

Dynamique et gestion d'une population d'ongulés : l'exemple du mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) dans le massif du Caroux-Espinouse (Hérault)

Mathieu Garel, Jean-Marc Cugnasse, Daniel Maillard, Dominique Dubray, Anne Loison* et Jean-Michel Gaillard*

*Université Lyon1- U.M.R C.N.R.S 5558

Contexte de l'étude

La dynamique des populations d'ongulés a fait l'objet de nombreuses études théoriques et appliquées, aussi bien en Europe (*e.g.* Gaillard *et al.*, 1993) que sur d'autres continents (*e.g.* Owen-Smith, 1993 en Afrique). Chacun de ces travaux a permis d'améliorer notre compréhension de la dynamique des populations d'ongulés et a ainsi contribué à la mise au point de méthodes de gestion intégrant les processus biologiques (*e.g.* système de reproduction, structures en sexe et en âge) et écologiques (*e.g.* structure de l'habitat) de ces populations.

En milieu naturel, encore peu de choses sont connues sur la démographie des populations d'ovins. A l'heure actuelle, seulement trois espèces d'ovins sauvages et féroces ont fait l'objet de suivis à long terme (> 20 ans) : le Mouflon des Rocheuses (Jorgenson *et al.*, 1997), le Mouton de Soay (Clutton-Brock *et al.*, 1991) et le Mouflon méditerranéen du Caroux-Espinouse (Cugnasse et Houssin, 1993). Seuls les deux premiers suivis ont plus particulièrement fait l'objet d'analyses ayant permis d'apporter des informations sur la dynamique des populations étudiées (*e.g.* patrons de survie, de dispersion).

A travers l'exemple de la population de mouflon du Caroux-Espinouse, nous avons choisi d'étudier les variations au cours du temps de l'effectif, de la condition des individus, et de leur taux de survie âge dépendants. Ce travail préliminaire doit nous permettre de préciser le fonctionnement démographique de cette population pour pouvoir à l'avenir réévaluer ses méthodes de suivi et de gestion.

Site d'étude et méthodes

Les monts du Caroux-Espinouse font partis des massifs groupés sous le nom de Montagne Noire, et se situent sur la bordure Sud-Ouest du Massif central. Ils forment un vaste plateau (12 390 ha), parallèle à la côte méditerranéenne distante de 50 Km, et culminent au Nord à 1 124 mètres. Ce plateau est entaillé par de profondes vallées isolant ainsi différentes zones géographiques. L'une d'elles, la vallée du Vialais, constitue la majeure partie de la Réserve nationale de faune sauvage du Caroux-Espinouse qui s'étend sur 1 780 ha et où des individus sont capturés et marqués depuis 1976.

Suivi d'abondance : Indice ponctuel d'abondance et suivi aérien

A titre expérimental, la population est suivie, sur l'ensemble du massif, par la méthode des Indices ponctuels d'abondance (IPA) depuis 1989 (sauf en 1992 et 1999 en raison des conditions météorologiques) et depuis 1994 par suivi aérien (hélicoptère). Les indices

mesurés, qui correspondent au nombre d'individus contactés par jour d'échantillonnage (et par itinéraire pour les IPA), sont considérées comme des mesures corrélées à la densité de la population (Pollock *et al.*, 2002).

Suivi d'individus marqués : indicateurs de changements écologiques et survie

La masse (kg) chaque agneau capturé dans la réserve a été notée au cours des années 1976 à 1985 et 1995 à 2001 (232 femelles et 271 mâles). En outre, le taux de croissance a été calculé pour chaque individu capturés au moins deux fois. Ces deux mesures sont supposées liées aux performances démographiques de la population (Gaillard *et al.*, 1996). Leur cinétique est utilisée comme indicateurs de changements écologiques, c'est-à-dire d'indicateur de l'état d'équilibre entre la population et son environnement, notamment pour interpréter les tendances observées par les suivis d'abondance.

Les estimations de survie sont obtenues grâce aux méthodes de Capture-Maraquage-recapture (Lebreton *et al.*, 1992). Un suivi sanitaire a été effectué sur chaque animal capturé. Il permet de disposer de titres sérologiques pour 3 maladies abortives : chlamydie, fièvre Q et salmonellose, et complètent ainsi nos connaissances sur l'état sanitaire de la population depuis l'épisode de kérato-conjonctivite de 1993 (Cugnasse, 1997).

Résultats

Suivi d'abondance - Suivi IPA

Après correction par la date d'observation et l'itinéraire, les valeurs d'indices apparaissent statistiquement différentes entre années ($F_{11,702} = 3,65$, $P < 10^{-3}$, fig. 1). En 1994, elles sont significativement plus faibles (coefficient de $-0,40$, $P < 10^{-3}$) comparativement à la première année de suivi (1989) qui fait office de référence pour la valeur d'indice (fig.1).

La diminution de l'indice IPA en 1994 fait suite à l'épidémie de kérato-conjonctivite. La méthode semble donc sensible aux variations d'effectifs de la population. Une fois considéré ce contexte épidémiologique particulier (analyse sans 1994), l'indice IPA diminue significativement [pente de $-0,022 (\pm 0,008)$, $F_{1,610} = 7,53$, $P = 0,006$] depuis le début du suivi, de $25,78 [\pm 13,38]_{ES}$ en 1989 à $19,06 [\pm 10,02]_{ES}$ en 2002, c'est-à-dire en moyenne -16% sur une période de 14 ans.

Cette diminution général de l'indice (sur l'ensemble du massif) est corrélée négativement avec l'augmentation, depuis 1989, du nombre d'individus attribués au plan de chasse ($r = 0,71$, $P = 0,015$)

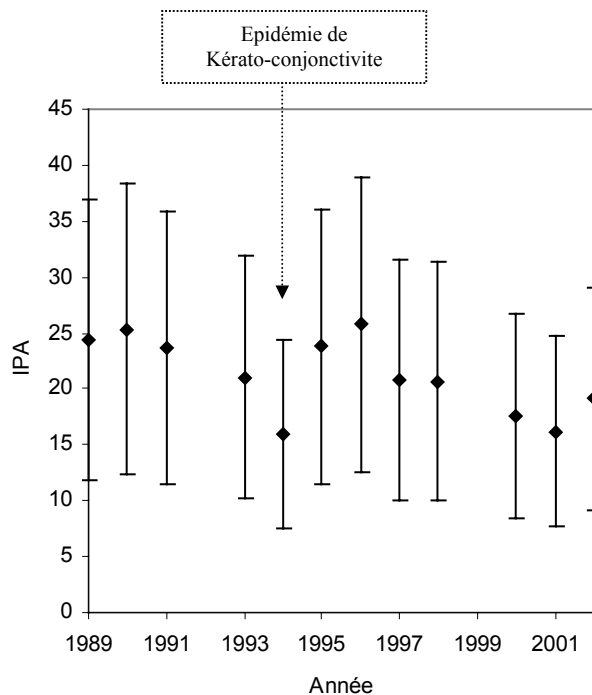


Figure 1 : Cinétique de l'indice IPA prédit selon le modèle $IPA \sim DATE + ITINERAIRE + ANNEE$. Chaque valeur est calculée comme la moyenne ($\pm ES$) des valeurs prédites pour chaque itinéraire et pour la date médiane d'observation (27/05).

Suivi aérien

Les valeurs d'indice diminuent avec la date d'observation mais pas de la même façon suivant les années ($F_{1,40} = 6,71$, $P = 0.01$). Si l'on considère la date médiane de sortie (17/06) l'indice aérien diminue entre 1994 et 2002 de $145,41 [125,14;168,93]_{\pm ES}$ à $94,09 [81,35;108,81]_{\pm ES}$ soit en moyenne -36% sur une période de 9 ans.

Cinétique des indicateurs de changements écologiques et dimorphisme sexuel

Le poids des agneaux à la capture diminue depuis le début du suivi ($F_{1,14} = 27,9$, $P = 0,0001$, fig. 2) et les agneaux mâles sont en moyennes plus lourds que les femelles de $1356 \text{ gr} (\pm 208)$ ($F_{1,459} = 44,3$, $P < 10^{-3}$). Parallèlement le taux de croissance diminue de $8 \text{ g/j} (\pm 4)$ chaque année ($F_{1,26} = 3,05$, $P = 0,036$), entre 1981 et 2001, avec une différence de $83 \text{ g/j} (\pm 47)$ en faveur des agneaux mâles ($F_{1,26} = 0,20$, $P = 0,045$; les mâles ont donc un taux de croissance plus rapide que les femelles).

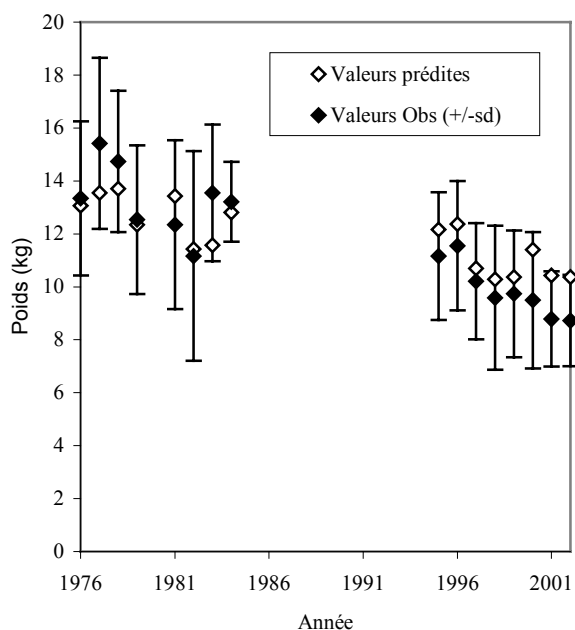


Figure 2 : Valeurs moyennes de poids (kg) prédites en fonction des années, chez les agneaux mâles, pour la date médiane de capture (26/06) ; et valeurs moyennes observées (\pm ES) chaque année. Il n'y a pas de données pour les années 1985 à 1994 incluses.

Survie

Femelles

L'effet de l'année est fortement structurant pour la survie des femelles, quelles que soient les classes d'âge considérées, et traduit des variations de l'état sanitaire de la population. Ainsi, la différence avant/après l'épidémie de kérato-conjonctivite de 1993 est très marquée, avec un taux de survie plus faible après l'épidémie ($s = 0,66 [\pm 0,04]$) qu'avant l'épidémie ($s = 0,95 [\pm 0,04]$) où les estimations sont relativement proches des valeurs attendues pour un ongulé dimorphique (Gaillard *et al.*, 2000 pour une revue). Parallèlement, lorsque la prévalence globale des individus pour les maladies abortives augmente, la survie diminue (pente de $-3,70 [\pm 0,86]$ en échelle logit).

Mâles

Contrairement aux femelles, l'âge est un facteur qui structure les variations de survie des mâles même si l'année continue d'avoir une influence prépondérante *via* le contexte épidémiologique (maladies abortives et kérato-conjonctivite). Ainsi la survie est plus faible chez les agneaux comparativement aux adultes, elle diminue à la fois après l'épidémie de 1993, et lorsque la prévalence globale augmente (fig.3). Pour la première période, la probabilité de survie estimée pour les mâles adultes ($s = 0,96 [\pm 0,02]$) est élevée comparativement aux autres mâles d'ongulés dimorphiques (*e.g.* Gaillard *et al.*, 1993 pour le chevreuil ; Jorgenson *et al.*, 1997 pour le mouflon des Rocheuses). Les différences de survie entre mâles et femelles ne présentent pas de tendance particulière durant la période de suivi, que ce soit pour les agneaux (test sur les rangs signés de Wilcoxon : $V_s = 28$, $P = 0,41$) ou pour les adultes ($V_s = 35$, $P = 0,80$).

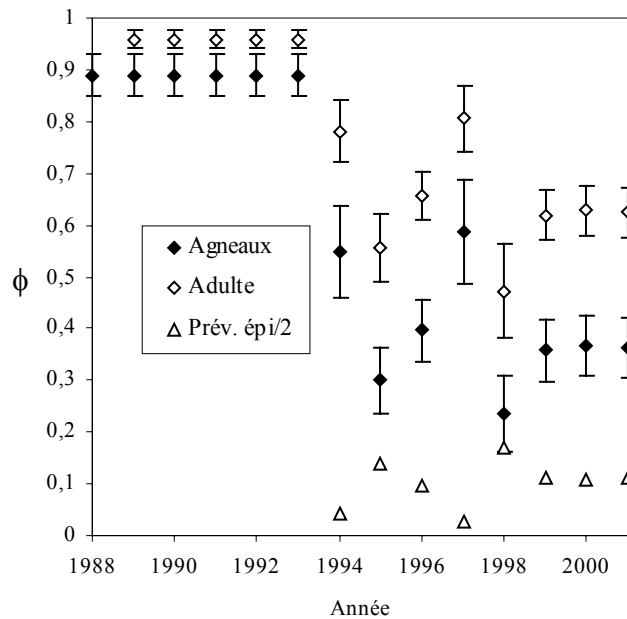


Figure 3 : Survie (\pm ES) annuelle des mâles prédite en fonction de l'âge et du contexte épidémiologique; et valeurs globales de prévalence pour les 3 maladies abortives.

Conclusions

Suivis d'abondance

L'utilisation de méthodes indiciaires suppose que les variations temporelles des indices reflètent les variations d'effectifs (Pollock *et al.*, 2002). Ainsi, avant de pouvoir associer la diminution des indices IPA et aérien à une réelle diminution de l'effectif de la population, il faudrait pouvoir s'assurer que la détectabilité des individus a été constante durant la période de suivi.

Les méthodes utilisées semblent malgré tout rendre compte en partie des variations d'abondance de cette population. D'une part, les IPA ont permis de détecter en 1994 la diminution attendue de l'effectif suite à l'épidémie de kérato-conjonctivite de 1993 (Cugnasse, 1997). D'autre part, les deux suivis détectent les mêmes variations d'abondance (diminution) de la population.

Le suivi aérien présente l'avantage d'être mieux adapté aux conditions de parcours (relief accidenté) que les IPA. De plus, cette méthode nécessite un investissement logistique beaucoup plus léger en limitant le nombre d'observateurs, ce qui réduit le coût de revient global et le biais associé aux différences dans les compétences individuelles d'observations.

Dimorphisme sexuel et survie

Dans la population de mouflons du Caroux-Espinouse, les mâles sont plus lourds que les femelles, ont un taux de croissance plus rapide, et, ce, dès leur première année. Ces différences entre sexes confirment un patron général retrouvé chez d'autres ongulés (*e.g.* Gaillard *et al.*, 1996 pour le chevreuil). Dans les populations naturelles ce dimorphisme de taille est à l'origine des différences de survie entre sexe lorsque les conditions environnementales sont limitantes (Toïgo & Gaillard, 2003). Pour cette population, la

survie des deux sexes est élevée et identique, ce qui laisse supposer que les conditions climatiques sont suffisamment favorables, limitant ainsi le coût du dimorphisme sexuel chez les mâles.

Indicateur de changement écologique et survie

Le poids et le taux de croissance des agneaux diminuent significativement ces dernières années. Les suivis d'abondance et l'augmentation du prélèvement à la chasse (+218% entre 1979 et 2002) ne semblent pas indiquer une augmentation de la densité qui pourrait permettre d'expliquer la modification de condition des individus. Parallèlement, entre 1982 et 1992, l'évolution globale de la végétation s'est faite au détriment des milieux ouverts (-30%) et au profit des zones fermées ou boisées (+41%) (Bousquet, 1999). Cette fermeture du milieu qui fait suite au recul important des activités pastorales peut avoir réduit les ressources disponibles et ainsi expliquer la diminution de condition des individus.

Cette apparente diminution peut aussi s'expliquer par un étalement des naissances au cours du temps, *i.e.* de plus en plus tardives. Ce retard dans la reproduction peut être associé à l'augmentation des prélèvements d'adultes ces dernières années. En effet, cette augmentation modifie globalement la proportion de jeunes dans la population. Or, ces derniers, mâles et femelles, se reproduisent plus tard que les adultes (Bon *et al.*, 1993), entraînant ainsi un retard des naissances.

Enfin, s'il a pu être possible d'associer la diminution de survie et le contexte sanitaire de cette population, il est probable que d'autres éléments (retard des naissances, fermeture du milieu, rajeunissement des individus participant au rut) qui affectent la condition des individus interviennent aussi sur leur survie.

Mesures de Gestion et Perspectives

La diminution apparente des effectifs de mouflons sur l'ensemble du massif, la diminution de leur condition individuelle et la diminution de leur survie pour les individus capturés dans la réserve, sont trois éléments qui semblent rendre compte de difficultés dans le fonctionnement démographique de cette population. Les facteurs qui pourraient expliquer cette situation particulière sont multiples : fermeture du milieu, contexte sanitaire, modification anthropique de la structure en âge et des effectifs *via* l'activité cynégétique..., voir des interactions entre tous ces facteurs.

A l'heure actuelle, différentes perspectives apparaissent. Tout d'abord au vu de ces premiers résultats des mesures de gestion doivent être envisagées: 1) équilibrer le taux de prélèvements par classe d'âge, 2) poursuivre, tester et mettre en place dès 2003 des outils de gestion pour limiter la fermeture du milieu par les ligneux (*e.g.* brûlage dirigé, pastoralisme bovin et équin). Parallèlement, d'autres mesures sont envisagées pour compléter nos connaissances sur le fonctionnement démographique de cette population, étape nécessaire pour la mise au point de méthodes de gestion et de suivi permettant de pérenniser cette ressource et sa cohabitation avec les activités humaines : 1) récolter et analyser d'autres paramètres (mesures biométriques réalisées sur les individus tirés à la chasse) susceptibles de nous renseigner sur la relation entre la population et son environnement, 2) étudier la survie des individus en dehors de la zone de réserve pour des unités de population soumises à des conditions environnementales différentes (*e.g.* dérangement, biogéographie) 3) grâce à l'estimation des paramètres démographiques obtenus (*e.g.* taux de survie, taux de reproduction), construire un modèle de fonctionnement démographique, intégrant la structuration réserve/non réserve

caractéristique de cette population et de bon nombre de Parcs nationaux ou de réserves de chasse. Ce contexte fournit l'occasion de tester l'existence d'une dynamique source (réserve)-puits (hors réserve) (Pulliam, 1988), pour l'intégrer ensuite dans les plans de gestion afin de déterminer le niveau d'exploitation (qui prélever, en quelle proportion, où et quand ?) permettant à la fois de conserver la ressource (mouflon) et de répondre aux impératifs culturels et économiques locaux.

Partenaires

CNRS 5558, Laboratoire de Biométrie et de Biologie Evolutive, Université Lyon 1.
Fédération Départementale des chasseurs de l'Hérault.
Groupement d'Intérêt Environnemental et Cynégétique du Caroux-Espinouse.
Office National des Forêts.

Bibliographie

Bon R., Dardaillon M. & I. Estevez (1993) - Mating and lambing periods as related to age of female mouflon. *J. Mam.*, 74 : 752-757.

Clutton-Brock T.H., Price O.F., Albon S.D. & P.A. Jewell (1991) - Persistent instability and population regulation in Soay sheep. *J. Anim. Ecol.*, 60 : 593-608.

Cugnasse J.M. & H. Houssin (1993) - Acclimatation du mouflon en France : la contribution des réserves de l'Office National de la Chasse. *Bull. Mens. Off. Natl. Chasse*, 183 : 26-37.

Cugnasse J.M. (1997) - L'enzootie de kérato-conjonctivite chez le mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) dans le massif du Caroux-Espinouse (Hérault) à l'automne 1993. *Gibier Faune Sauvage*, 14 : 569-584.

Gaillard J.M., Delorme D., Boutin J.M., Van Laere G., Boisaubert B. & R. Pradel (1993) - Roe deer survival patterns : a comparative analysis of contrasting populations. *J. Anim. Ecol.*, 62 : 778-791.

Gaillard J.M., Delorme D., Boutin J.M., Van Laere G. & B. Boisaubert (1996) - Body mass of roe deer fawns during winter in two contrasting populations. *J. Wildl. Manage.*, 60 : 29-36.

Gaillard J.M., Festa-Bianchet M., Yoccoz N.G., Loison A. & C. Toïgo (2000) - Temporal variation in fitness components and population dynamics of large herbivores. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 31 : 367-393.

Jorgenson J.T., Festa-Bianchet M., Gaillard J.M. & W.D. Wishart (1997) - Effects of age, sex, disease, and density on survival of bighorn sheep. *Ecology*, 78 : 1019-1032.

Lebreton J.D., Burnham K.P., Clobert J. & D.R. Anderson (1992) - Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals : a unified approach with case studies. *Ecol. Monog.*, 62 : 67-118.

Owen-Smith N. (1993) - Comparative mortality rates of male and female kudu : the costs of sexual size dimorphism. *J. Anim. Ecol.*, 62 : 428-440.

Pollock K.H., Nichols J.D., Simons T.R., Farnsworth G.L., Bailey L.L. & J.R. Sauer (2002) - Large scale wildlife monitoring studies: statistical methods for design and analysis. *Environmetrics*, 13 :105-119.

Pulliam H.R. (1988) - Sources, sinks, and population regulation. *Amer. Naturalist*, 132 : 652-661.

Toïgo C. & J.M. Gaillard (2003) - Causes of sex-biased survival in prime age ungulates : sexual size dimorphism, mating system or environment harshness ? *Oikos* sous presse.

Abstract

Dynamics and management of an ungulate population: the example of the Mediterranean mouflon (*Ovis gmelini musimon* × *Ovis* sp.) in Caroux-Espinouse (Hérault - France)

Mathieu Garel, Jean-Marc Cugnasse, Daniel Maillard, Dominique Dubray, Anne Loison et Jean-Michel Gaillard

Management of wild ungulate populations should provide solutions to problems concerning overabundance, population quality, cohabitation with human activities, as well as conservation of the animal resource and its genetic variation. The development of adequate methods for monitoring and managing ungulate populations requires studies of population dynamics. Such research remains to be conducted on certain ovine populations, for example the mouflon in Caroux-Espinouse, which has been monitored since 1974. In fact this population offers a favourable context and the opportunity to study a range of local and global problems with important conservation implications for this species and its populations. A preliminary study of the dynamics of this population reveals that over the last 15 years there has been an apparent decline in numbers, a decrease in individual condition and a reduction of survival rates. Various causes are evoked: deterioration of habitat following the abandonment of pastoral activities, shooting oriented toward certain sex and age classes and disease or parasites. For this acclimatization to remain an exemplary success the current methods of management, including population monitoring techniques, need to be re-assessed. Such an evaluation would inform about the demographic functioning of this population .

Source : Rapport scientifique 2002 ONCFS, juillet 2003

Contact : d.maillard@oncfs.gouv.fr