

Roger MATHIEU et Jean-Pierre CHOISY

avec la collaboration de Jean BESSON, Gilles CHEYLAN et Ryck HUBOUX (1)

L'AIGLE ROYAL (*Aquila chrysaetos*) DANS LES ALPES MÉRIDIONALES FRANÇAISES de 1964 à 1980

Essai sur la distribution, les effectifs, le régime alimentaire et la reproduction

Référence : MATHIEU (R.)², CHOISY (J.P.)³ et coll. 1982 - L'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*) dans les Alpes méridionales françaises de 1964 à 1980 - *Bièvre*, 4 (1), 1-32 -

² Rue Boegner, 26400 CREST - ³ Vercheny, 26340 SAILLANS.

Résumé : La présente étude porte sur 33 couples d'Aigles royaux (*Aquila chrysaetos*) des Alpes méridionales françaises durant la période allant de 1974 à 1980, et pour 11 d'entre eux de 1964 à 1980. Les effectifs nicheurs dans cette région sont estimés entre 71 et 96 couples, soit environ les 2/5 des effectifs français (190 à 236 couples), répartis sur les Alpes, les Préalpes, le sud du Massif Central, les Pyrénées, les Pré-Pyrénées et la Corse. L'échantillon P1 de la population de haute montagne comporte 8 couples nichant au-dessus de 1500 m. L'échantillon P2 de la population de collines et moyennes montagnes comporte 25 couples nichant au dessous de 1500 m. L'abondance des proies est bonne ou très bonne pour P1 (Marmotte - *Marmota marmota* - présente), faible ou moyenne pour P2 (Marmotte absente ou rare).

Toutes les aires (N = 93) sont construites sur une falaise, sauf une dans un arbre. Les moyennes obtenues pour quelques paramètres relatifs à ces populations sont :

	P1	P2
- nombre d'aires connues par couple	2,4 (1 à 5)	3 (1 à 9)
- altitude du site de nidification	1664 m (1500 à 1750)	926m (400 à 1200)
- distance du plus proche voisin	8,7km (7 à 10)	9,9km (3,5 à 17)

Il semble pour P2 que près des 2/3 des couples suivis pondent. Les paramètres du succès de la reproduction sont exprimés par deux valeurs moyennes : une faible, ne prenant en compte que les données certaines (les absences probables de jeunes à l'envol sont comptées comme des absences effectives) et une forte ne prenant pas en compte les données où l'absence de jeunes à l'envol n'est pas certaine (cela revient à considérer que pour l'année en question, le couple n'a pas été suivi). Compte tenu du travail de terrain fourni par les informateurs, la valeur la plus juste est la plus faible. On obtient :

	Nombre de jeunes à l'envol par couple suivi par an	Nombre de jeunes à l'envol par reproduction réussie	Proportion de couples suivis qui réussissent une reproduction
P1 de 1964 à 1980	0,76 - 1,14	1,32	58 - 86 %
P2 de 1964 à 1980	0,40 - 0,60	1,06	37 - 55 %
P2 de 1964 à 1974	0,68 - 1,1	1,13	58 - 95 %
P2 de 1974 à 1980	0,26 - 0,37	1,00	26 - 37 %

Seul le succès de la reproduction de P2 a significativement diminué après l'hiver 1973-1974. La date moyenne de l'envol est le 20 juillet (limites : 30 juin - 30 août) pour P2. Les trois dates observées pour P1 sont le 31 juillet et deux fois le 4 août.

L'étude du régime alimentaire en période de reproduction repose sur 112 proies recueillies, après l'envol du jeune, sur 7 aires de la population P2.

(1) C.R.O.P., 5, rue Espariat - 13100 AIX-EN-PROVENCE.

Le lièvre (*Lepus capensis*) représente 40 % du total des proies et presque 60 % de la biomasse. Les carnivores arrivent en second avec 13,5 % des proies et 18 % de la biomasse.

Il semble, en dépit de la petite taille de l'échantillon P1, que les productivités de P1 et de P2 étaient de même ordre au début de la période d'étude. Depuis 1970, la productivité de P2 diminue et celle de P1 demeure stable. Le déclin des populations de collines et moyennes montagnes des Alpes méridionales françaises est certain dans l'Ouest et le Sud de l'aire de répartition. Cependant aucune disparition n'a été constatée depuis 1974 dans l'échantillon P2. On ne sait pas si la baisse importante de productivité de P2 n'est qu'un accident, ou une tendance évolutive à long terme qui se rapproche inexorablement de zéro, sous l'action constante et durable d'un ou plusieurs facteurs mal identifiés, néfastes à la reproduction de l'espèce.

Summary : The Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) in the Southern French Alps from 1964 to 1980. A study of its distribution, population numbers, diet, and reproduction. The present study deals with 33 pairs of Golden eagles (*Aquila chrysaetos*) of the French Southern Alps during the period extending from 1974 to 1980, and for 11 of them, from 1964 to 1980. The nesting numbers in this area are estimated at between 71 and 96 pairs, that is about 2/5 of the French numbers (190 to 236 pairs), distributed in the Alps, Pre-Alps, Southern Massif Central, the Pyrenees, The Pre-Pyrenees, and Corsica. Sample P1 of the population of high mountains includes 8 pairs nesting above 1500 m. Sample P2 of the population of hills and medium altitude mountains includes 25 pairs nesting below 1500 m. The abundance of prey is good or very good for P1 (Marmot - *Marmota marmota* - present), low or medium for P2 (Marmot absent or rare).

All eyries (N = 93) are built on cliffs, except one up a tree. The averages obtained for some parameters concerning these populations are :

	P1	P2
- number of known eyries per pair	2,4 (1 to 5)	3 (1 to 9)
- altitude of nest site	1664 m (1500 to 1750)	926 m (400 to 1200)
- distance to nearest neighbour	8,7km (7 to 10)	9,9km (3,5 to 17)

It seems that with P2 nearly 2/3 of the pairs observed lay eggs. The parameters of breeding success are expressed by 2 average values : a lower one, taking into account only reliable data (likely absences of fledged young are counted as actual absences) and a higher one not taking into account data where absence of fledged young is not certain (which amounts to considering that the pair was not followed for the year in question). Considering the field work done by the observers, the most accurate value is the lower one. One has :

	Number of fledged young per pair followed per year	Number of fledged young per successful breeding	Proportion of pairs followed having reproduction success
P1 from 1964 to 1980	0,76 - 1,14	1,32	58 - 86 %
P2 from 1964 to 1980	0,40 - 0,60	1,06	37 - 55 %
P2 from 1964 to 1974	0,68 - 1,1	1,13	58 - 95 %
P2 from 1974 to 1980	0,26 - 0,37	1,00	26 - 37 %

Only breeding success of P2 has decreased significantly after 1973-1974 winter. The average date of flight is July 20th (limits : June 30th - August 30th) for P2. The three dates observed for P1 are July 31st and twice August 4th.

The study of diet during breeding period rest of 112 preys collected on 7 eyries of P2 population after flight of the young. The hare (*Lepus capensis*) represents 40 % of the total of prey and nearly 60 % of the biomass. Carnivores come next with 13,5 % of prey and 18 % of the biomass.

In spite of the small size of sample P1, the productivities of P1 and P2 seemed to be of the same order at the beginning of the study period. Since 1970, the productivity of P2 has been decreasing and that of P1 has been steady. The decrease of the populations of hills and medium-altitude mountains of the Southern French Alps is unquestionable in the west and south of the studied area. No disappearance, however, has been observed in sample P2 since 1974. It is known whether the important decrease in productivity of P2 is only accidental, or a long-term trend tending inexorably to zero, under the constant, lasting action of one or several ill-identified factors, harmful to the reproductive capacity of the species.

Cet essai précise pour la France, région par région, la répartition de l'Aigle royal et ses effectifs. Pour la zone étudiée il présente les premières données sur la logie de la reproduction et le régime alimentaire en période d'élevage. La comparaison entre la population des grandes Alpes méridionales et celle des collines et moyennes montagnes provençales n'est qu'esquissée.

L'insistance de G. CHEYLAN à préconiser une exploitation des données de notre possession, diverses rencontres entre les coordinateurs régionaux des Alpes méridionales J. BESSON, G. CHEYLAN, R. HUBOUX et R. MATHIEU, sont à l'origine présent travail. Une partie seulement des données recueillies a été exploitée.

Le traitement par les méthodes statistiques a été assuré par J.P. CHOISY

Ces données proviennent pour partie des observations personnelles des quatre coordinateurs cités ci-dessus, pour partie de celles d'autres naturalistes. La plupart des informateurs sont membres du Centre de Recherches Ornithologiques de Provence (C.R.O.P.) et du Groupe D'Etudes et de Recherche sur les Vertebrés (G.D.E.R.V.) délégation du Centre Ornithologique Rhône-Alpes (C.O.R.A.) pour le département de la Drôme : J.P. AVOND, P. BERNARD, E. M. et Mme BELAUD, M. BOUVIER, B. BRUN, B. CAMBET, A. et J.P. CHOISY, A. DELHOMME, R. ESTEVE, J.M. FATON, R. FAURE, GUILLAUME (père et fils), Mme HUBOUX, G. MAJOLI, J. et S. MICHEL, P. NOTTEGHEM, Y. PACQUET, PINSAVINNI, J. SABLEAUX et H. VAN DER KERF. Ces personnes, qui consacrent une part souvent importante de leur temps à l'observation de l'Aigle royal, ont en outre accepté de prendre des notes détaillées et de les transmettre. Cette servitude reste indispensable pour une meilleure connaissance de l'espèce, seul fondement possible d'une détection efficace.

L'étendue du territoire couvert par cette étude, sa diversité, l'éloignement des coordinateurs, l'hétérogénéité des données due à l'absence de méthode normalisée et manque de suivi de certains couples (1), rendent la synthèse difficile et incitent à la plus grande prudence dans les conclusions.

Néanmoins, cet essai est à notre connaissance le premier du genre réalisé pour cette espèce dans les Alpes françaises.

I - L'AIGLE ROYAL en FRANCE : IMPORTANCE RELATIVE de la ZONE ÉTUDEE (fig. 1, tabl. 1)

La précision des données concernant les effectifs nicheurs de l'Aigle royal en France, quoique encore imparfaite, s'est considérablement améliorée au cours de ces dernières années.

(1) Sauf précision contraire, le mot couple sera employé dans les pages qui suivent pour désigner les oiseaux qui occupent un site de nidification donné et/ou le domaine vital qui s'y rapporte, sans préjuger de leur identité au cours du temps.

Tableau 1 : Les effectifs nicheurs de l'Aigle royal en France, par régions

RÉGION	ESTIMATION DES COUPLES NICHEURS	INFORMATEURS
Pyrénées (zone axiale)	36 - 39	CLOUET (<i>in litt.</i>)
Pré-Pyrénées	15 - 16	CLOUET et GOAR (<i>in litt.</i>)
Massif Central	11	AUSTRUY, COCHET (<i>in litt.</i>)
Alpes du Nord	47 - 59	ESTEVE, MARTINOT, MAGNOULOUX, NOBLET, TOURNIER (comm. or.)
Alpes méridionales	71 - 96	BESSON, BOUVIER, CHEYLAN, HUBOUX, MATHIEU (présente étude)
Corse	10 - 15	THIBAULT (comm. or.)
Ensemble de la FRANCE : 190-236 couples dont environ les 2/5 dans les Alpes méridionales		

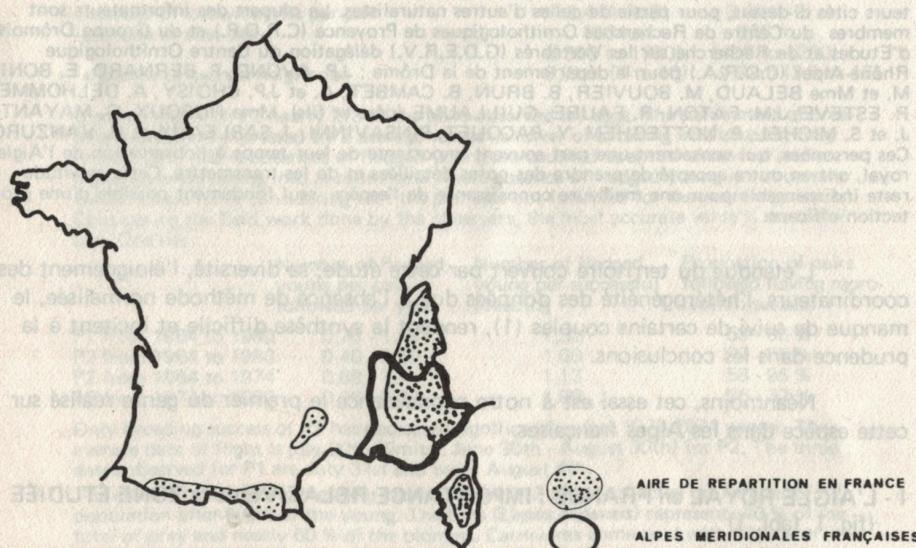


Figure 1 : Importance relative de la zone d'étude, par rapport à l'aire de répartition de l'Aigle royal en France.

dernières années (tabl. 1). Il est probable qu'une prospection encore plus poussée ferait connaître encore quelques couples mais ne modifierait pas sensiblement l'importance relative des diverses régions. Les effectifs des couples nicheurs d'Aigle royal fournis dans le tableau 1 sont supérieurs à l'estimation faite par J.F. TERRASSE (*in BIJLEVELD 1974*) - 50 à 100 couples pour la France, ainsi que par YEATMAN (1976) - 100 à 150 couples.

II - PRÉSENTATION SOMMAIRE DE LA ZONE ÉTUĐÉE

Cette zone couvre près de 40 000 km² sur six départements du Sud-Est de France : la Drôme, les Hautes-Alpes, les Alpes de Haute-Provence, le Vaucluse, les Bouches-du-Rhône, le Var et les Alpes-Maritimes.

En gros, toute la zone est soumise aux régimes des pluies méditerranéennes. Elle s'étend des massifs du Vercors, de l'Oisans, et du Queyras au Nord, à la côte méditerranéenne au Sud, de la frontière italienne à l'Est à la vallée du Rhône à l'Ouest.

Les chaînons des Préalpes auxquels s'ajoutent les massifs des Maures et de l'Estérel constituent environ les trois-cinquièmes du relief au Sud et à l'Ouest, tandis que le Nord et le Nord-Est sont barrés par la forteresse des grandes Alpes (Oisans, Queyras, Embrunais, Argentera).

Des neiges éternelles aux plages de la Méditerranée, des grandes parois granitiques aux canyons calcaires, de l'Arole au Chêne vert, du Lagopède à la Fauvette à l'Annette, la diversité est extrême.

III - RÉSUMÉ du STATUT de l'ESPECE dans les ALPES MERIDIONALES FRANÇAISES

L'Aigle royal occupe environ les deux-cinquièmes de la superficie des Alpes méridionales françaises, dans la partie Nord, Nord-Est, soit environ 15 000 km² (fig. 2). Si l'on excepte le couloir des Bouches-du-Rhône, l'occupation dans les milieux favorables semble continue. Elle se répartit comme suit par département :

- Alpes de Haute-Provence (BESSON et HUBOUX *in litt.*) : seul le tiers Sud-Ouest du département, correspondant grossièrement à la basse vallée de la Durance, est inoccupé. L'estimation des effectifs nicheurs est de 15 à 20 couples dont 6 suivis au moins une année. La première reproduction est étudiée en 1965. L'Aigle royal semble ne plus nichier dans les basses et moyennes gorges du Verdon.

- Alpes-Maritimes (BESSON et HUBOUX *in litt.*) : seule la frange littorale n'est pas occupée. L'estimation des effectifs nicheurs est de 20 à 26 couples dont 10 suivis au moins une année. La première reproduction a été étudiée en 1966.

- Bouches-du-Rhône (CHEYLAN 1974 et 1979) : semble n'avoir niché que dans un seul site où il est connu au moins depuis 1840-1850. Un couple est toujours présent (CHEYLAN *in litt.*).

- Drôme (MATHIEU 1980) : occupe toute la partie montagneuse du département ou presque. La population est estimée à 12-15 couples dont 12 régulièrement suivis. La première preuve de reproduction a été apportée par R. FAURE en 1974.

- Hautes-Alpes (BOUVIER *in litt.*) : semble occuper la totalité du département. L'estimation des effectifs est de 20 à 30 couples. La population est partiellement suivie. Malgré le nombr

des observateurs, très peu de données sont disponibles. L'absence de coordination en est sans doute la première responsable.

- Var (BESSON *in litt.*) : RIVOIRE a observé le dernier couple de la Sainte-Baume en mai 1957. L'un des trois couples suivis dans le Nord du département a disparu en 1972. L'estimation est de 2 couples.

- Vaucluse (CHEYLAN *in litt.*) : l'Aigle occupe actuellement le coin Nord-Est du département. Il s'est éteint dans le Lubéron à la même époque qu'à la Sainte-Baume (RIVOIRE inédit), l'estimation des effectifs est de 1 ou 2 couples.

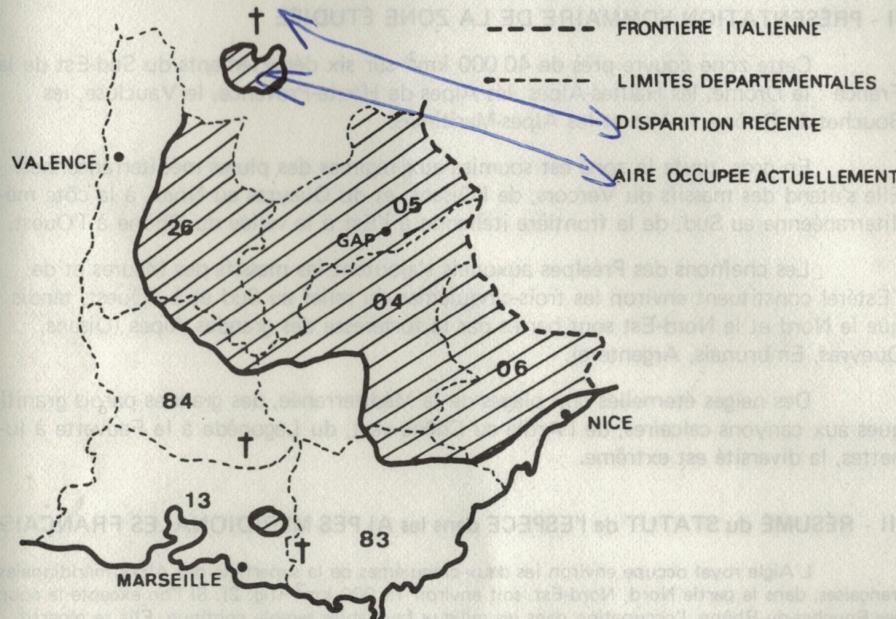


Figure 2 : Répartition de l'Aigle royal dans les Alpes méridionales françaises. Les chiffres donnent le code du département : 26 = Drôme - 05 = Hautes-Alpes - 84 = Vaucluse - 04 = Alpes-de-Haute-Provence - 06 = Alpes-Maritimes - 13 = Bouches-du-Rhône - 83 = Var.

IV - MATÉRIEL d'ÉTUDE et MÉTHODE

N'ont été retenus que les couples qui ont été suivis pendant au minimum trois années consécutives, ou depuis moins de trois ans : soit 33 couples (Alpes de Haute-Provence : 5 couples - Alpes-Maritimes : 11 - Bouches-du-Rhône : 1 - Drôme : 12 - Hautes-Alpes : 1 - Var : 3). Cet échantillon représente environ les deux cinquièmes de l'effectif estimé pour les Alpes méridionales françaises.

Le début de l'étude est postérieur à 1974 pour 20 de ces couples et les plus anciennement suivis (1964) sont les couples 10 et 12 (tabl. 2). Au total 161 reproductions (années additionnées) ont été suivies de 1964 à 1980. Le tableau 2 présente les données brutes sur le succès de la reproduction.

Tableau 2 : Résultats de la reproduction de 33 couples d'Aigle royal des Alpes méridionales françaises de 1964 à 1980.

Année	P1								N° du couple																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1964									1																							
1965	2	0	0							1	1	1																				
1966	2	1	0?							1	0?	1	2	1																		
1967	2	0?	1							0?	1	1	1																			
1968	2	0?	1							0?	2	1																				
1969	1	0	0																													
1970	1	0?	1						0?	1	0?	0?	1	1																		
1971	2	1	1						1	1	0?	0?	2																			
1972	1	1	0?	1	1				1	1	1	1																				
1973	●	●	●	●	2	0			1	1	1	1																				
1974	●	●	●	●	●	2	1		1	1	1	1	●																			
1975	●	●	●	●	●	●	●		0	—	—	—	1	0?																		
1976	●	●	●	●	●	●	●	●	0	X	—	—	1	0?																		
1977	●	●	●	●	●	1	0?	0?	0	X	—	—	1	0?																		
1978	●	●	●	●	●	0?	1	0?	0	0	X	—	—	1	0?																	
1979	2	0?	1	●	●	0?	0?	1	0	0?	—	—	1	0?	1	1	0?	1	0	1	0?	1	0	0?	0	●						
1980	1	0?	0?	0?	0?	0?	2	1	1	X	—	—	0?	0?	1	0	0?	0?	0	0?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
A =	5	2	4	1	3	2	1	1	3	1	2	1	2	4	3	1	1	6	5	2	4	2	2	4	2	3	9	4	2	4	2	3
B =	1700	1500	1500	1750	1700	1700	1600	1700	600	4000	950	1150	1000	900	1200	1100	1000	1100	1000	950	750	900	1000	900	1000	750	800	1050	1200	5500		
C =	7	7	11	?	9	85	10	8	7	7	9	8	10	7	7	12	9	10	85	17	11	85	35	125	11	10	125	135	135	125	125	
D =	44	23	12	34	44	34	32	44	10	10	31	30	20	10	20	21	1-1	20	1-1	40	30	10	10	20	1-0	30	20	1-0	20	1-0	20	

p_1 = population de haute montagne ; p_2 = population de colline et moyenne montagne. A = nombre d'aires connues par couple ; B = altitude moyenne des aires ; C = distance en km du site occupé par le couple le plus proche ; D = estimation de l'abondance des proies sur le domaine vital du couple, en période de reproduction. Cette estimation est déduite d'une impression basée uniquement sur l'expérience et la connaissance du terrain ; le premier chiffre précise l'abondance des proies de 1 à 4 et le second concerne la présence et l'abondance des Marmottes (*Marmota marmota*) de 0 à 4. Symboles : 1 ou 2 = nombre de jeunes à l'envol ; 0 = le couple n'a pas produit de jeunes à l'envol ; 0? = l'absence de jeune à l'envol est probable mais non certaine ; 0# = il y a eu ponte, mais la reproduction a échoué ; • = le couple n'a pas été contrôlé ; = le couple a disparu ; X = seul un individu est présent sur le site. Il est souvent difficile d'affirmer qu'un couple d'Aigle royal n'a pas produit de jeune. En cas de doute, lorsque le nombre des aires vides contrôlées en juin pour un même couple, est supérieur ou égal à 5, nous avons estimé que l'absence de reproduction était effective (un seul cas, le couple n° 18 en 1980). Lorsque, lors du contrôle, la (ou les) aires «vives» étaient normalement rechargées, nous avons estimé que la reproduction avait échoué (un seul cas, le couple n° 19 en 1980), et ceci quel que soit le nombre des aires contrôlées.

Parmi les 33 couples étudiés, on a distingué deux ensembles :

- P1 correspond à 8 couples (n° 1 à 8 dans le tableau 2) dont le domaine vital est situé dans les Grandes Alpes (Hautes-Alpes plissées du Queyras et de l'Embrunais et blocs cirstallins de l'Oisans et de l'Argentera). P1 est une population de haute montagne. Le site de nidification se situe au-dessus de 1500 m, l'abondance des proies est cotée souvent «bonne ou très bonne» et la Marmotte (*Marmota marmota*) est toujours présente. Il n'existe pas de discontinuité entre P1 et les populations des Grandes Alpes françaises du Nord ou italiennes occidentales.

- P2 occupe l'Ouest, le Sud et le Sud-Est de la zone d'étude, soit en gros les Préalpes du Sud. 25 couples appartiennent à cette population P2 de colline et moyenne montagne (n° 9 à 33, tabl. 2). Le site de nidification se situe au-dessous de 1500 m, l'abondance des proies est «faible» ou «moyenne» et la Marmotte est absente ou plus rarement présente en densité très faible. Il n'existe pas de discontinuité entre P1 et P2.

A de très rares exceptions près, il n'a pas été possible de mettre en évidence de différences statistiquement significatives, ni entre les moyennes ni entre les variances, en comparant les données relatives aux Préalpes drômoises et celles des collines et moyennes montagnes du Midi : leur réunion en un ensemble P2 n'est donc pas arbitraire.

Dans le tableau 2, l'estimation de la qualité trophique du domaine vital de chaque couple en période de reproduction, a été faite pour l'année 1980. Le premier chiffre qui évalue l'abondance des proies de 1 à 4, n'est pas le résultat d'une étude méthodique normalisée, mais est déduit d'une impression basée uniquement sur l'expérience et la connaissance du terrain.

L'étude sur le régime alimentaire a été effectuée exclusivement à partir de 7 prélèvements opérés dans 6 aires différentes appartenant à 5 couples de P2.

- couple n° 9 : prélèvement effectué après l'envol du jeune en juillet 1973 et août 1980.
- couple n° 21 : prélèvement effectué après l'abandon de l'œuf en mai 1980.
- couple n° 23 : prélèvement effectué après la disparition du poussin en juin 1980.
- couple n° 26 : prélèvement effectué après l'envol du jeune en août 1980.
- couple n° 33 : prélèvement effectué après l'envol du jeune en août 1980 et prélèvement effectué la même année dans une ancienne aire située dans la même falaise.

On notera que dans l'établissement du régime alimentaire, ne figurent que les restes prélevés dans l'aire et au pied de la falaise, sous le nid. Sont exclues toutes les autres proies : par exemple celles observées directement lors du nourrissage et qui ne sont pas forcément présentes le jour du prélèvement.

Lorsque les pelotes figurent dans le prélèvement, seuls les os et les griffes découverts à l'intérieur, ont fait l'objet d'une détermination. Les poils ont été conservés

pour faire l'objet d'une étude ultérieure au microscope, et n'ont pu figurer dans le présent travail. La découverte des restes de micromammifères dans une aire, doit être interprétée avec prudence, car il s'agit peut-être d'un contenu de tube digestif d'un carnivore apporté par l'Aigle.

V - RÉSULTATS

V-1 - Situation des nids

Excepté un cas (couple n° 5 -une aire construite dans un arbre en 1977 avec un jeune à l'envol- l'arbre a disparu depuis, emporté par une avalanche) toutes les aires connues sont construites dans une falaise.

V-2 - Nombre moyen d'aires connues par couple

P1 : $\bar{X} = 2,4$ (limites 1 à 5, écart-type = 1,5 ; N = 8)

P2 : $\bar{X} = 3$ (limites 1 à 9, écart-type = 1,8 ; N = 25)

Pour l'Ecosse, BROWN (1976 a) donne une moyenne de 2 à 4 aires par couples (maximum 11 aires). Le maximum connu pour un couple d'Aigle royal est de 12 aires (BEECHAM et KOCHERT 1975).

V-3 - Altitude moyenne du site de nidification

L'ensemble des aires d'un même couple est, pour l'échantillon étudié, situé dans un même site dont seule l'altitude globale a été indiquée (tabl. 2). Les différences d'altitude entre les aires d'un même site sont minimes, surtout compte tenu de la relative imprécision de la détermination des altitudes sur carte : même avec la carte I.G.N. au 1/25 000e, les altitudes d'aires situées dans des zones rocheuses verticales ou presque ne peuvent être déterminées qu'à quelques dizaines de mètres près, dans le meilleur des cas. Les résultats sont exposés dans le tableau 3.

Pour P1 comme pour P2, les altitudes moyennes des sites de nidification sont à des altitudes au moins deux fois inférieures aux plus hauts sommets des régions habitées par l'Aigle royal (2,6 fois moins haut en ce qui concerne la Drôme). De nombreux auteurs ont déjà noté dans diverses régions que l'aire de l'Aigle royal était dans la partie basse du domaine vital, en tout cas dans sa partie exploitée en période de nidification. Ce fait est généralement interprété comme facilitant le retour à l'aire d'un producteur chargé d'une proie.

Dans la Drôme, les données éco-géographiques disponibles grâce à l'Atlas des Oiseaux Rhônalpins (LEBRETON 1977) permettent une illustration plus précise (fig. 3). En apparence, la distribution altitudinale des sites de nidification drômois ne semble guère confirmer ce qui est écrit ci-dessus, puisque leur altitude moyenne n'est que de 27 mètres inférieure à la cote moyenne des districts naturels concernés. Cette con-

D = Doids, HD = Hart-Doids, V = Verctors. La moyenne des quatre cotés moyens a été pondérée par la superficie de chaque district, diminuée de moitié dans le cas du vercortex qui n'est que partiellement étudié.

taux correspondant aux moyennes pour l'ensemble des quatre districts. B = Baronnies, C = Drômois, D = Gapois, E = Daupinois, F = Dauphiné, G = Vercors, H = Drôme, I = Isère, J = Rhône, K = Ardèche, L = Châlonnais, M = Beaujolais, N = Bourguignon, O = Morvan, P = Franche-Comté, Q = Franche-Vanoise, R = Franche-Orléanais, S = Berry, T = Limousin, U = Poitevin, V = Angoumois, W = Charente, X = Saintonge, Y = Gasconie, Z = Béarn.

Ensuite, les stratégies permettent une optimisation visuelle des trois dimensions d'un P2 de même fréquence représentent les deux dernières périodes de l'ensemble des périodes étudiées.

25 couples de la population de colline et moyenne montagne (P2).

Figure 3 : Répartition altitudinale des sites de nidification de l'Aligot royal dans les Alpes méridio-nales françaises à partir de 8 couples de la population de haute montagne (P1) et de

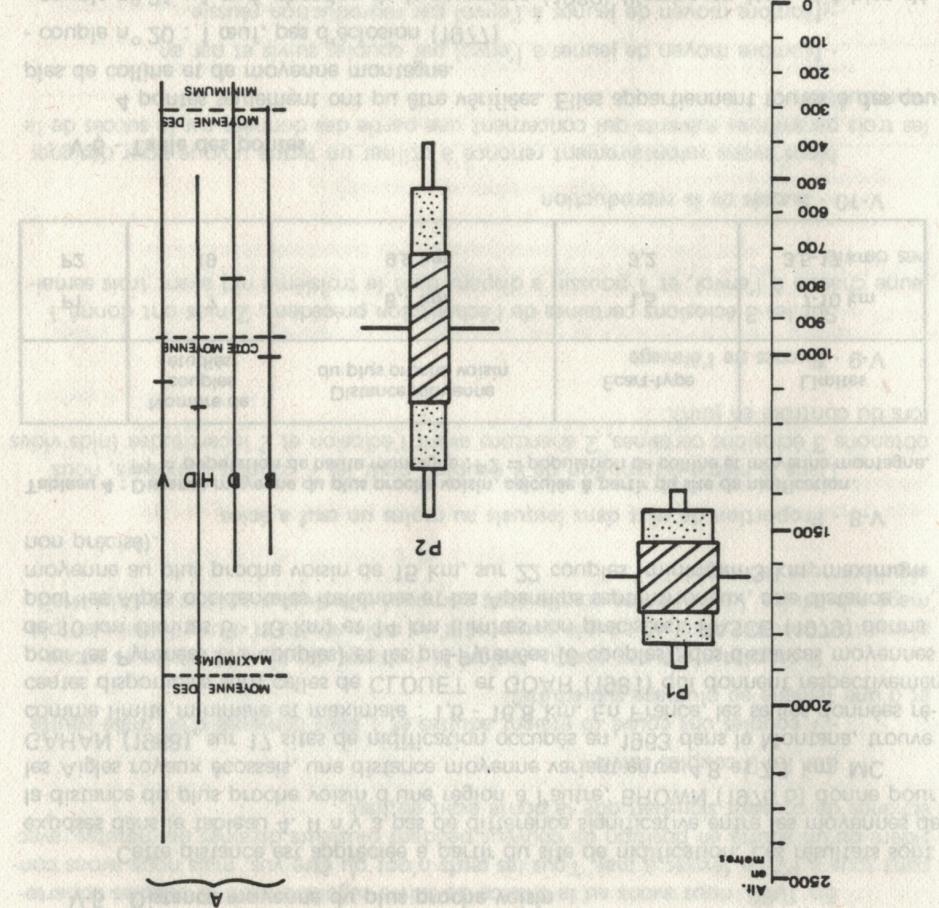


Tableau 3 : Altitude moyenne des aires de l'agile royal des Alpes méridionales francalaises.

Ceci est du pour une bonne part à la présence de Marmottes (*Marmota marmota*) présente dans les zones exploitées par les Aigles royaux de P2.

La moyenne de cotatior pour P1 est de 3, pour P2 de 1,64 (tbl. 2). Malgré le caractère subjectif de ces cotatios, faites sans dénombréments, par des obseravateurs différents, dans des massifs différents, nous admettons qu'il y a très probablement plus de proies dans les domaines vitaux des populations de haute montagne que dans ceux de colline et moyenne montagne en période de niddification.

V-4 - Abondance des protéines

La distribution en altitude des sites de nidification pour la population de haute montagne (P1), par rapport à l'altitude des sites de nidification pour la population de toundra des zones concrètes (variance des altitudes des sites de nidification, significativement plus stable que pour P2). Des données plus abondantes permettent des comparaisons avec le reste des Alpes.

généralement antéciliaux (allieurs) contribuent notablement à faire basculer la côte moyenne, mais compétent peu dans la vie de l'Aigle royal qui les exploite peu ou pas du tout. Les sites de nidification sont donc relativement stables plus que les terrains de chasse et ne connaissent pas de dénièvement total est plus parlante que celle avec la moyenne (fig. 3).

tradiction n'est qu'apparente. Les régions basses, qui couvrent de vastes surfaces dans les préalpes Drômoises, notamment sous forme de bassins (synclinale) dans le Vercors,

Tableau 3 : Altitude moyenne des alpes de l'Aigle royal des Alpes méridionales francaises.

Ceci est du pour une bonne part à la présence de Marmottes (*Marmota marmota*) présente dans les zones exploitées par les Aigles royaux de P2.

La moyenne de cotatior pour P1 est de 3, pour P2 de 1,64 (tbl. 2). Malgré le caractère subjectif de ces cotatios, faites sans dénombréments, par des obseravateurs différents, dans des massifs différents, nous admettons qu'il y a très probablement plus de proies dans les domaines vitaux des populations de haute montagne que dans ceux de colline et moyenne montagne en période de niddification.

10

V-5 - Distance moyenne du plus proche voisin

Cette distance est appréciée à partir du site de nidification. Les résultats sont exposés dans le tableau 4. Il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de la distance du plus proche voisin d'une région à l'autre, BROWN (1976 b) donne pour les Aigles royaux écossais, une distance moyenne variant entre 4,8 et 7,1 km. MC GAHAN (1968), sur 17 sites de nidification occupés en 1963 dans le Montana, trouve comme limite minimale et maximale : 1,6 - 16,8 km. En France, les seules données récentes disponibles sont celles de CLOUET et GOAR (1981) qui donnent respectivement pour les Pyrénées (19 couples) et les pré-Pyrénées (6 couples), des distances moyennes de 10 km (limites 5 - 13 km) et 14 km (limites non précisées). FASCE (1979) donne pour les Alpes occidentales italiennes et les Apennins septentrionaux, une distance moyenne au plus proche voisin de 15 km, sur 22 couples (minimum 3 km, maximum non précisé).

Tableau 4 : Distance moyenne du plus proche voisin, calculée à partir du site de nidification.
P1 = population de haute montagne ; P2 = population de colline et moyenne montagne.

	Nombre de couples étudiés	Distance moyenne du plus proche voisin	Écart-type	Limites
P1	7	8,7 km	1,5	7-10 km
P2	19	9,9 km	3,2	3,5-17 km

V-6 - Taille des pontes

4 pontes seulement ont pu être vérifiées. Elles appartiennent toutes à des couples de colline et de moyenne montagne.

- couple n° 20 : 1 œuf, pas d'éclosion (1977)
- couple n° 21 : 1 œuf, abandon de la couvaison (1980) (l'embryon était déjà bien développé)
- couple n° 23 : 2 œufs, le deuxième œuf plus sombre, n'a pas éclos et ne contenait aucun embryon. Le premier œuf a éclos et le poussin a disparu avant trois semaines (1980).
- couple n° 33 : 1 œuf, 1 jeune à l'envol (1980).

V-7 - Pourcentage de couples pondeurs par rapport aux couples suivis

Ce pourcentage est très difficile à établir et demande un effort de surveillance soutenu.

En 1980, nous avons eu la chance de suivre régulièrement 9 couples appartenant tous à P2 de février à mai. Tous les œufs n'ont pu être vus, mais nous avons considéré qu'un adulte en position de couveur pendant plusieurs dizaines de minutes, avec échange de couveur signifiait que la ponte avait eu lieu.

Sur les 9 couples suivis :

- 7 couples ont couvé (6 étaient adultes et 1 était composé d'un mâle adulte et d'une femelle au plumage sub-adulte).

- 2 couples n'ont pas pondu, malgré la recharge des aires et plusieurs accouplements constatés pour un couple composé d'un mâle adulte et d'une femelle en plumage sub-adulte. Le deuxième couple était composé d'individus adultes et l'aire était régulièrement rechargée.

V-8 - Proportion de nids dans lesquels au moins un œuf a éclos

Dans le même échantillon de 9 couples, pour les 7 couples pondeurs, nous obtenons 3 éclosions certaines, 2 abandons avant l'éclosion et 2 incertitudes (nids vides lors du contrôle en juin).

V-9 - Succès de l'élevage

Sur les 3 éclosions certaines de l'échantillon précédent, 2 nids ont donné 1 jeune chacun à l'envol, et 1 poussin a disparu dans le troisième nid avant trois semaines de vie.

V-10 - Succès de la reproduction

Nous avons volontairement renoncé à utiliser un terme unique pour désigner les trois paramètres suivants qui concernent une partie des données sur le succès de la reproduction.

- Nombre moyen de jeunes à l'envol par couples suivis et par an.

- Nombre moyen de jeunes à l'envol par reproduction réussie.

- Proportion de couples suivis qui réussissent une reproduction.

«Couple suivi» est pris dans le sens de couple occupant un domaine vital défini, sans préjuger de son aptitude ou non à la reproduction. Si l'on admet que la recharge de l'aire, les accouplements et les parades font partie de la reproduction, la quasi totalité des couples suivis attentivement par nous, commencent leur reproduction. Lorsque seul un individu occupe le domaine vital, nous l'avons compté comme un demi couple (couple n° 10, tabl. 2, années 1976, 1977, 1978, 1980).

Il est parfois difficile d'affirmer qu'un couple d'Aigle royal ne s'est pas reproduit avec succès. Pour certains couples particulièrement bien suivis, l'absence de production de jeunes est une certitude -symbole «0» (tabl. 2). Pour d'autres couples, les

informateurs ont indiqué simplement «pas de reproduction réussie» sans préciser le degré de fiabilité de leur donnée. Nous avons alors utilisé dans le tableau 2, par scrupule, le symbole «0?» (l'absence de reproduction réussie est probable). Connaissant le travail de terrain des coordinateurs régionaux, il est quasi certain que c'est en considérant que les «0?» sont des «0» qu'on se rapproche le plus de la réalité. Néanmoins, nous avons tenu à faire les calculs selon les deux modalités. Les résultats des tableaux du succès de la reproduction seront donc composés de deux chiffres. Le premier, et le plus bas, est un minimum basé sur les données certaines (symboles «0», «1» et «2» dans le tableau 2) et il intègre les années où l'absence de reproduction réussie n'est que probable en considérant que le symbole «0?» indique en fait une absence certaine de reproduction réussie. Le second chiffre, le plus élevé, ne prend pas en compte le symbole «0?», le considérant comme une reproduction non suivie. *On se souviendra alors que c'est le chiffre le plus bas qui est de loin le plus fiable.*

Dans la grande majorité des cas, un couple est découvert à l'occasion d'une reproduction réussie, ce qui tend à enrichir artificiellement en reproductions réussies la première période de suivi d'un couple. La différence entre le pourcentage de reproductions réussies dans l'ensemble des premières données et dans les autres, est significative au risque 10 %.

Tableau 5 : Succès de la reproduction de l'Aigle royal dans les Alpes méridionales françaises de 1964 à 1980. Comparaison entre la population P1 de haute montagne et la population P2 de colline et moyenne montagne. Les résultats figurant entre parenthèses sont obtenus en éliminant du calcul les années où l'absence de jeunes à l'envol n'est pas une certitude. Les résultats sans parenthèses sont les plus fiables. éc. type = écart type.

	Population de haute montagne P1	Population de colline et moyenne montagne P2
Effectifs	33 (22) reproductions	92 (62) reproductions
fournis par	6 (6) couples	21 (20) couples
Nombre moyen de jeunes envolés par couple suivi et par an	0,76 (1,14) éc.type = 0,75 (éc. type = 0,64)	0,40 (0,60) éc. type = 0,56 (éc. type = 0,59)
Proportion de couples produi- sant au moins un jeune à l'envol	58 % (86 %)	37 % (55 %)
Nombre moyen de jeunes envolés par reproduction réussie	1,32 éc. type = 0,48	1,06 éc. type = 0,24
Effectifs fournis par	25 reproductions 8 couples	51 reproductions 19 couples

Tableau 6 : Succès de la reproduction. État détaillé de la population d'Aigle royal de haute moun-

tab 6 Pour cette raison, lors du calcul des différents paramètres du succès de la reproduction exposée dans les tableaux 5 à 8, nous avons éliminé du tableau 2 la première donnée relative à chaque couple. Le nombre de jeunes produits par reproduction réussie a bien sûr été calculé en prenant en compte la **totalité** des données exposées dans le tableau 2.

Le tableau 5 permet de comparer le succès de la reproduction entre l'ensemble de P1 et l'ensemble de P2 de 1964 à 1980. Les tableaux 6 et 7 exposent les résultats du succès de la reproduction pour P1 et P2 entre deux périodes 1965-1973 d'une part et 1974-1980 d'autre part. Le tableau 8 permet de comparer le succès de la reproduction de P1 et P2 avant et après l'hiver 1973-1974.

V-10-1 - Nombre moyen de jeunes à l'envol par couple suivi et par an

Variation dans le temps : comparaison des périodes 1965-1973 et 1974-1980 :

- «Population de haute montagne» P1 : entre les moyennes et les variances, on n'a pu mettre en évidence de différence significative entre les deux périodes.

- «Population de colline et moyenne montagne» P2 : ici la baisse du nombre de jeunes produits est significative (au risque 5 %) de même que la diminution de la variance. Ceci que l'on tienne compte ou non des données «0?».

Variation dans l'espace : comparaison entre les régions de haute montagne (P1) et celles de colline et moyenne montagne (P2).

On peut penser à comparer directement globalement l'ensemble de P1 avec l'ensemble de P2. Que l'on tienne compte ou non de «0?», la différence des moyennes est hautement significative (au risque de 1 % : t compris entre 4 et 5). Par contre, on n'a pu mettre en évidence de différence significative entre les variances que dans le cas où l'on admet que «0?» = «0». On doit considérer que ces différences ont peut-être un artefact comme origine : en effet les 2/3 des données de P1 sont d'avant l'hiver 1973-1974, alors que c'est l'inverse pour P2. Le tableau 8 donne les comparaisons des deux régions, période par période. Comme on n'a pu mettre en évidence de différences significatives entre les deux périodes de P1 (cf. paragraphes précédents), on a également comparé les deux périodes de P2 à l'ensemble de P1 (tabl. 8).

V-10-2 - Nombre moyen de jeunes à l'envol par reproduction réussie

Variation dans le temps : comparaison des périodes 1964-1973 et 1974-1980.

Pour P1 comme pour P2 on n'a pu mettre en évidence de variation significative du nombre moyen de jeunes à l'envol par reproduction réussie.

Variation dans l'espace : comparaison entre les régions de haute montagne P1 et celles de colline et moyenne montagne P2 :

La remarque du paragraphe V-10-1 (Variation dans l'espace) relative à la com-

paraison entre les deux régions prises chacune dans son ensemble, s'applique ici et doit faire considérer comme très peu significative la supériorité de P1 (bien que les intervalles de confiance ne se recoupent pas). Le fait de n'avoir pas trouvé de différence significative entre P1 et P2 avant l'hiver 1973-1974 le confirme.

Par contre, après l'hiver 1973-1974, la différence est significative ($t = 3,91$).

V-10-3 - Proportion de couples suivis qui réussissent leur reproduction

Variation dans le temps : comparaison des périodes 1964-1973 et 1974-1980.

Pour P1, pas de différence significative. Les variances sont aussi significativement différentes si on admet que «0?» = «0».

Pour P2, les intervalles de confiance ne se recoupent pas, la différence est significative. Pour les variances, la différence n'est significative que dans le seul cas où on élimine les données «0?» ($F = 4,54$ avec 42 et 18 ddl).

Variation dans l'espace : comparaison entre les régions de haute montagne (P1) et celles de colline et moyenne montagne (P2).

Les pourcentages étant plus sensibles que les moyennes à la faiblesse de la taille des échantillons, on ne peut considérer comme très probante l'impossibilité de mettre en évidence une différence significative entre P1 et P2 à l'intérieur de chacune des périodes si on admet que «0?» = «0».

Si on exclut les «0?», on peut mettre, malgré la faiblesse de la puissance du test employé dans ces conditions, une différence significative entre P1 et P2 après l'hiver 1973-74 ($t = 2,68$) mais non pas avant ($t = 1,18$).

La comparaison de l'ensemble de P1 à l'ensemble de P2 conduit à admettre une différence significative ($t = 2,06$) si l'on admet que «0?» = «0», hautement significative ($t = 2,63$) si l'on exclut les «0?». Mais nous avons vu dans le paragraphe V-10-1 (variation dans l'espace), que ce type de comparaison est entaché d'un fort soupçon d'artefact, la différence des variances n'est significative que si l'on exclut du calcul les données «0?».

V-11 - Date moyenne de l'envol des jeunes

Nous ne possédons que 3 dates d'envol pour la population de haute montagne (P1) : 31 juillet et 4 août deux fois. Pour la population de colline et moyenne montagne (P2), 14 données sont utilisables. 9 le sont sous forme d'intervalles relativement étroits (intervalle moyen : 3,4 jours. $N = 9$) et les 5 autres dates d'envol sont précises. Date moyenne d'envol des jeunes pour P2 : $\bar{X} = 20$ juillet, $N = 14$, écart-type = 15,8, limite 30 juin - 30 août. Un envol après le 27 juillet et un autre fin juillet complètent ce résultat.

Tableau 6 : Succès de la reproduction d'un échantillon de la population d'Aigle royal de haute montagne des Alpes méridionales françaises. Comparaison des deux périodes : 1964 à 1973 et 1974 à 1980. Parenthèses : cf. légende tableau 5. éc. type = écart type.

	Population de haute montagne - P1	
	1964-1973	1974-1980
Effectifs	21 (17) reproductions	12 (5) reproductions
fournis par	5 (5) couples	5 (3) couples
Nombre moyen de jeunes envolés par couple suivi et par an	0,86 (1,06) éc. type = 0,73 (éc. type = 0,66)	0,58 (1,40) éc. type = 0,79 (éc. type = 0,55)
Proportion de couples produisant au moins un jeune à l'envol	67 % (82 %)	42 % (100 %)
Nombre moyen de jeunes envolés par reproduction réussie	1,29 éc. type = 0,47	1,38 éc. type = 0,52
Effectifs fournis par	17 reproductions 8 couples	8 reproductions 7 couples

Tableau 7 : Succès de la reproduction d'un échantillon de la population d'Aigle royal de colline et moyenne montagne des Alpes méridionales françaises. Comparaison des deux périodes : 1964 à 1973 et 1974 à 1980. Parenthèses : cf. légende tableau 5 ; éc. type = écart type.

	Population de colline et moyenne montagne P2	
	1964-1973	1974-1980
Effectifs	31 (19) reproductions	61 (43) reproductions
fournis par	6 (6) couples	19 (18) couples
Nombre moyen de jeunes envolés par couple suivi et par an	0,68 (1,1) éc. type = 0,65 (éc. type = 0,46)	0,26 (0,37) éc. type = 0,44 (éc. type = 0,49)
Proportion de couples produisant au moins 1 jeune à l'envol	58 % (95 %)	26 % (37 %)
Nombre moyen de jeunes envolés par reproduction réussie	1,125 éc. type = 0,34	1 éc. type = 0
Effectifs fournis par	24 reproductions 6 couples	27 reproductions 15 couples

nom énuméré sur le plan d'Aigle royal des Alpes méridionales françaises de haute montagne (P1) et de colline-moyenne montagne (P2). Les nombres entre parenthèses correspondent à la non prise en considération des données 0 du tableau 2, les autres correspondent à l'assimilation 0 = 0 (tabl. 2).

Tableau 8 : Comparaison du nombre de jeunes à l'envol par couple suivi et par an dans les populations d'Aigle royal des Alpes méridionales françaises de haute montagne (P1) et de colline-moyenne montagne (P2). Les nombres entre parenthèses correspondent à la non prise en considération des données 0 du tableau 2, les autres correspondent à l'assimilation 0 = 0 (tabl. 2).

P2 P1		Avant l'hiver 1973-74	Après l'hiver 1973-74
Avant l'hiver 1973-74	moyennes variances	différence non significative $t = 0,93$ (0,25) différence non significative $F = 1,24$ (2,06) avec 20 (17) et 30 (18) d.d.l.	—
Après l'hiver 1973-74	moyennes variances	—	différence hautement significative ; $t = 1,98$ (4,4) différence hautement significative ; $F = 3,20$ avec 11 et 60 d.d.l. (non significative ; $F = 1,25$ avec 4 et 42 d.d.l.)
Ensemble de P1	moyennes variances	différence non significative $t = 0,46$ (0,8) différence non significative $F = 1,33$ (1,94) avec 32 (21) et 30 (18) d.d.l.	différence hautement significative ; $t = 3,47$ (5,36) différence hautement significative ; $F = 2,87$ avec 32 et 60 d.d.l. (non significative ; $F = 1,71$ avec 21 et 42 d.d.l.)

Dans la partie Sud des Alpes méridionales françaises, les dates d'envol sont souvent tardives : entre le 10 et le 20 août (BESSON et HUBOUX *in litt.*).

V-12 - Quelques données relatives à la structure de la population

Les données en notre possession ne concernent qu'une partie des couples de P2 et uniquement au cours des années 1979-80. Sur 26 couples contrôlés (années additionnées) le résultat donne 17 couples formés de 2 adultes, 5 couples formés d'un adulte et d'un individu en plumage sub-adulte et 4 couples formés d'un adulte et d'un individu en plumage immature. Dans cet échantillon de P2, 68 % des couples sont donc formés de deux adultes. HUBOUX signale pour P2, que dans le Sud des Alpes méridionales, le renouvellement des couples paraît fréquent d'une année sur l'autre, avec une plus forte proportion de couples dont l'un des individus est en plumage immature ou sub-adulte (plutôt 50 % de couples formés de deux adultes).

V-13 - Aperçu sur le régime alimentaire en période de reproduction

L'étude repose sur 112 proies recueillies sur 7 aires différentes, appartenant toutes à la population de colline et moyenne montagne (voir plus haut «matériel et méthode»). Cette méthode ne permet pas de préjuger du régime alimentaire des Aigles royaux en dehors de la période de reproduction. Il est certain que des proies de faible volume ou à résidu minime (petits passereaux, reptiles, insectes...) sont sous-estimées. L'étude des poils contenus dans les pelotes trouvées dans l'aire, qui permettrait d'affiner les résultats n'a pas été effectuée. On peut penser, sans en avoir la preuve, que les proies qui laissent des résidus de fort volume (arrières-trains d'Ongulés par exemple) encombrent le nid et sont donc plus souvent éliminées par les adultes. Cette dernière hypothèse, si elle se vérifiait, entraînerait par cette méthode de prélèvement à l'aire, une sous-estimation du nombre d'Ongulés prélevés.

Le tableau 9 présente les données obtenues par l'examen des restes de proies recueillies sur les 7 aires de P2. Dans les figures 4 et 5 les proies ont été classées en 5 catégories, selon leur poids (SCHOENER 1969, DELIBES *et al* 1975).

- CP1 : (catégorie de poids 1) : proies de moins de 200 g (nombreux rongeurs, petits Passereaux, *Garrulus...*)
- CP2 : proies entre 201 et 600 g (*Alectoris, Sciurus*, nombreux Corvidés...)
- CP3 : proies entre 601 et 1800 g (*Oryctolagus, Corvus corax, Martes sp...*)
- CP4 : proies entre 1801 et 5 400 g (*Lepus, Meles meles juv...*)
- CP5 : proies supérieures à 5 400 g (Ongulés essentiellement).

Il est difficile d'évaluer le poids d'une proie à partir des restes (os, plumes, poils...) récoltés sur une aire. Le calcul a été effectué à partir d'un poids moyen estimé en se servant des indications recueillies dans les ouvrages de CHAIGNEAU (1967, 1968) et COUTURIER (1964). *L'annexe 1* fournit les estimations de poids employées dans le calcul des biomasses.

Le tableau récapitulatif (tabl. 9) montre en période de reproduction l'existence d'une proie type chez cette population de colline et de moyenne montagne. Le Lièvre représente 40 % du total des proies et une proie sur deux est un Lagomorphe. Le Lièvre fournit presque 60 % de la biomasse totale des proies (fig. 5). Les Carnivores arrivent en seconde position -13,5 % des proies- en fournissant 18 % de la biomasse totale. Lagomorphes et Carnivores réunis fournissent un peu moins des 4/5 de la biomasse totale des proies en période de reproduction.

Tableau 9 : Liste récapitulative des proies dont les restes ont été récoltés dans 7 aires, appartenant toutes à la population de colline et moyenne montagne des Alpes méridionales françaises. L'aire D du couple n° 33 est une vieille aire récoltée seulement en 1980 ; l'aire F a été visitée après l'échec de l'incubation et l'aire G après la mort de l'unique aiglon âgé de moins de 3 semaines. Toutes les autres aires ont été visitées après l'envol de l'aiglon (dom. = domestique).

COUPLES							Total	% Total
	n° 9	n° 33	n° 26	n° 21	n° 23			
ESPECES	Années de récolte		1973	1980	1980	1980	1980	
	Aires	A	B	C	D	E	F	G
ONGULÉS dom.								
Ovis, Capra	Juv	1	1	1	1	-	-	4 3,6
RONGEURS								
Glis glis	-	1	-	-	-	-	-	1 0,9
Sciurus vulgaris	2	2	-	-	-	-	-	4 3,6
LAGOMORPHES								
Lepus capensis	ad	7	5	6	12	9	-	40 36
Lepus capensis	Juv	-	-	1	1	1	-	4 3,6
Oryctolagus cuniculus		6	4	-	3	-	-	13 12
CARNIVORES								
Felis dom.	-	1	1	1	1	-	-	4 3,6
Martes martes	-	-	1	0	3	-	-	4 2,7
Martes foina	-	-	-	1	-	-	-	1 0,9
Mustela nivalis	-	1	-	-	-	-	-	1 0,9
Meles meles	Juv	1	1	-	-	-	-	5 4,5
Vulpes vulpes	Juv	-	-	-	1	-	-	1 0,9
GALLINACÉS								
Phasianidés dom.	2	1	2	2	1	-	-	8 7,2
Alectoris rufa	3	1	-	1	-	-	-	5 4,5
RAPACES NOCTURNES								
Strix aluco	-	-	1	-	-	-	-	1 0,9
CORVIDÉS								
Corvus corax	-	-	1	-	-	-	-	1 0,9
Garrulus glandarius	-	1	1	-	1	-	1	4 3,6
Autres corvidés	-	-	1	-	2	1	-	4 3,6
COLUMBIDÉS								
PASSEREAUX indéterminés	-	1	-	-	1	-	-	2 1,8
REPTILES								
Elaphe scalaris	-	1	-	-	-	-	-	1 0,9
INSECTES								
Coléoptère indéterminé	-	1	-	-	-	-	-	1 0,9
INDÉTERMINÉS								
TOTAL	23	22	16	26	20	1	4	112 100 %

AI - DISCUSSION

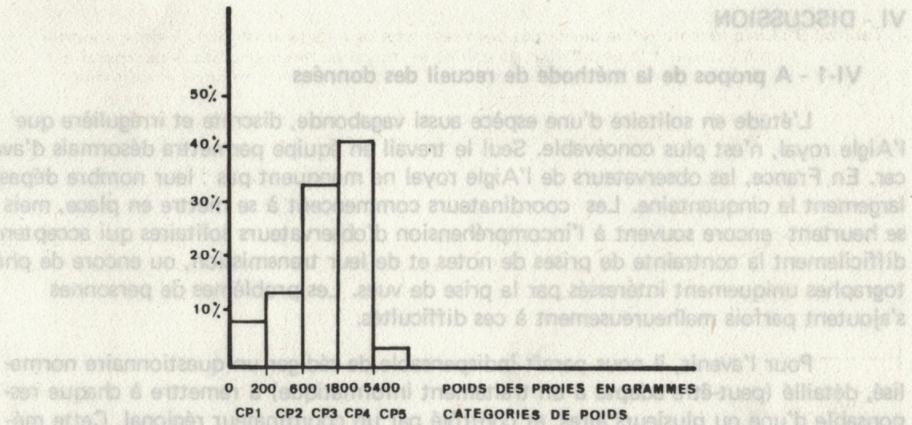


Figure 4 : Pourcentage de chaque classe de poids sur l'échantillon de 112 proies identifiées après récolte sur 7 aires appartenant à 5 couples de colline - moyenne montagne des Alpes méridionales françaises :

- CP1 = Proies de moins de 200 g — CP2 = Proies de 201 à 600 g
- CP3 = Proies de 601 à 1 800 g — CP4 = Proies de 1 801 à 5 400 g
- CP5 = Proies de plus de 5 400 g.

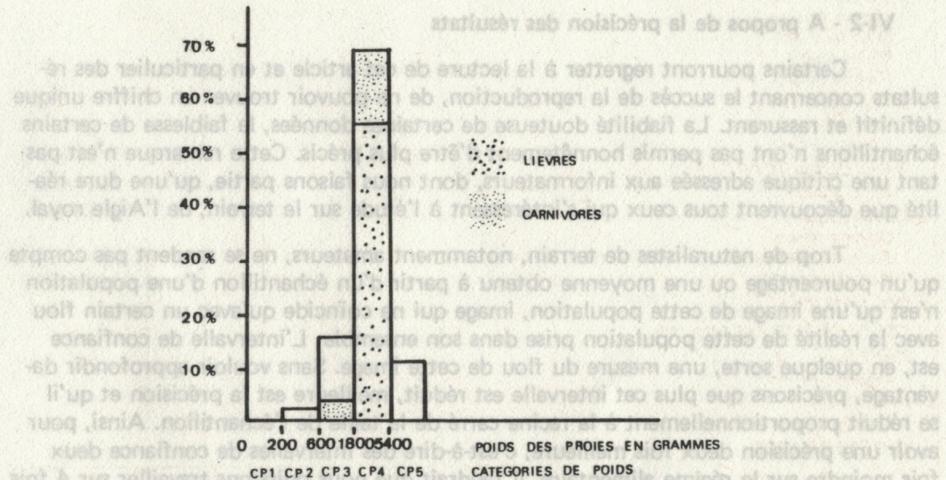


Figure 5 : Pourcentage de chaque classe de proies, par rapport à la biomasse totale ($N = 251,4 \text{ kg}$) estimée après récolte de 112 proies identifiées à partir de 7 aires appartenant à 5 couples de colline - moyenne montagne des Alpes méridionales françaises. (Pour les catégories de poids, légende idem fig. 4).

VI - DISCUSSION

VI-1 - A propos de la méthode de recueil des données

L'étude en solitaire d'une espèce aussi vagabonde, discrète et irrégulière que l'Aigle royal, n'est plus concevable. Seul le travail en équipe permettra désormais d'avancer. En France, les observateurs de l'Aigle royal ne manquent pas : leur nombre dépasse largement la cinquantaine. Les coordinateurs commencent à se mettre en place, mais se heurtent encore souvent à l'incompréhension d'observateurs solitaires qui acceptent difficilement la contrainte de prises de notes et de leur transmission, ou encore de photographes uniquement intéressés par la prise de vues. Les problèmes de personnes s'ajoutent parfois malheureusement à ces difficultés.

Pour l'avenir, il nous paraît indispensable de rédiger un questionnaire normalisé, détaillé (peut-être adapté à un traitement informatique) à remettre à chaque responsable d'une ou plusieurs aires, et contrôlé par un coordinateur régional. Cette méthode facilitera la collecte des données essentielles de la biologie et de l'écologie de l'Aigle et permettra leur exploitation rationnelle. Le but à atteindre ne nous paraît pas tant d'accumuler les données souvent trop imprécises sur le maximum de couples, que d'échantillonner la population française et de suivre *sur toute l'année* 4 ou 5 couples dans chaque échantillon (parades, accouplements, recharges, ponte, etc...). Le suivi sur toute l'année d'un couple pose des problèmes en haute montagne, mais reste relativement aisé en colline et moyenne montagne.

VI-2 - A propos de la précision des résultats

Certains pourront regretter à la lecture de cet article et en particulier des résultats concernant le succès de la reproduction, de ne pouvoir trouver un chiffre unique définitif et rassurant. La fiabilité douteuse de certaines données, la faiblesse de certains échantillons n'ont pas permis honnêtement d'être plus précis. Cette remarque n'est pas tant une critique adressée aux informateurs, dont nous faisons partie, qu'une dure réalité découverte tous ceux qui s'intéressent à l'étude sur le terrain, de l'Aigle royal.

Trop de naturalistes de terrain, notamment amateurs, ne se rendent pas compte qu'un pourcentage ou une moyenne obtenu à partir d'un échantillon d'une population n'est qu'une image de cette population, image qui ne coïncide qu'avec un certain flou avec la réalité de cette population prise dans son ensemble. L'intervalle de confiance est, en quelque sorte, une mesure du flou de cette image. Sans vouloir approfondir davantage, précisons que plus cet intervalle est réduit, meilleure est la précision et qu'il se réduit proportionnellement à la racine carré de la taille de l'échantillon. Ainsi, pour avoir une précision deux fois meilleure, c'est-à-dire des intervalles de confiance deux fois moindre sur le régime alimentaire, il faudrait que nous puissions travailler sur 4 fois plus de proies, soit 448. De même, pour connaître la taille moyenne d'une ponte à $\pm 0,2$ œufs, il faudrait en avoir observé environ 25 et pour une précision de $\pm 0,1$, près de 100. Tout ceci dans l'hypothèse où l'on n'a que des informations certaines. Cette

«dure réalité», le lecteur devrait pouvoir mieux l'apprécier à la lecture du tableau 10.

Tableau 10 : Effectifs nécessaires, sur la base de données disponibles, pour connaître au risque 5 %, certains paramètres à 20 % et 10 % près. L'indication de temps entre parenthèses est le nombre d'années qu'il faudrait pour l'obtenir avec la même récolte d'informations annuelles que pour la population d'Aigle royal de colline et moyenne montagne (P2) en 1980. Bien entendu, si on récolte plus ou moins, le temps nécessaire varie en proportion inverse.

% que l'on cherche à connaître	à $\pm 20\%$	à $\pm 10\%$
% de couples pondeurs	17 couples (2 ans)	66 couples (7 ans)
% de couples ayant eu une éclosion	22 couples pondeurs (3 ans)	90 couples pondeurs (13 ans)
% d'œufs éclos	23 œufs pondus (6 ans)	92 œufs pondus (23 ans)
% d'œufs éclos ayant donné des jeunes à l'envol	24 œufs (12 ans)	96 œufs (48 ans)

VI-3 - A propos du régime alimentaire

Les méthodes de récolte et/ou d'analyse étant différentes, nous nous abstiendrons de comparer le tableau 9 avec d'autres régimes alimentaires établis pour l'Espagne (DELIBES *et al.* 1975) et pour les Pyrénées françaises (CLOUET 1981). En fréquence, Lièvres, Lapins, Carnivores constituent les deux tiers des proies ; si on y ajoute les Galinacées et Corvidés, on a les 6/7e des proies qui sont donc essentiellement des gros oiseaux et surtout des Mammifères de taille moyenne.

En biomasse, les Lièvres représentent aux alentours de 60 % et les Carnivores quelques 20 %, donc les Mammifères de taille moyenne représentent à eux seuls environ 80 % de la biomasse consommée.

Si on juge par l'échantillon obtenu (tabl. 9) les Lièvres sont, en période de reproduction, la première proie de l'Aigle royal dans les collines et moyennes montagnes provençales. Il s'en faut cependant de beaucoup que l'Aigle royal soit la principale cause de mortalité du Lièvre, ni même son principal prédateur.

Dans le département de la Drôme, d'après le technicien de la Fédération des Chasseurs (comm. or.), les densités de Lièvres varient selon les communes dans un rapport 1 à 100, sans qu'aucun facteur de milieu puisse être considéré comme autre chose que secondaire. L'influence des méthodes de gestion de chasse (ou l'absence de gestion) constituent la principale cause, de très loin, expliquant ces disparités. Sur la surface où évolue un couple d'Aigle, il y a, en moyenne, de l'ordre de un millier de chasseurs *dans le même département*. Enfin, si on devait entrer dans le raisonnement des attardés pour lesquels les prédateurs jouent le rôle essentiel dans la disparition du gibier, il faut souligner le fait qu'en moyenne, d'après notre échantillon : un Aigle tue environ un Carnivore pour 2,75 Lièvres, ou encore pour 3,6 Lagomorphes. Si on considère que les Carnivores sont des nuisibles, ce ne peut être que parce qu'ils consomment beaucoup plus que 3 ou 4 Lièvres dans leur vie. Dans ce cas, on devrait donc admettre que l'Aigle royal est un prédateur «utile»! En réalité, étant donné la faiblesse des densités d'Aigle royal, il est très probable que son impact doit être tout à fait négligeable tant sur les Lièvres que sur les Carnivores.

VI-4 - La dynamique de population

C'est sans doute ce qui serait le plus important à connaître, ne serait-ce que du point de vue de la protection. En l'absence de données telles que le pourcentage de reproducteurs dans chaque classe d'âge, le pourcentage de survie de l'envol au début de la vie reproductive, la survie annuelle d'un adulte, vouloir faire de la dynamique de population sur l'Aigle royal est impossible. Toute élaboration d'un modèle mathématique exigerait des données précises, compte tenu de la longévité de l'espèce -maximum prouvé dans la nature par baguage : 25 ans et 8 mois (JACQUAT 1977).

Ainsi, si pour simplifier on admettait un taux de survie annuel uniforme dans toutes les classes d'âge de 90 % connu à $\pm 2\%$, ce serait insuffisant car un calcul simple aux bornes supérieures et inférieures de l'intervalle de confiance donnerait au bout de 10 ans dans un cas 28 %, dans l'autre cas 43 % de survivants ! Or, pour atteindre cette précision insuffisante de la connaissance du taux de mortalité, il faudrait travailler sur 900 données, fournies par combien de milliers d'oiseaux bagués ? (cf LEBRETON 1980, p. 193). Il ne nous paraît pas inutile de souligner ce fait, pour éviter toute illusion quant à ce qui concerne la possibilité d'établir des modèles quantitatifs chez l'Aigle royal, or, «il n'est pas de dynamique de population sans modèle» (LEBRETON 1980).

On doit donc considérer comme totalement (et sans doute définitivement) exclue la possibilité de construire un modèle prédictif pour la dynamique des populations d'Aigle royal.

Ce que nous pouvons envisager, c'est :

- étudier les variations du seul paramètre à peu près connu, la *productivité* (1)

(1) Fonction de produire des œufs, des poussins, des jeunes à l'envol.

en fonction du temps, des situations géographiques, de l'abondance des proies, des altitudes, etc... tous nos efforts devront porter sur la précision de ce paramètre.

- étudier les variations du nombre de couples présents année par année et préciser leur composition.

- formuler une série d'hypothèses, de scénarios possibles (même en envisageant ceux qui semblent les moins probables aux observateurs), à condition qu'ils soient plausibles de façon à éliminer l'influence des éventuels préjugés. Ensuite, les études sur le terrain pourront éventuellement infirmer certains de ces scénarios, ce qui affinera progressivement notre connaissance de l'espèce. L'idéal serait bien entendu de les infirmer tous sauf un.

Ainsi, la seule dynamique de population que nous puissions faire sur cette espèce est de la dynamique... *a posteriori* !

VI-4-1 - Variation de la productivité

Un couple qui, une année donnée, n'a *probablement* pas produit de jeune à l'envol peut être assimilé à un couple n'ayant pas produit de jeune à l'envol *de manière certaine* (0? assimilé à 0). On peut aussi, dans un souci de rigueur maximale, et sans doute excessive (cf. plus haut remarque à ce sujet), considérer que ce couple, cette année-là, n'a pas été suivi. Il est intéressant de constater que l'on arrive presque toujours aux mêmes conclusions que l'on exploite les données disponibles (tabl. 2) selon l'une ou l'autre modalité (tabl. 5 à 8). Cette constatation renforce la fiabilité du sens des variations, même si cela ne renseigne pas sur les valeurs exactes de la productivité. En émettant une réserve quant à la faiblesse de l'échantillon P1, on peut dire qu'on est parti dans les Alpes méridionales françaises d'une situation à peu près analogue entre la population de haute montagne (P1) et celle de colline et moyenne montagne (P2). Depuis les années 1970, on assiste de manière indiscutable à une dégradation de la productivité de P2, sans qu'une évolution analogue puisse être affirmée pour P1. Non seulement la productivité moyenne a considérablement diminué, mais de plus on observe moins d'écart à cette moyenne. Ce niveling dans la médiocrité semble avoir touché aussi bien le nombre de jeunes produits par reproduction réussie, que le pourcentage de couples qui chaque année arrivent à se reproduire. Néanmoins, il semble bien que ce soit là chute de ce dernier pourcentage qui joue le rôle principal dans la chute de productivité constatée. Le tableau 11 donné à titre indicatif, présente le succès de la reproduction de l'Aigle royal dans diverses régions de France, Italie, Ecosse et Amérique du Nord. Les calculs ayant été effectués avec des méthodes et pour des périodes différentes, la comparaison doit rester prudente. Une étude ultérieure devrait préciser si cette dégradation de la productivité doit être attribuée aux différences entre les couples ou à des différences entre les années. La réponse à ces questions, ainsi que les comparaisons avec le succès de la reproduction des autres populations de colline et moyenne montagne françaises, espagnoles, italiennes, suisses, pourraient permettre d'orienter les recherches vers une cause naturelle (par exemple les conditions météorologiques) ou une cause hu-

maine directe (dérangement, destruction).

Tableau 11 : Succès de la reproduction de l'Aigle royal dans les Pyrénées françaises, les pré-Pyrénées, les Alpes occidentales italiennes, l'Ecosse et l'Utah.

	Pyrénées françaises (zone axiale) 1976-80	Pré-Pyrénées françaises 1974-80	Alpes occidentales italiennes 1973-79	Ecosse 1964-71	Utah (USA) 1967-73
Nombre de reproductions suivies (années additionnées)	79	34	119	167	112
Nombre moyen de jeunes envolés, par couple et par an	0,48	1,03	0,69	0,4	0,7
Proportion de couples produisant au moins 1 jeune à l'envol	48 %	76 %	56 %	37 %	44 %
Nombre moyen de jeunes envolés par reproduction réussie	1	1,34	1,22	1,06	1,56
	CLOUET 1981	CLOUET et GOAR 1981	FASCE 1979	WEIR <i>in</i> BROWN 1976 a	MURPHY 1974

Si la taille des pontes et le taux d'éclosion sont deux paramètres difficiles à établir, il est relativement aisé au moins dans les zones de colline et moyenne montagne, de préciser la proportion des couples pondeurs, de nids dans lesquels au moins un œuf a éclos et le succès d'élevage. Une meilleure connaissance de ces trois derniers paramètres devrait permettre de localiser le «talon d'Achille» de la reproduction de l'Aigle royal de P2.

VI-4-2 - Variation dans le temps du nombre de couples présents

Autrefois l'Aigle royal se reproduisait dans le Luberon (Sud Vaucluse), le massif de la Sainte Baume (Sud-Ouest Var), les basses Gorges du Verdon (Sud-Ouest des Alpes Haute-Provence) et la moyenne Vallée du Rhône (Ouest Drôme).

Le déclin de P2, sans que l'on puisse en préciser le début, est donc certain à

partir du Sud et de l'Ouest de l'aire de répartition alpine. De plus, entre 1964 et 1972 P2 a perdu 2 couples (n° 11 et 12 dans le tableau 2). Le premier dans les Alpes de Haute-Provence, tiré régulièrement par un berger, et le second dans le Var, dérangé par des vols tactiques d'hélicoptère, des planeurs et depuis 1979 par des «ailes delta» (BESSON *in litt.*). Depuis 1974, sur les 18 couples suivis de P2, aucune disparition n'a été constatée, malgré la très faible production de jeunes à l'envol.

Pour P1, aucune variation du nombre de couples suivis n'a été constatée depuis 1964.

VI-4-3 - Les scénarios possibles concernant la population de colline et moyenne montagne (P2)

P2 est stable, P2 décline imperceptiblement, P2 augmente imperceptiblement dans l'état actuel de nos connaissances, ces trois scénarios sont plausibles. En effet, depuis 1974, et malgré la très faible productivité de P2, rien ne permet de parler de déclin même si, subjectivement, nous sommes tenté d'adopter cette hypothèse. En toute rigueur, l'hypothèse d'une augmentation imperceptible de P2 ne peut être écartée. L'Aigle royal est une espèce à stratégie démographique K (faible productivité, grande longévité). Or «de fortes variations de certains paramètres peuvent n'avoir que peu d'influence sur le taux de multiplication : c'est notamment le cas des paramètres de fécondité chez les espèces à longue durée de génération» (LEBRETON 1980). Comme le montrent à la fois des études théoriques et de récentes études de dynamique de population sur une autre espèce à stratégie K, le Héron cendré (*Ardea cinerea*) : «... le taux de survie des hérons adultes est le paramètre le plus important dans la démographie... et... l'essentiel des fluctuations d'effectifs lui est dû» (MARION 1980). Tout le problème est de savoir si la baisse de la productivité de P2, qui a atteint en 1980 un seuil plancher, n'est qu'un «accident», la phase décroissante d'une oscillation autour d'une valeur moyenne plus élevée, ou une tendance à long terme, inexorable, vers zéro, sous l'action constante et durable d'un facteur néfaste à la reproduction de l'Aigle royal provençal.

D'importantes variations d'une année sur l'autre dans la production de jeunes à l'envol ont été observées ailleurs. En Ecosse (Everett 1971), pour une même population, le nombre de jeunes à l'envol, par territoire occupé et par an, peut varier de 0,2 en 1964 ($n = 7$) à 0,84 en 1968 ($n = 13$) -région de «Wester Ross»- ou encore de 0,4 en 1965 ($n = 12$) à 0,40 en 1966 ($n = 10$) -région de «South Argyll»-.

VI-5 - Peut-on expliquer la baisse de la productivité de P2 ?

Si pour P2, la baisse de la production de jeunes à l'envol est une évidence depuis 1964 à 1980, il n'est pas possible pour l'instant de désigner avec certitude le ou les facteurs responsables de cette dégradation. Nous allons néanmoins examiner et discuter chacun de ces facteurs, ce qui permettra à la fois de stimuler les recherches futures et d'esquisser une perspective.

- **Les falaises** : La pratique de l'escalade, lorsqu'elle s'effectue sur une falaise occupée, entraîne toujours l'abandon du site par l'Aigle royal. Dans la Drôme, 2 sites au moins ont été condamnés par la pratique de ce sport. Les falaises abondent dans les Préalpes du sud et l'Aigle royal s'accommode de petites falaises peu propices à l'exercice des grimpeurs. Mais on ne doit pas perdre de vue que seule une faible fraction de ces falaises constituent des sites de nidification utilisables, et qu'il existe d'autres causes de dérangement, au premier rang desquels l'ouverture des routes et de pistes pastorales et forestières, ou même de sentiers de randonnée, au pied, ou (ce qui est pire) au-dessus de ces falaises.

- **L'espace aérien** : Le développement rapide des planeurs à ailes delta, la pratique intensive du vol à voile classique sur certains sites, viennent s'ajouter aux traditionnels vols tactiques d'hélicoptères militaires et occasionnent un dérangement important, qui peut parfois expliquer la disparition de certains couples ou leurs échecs répétés. Il est probable qu'on devra en venir à l'interdiction de ces pratiques dans certains sites.

- **Les terrains ouverts** : Les perspectives sombres de l'élevage ovin traditionnel et donc des zones ouvertes de pâturage, transformées en landes arbustives fermées ; l'abandon d'innombrables terres agricoles de montagne, isolées et difficiles à cultiver ; la politique générale du reboisement des vieux pâturages et des landes, entraînent une réduction, parfois importante, des territoires de chasse des Aigles royaux. L'influence de ces transformations, surtout en colline et moyenne montagne, sur l'évolution des effectifs d'Aigle est négative, mais impossible actuellement à préciser, compte tenu des incertitudes en ce qui concerne l'ampleur des modifications et des facultés d'adaptation des Aigles royaux en la matière.

- **La densité et la qualité des proies** : Il est certain que les densités de Lièvres ont fortement baissées presque partout dans la région étudiée, par suite de la modification du milieu, des pratiques culturelles modernes, et d'une mauvaise gestion de la chasse. Dans les Grandes Alpes, où vit la population de P1 de haute montagne, l'abondance de la Marmotte aurait empêché cette diminution du Lièvre d'avoir des conséquences sur la productivité, mais n'aurait pas pu jouer dans les Préalpes, où vit la population de colline et moyenne montagne P2.

Le déclin du Lapin (*Oryctolagus cuniculus*), suite à l'épidémie de myxomatose a été antérieur à celui du Lièvre, et se place bien avant le début de notre étude. Sur un plan général, il semble qu'après l'hécatombe, on ait indiscutablement noté un certain renouveau du Lapin, sans retrouver les effectifs antérieurs. Il ne semble pas que cette espèce soit à elle seule la cause de la baisse de productivité depuis 1973 de l'Aigle royal, d'autant qu'une bonne partie de ses territoires de chasse sont au-dessus de la limite altitudinale du Lapin. Il est possible que l'effondrement des effectifs de Perdrix rouge (*Alectoris rufa*) ait joué un rôle : il a été encore beaucoup plus marqué que celui du Lièvre (notamment dans la Drôme après l'hiver 1970-71 qui a donné le coup de grâce à de très nombreuses populations). Notons toutefois que presque partout dans le monde, il semble que, si l'Aigle royal peut vivre de Gallinacés, il préfère les Lagomorphes

et gros Rongeurs quand il a le choix.

L'examen du tableau 9 et en particulier des couples n° 9 et 33 semble confirmer la raréfaction de la Perdrix rouge et du Lapin sur les territoires de chasse de l'Aigle royal de P2 en période de reproduction. Pour le couple n° 9, la récolte dans l'aire de 1980 fournissait 4 lapins (au lieu de 6 en 1973), et une Perdrix rouge (au lieu de 3 en 1973). Pour le couple n° 33, on constate la disparition du Lapin (3 dans la vieille aire «D» et 0 dans l'aire de 1980 «C») et de la Perdrix rouge (1 dans la vieille aire 0 dans l'aire de 1980).

En ce qui concerne les résidus des biocides organochlorés, nous possédons une analyse effectuée sur un embryon mort (1980). Les résultats transmis par l'Ecole Vétérinaire de Lyon, montrent des chiffres rassurants (annexe 2).

- **Les facteurs climatiques** : Il ne fait aucun doute que depuis quelques années les conditions climatiques en saison de reproduction se sont dégradées, avec un impact possible sur la reproduction des proies et/ou sur les facilités de chasse. Il semble bien que le fait ait été mis en évidence en diverses régions, notamment sur les Tétraonidés. Il faudrait alors admettre que cette cause ait beaucoup moins joué pour P1 que pour P2, ce qui semble a priori étonnant... A moins que là aussi la productivité de l'Aigle royal ait aussi baissé, mais que cette baisse n'ait pu être mise en évidence par suite de la taille trop faible de l'échantillon en provenance des régions de haute montagne. Il semble en particulier, que 1980 ait été aussi une très mauvaise année pour l'Aigle royal des Alpes occidentales italiennes, ainsi que pour l'Aigle royal des Pyrénées françaises (FASCE et CLOUET, comm. or.).

- **La tranquillité vis-à-vis des autres activités humaines** : Il est probable que l'exode rural ait eu un impact positif sur les populations d'Aigles royaux, par diminution du tir et des dénichages. L'Aigle royal paie un lourd tribut aux traditionnelles campagnes d'empoisonnement à la strychnine, substance hautement rémanente. Leur interdiction doit être une priorité pour tous les naturalistes. Cette pratique se poursuit à la demande pressante des chasseurs sur tous les départements des Alpes méridionales, à l'exception de la Drôme. Il est absolument primordial de maintenir la protection légale de l'espèce et de développer une action toujours plus vigoureuse (information et répression) pour rendre cette protection plus effective. Il suffit de la destruction ou de l'absence de destruction de quelques adultes par an, pour faire basculer la démographie d'un côté ou de l'autre de la frontière entre déclin et maintien (voire expansion).

Enfin, la chasse photographique à l'aire de l'Aigle est une activité de loisir pratiquée souvent par des photographes passionnés mais sans scrupules. Certaines aires sont véritablement assiégées par des huttes d'affût. La loi de 1976 relative à la protection de la nature permettra de réglementer cette pratique qui, eu égard à ses dangers, n'apporte le plus souvent rien à la connaissance et à la protection de l'Aigle royal. Ce remarque ne saurait jeter le discrédit sur l'ensemble des chasseurs photographes dont certains (bien peu) participent activement à l'étude et à la protection de l'espèce.

Arrivé au terme de notre rédaction, nous redirons que cette étude n'est qu'un essai, une introduction. Si elle pouvait donner aux nombreux observateurs de l'Aigle royal, l'envie de se rassembler pour travailler ensemble dans le seul but de mieux le comprendre et de le protéger, notre objectif serait atteint.

VII - BIBLIOGRAPHIE

- BEECHAM (J.J.), KOCHERT (M.N.) 1975 - Breeding biology of the Golden Eagle in Southwestern Idaho - *Wilson Bull.*, 87, 506-513.
- BESSON (J.) 1964 - L'Aigle royal dans les Alpes du Sud - *Alauda*, 32, 45-50.
- BIJLEVED (M.) 1974 - *Birds of prey in Europe* - Macmillan Press Ltd, Londres, 263 p.
- BROWN (L.) 1969 - Status and breeding success of Golden Eagle in North-West Sutherland in 1967 - *Brit. Birds*, 62(9), 345-363.
- BROWN (L.) 1976 a - *British birds of prey* - Collins, Londres.
- BROWN (L.) 1976 b - *Eagles in the world* - David et Charles, Londres, 224 p.
- CHAIGNEAU (A.) 1967 - *Animaux dits nuisibles à la chasse* - La Maison rustique, Paris, 168 p.
- CHAIGNEAU (A.) 1968 - *Les habitudes du gibier* - Payot, Paris, 234 p.
- CHEYLAN (G.) 1974 - Biogéographie d'une montagne méditerranéenne : La Sainte Victoire, Bouches-du-Rhône - *Alauda*, 32, 57-78.
- CHEYLAN (G.) 1979 - *Recherche sur l'organisation d'un peuplement de Vertébrés d'une montagne méditerranéenne : La Sainte Victoire, Bouches-du-Rhône* - Thèse Univ. Paris VI.
- CLOUET (M.) 1979 - L'Aigle royal dans les Pyrénées françaises in *La grande faune pyrénéenne et des montagnes d'Europe* - Colloque Univ. Pau, 331-344.
- CLOUET (M.) 1981 - L'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*) dans les Pyrénées françaises, résultats de 5 ans d'observations - *Ois. Rev. fr. Ornith.*, 51(2), 89-100.
- CLOUET (M.), GOAR (J.L.) 1981 - Eléments de comparaison de deux populations d'Aigle royal dans le Midi de la France : Pyrénées et Languedoc in *Rapaces méditerranéens*, C.R.O.P., Aix-en-Provence, 141 p.
- COUTURIER (M.) 1964 - *Le gibier des montagnes françaises* - Arthaud, Grenoble, 463 p.
- CRAMP (S.), SIMMONS (K.E.L.) eds 1979 - *The birds of the Western Palearctic*, II - Oxford Univ. Press, Oxford, 695 p.
- DELIBES (M.), CALDERON (M.), HIRALDO (F.) 1975 - Selección de presa y alimentación en España del Aguilu real - *Ardeola*, 21, 285-313.
- ELLIS (D.H.) 1979 - *Development of behavior in the Golden Eagle* - Wildlife Monographs, n° 70, 94 p.
- EVERETT (M.J.) 1971 - The Golden Eagle survey in Scotland in 1964-68 - *Brit. Birds*, 64, 49-56.
- FALIU (L.), LIGNEREUX (Y.), BARRAT (J.), RECH (J.), SAUTET (J.Y.) 1979 - Etude en microscopie optique des poils (Pili) de la faune pyrénéenne sauvage en vue de leur détermination - *Zbl. Vet. Med., C. Anat. Histol. Embryol.*, 8, 307-317.
- FASCE (P.) 1979 - Dell'Aquila reale nelle Alpi occidentali Italiane e nell'Appenino Settentrionale - *Riv. Ital. Ornitologia*, 2, 34-39.
- FISCHER (W.) 1976 - *Stein, Kaffern und Keilschwanzadler* - Neue Brehm Bücherei n° 500, A. Ziemsen - Verlag, Wittenberg - Lutherstadt, 220 p.
- GLUTZ von BLOTZHEIM (U.N.), BAUER (K.M.), BEZZEL (E.) 1971 - *Handbuch der Vogel Mittel-europas* - Vol. 4, Frankfurt am Main : Akademische Verlags Gesellschaft, 943 p.
- JACQUAT (B.) 1977 - Age remarquable d'un Aigle royal en liberté - *Nos Oiseaux*, 34(1), 31.

- LEBRETON (J.D.) 1980 - Quelques aspects et perspectives des méthodes de modélisation de la dynamique des populations d'oiseaux - *Ois. Rev. fr. Ornith.*, 50 (3-4), 179-204.
- LEBRETON (P.) 1977 - *Les oiseaux nicheurs Rhônalpins* - C.R.D.P., Lyon, 353 p.
- MARION (L.) 1980 - Dynamique d'une population de Hérons cendrés (*Ardea cinerea*) : exemple de la plus grande colonie d'Europe, le Lac de Grand-Lieu - *Ois. Rev. fr. Ornith.*, 50 (3-4), 219-261.
- MATHIEU (R.) 1980 - Les Rapaces diurnes dans la Drôme : l'Aigle royal - *Cahiers Nat. Drôme*, 1(3), 159-163.
- MC GAHAN (J.) 1968 - Ecology of the Golden Eagle - *Auk*, 85, 1-2.
- MURPHY (J.R.) 1974 - Status of a Golden Eagle population in central Utah in 1967 - 73 - *Report Research Fundation, Raptors Res. Rep.*, 3, 91-96.
- NEWTON (I.) 1979 - *Population ecology of raptors* - T. et A.D. Poyser, Berkhamsted, 399 p.
- SCHOENER (T.W.) 1969 - Models of optimal size for solitary predators - *Amer. Natur.*, 103, 277-31.
- THIOLLAY (J.M.) 1967 - Essai sur les rapaces du Midi de la France, distribution, écologie, tentative de dénombrement - *Alauda*, 35, 140-150.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement A. FAYARD, conservateur du Museum d'Histoire Naturelle de GRENOBLE qui nous a aidé à déterminer les proies en nous permettant de consulter les collections de références. Nous adressons nos remerciements à J.D. LEBRETON dont les critiques nous ont permis d'améliorer le texte.

ANNEXE 1

Poids moyen estimé pour les proies dont les restes ont été récoltés dans les aires après l'envol des jeunes, ou après l'échec de l'incubation ou de l'élevage.

Ongulés : Mouton (*Ovis*), Chèvre (*Capra*), juvéniles = 7 000 g ; Loir (*Glis glis*) = 125 g ; Ecureuil (*Sciurus vulgaris*) = 400 g ; Lièvre brun (*Lepus capensis*) = 3 500 g et jeunes = 1 500 g ; Lapin (*Oryctolagus cuniculus*) = 1 200 g ; Chat (*Felis domesticus*) = 2 500 g ; Martre (*Martes martes*) = 1 600 g ; Fouine (*Martes foina*) = 1 600 g ; Hermine (*Mustela nivalis*) = 100 g ; Blaireau (*Meles meles*) juv. = 4 000 g ; Renard (*Vulpes vulpes*) juv. = 4 000 g ; Volaille (*Phasianidae dom.*) = 1 500 g ; Perdrix rouge (*Alectoris rufa*) = 450 g ; Chouette hulotte (*Strix aluco*) = 500 g ; Grand Corbeau (*Corvus corax*) = 1 200 g ; Geai (*Garrulus glandarius*) = 170 g ; autres Corvidés = 500 g ; Passereaux indéterminés = 100 g ; Couleuvre à échelons (*Elaphe scalaris*) = 200 g.

ANNEXE 2

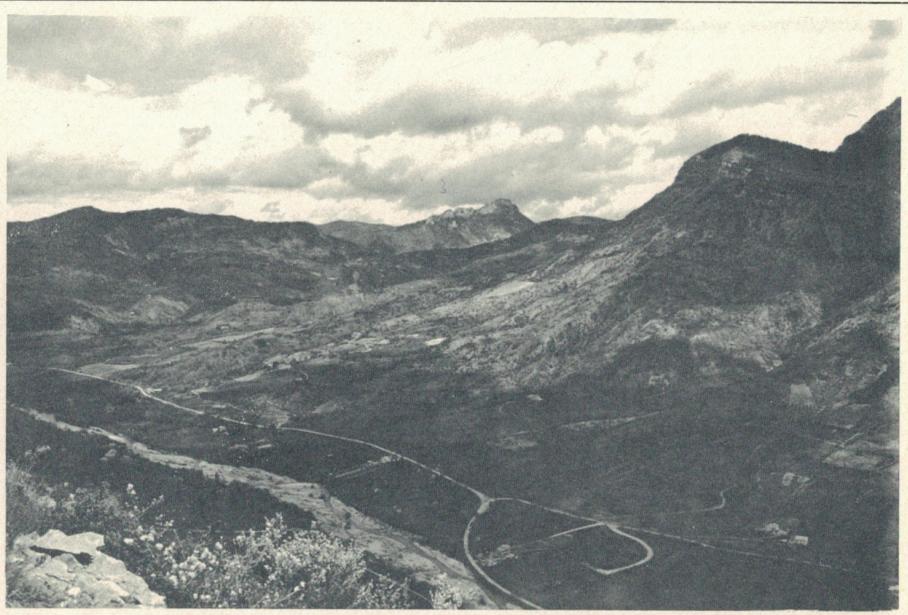
Recherche et dosage de pesticides organochlorés, effectués sur un embryon total d'Aigle royal des Alpes méridionales françaises en 1980 (École Vétérinaire de Lyon).

HCB	:	0,006 ppm	:	DDE	:	\geq 0,010 ppm
HCH α	:	$<$ 0,0010 ppm	:	Dieldrine	:	\leq 0,003 ppm
HCH γ	:	$<$ 0,0010 ppm	:	Op'DDT	:	\leq 0,002 ppm
HCH β	:	0,023 ppm	:	T D E	:	\leq 0,010 ppm
Hept. Epoxyde	:	0,013 ppm	:	pp' DDT	:	$<$ 0,060 ppm (heptachlore)



Biotope typique de l'Aigle royal de haute montagne (Grandes Alpes)

Photo Christian Couloumy.



Biotope typique de l'Aigle royal de colline et moyenne montagne (Préalpes du Sud)

Photo Jean-Michel Faton.