

# Réponse du Mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) au passage d'un hélicoptère

Par **Jean-Marc CUGNASSE**  
(jean-marc.cugnasse@orange.fr)



## Résumé

Dans le cadre de la mise au point d'une méthode de suivi de l'effectif de la population du Mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) du massif du Caroux-Espinouse (Hérault), nous avons testé l'effroi provoqué par le survol d'un hélicoptère pour évaluer la possibilité de le mettre à profit afin d'améliorer la détection des individus rendue difficile par la fermeture des habitats, tout particulièrement dans les milieux forestiers dans lesquels nous connaissons d'importants biais d'échantillonnage lors des opérations conduites depuis le sol. Nous présentons les résultats obtenus et décrivons les comportements des mouflons observés. Une synthèse bibliographique permet de resituer cette expérimentation dans le cadre plus général des ongulés. L'ensemble des observations a permis de préciser le protocole et des orientations sont fournies pour l'utilisation en général de l'hélicoptère en milieu naturel eu égard à la conservation de la biodiversité.

## Abstract

As part of the development of a method for monitoring the population size of the Mediterranean Mouflon (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) in the Caroux-Espinouse massif (Hérault), we tested inducing a panic via a helicopter overflight in order to assess the possibility of using that to improve the detection of individuals which has been made difficult by the closure of habitats, especially in forest environments in which we were experiencing significant sampling bias during operations conducted from the ground. We present the results obtained and describe the behavior of the mouflons observed. A bibliographic summary allows us to situate this experiment in the more general context of ungulates. All the observations allowed us to specify the protocol and guidelines are provided for the general use of the helicopter in the natural environment with regards to the conservation of biodiversity.

## Introduction

Le survol à basse altitude des avions et des hélicoptères provoque généralement un comportement de fuite chez les ongulés (KLEIN, 1973 ; GUNN *et al.*, 1983 ; KRAUSMANN & HERVERT, 1983 ; LEON *et al.*, 1987 ; SIMÉON & HOUARD, 1987 ; HAMR, 1988 ; BLEICH *et al.*, 1990 ; FRID, 1996 ; COTE, 1996 ; DEXTER, 1996). Dans le cadre de la mise au point d'une méthode de suivi de l'effectif de la population du Mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) du massif du Caroux-Espinouse (Hérault), nous avons testé cet effroi pour évaluer la possibilité de le mettre à profit afin d'améliorer la détection des individus rendue difficile par la fermeture des habitats (BOUSQUEL, 1999), tout particulièrement dans les milieux

forestiers dans lesquels nous connaissions d'importants biais d'échantillonnage lors des opérations conduites depuis le sol. C'était notamment le cas dans les formations denses de Chêne vert (*Quercus ilex*) et de Châtaignier (*Castanea sativa*).

## Matériel et méthode

Le Caroux-Espinouse est un massif de moyenne montagne (altitude : 150-1126m) qui s'étend sur environ 17 000 ha. Il est couvert de forêts, de bois et de landes boisées (52 %), de landes, de prairies, de pelouses et de cultures (42 %) et de zones rocheuses (6 %). Les zones sommitales et les hauts des versants sont le plus souvent couverts de landes et de pelouses (AUVRAY, 1982). Un processus significatif de fermeture du paysage par les ligneux a été mis en évidence (BOUSQUEL, 1999). Le Mouflon méditerranéen trouve des écrans visuels et des zones d'échappée nombreux et régulièrement distribués dans la topographie, le relief accidenté et la diversité végétale. Sa population, introduite de 1956 à 1960, comptait environ 1500 à 2000 individus dans les années 1990 (ONCFS, non publié). Elle est soumise à un plan de chasse annuel depuis 1973. Ce massif connaît une forte fréquentation, majoritairement des randonneurs (CUGNASSE *et al.*, 1997 ; MARTINETTO *et al.*, 1998).

L'expérimentation, conduite le 6 septembre 1989, avait pour but d'étudier la réponse comportementale de mouflons au passage d'un hélicoptère dans divers habitats. Nous avons privilégié cet appareil à d'autres engins volants pour des raisons de sécurité et de manœuvrabilité. Par ailleurs, un avion semble-t-il moins stimulant, sa silhouette étant probablement plutôt apparentée à celle d'un grand rapace en déplacement. Les tests ont été définis sur la base de facteurs qui alertent

ou génèrent habituellement la fuite lors de l'apparition d'un aigle royal (*Aquila chrysaetos*) en chasse (KRAMMER, 1969 ; HAMR, 1988 ; CUGNASSE & GOLLIOT, 2000). Les paramètres de pilotage suivants ont ainsi été retenus : hauteur de vol à basse altitude (entre 20 et 50 m), effet de surprise, rapidité (entre 30 et 50 km/h), vol relativement rectiligne et déterminé en direction des mouflons ou des habitats identifiés.

Durant la mise en œuvre du protocole de suivi (juin 1990 et août 1991), les mouflons ont été recherchés le long d'un itinéraire standardisé et survolés durant leur période matinale d'alimentation (1 heure après le lever du jour) en évitant de provoquer une panique qui les mettrait en péril (passage à distance des sites rocheux). La vitesse de vol était ralentie lorsque la végétation était très dense ou fermée (CUGNASSE et GAREL, 2003 ; GAREL et al., 2005).

## Résultats

Les paramètres de pilotage prédéfinis ont permis d'obtenir la mise en mouvement de tous les mouflons présents dans le champ visuel des observateurs et une très bonne détectabilité dans tous les habitats de pelouse et de landes. Globalement, 520

mouflons ont été observés (97 groupes) et ont pris la fuite avant même l'arrivée de l'hélicoptère à leur niveau (Tableau 1).

Aucune différence liée au sexe, à l'âge, à la taille du groupe ou à la période (mois de juin à septembre) n'a été constatée. Tous les individus se sont dirigés en courant vers le plus proche couvert forestier, marquant souvent un arrêt après avoir été dépassés par l'hélicoptère. Dans certains contextes, la régulation de la vitesse et de la hauteur de vol a permis de contrôler certains groupes sans provoquer leur fuite, d'en appréhender certains qui étaient peu visibles (masqués par un écran rocheux dans une lande, par exemple) ou d'en déloger d'autres qui tentaient de se dissimuler à couvert (bouquet d'arbres peu dense).

Il en a été de même pour les chevreuils (*Capreolus capreolus*) et les sangliers (*Sus scrofa*) dérangés au cours de ces opérations.

L'expérimentation de 1989 a permis de mettre en évidence l'importance de l'étanchéité visuelle (hauteur et densité) des formations végétales et de son rôle sécurisant. Ainsi, un mâle d'1 an et un agneau surpris dans une lande d'éricacées (*Erica cinerea* et *Calluna vulgaris*) ont fui en



© Jean-Marc CUGNASSE

**Tableau 1.** Bilan des observations de mouflons méditerranéens survolés par hélicoptère lors de l'expérimentation et lors de l'itinéraire du suivi standardisé.

Date	Nombre de mouflons vus				Horaires	Nombre de groupes	Autres
	Mâles	Femelles	Agneaux	Indéterminés			
06.09.1989	2	8	3	11	8:50 - 10:05	11	5 sangliers
26.06.1990	13	27	20	86	5:54 - 6:35	22	1 chevreuil
27.06.1990	14	25	12	112	6:00 - 6:45	29	
29.06.1990	6	36	27	102	6:09 - 6:44	29	
05.08.1991	3	1	0	0	20:03 - 20:37	3	
07.08.1991	1	9	2	0	20:19 - 20:48	3	Sangliers
<b>TOTAUX</b>	<b>39</b>	<b>106</b>	<b>64</b>	<b>311</b>		<b>97</b>	



© Jean-Marc CUGNASSE

direction d'un thalweg densément couvert de Hêtre (*Fagus sylvatica*). L'agneau s'est tapi dans une petite formation de Genêt à balai (*Cytisus scoparius*) légèrement plus haute que lui. Plus grand, le mâle a poursuivi sa fuite et s'est engagé plus loin dans un bosquet de Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*). L'espacement des tiges ne lui offrant pas une dissimulation efficace, il le traversa sans marquer d'arrêt jusqu'à ce qu'il ait atteint le couvert étanche des houppiers d'une vieille hêtraie où il ne nous était plus visible. Le survol stationnaire très bruyant de l'hélicoptère et le déplacement d'air occasionné par les hélices sur la couronne des arbres ne parvint pas à lui faire quitter ce refuge. Sept groupes ont été testés dans des conditions identiques et aucun n'a quitté son refuge dès lors qu'il eut atteint la protection d'un couvert efficace (Hêtre, Châtaignier et chênes *Quercus ilex* et *Quercus ruber*). En l'absence d'une zone boisée à proximité immédiate, un mouflon mâle de deux ans s'est réfugié sous un bouquet isolé d'Alisier blanc (*Sorbus aria*) situé dans une lande de Genêt purgatif (*Cytisus purgans*). Il y est resté blotti, la tête basse, contre les troncs dégarnis de ces quelques arbres aux houppiers recouvrant, durant tout le temps où il a été survolé, y compris de près. En revanche, il s'est enfui vers la hêtraie la plus proche dès que nous l'avons approché horizontalement, donc à vue du fait de l'inclinaison du versant. Il refusa ensuite de quitter le couvert étanche de la hêtraie. Nous avons vu dans les Pyrénées un Isard (*Rupicapra pyrenaica*) dissimuler ainsi sa tête sous un rocher jusqu'à ce que l'hélicoptère l'ait dépassé.

Un comportement de défense a été dirigé vers l'hélicoptère très proche par un mouflon mâle d'un an qui courait dans une lande à éricacées sans couvert forestier en vue : arrêt, volte-face pour faire front

à l'engin, cabrage sur ses pattes arrière au plus près de son passage et gigotage de ses pattes avant en l'air. Il a été répété à chacun des deux passages consécutifs que l'hélicoptère a effectué à une dizaine de mètres environ au-dessus de lui.

Le survol rapide des groupes n'a généralement pas provoqué l'éclatement des petits groupes dans la mesure où l'hélicoptère s'est maintenu à une distance et à une hauteur supérieures à la distance critique (HEDIGER, 1942 in EIBL-EIBESFELDT, 1984). La réponse des associations temporaires de groupes en alimentation n'a pas été testée. La délocalisation des animaux dérangés n'a pu être vérifiée car le code du collier des mouflons individualisés que nous avons contactés n'a pu être lu.

## Discussion

L'ensemble des résultats montre que le survol à basse altitude ( $\leq 50$  m) d'un hélicoptère provoque invariablement la fuite chez le Mouflon méditerranéen comme chez le Chevreuil et chez le Sanglier. Ces observations confirment globalement celles effectuées chez d'autres mouflons (MAC ARTHUR *et al.*, 1982 ; KRAUSMAN & HERVET, 1983 ; MACCULLUM & GEIST, 1992) et chez d'autres ongulés (KRAMMER, 1969 ; KLEIN, 1973 ; COUTURIER, 1981 ; GUNN *et al.*, 1983 ; LEON *et al.*, 1987 ; HAMR, 1988 ; GAUDIN *et al.*, 1989 ; SCHAAL & BOILLOT, 1992 ; CÔTÉ, 1996 ; DEXTER, 1996 ; SCHNIDRIG-PETRIG & INGOLD, 2001 ; LINKLATER & CAMERON, 2002). Seuls quelques grands cervidés (*Odocoileus hemionus crooki* et *Alces alces americana*) ont montré localement une moindre crainte (KLEIN, 1973 ; KRAUSMAN *et al.*, 1986). Le vol en contrebas peut ne pas provoquer la fuite, ou alors sur une plus courte distance (SCHNIDRIG-PETRIG & INGOLD, 2001 ; CUGNASSE, non publié), et plutôt stimuler

les mouflons à se déplacer vers le haut du versant (NETTE *et al.*, 1984).

Lorsque l'engin est aperçu de loin et qu'il se dirige directement dans leur direction, les mouflons arrêtent leur activité et ils l'observent jusqu'à ce qu'il arrive à une centaine de mètres puis courent vers un couvert forestier. Lorsqu'ils sont surpris à moins de 50 m, ils arrêtent immédiatement leur activité et fuient très rapidement à couvert. La proximité de l'appareil force leur fuite mais ils s'arrêtent le plus souvent avant d'avoir atteint un refuge si l'hélicoptère les a dépassés.

Nos observations confirment que, face à une menace aérienne, les ongulés fuient vers le couvert forestier le plus proche (MACCULLUM & GEIST, 1992 ; SCHNIDRIG-PETRIG & INGOLD, 2001), de préférence vers un contrebas (SIMÉON & HOUARD, 1987 ; HAMR, 1988 ; MACCULLUM & GEIST, 1992).

Elles précisent et soulignent le rôle de l'étanchéité visuelle procurée par différentes structures de formations végétales et la capacité de certaines d'entre elles à mettre fin à des comportements de fuite.

« Faire front » a été développé par un jeune mouflon mâle empêché de fuir face à une agression simulée dans sa distance critique. Un mâle de Mouflon d'Amérique et des femelles de Chamois ont réagi de même alors qu'ils étaient attaqués par un aigle royal (BERWICK, 1968; JULLIEN *et al.*, 2001), et également des femelles de l'Antilope saïga (*Saïga tatarica*) (DOLAN, 1977).

Aucun cas de dérochement n'a été constaté (CÔTÉ, 1996), ni de mortalité collatérale par prédation (capture par un aigle royal d'un agneau dont la mère était en fuite - NETTE *et al.*, 1984). Seul un jeune mâle surpris dans une genêtière a heurté de plein fouet un piquet de clôture. Renversé au sol, il s'est relevé et a repris instantanément sa course.

L'effroi et l'effet de surprise génèrent des stratégies « anti-prédatrices » d'urgence et la distance au refuge influence l'intensité des réactions (ENGGIST-DÜBLIN & INGOLD, 2003). Cette dernière est également la plus forte dans les grands groupes (KLEIN, 1973). Ainsi, le Mouflon d'Amérique est moins tolérant que le Cerf mulet du désert, la taille des groupes étant respectivement



de  $\leq 18$  et de  $< 3$  individus (KRAUSMAN *et al.*, 1986). De même, les groupes de femelles avec leurs jeunes se montrent généralement les plus sensibles, avec des réactions plus fortes au printemps et au début de l'été (KLEIN, 1973 ; MILLER & SMITH, 1985 ; HAMR, 1988 ; SCHAAL & BOILLOT, 1992 ; BLEICH *et al.*, 1994 ; MAIER *et al.*, 1998) où, toutefois, le harcèlement estival par les insectes peut réduire l'intensité de la préoccupation (KLEIN, 1973).

Nous n'avons pas observé chez le Mouflon méditerranéen de réponse collective, comme par exemple chez le Bœuf musqué (*Ovibos moschatus*) qui fait front au danger en formant un rang compact dans lequel les jeunes s'insèrent.

Le massif du Caroux-Espinouse n'est qu'exceptionnellement survolé à basse altitude par des engins volants (hélicoptère, avion de tourisme, delta-plane, parapente, etc.). Les mouflons n'en ont subi aucune expérience négative directe ou liée à des pratiques associées (tir, capture, etc.) susceptibles de stimuler des comportements de fuite et d'accroître leur intensité (LINKLATER & CAMERON, 2002). Les survols aériens pouvant mobiliser leur vigilance se limitent aux déplacements réguliers de l'Aigle royal, rapace parfois considéré comme à l'origine de la peur des engins volants (HAMR, 1988). La présence continue et prévisible de l'aigle en chasse peut en effet faire apparaître des stratégies anti-prédatrices chez ses proies s'il exerce effectivement une pression de prédation sur elles (FERRER, 1993). Il est à noter toutefois que toutes les rencontres entre ces deux espèces observées antérieurement à l'expérimentation avaient été neutres.

Si l'Aigle royal attaque (CHOISY & PACQUET, 1987 ; GEIST, 1971) et capture occasionnellement des mouflons (KINLOCH, 1892 *in* SCHALLER, 1977 ; HOEFS

& McTAGGART, 1980 ; CUGNASSE & GOLLIOT, 2000) et d'autres ongulés sauvages ou domestiques (WATSON, 1997), sa prédation est généralement considérée comme faible ou anecdotique chez les mouflons (GEIST, 1971 ; SCHALLER, 1977). Elle pourrait néanmoins contribuer à renforcer l'image prédatrice du rapace (GEIST, 1971 ; WABBY, 1931 *in* GONZALEZ, 1984) à l'instar de celle d'un très ancien prédateur aérien disparu chez d'autres mammifères (GOODMAN, 1994). Cette crainte, indépendante de l'expérience (STANLEY & ASPEY, 1984 ; MCFARLAND, 1990), pourrait être extrapolée à celle d'autres silhouettes en vol (HAMR, 1988), parfois sans discrimination comme l'a montré la peur suscitée par le survol de Mouflons d'Amérique par des Vautours auras *Cathartes aura* (STOCKWELL, 1991), de Pronghorns *Antilocapra americana* par des Grands corbeaux *Corvus corax* (BECKMANN & BERGER, 2005), ou de Chamois surpris par des Buses variables *Buteo buteo* (HAMR, 1988). Elle pourrait expliquer la surveillance constante du ciel chez des femelles de mouflon suitées dans une région dépourvue d'aigles et le rappel de leur agneau à leur côté à la vue d'un oiseau ou d'un hélicoptère (BRIEDERMANN, 1989).

Mais à la différence des réactions au passage d'un hélicoptère, les ongulés attaqués par des rapaces peuvent afficher une certaine indifférence (CUNNINGHAM, 1970), se tenir debout, en alerte (HARRIS & PRICE, 1962 ; KRAMMER, 1969 ; VILLARET, 1982-83 ; GONZALEZ, 1984 ; REBECCA, 1986 ; BERGO, 1987 ; CUGNASSE & GOLLIOT, 2000 ; CUGNASSE, non publié) ou, parfois, se réunir en un groupe serré (KRAMMER, 1969 ; BRUNS, 1970 ; KRAMMER & AESCHBACHER *in* SCHALLER, 1977). Les agneaux se réfugient la plupart du temps tout contre une femelle, même si celle-ci n'est pas leur mère (KRAMMER, 1969 ; VILLARET, 1982-83 ; REBECCA, 1986 ;

CUGNASSE & GOLLIOT, 2000), ou se dissimulent à couvert (GORDON, 1980 ; BERGO, 1987). La fuite ininterrompue en courant vers un couvert forestier ou rocheux semble être rarement la réponse spontanée (GOODWIN, 1977 ; EWINS, 1987 ; CURRY LINDALH in MÉNATORY, 1972 ; CUGNASSE & GOLLIOT, 2000). Lorsque le harcèlement est vigoureux et/ou durable (HARRIS & PRICE, 1962 ; CUNNINGHAM, 1970 ; VILLARET, 1982-83 ; BERGO, 1987), la progression vers le couvert s'effectue par étapes (BERWICK, 1968). Certains se dressent parfois sur leurs pattes arrière et simulent à l'adresse du rapace une défense faite de coups donnés avec la tête et les pattes avant (BERWICK, 1968 ; KRAMMER, 1969 ; BRUNS, 1970 ; GEIST, 1971 ; TAYLOR in MÉNATORY, 1972 ; KRAMMER & AESCHBACHER in SCHALLER, 1977 ; DOLAN, 1977 ; GORDON, 1980 ; STOCKWELL, 1991). Enfin, des ongulés peuvent s'en prendre directement au rapace lorsque ce dernier est posé au sol (GORDON, 1980 ; McENEANEY & JENKINS, 1983 ; LOCATI, 1990 ; CUGNASSE & GOLLIOT, 2000 ;

JULLIEN *et al.*, 2001 ; CUGNASSE & GAREL, 2005). La variabilité dans les réponses observées chez les mouflons attaqués par l'aigle met donc en évidence que ce dernier n'est pas source de panique et, par comparaison à celle développée face à l'hélicoptère, qu'ils ont généralement le temps d'élaborer une stratégie adaptée.

Les réponses de panique aux engins volants doivent être reliées à d'autres facteurs. Aucune accoutumance n'a été constatée lorsque le nombre de passages annuels d'un hélicoptère est faible, que ce soit après plusieurs vols sur une même journée (CÔTÉ, 1996) ou après 6 à 8 vols sur 3 semaines (LEON *et al.*, 1987). Si une stimulation peu fréquente et irrégulière ne facilite pas l'habituation (ZEITLER, 1995) et si des animaux qui n'ont pas été effrayés depuis longtemps peuvent montrer une tendance à s'enfuir à propos de rien (EIBL-EIBESFELDT, 1984), l'accoutumance n'est pas acquise pour autant du seul fait de la répétition du stimulus. En effet, la



© Jean-Marc CUGNASSE

surprise occasionne systématiquement la fuite, qu'elle émane d'un rapace (HAMR, 1988) ou d'un hélicoptère (SCHAAL & BOILLOT, 1992). L'accoutumance n'est possible que si le stimulus est prévisible (SCHNIDRIG-PETRIG & INGOLD, 2001) et s'il ne génère pas d'expérience négative (McFARLAND, 1990). En effet, l'animal privilégie un environnement prévisible et sécurisé au plus bas coût de maintenance (WEISENBERGER *et al.*, 1996). Des facteurs propres à l'hélicoptère pourraient donc contribuer à l'effroi des mouflons, comme sa dimension imposante (nous avons en effet observé une telle relation chez des rapaces captifs de tailles très différentes Aigle royal → Faucon pèlerin) ou la surface vitrée. La couleur, en revanche, ne susciterait pas de réaction (SCHNIDRIG-PETRIG & INGOLD, 2001). Lorsqu'il agit de conserve avec la vue (LEON *et al.*, 1987), le bruit pourrait quant à lui expliquer davantage l'égal effroi de toutes les classes d'âge et de sexe, quel que soit le site, que l'apparence de l'hélicoptère (BLEICH *et al.*, 1994 ; BLEICH *et al.*, 1990). Par comparaison, les avalanches et les chutes de pierre provoquent une réponse innée de fuite vers le refuge des falaises (GEIST, 1980). Toutefois, une accoutumance a été constatée à certains bruits comme les explosions de mines ou le passage en hauteur de certains avions (GEIST, 1980 ; COUTURIER, 1981), notamment celui des avions militaires très rapides dont les stimulus visuel et acoustique ne peuvent pas être perçus simultanément (COUTURIER, 1981 ; KRAUSMAN *et al.*, 1996 ; WEISENBERGER *et al.*, 1996 ; KRAUSMAN *et al.*, 1998). De même, l'absence de réponse des mouflons au bruit d'un hélicoptère se déplaçant dans des secteurs adjacents à ceux où ils se trouvaient va dans le même sens (HARRINGTON & VEITCH, 1991 *in* BLEICH *et al.*, 1994). Des ongulés ont appris à vivre dans des mines à ciel ouvert en activité ou à tolérer, voire à ignorer le bruit des motoneiges et des tronçonneuses

lorsqu'il est associé à un événement positif comme de la nourriture (GEIST, 1980).

Enfin, l'expérience individuelle, la condition physique, le statut et l'environnement (proximité d'un terrain d'échappée ou non) sont des facteurs qui interviennent généralement dans la réponse apportée par les animaux soumis à des dérangements ou à des perturbations. Pour ce qui est du statut, le fait que la population est chassée ne semble pas augmenter sa sensibilité (SCHNIDRIG-PETRIG & INGOLD, 2001).

La variabilité des réponses du mouflon face à l'aigle contraste avec l'unicité de celle qu'il développe face à l'hélicoptère. Il en est de même, à des degrés différents, pour le Bouquetin des Alpes (*Capra ibex*) (SZEMKUS *et al.*, 1998) et le Sanglier (DEXTER, 1996 ; observations personnelles), espèces qui ont pourtant peu à craindre de l'Aigle royal. L'hypothèse d'une crainte liée à un effet « super-aigle » semble donc devoir être écartée (SCHNIDRIG-PETRIG, 1994). La cause de l'effroi manifesté par le mouflon trouverait plutôt son origine dans la vulnérabilité ressentie face à l'objet non évalué et en position dominante qui se dirige précipitamment et bruyamment dans sa direction (ENGGIST-DÜBLIN & INGOLD, 2003). Elle sera d'autant plus élevée qu'il ne pourra pas développer sa réponse du fait de l'effet de surprise, maintenir une distance de sécurité et gagner un proche refuge à-couvert.

## Conclusion

Les mouflons du Caroux-Espinouse montrent une très grande sensibilité au survol aérien (< 50 m) par un hélicoptère, à l'instar des mouflons en général et d'autres ongulés. Celle-ci est sans commune mesure avec celle développée lors d'une attaque d'aigle et aucune accoutumance n'a été constatée (LEON *et al.*, 1987 ; CÔTÉ, 1996),

contrairement au survol par les petits avions (KRAUSMANN *et al.*, 1986). Cette réponse permet donc, avec certaines précautions méthodologiques, d'utiliser l'hélicoptère pour le suivi des effectifs de cet ongulé. Elle donne les meilleurs résultats dans les habitats qui favorisent la détectabilité des individus (BODIE *et al.*, 1995. La fiabilité de la méthode doit donc intégrer ce biais potentiel qui peut être pour partie maîtrisé en jouant sur la vitesse et la hauteur de vol, et en choisissant la saison pour ne pas privilégier les groupes matriarcaux (McCORQUODALE, 2001). Ceci étant, elle offre la possibilité de couvrir de grandes superficies en un minimum de temps, d'éviter l'éclatement des groupes (CÔTÉ, 1996) et leur mélange (LINKLATER & CAMERON, 2002), et donc les doubles comptages (CUGNASSE, 1993 ; LINKLATER & CAMERON, 2002) si le trajet est réalisé en continu (SIMÉON & HOUARD, 1987 ; GAUDIN *et al.*, 1989), d'écarter l'effet observateur (GAREL *et al.*, 2006), de répéter l'opération et enfin de réduire le coût des opérations de terrain.

Cette expérimentation et la présente synthèse bibliographique suggèrent que l'utilisation fréquente, prolongée et imprévisible de l'hélicoptère (HOEFS, 1989) ou d'autres engins volants (ENGGIST-DÜBLIN & INGOLD, 2003) est susceptible d'avoir des conséquences préjudiciables sur le fonctionnement de certaines populations de grands ongulés (WEISENBERGER *et al.*, 1996). Si n'entre pas dans ces catégories la réalisation ponctuelle d'itinéraires standardisés non perturbateurs du fait de protocoles validés, il apparaît toutefois nécessaire de ne pas surajouter une pression sur la faune. Pour cela, il est nécessaire d'impliquer les gestionnaires locaux dans cette démarche. En effet, le développement actuel et futur des activités aériennes hors de tout protocole est de nature à perturber localement la faune sauvage.

Nos observations et celles réalisées par d'autres chercheurs mettent en évidence la nécessité de planifier et d'intégrer de façon consensuelle des préconisations au bénéfice de la faune sauvage dans son ensemble.

Nous suggérons quelques mesures ci-après :

- Inventorier et cartographier les enjeux biodiversitaires dans leur ensemble et leurs vulnérabilités ;
- Inventorier les différentes activités aériennes du massif (prestations de gestion, secourisme, baptêmes de l'air, tourisme local, etc.), leur période, leurs horaires, leurs modalités de réalisation ;
- Réaliser un plan de gestion consensuel :
  - \* En concertation avec les scientifiques, définir les périodes sensibles où le survol des secteurs à enjeux faunistiques (sites de reproduction, etc.) doit être raisonné, voire exclu ;
  - \* Interdire toute poursuite des animaux ;
  - \* Eviter le survol des habitats accidentogènes pour les ongulés (pierriers, zones rocheuses escarpées, etc.) ;
  - \* De façon générale, maintenir la distance au sol la plus grande (au-delà de 100 m) ;
  - \* Standardiser autant que faire se peut les modalités de réalisation des vols de façon à réduire le dérangement (utiliser de façon prévisible les mêmes trajets) ;
  - \* Eviter le survol en temps de neige ou de grand froid ;
  - \* Conserver un maillage régulièrement distribué d'habitats fermés dans les vastes espaces dégagés.

# Bibliographie

**AUVRAY F. 1982.** Le Massif du Caroux-Espinouse. *Bull. Mens. ONC*, 59 : 10-14.

**BECKMANN J.P. & BERGER J. 2005.** Pronghorn hypersensitivity to avian scavengers following golden eagle predation. *Western North American Naturalist*, 65 (1) : 133-135.

**BERGO 1987.** Eagles as predators on livestock and deer. *Fauna norv. Ser. Cinclus*, 10 : 95-102.

**BERWICK S.H. 1968.** Observations on the decline of the Rock Creek Montana population of bighorn sheep. Graduate Student Theses, Dissertations, & Professional Papers. 8406.

**BLEICH V.C., BOWYER R.T., PAULI A.M., VERNAY R.L. & ANTHES R.W. 1990.** Responses of Mountain sheep to helicopter surveys. *Calif. Fish and Game*, 76 (4): 197-204.

**BLEICH V.C., BOWYER R.T., PAULI A.M., NICHOLSON M.C. & ANTHES R.W. 1994.** Mountain sheep *Ovis canadensis* and helicopter surveys: ramifications for the conservation of large mammals. *Biol. Conserv*, 70 : 1-7.

**BODIE W.L., GARTON E.O., TAYLOR E.R. & MCCOY M. 1995.** A sightability model for bighorn sheep in canyon habitats. *J. Wildl. Manage*, 59 (4) : 832-840.

**BOUSQUEL V. 1999.** Analyse historique de l'évolution de la végétation sur le Massif du Caroux-Espinouse. Rapport Life « Gestion conservatoire des pelouses et landes en région méditerranéenne », 53 pp + annexes.

**BRIEDERMANN L. 1989.** Beobachtungen zum Geburtsverhalten und zur Mutterfamilienbildung beim Mufflon (*Ovis ammon musimon* Schreber, 1782). *Beiträge zur Jagd-und Wildforschung*, 16 : 117-126.

**BRUNS E.H. 1970.** Winter predation of golden eagles and coyotes on pronghorn antelopes. *Canadian Field-Naturalist*, 84 : 301-304.

**CHOISY J.P. & PACQUET Y. 1987.** Quelques observations d'interactions entre Artiodactyles et Aigle royal *Aquila chrysaetos* (L.). *Le Bièvre*, 9 (1): 81-82.

**CÔTE S.D. 1996.** Mountain goat responses to helicopter disturbance. *Wildlife Society Bulletin*, 24 (4) : 681-685.

**COUTURIER M. 1981.** Le gibier des montagnes françaises. Grenoble, 471pp.

**CUGNASSE J.M. 1993.** Problème posé par la flexibilité du comportement social du Mouflon de Corse (*Ovis ammon musimon*) pour le dénombrement par « approche et affût combinés ». *Gibier Faune Sauvage*, 10 : 77-80.

**CUGNASSE J.M., MARTINETTO K., GILBERT Y., LEMMET S. & B. DESCAGES. 1997.** Les touristes du massif du Caroux-Espinouse (Hérault) en 1996. Rapport d'étude, ONC-SIVOM du Caroux-Espinouse – GIC du Caroux-Espinouse, 138 pp.

**CUGNASSE J.M. & GOLLIOT E. (2000).** L'Aigle royal *Aquila chrysaetos* attaque des mouflons dans l'Espinouse (Hérault). *Ornithos*, 7 (4) : 188-190.

- CUGNASSE J.M. & GAREL M. 2003.** Suivi de l'abondance des populations d'Ongulés sauvages en montagne : l'exemple du Mouflon méditerranéen. *Faune sauvage*, 260 : 42-49.
- CUGNASSE J.M. & GAREL M. 2005.** Un mode de capture alternatif de l'agneau du mouflon : la Buse de Harris. *Faune sauvage*, 266 : 18- 21.
- CUNNINGHAM E.B. 1970.** A golden eagle harassing bighorn sheep. *Canadian Field-Naturalist*, 84 : 183.
- DEXTER N. 1996.** The effect of an intensive shooting exercise from a helicopter on the behaviour of surviving feral pigs. *Wildlife Research*, 23 : 435-441.
- DOLAN J.M. 1977.** The Saiga *Saiga tatarica* : a review as a model for the management of endangered species. *Int. Zoo Yearbook*, 17 : 25-32.
- EIBL., EIBESFELDT I. 1984.** Ethologie, biologie du comportement. *Naturalia et Biologia*, Gap, Paris, 748 pp.
- ENGGIST-DÜBLIN P. & INGOLD P. 2003.** Modelling the impact of different forms of wildlife harassment, exemplified by a quantitative comparison of the effects of hickers and paragliders on feeding and space use of chamois *Rupicapra rupicapra rupicapra*. *Wildl. Biol*, 9 (1) : 37-45.
- EWINS P.J. 1987.** Golden eagles attacking deer and sheep. *Scottish Birds*, 14 : 209-210.
- FERRER M. 1993.** Reduction in hunting success and settlement strategies in young Spanish imperial eagles. *Anim. Behav*, 45 : 406-408.
- FRID A. 1996.** Responses by Dall's sheep to helicopter disturbance : preliminary data from the southwest Yukon. Newsletter, IUCN/SSC Caprinae Specialist Group, november : 3-6.
- GAREL M., CUGNASSE J. M., LOISON A., GAILLARD J. M., VUITON C. & MAILLARD D. 2005.** Monitoring the abundance of mouflon in South France. *Eur. J. Wildl. Res*, 51 : 69-76.
- GAREL M., CUGNASSE J.M., HEWISON A.J.M. & MAILLARD D. 2006.** Errors in age determination of mouflon in the field. *Wildlife Society Bulletin* 34, 2 : 300-306.
- GAUDIN J.C., LÉONARD Y. ET SIMÉON D. 1989.** Vers l'utilisation d'une méthode de recensement aérien par hélicoptère du cerf en moyenne montagne méditerranéenne. *Bull. Mens. ONC*, 132 : 13-16.
- GEIST V. 1971.** Mountain sheep, a study in behavior and evolution. The University of Chicago Press, Chicago, 383 pp.
- GEIST V. 1980.** Behavior : 283-295. *In North America. Ecology and management.* Stackpole Books, Harrisburg.
- GONZALEZ G. 1984.** Ecoéthologie du mouflon et de l'isard dans le massif du Carlit (Pyrénées-Orientales). Thèse, Univ. P. Sabatier, Toulouse. 249 pp.
- GOODMAN S.M. 1994.** The enigma of antipredator behavior in Lemurs : evidence of a large extinct eagle on Madagascar. *Int. J. Primatol*, 15 (1) : 129-134.
- GOODWIN G.A. 1977.** Golden eagle predation on pronghorn antelope. *The Auk*, 94 : 789-790.
- GORDON S. P. 1980.** *The Golden eagle, king of birds.* The Melven Press, Perth, Scotland. 246 pp.
- GUNN A., GLAHOLT R., MILLER F.L. & JINGFORS K. 1983.** Caribou behaviour, range use patterns and short term responses to helicopter landings on the Beverly calving ground, N.W.T., 1982. *Northwest Territories Wildl. Serv. File Rep n°30* : 126 pp.

- HAMR J. 1988.** Disturbance behaviour of Chamois in an alpine tourist area of Austria. *Mountain Research and Development*, 8 (1) : 65-73.
- HARRIS M.P. & PRICE R. 1962.** Golden eagle attacking reindeer. *British Birds*, 55 : 42-43.
- HOEFS M. 1989.** Thinhorn (*Ovis dalli*) : distribution, abundance and management. Symposium "The Wild sheep of the World": 105-137.
- HOEFS M. & McTAGGART COWAN I. 1980.** Ecological investigation of a population of Dall sheep (*Ovis dalli dalli* Nelson). *Syesis*, 12 : 1-81.
- JULLIEN J.M., JOURDAIN E., HOTELLIER P. & MAYET P. 2001.** Comportements agonistiques entre des chamois *Rupicapra rupicapra* et un aigle royal *Aquila chrysaetos* dans les Alpes du Nord (massif des Bauges, France). *Nos Oiseaux*, 48 : 175-178.
- KLEIN D.R. 1973.** The reaction of some northern mammals to aircraft. In : Proc., XI th. Internat. Congress Game Biol., 3-7 sept. 1973, Stockholm : 377-383.
- KRAUSMANN P.R., LEOPOLD B.D. & SCARBROUGH D.L. 1986.** Desert mule deer response to aircraft. *Wild. Soc. Bull*, 14 : 68-70.
- KRAUSMANN P.R. & HERVERT J.J. 1983.** Mountain sheep responses to aerial surveys. *Wildl. Soc. Bull*, 11 (4) : 372-375.
- KRAMMER A. 1969.** Soziale Organisation und Sozialverhalten einer Gemspopulation (*Rupicapra rupicapra* L.) der Alpen. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 26 : 889-964.
- LEON III F.G., DEYOUNG C.A. & BEASOM S.L. 1987.** Bias in age and sex compositions of white-tailed deer observed from helicopters. *Wildl. Soc. Bull*, 15 : 426-429.
- LINKLATER W.L. & CAMERON E.Z. 2002.** Escape behaviour of feral horses during a helicopter count. *Wildlife Research*, 29 : 221-224.
- LOCATI M. (1990).** Female chamois defends kid from eagle attacks. *Mammalia*, 54 (1) : 155-156.
- MACCULLUM B.N. & GEIST V. 1992.** Mountain restoration : soil and surface wildlife habitat. *GeoJournal*, 27 (1) : 23-46.
- MACFARLAND D. 1990.** Dictionnaire du comportement animal. Univ. Oxford / R. Laffont, Paris, 1013.
- McCORQUODALE S.M. 2001.** Sex-specific bias in helicopter surveys of elk : sightability and dispersion effects. *J. Wildl. Manage*, 65 (2) : 216-225.
- McENEANEY T.P. & JENKINS M.A. 1983.** Bald eagle predation on domestic sheep. *Wilson Bull*, 95 (4) : 694-695.
- MAIER J.A.K., MURPHY S.M., WHITE R.G. & SMITH M.D. 1998.** Responses of caribou to overflights by low-altitude jet aircraft. *J. Wildl. Manage*, 62 (2) : 752-766.
- MARTINETTO K., CUGNASSE J.M. & GILBERT Y. 1998.** La cohabitation du Mouflon méditerranéen *Ovis gmelini musimon* x *Ovis sp.* et des touristes dans le massif du Caroux-Espinouse (Hérault). In : Proceedings of the XIIIrd Congress, Lyon, France, 1-6 September 1997, N.W. Sotherton, PH. Granval, P. Havet & N.J. Aebischer, eds. *Gibier Faune Sauvage, Game Wild*, Special number. Part 3, 15 : 905-919.
- MÉNATORY G. 1972.** *L'Aigle royal*. Stock, Paris, 239 pp.
- MILLER G. & SMITH E.L. 1985.** Human activity in Desert Bighorn habitat : what disturbs sheep ? *Desert Bighorn Council 1985 Trans*, 29 : 4-7.

**NETTE T., BURLES D. & HOEFS M. 1984.** Observations of golden eagle, *Aquila chrysaetos*, predation on Dall sheep, *Ovis dalli dalli*, lambs. *Canadian Field-Naturalist*, 98 (2) : 252-254.

**REBECCA G. W. 1986.** Golden eagle's attacks cause red deer hind to defend calf. *Scottish Birds*, 14 (2) : 86-87.

**SCHAAL A. & BOILLOT F. 1992.** Influence des activités récréatives sur le comportement du chamois dans les Hautes Vosges. Rapport d'étude, Ministère de l'Environnement et Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges, 63 pp.

**SCHALLER G.B. 1977.** *Mountain monarchs, wild sheep and goats of the Himalaya*. Univ. Chicago Press, Chicago, 425 pp.

**SCHNIDRIG-PETRIG R. 1994.** Modern Icarus in wildlife habitat : effects of paragliding on behaviour, habitat use and body condition of chamois *Rupicapra rupicapra*. *Inauguraldissertation, Universität Bern* : 69 pp.

**SCHNIDRIG-PETRIG R. & INGOLD P. 2001.** Effects of paragliding on alpine chamois *Rupicapra rupicapra rupicapra*. *Wildl. Biol*, 7 (4) : 285-294.

**SIMÉON D. & HOUARD T. 1987.** Méthode de recensement hivernal par hélicoptère du Cerf élaphe (*Cervus elaphus*) en zone de montagne. *Gibier Faune Sauvage*, 4 : 377-390.

**STANLEY M.E. & ASPEY W.P. 1984.** An ethometric analysis in a zoological garden : modification of ungulate behavior by the visual presence of a predator. *Zoo Biology*, 3 : 89-109.

**STOCKWELL C.A. 1991.** Behavioural reactions of desert bighorn sheep to avian scavengers. *J. Zool. Lond*, 225 : 563-566.

**SZEMKUS B., INGOLD P. & PFISTER U. 1993.-** Behavior of Alpine ibex (*Capra ibex*) under the influence of paragliders and other air traffic. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 63 : 84-89.

**VILLARET J.C. 1982-83.** Tentative de capture d'un jeune chamois de l'année par un aigle royal *Aquila chrysaetos* dans le massif des Cerces-Galibier (5 juillet 1981). *La Niverolle*, 6-7 : 28-30.

**WATSON J. 1997.** *The golden eagle*. T & A.D. Poyser, London, 374 pp.

**WEISENBERGER M.E., KRAUSMAN P.R., WALLACE M.C., DEYOUNG D.W. & MAUGHAN O.E. 1996.** Effects of simulated jet aircraft noise on heart rate and behavior of desert ungulates. *J. Wildl. Manage*, 60(1) : 52-61.

**ZEITLER A. 1995.** Reaktionen von Gemse und Rothirsch auf Hängegleiter und Gleitsegler im Oberallgäu. *Der Ornitholog. Beobacht*, 92 : 231-236.

## Pour citer cet article :

**CUGNASSE, J-M. 2022.** Réponse du Mouflon méditerranéen (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.) au passage d'un hélicoptère. *Plume de Naturalistes* 6 : 117-130.

Pour télécharger tous les articles de Plume de Naturalistes : [www.plume-de-naturalistes.fr](http://www.plume-de-naturalistes.fr)

ISSN 2607-0510

## Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un programme de recherche de l'ONCFS