



➤ **Modélisation économique et écologique pour une conservation de la biodiversité**

Pierre Courtois (CEE-M) et Vincent Martinet (Economie Publique)



**INRAE**



**Colloque anniversaire du département EcoSocio**

25 et 26 novembre 2021

**60 ANS DE RECHERCHES EN ECONOMIE ET SCIENCES SOCIALES POUR  
L'AGRICULTURE, L'ALIMENTATION ET L'ENVIRONNEMENT**

# ➤ La modélisation écologique économique: une façon d'aborder les enjeux de conservation de la biodiversité

## Enjeux:

- ❖ Quels objectifs pour les politiques de conservation ?
- ❖ Quels arbitrages entre enjeux économiques et écologiques ?
- ❖ Où et Comment allouer les ressources pour la conservation ?

## Une approche : Modélisation écologique économique

- ❖ Descriptive => théorie de la **viabilité**
- ❖ Prescriptive => **optimisation**

## Deux perspectives:

- ❖ **Centralisée** => décideur unique
- ❖ **Décentralisée** => décideurs multiples

INRAE

Modélisation économique écologique

Courtois et Martinet



## > La théorie de la viabilité

Vers l'identification de stratégies viables de conservation

**Une approche visant la **satisfaction conjointe de plusieurs enjeux au cours du temps****

- ❖ Multicritère: Représenter les enjeux de gestion par des contraintes sur des indicateurs
- ⇒ Chaque enjeu garde sa dimension et sa métrique. **Pas de commensurabilité**
- ❖ Déterminer comment piloter le système dynamique pour satisfaire l'ensemble de ces contraintes de manière **durable**, c'est-à-dire à tout temps

**Cette approche permet de**

- ❖ Déterminer *un ensemble* de stratégies viables
- ❖ Illustrer les arbitrages nécessaires entre enjeux conflictuels
- ⇒ Intérêt pour les analyses « coût »-efficacité : **identifier les stratégies permettant d'atteindre un objectif donné en minimisant les concessions sur les autres enjeux**

**Exemples d'application**

- ❖ Gestion centralisée d'une pêcherie **i)** dans un cadre déterministe et **ii)** sous incertitude
- ❖ Préservation d'une espèce sauvage dans un paysage agricole par la régulation d'agents en interaction

## ➤ Gestion viable d'une pêcherie

Univers certain

**Critère de viabilité : Quand et comment contrôler le système?**

- ✓ **Ensemble de contraintes** représentant les objectifs économiques, sociaux et de préservation de la ressource
- ✓ **Noyau de viabilité** : espace dans lequel l'état du système doit se maintenir pour **garantir la capacité de respecter l'ensemble des contraintes au cours du temps**
- ✓ Identifications de stratégies de restauration des pêcheries en **crise**

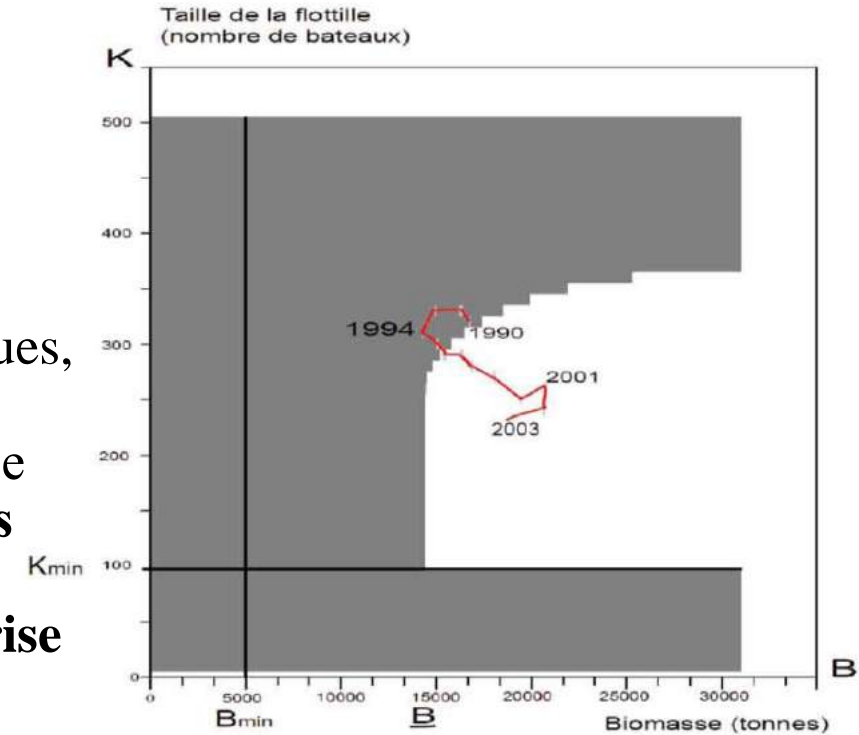


Figure 1 : Etats viables de la pêcherie

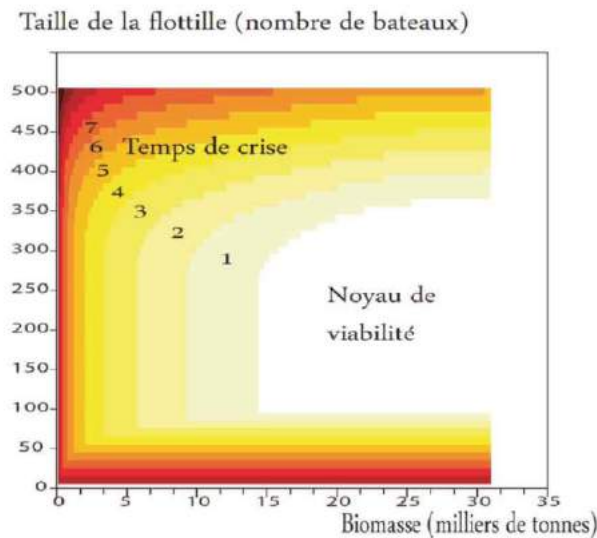


Figure 2 : Etats viables et temps de crise

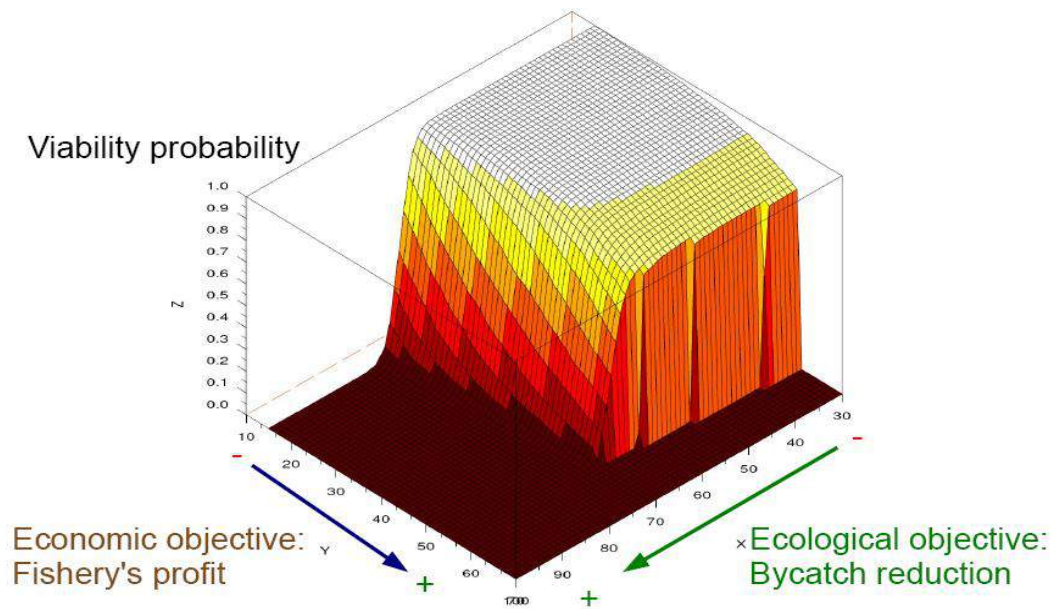
Source: Martinet (2010) La « viabilité », une approche du développement durable visant à éviter les crises dans le long terme : l'exemple des pêcheries. *INRA Sciences Sociales* N°1/2010 – Mai.

# ➤ Gestion viable d'une pêcherie

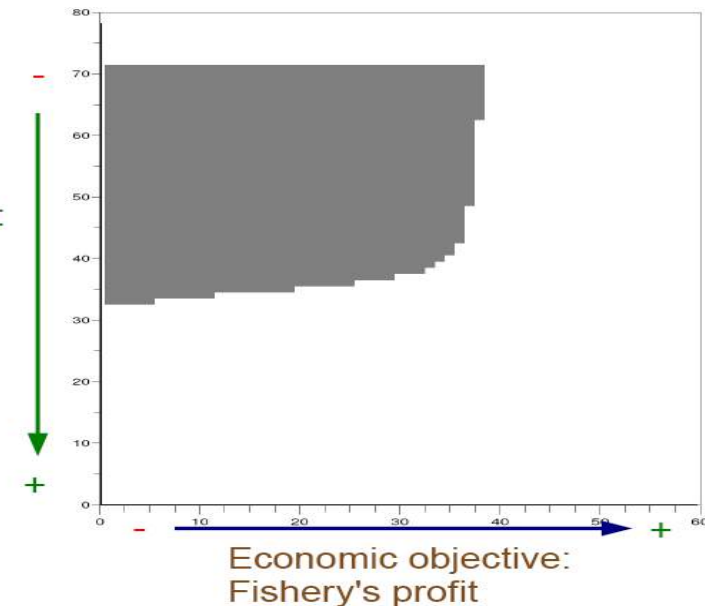
Univers incertain

**Enjeu de viabilité : Quels arbitrages entre enjeux et probabilité de succès?**

- ✓ Concilier objectifs économiques (profit de la pêcherie) et écologiques (préservation d'une espèce capturée involontairement) dans un univers incertain
- ✓ Description des arbitrages entre probabilité de succès de gestion et niveau des enjeux



Ecological objective:  
Bycatch reduction





# ➤ Viabilité d'une population dans un paysage agricole

Paysage agricole dynamique résultant des interactions entre agriculteurs

**Enjeu de régulation : Comment influencer les actions individuelles pour préserver une espèce ?**

- ✓ Modélisation des **décisions d'usage des sols** et de l'évolution **dynamique du paysage**
- ✓ Modélisation de la dynamique écologique d'une espèce
- ✓ Analyse de l'**effet d'instruments incitatifs** sur la probabilité de survie de l'espèce

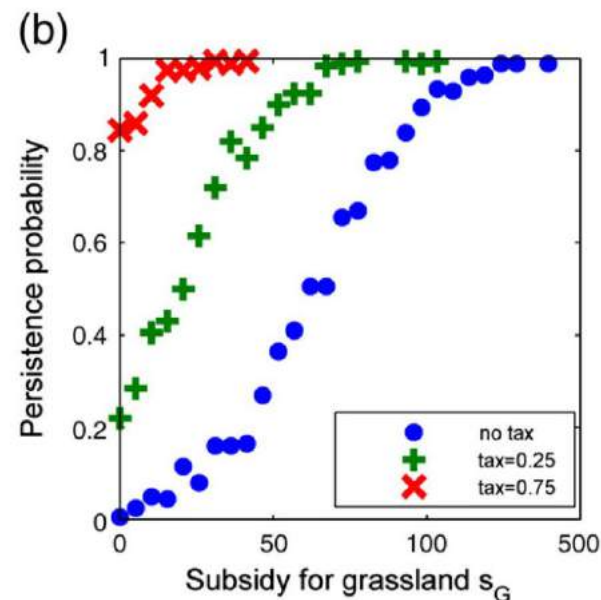
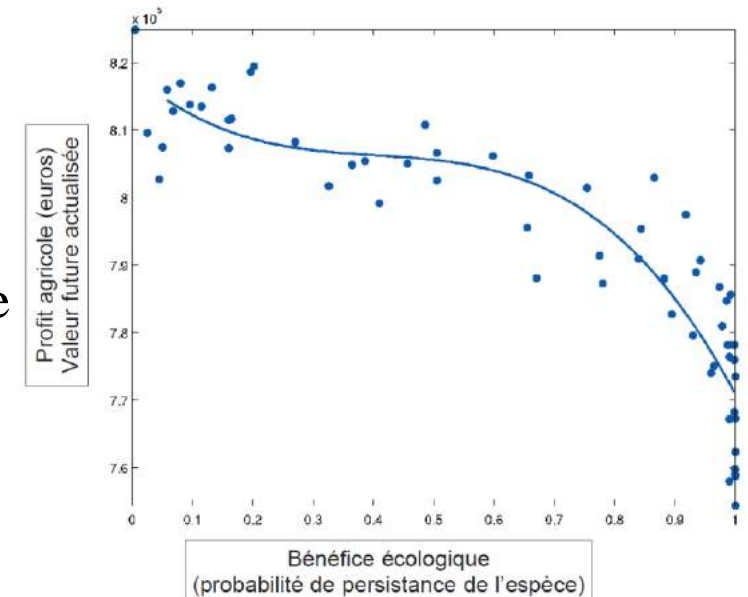


Figure 1 : Arbitrage entre profit agricole et bénéfice écologique



Source : Barraquand et Martinet (2011) – modifié.

Sources : Barraquand et Martinet (2011) Biological conservation in dynamic agricultural landscapes: Effectiveness of public policies and trade-offs with agricultural production. *Ecological Economics* 70:910-920.



INRAE

Modélisation économique écologique  
Courtois et Martinet

## > L'optimisation

Vers la prescription de stratégies optimales de conservation

De **multiples leviers d'action** pour la conservation

- ❖ **Agencement optimal** des paysages
- ❖ Allocation optimale des **efforts de préservation des espèces menacées**
- ❖ Allocation optimale des **efforts de luttés contre les espèces nuisibles à la biodiversité.**

**Trois principales complexités** pour la modélisation:

- ❖ **Interrelations** entre espèces
- ❖ Modélisation des **dynamiques de propagation spatiales**
- ❖ Prise en compte de **multiples décideurs** ayant parfois des visions antagonistes

**Deux exemples d'application:**

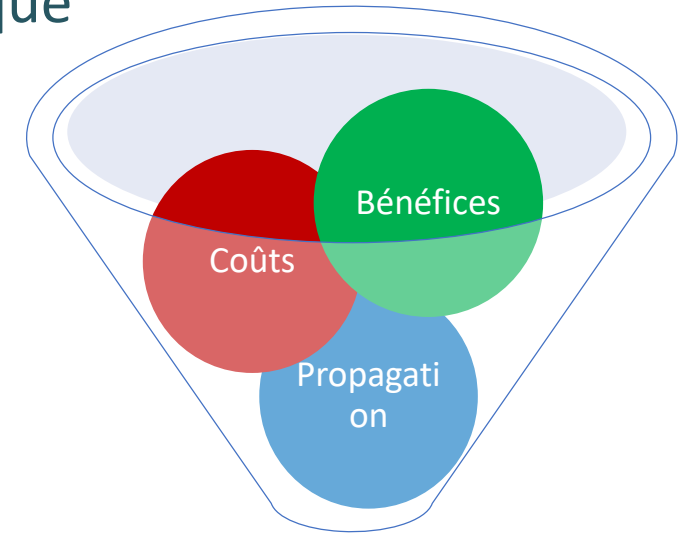
- ❖ Gestion optimale d'une **invasion biologique** dans un espace naturel avec un **décideur unique**
- ❖ Gestion optimale d'une **épidémie de la plante** impactant **des décideurs privés**

# ➤ Optimum de gestion dans la perspective d'un décideur unique

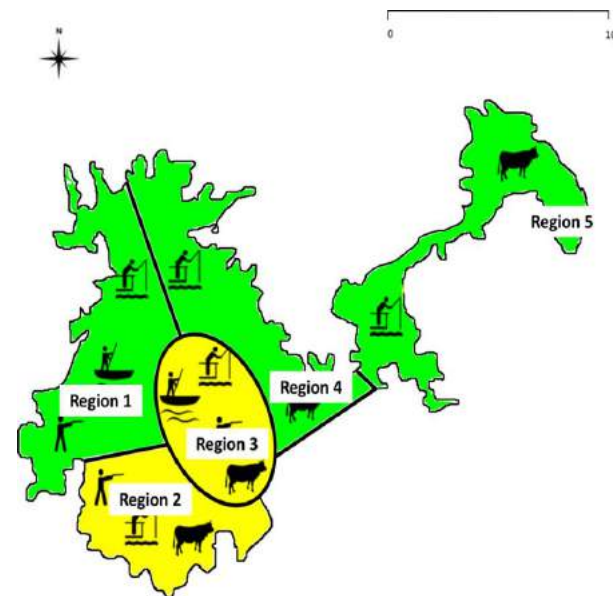
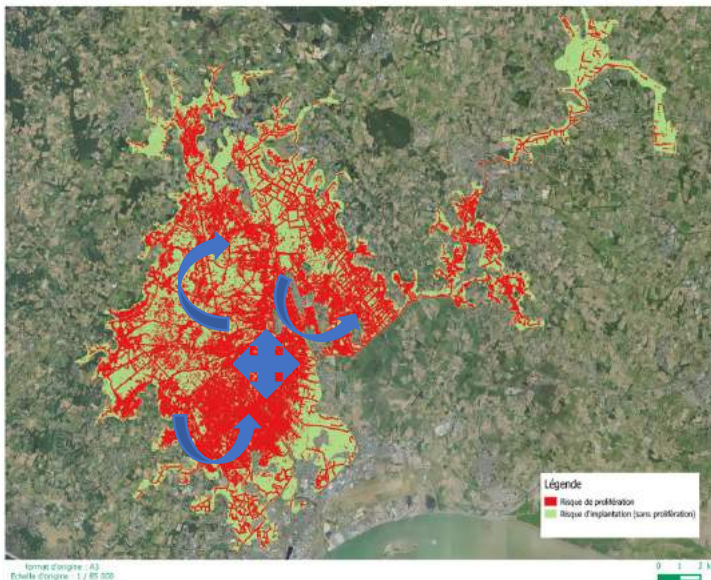
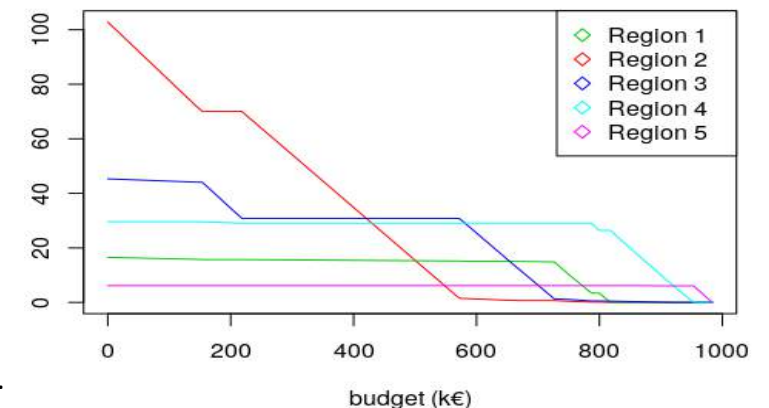
Application à la gestion spatialisée d'une invasion biologique

**Critère de choix spatialisé : Où, quand, comment agir?**

- ✓ Calibration de la loi de **propagation de l'invasion**
- ✓ Evaluation des **bénéfices spatialisés** du contrôle
- ✓ Cartographie du risque et calibration des **coûts spatialisés**



Critère de choix spatialisé



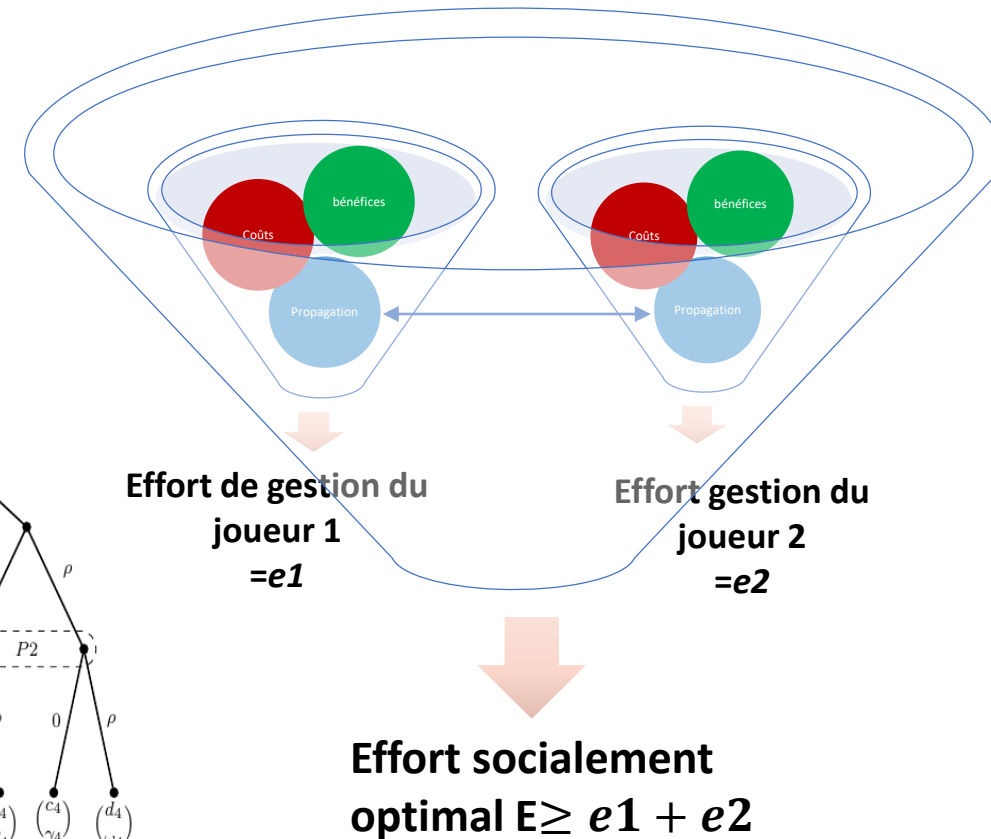
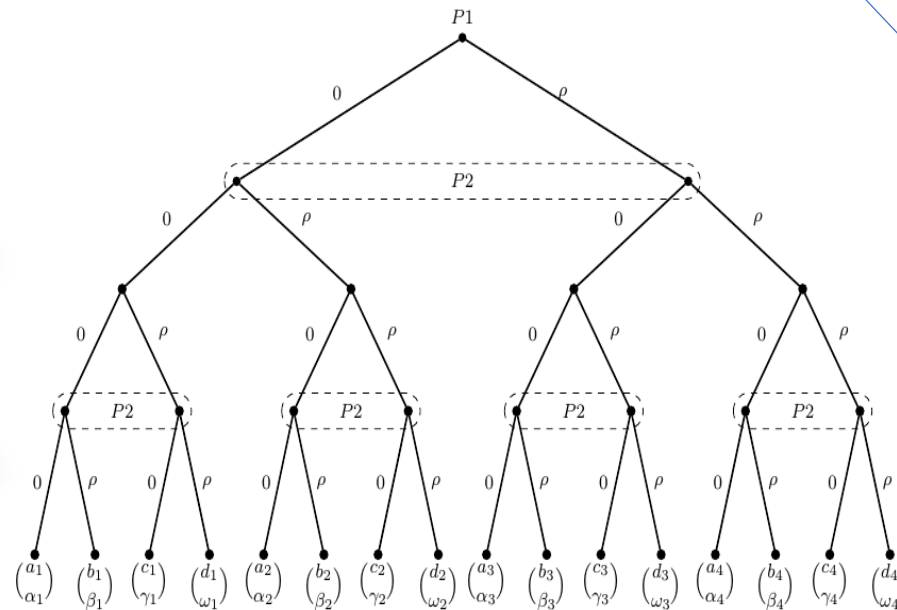
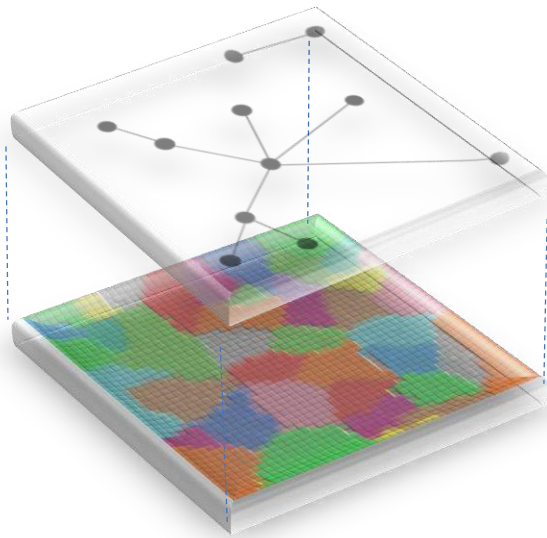


# ➤ Optimum de gestion dans la perspective de décideurs en interaction

Application à la gestion d'un ravageur de la plante

**Gestion privée : Quelles inefficacités, pourquoi et comment coordonner l'action pour l'éviter ?**

- ✓ **Jeu dynamique** spatialement explicite
- ✓ Qualification de **l'inefficacité sociale et moyens d'y remédier**



## ➤ Quelques mots de conclusion

Politiques de conservation et **modélisation écologique économique**

- ❖ Dialogue **interdisciplinaire**
- ❖ Mise en œuvre d'outils économiques de conservation tenant compte des **rétroactions entre composantes écologiques et économiques**

**D'autres approches complémentaires** pour la conservation de la biodiversité

- ❖ Construction **d'indicateurs sur l'état de la biodiversité**
- ❖ **Evaluations économiques** des services écosystémiques
- ❖ **Evaluation ex-post** des politiques publiques de conservation

## ➤ Merci de votre attention

### Quelques références bibliographiques

- Barraquand et Martinet (2011) Biological conservation in dynamic agricultural landscapes: Effectiveness of public policies and trade-offs with agricultural production. *Ecological Economics* 70:910-920.
- Martinet (2010) La « viabilité », une approche du développement durable visant à éviter les crises dans le long terme : l'exemple des pêcheries. *INRA Sciences Sociales* N°1/2010 – Mai.
- Martinet (2011) Définir les objectifs d'un développement durable, un exercice difficile. *INRA Sciences Sociales* N°2-3/2011 – Décembre
- Courtois, Figuières et Mulier (2019) A Tale of two Diversities. *Ecological Economics* 159: 133-147
- Courtois, Figuières, Mulier et Weill (2018) A Cost-Benefit Approach for Prioritizing Invasive Species. *Ecological Economics* 146: 607-620
- Bougherara, Courtois, David et Weill (2021) Spatial preferences for invasion management: a choice experiment on controlling *Ludwigia grandiflora* in a French regional park, à paraître dans *Biological Invasions*.

