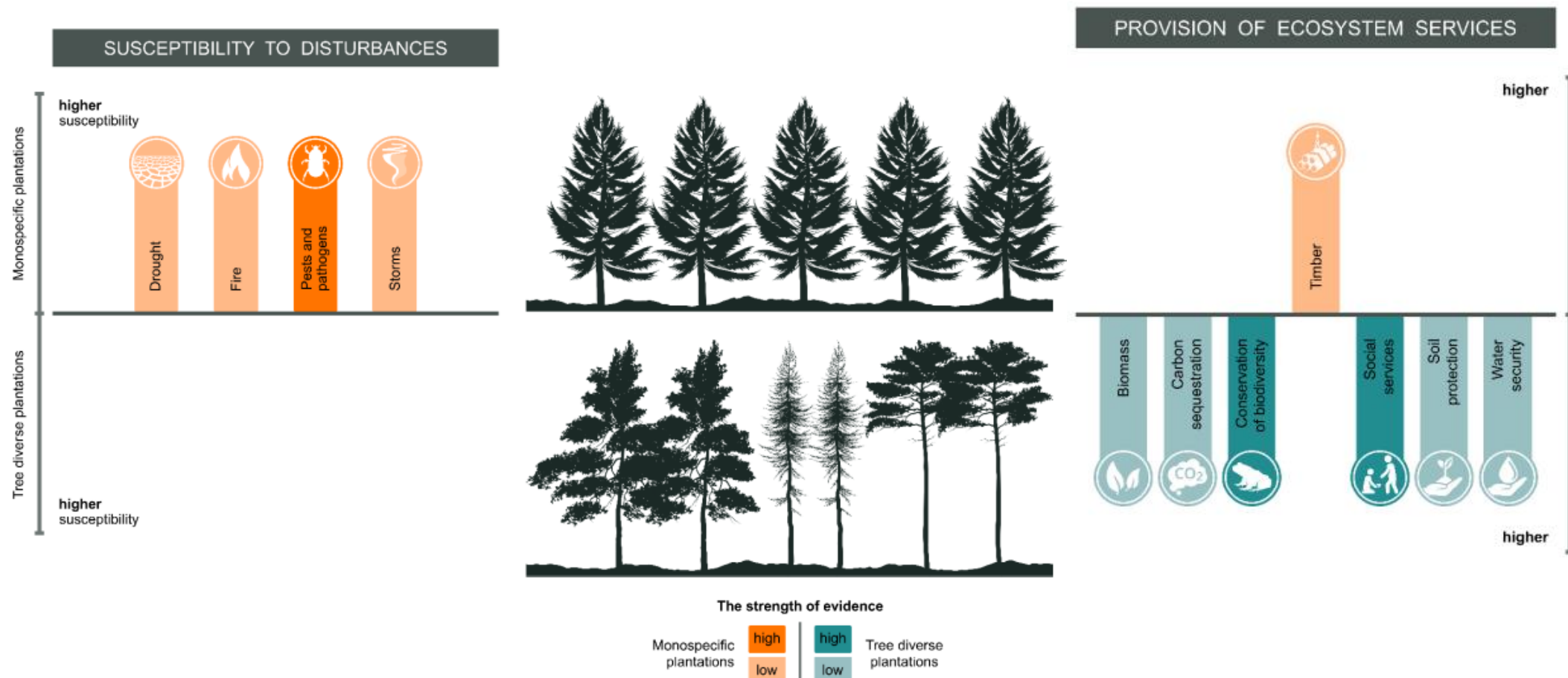
**Q3 : La localisation et la surface des zones fonctionnelles influencent-elles les services écosystémiques ?**

- *Ho : L'augmentation de la surface des réserves diminue les effets de lisière et favorise la diversité spécifique*
- *Ho : Les zones de réserves entourées d'un buffer extensif et éloignées des zones intensives renforcent la « biodiversité »*



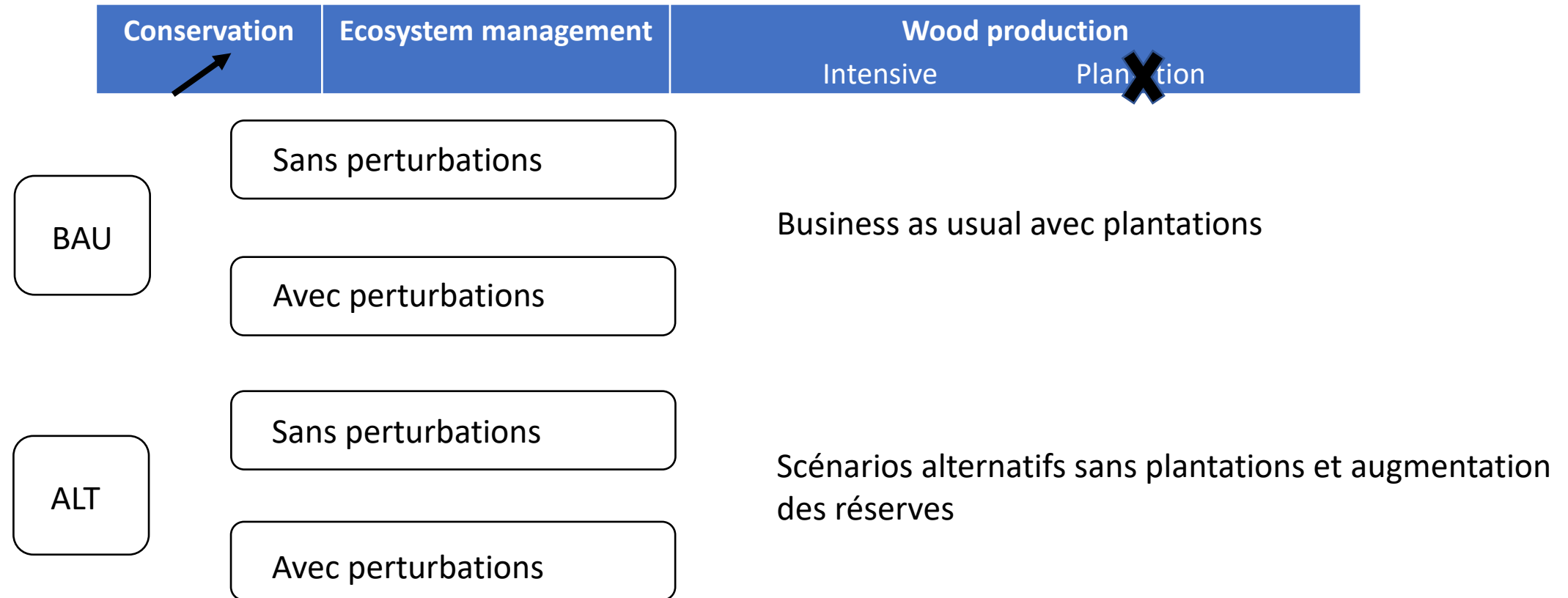
Q4 : La spatialisation des modes de gestion est-elle le facteur le plus impactant pour la résilience des services ?

Q5 : Un enrichissement fonctionnel et une irrégularisation des Z2 et Z3 permet-il d'améliorer la résilience des services ?



## Piste de recherche 2

Le DNF souhaite augmenter les zones de réserve et supprimer les plantations mono-équiennes



Scénarios alternatifs variables d'un point de vue :

- De la composition des peuplements (diversité spécifique, diversité fonctionnelle). A quelle échelle ?
- De la structure verticale des peuplements (irrégularisation)
- Du mode de gestion des peuplements

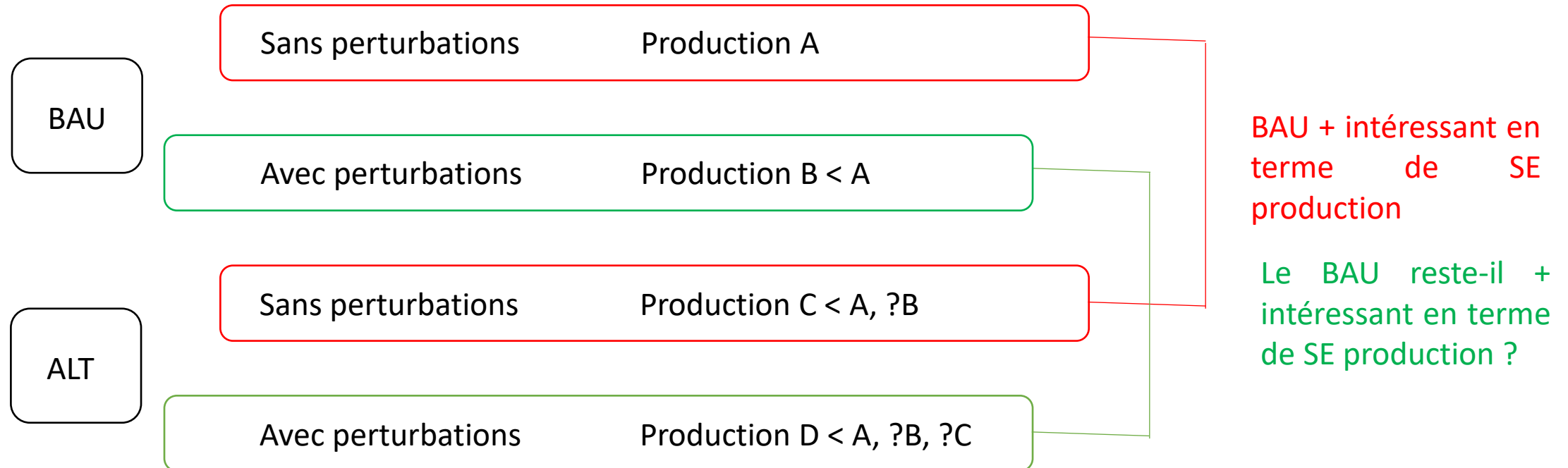


Elicitation des experts pour construire les scénarios ?

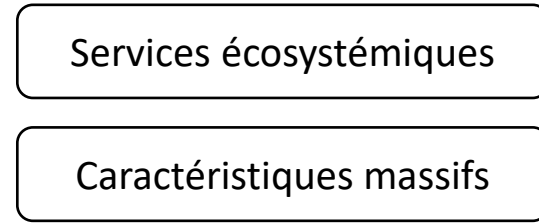
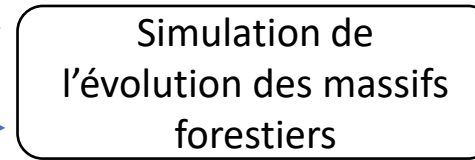
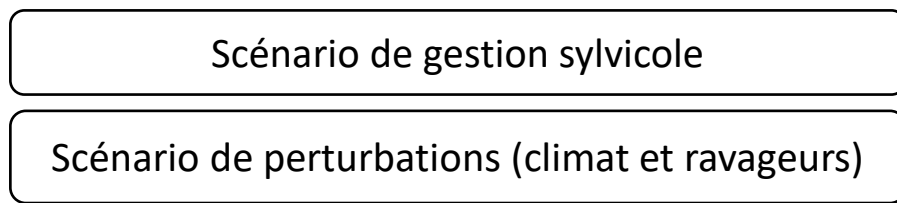


## Piste de recherche 2

Le DNF souhaite augmenter les zones de réserve et supprimer les plantations mono-équiennes

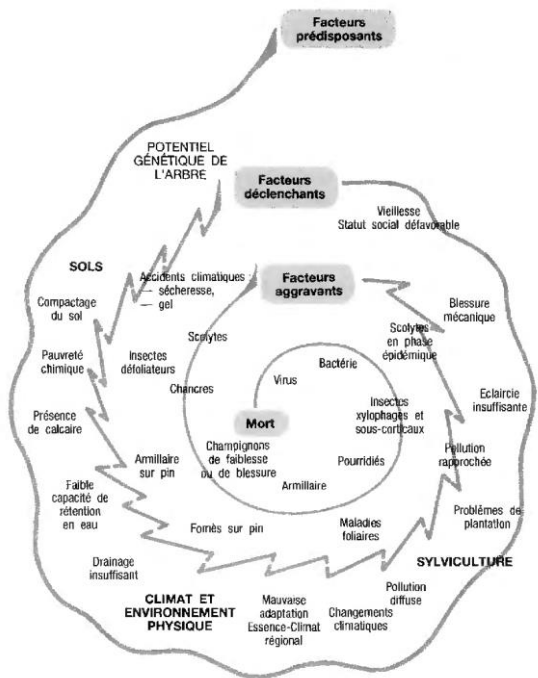


Qu'en est-il de la biodiversité et des autres services écosystémiques ?



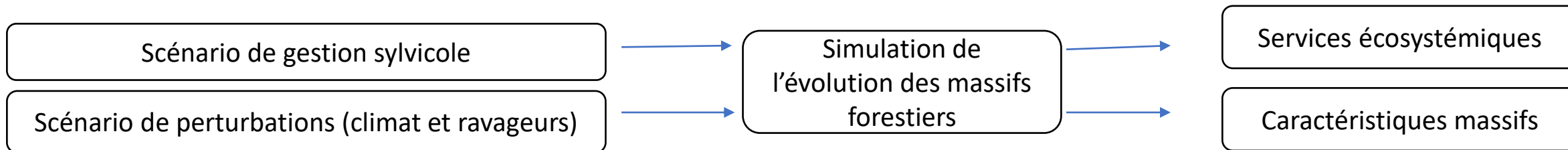
+ vent ?

Figure 1 LA « SPIRALE DU DÉCLIN » DE MANION (1981) ADAPTÉE AUX CONDITIONS FRANÇAISES (DSF Nord-Est)



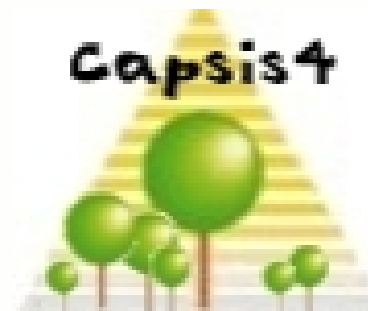
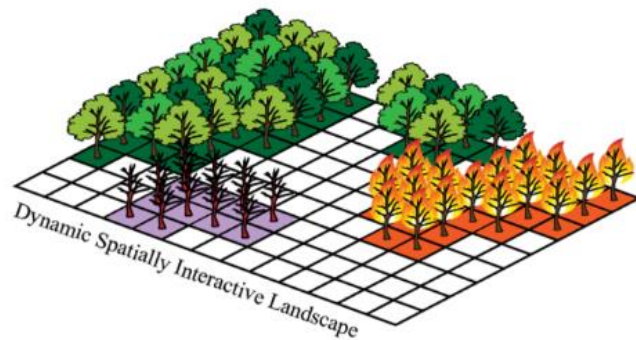
Scénario / Nature de la perturbation	Climat	Ravageurs
1	Identique	Absents
2	Stress hydrique et thermique faible	Attaques rares
3	Intermédiaire	Attaques courantes
4	Forts	Attaques fréquentes





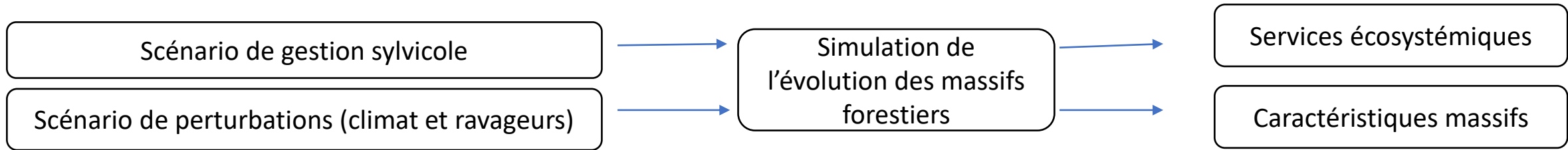
## Modélisation des perturbations à travers les modèles de dynamique de la végétation

### **LANDIS-II** LANDIS-II Forest landscape model



### Capsis

Computer-aided projection of strategies in silviculture



## Etude d'impact via séries temporelles

### Des services écosystémiques

Service	Indicateur
Production de bois	Volume, qualité, essence concernée
Socio culturel	A définir
Biodiversité	Densité de dendromicro-habitats, diversité alpha, gamma A définir

+ autres SES ?

### Des caractéristiques de la forêt

- Composition et configuration des peuplements
- Distribution des âges
- Indice de fragmentation du paysage

### De la résilience de ces caractéristiques

Analyse des séries temporelles des indicateurs

- Résistance
- Rétablissement
- Changement net
- Variance et moyenne des valeurs de l'indicateur
- Nombre de chutes significatives de l'indicateur





A dense forest landscape featuring a mix of evergreen and deciduous trees. The evergreens are dark green, while the deciduous trees show some autumnal colors like yellow and orange. The background is slightly hazy, suggesting a misty or overcast day.

Merci de votre attention