

La théorie de la viabilité un outil pour l'interdisciplinarité en agroécologie

Vincent Martinet

&

Muriel Tichit

vincent.martinet@inra.fr

muriel.tichit@inra.fr



Plan

1. Brève introduction à la théorie de la viabilité
2. La théorie de la viabilité, un cadre pour favoriser une certaine forme d'interdisciplinarité
3. Apports de la théorie de la viabilité pour l'agroécologie

1- Théorie de la viabilité

Une brève introduction aux concepts et méthodes, et
à leur utilisations potentielles

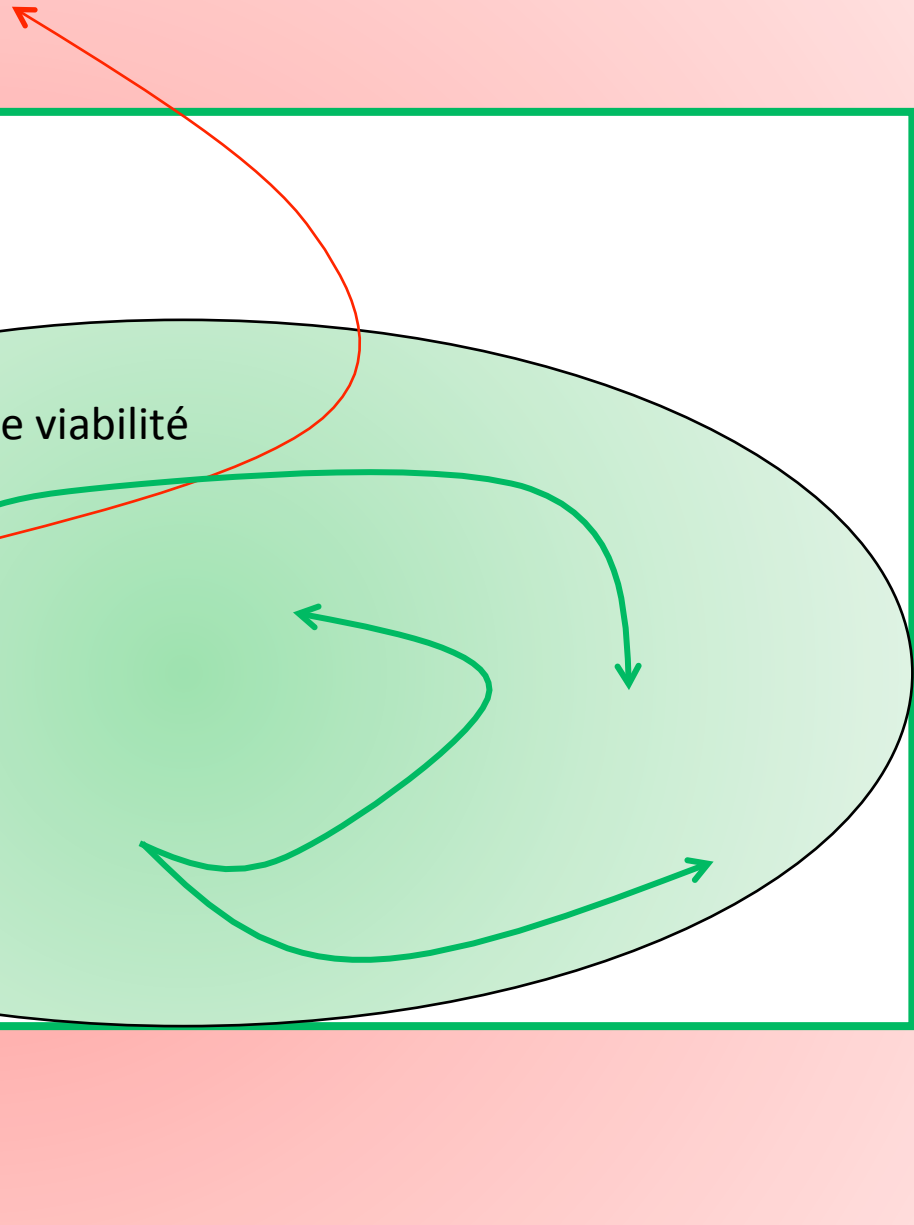
Théorie de la viabilité: concepts et méthodes

- Un cadre mathématique permettant d'étudier la compatibilité entre un système dynamique et un ensemble de contraintes
 - Système dynamique contrôlé : équations dynamiques reliant l'évolution d'un état caractérisant le système aux contrôles (et paramètres)
 - Ensemble de contraintes représentant les configurations souhaitées pour le système et devant être respectées à tout temps = « propriétés à préserver »
- Le noyau de viabilité: un outil permettant de caractériser la viabilité de l'état du système
 - Ensemble des états à partir desquels il existe au moins une trajectoire permettant de respecter l'ensemble des contraintes sur tout l'horizon du problème
 - ⇒ Irréversibilité à quitter le noyau
 - ⇒ Jeu de contraintes de viabilité plus exigeant que les contraintes initiales, prenant en compte la dynamique du système (inertie...)
- Identification des contrôles viables: ensembles des décisions qui respectent les contraintes à la date présente tout en maintenant l'état du système dans le noyau de viabilité
 - Garantir l'existence de trajectoires viables à partir de l'état futur
 - Non-unicité des contrôles viables => Flexibilité

Ensemble des états possibles

Configurations désirables

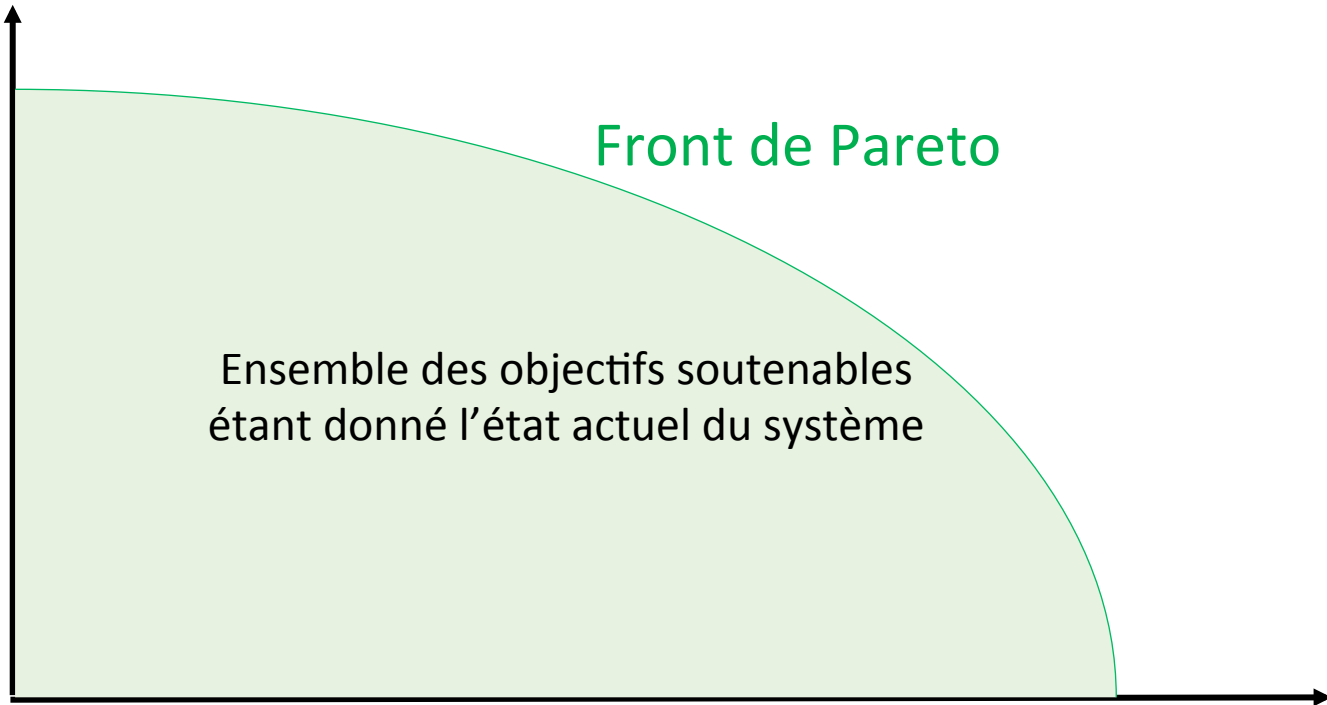
Noyau de viabilité



Théorie de la viabilité: utilisations potentielles

- Utilisations classique :
 - Déterminer les conditions de respect intertemporel de contraintes, en termes d'états et de contrôles viables
 - Possibilité de prendre en compte l'incertitude
- Extensions :
 - Etude de trajectoires permettant de restaurer la viabilité d'un système (i.e., réintégrer le noyau) : Minimisation du temps de crise, optimisation (fonction objectif)
 - Viabilité inversée : Déterminer, pour un état du système donné, l'ensemble des contraintes de durabilité qui peuvent être satisfaites de manière dynamique

Enjeu 2:
Niveau à soutenir



Front de Pareto

Ensemble des objectifs soutenables
étant donné l'état actuel du système

Enjeu 1:
Niveau à soutenir

2 - Théorie de la viabilité et interdisciplinarité

Un outil qui facilite le dialogue entre disciplines

Théorie de la viabilité et interdisciplinarité

- Un formalisme mathématique
 - compatible avec une vision multicritère du développement durable propice à la prise en compte d'enjeux relatifs à plusieurs disciplines, où chaque critère est exprimé dans sa propre unité de mesure
 - pouvant fédérer des travaux interdisciplinaires entre disciplines ayant pour habitude de travailler avec ce formalisme
 - ⇒ Compatibilité nécessaire (écologie, économie, mécanique, mathématiques appliquées...)
 - ⇒ Besoin de connaissances disciplinaires suffisantes sur chaque composante du système pour pouvoir construire le modèle dynamique (liens fonctionnels et études statistiques ; expertise disciplinaire pour choix des seuils...)
- Outil n'étant pas penser *pour* l'interdisciplinarité mais permettant d'aborder certaines questions de recherche et certaines formes d'interdisciplinarité
- Viabilité inverse : visualisation des arbitrages nécessaires entre enjeux, pouvant accompagner la révélation des préférences des porteurs d'enjeux

Interlude : trois minutes pour comprendre la viabilité

<https://www.youtube.com/watch?v=LOkRWFubB28>

You're two minutes away from understanding viability theory!



VIABLE DYNAMIC SYSTEM

CONSTRAINTS

Pour cela, le rameur doit se maintenir dans une certaine zone de la rivière.

0:52 / 3:00

3 - Théorie de la viabilité et agroécologie

Apports de la TV pour traiter les questions de
l'agroécologie

3 – Théorie de la viabilité et agroécologie

Reformulation des problèmes

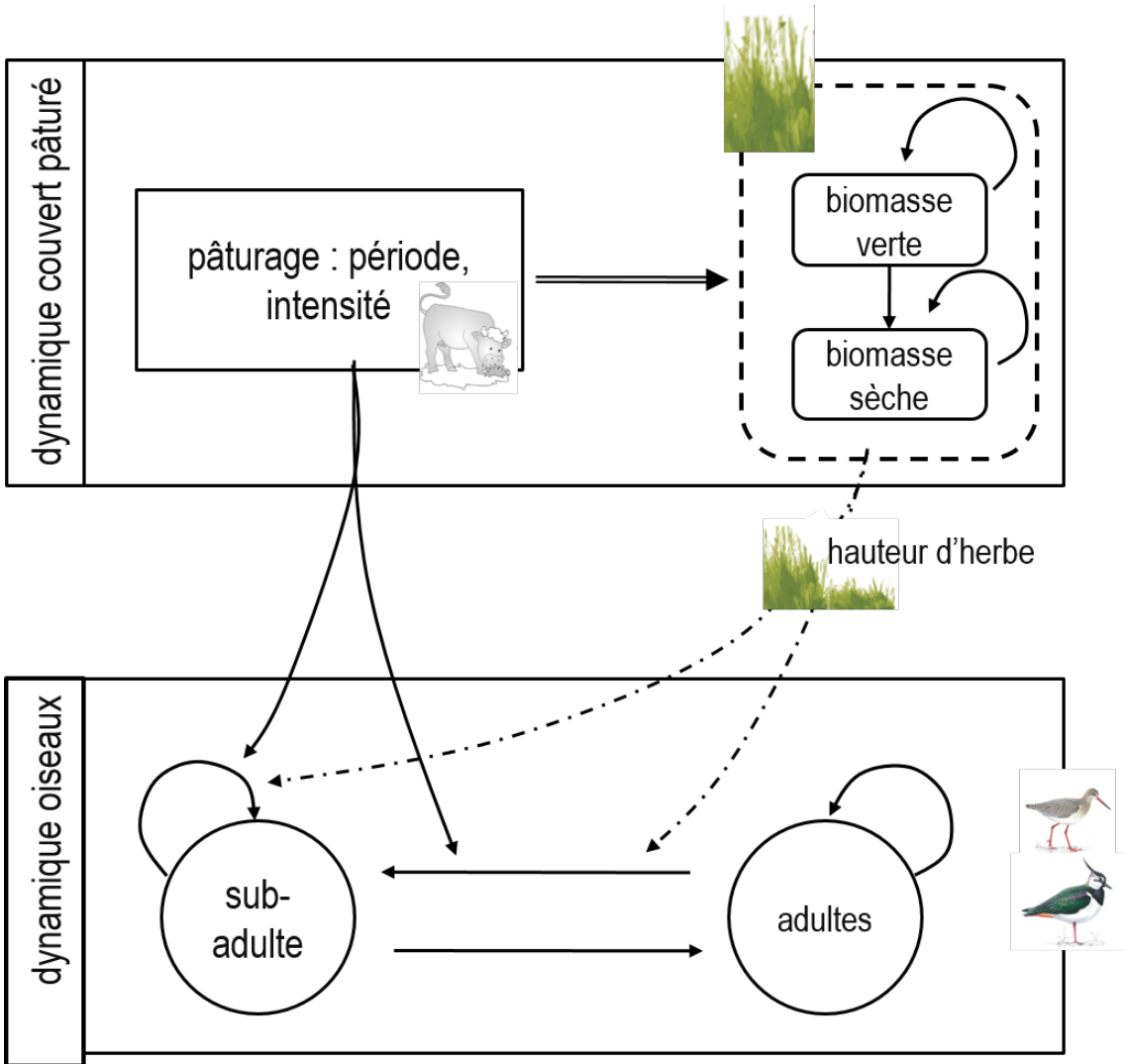
- En complément des travaux qui testent l'effet de X sur Y
- La théorie de la viabilité pose la question de **quel ensemble de décisions** peut garantir le maintien d'un agroécosystème dans des **limites acceptables**
- Révéler un **espace d'exploitation sûr** en tenant compte de **≠ dimensions**
- et en fournissant un **portefeuille de solutions**

3 – Théorie de la viabilité et agroécologie

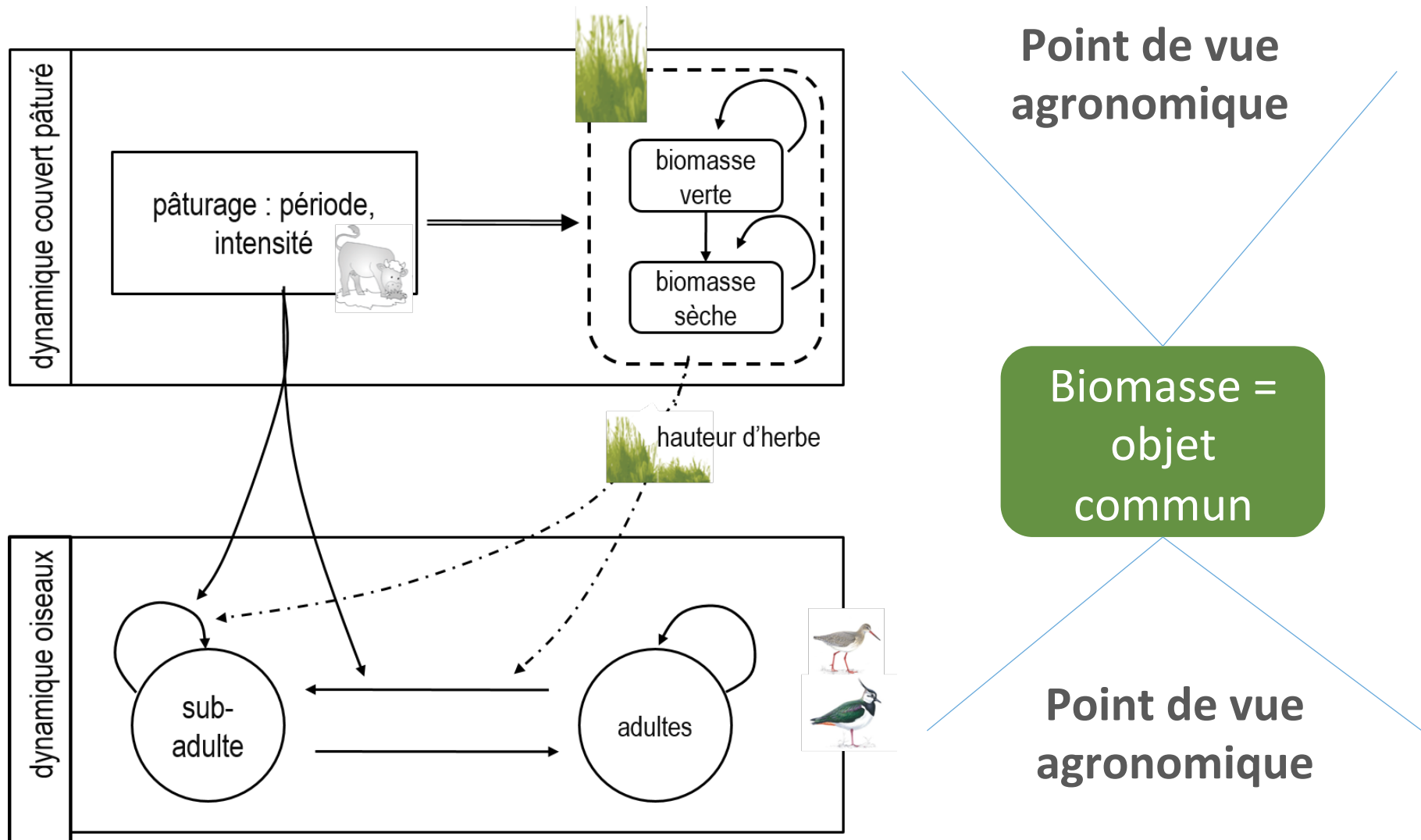
Approche multi-critère

- Critères = **propriétés essentielles** (contraintes)
- Qui représentent la **bonne santé** de l'agroécosystème
- Ces propriétés sont **conservées au cours du temps**

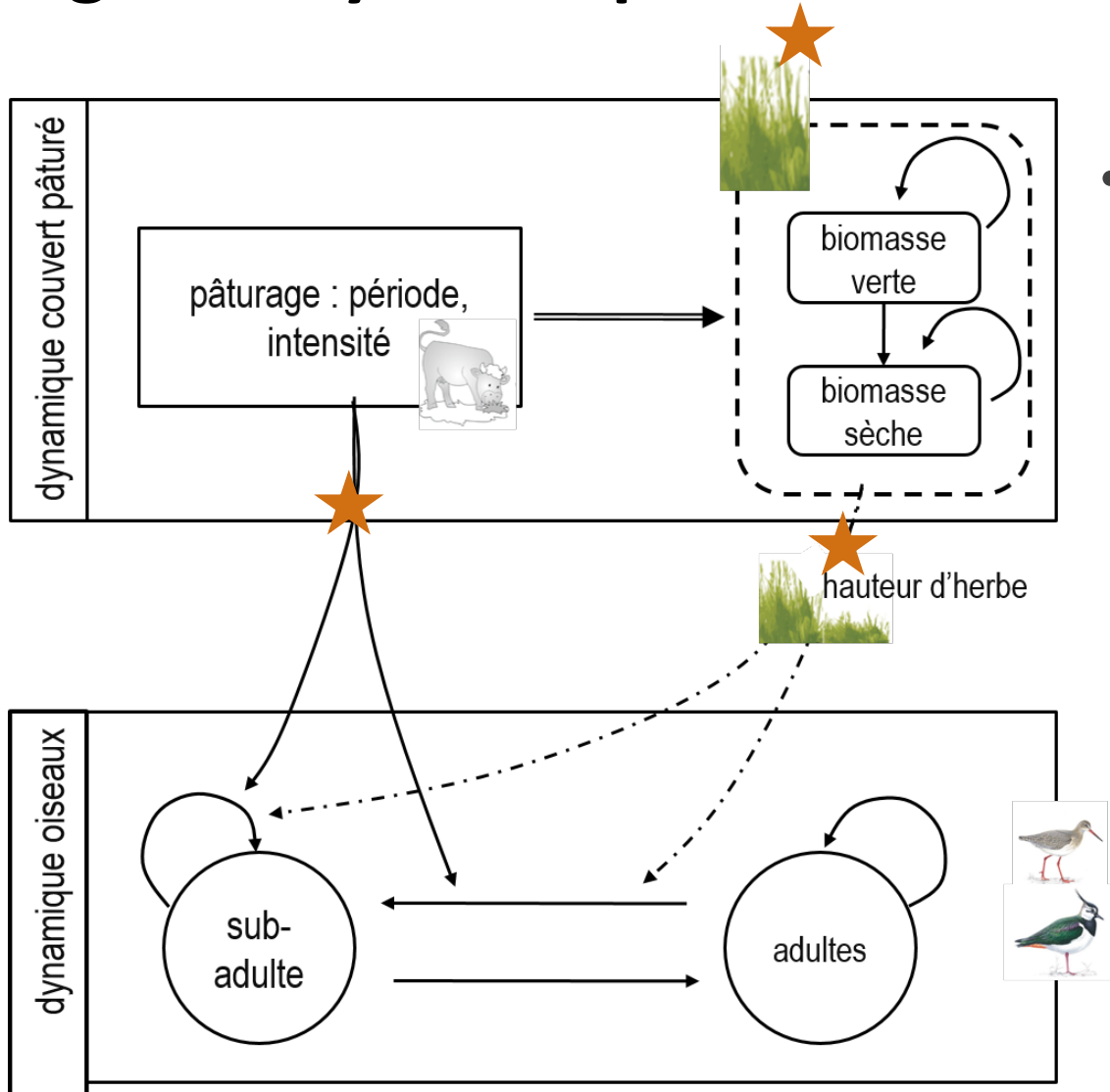
Exemple: les propriétés essentielles d'un agroécosystème pâturé



Exemple: les propriétés essentielles d'un agroécosystème pâturé



Exemple: les propriétés essentielles d'un agroécosystème pâturé



- Propriétés essentielles = critères à respecter (contraintes) ★

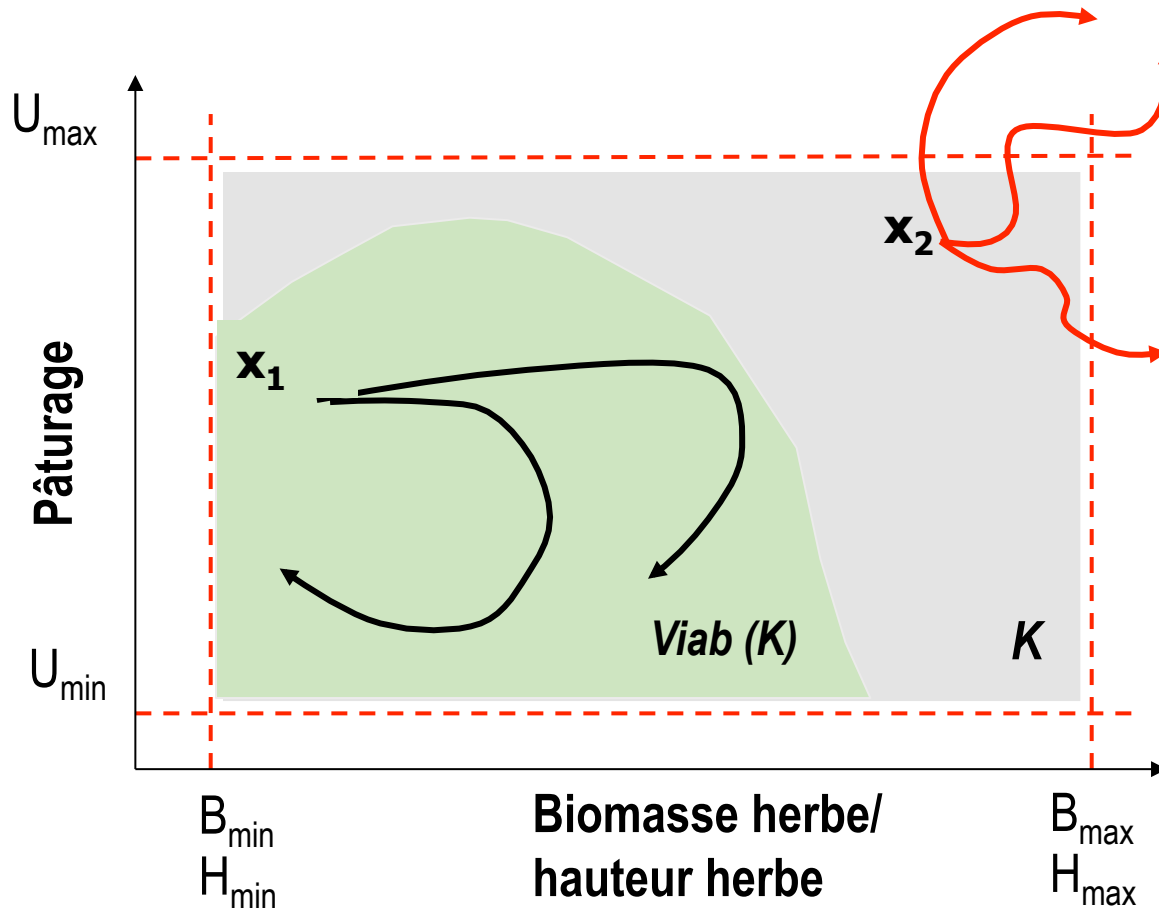
- Biomasse minimale (B_{min}) en $g\ MS / m^2$
- Densité bovins max (U_{max}) en UGB / m^2
- Gamme de hauteur d'herbe ($H_{min} - H_{max}$) en cm

3 – Théorie de la viabilité et agroécologie

Temps long

- Formaliser l'évolution temporelle d'un système en lien avec son environnement
- L'exigence du maintien des propriétés au court du temps impose de prendre en compte les conséquences de **long terme** des décisions **présentes**
- Eviter les **irréversibilités** i.e. limites à ne pas franchir

Trajectoire pâturage viable = maintien des propriétés au cours du temps



Eviter des irréversibilités e.g. stratégies de pâturage conduisant à l'extinction des populations

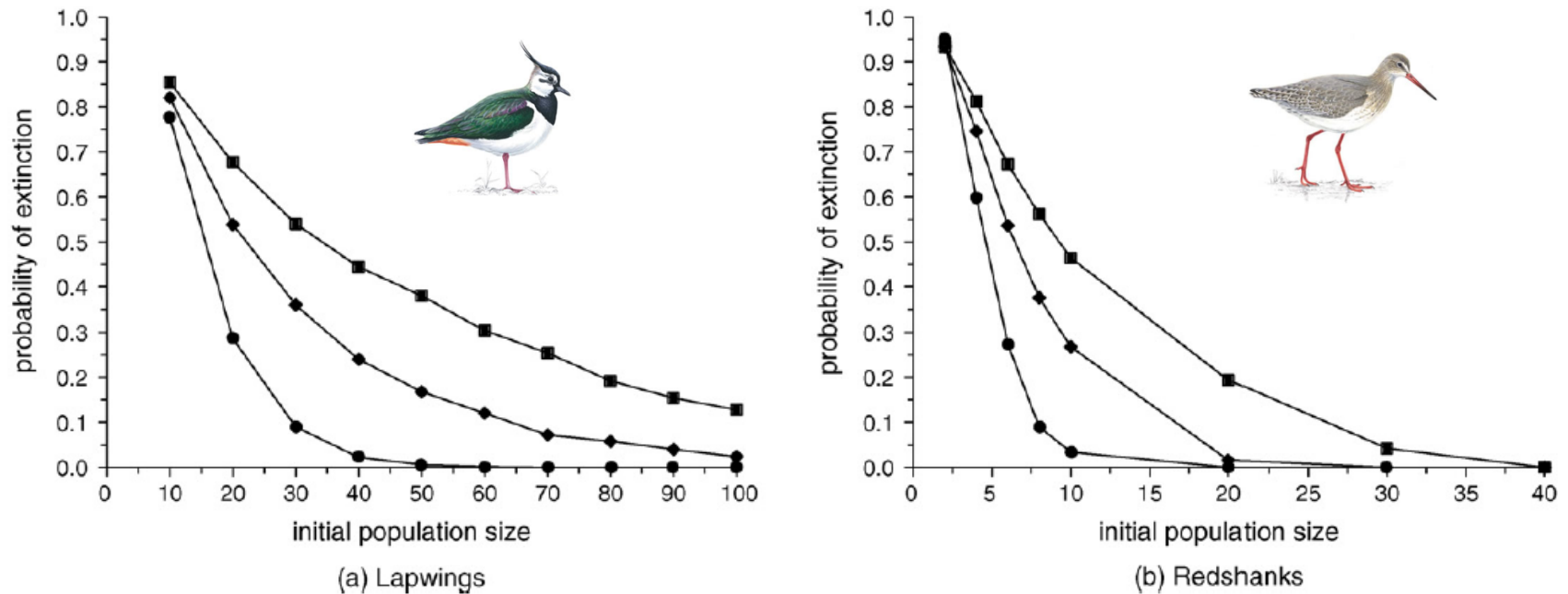


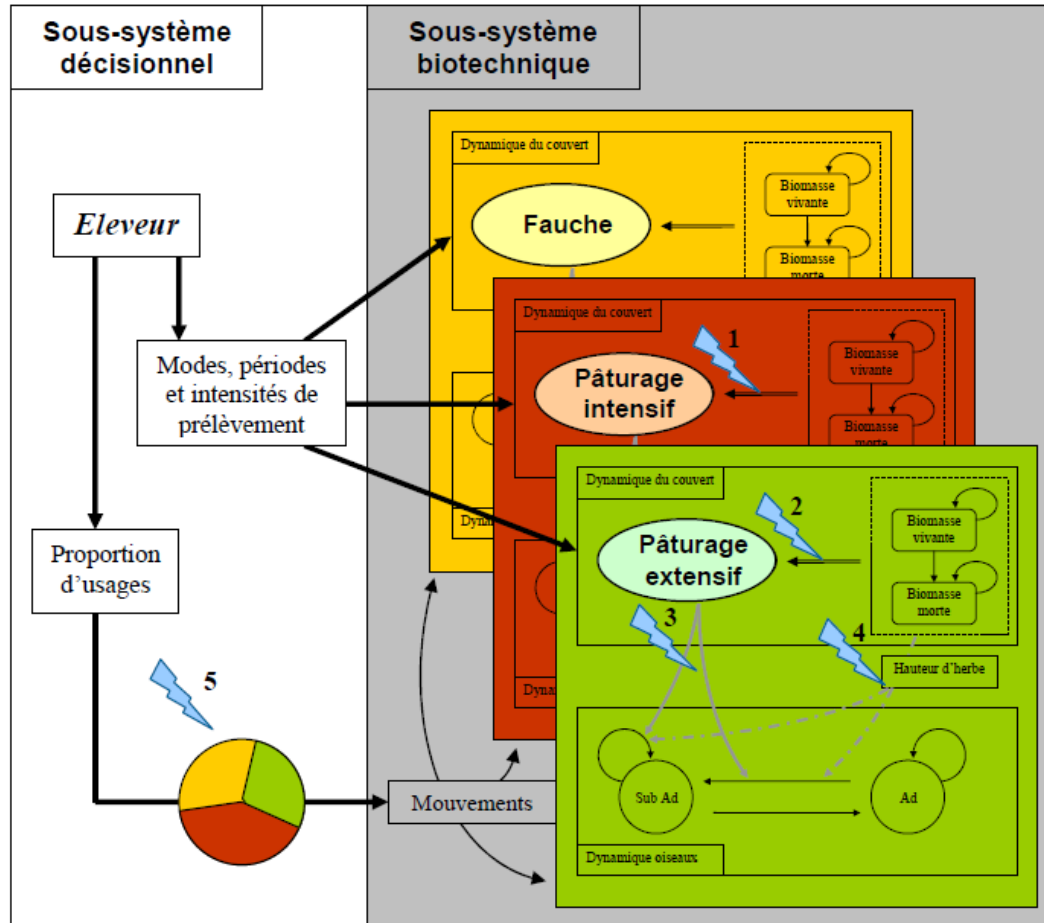
Fig. 6 - Probability of total extinction of (a) lapwings and (b) redshanks at time $T = 15$ years as a function of initial population size in heterogeneous habitat quality generated through economic grazing and according to three levels of environmental stochasticity: $cv = 0.25$ (black square), $cv = 0.17$ (black diamond) and $cv = 0.09$ (black circle); Monte-Carlo simulation, 500 trajectories.

3 – Théorie de la viabilité et agroécologie

Des solutions viables

- Un **portefeuille de solutions** viables au lieu d'une solution optimale unique
- Intérêt des solutions viables pour les **approches territoriales** et pour la prise en compte de l'hétérogénéité spatiale des agroécosystèmes

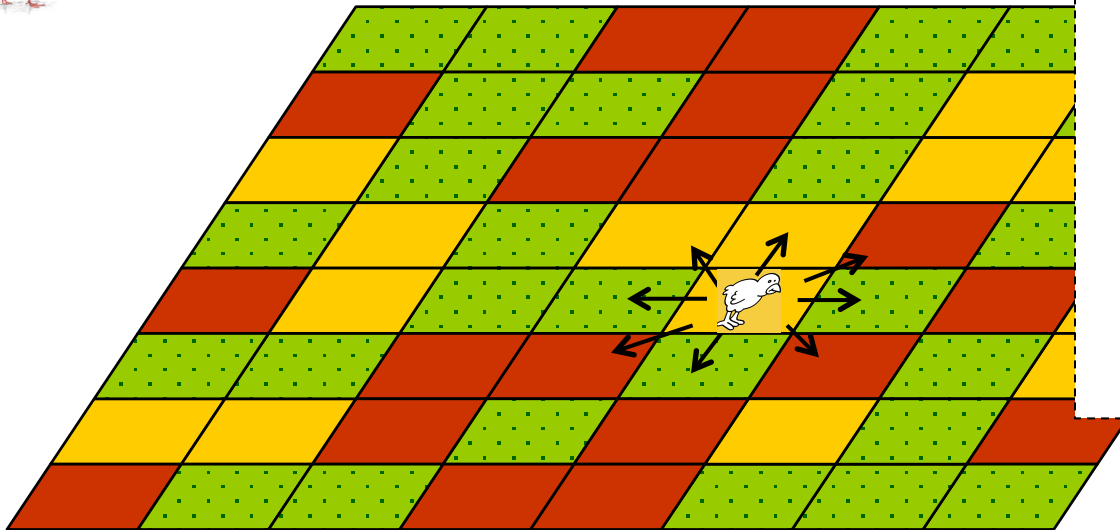
L'exploitation offre une diversité d'habitats ± favorables



Paysage offre des niveaux d'hétérogénéité d'habitats ± favorables

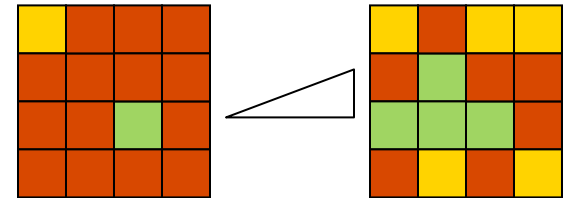


paysage herbager

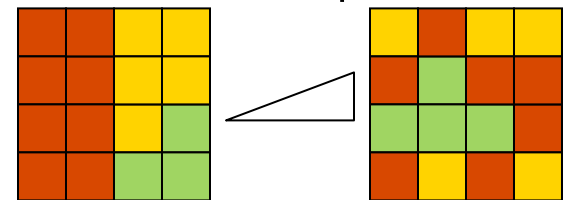


Hétérogénéité

proportion des usages



structure spatiale



faible hét.

forte hét.



fauche



pâturage intensif



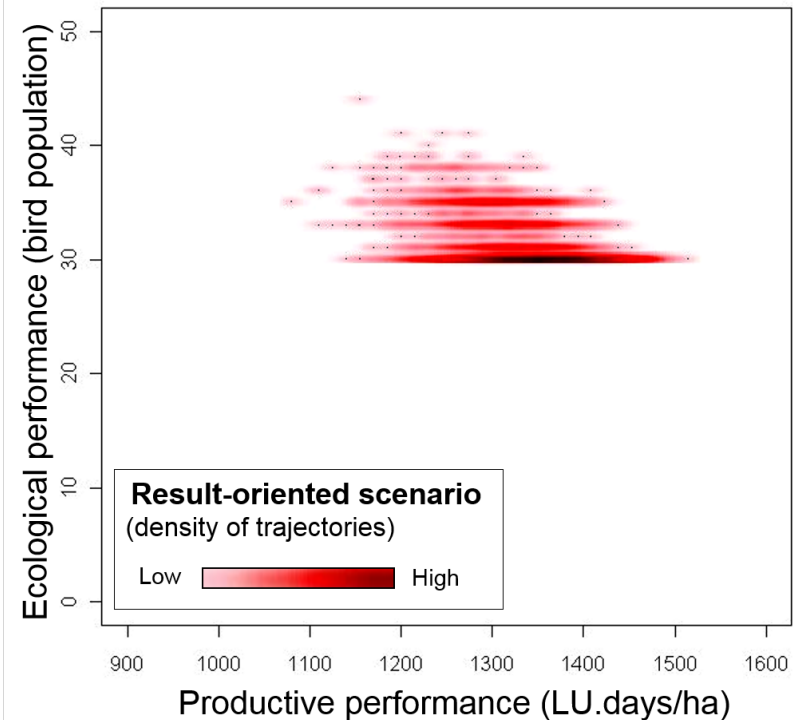
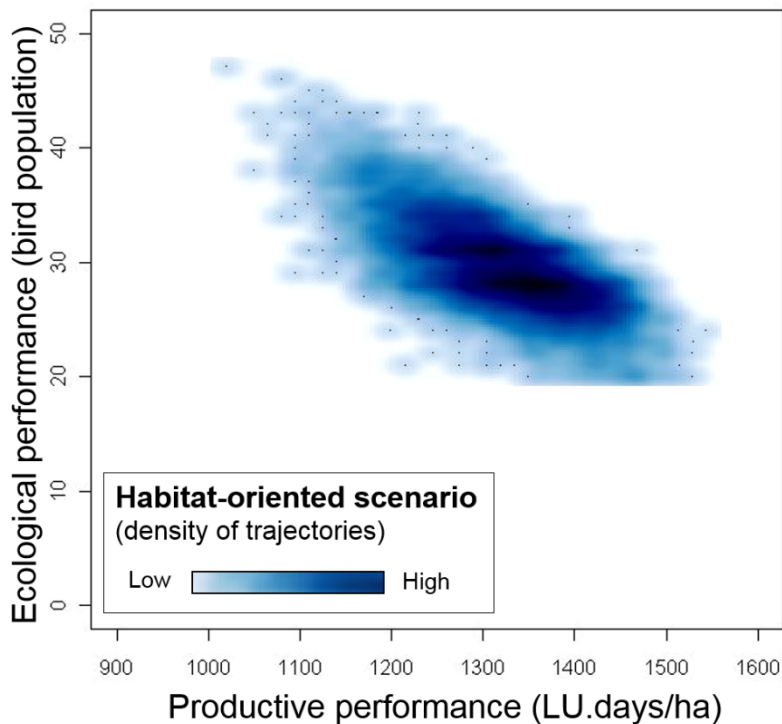
pâturage extensif

3 – Théorie de la viabilité et agroécologie

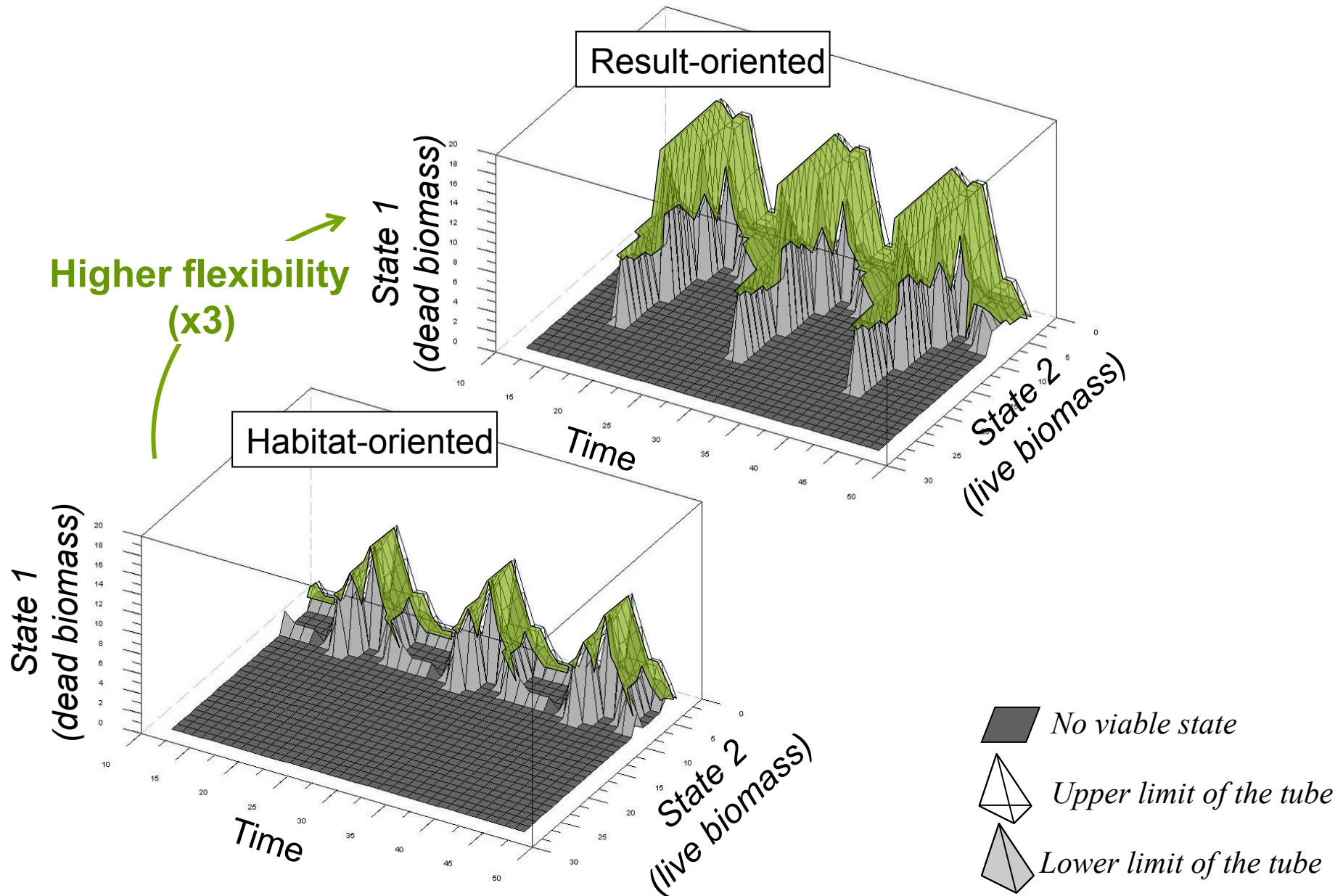
Scénarios sur les propriétés essentielles

- Certaines propriétés essentielles des agroécosystèmes ne sont **pas objectivables** par les scientifiques (e.g. connaissances locales ou objectifs des acteurs, de la société et des décideurs publics)
- Définir les propriétés essentielles pour **les acteurs** selon différents niveaux de priorité
- Faciliter le **processus d'apprentissage des acteurs** sur des problèmes complexes formalisés dans des scénarios

Exemple performances de ≠ scénarios de mesures agroenvironnementales



Exemple flexibilité de la gestion selon ≠ scénarios



Discussion?

Compatibilité entre disciplines

Articuler \neq types de connaissances

Reformulation des problèmes

Multi-critère / propriétés essentielles

Temps long

Viable versus optimal

Gestion adaptative et résilience

Scénarios