

Fermeture du milieu et chasse au trophée : effets à long terme sur une population de mouflons

R. Huboux/ONCFS



Peu de populations d'ongulés ne sont pas, directement ou indirectement, concernées par des pressions anthropiques. Nous souhaitons montrer ici que ces pressions, lorsqu'il s'agit par exemple de chasse, ont des implications profondes et qu'elles viennent s'ajouter aux contraintes environnementales naturelles auxquelles les animaux sont confrontés. Nous avons pris l'exemple d'une population de mouflons, victime de la réduction d'habitats favorables suite à la déprise des activités pastorales et dont les mâles à trophée font l'objet d'une chasse sélective. Etat des lieux d'une population en pleine mutation, qui soulève différentes questions quant à la gestion des populations chassées.

**Jean-Marc Cugnasse¹,
Mathieu Garel^{2,3},
Daniel Maillard³,
Guillaume Dalery⁴,
Jean-Paul Treilhou⁵,
Dominique Dubray³**

1 ONCFS, Délégation régionale Sud-Ouest – Portet-sur-Garonne.

2 CNRS, Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, UMR 5558, Université Lyon 1 – 43 boulevard du 11 novembre, 69622 Villeurbanne Cedex.

3 ONCFS, CNERA Faune de Montagne – Montpellier.

4 GIEC/FDC – Bédarieux.

5 ONF – Béziers.

L'Homme comme force évolutive

Que se soit en termes de climat ou encore de fragmentation de l'habitat, l'influence de l'Homme sur les écosystèmes est devenue incontournable. Pour l'étude des populations sauvages, le nouveau défi est donc d'être capable de faire la part entre les changements liés à cette activité anthropique et les processus naturels. Dans ce contexte, les populations chassées sont un bon modèle d'étude puisqu'elles sont soumises aux deux contraintes (voir Garel, 2006).

Ces dernières années, la recherche sur ces populations s'est principalement intéressée aux conséquences démographiques de la chasse, que ce soit en termes d'effectifs, de structure d'âge et de sexe. Peu d'efforts ont par contre été consacrés aux conséquences génétiques des prélèvements réalisés, notamment lorsque ceux-ci sont sélectifs, comme c'est le cas chez les espèces chassées pour leur trophée (Festa-Bianchet, 2003). Il existe pourtant de nombreuses indications, chez les poissons par exemple (Sutherland, 1990), qu'un prélèvement sélectif peut avoir des conséquences évolutives non négligeables lorsqu'il est basé sur un

caractère héritable (par exemple la taille des cornes ou des bois chez les ongulés – Coltman *et al.*, 2003 ; Hartl *et al.*, 2003).

La chasse au trophée pourrait ainsi conduire à contre-sélectionner la caractéristique morphologique recherchée. Comment ? Simplement parce que les animaux dont la croissance des cornes est rapide et importante seraient prélevés avant d'avoir pu contribuer à la reproduction, limitant ainsi le transfert des gènes responsables de ces caractéristiques morphologiques. C'est en tout cas ce que suggère une récente étude sur le Mouflon des rocheuses, chez qui la chasse au trophée serait à l'origine d'une diminution de 30 % de la taille des cornes et du poids chez les mâles ; le chasseur favoriserait ainsi artificiellement dans cette population de petits animaux aux petites cornes (Coltman *et al.*, 2003).

Une autre contrainte : la fermeture des habitats

La réduction d'habitats favorables peut aussi être une menace pour les populations de mouflons. Ces derniers sont en effet des mangeurs d'herbe dont les caractéristiques morphologiques et biologiques sont adaptées aux milieux ouverts, qui offrent une bonne visibilité et sont dominés par des zones riches en herbacées (Geist, 1971). Or, la plupart des habitats dans lesquels évoluent les mouflons sont aujourd'hui en voie de fermeture suite à la déprise des activités pastorales. Ces changements environnementaux pourraient eux aussi affecter les caractéristiques phénotypiques des animaux, en limitant la disponibilité et la qualité des ressources alimentaires.

Un cadre d'étude adéquat

Nous présentons ici (pour plus de détails voir Garel *et al.*, soumis) les résultats d'une étude à long terme (28 ans) sur la population de Mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis sp.*) du Caroux-Espinouse. Cette population fait face depuis son acclimatation, en 1956, à une fermeture croissante du milieu et les mâles font l'objet, depuis 1973, d'une intense chasse au trophée. Nous avons plus particulièrement étudié deux types de zones : une zone sans chasse de 1 704 ha qui correspond à la



D. Maillard/RNCFS

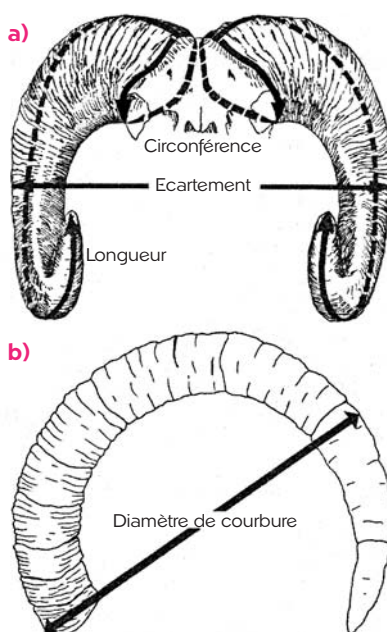
Une vue du massif du Caroux-Espinouse, en proie à une fermeture croissante du milieu.

Réserve nationale de chasse et de faune sauvage (RNCFS), située au centre du massif, et les zones chassées (ZC) périphériques correspondant aux secteurs alentours (15 300 ha). Dans les deux cas, les mouflons sont confrontés à une lignification croissante du milieu suite à la déprise des activités pastorales et à la réduction des activités d'entretien associées (brûlage dirigé, gyrobroyage – Bousquet, 1999). Principale conséquence de cette déprise pour le Mouflon : la surface de zones ouvertes a diminué de moitié en moins de 40 ans (de 4 830 ha [67,2 %] en 1955 à 2 378 ha [33,1 %] en 1992).

Dans ces conditions, nous avons cherché à mettre en évidence d'éventuels changements dans les caractéristiques phénotypiques des individus de la population. En premier lieu, nous nous attendions à une diminution générale du poids des animaux et de la taille du

trophée des mâles, du fait de la fermeture du milieu et de la chasse sélective pratiquée. Nous avons ensuite tenté de faire la part des choses entre les effets environnementaux et anthropiques. A l'intérieur de la réserve, en l'absence de chasse, le poids des animaux devrait varier en fonction de la proportion d'habitat ouvert si la fermeture du milieu a un effet. A l'extérieur de la réserve, où les deux facteurs interviennent, nous avons raisonné sur la forme du trophée pour mettre en évidence un effet du mode de chasse pratiqué. En effet, cette population présente des caractéristiques morphologiques proches des mouflons de Corse (Bavella) et notamment des mâles dont le trophée présente un grand écartement. Dans la mesure où ces mâles font l'objet d'une sélection plus importante par les chasseurs, la chasse devrait à terme favoriser des individus dont le trophée est plus « serré ».

Figure 1 – Schémas représentatifs des mensurations collectées sur les trophées des mouflons mâles



Données de l'étude

Un suivi à long terme de la population de mouflons

La population de mouflons du Caroux-Espinouse fait l'objet d'un ensemble de suivis techniques et scientifiques depuis 1974, qui permettent notamment de disposer du poids des animaux capturés à l'intérieur de la RNCFS (périodes 1976-1984, 222 animaux et 1995-2003, 306 animaux). Pour les ZC, les guides de chasse ont relevé le poids vidé des animaux prélevés (1977-1984, 254 animaux et 2000-2002, 129 animaux), les mesures officielles de cotation des trophées des mâles (figure 1a – 1977-1984 et 1996-2001, 252 et 321 animaux) ainsi que leur diamètre (figure 1b) et la hauteur au garrot pour les deux sexes (1977-1984, 159 et 329 animaux).

Tableau 1 – Distinction entre habitats fermés et ouverts sur le massif du Caroux-Espinouse en fonction du couvert végétal de trois groupes d'espèces

(adapté d'Auvray, 1983 et Bousquet, 1999)

Caractéristiques de l'habitat	Couvert végétal (%)		
	Ligneux hauts	Ligneux bas	Herbacées
Ouvert	0-25	0-25	0-25
	0-25	0-25	25-100
	0-25	25-100	25-100
	25-50	0-25	25-100
	0-25	25-100	0-25
Fermé	25-50	25-100	25-100
	25-50	25-100	0-25
	25-50	0-25	0-25
	50-75	0-100	0-100
	75-100	0-100	0-100

Note : ligneux hauts = *Sorbus aria*, *Abies alba*, *Quercus petraea*, *Q. pubescens*, *Q. ilex*, *Pseudotsuga menziesii*, *Picea abies*, *P. sitchensis*, *P. uncinata*, *P. sylvestris*, *P. nigra laricio*, *Fraxinus excelsior*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica*, *Acer monspessulanum*, *Populus sp.*, *Salix sp.*; ligneux bas = *Erica scoparia*, *E. cinerea*, *Calluna vulgaris*, *Juniperus communis*, *Vaccinium myrtillus*, *Cytisus oromediterraneus*, *C. scoparius*, *Rubus sp.*, *Buxus sempervirens*; herbacées = *Agrostis capillaris*, *Festuca paniculata*, *F. spadicea*, *F. ovina*, *Deschampsia flexuosa*, *Pteridium aquilinum*.

La chasse dans le Caroux-Espinouse

Excepté dans la RNCFS (et I14 ha adjacents en arrêt de protection de biotope), la chasse se déroule sur le massif depuis 1973 du 1^{er} septembre à fin février. Les attributions sont partagées entre un GIEC (80 %) et l'ONF (20 %). Un total de 5 879 mouflons (2 838 mâles, 2 882 femelles et 159 individus de sexe et d'âge inconnus) a ainsi été prélevé entre 1973 et 2003. La chasse à l'approche est la pratique la plus courante pour le prélèvement des mâles, facilitant ainsi une sélection de l'animal en fonction de la taille et de la forme de son trophée.

Quel habitat pour les mouflons dans la réserve ?

Nous avons utilisé le couvert végétal de trois groupes d'espèces (tableau 1) pour classer les habitats en deux catégories : ouverts et fermés. Ces deux catégories rendent compte des zones refuges, de la visibilité du milieu, de sa disponibilité et de sa qualité alimentaire en égard aux exigences éco-éthologiques du Mouflon (Cransac *et al.*, 1997), donc des facteurs connus pour être importants en termes de qualité de l'habitat pour les différentes espèces de mouflons (Geist, 1971).

Sur la base d'animaux suivis par radio-émetteur, nous avons ensuite distingué à l'intérieur de la réserve des sous-

fermeture du milieu avec l'évolution de leur poids.

De possibles effets confondants

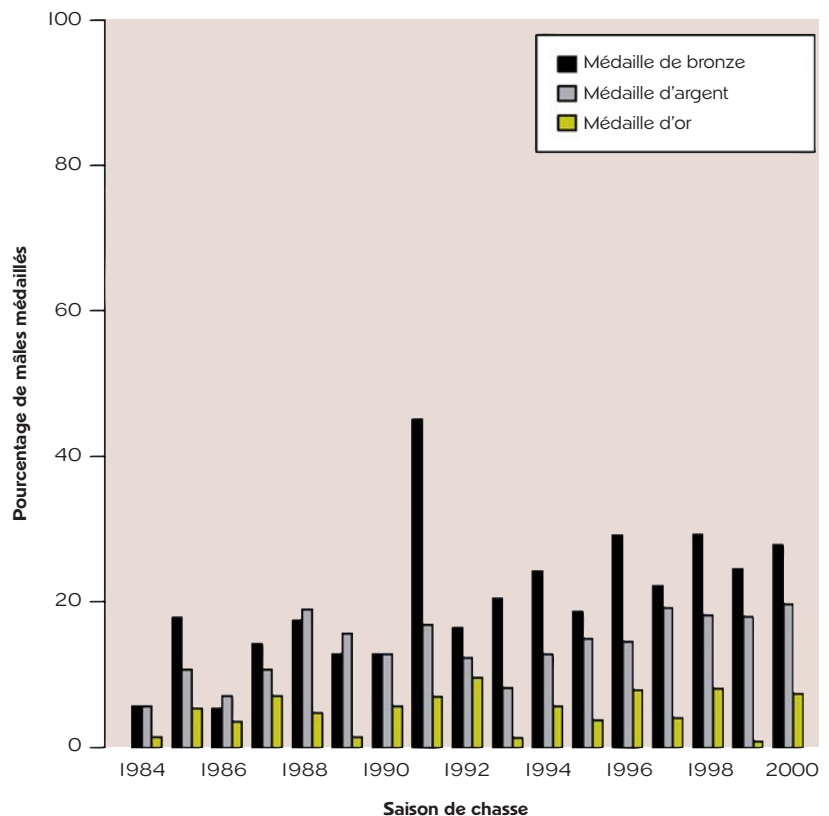
Etudier les effets de la chasse et de la fermeture du milieu sur les caractéristiques morphologiques des animaux nécessiterait de prendre en compte dans les analyses le rôle de la densité des animaux et du climat.

S'il n'existe pas de mesure fiable de la densité de mouflons présents sur l'ensemble de la période d'étude, les suivis réalisés laissent à penser que celle-ci a été relativement stable, au moins entre 1986 et nos jours (Garel, 2006). Quant au climat, les données disponibles en termes de précipitations mettent en évidence que le niveau de pluie durant les périodes biologiques clés (printemps-été chez cette espèce et pour cette population) est stable lui aussi (comparaison entre la période 1976-1985 et 1995-2003 : précipitations en avril-mai : $241,9 \pm 6,5$ mm contre $247,5 \pm 12,3$ mm ; précipitations en juin-juillet : $116,1 \pm 8,1$ mm contre $114,7 \pm 7,4$ mm).

unités de population. Pour les animaux capturés à l'intérieur de ces sous-unités, nous avons comparé l'évolution temporelle et spatiale de la

Figure 2 – Evolution de la proportion de mâles médaillés dans le prélèvement réalisé à l'approche (données GIEC) depuis 1984

(médaillon de bronze : 185-194 points CIC ; médaille d'argent : 195-204 points CIC ; médaille d'or : > 204 points CIC)



Résultats

Une chasse sélective

Au cours de la période d'étude, le nombre de mâles tués ainsi que la proportion du prélèvement constituée de mâles médaillables (cotation du trophée > 184 points CIC¹; **figure 2**) n'ont cessé d'augmenter. Ces augmentations traduisent une chasse de plus en plus sélective, associée à une plus grande notoriété de la population et une meilleure « utilisation » commerciale de celle-ci. Parallèlement, l'âge des mâles prélevés a fortement augmenté, que l'on considère tous les mâles en général (28,6 % [$n = 426$] des mâles prélevés en 1977-1984 ont plus de 5 ans, contre 81,1 % [$n = 350$] en 1996-2002), ou seulement ceux médaillables (âge moyen 6,6 ans [$n = 142$] en 1977-1984 contre 10,2 ans [$n = 289$] en 1996-2002). Chez les femelles, l'âge moyen estimé au prélèvement a lui aussi augmenté.

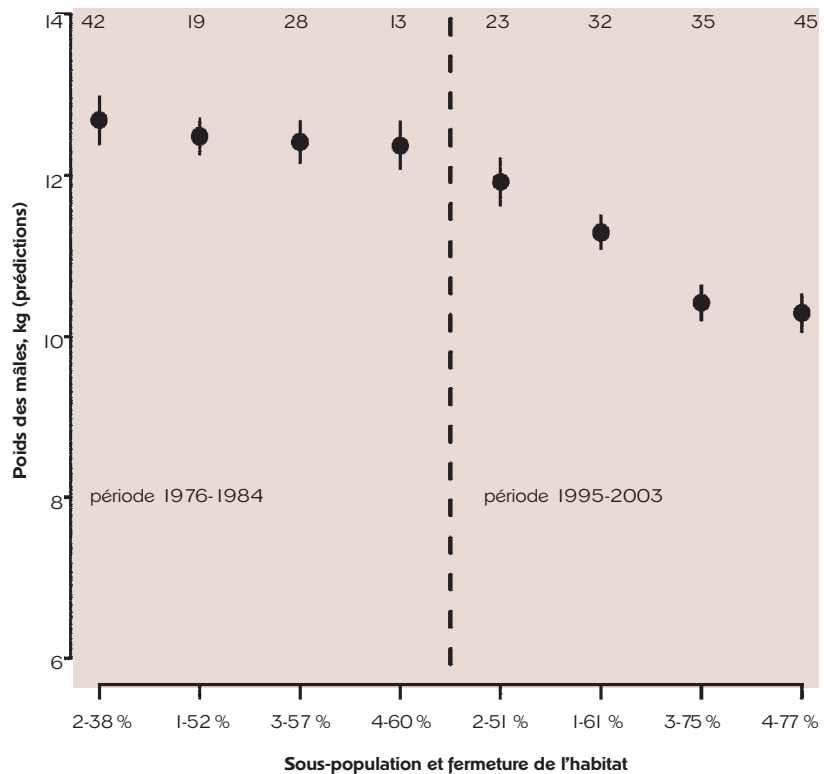
Des changements phénotypiques marqués aussi bien dans la réserve qu'au dehors

Entre les cohortes nées en 1976-1984 et celles nées en 1995-2003, le poids moyen des agneaux capturés en RNCFS a diminué de 1,6 kg (mâles : de $12,3 \pm 0,2$ kg à $10,7 \pm 0,2$ kg ; femelles : de $11,0 \pm 0,2$ kg à $9,4 \pm 0,2$ kg au 24 juin, date médiane de capture).

Hors réserve, le poids éviscéré des animaux adultes ($\geq 3,5$ ans) a lui aussi diminué entre 1977-1984 et 2000-2002 (mâles : de $37,0 \pm 0,3$ kg à $30,4 \pm 0,5$ kg ; femelles : de $22,3 \pm 0,5$ kg à $18,3 \pm 0,5$ kg), et ce malgré l'augmentation de l'âge moyen des animaux prélevés (voir ci-dessus).

Au cours des 28 années d'études, la taille des trophées n'a cessé de diminuer, quelle que soit la mensuration considérée : - 14,8 cm (- 22,4 %) pour la longueur des cornes et - 5,0 cm (- 10,7 %) pour l'écartement des cornes, et ce pour toutes les classes d'âge. La circonférence des cornes a elle aussi diminué (- 3,6 cm ; - 15,7 %), même si cette diminution est moins marquée chez les animaux prélevés après l'âge de

Figure 3 – Evolution depuis 1976 du poids des agneaux mâles en fonction du niveau de fermeture de l'habitat de chaque sous-population



5 ans. Enfin, sur la première période d'étude (1977-1984), on observe aussi une diminution du diamètre de courbure (- 19,1 cm ; - 46,3 %) et de la hauteur au garrot (mâles : - 10,8 cm ; - 14,5 % - femelles : - 10,3 cm ; - 15,4 %) des animaux nés entre 1972 et 1982.

Une diminution en réserve associée à la fermeture du milieu

A l'intérieur de la réserve, nous avons pu distinguer quatre sous-populations pour lesquelles le niveau de fermeture varie entre 38 % et 77 % (**figure 3**) pour les mâles - même résultat chez les femelles). Si, pendant la première période d'étude, on retrouve les agneaux les plus légers dans les habitats les plus fermés sans que la différence ne soit vraiment significative, durant la deuxième période, cette relation devient très marquée (**figure 3**).

Parallèlement, quelle que soit la sous-population, la fermeture du milieu a entraîné une diminution du poids des animaux entre les deux périodes. On note que, d'une période à l'autre, cette diminution de poids n'est pas uniquement liée à la fermeture du milieu, mais aussi au niveau de fermeture atteint.

Ce résultat suggère l'existence d'un seuil de fermeture, au-delà duquel les effets de l'habitat sur la condition des animaux sont encore plus marqués (par exemple sous-population 2 avec 38 % d'habitat fermé puis 51 %, et sous-population 4 avec 60 % puis 77 % - **figure 3**). Enfin, un même niveau de fermeture n'a pas les mêmes effets suivant la période (par exemple période 1 unité 4 et période 2 unité 1 - **figure 3**), ce qui pourrait signifier que les conséquences de la fermeture ne sont pas nécessairement immédiates, que la densité d'animaux a été plus faible avant 1986 (voir « effets confondants » ci-avant), ou encore qu'il existe des caractéristiques propres à chaque sous-unité dont nous ne sommes pas capables de rendre compte avec notre mesure de fermeture.

Un changement de la forme des trophées chez les mâles

Au-delà de la réduction de taille des trophées, nous avons mis en évidence que, quel que soit l'âge des animaux, l'écartement des cornes augmente avec leur longueur, mais que cette relation dépend

¹ - Conseil international de la chasse.



de la période considérée (figure 4). Ainsi, durant la seconde période d'étude, l'écartement des cornes est moins important pour une même longueur. Les animaux ont donc aujourd'hui un trophée plus « serré » que par le passé. En moyenne, cette différence entre les deux périodes est de 2 cm pour une longueur de cornes de 66 cm.

Discussion

Une population en pleine mutation

Comme prévu, les individus de cette population sont confrontés depuis une trentaine d'années à des changements phénotypiques importants : animaux plus petits et plus légers quel que soit l'âge, le sexe et la localisation géographique (RNCFS ou ZC). Cette diminution concerne aussi, pour les mâles, la taille du trophée et sa forme. Ces résultats sont

très conservateurs dans la mesure où, durant la période d'étude, la sélection des chasseurs pour les animaux à trophées a augmenté et, par conséquent, les données récoltées durant la seconde période proviennent d'une chasse beaucoup plus sélective et donc d'un échantillon d'animaux potentiellement beaucoup plus « beaux ». Or, malgré ces conditions d'échantillonnage orientées (non aléatoires), les diminutions observées restent significatives.

Comment la chasse peut-elle modifier le physique des mouflons ?

Il est fort probable que la chasse soit en partie responsable de ces changements, et plus particulièrement de la production d'animaux au trophée de moins bonne qualité. La diminution de l'écartement des cornes et du diamètre de courbure supporte en effet cette hypothèse. En sélectionnant préférentiellement les

animaux au trophée large (photo 1a : animal sur la droite), phénotype typique des mouflons de Corse de la population de Bavella (photo 1b), les chasseurs ont pu augmenter la contribution génétique des animaux dont le trophée est plus serré (photo 1a : animal sur la gauche) et ainsi conduire au déclin des caractéristiques associées à la qualité reconnue d'un trophée.

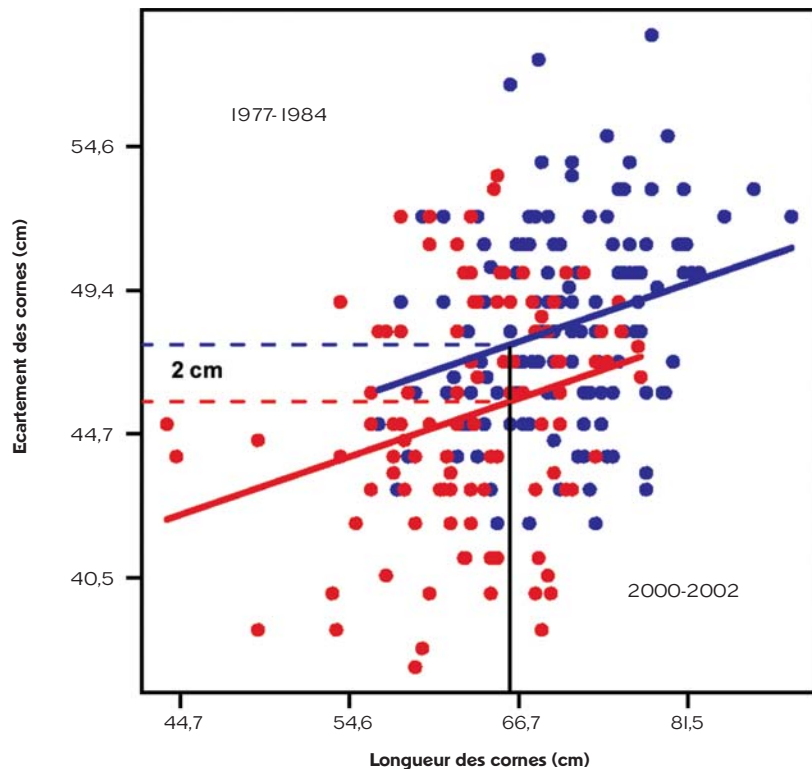
L'augmentation importante aujourd'hui de l'âge auquel les mâles sont prélevés est probablement aussi une indication des conséquences des prélèvements sélectifs. Les animaux dont la croissance des cornes est rapide encourent en effet beaucoup plus le risque d'être prélevés jeunes, avant d'avoir pu se reproduire. La chasse aurait ainsi favorisé les animaux dont la croissance des cornes est plus ou moins lente, expliquant qu'il ait été de plus en plus difficile de trouver des animaux médaillables parmi les jeunes.

L'habitat lui aussi en question

Il est bien évident que la chasse au trophée n'est pas la seule en cause et que la fermeture du milieu est aussi en grande partie responsable de la réduction générale observée, que se soit en termes de masse corporelle, de taille des trophées ou encore de hauteur au garrot. Même si la réserve n'est probablement pas à l'abri des effets sélectifs pratiqués en dehors (prélèvement des plus beaux trophées qui se traduit probablement aussi par le prélèvement des plus gros mâles), la diminution spatio-temporelle de poids observé à l'intérieur de la réserve est bien associée à la fermeture de l'habitat (figure 3). Si le régime alimentaire des mouflons est potentiellement très varié, la base du bol alimentaire de cette population est constituée de quelques espèces végétales dont plus de 50 % sont herbacées (Faliu *et al.*, 1990). La fermeture du milieu a diminué la disponibilité de cette ressource, affectant ainsi la condition des animaux. En effet, lorsque l'on compare le régime alimentaire de la population au début des années 1980 et 15 ans après (Faliu *et al.*, 1990 ; Cransac *et al.*, 1997), on constate que les animaux ont fortement diminué leur consommation de graminées (56,4 % contre 35,4 %). La fermeture du milieu les a donc obligés à utiliser des ressources sous-optimales, qui ne favorisent pas une bonne croissance.

Il nous est malheureusement difficile de déterminer dans quelles proportions chasse et milieu interviennent dans les changements observés. Nous ne disposons pas de données suffisantes sur

Figure 4 – Schémas représentatifs des mensurations collectées sur les trophées des mouflons mâles



les trophées des mâles à l'intérieur de la réserve pour pouvoir faire une comparaison pertinente avec l'extérieur. De plus, il est fort probable que les animaux à l'intérieur de la réserve ne soient pas complètement à l'abri de la sélection opérée en dehors. En effet, les mâles capturés en réserve bougent beaucoup puisque, durant la période de chasse, 34 % de leur domaine vital est hors réserve. Il pourraient donc être soumis,

eux aussi, à une sélection artificielle et diffuser ses effets délétères en réserve.

Des changements avec quelles conséquences biologiques ?

Une diminution du poids des animaux pourrait avoir des conséquences négatives sur le fonctionnement de la population, à la fois à court et à long terme, dans la mesure où de nombreuses autres caractéristiques (survie,

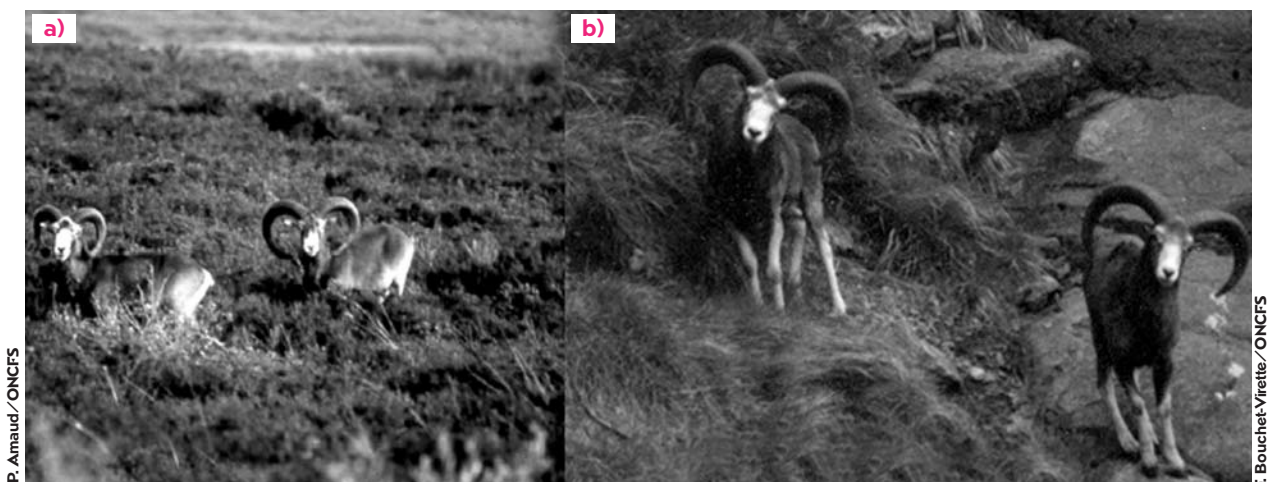


Photo 1 – A gauche (a), deux mouflons mâles de la population du Caroux-Espinouse. On remarque l'importante différence d'écartement du trophée entre les deux individus. A droite (b), deux mâles de la population corse de Bavella dont l'écartement des cornes est typiquement très important.

reproduction, résistance aux parasites et aux épidémies) sont étroitement associées au poids des individus (Gaillard *et al.*, 2000).

Un changement dans la taille et la forme du trophée peut aussi avoir des conséquences négatives : d'une part, il pourrait exister chez les ongulés une relation entre la taille du trophée et la variabilité génétique (Fitzsimmons *et al.*, 1995) ; d'autre part, les nombreux cas de mâles blessés au cou par des cornes rentrantes ou morts, pendus dans la végétation (Cugnasse, 1988), montrent les conséquences d'un trophée dont la forme a été artificiellement modifiée et les problèmes indirects associés à un milieu de plus en plus boisé.

Plus généralement, en modifiant la fréquence des allèles associés aux caractères sélectionnés, la chasse au trophée pourrait avoir des effets négatifs sur la condition de la population, dans la mesure où les allèles ciblés peuvent être associés à d'autres traits biologiques (voir Hartl *et al.*, 2003 pour le cas du Cerf élaphe *Cervus elaphus*).

Quels enseignements en termes de gestion ?

La chasse au trophée est une activité économique importante dans le massif du Caroux-Espinouse ; cette activité concerne d'ailleurs de nombreuses populations de mouflons (Cugnasse, 1995). Produire des animaux au petit trophée n'est donc économiquement pas viable sur le long terme. De plus, si les changements liés à la fermeture du milieu sont facilement identifiables et peuvent être rapidement maîtrisés, la chasse sélective pourrait quant à elle avoir des conséquences évolutives insidieuses, difficiles à inverser à long terme (Coltman *et al.*, 2003). Adopter un régime de chasse qui consiste à prélever les jeunes individus (agneaux et animaux de 1,5 ans) et les vieux animaux (mâles de récolte qui ont déjà pu participer activement à la reproduction) nous semblerait être un bon compromis entre la satisfaction des chasseurs, les revenus engendrés et les problèmes évolutifs à long terme. Ce système permettrait ainsi, grâce au tir d'un faible nombre d'animaux à trophée, de produire des revenus aussi importants que ceux obtenus avec la stratégie actuelle, et de poursuivre

ainsi la restauration des habitats de l'espèce grâce à des actions de gyrobroyage et de brûlage dirigé (Smith *et al.* 1999 ; Babski *et al.*, 2005). En outre, les conséquences biologiques d'un tel prélèvement ne peuvent être que limitées, dans la mesure où ce système « mime » la mortalité naturelle d'une population non chassée.

Des études comme celle-ci sont encore rares. Elle permettent pourtant de souligner l'intérêt des suivis à long terme pour comprendre le fonctionnement des populations chassées, mais aussi l'intérêt de relever des données associées au tableau de chasse. Nous encourageons l'utilisation de telles données par les gestionnaires, dans la mesure où elles ne demandent pas un investissement trop important et peuvent apporter les éléments nécessaires pour comprendre le fonctionnement des populations chassées. Dans le cas du Caroux-Espinouse, les résultats obtenus ont permis d'élaborer tout un ensemble de recommandations locales pour la gestion quantitative et qualitative de la population (Cugnasse, 2003 ; Garel, 2006).

Recommandations qui ont entraîné presque immédiatement une modification des pratiques de gestion, avec notamment l'adoption d'un plan de chasse qualitatif depuis deux ans maintenant. Un bilan sera publié dans les années à venir afin de rendre compte de l'efficacité des méthodes employées.

Enfin, de telles données pourraient nous permettre d'améliorer nos connaissances sur la dynamique des populations de Mouflon de Corse, une espèce classée comme vulnérable qui est peu étudiée et dont la population du Caroux-Espinouse est probablement l'une des plus proches génétiquement et phénotypiquement (voir Garel, 2006).

Remerciements

Nous souhaitons remercier le GIEC du Caroux-Espinouse, l'ONF et Hettier de Bois Lambert (ANCGG) pour nous avoir fourni les mesures de trophées. Merci à l'Institut de recherche sur les grands mammifères qui nous a permis d'utiliser

A. Roobruck/ONCFS





es connaissances sur le Mouflon de Corse (photo), qui reste peu étudié.

ses informations de radio-tracking. Nous tenons aussi à remercier les guides de chasse : Denis et Gérard Allies, Jérôme Bascoul, Patrick Bonnel, Benjamin Clavel, Jean-Victor Cros, Maurice Cros et Michel Dressaire pour le GIEC et Thierry Veyrac, Jean-Pierre Bousagol, Eric Pujol et M. Lopez pour l'ONF. Nous remercions enfin l'ONCFS (SD 34, BMI et DER) pour son soutien technique, Valérie Bousquet qui a réalisé les cartes de végétation et Malorie Sourie qui les a saisies numériquement. M. Garel a bénéficié d'un financement de l'ONCFS et de la FDC de l'Hérault.

Bibliographie

- Auvray, F. 1983. Recherche sur l'éco-éthologie du mouflon (*Ovis ammon musimon* S.) dans le massif du Caroux-Espinouse (Hérault) en vue de délimiter de nouveaux sites d'accueil. Univ. Sc. & Tech. du Languedoc. Montpellier, France.
- Babski, S.-P., Garel, M., Maillard, D. & Dalery, G. 2005. Impacts du brûlage dirigé et du débroussaillage mécanique

sur la fréquentation d'une lande à bruyère et callune par le mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* × *Ovis* sp.) dans le massif du Caroux-Espinouse (Hérault, France). *Rapport scientifique 2004 de l'ONCFS*. Paris, France.

- Bousquet, V. 1999. Analyse historique de l'évolution de la végétation sur le Massif du Caroux-Espinouse. Rapport d'étude LIFE. CEE.
- Coltman, D. W., O'Donoghue, P., Jorgenson, J. T., Hogg, J. T., Strobeck, C. & Festa-Bianchet, M. 2003. Undesirable evolutionary consequences of trophy hunting. *Nature* 426 : 655-658.
- Cransac, N., Valet, G., Cugnasse, J.-M. & Rech, J. 1997. Seasonal diet of mouflon (*Ovis gmelini*) : comparison of populations sub-units and sex-age classes. *La Terre et la Vie* 52 : 21-36.
- Cugnasse, J.-M. 1988. Les cornes, une cause de mortalité chez le mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon*). *Bull. Mens. ONC* 128 : 27-29.
- Cugnasse, J.-M. 1995. L'animal sauvage peut-il être un atout économique ? *Bull. Mens. ONC* 156 : 22-25.

- Cugnasse, J.-M. 2003. Quelques propositions d'orientation pour la gestion et le développement du Mouflon méditerranéen. *Faune sauvage* 259 : 50-56.
- Faliu, L., Cugnasse, J.-M., Auvray, F., Orliac, D. & Rech, J. 1990. Le régime alimentaire du mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon*) dans le massif du Caroux-Espinouse d'après l'analyse du contenu de 125 panses. *Revue de Médecine Vétérinaire* 141 : 545-556.
- Festa-Bianchet, M. 2003. Exploitative wildlife management as a selective pressure for the life-history evolution of large mammals. Pp. 191-207, in : *Festa-Bianchet, M. & Apollonio, M. (éd.). Animal Behavior and Wildlife Conservation*. Island Press, Washington.
- Fitzsimmons, N. N., Buskirk, S. W. & Smith, M. H. 1995. Population history, genetic variability, and horn growth in bighorn sheep. *Conservation Biology* 9 : 314-323.
- Gaillard, J.-M., Festa-Bianchet, M., Yoccoz, N. G., Loison, A. & Toïgo, C. 2000. Temporal variation in fitness components and population dynamics of large herbivores. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31 : 367-393.
- Garel, M., Gaillard, J.-M., Cugnasse, J.-M., Maillard, D., Hewison, A. J. M. & Dubray, D. Soumis. Long-term life-history changes in a mouflon population : the role of habitat loss and selective harvesting. *Ecological Applications*.
- Garel, M. 2006. Conséquences de la chasse et des contraintes environnementales sur la démographie des populations d'ongulés. L'exemple du mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* × *Ovis* sp.) et de l'élan en Norvège (*Alces alces*). Thèse Doct., Univ. Claude Bernard Lyon I, France.
- Geist, V. 1971. *Mountain sheep : a study in behaviour and evolution*. University of Chicago press, Chicago, Illinois.
- Hartl, G. B., Zachos, F. & Nadlinger, K. 2003. Genetic diversity in European red deer (*Cervus elaphus* L.) : anthropogenic influences on natural populations. *Comptes Rendus Biologies* 326 : 537-542.
- Smith, T. S., Hardin, P. J. & Flinders, J. T. 1999. Response of bighorn sheep to clear-cut logging and prescribed burning. *Wildlife Society Bulletin* 27 : 840-845.
- Sutherland, W. J. 1990. Evolution and fisheries. *Nature* 344 : 814-815. ■