



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. *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement - Review of agricultural and environmental studies*, 2011, 92 (2), pp.161-181. hal-01201221

HAL Id: hal-01201221

<https://hal.science/hal-01201221>

Submitted on 17 Sep 2015

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.

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

Carole ROPARS-COLLET*, Philippe Le GOFFE**

* Auteur correspondant : Agrocampus Ouest et INRA, UMR 1302 SMART, 65 rue de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes cedex, France

e-mail : Carole.Ropars@agrocampus-ouest.fr

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

Résumé – L'augmentation des populations de grands gibiers en France, notamment le sanglier, a eu pour conséquence une augmentation des dommages collectifs. Pour autant, cette espèce n'est pas considérée uniquement comme nuisible puisqu'elle est valorisée par la pratique de la chasse. L'article se propose de caractériser l'optimum collectif en mobilisant le cadre de l'économie des ressources naturelles. La densité optimale des populations de gibier est définie 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. Elle est comparée à celle qui correspond à l'optimum des chasseurs avec droits de propriété sur la ressource, puis à la « tragédie des communs ». Ce cadre analytique permet une interprétation économique de l'évolution de la chasse en France et du contexte institutionnel et législatif. Le modèle développé permet ensuite de discuter des politiques cynégétiques à mettre en place et des recommandations en matière d'instrumentation économique de ces politiques.

Mots-clés : modélisation bioéconomique, gestion, gibier, chasse, dommage

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

Summary – Increasing populations of big game in France, including wild boar, has resulted in an increase in collective damages. However, this species is not only regarded as harmful as it is valued by the practice of hunting. The article aims to characterize the social optimum by engaging natural resource economics. The optimum density of game populations is defined from a bio-economic model that takes into account all the costs and profits relating to hunting and the presence of game. It is compared to that corresponding to the hunters' optimum and to the "tragedy of the commons". The analytical framework allows an economic interpretation of the evolution of hunting in France and of the institutional and legislative context, while focusing on issues of property rights and externalities. The model developed is then used to discuss game management policies and recommendations on economic tools for these policies.

Keywords: bio-economic modeling, management, game, hunting, damages

Classification JEL : Q2, Q57

1. Introduction

Depuis une trentaine d'années, la population de sangliers explose en France. Les prélèvements suivent la même tendance. Selon l'Association nationale des chasseurs de grand gibier (ANCGG), la population a été multipliée par cinq en vingt ans, les prélèvements par dix entre 1970 et 2000. Les conséquences de ces fortes densités de sangliers sont des dommages collectifs importants. Les plus fréquemment cités sont les dégâts agricoles et forestiers. Les statistiques nationales montrent une progression régulière de l'indemnisation des seuls dégâts agricoles dus au gros gibier, dépassant aujourd'hui les 20 millions d'euros par an, dont 80 % concernent le sanglier. Il faut également considérer les collisions automobiles. En 2008, 40 % du montant des indemnisations totales (21 millions d'euros) du Fond de garantie des assurances obligatoires de dommages, hors versement des compagnies d'assurance, relèvent des accidents dus au sanglier¹. Enfin, on peut évoquer les risques sanitaires pour les animaux domestiques et l'homme que constituent de fortes populations de sangliers.

Les raisons de la prolifération des populations de sangliers sont multiples. L'augmentation de la disponibilité alimentaire en raison du développement du maïs et le développement des friches dû à la déprise agricole ont certainement renforcé le fort potentiel reproducteur de cette espèce. La baisse significative du nombre de chasseurs (30% en moins en vingt ans) s'est traduite par une déprise cynégétique, même s'il y a eu une mutation des chasseurs du petit vers le grand gibier (ANCGG, 2007). D'autres causes, comme la régulation de la pression de chasse par les chasseurs, dans le but d'augmenter les populations jugées insuffisantes à une certaine époque y ont également fortement contribué. En effet, la volonté d'augmenter la qualité de la pratique de la chasse a conduit à une gestion conservatrice depuis le début des années 1990. Longtemps considéré comme nuisible en raison des dommages qu'il occasionne, le sanglier est devenu une espèce noble et un des piliers de la chasse rurale, ce qui se retrouve d'ailleurs dans le prix des chasses (Ropars-Collet et Le Goffe, 2009). C'est avant tout la recherche de la qualité pour le loisir de la chasse, avec des populations de gibier abondantes, qui a été privilégiée.

L'instrument principal de gestion des populations de gibier est le plan de chasse. 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 sur les territoires de chasse, de façon à concilier les intérêts agricoles, sylvicoles et cynégétiques. Le plan de chasse, s'agissant du sanglier notamment, n'a pas réussi à concilier les différents intérêts contradictoires (Klein *et al.*, 2004). Les mesures telles que le tir sélectif protégeant les femelles, les bracelets payants pour chaque sanglier abattu, ont certainement contribué au développement des populations. En tous cas, elles n'ont pas réussi à ralentir suffisamment leur croissance. Pourtant, pendant longtemps, la situation des populations de sangliers en France, comme celle d'autres grands gibiers, a été assimilable à la « tragédie des

¹ Réponse du ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, publiée dans le J.O. Sénat du 03/12/2009.

communs », en raison essentiellement de la mauvaise application des droits de propriété sur la chasse. En effet, 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, une ressource commune exposée à la surexploitation, si des mesures de gestion collective ne sont pas prises par les associations (Le Goffe et Vollet, 2009). Quant au droit d'affût, qui permettait aux agriculteurs de chasser librement le grand gibier pénétrant sur leurs parcelles, il 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. La loi de finances de 1968 témoigne de la volonté du monde de la chasse de sortir de cette « tragédie des communs ». Le principe de l'indemnisation des dégâts aux récoltes et les mesures de régulation que les chasseurs se sont progressivement imposés ont permis d'engager la correction des défaillances du marché et des politiques inadaptées. Depuis la loi relative à la chasse du 26 juillet 2000, l'indemnisation des dégâts agricoles relève de la compétence exclusive des fédérations départementales des chasseurs (FDC). Le compte d'indemnisation est alimenté par le produit des taxes des plans de chasse. Mais ces taxes parafiscales par animal à tirer conduisent à minimiser les prélèvements et vont à l'encontre d'un objectif de diminution des populations.

Le relatif échec de ces différentes mesures de gestion, et notamment du plan de chasse, est lié au manque d'incitations des chasseurs pour concilier la qualité de leur loisir et les dégâts agricoles et éventuellement forestiers (dans le cas des ACCA, notamment), sans évoquer les autres dommages comme ceux liés aux collisions automobiles. Une meilleure maîtrise de la prolifération des populations de sangliers devrait permettre de diminuer significativement les dommages que ce gibier engendre. L'amélioration du bien-être pour la collectivité passe par la recherche d'une densité de gibier permettant un bon compromis entre les bénéfices retirés de la chasse au gros gibier et les dommages occasionnés, ce que les politiques cynégétiques devraient cibler.

L'article 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). Les espèces de grands gibiers sont considérées à la fois comme des ressources et des nuisibles. Ce sont des biens collectifs pour lesquels il n'existe pas de marché. L'absence de droits de propriété ou l'abandon de ces droits par les propriétaires privés au profit des sociétés de chasse rend difficile l'exclusion et porte donc atteinte à ces ressources. Il n'y a pas de coordination marchande entre la demande des chasseurs et l'offre de chasse qui émane des propriétaires privés, publics, agricoles ou forestiers. L'activité de chasse est le lieu d'externalités croisées entre chasseurs, puisqu'ils se concurrencent à travers la pression qu'ils exercent sur les stocks et l'espace. Sans restriction de l'accès au territoire de chasse, le comportement des chasseurs conduit donc à une surexploitation de la ressource en gibier. Mais la chasse est aussi le lieu de nombreuses externalités

environnementales négatives, notamment entre chasseurs et agriculteurs, entre chasseurs et le reste de la société, les populations de gibier étant aussi responsables de dommages collectifs importants. La plupart des travaux économiques sur ces ressources multi-usages poursuivent la recherche de l'efficacité maximale qui consiste à maximiser la valeur collective, calculée comme la somme des bénéfices et des coûts attachés à ces actifs naturels. Les bénéfices de la chasse correspondent à la valeur attribuée par les chasseurs, soit sous forme de prix de permis, soit de surplus des chasseurs. C'est le consentement à payer pour pratiquer la chasse. On trouve également les bénéfices de la non-consommation, comme l'observation des animaux par les touristes. Parmi les coûts, on considère les coûts des chasseurs, les coûts du piégeage ou de la réintroduction des espèces (Rondeau, 2001 ; Skonhofs, 2006), ainsi que les dommages à la forêt (abrutissement par les cervidés : Rakotoarison et Point, 2009), à l'agriculture (sanglier ; cas de l'éléphant chez Horan et Bulte, 2004) et les collisions automobiles avec le gros gibier (Zivin *et al.*, 2000). Skonhofs (2005) et Skonhofs et Olausson (2005) formalisent le cas d'une espèce dont la migration occasionne des bénéfices et des dommages dans des zones géographiques différentes. La condition d'optimalité conduit dans la plupart des travaux à un arbitrage qui consiste à conserver des populations abondantes tant que les bénéfices marginaux sont supérieurs aux coûts marginaux et inversement. La plupart des modèles sont dynamiques, à l'exception de Skonhofs (2005), Skonhofs et Olausson (2005) et Skonhofs (2007) qui se limitent au cas particulier du modèle statique en considérant que la ressource n'a pas de valeur en tant qu'actif (taux d'actualisation nul).

Horan et Bulte (2004) et Skonhofs (2007) étudient les conflits entre les gestionnaires de parcs naturels et les populations locales des pays en voie de développement ; Horan et Bulte (2004) expliquent 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 et 2006 ; Rakotoarison *et al.*, 2009). Johannesen et Skonhofs (2004) analysent les conséquences de la structure des droits de propriété sur les prélèvements d'espèces de faune sauvage. La détention de droits de propriété sur la ressource par les populations locales ne signifie pas forcément des prélèvements soutenables et une faune plus abondante. Tout dépend de ce qui motive les prélèvements, la diminution des dégâts sur les cultures ou le loisir.

L'objectif de l'article est de donner une interprétation de la réglementation de la chasse et d'expliquer la situation actuelle de populations abondantes de sangliers, à partir de l'analyse économique. Le modèle que nous proposons s'inscrit dans la

littérature classique en économie des ressources et de l'environnement. Il cherche à caractériser une situation meilleure, qualifiée d'optimale sur le plan économique. Nous montrons qu'en France nous n'atteignons pas l'optimum social en raison de défaillances institutionnelles et nous discutons des mesures permettant de s'en approcher. Hasenkamp (1995) s'est intéressé à la relation entre préservation des populations de gibier et contrôle de l'effort de chasse. Il montre que les objectifs poursuivis par la théorie économique sur la gestion des ressources communes se retrouvent dans le cadre juridique et institutionnel existant en Allemagne. Ce n'est pas le cas en France. L'optimum économique collectif est ici défini à l'aide d'un modèle bioéconomique, où l'on maximise la somme des flux actualisés de valeur associée à la présence de gibier en tenant compte de la contrainte dynamique d'évolution du stock de gibier. Il est le résultat d'un arbitrage entre les intérêts des différentes parties prenantes. Nous faisons ici l'hypothèse, comme la plupart des travaux passés en revue, que la population de gibier est assimilable à une biomasse agrégée et indifférenciée, dont l'accroissement dépend de la densité selon une forme logistique standard. Deux grandeurs économiques sont prises en considération : les bénéfices des chasseurs et les dommages économiques liés à la présence de gibier. Le bénéfice des chasseurs est un bénéfice net. C'est le consentement à payer pour prélever du gibier 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 et Le Goffe, 2009). Ce bénéfice net dépend du prélèvement de gibier. Contrairement aux travaux existants, nous considérons que la valeur de la chasse dépend du stock de gibier et croît avec son abondance. L'apport du modèle par rapport aux différents travaux existants est de faire l'hypothèse supplémentaire que la valeur de la chasse dépend du stock de gibier avec un effet positif (chez Horan et Bulte (2004), seul le coût de la chasse dépend du stock). A travers cette hypothèse, la densité du gibier joue le rôle d'un indicateur de qualité pour la pratique de la chasse. Elle traduit la préférence des chasseurs pour des populations abondantes de gibier et des territoires propices à leur prolifération.

La condition d'optimalité du modèle développé met en évidence l'arbitrage à la marge entre les dommages et les bénéfices, en faisant notamment apparaître les effets marginaux positifs du stock sur le bien-être des chasseurs. Cela n'est possible que parce que nous faisons l'hypothèse que le consentement à payer pour la pratique de la chasse dépend de l'abondance des populations de gibier. La condition permet de comprendre les forces économiques à l'œuvre, quand on passe de l'équilibre concurrentiel de libre accès à l'optimum, et de fonder la conception des instruments économiques des politiques cynégétiques (taxation du prélèvement, taxation de la densité de gros gibier, etc.). L'optimum collectif défini est l'objectif qui devrait être visé par les politiques cynégétiques, si l'économie n'y conduit pas spontanément. L'équilibre d'accès libre à la chasse, parfois qualifié de « tragédie des communs », est l'état auquel conduit le comportement égoïste des chasseurs en l'absence de toute mesure de gestion. On le compare également à ce qu'on a identifié comme l'optimum des chasseurs. En effet, bien que cet état ne prenne pas en compte les dégâts du gibier (ce n'est donc pas un véritable optimum au sens de Pareto), il requiert une coopération collective en matière de prélèvement, c'est-à-dire une politique pour y parvenir.

La section suivante présente les hypothèses retenues pour la modélisation. Le cadre analytique du modèle, permettant de caractériser la densité de gibier pour trois niveaux de décentralisation (optimum social, tragédie des communs et optimum des chasseurs), est développé dans la section 3. La section 4 compare les trois niveaux de décentralisation et discute des implications en termes de politiques économiques. Elle permet une interprétation économique de l'évolution du contexte institutionnel de la chasse au gros gibier en France. La section 5 conclut et donne des perspectives d'application empirique.

2. Hypothèses du modèle

2.1. Evolution du stock de gibier

On suppose que la population de gibier suit une loi de croissance logistique. On fait ainsi l'hypothèse que, au fur et à mesure de la prolifération de l'espèce, 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} ² qui est le rendement biologique maximum de l'espèce (cadran du bas sur la figure 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 première et seconde de la fonction $G(S)$ ³.

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

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

2.2. Le bien-être des chasseurs

Nous faisons l'hypothèse que la valeur de la chasse au sanglier, notée $P(x,S)$, dépend à la fois de la quantité du gibier prélevé et de la qualité de la chasse. Cette valeur peut être assimilée au consentement à payer (CAP) marginal des chasseurs pour abattre un sanglier supplémentaire, net des dépenses occasionnées par la pratique de chasse. L'indicateur de qualité choisi est la densité de gibier présent dans la forêt. Nous supposons que le CAP marginal décroît avec la quantité prélevée de sangliers et croît avec la densité de sangliers. Cette dernière hypothèse traduit une externalité positive du stock liée au fait que la qualité de la chasse dépend, pour les chasseurs, de la possibilité

² MSY : Maximum Sustainable Yield

³ Ces notations s'appliqueront aux dérivées partielles des autres fonctions utilisées.

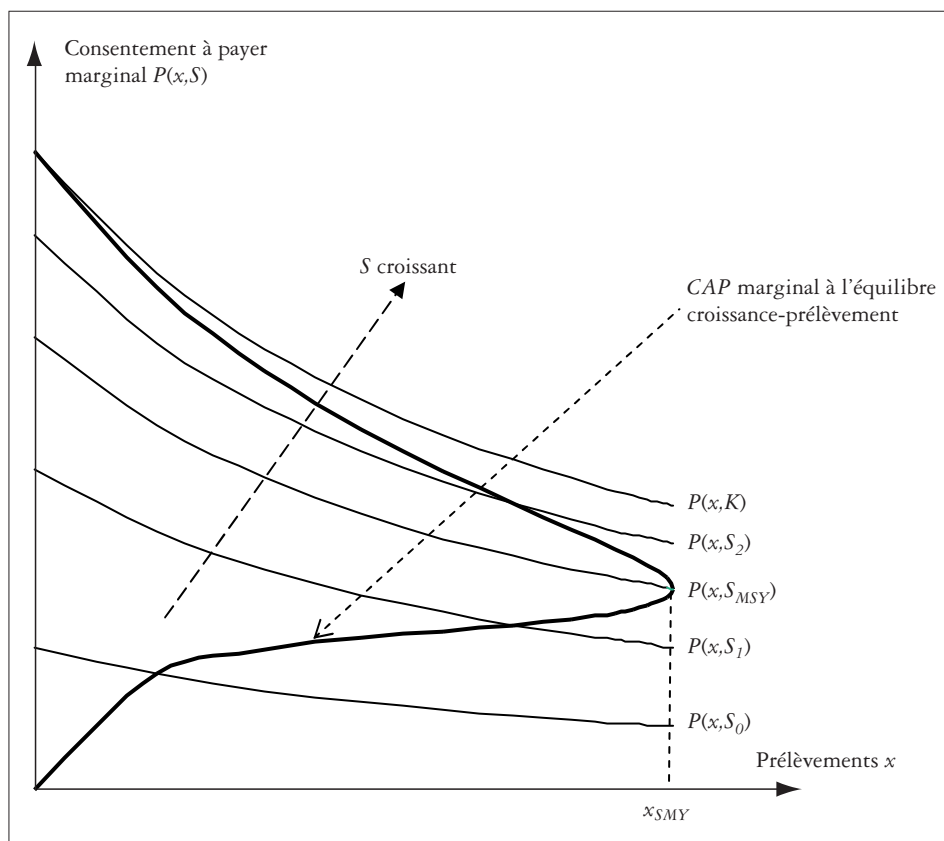
de voir du gibier même si celui-ci n'est pas prélevé. Cet effet positif de la densité sur le bien être est lié uniquement à l'existence du gibier. Les chasseurs évoquent le fait qu'ils souhaitent pouvoir chasser dans des populations nombreuses (Klein *et al.*, 2004). On peut également voir dans cette hypothèse un second effet qui s'apparente plutôt à un coût en termes de localisation du gibier qui, pour une même quantité prélevée, est plus faible si les populations ciblées sont abondantes. Ainsi, à même niveau de prélèvement, le consentement à payer marginal est plus élevé quand la population de sangliers est abondante et inversement.

Le bien-être collectif des chasseurs sur toute la demande s'écrit $\int_0^x P(r,S)dr$, avec :

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

Les consentements à payer marginaux en fonction du prélèvement, et pour différents stocks de gibier, sont représentés par les courbes en trait fin (figure 1). Pour un même prélèvement, ces courbes sont d'autant plus élevées que le stock de gibier est abondant, la plus haute correspondant à la capacité K de la ressource. La courbe en trait

Figure 1. Fonctions inverses de demande de chasse à stock constant et pour différents stocks d'équilibre croissance - prélèvement



gras est le lieu des points d'équilibre entre la croissance de la population de gibier et le prélèvement (c'est-à-dire $\dot{S} = 0$ ou encore $x = G(S)$). La branche basse de cette courbe correspond à un prélèvement d'équilibre croissant avec la population, le stock de gibier se trouve donc en deçà de S_{MSY} , tandis que la branche haute correspond à un prélèvement décroissant avec l'augmentation de la population, ce qui correspond à un stock au-delà de S_{MSY} . Le prélèvement maximal possible est celui pour lequel l'accroissement de la population de gibier est maximal, soit $x_{MSY} = G(S_{MSY})$.

2.3. Les dommages

La fonction de dommage, notée $D(S)$, est supposée de classe C^2 , 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 l'augmentation des dégâts dus au passage d'animaux supplémentaires sera de plus en plus faible, car le gibier déjà passé sur une surface cultivée a fortement endommagé les cultures. Pour simplifier, les dommages correspondent seulement aux dégâts aux cultures et aux forêts.

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

3. Les différents niveaux de décentralisation

3.1. L'optimum social

Le niveau optimal de la population de gibier pour la société est celui qui maximise la richesse collective générée par la présence de gibier. Il ne correspond pas forcément à la conservation de ces populations. En effet, la politique optimale de gestion des populations de gibier peut être très différente selon que les dommages qu'il occasionne sont importants ou non en comparaison des bénéfices procurés par l'activité récréative de la chasse. On suppose ici que la gestion de la population de gibier est confiée à un gestionnaire qui en a la pleine propriété. Il tire de la présence du 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. Bénéfices et dommages vont varier dans le temps en fonction de l'évolution du stock de gibier d'où la nécessité de prendre en compte le temps dans la recherche d'une gestion optimale. Son taux de préférence pour le présent, fini et positif, l'incite à arbitrer 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 somme maximale des flux actualisés de valeur associée à 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. La solution optimale du stock et du prélèvement varie avec le temps et convergent sous certaines conditions vers un état stationnaire. C'est sur la base des états stationnaires que nous comparerons par la suite les différents niveaux de décentralisation.

Le problème est traité avec un horizon de temps infini, en supposant implicitement un continuum de gestionnaires avec un même taux d'actualisation δ . On peut alors écrire le problème de la façon suivante :

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

Sous les contraintes :

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

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

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

Le Hamiltonien en valeur courante d'un tel problème s'écrit :

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

où μ est la variable adjointe courante de la ressource que l'on peut interpréter comme la valeur virtuelle d'une unité du stock de gibier. Les conditions nécessaires du premier ordre sont :

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

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

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

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

La condition de transversalité s'écrit :

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} \mu \cdot e^{-\delta t} \cdot S = 0 \quad (11)$$

Selon la condition nécessaire (9), la valeur de la chasse doit être égale à la valeur virtuelle de la ressource pour avoir une solution intérieure. Le bien-être collectif des chasseurs sur toute la demande est une fonction strictement convexe en x , la valeur optimale de x est donc unique et comprise entre 0 et x_{MSY} (pas de solution bang-bang). On peut alors déduire à partir de la condition (9b) une fonction de prélèvement :

$$x(\mu, S) > 0 \quad (12)$$

Cette fonction est croissante avec la taille de la population S et décroissante avec la valeur virtuelle de la ressource μ .

$$\frac{\partial x}{\partial S} = -\frac{P_S}{P_x} > 0 \quad (13)$$

$$\frac{\partial x}{\partial \mu} = -\frac{1}{P_x} < 0 \quad (14)$$

Le système d'équations différentielles (10) et (2) définit les trajectoires optimales du stock et de sa valeur implicite, où le prélèvement est une fonction $x(\mu, S)$ définie par la condition nécessaire (9).

L'état stationnaire du système est tel que $\dot{S} = 0$ et $\dot{\mu} = 0$, c'est-à-dire :

$$\dot{S} = G(S) - x = 0 \tag{15}$$

$$\dot{\mu} = - \int_0^x P_S(r, S) dr + D_S(S) + \mu(\delta - G_S) = 0 \tag{16}$$

Si une solution stationnaire intérieure existe (μ^*, S^*, x^*) , elle doit vérifier les conditions suivantes :

$$\mu^* = P(x^*, S^*) = \frac{\int_0^{x^*} P_S(r, S^*) dr - D_S(S^*)}{\delta - G_S(S^*)} \tag{17}$$

$$\text{et } G(S^*) = x^* \tag{18}$$

A l'état stationnaire, l'accroissement de la population de gibier est entièrement prélevé (18), et la variable adjointe de la population de gibier, autrement dit sa valeur virtuelle, doit être égale au consentement à payer marginal des chasseurs (17). Elle se définit comme la valeur actualisée du surplus marginal net de la société en faisant apparaître le taux d'actualisation effectif $(\delta - G_S)$. En effet, ce taux doit prendre en compte le fait qu'extraire une unité supplémentaire de ressource fait varier son potentiel de régénération de $-G_S$.

La condition (17) peut encore s'écrire :

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

La figure 4 permet d'illustrer entre autres la condition nécessaire pour un optimum à l'état stationnaire. La partie haute de la figure correspond à la courbe de CAP marginal, à l'équilibre entre croissance et prélèvement de gibier, en fonction du prélèvement (on la retrouve sur la figure 1). La partie basse représente la courbe d'accroissement de la population de gibier en fonction de la densité de gros gibier, telle que définie par les hypothèses (1), avec les valeurs caractéristiques \bar{K} et S_{MSY} de la population. Chaque point de cette courbe correspond aussi à un niveau de prélèvement durable, où $x = G(S)$.

La condition (19) établit que, à l'optimum, la productivité marginale du stock de gibier (pente de la courbe d'accroissement de la population de gibier sur la figure 4) est positive si le dommage marginal d'un sanglier en plus prévaut sur l'effet marginal d'une unité de stock sur toute la demande. La taille optimale de la population est alors en deçà de celle correspondant au MSY . Elle est même inférieure à \bar{S} , population définie par la règle d'or $G_S(\bar{S}) = \delta$ (avec $\bar{S} < S_{MSY}$), puisque $G_S(S^*) > \delta$. Au contraire, si l'effet marginal du stock sur toute la demande l'emporte sur le dommage marginal, la productivité marginale du stock peut être positive ou négative, en tout cas, elle sera

inférieure au taux d'actualisation. La solution optimale S^* est alors toujours supérieure au niveau de stock \bar{S} . Cependant, elle peut être à droite ou à gauche du MSY . Le CAP marginal y est relativement élevé par rapport au cas où l'effet du dommage marginal domine. La solution optimale S^* dans ces deux cas est présentée sur la figure 2. Un taux de préférence pour le présent non nul implique toujours une moindre conservation de la population de gibier par rapport à ce que préconise la règle d'or verte proposée par Chichilnisky *et al.* (1995) correspondant à un taux d'actualisation nul, où prélè-

vement et stock sont tels que : $G_S = (D_S - \int_0^{x^0} P_S dr) / P(x^0, S^0)$. Quel que soit le niveau initial du stock de gibier, on a toujours $S^* < S^0$ (Chichilnisky, 1997 ; Li et Löfgren, 2000). L'optimum social peut être proche de la disparition du stock de gibier si ce taux d'actualisation est très fort, ou encore si le dommage marginal est extrêmement élevé et/ou l'effet positif du stock sur la demande de chasse très faible.

Les conditions nécessaires du principe du maximum pour une solution optimale sont suffisantes si, d'une part, la fonction d'accroissement de la population de gibier avec prélèvement est concave en (S, x) et $\mu \geq 0$, ce qui est assuré par nos hypothèses ; et, d'autre part, la fonction de valeur associée à la population de gibier

$$\int_0^x P(r, S) dr - D(S) \text{ est concave en } (S, x). \text{ Celle-ci est concave si et seulement si } P_x(x, S) \left(\int_0^x P_{SS}(S, r) dr - D_{SS} \right) > P_S^2(x, S). \text{ Nous ne pouvons donc conclure analytiquement.}$$

Existence d'une solution stationnaire

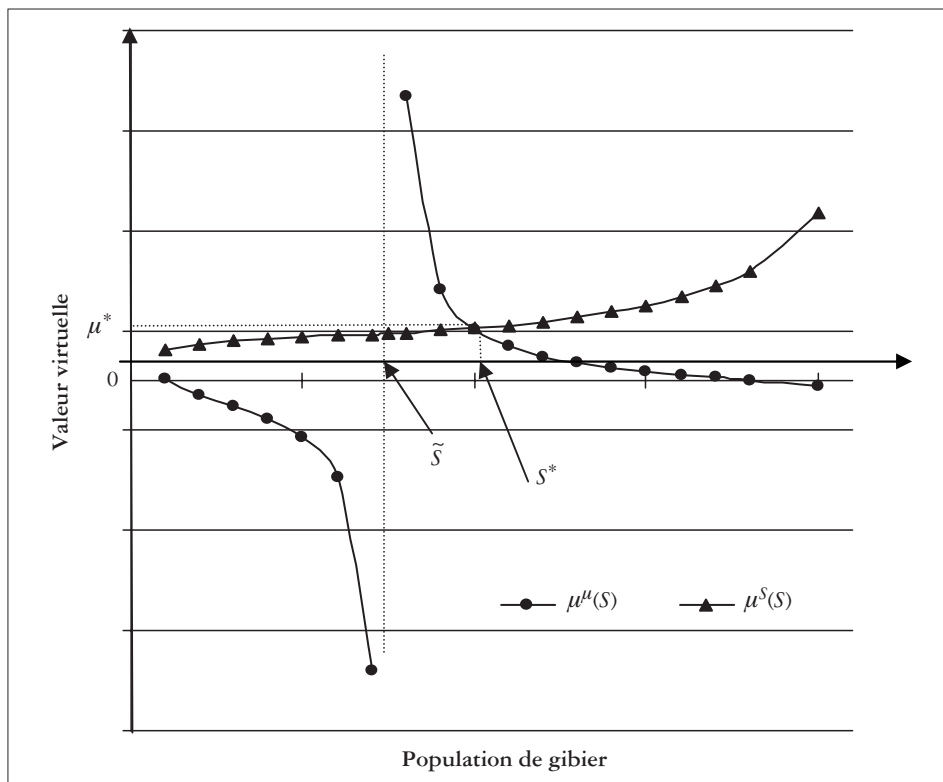
Les courbes isoclines $\mu^S(S)$ et $\mu^\mu(S)$ du système dynamique en S et μ sont représentées sur les figures 2 et 3. L'allure de ces courbes est étudiée à partir des expressions (15) et (16) respectivement. Le signe de la pente de $\mu^S(S)$ est déterminé par :

$$\left. \frac{d\mu^S}{dS} \right|_{\dot{S}=0} = - \frac{\dot{S}_S}{\dot{S}_\mu} = P_x G_S + P_S \tag{20}$$

La fonction de demande $P(x, S)$ étant par hypothèse croissante avec le stock, la fonction $\mu^S(S)$ est croissante quand le stock S se situe au-delà du MSY (la productivité marginale du stock G_S étant négative). Elle est aussi croissante pour un niveau de stock en deçà du MSY , mais supérieur à \bar{S} défini par $G_S \cdot P_S + P_x = 0$. Elle est donc décroissante lorsque la taille du stock est inférieure à \bar{S} . Cependant, rien ne permet d'assurer que ce niveau de stock \bar{S} existe. En effet, $\frac{d\mu^S}{dS}$ peut ne jamais s'annuler, auquel cas la fonction $\mu^S(S)$ est toujours croissante (c'est d'ailleurs le cas sur les figures 2 et 3). Pour compléter l'analyse de cette fonction, nous étudions deux points remarquables. Un niveau de stock nul ($S = 0$) correspond à un prélèvement nul ($x = G(0) = 0$). La valeur

virtuelle de la ressource est alors $\mu^S(0) = P(0,0)$ qui peut être nulle ou positive selon les hypothèses de départ. Si le stock atteint la capacité de charge maximale ($S = K$), le prélèvement correspondant est également nul ($x = G(K) = 0$). On en déduit alors une valeur implicite d'une unité du stock de gibier $\mu^S(K) = P(0,K) \rightarrow +\infty$. Il s'ensuit l'allure des courbes sur les figures 2 et 3.

Figure 2. Solution à l'état stationnaire dans le cas où le dommage marginal est inférieur à l'externalité de stock

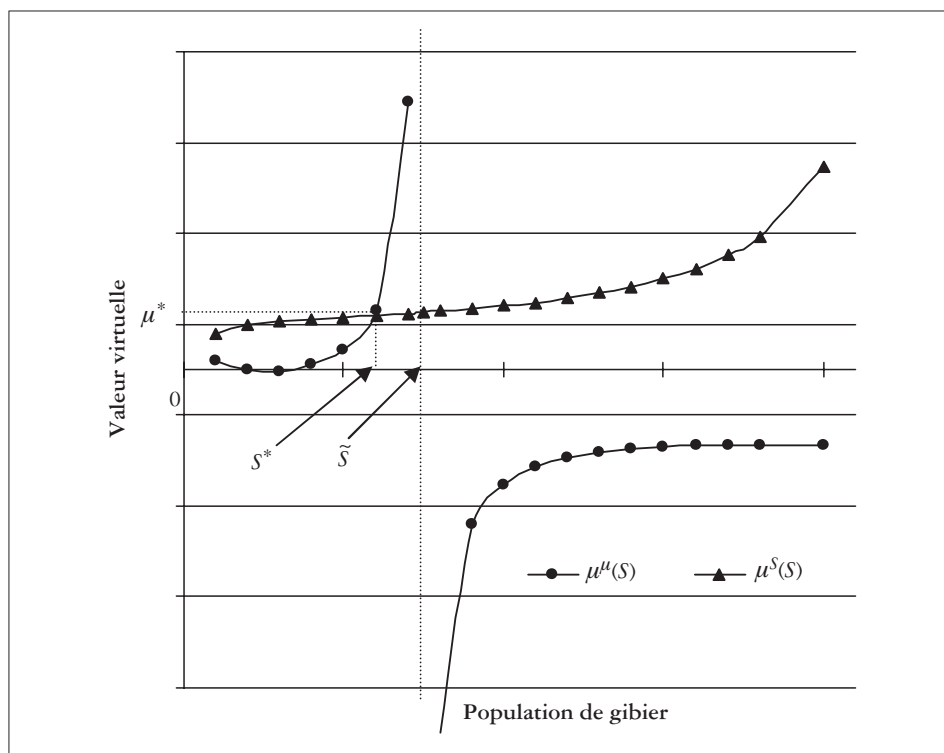


L'étude de la fonction $\mu^\mu(S)$ se fait en partant de l'équation (16) :

$$\left. \frac{d\mu^\mu}{dS} \right|_{\dot{\mu}=0} = - \frac{\dot{\mu}_S}{\dot{\mu}_\mu} = \frac{- \int_0^x P_S dr - \int_0^x P_{SS} dr + D_{SS} - P \cdot G_{SS}}{- \int_0^x P_S dr + \delta - G_S} \quad (21)$$

Le signe de la pente de $\mu^\mu(S)$ est ambigu. Toutefois, on peut déterminer le signe de μ pour trois niveaux du stock : un stock nul, un stock correspondant à la capacité maximale que l'écosystème peut supporter K , et enfin un stock proche de \tilde{S} . On distingue deux cas :

Figure 3. Solution à l'état stationnaire dans le cas où le dommage marginal est supérieur à l'externalité de stock



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

En $S = 0$, on a $\mu^\mu(0) \geq 0$; pour $S = K$, alors $\mu^\mu(0) < 0$. Lorsque $S \rightarrow \tilde{S}^-$, $\mu^\mu \rightarrow +\infty$, alors que si $S \rightarrow \tilde{S}^+$, $\mu^\mu \rightarrow -\infty$. A la condition que $\mu^\mu(0) < \mu^S(0)$, la courbe $\mu^\mu(S)$ ne peut couper la courbe $\mu^S(S)$ qu'en un point correspondant à une taille du stock inférieure à \tilde{S} (figure 3), sinon il n'existe pas de solution stationnaire.

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

En $S = 0$, 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 taille du stock supérieure à \tilde{S} , comme le montre la simulation sur la figure 2.

3.2. L'optimum des chasseurs sans droit de propriété

Cet optimum correspond à « la tragédie des communs ». Lorsque les chasseurs ont un accès libre et gratuit au territoire de chasse et à la ressource, ils n'ont aucune incitation à restreindre leur prélèvement, ce qui conduit à la surexploitation de la ressource commune qu'est le gibier, et par conséquent à la réduction du bien-être de l'ensemble

des chasseurs. Ils cherchent à maximiser ce bien-être sans intégrer dans leur choix le fait que le stock de sanglier dépend en partie des prélèvements qui y sont opérés. En l'absence de droits de propriété, le problème des chasseurs est le suivant :

$Max_x \int_0^x P(r, S) dr$, sans autres contraintes que la positivité des variables. La variable de stock S est supposée exogène. A l'équilibre croissance-prélèvement, la condition nécessaire est :

$$P(\hat{x}, \hat{S}) = 0 \tag{22}$$

$$\text{avec } \hat{x} = G(\hat{S}) \tag{23}$$

En l'absence de droit de propriété sur la chasse, la ressource est exposée à « la tragédie des communs », qui se traduit dans le cadre de notre modèle par un consentement à payer marginal nul pour prélever un sanglier supplémentaire. Les chasseurs prélèvent tant qu'ils en retirent de la satisfaction et s'arrêtent quand celle-ci s'annule. La condition (22) est équivalente à (17) avec un taux d'actualisation δ infini, correspondant à une préférence forte pour le présent. Comme le montre la condition (19) pour un taux δ infini, la productivité marginale du stock G_S est alors très forte, d'où une densité de gibier très faible à l'équilibre. On peut caractériser cette condition sur la figure 4, où les hypothèses sur les différentes fonctions conduisent à la disparition du stock de gibier et à un prélèvement par les chasseurs nul à l'équilibre.

3.3. L'optimum des chasseurs avec droits de propriété

Avec des droits de propriété sur la ressource ou le territoire de chasse, les chasseurs sont enclins à épargner le gibier et à contrôler leurs prélèvements pour profiter le plus longtemps possible de cette activité récréative. Le comportement des chasseurs est d'obtenir la somme maximale de flux actualisés du seul bien-être que procure la chasse, en prenant en compte l'impact de leurs prélèvements sur l'évolution de la population

de gibier. Le problème s'écrit : $Max_x \int_0^\infty e^{-\delta t} \left(\int_0^x P(r, S) dr \right) dt$, sous la contrainte (2). Les

conditions nécessaires pour un état stationnaire optimal pour les chasseurs sont les suivantes :

$$P(\tilde{x}, \tilde{S}) = \frac{\int_0^{\tilde{x}} P_S(r, \tilde{S}) dr}{\delta - G_S(\tilde{S})} \tag{24}$$

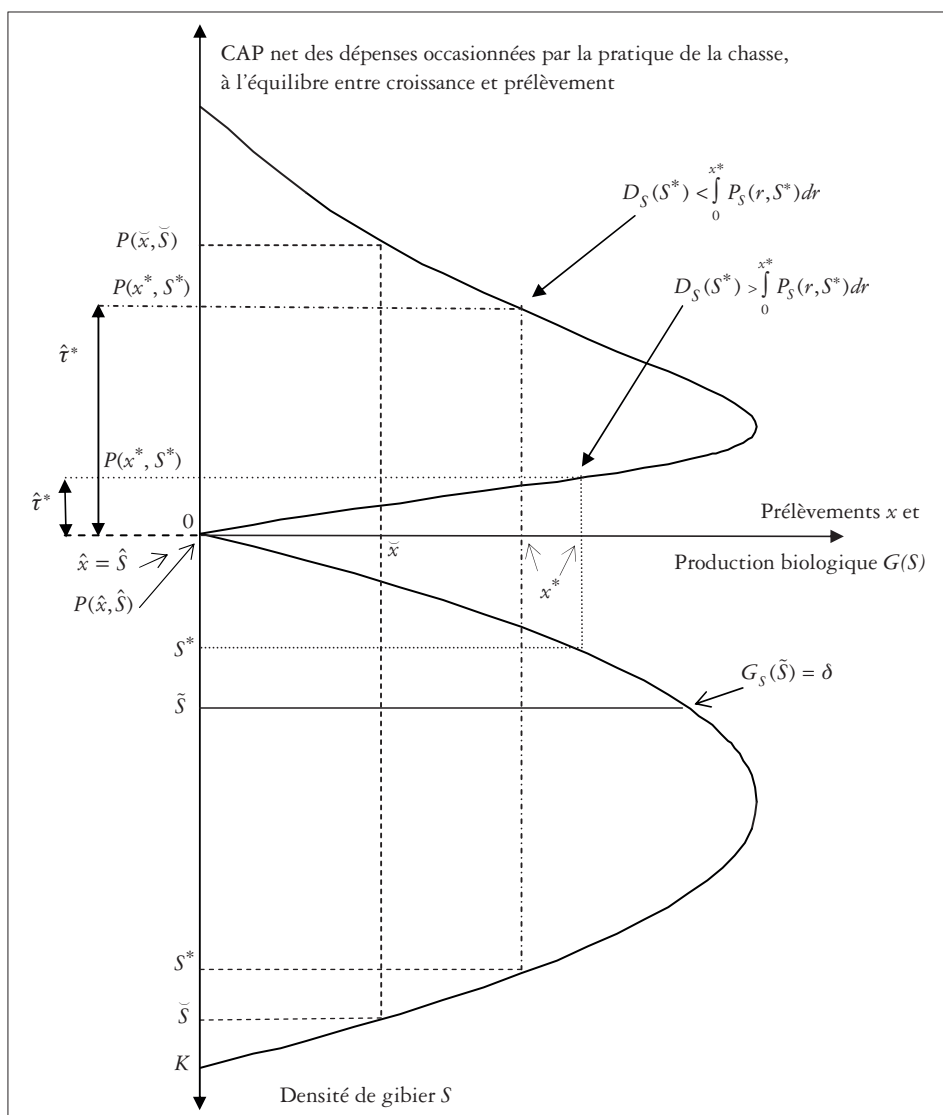
$$\tilde{x} = G(\tilde{S}) \tag{25}$$

Ces conditions sont équivalentes à (17) et (18), mais sans prise en compte des dommages occasionnés par le gibier. La productivité marginale du stock de gibier, soit la pente G_S , est égale au taux d'actualisation diminué de l'effet positif de stock sur la

demande rapporté au CAP marginal, soit : $G_S(\tilde{S}) = \delta - \frac{\int_0^{\tilde{x}} P_S(r, \tilde{S}) dr}{P(\tilde{x}, \tilde{S})}$. Elle est donc plus

faible qu'à l'optimum social, et peut être positive ou négative. La population optimale de gibier \hat{S} , déterminée par cette condition, peut être au-delà ou en deçà de S_{MSY} (figure 4). Cependant, elle est toujours supérieure au niveau \tilde{S} (correspondant à un taux de rendement de la population de sangliers égal au taux d'actualisation δ). Elle est également toujours supérieure à la population optimale définie pour la collectivité S^* , qui tient compte des effets environnementaux négatifs à travers les dommages marginaux en plus des externalités positives sur le bien-être des chasseurs. L'optimum des chasseurs conserve donc plus les populations de gibier que l'optimum social.

Figure 4. Courbes de demande de chasse et de production biologique pour un équilibre croissance-prélèvement : tragédie des communs, optimum collectif et optimum des chasseurs



4. Discussion

4.1. Comparaison des trois situations

La population de gibier optimale socialement, déterminée en tenant compte des différents intérêts, est comprise entre celle correspondant à la situation de « tragédie des communs » et celle définie par l'optimum des chasseurs détenant tous les droits de propriété sur la ressource soit : $\hat{S} \leq S^* \leq \bar{S}$. L'optimum des chasseurs (en présence de droits de propriété) est de conserver des populations de gibier plus importantes que ce que préconise l'optimum social. Il s'en éloigne d'autant plus que les dégâts causés par le gibier sont excessifs par rapport aux bénéfices que la chasse procure. L'optimum social peut être même de se rapprocher de la tragédie des communs si les dommages marginaux sont très élevés au regard des effets marginaux positifs sur le bien-être.

Le modèle permet de définir les instruments économiques, tels qu'une taxe, pour passer d'une situation de « tragédie des communs » à l'optimum social. Face à une taxe $\hat{\tau}$ par prise de gibier, le comportement des chasseurs est toujours de maximiser le

bien-être, soit : $Max_x \left(\int_0^x P(r, S) dr - \hat{\tau} x \right)$. La condition nécessaire, pour que le bien-être

des chasseurs soit maximal, devient $P(x, S) = \hat{\tau}$. Une taxe sur les prélèvements égale à la valeur actualisée du surplus marginal net de la collectivité (équation 26), c'est-à-dire la valeur actualisée du gain de bien-être sur toute la demande diminuée des dommages, d'un sanglier supplémentaire, permet d'atteindre le niveau de population socialement optimale S^* .

$$\hat{\tau}^* = \frac{\int_0^{x^*} P_S(r, S^*) dr - D_S(S^*)}{\delta - G_S(S^*)} \quad (26)$$

La taxe ainsi définie amène les chasseurs à prendre en compte le véritable effet de leur comportement pour la société. Sa valeur dépend de l'intensité relative du dommage marginal par rapport à la valorisation marginale du gibier par les chasseurs. Elle est élevée si les dommages marginaux sont importants par rapport aux effets marginaux positifs du stock sur le bien-être, et faible à l'inverse, ce que l'on peut voir sur la figure 4. Le consentement à payer marginal $P(x, S)$ étant positif ou nul par hypothèse, il ne peut s'agir d'une subvention sur les prélèvements. Selon l'intensité relative des dommages marginaux, la taille du stock S^* est au-delà ou en deçà de \bar{S} , d'où le signe du dénominateur de l'expression définissant la taxe optimale négatif ou positif.

On peut de la même manière déterminer la taxe $\bar{\tau}$ qui permet le passage de l'optimum des chasseurs avec droit de propriété vers l'optimum social. Mais dans ce cas, ce ne peut être qu'une taxe sur la densité de gibier sur les territoires concernés. Le compor-

tement des chasseurs face à une telle taxe est $Max_x \int_0^\infty e^{-\delta t} \left(\int_0^x P(r, S) dr - \bar{\tau} S \right) dt$ sous la contrainte (2).

La taxe ne serait économiquement efficace qu'à la condition qu'elle soit équivalente au dommage marginal d'un sanglier supplémentaire déterminé à l'optimum social.

$$\bar{\tau}^* = D_S(S^*) \quad (27)$$

4.2. Implication en termes de politiques économiques

En France, nous ne sommes certainement pas à l'optimum social. L'accès non restrictif aux territoires de chasse dans de nombreuses régions françaises a pu être à l'origine d'une pression de chasse élevée en termes de fréquentation et de prélèvement. Ces prélèvements mal maîtrisés ont constitué un facteur de déclin des populations de sangliers avant les années 1990, la situation pouvait alors être qualifiée de « tragédie des communs ». Ce constat observé pendant longtemps s'explique en partie par la structure des droits de propriété. En effet, les territoires gérés par la chasse associative sont très nombreux en France. Le droit de chasse est alors abandonné par les propriétaires au profit des sociétés de chasse. Les territoires deviennent des biens publics et le gibier une ressource commune, ce qui l'a exposé à « la tragédie des communs ». Une manière de gérer directement la surexploitation du gibier peut être d'imposer aux chasseurs une taxe sur les prélèvements afin de se rapprocher de l'optimum social. Historiquement, la taxe parafiscale par animal (bouton sanglier) est un des instruments de politique cynégétique. Cependant, on s'est éloigné de « la tragédie des communs » pour aller plus loin que ne le préconise l'optimum social. En fait, si la bonne taxe était choisie (à l'exclusion d'autres mesures), c'est-à-dire une taxe suffisamment faible, les chasseurs réguleraient d'eux-même la population de gibier au bon niveau, or ce n'est pas ce qui est observé. Ici le produit de la taxe (bracelets sangliers) ne sert qu'à alimenter les comptes des fédérations départementales des chasseurs servant à financer l'indemnisation des dégâts aux cultures. Cette taxe ne constitue pas un signal économique visant à internaliser les deux types d'externalités, comme le suggère la condition d'optimalité (17). Il serait d'ailleurs difficilement envisageable de gérer les prélèvements uniquement par les prix en raison de la méconnaissance de la réaction du prélèvement au prix (la fonction de demande de chasse). On pourrait également ajouter l'acceptabilité par les chasseurs et les questions d'équité.

Un autre moyen de réguler les populations est l'instrument quantitatif, comme dans le cas du plan de chasse. Il préconise un nombre maximum et minimum d'animaux à prélever de façon à concilier intérêts agricoles, sylvicoles et cynégétiques. On y retrouve donc la notion d'optimum social. Actuellement la taxe est inopérante et le niveau de régulation par tir est trop limitant. Il correspond certainement à une taxe plus forte que ce qui existe aujourd'hui et qui maintient une population de gibier trop importante. On est alors plus proche d'un état optimal pour les chasseurs que pour la collectivité, puisque la qualité de la chasse est privilégiée au détriment des dommages agricoles et forestiers. Nous sommes donc passés de « la tragédie des communs » à une situation opposée où les chasseurs ont plutôt réussi à réduire leur prélèvement avec pour conséquence une prolifération importante du gros gibier et des dommages significatifs. Parmi les raisons, on peut évoquer la divagation du gibier et la présence de diverses espèces, ce qui rend

impossible l'identification certaine de l'origine des dégâts aux cultures. En raison de leur caractère collectif, il est difficile d'imputer les dégâts au fonds d'origine des animaux. Les chasseurs ne sont pas incités à réduire les populations de gibier et donc les dégâts. Actuellement, les dépenses d'indemnisation des dégâts aux cultures, alimentées principalement par le produit des taxes des plans de chasse, sont mutualisées par les fédérations départementales des chasseurs (FDC), qui sont en charge de cette 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 appelons « l'optimum des chasseurs ». Seules quelques FDC « pionnières », comme celle d'Indre-et-Loire, ont commencé à appliquer le principe pollueur-payeur aux territoires, en faisant en sorte que chaque sous-massif soumis à plan de chasse paie ses dégâts en distinguant sanglier et cervidés (Belloy, 2007).

Comment à partir de la situation observée aujourd'hui, où les prélèvements sont certainement trop fortement régulés et les populations de sanglier trop abondantes, revenir à l'optimum social ? L'internalisation des effets externes pourrait passer par un instrument quantitatif de type quota, en se fixant des objectifs environnementaux et sociaux. Mais son caractère non incitatif ne permet pas d'assurer que le quota de prélèvement serait atteint. Une idée pourrait être de conserver des consignes de tir, mais aussi d'internaliser les dommages collectifs. Le recours à un instrument économique de type taxe serait donc plus incitatif. Là encore, l'efficacité de la taxe et donc les résultats environnementaux sont conditionnés par la fonction de réaction des chasseurs, que l'on ne connaît pas avec certitude. Quant à la définition de la taxe, il faudrait pouvoir estimer la densité de sanglier, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui. En tous cas, si la politique optimale est une réduction des populations par rapport à la situation qui prévaut actuellement, la transition vers cette situation serait d'exercer 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 « bouton » payant pour tout sanglier tué.

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. Dans le modèle, nous n'avons pas pris en compte les autres problèmes liés à la présence du gros gibier, à savoir les collisions automobiles et les risques sanitaires. 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 son application difficile, 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. 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, comme le suggère le modèle.

5. Conclusion

L'article propose, en s'appuyant sur un modèle bioéconomique, de définir l'optimum collectif pour les populations de sangliers en prenant en compte l'ensemble des coûts liés à la présence de ce gibier et des bénéfices afférents à la chasse. Il permet de dire que nous ne sommes certainement pas à l'optimum économique social en France. A l'aide du modèle développé, cet optimum est comparé à la situation observée il y a plus d'une vingtaine d'années, proche de la tragédie des communs, ainsi qu'à la situation actuelle qui se rapproche d'un optimum pour les chasseurs. Des recommandations en matière d'instrumentation économique des politiques cynégétiques à mettre en œuvre pour cibler l'optimum collectif sont ensuite discutées.

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. Pour estimer statistiquement les fonctions de croissance, de dommage et de demande de chasse avec externalité de stock, il faut pouvoir disposer d'un nombre suffisant d'observations sur la taille des stocks, les prélèvements, les dommages et les CAP (ou le prix des chasses). La fédération nationale des chasseurs 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 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 2010. Le problème est qu'on ne dispose pas de telles statistiques territorialisées sur la taille des 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 ; Toigo *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 (le nombre de chasseurs) à l'indice d'abondance. Le CAP pour prélever du gibier peut être obtenu par dérivation de la fonction de prix hédoniste⁴ 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

⁴ 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.

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. Selon Ropars-Collet et Le Goffe (2009), les consentements à payer marginaux par chasseur pour un sanglier supplémentaire vont de 80 à 300 €, selon les départements, et les dommages marginaux (agricoles seulement) sont compris entre 30 et 100 €.

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.

Bibliographie

- Association nationale des chasseurs de grand gibier (ANCGG, 2007) Impact de la baisse du nombre de chasseurs sur la gestion du sanglier et perspectives, Colloque sur les modalités de gestion du sanglier, Fédération nationale des chasseurs, Office national de la chasse et de la faune sauvage, Reims, 1^{er} et 2 mars.
- 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^{er} et 2 mars.
- Charlez A. (2008) Plan de chasse et dégâts à la forêt : l'évolution, *Faune sauvage* 281, 56-63.
- Charlez A. (2004) Grand gibier et collisions automobiles, *Faune sauvage* 263, 40-43.
- Chichilnisky G. (1997) What is sustainable development?, *Land Economics* 73(4), 467-491.
- Chichilnisky G., Heal G. et Beltratti A. (1995) The green golden rules, *Economics Letters* 49(2), 175-179.
- Hasenkamp G. (1995) The economics of hunting, game preservation, and their legal setting, *European Journal of Political Economy* 11(3), 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.
- Johannesen A.B., Skonhøft A. (2004) Property rights and natural resource conservation: A bio-economic model with numerical illustrations from the Serengeti-Mara ecosystem, *Environmental and Resource Economics* 28(4), 469-488.
- Klein F., Baubet E., Toigo C., Leduc D., Saint-Andrieux C., Said S., Frechard C. et 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) Economie 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 », 25 et 26 mars, Clermont-Ferrand, 20 p.
- Li C.Z., Löfgren K.G. (2000) Renewable resources and economic sustainability: A dynamic analysis with heterogeneous time preferences, *Journal of Environmental Economics and Management* 40(3), 236-250.
- 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 », 25 et 26 mars, Clermont-Ferrand.
- Rakotoarison H., Point P. et 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 », 25 et 26 mars, Clermont-Ferrand, 34 p.
- 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 », 25 et 26 mars, Clermont-Ferrand, 28 p.
- Skonhofs A. (2007) Economic modeling approaches for wildlife and species conservation, *Ecological economics* 62(2), 223-231.
- Skonhofs A. (2006) The costs and benefits of animal predation: An analysis of Scandinavian wolf re-colonization, *Ecological economics* 58(4), 830-841.
- Skonhofs A. (2005) The costs and benefits of a migratory species under different management schemes, *Journal of Environmental Management* 76(2), 167-175.
- Skonhofs A., Olausson J.O. (2005) Managing a migratory species that is both a value and a pest, *Land Economics* 81(1), 34-50.
- Toigo C., Servanty S., Gaillard J.-M., Brandt S. et 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. et 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.