



HAL
open science

Variation clinale du régime alimentaire et de la reproduction chez l'aigle royal (*Aquila chrysaëtos* L.) sur le versant sud des Pyrénées

Carmelo Fernandez

► To cite this version:

Carmelo Fernandez. Variation clinale du régime alimentaire et de la reproduction chez l'aigle royal (*Aquila chrysaëtos* L.) sur le versant sud des Pyrénées. *Revue d'Écologie*, 1991, 46 (4), pp.363-371. hal-03528389

HAL Id: hal-03528389

<https://hal.science/hal-03528389>

Submitted on 17 Jan 2022

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.

VARIATION CLINALE DU RÉGIME ALIMENTAIRE ET DE LA REPRODUCTION CHEZ L'AIGLE ROYAL (*AQUILA CHRYSÆTOS* L.) SUR LE VERSANT SUD DES PYRÉNÉES

Carmelo FERNANDEZ*

Les variations écologiques existantes sur les versants des grandes chaînes montagneuses ont été abordées suivant des approches très variées (géologiques, botaniques, zoologiques, etc...) et ont été associées à différents facteurs environnementaux (tectoniques, lithologiques, climatiques, anthropiques, etc...). Cette diversité est étudiée dans ce travail à travers la biologie d'une espèce prédatrice : l'Aigle royal (*Aquila chrysaetos* L.) qui, faisant preuve d'un grand éclectisme, adapte ses paramètres trophiques et de reproduction à la disponibilité des ressources présentes sur le versant sud des Pyrénées.

ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude s'étend de l'axe central des Pyrénées (Irati-Larra) à la dépression de l'Ebre (Tudela) le long de la limite entre l'Aragon et la Navarre. Du nord au sud, quatre régions biogéographiques sont distinguées : les Pyrénées, les bassins prépyrénéens, les chaînes supraméditerranéennes et les Bardenas (Fig. 1), qui correspondraient bioclimatiquement aux étages montano-eurosibérien (Pyrénées), supraméditerranéen (bassins prépyrénéens et chaînes supraméditerranéennes) et mésoméditerranéen (Bardenas) (Rivas-Martínez, 1983). La zone pyrénéenne, d'une altitude oscillant entre 600 et 2 000 m et recevant de 1 000 à 2 000 mm d'eau par an, présente une végétation caractérisée par le Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) accompagné du Hêtre (*Fagus sylvatica*) dans les ombrées et du Chêne du Portugal (*Quercus faginea*) dans les soulanes. L'altitude des bassins prépyrénéens varie de 400 m en fond de vallée à 1 350 m sur les massifs environnants. Les précipitations moyennes annuelles atteignent 800 à 1 100 mm et la végétation potentielle s'enrichit, suivant les orientations des versants, du Hêtre, du Chêne du Portugal et du Chêne vert (*Quercus rotundifolia*). Les chaînes supraméditerranéennes, situées entre 400 et 1 000 m d'altitude et recevant de 600 à 1 000 mm d'eau par an offrent une végétation typique de chênes de Portugal et de chênes verts. Enfin, les Bardenas, au relief tabulaire, d'une altitude de 300 à 500 m, sont soumises à de

* Estación Biológica de Doñana, Avda Ma Luisa s/n, 41013-Sevilla, Espagne. Adresse actuelle : c/Tafalla 34, 4°, 31003, Pamplona, Espagne.

faibles précipitations annuelles (moins de 400 mm) et leur paysage devient « steppique » avec quelques peuplements de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*).

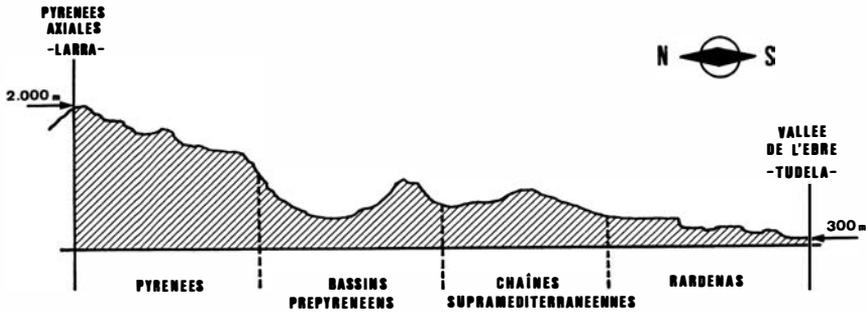


Figure 1. — Profil de la zone d'étude. Zones biogéographiques considérées sur le versant sud des Pyrénées. *Study area cross-section. Biogeographic zones on the southern slope of the Pyrenees.*

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cet article est basé sur une partie des données obtenues pendant les huit dernières années (de 1982 à 1989) dans une population de 35 couples reproducteurs (Fernández, 1988). Les observations sur la reproduction de 23 couples (regroupés en quatre sous-populations : Pyrénées, 12 couples ; bassins prépyrénéens, 3 couples ; chaînes supraméditerranéennes, 3 couples ; et Bardenas, 5 couples), ainsi que des échantillons d'aliments consommés ont été utilisés. Ces échantillons de proies, et les contrôles de reproduction de chacune des sous-populations, ont été traités conjointement dans l'analyse des résultats.

Trois à cinq visites par couple et par an ont été réalisées pour le contrôle des reproductions, selon les recommandations méthodologiques de Mathieu & Choisy (1982). En accord avec Cheylan (1981), trois paramètres de reproduction ont été calculés : productivité (P = nombre de jeunes envolés par nombre de reproductions contrôlées), taux d'envol (T = nombre de jeunes envolés par nombre de reproductions réussies) et le pourcentage de nichées aboutissant à l'envol (N = nombre de ces nichées par rapport au nombre de reproductions contrôlées).

Les échantillons de proies ont été obtenus par récolte des restes trouvés dans les aires après l'envol des jeunes. Ils ne sont donc représentatifs que de l'ultime phase de la période de reproduction (Fernández, 1987). L'identification des restes recueillis a été poussée au maximum au niveau taxonomique, et ceux-ci ont été quantifiés en se basant sur le nombre minimal d'individus trouvés dans chacune des aires. Pour simplifier, les résultats sont exprimés en pourcentage d'effectifs, sans tenir compte de la biomasse des espèces. La révision de Palacios & Meijde (1979) a été suivie pour la nomenclature et la distribution des lièvres en Espagne. L'indice de Shannon-Weaver (H') a été utilisé comme paramètre de diversité trophique, ainsi que l'ont fait divers auteurs (Delibes, 1975 ; Delibes *et al.* 1975 ; Austruy & Cugnasse, 1981).

Le test du χ^2 (avec tables de contingence 2×2 et 4×2) a été utilisé pour vérifier si les différences entre populations sont statistiquement significatives. Les fréquences absolues des principales proies (Carnivores, Lièvres, Lapin, Rapaces, Corvidés, Perdrix et Reptiles) ont été comparées. Les nombres de nichées à un ou deux poussins et les fréquences de reproductions réussies ou non ont de même été comparés. Dans tous les cas, le niveau de signification minimal admis a été de $p < 0,05$ (Sokal & Rohlf, 1969).

RÉSULTATS

PARAMÈTRES DE REPRODUCTION

Au total, 92 reproductions ont été contrôlées (Tab. I). Dans la zone pyrénéenne, seules 14 des 35 reproductions contrôlées ont été réussies, et une seule a eu pour résultat l'envol de deux jeunes ($n^\circ = 35$, $P = 0,43$, $T = 1,07$, $N = 40 \%$). Dans les bassins prépyrénéens 19 reproductions ont été suivies, dont 10 réussies, toutes avec un seul jeune ($n^\circ = 19$, $P = 0,47$, $T = 1,00$, $N = 47 \%$). Quant aux chaînes supraméditerranéennes, 13 des 16 reproductions suivies ont abouti à au moins un poussin, et 5 à deux poussins ($n^\circ = 16$, $P = 1,13$, $T = 1,39$, $N = 81 \%$). Enfin, 14 reproductions réussies, dont 6 avec deux poussins, ont été observées sur un total de 22 reproductions contrôlées dans les Bardenas ($n^\circ = 22$, $P = 0,91$, $T = 1,43$, $N = 64 \%$).

TABLEAU I

Paramètres de reproduction de l'Aigle royal dans les quatre zones biogéographiques du versant sud des Pyrénées.

Sont indiqués : le nombre de reproductions contrôlées (N°), le nombre de nichées à 0, 1 et 2 poussins, la productivité (P), le taux d'envol (T) et la proportion de reproductions réussies (N).

Table I : Golden eagle breeding success in the 4 biogeographical zones studied on the southern slope of the Pyrenees : (N°) number of broods monitored ; (0, 1, 2) number of broods with 0, 1 or 2 fledglings reared ; (P) productivity ; (T) number of young fledged per successful pair, and (N) percentage of successful pairs.

Zone	N°	0	1	2	P	T	N
Pyrénées	35	21	13	1	0,43	1,07	40 %
Bassins prépyrénéens	19	10	9	0	0,47	1,00	47 %
Chaînes supraméditerranéennes	16	3	8	5	1,13	1,39	81 %
Bardenas	22	8	8	6	0,91	1,43	64 %

Ces paramètres de reproduction montrent une forte variation clinale des Pyrénées à la cuvette de l'Ebre. Ils évoluent de façon parallèle et augmentent

fortement entre les bassins prépyrénéens et les chaînes supraméditerranéennes (Fig. 2). Les paramètres des aigles des bassins sont très voisins de ceux des couples pyrénéens, alors que ceux des chaînes supraméditerranéennes se rapprochent des Bardenas. Les couples des Bardenas et des chaînes supraméditerranéennes ont de meilleurs résultats de reproduction que ceux des Pyrénées et bassins prépyrénéens ($\chi^2 = 7,52$, $p < 0,01$) ; de même, les deux sous-populations méditerranéennes obtiennent un plus grand nombre de nichées doubles ($\chi^2 = 6,39$, $p < 0,05$).

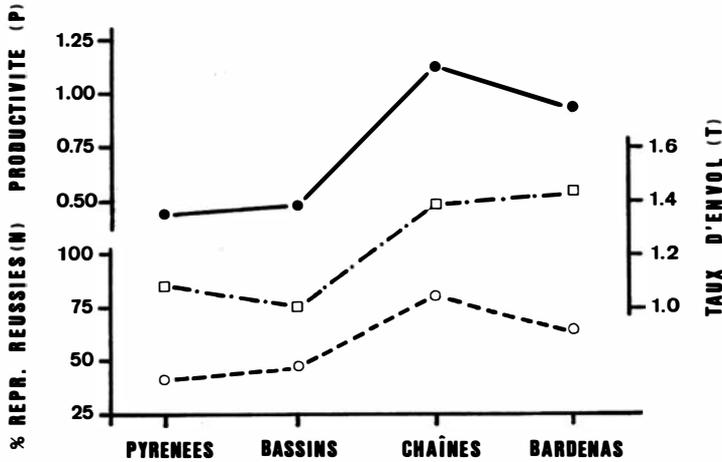


Figure 2. — Evolution des paramètres de reproduction de l'Aigle royal sur le versant sud des Pyrénées. Sont indiqués pour chaque zone : la productivité (P) (en haut), le taux d'envol (T) (au centre) et la proportion de reproductions réussies (N) (en bas). *Breeding rates of Golden eagles on the southern slope of the Pyrenees : productivity (P) (above), number of young per successful pair (T) (center) and percentage of successful pairs (N) (below) are indicated for every zone.*

PARAMÈTRES TROPHIQUES

Au total, 630 proies ont été identifiées (Tab. II). Dans la zone pyrénéenne les Carnivores (31,4 %) et les lièvres européens (*Lepus europaeus*) (19,0 %) sont prédominants. La présence de diverses classes d'oiseaux, surtout Corvidés (13,9 %) et Rapaces (5,8 %) explique une diversité trophique élevée ($H' = 2,86$). La Perdrix rouge (5,8 %), le Lapin (1,5 %) et les Reptiles (4,4 %) sont consommés de façon sporadique.

Dans les bassins prépyrénéens, le régime alimentaire, étudié à partir de 165 proies, peut être considéré comme de transition ; avec une diversité trophique élevée ($H' = 2,97$). Les Carnivores (18,2 %), lièvres européens (14,6 %) et lapins (17,0 %) sont consommés en proportions semblables. Parmi les oiseaux, les Corvidés (10,9 %) et les Galliformes (13,3 %) sont les plus fréquents, tandis que la proportion des Reptiles reste faible (4,9 %).

Trente trois et demi pourcent des 161 proies recueillies dans les chaînes supraméditerranéennes sont des lapins, espèce tendant à devenir, déjà dans cette zone, l'aliment de base de l'Aigle royal. Les Carnivores — représentés, à la

TABLEAU II

Alimentation de l'Aigle royal sur le versant sud des Pyrénées.

Sont indiqués : la fréquence de chaque taxon (en %), le nombre de proies analysées et la diversité trophique (H') pour chaque zone biogéographique considérée.

Table II : Golden eagle diet on the southern slope of the Pyrenees. Frequencies of each prey item (%), numbers of prey remains and diversity trophic index (H') are indicated for every zone considered.

Espèces	Pyrénées	Bassins prépyrénéens	Chaînes supraméditerranéennes	Bardenas
MAMMIFERES	65,7	55,8	51,6	73,7
Ongulés	11,0	7,9	1,9	0,6
Carnivores	31,4	18,2	13,0	1,8
Lagomorphes	21,9	31,5	36,0	70,7
<i>Lepus</i>	20,4	14,6	2,4	9,6
<i>Oryctolagus</i>	1,5	17,0	33,5	61,1
Rongeurs	1,5	1,2	0,6	0,6
OISEAUX	29,9	36,4	38,5	22,8
Rapaces	5,8	3,0	2,5	0,6
Corvidés	13,9	10,9	13,0	4,8
Gallinacés	5,8	13,3	12,4	10,2
Columbidés	4,4	3,0	7,5	2,4
Autres oiseaux	—	6,1	3,1	4,8
REPTILES	4,4	4,8	9,9	3,0
N° PROIES	137	165	161	167
H'	2,86	2,97	2,30	2,38

différence des sous-populations pyrénéennes, exclusivement par le Renard — sont consommés fréquemment (13,0 %). Les rares lièvres (2,5 %), se partagent en proportions semblables entre lièvres européens (*Lepus europaeus*) et méridionaux (*Lepus granatensis*). Les oiseaux constituent 38,5 % des proies, avec notamment les Galliformes (12,4 %) et les Corvidés (13,0 %). Les Columbidés ont une certaine importance dans cette région (7,5 %) et les Reptiles sont consommés en plus forte proportion que dans les autres zones (9,9 %). La diversité trophique ($H' = 2,30$) diminue et se rapproche de celle rencontrée dans les Bardenas.

Dans les Bardenas, le Lapin est la proie fondamentale, atteignant 61,1 % des 167 restes recueillis. Le Lièvre méridional représente 9,6 % et la Perdrix est la seconde proie en importance (10,2 %). Les Rapaces sont pratiquement inexistantes dans le régime (0,6 %) et les Reptiles sont consommés en faible proportion (3,6 %). La diversité trophique est semblable à celle des chaînes supraméditerranéennes ($H' = 2,38$).

La variation nord-sud du régime alimentaire est progressive (Fig. 3). Il existe des différences significatives entre les régions pour les principaux taxa. Parmi les mammifères, les Ongulés (en général des charognes) ($\chi^2 = 23,08$; d.d.l. = 3; $p < 0,001$) et les Carnivores ($\chi^2 = 52,27$; d.d.l. = 3; $p < 0,001$) diminuent significativement vers la dépression de l'Ebre, alors que la contribution du Lapin au

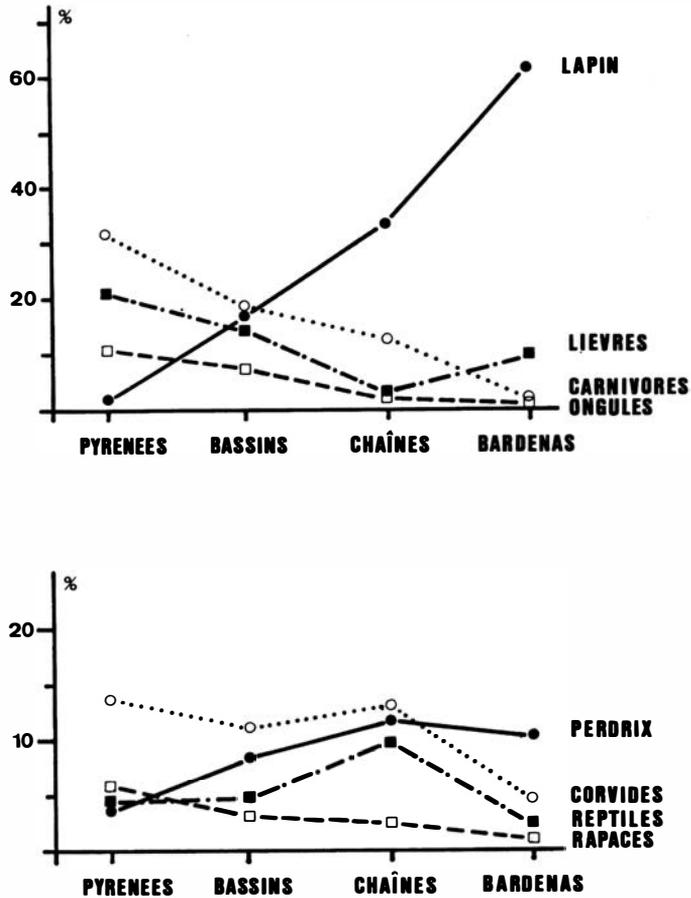


Figure 3. — Evolution de la contribution relative de chaque taxon au régime alimentaire de l'Aigle royal sur le versant sud des Pyrénées. En haut sont indiqués les pourcentages des groupes de mammifères (Lapin, lièvres, Ongulés et Carnivores) et en bas les proportions des principaux groupes d'oiseaux (perdrix, Corvidés et Rapaces) et des Reptiles. *Evolution of the Golden eagle's diet, south of the Pyrenees. Above, percentages of mammals (Rabbit, hares, carrion and Carnivores). Below, percentages of birds (Partridge, Corvids, Raptors) and Reptiles.*

régime alimentaire augmente de façon spectaculaire ($\chi^2 = 139,37$; d.d.l. = 3 ; $p < 0,001$). En ce qui concerne la contribution des lièvres, le passage entre les aires de distribution de *Lepus europaeus* (Pyrénées et bassins) et *Lepus granatensis* (Bardenas) est remarquable. La zone de contact entre ces deux espèces parapatriques se situe dans les chaînes supraméditerranéennes (Palacios & Mejjide, 1979) et cela pourrait expliquer leur apparition en nombre significativement moindre ($\chi^2 = 16,30$; $p < 0,001$) dans ces chaînes. Les Rapaces, toujours en faible proportion, diminuent du nord au sud et sont significativement moins consommés dans les Bardenas ($\chi^2 = 4,18$; $p < 0,05$). Les Corvidés, abondants dans les quatre zones, sont moins capturés dans les Bardenas ($\chi^2 = 7,83$; $p < 0,01$). Les perdrix sont

moins consommées dans les Pyrénées ($\chi^2 = 5,67$; $p < 0,05$). Les Columbides et les Reptiles évoluent de façon similaire et atteignent leur contribution maximale dans les chaînes supraméditerranéennes ($\chi^2 = 5,29$; $p < 0,05$ pour les pigeons et $\chi^2 = 7,16$; $p < 0,01$ pour les Reptiles). Enfin, la diversité trophique diminue du nord au sud, alors que la contribution du Lapin augmente (Delibes, 1975 ; Fernández & Purroy, 1990). Par contre, contrairement à ce qui était attendu, l'augmentation de la sténophagie n'est pas totalement progressive, un changement brusque se manifestant entre les bassins et les chaînes supraméditerranéennes.

DISCUSSION

Divers auteurs ont déjà mis en évidence les variations clinales existant dans les populations d'aigles royaux en fonction de facteurs environnementaux, en particulier en relation avec le climat et la disponibilité en nourriture (Brown & Watson, 1964 ; Delibes *et al.*, 1975 ; Smith & Murphy, 1979 ; Tjernberg, 1981 ; Clouet, 1981 ; Mathieu & Choisy, 1982), et en fonction de l'utilisation de l'espace (Marquiss *et al.*, 1985 ; Watson *et al.*, 1987). D'autre part, une transition écologique existe sur le versant sudpyrénéen entre les domaines eurosibérien et méditerranéen (Rivas-Martinez, 1983). Cette variation écologique est, nous l'avons vu, clairement manifestée par les paramètres trophiques et, dans une moindre mesure, par les paramètres de reproduction de l'Aigle royal.

Les sous-populations de l'Aigle royal des Pyrénées et des bassins prépyrénéens ont une faible proportion de nichées réussies et comptent très rarement plus d'un poussin. Dans les chaînes supraméditerranéennes et les Bardenas, la productivité est très élevée à cause de la haute proportion de reproductions réussies et de nichées doubles. Trois facteurs agissent habituellement sur les paramètres de reproduction de l'Aigle royal : le climat, l'alimentation et l'influence humaine (Brown, 1970 ; Brown & Watson, 1964 ; Watson, 1957 ; Everett, 1971 ; Delibes *et al.*, 1975 ; Mathieu & Choisy, 1982 ; Smith & Murphy, 1979 ; Marquiss *et al.*, 1985). Dans notre zone d'étude, le climat méditerranéen doux et une plus grande disponibilité en nourriture (en particulier l'abondance du Lapin) pourraient expliquer l'augmentation progressive du nord vers le sud de la productivité de l'Aigle royal (Fernández, 1988). D'autre part, le changement brusque des paramètres de reproduction entre les bassins prépyrénéens et les chaînes supraméditerranéennes pourrait résulter d'une plus forte influence humaine dans les bassins et les Bardenas provoquant quelques échecs de reproduction par dérangement (Everett, 1971 ; Fernández, 1988) ainsi que l'existence de couples formés d'individus immatures ou inexpérimentés (Watson, 1957 ; Steenhof *et al.*, 1983 ; Tjernberg, 1986).

La transition du régime alimentaire est plus graduelle, avec une augmentation progressive vers le sud de la contribution du Lapin et de la Perdrix et une diminution de la consommation de charognes (Ongulés), Carnivores, lièvres et Rapaces. Le paramètre caractérisant le mieux cette transition pyrénéo-méditerranéenne semble être la consommation du Lapin, qui est, ainsi que l'ont noté d'autres auteurs, le fait le plus marquant dans l'alimentation des communautés de prédateurs méditerranéens (Delibes, 1975 ; Cheylan, 1979 ; Jacksic & Soriguer, 1981). La diminution de la consommation de Carnivores et sa progressive restriction au Renard est remarquable, alors que les Félidés et Mustélidés (*Martes martes* dans les Pyrénées, puis *Martes foina* dans les bassins prépyré-

néens) disparaissent du régime alimentaire des sous-populations les plus méditerranéennes. Quelques proies, comme les perdrix, les pigeons et les reptiles paraissent être caractéristiques des régimes sub-méditerranéens (Fernández & Purroy, 1990) et sont proportionnellement plus consommés dans les zones de transition entre les Pyrénées et la vallée de l'Ebre.

Les résultats obtenus sur le versant sud des Pyrénées sont extrapolables (au sens large) à d'autres chaînes européennes (les Alpes françaises, Mathieu & Choisy, 1982 ; ou le versant nord des Pyrénées, Clouet, 1981), tant que certaines caractéristiques géographiques et climatiques sont présentes (par ex. chaînes d'une certaine importance, à orientation dominante est-ouest et correspondant à une limite climatique nette). D'ailleurs, dans les Pyrénées, il semble qu'une variation existe dans l'est de la chaîne, se caractérisant par une augmentation des paramètres de reproduction et la présence de Lapin dans le régime alimentaire des couples se reproduisant plus haut en altitude.

Enfin, nos résultats laissent prévoir une plus grande fragilité de la sous-population pyrénéenne d'Aigle royal, qui a une faible productivité et dispose de ressources alimentaires moindres (Clouet, 1981). Les changements profonds de l'utilisation de l'espace (abandon des cultures et du pastoralisme), l'augmentation de l'accessibilité aux zones de reproduction (construction de pistes et de routes) et le risque d'empoisonnement (par consommation de charognes et de cadavres de rapaces, de Carnivores et de Corvidés) peuvent, dans l'avenir, menacer la sous-population pyrénéenne d'aigles royaux qui s'est, jusqu'à présent, maintenue malgré des taux de reproduction très bas, grâce à une faible présence humaine.

RÉSUMÉ

L'existence d'une variation clinale des paramètres trophiques et de reproduction de l'Aigle royal sur le versant sud des Pyrénées est mise en évidence à partir de 92 reproductions contrôlées sur un échantillon de 23 couples installés, et un autre de 630 proies. Une diminution graduelle de la consommation de Carnivores, lièvres, charognes et Corvidés, ainsi qu'une augmentation spectaculaire de la contribution du Lapin au régime alimentaire s'observe entre l'axe pyrénéen et la cuvette de l'Ebre. En association avec ces variations, il y a diminution de la diversité trophique et augmentation des paramètres de reproduction, consécutive à une proportion élevée de nichées doubles.

SUMMARY

Ninety two controlled reproductions and 630 remains of prey items from 23 Goden eagle pairs were studied on the southern slope of the Pyrenees (Spain). A gradual variation of breeding success and food habits was found : the proportion of carnivores, hares, carrion and corvids decreased, whereas the proportion of rabbits increased in the diet from the summit of the Pyrenees to the Ebro Valley. These variations were associated with a decrease of trophic diversity and increased breeding rates, due to a larger number of young per successful pair.

REMERCIEMENTS

Pour la réalisation de ce travail ont été utilisées une bourse de formation du personnel chercheur du Gouvernement Basque et une aide du Service de l'Environnement du Gouvernement de Navarre. Joaquín Leoz, Jaime Fernández et Paz Azkona ont collaboré au travail de terrain. La traduction a été réalisée par Iker Elozegi.

RÉFÉRENCES

- AUSTRUY, J.C. & CUGNASSE, J.M. (1981). — L'Aigle royal dans le Massif Central. *Nos Oiseaux*, 36 : 133-142.
- BROWN, J.L. (1970). — Some factors affecting breeding in Eagles. *Ostrich*, 8 : 157-167.
- BROWN, J.L. & WATSON A. (1964). — The Golden eagle in relation to its food supply. *Ibis*, 106 : 78-100.
- CHEYLAN, G. (1979). — *Recherche sur l'organisation d'un peuplement de Vertébrés d'une montagne méditerranéenne : La Sainte Victoire, Bouches du Rhône*. Thèse, Université P. et M. Curie, Paris.
- CHEYLAN, G. (1981). — Introduction, *Rap. Médit.*, 1 : 3-5.
- CLOUET, M. (1981). — L'Aigle royal dans les Pyrénées françaises, résultats de 5 ans d'observations. *Oiseau et R.F.O.*, 51 : 89-100.
- DELIBES, M. (1975). — Some characteristic features of predation in mediterranean ecosystems. *Proc. XIth Int. Congr. Game Biol.*, Lisboa.
- DELIBES, M., CALDERON, J. & HIRALDO, F. (1975). — Selección de presa y alimentación en España del Aguila real. *Ardeola*, 21 : 285-302.
- EVERETT, M.J. (1971). — The golden eagle survey in Scotland in 1964-68. *Brit. Birds*, 64 : 49-56.
- FERNANDEZ, C. (1987). — Seasonal variation in the feeding habits of a pair of Golden eagles in Navarra. *Actes du 1^{er} Colloque International sur l'Aigle royal*. Arvieux, 1986, 107-117.
- FERNANDEZ, C. (1988). — *El Aguila real en Navarra : utilización del espacio, biología de la reproducción y ecología trófica*. Tesis Doctoral, Universidad de León. León.
- FERNANDEZ, C. & PURROY, F.J. (1990). — Tendencias geográficas en la alimentación del Aguila real en Navarra. *Ardeola*, 37 : 197-206.
- JACKSIC, F. & SORIGUER, R. (1981). — Predation upon the European rabbit in the Mediterranean habitats of Chile and Spain : a comparative analysis. *J. Anim. Ecol.*, 50 : 269-281.
- MARQUISS, M., RATCLIFFE, D.A. & ROXBURGH, R. (1985). — The numbers, breeding success and diet of Golden eagle in Southern Scotland in relation to changes in land use. *Biol. Conserv.*, 34 : 121-140.
- MATHIEU, R. & CHOISY, J.P. (1982). — L'Aigle royal dans les Alpes méridionales françaises de 1964 à 1980. *Bièvre*, 4 : 1-32.
- PALACIOS, F. & MEIJIDE, M. (1979). — Distribución geográfica y hábitat de las Liebres en la Península ibérica. *Naturalia Hispanica*, 19. ICONA.
- RIVAS-MARTINEZ, S. (1983). — Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa*, 5 : 33-43.
- SMITH, D.G. & MURPHY, J.R. (1979). — Breeding reponses of raptors to Jackrabbit in the eastern Great Basin Desert of Utah. *Raptor Res.*, 13 : 1-14.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. (1969). — *Biometry*. W.H. Freeman and Co. San Francisco.
- STEENHOF, K., KOCHERT, M.N. & DOREMUS, J.H. (1983). — Nesting of subadult Golden eagles in Southwestern Idaho. *Auk*, 100 : 743-747.
- TJERNBERG, M. (1981). — Diet of the Golden eagle during the breeding season in Sweden. *Holarct. Ecol.*, 4 : 12-19.
- TJERNBERG, M. (1986). — Hunting behaviour, prey selection and strike success of wintering Golden eagles in South Sweden. *Vår Fågelvärld*, 45 : 327-339.
- WATSON, A. (1957). — The breeding success of Golden eagle in the North East Highlands. *Scot. Nat.*, 69 : 153-159.
- WATSON, J., LAGSLOW, D.R. & RAE, S.R. (1987). — The impact of land-use changes on Golden eagles in the Scottish Highlands. *Nature Conservancy Council, Report 1*.