



**HAL**  
open science

## Nuisible ou gibier ? Une analyse économique de la chasse des grands animaux en France

Carole Ropars-Collet, Philippe Le Goffe

► **To cite this version:**

Carole Ropars-Collet, Philippe Le Goffe. Nuisible ou gibier ? Une analyse économique de la chasse des grands animaux en France. 2009, 26 p. hal-00730031

**HAL Id: hal-00730031**

<https://institut-agro-rennes-angers.hal.science/hal-00730031v1>

Submitted on 8 Mar 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**INRA**

AGRO  
CAMPUS  
OUEST

Working Papers SMART - LERECO

# Nuisible ou gibier ? Une analyse économique de la chasse des grands animaux en France

Carole ROPARS-COLLET, Philippe LE GOFFE

**Working Paper SMART – LERECO N°09-18**

October 2009



## **Nuisible ou gibier ? Une analyse économique de la chasse des grands animaux en France**

Carole ROPARS-COLLET

*Agrocampus Ouest, UMR1302, F-35000 Rennes, France*

*INRA, UMR1302, F-35000 Rennes, France*

Philippe LE GOFFE

*Agrocampus Ouest, UMR1302, F-35000 Rennes, France*

*INRA, UMR1302, F-35000 Rennes, France*

### **Auteur pour la correspondance / Corresponding author**

**Carole ROPARS-COLLET**

UMR SMART – Agrocampus Ouest

65 rue de Saint-Brieuc CS 84215

35042 Rennes cedex, France

Email : [Carole.Ropars@agrocampus-ouest.fr](mailto:Carole.Ropars@agrocampus-ouest.fr)

Téléphone / Phone: +33 (0)2 23 48 56 91

Fax: +33 (0)2 23 48 54 17

## **Nuisible ou gibier ? Une analyse économique de la chasse des grands animaux en France**

### **Résumé**

Les espèces de grand gibier sont considérées à la fois comme des ressources et des nuisibles : valorisées par les chasseurs et responsables de dommages économiques collectifs. L'article se propose de caractériser l'optimum collectif en mobilisant le cadre de l'économie des ressources naturelles. Nous analysons ainsi la gestion optimale des populations de gibier à partir d'un modèle bioéconomique, qui prend en compte l'ensemble des coûts et bénéfices afférents à la chasse et à la présence de gibier, en s'appuyant sur la théorie du contrôle optimal. La population optimale visée est ensuite comparée à l'optimum des chasseurs qui ne tient pas compte des dégâts du gibier et, à l'équilibre concurrentiel d'accès libre à la chasse traduisant le comportement égoïste des chasseurs et les externalités. Ce cadre analytique permet une interprétation économique de l'évolution du contexte de la chasse et des populations de grand gibier en France. De plus, il propose un objectif pour les politiques cynégétiques qui pourraient être mises en place et des recommandations en matière d'instrumentation économique de ces politiques.

**Mots-clefs :** modélisation, bio-économie, gestion, gibier, chasse

**Classifications JEL :** Q2, Q57

## **Pest or game? An economic analysis of big animals hunting in France**

### **Abstract**

Big game is seen as both a resource and a pest. They are valued by hunters and responsible for collective economic damage. The article aims at characterizing the collective optimum using natural resource economics. We analyze the optimal game management using a bio-economic model using the optimal control theory. We take into account all the costs and benefits related both to hunting and the game presence. The optimum targeted population is then compared with the hunter optimum that does not include damage caused by big game and, to open access equilibrium reflecting the selfish behaviour of hunters and externalities. This analytical framework provides an economic interpretation of the change in the context both of hunting and big game populations in France. In addition, it offers a target for the game management policies that could be implemented and recommendations on economic tools for these policies.

**Keywords:** modelling, bio-economic, management, game, hunting

**JEL classifications:** Q2, Q57

## **Nuisible ou gibier ? Une analyse économique de la chasse des grands animaux en France**

### **1. Introduction**

Les espèces de grands gibiers sont considérées à la fois comme des ressources et des nuisibles. Ce sont des biens économiques pour lesquels il existe une demande car ils sont valorisés par les chasseurs. Mais ce sont aussi des nuisibles car responsables de dommages collectifs importants. Il s'agit de dégâts agricoles et forestiers, de collisions automobiles et de risques sanitaires.

On assiste notamment depuis une trentaine d'années à une explosion des populations de sanglier. Les prélèvements suivent la même tendance. Ils ont été multipliés par 10 entre 1973 et 2001, passant de 40 000 à 400 000. Les raisons de cette augmentation sont multiples avec notamment la régulation de la pression de chasse par les chasseurs, dans le but d'augmenter les populations jugées insuffisantes à une certaine époque. La volonté d'augmenter la qualité du loisir a conduit à une gestion conservatrice depuis le début des années 90. Les mesures de gestion de l'espèce telles que les plans de chasse avec un tableau maximum, le tir sélectif protégeant les femelles, les bracelets payants pour chaque sanglier abattu, ont contribué au développement de ces populations de sanglier. D'autres raisons ont également renforcé le fort potentiel reproducteur de cette espèce, notamment l'augmentation de la disponibilité alimentaire en raison du développement du maïs et le développement des friches dû à la déprise agricole. L'indemnisation des dégâts agricoles et la mise en place de mesures de prévention de ces dégâts ont aussi eu un rôle positif sur l'évolution des populations de sanglier, en réduisant les conflits entre agriculteurs et chasseurs, et donc en atténuant en quelque sorte son caractère nuisible. 80% des 20 millions d'euros d'indemnisation des dégâts agricoles dus au gros gibier, par an et à l'échelle nationale, concernent le sanglier. Considéré autrefois uniquement comme nuisible, le sanglier est devenu une espèce noble et un des piliers de la chasse rurale, ce qui se retrouve dans le prix des chasses (Ropars-Collet et Le Goffe, 2009).

L'objectif de cet article est de proposer une interprétation économique de l'évolution du contexte de la chasse et des populations de grand gibier en France, pour la période qui s'étend sur les dernières décennies, telle qu'elle a été retracée dans le paragraphe précédent. L'analyse mobilise le cadre de l'économie des ressources naturelles, qui montre que l'absence de droits de propriété et les effets externes au marché empêchent la gestion optimale de ces ressources,

à moins qu'un processus de coopération partielle entre les chasseurs ou généralisée à toutes les parties ne s'enclenche (Le Goffe et Vollet, 2009). L'article propose également, en s'appuyant sur la théorie du contrôle optimal appliquée à la modélisation bioéconomique, un objectif pour les politiques cynégétiques qui devraient être mises en œuvre, ainsi que des recommandations en matière d'instrumentation économique de ces politiques.

La littérature qui traite des modèles bioéconomiques appliqués à la chasse n'est pas très abondante. Cependant, ces travaux s'inscrivent dans la tradition classique des modèles de l'économie des ressources renouvelables, dont les pêcheries constituent l'application la plus représentée. Cette littérature met en œuvre des modèles d'optimisation inter-temporelle où on cherche à maximiser la somme actualisée des profits à l'infini, sous contrainte de la dynamique du stock de ressource. Dans cette analyse, la ressource est considérée comme un actif et l'arbitrage entre les prélèvements dans le temps fait intervenir la dynamique du stock et le taux d'intérêt.

Les travaux sur la chasse poursuivent cette recherche de l'efficacité économique maximale, dans le cadre de modèles d'optimisation multi-usages qui diversifient les coûts et les bénéfices considérés. La condition d'optimalité propose un arbitrage qui conduit à augmenter les populations tant que les bénéfices marginaux sont supérieurs aux coûts marginaux. Parmi les bénéfices, on trouve les bénéfices de la chasse, sous forme de prix de permis ou de surplus des chasseurs, ainsi que les bénéfices de la non-consommation, comme l'observation des animaux par les touristes. Parmi les coûts, on considère les coûts des chasseurs, du piégeage ou de la réintroduction des espèces, mais aussi les dommages à la forêt (abrutissement par les cervidés), à l'agriculture (sanglier, éléphant) et les collisions automobiles avec le gros gibier.

Ces modèles s'appliquent à de multiples questions : Hasenkamp (1995), Zivin *et al.* (2000) et Rakotoarison et Point (2009) s'intéressent au contrôle de l'effort de chasse ou au contraire des populations ; Rondeau (2001) et Skonhøft (2006) modélisent la réintroduction d'espèces ; Horan et Bulte (2004) et Skonhøft (2007) étudient les conflits entre les gestionnaires de parcs naturels et les populations locales des pays en voie de développement ; Skonhøft (2005) et Skonhøft et Olausen (2005) formalisent le cas d'une espèce dont la migration occasionne des bénéfices et des dommages dans des zones géographiques différentes. La plupart des modèles sont dynamiques, cependant Skonhøft (2005), Skonhøft et Olausen (2005) et Skonhøft (2007) se limitent au cas particulier du modèle statique, réduit à une seule période, ce qui revient à considérer que la ressource n'a pas de valeur en tant qu'actif (taux d'intérêt nul).



Horan et Bulte (2004) expliquent bien pourquoi cette gestion optimale formalisée par les modèles, qui est spontanément réalisée quand il y a un propriétaire unique, ne s'observe pas quand l'absence de droits de propriété conduit à des situations d'externalités (pas d'incitations marchandes). Ce cas est fréquent dans les pays en voie de développement où le régime de propriété collective est répandu, mais il existe aussi en France, notamment parce que le droit de chasse est atténué par des dispositions législatives ou en raison de l'origine collective des dégâts de gibier (Le Goffe et Vollet, 2009). On peut alors aboutir à des équilibres stratégiques de type Nash, comme celui décrit par Skonhofs (2007). Il est alors intéressant de comparer les équilibres concurrentiels où chaque agent poursuit son intérêt, ainsi que différents scénarios de politique, entre eux et à l'optimum, comme cela est proposé dans plusieurs articles (Horan et Bulte, 2004 ; Skonhofs, 2005 ; Skonhofs, 2006 ; Rakotoarison *et al.*, 2009).

Tous les travaux passés en revue font l'hypothèse, comme Skonhofs et Olausen (2005), que la population de gibier est assimilable à une biomasse agrégée et indifférenciée, dont la croissance dépend de la densité et a une forme logistique standard. On parle alors de modèle global par opposition aux modèles structurés en classes. Or, les biologistes expliquent que la dynamique des populations devrait prendre en compte la structure d'âge et de sexe<sup>1</sup>, car les prélèvements ne sont pas uniformes sur l'ensemble des classes de la population de sanglier ou d'autres espèces et que la croissance logistique appliquée à une espèce bisexuée représente la dynamique des populations de femelles (Toïgo *et al.*, 2008). Cependant, plus le modèle biologique est sophistiqué, plus il est difficile de trouver une solution analytique au programme d'optimisation. C'est pourquoi Rakotoarison *et al.* (2009) développent une simulation dynamique qui permet de prévoir sur 50 ans l'impact de la chasse sur le coût économique de l'abrutissement des forêts par les chevreuils. Or, l'interprétation économique de la condition d'optimalité est intéressante, car elle met en évidence l'arbitrage à la marge entre les coûts et les bénéfices, en faisant notamment apparaître les externalités marginales. Elle permet de comprendre les forces économiques qui sont à l'œuvre quand on passe de l'équilibre aux différents optimums et de fonder la conception des instruments économiques des politiques cynégétiques (taxation du prélèvement, tarification du droit d'entrée, taxation de la densité de gros gibier, etc.).

Compte-tenu de notre objectif, nous avons choisi également de privilégier la compréhension économique au détriment de la précision biologique, en sachant que des travaux de simulation

---

<sup>1</sup> Sans parler de la variation spatiale des paramètres de la croissance.

empirique pourront être conduits ultérieurement sur des bases biologiques améliorées. Deux grandeurs économiques sont prises en considération, les bénéfices des chasseurs et les dommages économiques liés à la présence d'un stock de gibier. Le bénéfice des chasseurs est un bénéfice net, c'est-à-dire que le consentement à payer pour prélever du gibier est diminué des dépenses occasionnées par la pratique de la chasse. Cette valeur est par exemple révélée par les analyses hédonistes du prix des chasses, qui supposent que le chasseur arbitre entre ses différentes dépenses (Ropars-Collet et Le Goffe, 2009). Cette hypothèse de bénéfice net explique la spécification que nous avons retenue pour l'externalité de stock, qui est l'effet négatif de la baisse du stock sur la valeur de la chasse. Ici c'est le consentement à payer et non pas le coût de la chasse, comme chez Horan et Bulte (2004), qui dépend du stock et bien entendu du prélèvement.

Trois situations ont été comparées. On caractérise d'abord l'optimum collectif dynamique, qui prend en compte l'ensemble des coûts et des bénéfices afférents à la chasse et à la présence du gibier. C'est cet état qui devrait être visé par les politiques cynégétiques, si l'économie n'y conduit pas spontanément. On identifie ensuite ce qu'on a appelé l'optimum des chasseurs, car bien qu'il ne prenne pas en compte les dégâts du gibier (ce n'est donc pas un véritable optimum au sens de Pareto), il demande une coopération collective en matière de prélèvement, c'est à dire une politique pour y parvenir. Enfin, l'équilibre concurrentiel d'accès libre à la chasse, parfois qualifié de « tragédie des communs », a également été représenté. C'est l'état auquel conduit le comportement égoïste des chasseurs et les externalités, en l'absence de toute gestion ou politique.

La suite de l'article comprend trois sections. Le cadre analytique de la gestion optimale des populations de gibier est développé dans la deuxième section en ayant recours à la théorie du contrôle optimal. La troisième section compare analytiquement les différents équilibres et optimums en les situant dans l'espace des stocks, des prélèvements et des consentements à payer. Enfin, la section discussion-conclusion utilise les résultats précédents pour proposer une interprétation économique de l'évolution du contexte de la chasse au gros gibier en France et des perspectives d'application empirique.

## **2. Cadre analytique de la gestion optimale des populations de grand gibier**

Le niveau optimal de la population de gibier est celui qui maximise la richesse collective générée par ce gibier. Il ne correspond pas forcément à la conservation des populations de

sanglier. La politique optimale de gestion des populations de gibier peut être très différente selon que les dommages occasionnés par le gibier sont importants ou non par rapport aux bénéfices de la chasse. On suppose ici que la gestion de la population de gibier est confiée à un gestionnaire unique qui en a la pleine propriété. Il tire de la présence de ce gibier un bénéfice lié à la valorisation par la chasse. Mais il subit des dommages occasionnés par la présence de ce gibier, ainsi que des coûts liés aux moyens mis en œuvre pour prévenir ces dégâts. Son taux de préférence pour le présent fini et positif, le pousse à faire un arbitrage dans le temps entre privilégier l'activité chasse en laissant la population proliférer mais occasionner plus tard des dommages qui vont réduire la valeur totale liée à ce gibier, ou alors contrôler sa prolifération aujourd'hui de façon à réduire les dommages futurs. Le problème de ce gestionnaire est donc d'obtenir la valeur actualisée maximale du flux de bénéfice net tiré de la population de gibier, c'est-à-dire le bénéfice lié à la valeur de la chasse moins les dommages subis, sans autres contraintes que la dynamique de renouvellement de la ressource et la positivité des variables d'état et de contrôle.

On suppose que la population de gibier suit une loi de croissance logistique. On fait ainsi l'hypothèse que, au fur et à mesure que l'espèce prolifère, apparaissent des phénomènes de compétition et des interactions biologiques, qui conduisent l'espèce à proliférer de moins en moins à partir d'un certain niveau et donc à se stabiliser. La fonction de production naturelle de la population, notée  $G(S)$ , est donc supposée strictement concave avec un maximum en  $S_{MSY}$ <sup>2</sup> qui est le rendement maximum biologique de l'espèce (cadran du bas sur le graphique 4). Elle est croissante pour une population de gibier inférieure au  $S_{MSY}$  et décroissante pour une population comprise entre le  $S_{MSY}$  et la capacité de biomasse maximum que l'écosystème peut supporter, notée  $K$ . On pose donc les hypothèses classiques suivantes :

$$\begin{aligned} G(S) > 0 \text{ pour } 0 < S < K, \quad G(0) = G(K) = 0, \quad G_S(S) > 0 \text{ pour } S < S_{MSY}, \\ G_S(S) < 0 \text{ pour } S > S_{MSY}, \quad G_S(S_{MSY}) = 0 \text{ et } G_{SS}(S) < 0 \end{aligned} \quad (1)$$

où  $G_S$  et  $G_{SS}$  désignent les dérivées premières et secondes de la fonction  $G(S)$  (ces notations s'appliqueront aux dérivées partielles des autres fonctions utilisées).

En présence d'un prélèvement  $x$  par les chasseurs, l'évolution naturelle de la biomasse du stock de gibier est modifiée et est régie par :

---

<sup>2</sup>  $MSY$  : Maximum Sustainable Yield

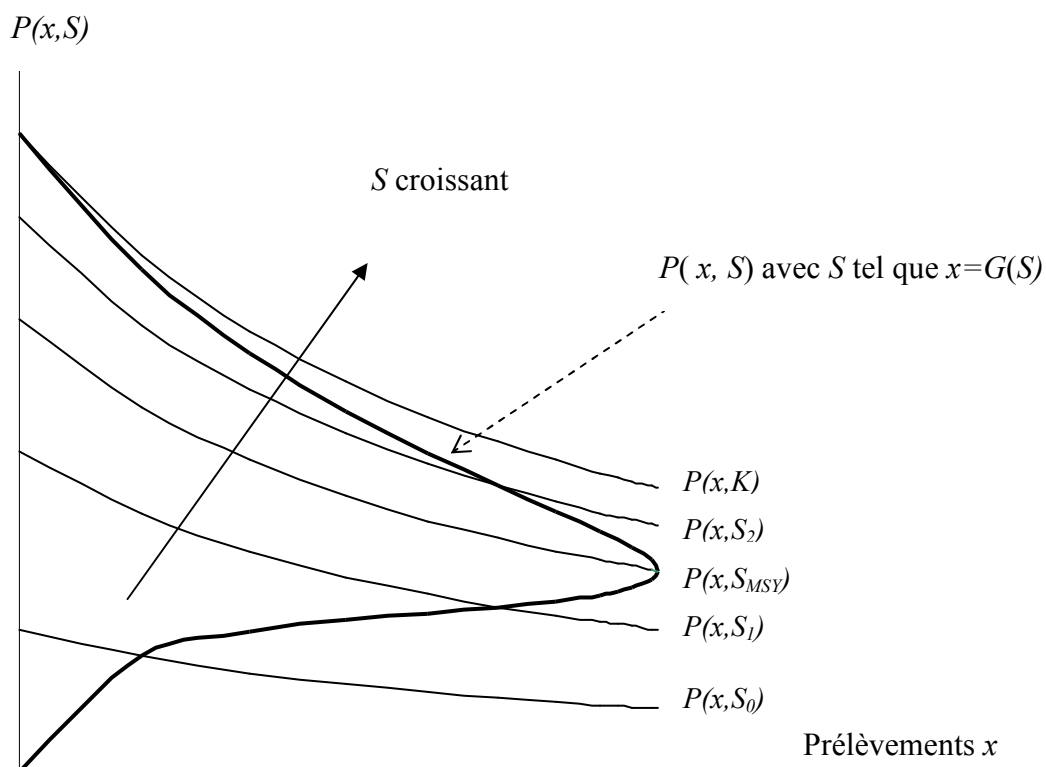
$$\frac{dS}{dt} = G(S) - x \quad (2)$$

La valeur de la chasse au sanglier, notée  $P(x,S)$ , que l'on peut assimiler au consentement à payer (CAP) des chasseurs pour pouvoir abattre un sanglier supplémentaire, décroît avec la quantité de sangliers prélevée. Elle croît avec la densité de sangliers, mais à un taux probablement décroissant. On est donc ici en présence d'externalités de stock positives, que l'on peut décomposer en deux effets. Un effet classique du stock comme dans le cas de la pêche, où le coût de l'effort est plus important si les populations ciblées sont rares, qui s'apparente à un coût en termes de localisation de la ressource. L'autre effet est lié au fait que la qualité de la chasse dépend également, pour les chasseurs, de la possibilité de voir du gibier même si celui-ci n'est pas prélevé. Ce second effet positif est lié uniquement à l'existence du gibier. D'ailleurs à ce titre, les chasseurs évoquent eux-mêmes le fait qu'ils souhaitent pouvoir chasser dans des populations nombreuses (Klein *et al.*, 2004). A même niveau de prélèvement, le CAP marginal est élevé quand la population de sanglier est abondante et inversement. D'où les hypothèses suivantes :

$$P(x,S) \geq 0 ; P(0,S) \rightarrow +\infty ; P(x,0) = 0 ; P_x(x,S) < 0 ; P_S(x,S) > 0 ; P_{SS}(x,S) < 0 \quad (3)$$

Les fonctions de CAP marginal en fonction du prélèvement pour un niveau de stock donné sont représentées par les courbes en trait fin sur le graphique 1. La courbe la plus haute correspond à la capacité maximum  $K$  de gibier. La courbe en trait gras est le lieu des points d'équilibre entre la croissance et le prélèvement, c'est-à-dire  $x = G(S)$  tel que  $\dot{S} = 0$ . La branche basse de la courbe correspond à un prélèvement d'équilibre croissant avec la population, on se trouve donc en deçà du  $S_{MSY}$  tandis que la branche haute correspond à un prélèvement décroissant avec l'augmentation de la population, on est donc au-delà du  $S_{MSY}$ . Le prélèvement maximal possible est celui pour lequel l'accroissement de la population de gibier est maximale ( $x_{MSY} = G(S_{MSY})$ ).

**Graphique 1 : Fonctions inverses de demande de chasse à stock constant et pour le stock d'équilibre croissance – prélèvement**



La fonction de dommage, notée  $D(S)$ , est supposée continue et deux fois différentiable. On la suppose croissante et concave avec la taille de la population de gibier. On suppose ainsi que les dommages vont croître avec l'abondance du gibier, mais qu'une fois le gibier passé sur une surface cultivée, les cultures étant fortement endommagées, l'augmentation des dégâts dus au passage d'animaux supplémentaires sera de plus en plus faible.

$$D(S) > 0 ; D_s(S) > 0 ; D_{ss}(S) \leq 0 ; D(0) = 0 \quad (4)$$

En désignant par  $\delta$  le taux d'actualisation, on peut alors écrire le problème de la façon suivante :

$$\text{Max}_x \int_0^{+\infty} \left( \int_0^x P(r, S) dr - D(S) \right) e^{-\delta t} dt \quad (5)$$

Sous les contraintes :

$$\dot{S} = G(S) - x \quad (2)$$

$$S \geq 0 \quad (6)$$

$$x \geq 0 \quad (7)$$

On a donc un problème de contrôle optimal classique à horizon infini où le prélèvement est la variable de contrôle. On le résout ici par le principe du maximum en introduisant la fonction du Hamiltonien. Le Hamiltonien courant s'écrit :

$$\tilde{H} = \int_0^x P(r, S) dr - D(S) + \mu(G(S) - x) \quad (8)$$

où  $\mu$  est la variable adjointe courante de la ressource, c'est-à-dire la valeur virtuelle du gibier. Les conditions nécessaires déduites de la maximisation du Hamiltonien courant sont les suivantes :

$$\frac{\partial \tilde{H}}{\partial x} = P(x, S) - \mu \leq 0, \quad x \geq 0, \quad x \cdot \frac{\partial \tilde{H}}{\partial x} = 0 \quad (9)$$

$$P(x, S) < \mu \Rightarrow x = 0 \quad (9a)$$

$$P(x, S) = \mu \Rightarrow x > 0 \quad (9b)$$

$$\dot{\mu} - \delta\mu = -\frac{\partial \tilde{H}}{\partial S} = -\int_0^x P_S(r, S) dr + D_S(S) - \mu G_S \quad (10)$$

$$\frac{\partial \tilde{H}}{\partial \mu} = \dot{S} = G(S) - x \quad (11)$$

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \mu \cdot e^{-\delta t} \cdot S = 0 \quad (12)$$

La condition nécessaire (9) nous dit que la valeur de la chasse doit être égale à la valeur virtuelle de la ressource pour avoir une solution intérieure. Si le CAP marginal est une fonction strictement convexe en  $x$ , la valeur optimale de  $x$  sera unique et comprise entre 0 et  $x_{MSY}$  (pas de solution bang-bang). On peut alors trouver, pour  $\mu = P(x, S)$ , une fonction de prélèvement :

$$P(x, S) = \mu \Leftrightarrow x(\mu, S) > 0 \quad (13)$$

Elle est croissante avec la taille de la population  $S$  et décroissante avec la valeur virtuelle de la ressource.

$$\frac{\partial x}{\partial S} = -\frac{P_S}{P_x} > 0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial x}{\partial \mu} = \frac{1}{P_x} < 0 \quad (15)$$

La solution doit vérifier les équations différentielles (10) et (11), avec la fonction de prélèvement  $x(\mu, S)$  définie par la condition nécessaire (9). Une solution stationnaire intérieure, si elle existe, correspond à  $\dot{S} = 0$  et  $\dot{\mu} = 0$ . Elle doit donc satisfaire les relations suivantes :

$$\dot{S} = G(S) - x = 0 \quad (16)$$

$$\dot{\mu} = -\int_0^x P_S(r, S) dr + D_S(S) + \mu(\delta - G_S) = 0 \quad (17)$$

Si une solution stationnaire non nulle  $(\mu^*, S^*, x^*)$  existe, elle doit donc vérifier la condition suivante :

$$\mu^* = P(x^*, S^*) = \frac{-\int_0^{x^*} P_S(r, S^*) dr + D_S(S^*)}{G_S(S^*) - \delta} \quad \text{avec } G(S^*) = x^* \quad (18)$$

A l'état stationnaire, la valeur de la variable adjointe de la population de gibier, autrement dit sa valeur virtuelle, doit être égale au CAP marginal des chasseurs. Celles-ci doivent être égales à la valeur actualisée de la différence entre le dommage marginal et l'externalité de stock (le taux d'actualisation utilisé (au signe près) étant ici  $\delta$  et la productivité marginale du stock de gibier).

La condition (18) peut encore s'écrire:

$$G_S = \delta + \frac{D_S - \int_0^{x^*} P_S dr}{P(x^*, S^*)} \quad (19)$$

Dans le cas où le dommage marginal d'un sanglier en plus dépasse l'externalité de stock de ce sanglier supplémentaire, la condition (19) établit que, à l'optimum, la productivité marginale de la population (c'est-à-dire la pente de la courbe d'accroissement de la population en fonction de la densité du gibier) est positive. La taille de la population est alors en deçà de celle correspondant au *MSY* (« Maximum Sustainable Yield »).

Dans le cas où le dommage marginal est inférieur à l'externalité de stock, la productivité marginale du stock peut être positive ou négative en tout cas, elle sera inférieure au taux

d'actualisation. La solution optimale est alors supérieure à  $\tilde{S}$  défini par  $G_S(\tilde{S}) = \delta > 0$  ( $\tilde{S} < S_{MSY}$ ), elle peut donc être à droite ou à gauche du  $MSY$ .

Pour que la solution corresponde à un maximum, le Hamiltonien doit être strictement concave par rapport à la variable d'état  $S$ , le long de la trajectoire optimale, soit :

$$\tilde{H}_{SS}^* = \int_0^{G(S)} P_{SS}(S, r) dr + G_S P_S - D_{SS} + (P_x G_S + P_S) G_S + P \cdot G_{SS} < 0 \quad (20)$$

Le signe de cette condition est ambigu, rien ne nous permet donc d'assurer que l'on aura bien un maximum.

### *Existence de la solution*

Le long de  $\dot{\mu} = 0$  et de  $\dot{S} = 0$ , on définit deux relations entre  $S$  et  $\mu$  dans l'espace  $(\mu, S)$ .

L'expression (16) nous permet donc de définir une fonction  $\mu^S(S)$ , telle que :

$$\left. \frac{d\mu^S}{dS} \right|_{\dot{S}=0} = - \frac{\dot{S}_S}{\dot{S}_\mu} = P_x G_S + P_S \quad (21)$$

La fonction de demande  $P$  étant croissante avec le stock et décroissante avec le prélèvement, la fonction  $\mu^S(S)$  est croissante quand  $S$  se situe au-delà du  $MSY$ . Elle le sera également

pour  $\bar{S} < S < S_{MSY}$ , telle que  $G_S(\bar{S}) = -P_S(x, \bar{S}) / P_x(x, \bar{S})$  et décroissante si  $S < \bar{S}$  ( $\frac{d\mu^S}{dS}$

peut ne jamais s'annuler auquel cas, la fonction  $\mu^S(S)$  est toujours croissante). On étudie les

points remarquables satisfaisant  $\dot{S} = 0$ . En  $S = 0$ ,  $G(0) = x = 0$ , on en déduit alors

$\mu^\mu(0) = P(0, 0)$ , cette valeur est soit nulle soit positive selon les hypothèses de départ. En

$S = K$ ,  $G(K) = x = 0$ , on en déduit alors  $\mu^\mu(K) = P(0, K) \rightarrow +\infty$ . D'où l'allure des courbes dans les simulations des graphiques 2 et 3.

La fonction  $\mu^\mu(S)$  définie par la relation (17) est telle que :

$$\left. \frac{d\mu^\mu}{dS} \right|_{\dot{\mu}=0} = - \frac{\dot{\mu}_S}{\dot{\mu}_\mu} = \frac{- \int_0^{\partial x / \partial S} P_S dr - \int_0^x P_{SS} dr + D_{SS} - P \cdot G_{SS}}{- \int_0^{\partial x / \partial \mu} P_S dr + \delta - G_S} \quad (22)$$



Le signe de la pente de  $\mu^\mu(S)$  est donc ambigu. On peut au mieux étudier quelques points remarquables, afin de déterminer notamment la valeur de  $\mu$  pour un stock nul, maximum et autour de  $\tilde{S}$  puisqu'on a une asymptote. On distinguera deux cas.

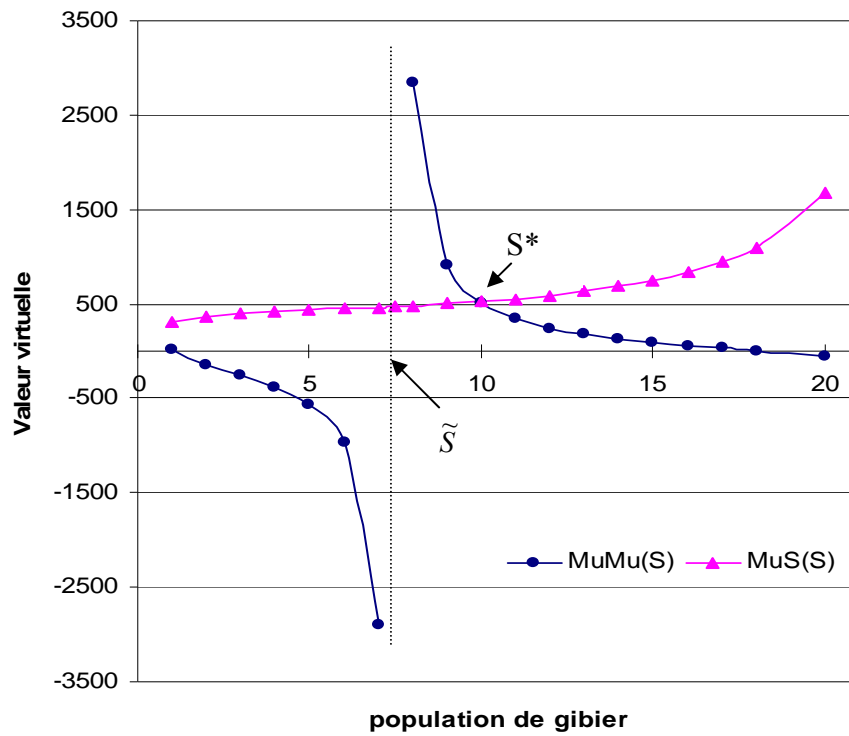
(i) Si les dommages marginaux sont supérieurs à l'externalité positive de stock

Pour  $S = 0$ , on a  $\mu^\mu(0) \geq 0$  et pour  $S = K$ ,  $\mu^\mu(0) < 0$ . Lorsque  $S \rightarrow \tilde{S}^-$ , on a  $\mu^\mu \rightarrow +\infty$ , alors que quand  $S \rightarrow \tilde{S}^+$ ,  $\mu^\mu \rightarrow -\infty$ . A la condition que  $\mu^\mu(0) < \mu^S(0)$ , la courbe  $\mu^\mu(S)$  ne peut donc couper la courbe  $\mu^S(S)$  qu'en un point correspondant à une valeur du stock inférieure à  $\tilde{S}$  (graphique 3), sinon pas de solution.

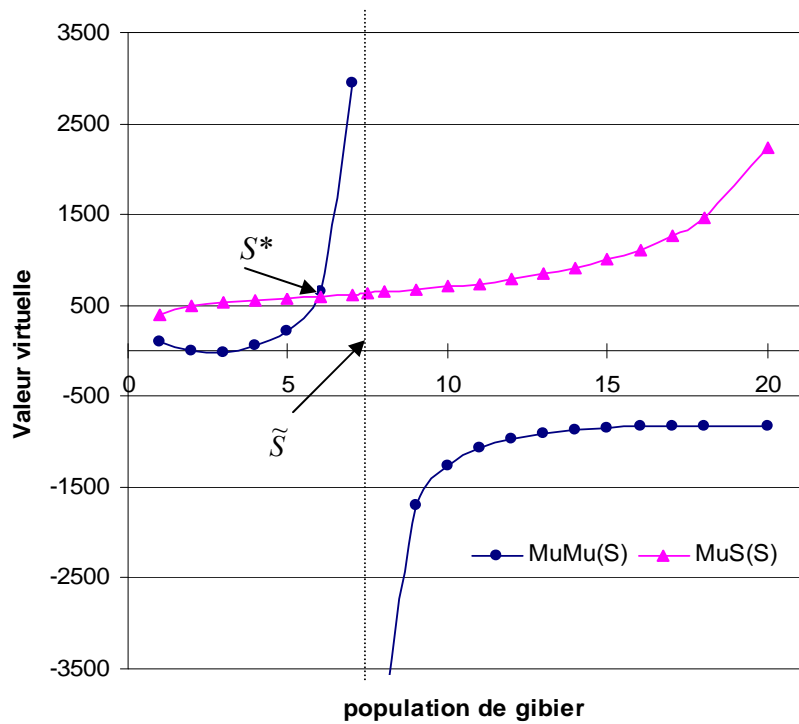
(ii) Si les dommages marginaux sont inférieurs à l'externalité positive de stock

Pour  $S = 0$ , on a  $\mu^\mu(0) \leq 0$  et pour  $S = K$ ,  $\mu^\mu(K) > 0$  (nombre fini). Lorsque  $S \rightarrow \tilde{S}^-$ , on a  $\mu^\mu \rightarrow -\infty$ , alors que quand  $S \rightarrow \tilde{S}^+$ ,  $\mu^\mu \rightarrow +\infty$ . La courbe  $\mu^\mu(S)$  ne peut donc couper la courbe  $\mu^S(S)$  qu'en un point correspondant à une valeur du stock supérieure à  $\tilde{S}$ , comme le montre la simulation sur le graphique 2.

**Graphique 2 : Solution à l'état stationnaire dans le cas où le dommage marginal est inférieur à l'externalité de stock**



**Graphique 3 : Solution à l'état stationnaire dans le cas où le dommage marginal est supérieur à l'externalité de stock**



### 3. Comparaison des équilibres et optima

Les différents équilibres et optima selon le taux d'actualisation sont représentés sur le graphique 4. Le cadran du haut correspond à la courbe de demande à l'équilibre croissance de la population-prélèvement représenté sur le graphique 1. Le cadran du bas représente la courbe classique de croissance de la population de gibier en fonction de son abondance. Chaque point de cette courbe correspond à un équilibre tel que  $x = G(S)$ .

Le caractère commun de cette ressource en accès libre l'a exposé avant 1990 à la tragédie des communs. En l'absence de coopération, les chasseurs étaient incités à prélever beaucoup sur les populations de gibier sans se préoccuper de l'impact sur la taille et le renouvellement des populations. Cette situation est équivalente à un taux de préférence  $\delta$  pour le présent infini de la part des chasseurs. Sans droit de propriété sur la chasse et avec une population supposée exogène par les chasseurs, la condition (18) conduit à un CAP marginal nul, soit :  $P(\hat{x}, \hat{S}) = 0$ . Comme  $\hat{x} = G(\hat{S})$ , la condition (19) indique alors une productivité marginale  $G_S$  très forte et positive, correspondant à un stock d'équilibre très faible. Les fonctions utilisées pour les simulations sur le graphique 4 indiquent un stock nul pour la tragédie des communs. On peut envisager le cas de fonctions telles que les valeurs de la fonction de demande à l'équilibre croissance-prélèvement soient négatives pour certains niveaux de stock, dans ce cas la solution du libre accès est un stock positif (au-delà ou en deçà du  $S_{MSY}$ ). On sait cependant d'après nos hypothèses que  $P(x, S)$  est d'autant plus faible que le stock se raréfie.

Quant à l'optimum des chasseurs  $(\bar{x}, \bar{S})$ , il correspond à la prise en compte de la relation entre les prélèvements de gibier et les populations et en supposant l'existence d'externalités de

stock. Il est atteint à partir de la condition (18) qui devient :  $P(\bar{x}, \bar{S}) = \frac{-\int_{\bar{x}}^{\bar{x}} P_S(r, \bar{S}) dr}{G_S(\bar{S}) - \delta}$  avec

$G(\bar{S}) = \bar{x}$ . Cette expression s'écrit encore :  $G_S(\bar{S}) = \delta - \frac{\int_{\bar{x}}^{\bar{x}} P_S(r, \bar{S}) dr}{P(\bar{x}, \bar{S})}$ . Un taux de préférence

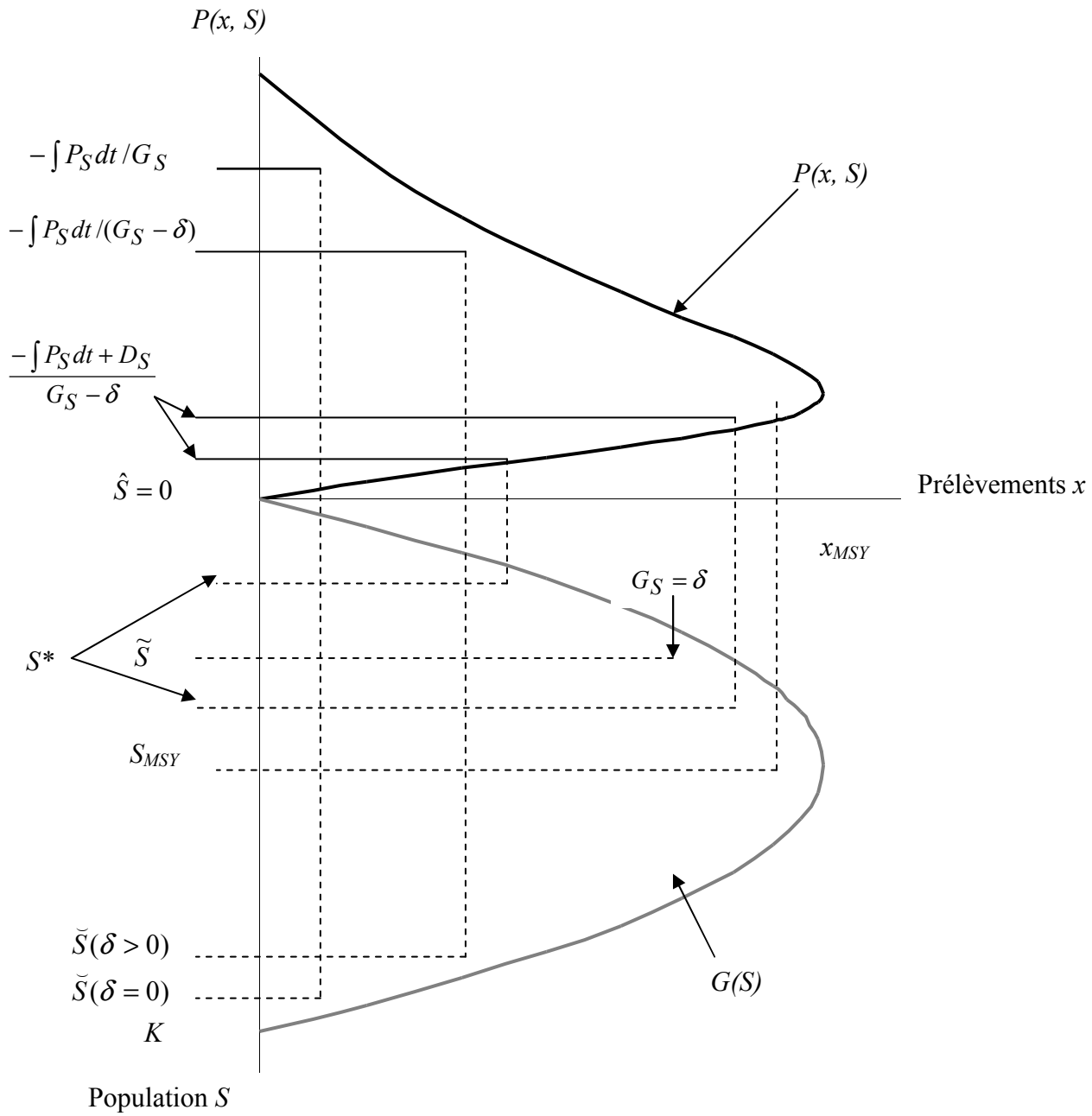
pour le présent  $\delta$  nul induit une productivité marginale du stock  $G_S$  négative correspondant à une population optimale  $\bar{S}$  au-delà du  $S_{MSY}$  (optimum statique). La conservation de la population de gibier est moindre avec un taux d'actualisation positif et fini. En effet, la pente, égale au taux d'actualisation diminué de l'externalité de stock, peut être positive ou négative.

La population optimale  $\tilde{S}$  est alors au-delà ou en deçà du  $S_{MSY}$ . Cependant, elle est toujours supérieure au niveau  $\tilde{S}$  (correspondant à un taux de rendement de la population de sanglier égal au taux d'actualisation  $\delta$ ). L'optimum des chasseurs serait un stock proche de zéro pour un taux d'actualisation infini, ce qui a peu de chance d'arriver.

A l'optimum collectif, la condition (19) donne une valeur de la productivité marginale du stock toujours plus élevée qu'à l'optimum des chasseurs, puisque l'on considère les effets environnementaux négatifs dus aux dommages marginaux. Si l'externalité de stock l'emporte sur le dommage marginal, le stock  $S^*$  se trouve au-delà de  $\tilde{S}$  ( $G_S < \delta$ ), mais toujours en deçà du stock  $\tilde{S}$  optimal pour les chasseurs. Sinon, en cas de dommage marginal prévalant sur l'externalité de stock, il est optimal pour le gestionnaire de diminuer fortement le stock à un niveau inférieur à  $\tilde{S}$  ( $G_S > \delta$ ). Ces deux solutions possibles pour  $S^*$  sont présentées sur le graphique 4 à partir des simulations. A la limite la solution optimale peut être proche de l'équilibre de la tragédie des communs, si les dommages marginaux sont relativement élevés, ou si la demande de chasse est extrêmement faible.

Si la politique optimale est une réduction des populations, la transition vers cette situation se fera en exerçant une pression forte au début de façon à faire diminuer le stock. Il faut dans ce cas inciter les chasseurs à augmenter leurs prélèvements, ce que ne fait pas le système actuel de bracelet payant pour tout sanglier tué. A plus long terme, les prélèvements devront être maintenus à un niveau qui peut être en deçà ou au-delà de celui qui prévaut aujourd'hui.

**Graphique 4 : Comparaison des différents équilibres et optima selon le taux d'actualisation**



#### 4. Discussion et conclusion

L'analyse précédente suggère que la situation de certaines populations de grand gibier en France a été longtemps assimilable à la « tragédie des communs », c'est-à-dire à un équilibre économique d'accès libre. Ceci vient en partie du fait que les droits de propriété sur la chasse ne sont pas bien appliqués dans notre pays, notamment parce que le législateur a privilégié l'organisation associative de la chasse. C'est ainsi que la loi Verdeille du 10 juillet 1964 organise le transfert des droits de propriété en faveur des Associations Communales de Chasse Agréées (ACCA). En régime associatif, les territoires de chasse deviennent des biens publics et le gibier des ressources communes, exposés à la tragédie des communs si des mesures de gestion collective ne sont pas prises par les associations (Le Goffe et Vollet, 2009). Cependant, on peut se demander pourquoi les associations, mais aussi dans une certaine mesure les propriétaires privés, ont longtemps retardé la mise en œuvre de mesures de conservation des populations de grand gibier. Il faut se rappeler que le grand gibier a longtemps été considéré comme nuisible, dans la mesure où il occasionne des dégâts importants à l'agriculture et à la forêt. Le droit d'affût, qui permettait aux agriculteurs de chasser librement le grand gibier pénétrant sur leurs parcelles, n'a été supprimé qu'en 1968, lorsque la loi de finances du 27 décembre a institué le principe d'une indemnisation des dégâts aux récoltes. Le prélèvement de grand gibier par les agriculteurs était donc probablement davantage motivé par la minimisation des dommages agricoles que par la valorisation de l'acte de chasse, même si la proportion de chasseurs est plus grande chez les agriculteurs que dans l'ensemble de la population. Il conviendrait alors en toute rigueur d'ajouter des coûts de piégeage au modèle, comme chez Zivin *et al.* (2000), pour représenter cette réalité.

La loi de finances de 1968 témoigne de la volonté du monde de la chasse de sortir de la « tragédie des communs ». Le principe de l'indemnisation des dégâts aux récoltes et les mesures de régulation que les chasseurs se sont progressivement imposées ont permis d'engager la correction des défaillances du marché et des politiques inadaptées (suppression du droit d'affût). Le plan de chasse est l'instrument principal de gestion des populations de gibier. Introduit en 1963 pour certaines espèces de grand gibier à l'exception du sanglier, le plan de chasse a été progressivement généralisé à l'ensemble du territoire national et étendu au sanglier et au petit gibier sédentaire (Charlez, 2008). Il prévoit un nombre minimum et maximum d'animaux à prélever, de façon à concilier les intérêts agricoles, sylvicoles et

cynégétiques. C'est précisément ce que fait l'optimum économique collectif en agrégeant la mesure monétaire des différents intérêts.

Il semble cependant que le plan de chasse, s'agissant du sanglier notamment, n'ait pas réussi à concilier les différents intérêts contradictoires, puisque la croissance des populations ne ralentit pas suffisamment (Klein *et al.*, 2004). C'est pourquoi le Ministère de l'Écologie travaille à l'élaboration d'un plan national de maîtrise du sanglier, qui devrait être finalisé d'ici la fin du mois de juin 2009. Ce plan fournira aux préfets une « boîte à outils » pour contenir et réduire les populations de sangliers dans les départements les plus touchés. Le relatif échec du plan de chasse vient de ce que les chasseurs ne sont pas incités à rechercher le bon compromis entre la qualité de leur loisir et les dégâts agricoles et éventuellement forestiers (dans le cas des ACCA notamment), sans parler des autres dommages comme ceux des collisions automobiles.

En effet, les dépenses d'indemnisation des dégâts aux cultures sont mutualisées par les Fédérations Départementales des Chasseurs (FDC), qui sont en charge de l'indemnisation. Ce système ne responsabilise pas les gestionnaires de territoires, qui ont intérêt à conserver une population qui maximise leur bien-être collectif, ce qui correspond à ce que nous avons appelé « l'optimum des chasseurs ». Des FDC « pionnières » comme l'Indre-et-Loire ont commencé à appliquer le principe pollueur-payeur aux territoires, en faisant en sorte que chaque sous-massif soumis à un plan de chasse paie ses dégâts en distinguant sanglier et cervidés (Belloy, 2007).

Le compte d'indemnisation des FDC est alimenté par le produit des taxes de plan de chasse (bracelets cervidés et sanglier) et d'autres participations éventuelles des chasseurs de grand gibier. Un deuxième problème est que ces taxes parafiscales par animal prélevé incitent à une gestion conservatrice, en contradiction avec l'objectif de prélèvement minimal du plan de chasse. Notons que ces taxes servent à financer l'indemnisation des dégâts aux cultures et ne constituent pas un signal économique visant à internaliser l'externalité marginale de stock, tel que le suggère la condition d'optimalité de l'optimum des chasseurs. Il serait d'ailleurs difficilement envisageable de gérer les prélèvements exclusivement par les prix, en raison de la méconnaissance de la réaction du prélèvement au prix (la fonction de demande du chasseur) et du caractère souvent collectif de la chasse, à quoi il faut ajouter l'acceptabilité par les chasseurs et les questions d'équité. En revanche, les instruments économiques pourraient être explorés pour la gestion de l'encombrement en régime associatif.

A la différence de ce qui existe en matière d'indemnisation des dégâts agricoles, l'indemnisation par le détenteur du droit de chasse des dommages résultant des collisions automobiles se heurte à des problèmes juridiques qui rendent difficile son application, d'où le recours au fonds de garantie des assurances obligatoires de dommages (Charlez, 2004). Le problème est encore plus épineux pour les risques sanitaires, car l'identification du fonds d'origine des animaux ayant propagé les agents pathogènes est impossible. Cela signifie que même si on arrivait à responsabiliser davantage les gestionnaires de territoire en leur imputant les dégâts agricoles, on ne pourrait décentraliser complètement l'optimum collectif par la seule application du principe pollueur-payeur, puisque certains dommages ne sont pas imputables. Il resterait donc le recours à des instruments plus centralisés, soit quantitatifs comme la battue administrative, soit économiques comme une taxation des forêts en fonction de la densité de sanglier (ce qui pose des problèmes d'estimation de cette densité). La condition (18) nous indique que la taxe par unité de stock devrait être égale au dommage marginal diminué de l'externalité marginale de stock entre chasseurs, ceci à l'optimum.

A-t-on les moyens de réaliser une application empirique de notre modèle et est-il possible d'améliorer le module biologique ? Dans la mesure où ce sujet a été très peu étudié en France, on a le choix entre transférer des relations obtenues à l'étranger (Amérique du nord ou pays scandinaves) ou les construire à partir de données nationales. Compte tenu de nos spécificités autant biologiques qu'économiques, la seconde solution est préférable à condition qu'elle soit possible. Pour estimer statistiquement les fonctions de croissance, de dommage et de demande avec externalité de stock, il faut pouvoir disposer d'un nombre suffisant d'observations où stock et prélèvement, stock et dommages, stock et CAP (ou le prix des chasses), sont connus simultanément. La Fédération Nationale des Chasseurs (FNC) dispose sur plusieurs années de séries de données territorialisées (jusqu'au niveau communal), qui donnent le montant monétaire des dommages annuels aux différentes cultures, ainsi que les prélèvements annuels de grand gibier, non différenciés par sexe ni classe d'âge ou de poids. L'Office National des Forêts (ONF) détient également des données territorialisées à couverture nationale sur le prix et les caractéristiques des chasses en forêt domaniale, la dernière adjudication ayant eu lieu en 2004. Le problème est qu'on ne dispose pas de telles statistiques territorialisées pour les populations de grand gibier. Et si en revanche quelques rares populations ponctuelles sont suivies de manière détaillée dans le temps (voir Klein *et al.*, 2004 ; Toïgo *et al.*, 2008), il pourrait s'avérer difficile de reconstituer les séries correspondantes de CAP et de dommage, nécessaires aux estimations.



On peut alors envisager deux types d'applications. Une première possibilité consiste à construire un indice d'abondance des populations de grand gibier (sanglier essentiellement) à partir des dégâts aux cultures. Cet indice d'abondance non différencié, comme le sont les prélèvements annuels suivis par la FNC, impose l'hypothèse de biomasse agrégée faite dans notre modèle. En s'inspirant de l'économie des pêcheries, il est possible d'estimer la fonction de croissance à partir d'une relation statistique liant l'effort de chasse à l'indice d'abondance (la droite de Schaefer). Le CAP pour prélever du gibier peut être obtenu par dérivation de la fonction de prix hédoniste<sup>3</sup> expliquant le prix des chasses en forêt par ses attributs (accès et localisation, surface, prélèvements et indice d'abondance de grand gibier, etc.). Il faut aussi établir une relation entre les dommages associés aux collisions automobiles et l'indice d'abondance, à partir de données publiques ou privées (fonds de garantie des assurances). Enfin, la fonction de dommage agricole se déduit de la construction de l'indice d'abondance.

Une deuxième possibilité, s'éloignant de notre modèle théorique, serait d'utiliser les suivis détaillés de populations ponctuelles, à condition de rassembler un jeu complet de données intégrant dommages et prix des chasses. Cette source de données permettrait de développer un modèle biologique structuré en classes (sexe, âge ou poids), ce qui orienterait le modèle bioéconomique vers un modèle de simulation numérique, plutôt que vers la recherche d'une solution analytique optimale.

---

<sup>3</sup> Il s'agit de la première étape qui permet d'obtenir un prix implicite du gibier. En toute rigueur, il faudrait procéder à la deuxième étape pour identifier le CAP, en mobilisant les caractéristiques des chasseurs.

## Références

- Belloy, A. (2007). *Les modalités du financement de l'indemnisation des dégâts de grand gibier : de la mutualisation à la responsabilisation. Exemple de la FDC d'Indre et Loire*. Colloque sur les modalités de gestion du sanglier, Fédération Nationale des Chasseurs, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Reims, 1<sup>er</sup> et 2 mars.
- Charlez, A. (2004). Grand gibier et collisions automobiles. *Faune sauvage*, 263: 40-43.
- Charlez, A. (2008). Plan de chasse et dégâts à la forêt : l'évolution. *Faune sauvage*, 281: 56-63.
- Hasenkamp, G. (1995). The economics of hunting, game preservation, and their legal setting. *European Journal of Political Economy*, 11: 453-468.
- Horan, R.D., Bulte, E.H. (2004). Optimal and open access harvesting of multi-use species in a second best world. *Environmental and Resource Economics*, 28(3): 251-272.
- Klein, F., Baubet, E., Toïgo, C., Leduc, D., Saint-Andrieux, C., Said, S., Frechard, C., Vallance, M. (2004). *La Gestion du Sanglier, des Pistes et des Outils pour Réduire les Populations*. Technique et faune sauvage, Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, 32 p.
- Le Goffe, P., Vollet, D. (2009). *Économie et politique de la chasse: constat, analyse et idées pour l'action*. Colloque SFER « Chasse, territoires et développement durable : outils d'analyse, enjeux et perspectives », Clermont-Ferrand, 25 et 26 mars.
- Rakotoarison, H., Point, P. (2009). *Une analyse coût-bénéfice du grand gibier : cas du sanglier dans la région Aquitaine*. Colloque SFER « Chasse, territoires et développement durable, outils d'analyse, enjeux et perspectives », Clermont-Ferrand, 25 et 26 mars.
- Rakotoarison, H., Point, P., Malfait, J.-J. (2009). *A dynamic model for estimating the economic costs of roe deer browsing in the Gascogne forests*. Colloque SFER « Chasse, territoires et développement durable, outils d'analyse, enjeux et perspectives », Clermont-Ferrand, 25 et 26 mars.
- Rondeau, D. (2001). Along the way back from the brink. *Journal of Environmental Economics and Management*, 42 (1): 156-182.
- Ropars-Collet, C., Le Goffe, P. (2009). *La gestion du sanglier : modèle bioéconomique, dégâts agricoles et prix des chasses en forêt*. Colloque SFER « Chasse, territoires et

développement durable, outils d'analyse, enjeux et perspectives », Clermont-Ferrand, 25 et 26 mars.

Skonhofs, A. (2005). The costs and benefits of a migratory species under different management schemes. *Journal of Environmental Management*, 76: 167-175.

Skonhofs, A. (2006). The costs and benefits of animal predation: an analysis of Scandinavian wolf re-colonization. *Ecological Economics*, 58: 830-841.

Skonhofs, A. (2007). Economic modelling approaches for wildlife and species conservation. *Ecological Economics*, 62: 223-231.

Skonhofs, A., Olausson, J.O. (2005). Managing a migratory species that is both a value and a pest. *Land Economics*, 81(1): 34-50.

Toïgo, C., Servanty, S., Gaillard, J.-M., Brandt, S., Baubet, E. (2008). Disentangling natural from hunting mortality in an intensively hunted wild boar population. *Journal of Wildlife Management*, 72: 1532-1539.

Zivin, J., Hueth, B.M., Zilberman, D. (2000). Managing a multiple-use resource: the case of feral pigs in California rangeland. *Journal of Environmental Economics and Management*, 39(1): 189-204.

**Les Working Papers SMART – LERECO sont produits par l'UMR SMART et l'UR LERECO**

- **UMR SMART**

L'Unité Mixte de Recherche (UMR 1302) *Structures et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires* comprend l'unité de recherche d'Economie et Sociologie Rurales de l'INRA de Rennes et le département d'Economie Rurale et Gestion d'Agrocampus Ouest.

Adresse :

UMR SMART - INRA, 4 allée Bobierre, CS 61103, 35011 Rennes cedex  
UMR SMART - Agrocampus, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes cedex  
<http://www.rennes.inra.fr/smart>

- **LERECO**

Unité de Recherche *Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Economie*

Adresse :

LERECO, INRA, Rue de la Géraudière, BP 71627 44316 Nantes Cedex 03  
[http://www.nantes.inra.fr/le\\_centre\\_inra\\_angers\\_nantes/inra\\_angers\\_nantes\\_le\\_site\\_de\\_nantes/etudes\\_et\\_recherches\\_economiques\\_lereco](http://www.nantes.inra.fr/le_centre_inra_angers_nantes/inra_angers_nantes_le_site_de_nantes/etudes_et_recherches_economiques_lereco)

**Liste complète des Working Papers SMART – LERECO :**

[http://www.rennes.inra.fr/smart/publications/working\\_papers](http://www.rennes.inra.fr/smart/publications/working_papers)

**The Working Papers SMART – LERECO are produced by UMR SMART and UR LERECO**

- **UMR SMART**

The « Mixed Unit of Research » (UMR1302) *Structures and Markets in Agriculture, Resources and Territories*, is composed of the research unit of Rural Economics and Sociology of INRA Rennes and of the Department of Rural Economics and Management of Agrocampus Ouest.

Address:

UMR SMART - INRA, 4 allée Bobierre, CS 61103, 35011 Rennes cedex, France  
UMR SMART - Agrocampus, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes cedex, France  
[http://www.rennes.inra.fr/smart\\_eng/](http://www.rennes.inra.fr/smart_eng/)

- **LERECO**

Research Unit *Economic Studies and Research Lab*

Address:

LERECO, INRA, Rue de la Géraudière, BP 71627 44316 Nantes Cedex 03, France  
[http://www.nantes.inra.fr/nantes\\_eng/le\\_centre\\_inra\\_angers\\_nantes/inra\\_angers\\_nantes\\_le\\_site\\_de\\_nantes/es\\_unites/etudes\\_et\\_recherches\\_economiques\\_lereco](http://www.nantes.inra.fr/nantes_eng/le_centre_inra_angers_nantes/inra_angers_nantes_le_site_de_nantes/es_unites/etudes_et_recherches_economiques_lereco)

**Full list of the Working Papers SMART – LERECO:**

[http://www.rennes.inra.fr/smart\\_eng/publications/working\\_papers](http://www.rennes.inra.fr/smart_eng/publications/working_papers)

**Contact**

**Working Papers SMART – LERECO**

INRA, UMR SMART

4 allée Adolphe Bobierre, CS 61103

35011 Rennes cedex, France

**Email :** [smart\\_lereco\\_wp@rennes.inra.fr](mailto:smart_lereco_wp@rennes.inra.fr)

**2009**

**Working Papers SMART – LERECO**

UMR INRA-Agrocampus Ouest **SMART** (Structures et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires)

UR INRA **LERECO** (Laboratoire d'Etudes et de Recherches Economiques)

Rennes, France