

*Photo : Sylvain Uriot.*



# LE GRAND-DUC D'EUROPE *BUBO BUBO* DANS LE MASSIF DU LUBERON

## Densité, Préférences en termes d'habitat de nidification, Régime alimentaire, Comportement vocal

Vincenzo PENTERIANI\*, Max GALLARDO\*\*, Philip ROCHE\*\*\* & Hélène CAZASSUS\*\*\*\*

Les études sur les préférences en termes de site de nidification de la part des oiseaux, montrent qu'ils choisissent pour nicher, sur l'ensemble du territoire disponible, des portions d'habitat qui répondent le mieux à leurs exigences spécifiques (Hilden, 1965; Morse, 1980; Cody, 1985).

Le Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*) a été le sujet d'un très grand nombre d'études relativement diversifiées et conduites dans une grande partie de son aire de répartition; si un certain nombre d'informations considèrent les caractéristiques du site de nidification à l'échelle du nid (Frey, 1973; Blondel & Badan, 1976; Olsson, 1979; Mysterud & Dunker, 1982; Gorner, 1983; Scherzinger, 1987; Bergerhausen *et al.*, 1989; Donazar *et al.*, 1989; Simeonov & Milchev, 1994; Cochet, 1991; Papageorgiou *et al.*, 1993; Sascor & Maistri, 1996), très peu de données concernent le choix de cette espèce à l'échelle de la structure du paysage (Bergerhausen *et al.*, 1989; Donazar, 1988; Donazar *et al.*, 1989; Martinez *et al.*, 1992; Papageorgiou *et al.*, 1993).

En effet, la plupart des études sur les critères de choix du site de nidification ont centré leur attention sur une échelle de microhabitat (le nid), sans prendre en compte les effets possibles de la composition et de la structure paysagère autour du site. Le Grand-duc est bien connu pour être une espèce relativement éclectique au niveau du choix du nid (Frey, 1973; Willgohs,

1974; Blondel & Badan, 1976; Cheylan, 1979; Olsson, 1979; Mikkola, 1983; Cugnasse, 1983; Bergerhausen *et al.*, 1989; Penteriani, 1996), il l'est beaucoup moins en ce qui concerne l'aspect du paysage aux abords, là où il repère la presque totalité de ses proies (Blondel & Badan, 1976; Olsson, 1979; Donazar, 1988; Donazar *et al.*, 1989; Bergerhausen *et al.*, 1989; Cochet, 1991; Penteriani, 1996).

De plus, une évaluation quantitative de l'habitat de nidification doit se considérer comme l'indispensable point de départ pour une gestion correcte des populations de rapaces (Mosher *et al.*, 1987), en particulier pour des espèces comme le Grand-duc, qui ont souffert d'une importante régression dans certaines régions d'Europe (Conseil de l'Europe, 1981; Penteriani, 1996).

Depuis 4 ans environ, une étude a été mise en place sur la biologie des Grands-ducs nichant à l'intérieur du territoire du Parc naturel régional du Luberon. Il s'agit ici d'une première phase, visant essentiellement à définir :

- a) la densité de l'espèce dans les différents étages du massif du Luberon;
- b) la structure du paysage autour du nid afin d'identifier les éléments déterminant la sélection de l'habitat de reproduction;
- c) le régime alimentaire.

De plus, des travaux sur le comportement vocal ont

\* Laboratoire écologie-évolution, Université de Bourgogne, 6 boulevard Gabriel, 21 000 Dijon; e-mail : penteriani.flyman@wanadoo.fr

\*\* Chargé de mission Faune, Parc naturel régional du Luberon, Maison du Parc, 84 400 Apt

\*\*\* IMEP (Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie), CNRS, Case 461, Faculté des sciences Saint-Jérôme, Université d'Aix-Marseille, 13 397 Marseille CEDEX 20.

\*\*\*\* Centre d'études ornithologiques de Bourgogne (CEOB).

été entamés, dont les lignes essentielles seront présentées dans le dernier chapitre de cet article, l'étude étant encore en cours.

L'ensemble des résultats de ce premier travail concerne la période 1995-1998. La zone d'étude couvre un territoire d'environ 300 km<sup>2</sup> à l'intérieur du Parc naturel régional du Luberon : l'altitude du massif varie de 160 m (vallée de la Durance) à 1 125 m (crêtes du Grand Luberon). On identifie trois étages d'altitude différentes en ce qui concerne leur morphologie et leur paysage : l'étage des bordures du massif près de la vallée de la Durance, un étage intermédiaire caractérisé par la présence de vallons perpendiculaires au massif et parsemés d'affleurements calcaires, et l'étage culminant des crêtes.

## I. Densité

Les sites occupés ont été repérés essentiellement grâce à :

a) la prospection des sites rocheux à la recherche de signes de présence de l'espèce (nids, pelotes, plumées, fientes) entre octobre et février et pendant les mois de mai, juin et juillet;

b) l'écoute systématique du chant spontané au coucher et au lever du soleil pendant la période octobre-février, quand l'activité vocale est la plus importante (Bergerhausen & Willelms, 1988; Penteriani & Pinchera, 1991a, b);

c) l'écoute des cris des jeunes entre les deux dernières semaines avant l'envol et le mois qui suit (mai-juin dans la zone d'étude). Ces écoutes ont été effectuées à partir d'une heure avant le coucher du soleil et pendant les trois heures suivantes, l'un des moments de plus importante activité (Kranz, 1971; Mysterud & Dunker, 1982; Mikkola, 1983).

De façon plus sporadique, un certain nombre de sites a été trouvé grâce à l'observation directe des adultes ou de leur activité (accouplements, nourrissage des jeunes). Un site n'a été considéré comme non occupé qu'après une prospection complète et trois soirées d'écoutes négatives (Bergerhausen & Willelms, 1988; Penteriani & Pinchera, 1991a, b).

La recherche des nids a été faite sur l'ensemble des sites rocheux repérés sur cartes 1:25 000 et lors d'une prospection de terrain de la zone d'étude. Cette dernière a permis d'identifier les groupements rocheux

dont la taille et l'étendue limitées ne les laissaient pas apparaître sur les cartes. La présence de nids en dehors de sites rocheux étant connue pour la Provence (Blondel & Badan, 1976; Gallardo, obs. pers.), des écoutes ont été également mises en place à l'intérieur de vallons boisés dépourvus de rochers.

Les techniques de recensement employées ont permis de repérer un total de 50 sites de nidification, ainsi que 9 sites probables (observation d'individus ou écoute du chant seulement).

La densité de l'espèce dans la zone d'étude, dans sa globalité, est de 15,3 sites occupés/100 km<sup>2</sup>; la distance moyenne entre sites occupés est de 1 766 m (variant de 700 à 4 300 m).

Un gradient progressif des valeurs des distances moyennes entre sites est observé au passage des trois étages d'altitude présents dans la zone d'étude : la distance moyenne entre sites occupés, qui est de 1 353 m (comprise entre 700 et 3 000 m) dans le secteur de la Durance et des bordures de massif, passe à 1 808 m (800 à 3 500 m) dans les zones intermédiaires, avant d'arriver à 2 060 m (1 500 à 2 900 m) dans la zone culminante des crêtes. La densité du Grand-duc se modifie selon le même gradient, passant de 19,6 sites occupés/100 km<sup>2</sup> dans le secteur des vallons de liaison entre la vallée de la Durance et les crêtes, et de 31,6 sites occupés/100 km<sup>2</sup> sur les bordures de massif près de la Durance.

Même si la densité de l'espèce varie beaucoup dans les trois secteurs du massif, elle reste parmi les plus élevées d'Europe, avoisinant celle d'autres zones à caractère méditerranéen de France (Blondel & Badan, 1976; Cheylan, 1979; Bergier & Badan, 1991).

La variation de densité mise en évidence pour les trois étages du massif peut trouver son explication dans les différences de composition du paysage, qui déterminent une variation dans l'abondance des proies. Alors que les couples en bordure de massif occupent un milieu très varié et essentiellement ouvert, ceux de l'intérieur se trouvent très souvent au milieu de zones à dense couverture forestière et sont relativement éloignés des endroits les plus favorables pour la chasse.

Une couverture forestière dense et homogène, a été souvent considérée comme un facteur limitant la densité et la productivité du Grand-duc (Frey, 1973; Donazar, 1988; Cochet, 1991) : c'est d'ailleurs dans les secteurs les plus forestiers du massif que la repro-

duction des couples qui les habitent ne semble pas régulière (Gallardo & Penteriani, inédit). Les résultats de l'étude sur les préférences en termes d'habitat de nidification mettent d'ailleurs bien en évidence que les sites occupés sont essentiellement situés là où les distances séparant les milieux à dense couverture (végétation arbustive et forestière) sont les plus élevées. Si la recherche de nourriture doit amener le Grand-duc loin du site, deux problèmes essentiels se posent à lui : une réduction du temps consacré aux autres activités telles que la défense du territoire et les rapports entre partenaires, ainsi qu'une dépense d'énergie excessive relativement aux apports dus à la chasse (Davies & Houston, 1978).

## 2. Préférences en termes d'habitat de nidification

Pour l'analyse de la composition et la structure du paysage autour du site de nidification, nous n'avons pris en compte que les sites où un nid a effectivement été trouvé pendant les quatre ans de recherche sur le terrain, et dont la localisation était à l'intérieur de la zone couverte par la cartographie satellitaire. Leur nombre est alors de 26.

L'analyse de l'organisation spatiale et de la composition du paysage autour des sites a été effectuée sur deux échelles spatiales. L'étendue du territoire est alors concrétisée en définissant des zones circulaires de 500 et 1 000 m de rayon, centrées sur les sites de nidification. Le choix d'une telle étendue de territoire a été déterminé par le fait que ce rapace nocturne a besoin de territoires de chasse favorables relativement proches du nid (Frey, 1973 ; Olsson, 1979 ; Donazar, 1988 ; Donazar *et al.*, 1989 ; Cochet, 1991 ; Leditznig, 1992 ; Gallardo & Penteriani, obs. pers. ; Bergerhausen, com. pers.).

Le paysage a été analysé à l'aide d'un Système d'information géographique (SIG), réalisé sur le logiciel IDRISI qui comprenait une couche définissant les modes d'occupation des sols et une couche correspondant à un modèle numérique de terrain (Digital eleva-

tion model, DEM). La carte des modes d'occupation des sols a été réalisée par classification supervisée d'une scène Landsat 4 de 1996 à une résolution de 30 m, ce qui a permis d'obtenir 12 types de milieux végétaux différents. À partir de cette classification et en fonction de la sensibilité du Grand-duc, le nombre de modes d'occupation des sols a été réduit à 6 : végétation rase, végétation basse, végétation arbustive, taillis, forêt et rivière. Le modèle numérique de terrain à la résolution de 30 m a permis d'extraire l'altitude et les pentes autour des sites.

L'analyse spatiale par SIG a fourni un ensemble de 18 variables qui ont servi à caractériser le paysage autour des sites de nidification, ainsi qu'autour des points de référence. Ces variables sont : exposition du nid, 6 variables descriptives de la composition du paysage (pourcentage de végétation rase, végétation basse, végétation arbustive, taillis, forêt, rivière), 4 variables d'hétérogénéité horizontale (indice de complexité<sup>1</sup>, indice de forme<sup>2</sup>, indice de proximité<sup>3</sup> et indice de Shannon), 2 variables d'hétérogénéité verticale (dénivelé en altitude, indice de relief<sup>4</sup>), ainsi que 5 variables concernant la distance la plus proche du nid à un élément du paysage : zone à végétation rase, zone à végétation basse, zone à végétation arbustive, forêt et zone ouverte (l'ensemble des zones à végétation rase, basse et arbustive).

Afin de savoir si le paysage autour des nids diffère du paysage global de la zone d'étude, nous avons réalisé un échantillonnage systématique du paysage pour les deux échelles. À l'échelle des 500 m autour du nid, 121 placettes de comparaison de même rayon ont été distribuées de façon systématique, distantes chacune de 1 500 m de ses voisines ; à l'échelle des 1 000 m, 66 placettes de comparaison ont été distribuées à une distance de 2,5 km entre elles. Dans chacune des placettes de comparaison, nous avons mesuré les mêmes variables que sur les placettes des nids.

À l'échelle des 500 et 1 000 mètres, les variables corrélées positivement à la présence de nids, et les différenciant des placettes de comparaison, étaient essentiellement celles des indices de Shannon, de forme, de

1. Nombre d'écotones calculé sur une fenêtre de 90 m de côté, soit 3 pixels.

2. Rapport entre la surface et le périmètre des taches de milieu.

3. Distance moyenne du nid aux zones ouvertes.

4. Surface occupée par des pentes d'au moins 50 %.

proximité et de complexité, le dénivelé en altitude et l'indice de relief, les pourcentages et les distances des zones à végétation rase, basse et arbustive.

L'analyse de l'exposition des 35 nids étudiés met en évidence que 28,7 % (10) sont orientés sud-ouest (test  $X^2 = 16,29$ ; degré de liberté = 7; niveau de significativité :  $P = 0,05$ ), 25,7 % (9) à l'est, 20,0 % (7) au sud ou au sud-est, 11,4 % (4) à l'ouest, 8,6 % (3) au nord-ouest, 2,8 % (1) au nord et 2,8 % (1) au nord-est.

La présence de milieux escarpés étant connue comme particulièrement favorable à la nidification du Grand-duc, nous avons également examiné s'il existait des différences significatives entre la structure du paysage autour des sites de nidification et celle autour de sites de comparaison incluant des secteurs escarpés. Encore une fois les mêmes variables significatives aux échelles des 500 et 1 000 mètres apparaissent pour caractériser les sites de nidification de l'espèce, et les différencier des placettes de comparaison.

Les éléments de la structure et de la composition du paysage pris en compte par cette analyse du milieu environnant les sites de nidification, montrent une attention de cette espèce à l'échelle de l'habitat. Les résultats obtenus nous permettent de montrer de manière claire que les Grands-ducs choisissent un site de nidification dans un environnement hétérogène (comme mis en évidence aux deux échelles d'analyse par les Indices de forme, de complexité et de Shannon) à prédominance d'espaces ouverts (comme en témoigne aussi aux deux échelles d'analyse la caractérisation du paysage autour des sites par des taches de milieux à végétation basse).

Les résultats obtenus mettent bien en évidence que la distribution des sites à Grand-duc se fait essentiellement dans les endroits où l'éloignement par rapport aux milieux à couverture dense (végétation arbustive et forestière) est le plus élevé et celle par rapport aux milieux ouverts le plus faible.

Si c'est la première fois qu'une description du paysage caractérisant le site de ce rapace nocturne arrive à quantifier une certaine hétérogénéité de l'habitat, la préférence pour les espaces ouverts avait été décrite de façon qualitative par Blondel & Badan (1976), et quantifiée par Donazar (1988) et Martinez *et al.* (1992). C'est d'ailleurs dans un massif proche du Luberon (les Alpilles) que l'étude de Blondel & Badan (1976) décrit qualitativement la configuration générale du paysage

typique d'un site à Grand-duc, très similaire à celle du Luberon, avec une nette préférence pour les habitats variés. La diversité des proies potentielles y est élevée, notamment au niveau des interfaces cultures-relief. Les mêmes travaux montrent que les Alpilles, comme le Luberon, présente les sites de nidification du Grand-duc régulièrement alignés autour de la montagne, à proximité de la charnière entre cultures et garrigue (Blondel & Badan 1976). Parmi les autres facteurs figurant dans le choix du site, bien que la caractérisation du paysage par l'abondance de rochers ait été mise en évidence aussi par Donazar *et al.* (1989) et Martinez *et al.* (1992), cet élément ne surprend pas si l'on considère la préférence de l'espèce pour les milieux rocheux, où il niche et où il trouve les gîtes diurnes et les perchoirs utilisés comme poste de chant, de plumée, etc.

En ce qui concerne l'exposition des nids, il est connu qu'elle dépend essentiellement des facteurs locaux, tels que la température, la direction du vent dominant, l'enneigement, la durée de l'ensoleillement, en particulier pendant l'hiver (Rockenbauch, 1978; Olsson, 1979; Mysterud & Dunker, 1982; Gorner, 1983; Bergerhausen *et al.*, 1989; Papageorgiou *et al.*, 1993; Simeonov & Milchev, 1994; Sascor & Maistri, 1996). Selon ces auteurs, l'exposition prévalante dans la zone d'étude semble suivre les mêmes principes qu'ailleurs en Europe, c'est-à-dire une préférence pour les expositions situées dans le quadrant sud, ainsi que celles offrant une protection contre les mauvaises conditions atmosphériques. Dans la zone d'étude la direction nord-nord-ouest du Mistral, dont la vitesse peut dépasser les 100 km/h, peut être l'un des facteurs limitant la présence de nids à cette exposition.

Le Grand-duc paraît donc être une espèce sensible à la structure du paysage autour de son nid, comme le montrent aussi les différences significatives entre placettes des sites de nidification et placettes de comparaison de la plupart des variables employées pour la caractérisation du paysage. Si cette espèce est bien connue pour son éclectisme dans le choix du nid en tant que lieu pour couvrir ses œufs et élever ses jeunes (Penteriani, 1996; Bergerhausen & Piechocki, en prép.), la structure du paysage, décrite soit de façon tout simplement qualitative, soit quantitative, présente toujours les mêmes éléments caractéristiques.

### 3. Régime alimentaire

Bien que les études concernant le régime alimentaire de ce hibou soient très nombreuses et riches en données, il est tout de même important, pour la compréhension d'une population spécifique, de posséder un cadre, le plus complet possible, de leur biologie. L'étude de l'alimentation est un élément très important du cycle vital d'une espèce, une sorte de révélateur des habitudes des individus et de la population dans son ensemble, des déplacements et des milieux de chasse électifs.

Une des caractéristiques du Grand-duc est un éclectisme marqué en ce qui concerne son régime alimentaire. Néanmoins, il ne faut pas oublier que l'espèce a besoin d'environ 0,25 kg de nourriture par jour, que pendant la couvaison le mâle doit pouvoir trouver environ 1/2 kg de proies pour sa femelle et lui-même, et environ 1 kg pendant la période de nourrissage des jeunes (Fremming, 1986; Mikkola, 1970). On calcule que, sur les 6 mois pendant lesquels ce rapace accomplit son cycle reproductif, une biomasse d'environ 55 kg lui est nécessaire (Mikkola, 1970).

En dehors de ces chiffres, il faut surtout considérer le fait que cette espèce a besoin de territoires de chasse relativement proches du nid, pour réduire l'effort dû à la recherche et à la capture des proies.

La plus faible densité de couples nicheurs dans certains secteurs du Luberon, l'irrégularité du succès de reproduction dans certains sites, ainsi que la disparition de certains couples (Gallardo, obs. pers.), peuvent s'expliquer par la présence de ressources alimentaires faibles ou irrégulières.

L'objectif principal de l'analyse des proies récoltées sur les sites à Grand-duc du Luberon est de mieux cadrer les besoins de l'espèce pour pouvoir mieux programmer sa gestion. Les données sur son alimentation sont présentées dans un cadre général.

Tous les restes de proies ont été récoltés essentiellement pendant la recherche hivernale des nids et le contrôle du déroulement des nichées; pour certains sites, une prospection ultérieure a été mise en place après la fin de la période de reproduction.

Les restes de proies (plumes, poils, ossements) et le contenu des pelotes ont été identifiés par comparaison macroscopique avec une collection de référence (Musée

zoologique de Rome, Italie). Pour chaque reste de vertébré recueilli, nous avons essayé de déterminer l'espèce et, si possible, sa classification en jeune ou adulte : la classe d'âge a été déterminée sur la base de la taille, du plumage, des caractéristiques des plumes et du niveau de calcification de l'os. La biomasse de chaque espèce a été estimée grâce aux données de poids disponibles dans la zone d'étude et ses alentours, ainsi qu'au matériel bibliographique (Géroutet, 1946-1957).

Seule l'espèce et sa fréquence ont été considérées, sans aucun essai de déterminer le nombre d'individus dans chaque reste de proie ou pelote. Pour éviter de compter plusieurs fois le même individu dans les restes de proies et dans les pelotes, les proies dans ces dernières n'ont été prises en compte que si, lors de la même visite, l'espèce en question n'était pas présente aussi dans les restes de proies. Pour cette raison, lors de chaque visite, un effort particulier était fait pour récolter tout le matériel présent.

Nous avons identifié 502 proies pour un total de 34 espèces différentes identifiées avec certitude (tableau 1, fig. 1 et 2, page suivante) : 23 espèces sont des oiseaux (31,2 % des proies, correspondant à 19,9 % de la biomasse consommée) et 11 espèces sont des mammifères (68,4 % des proies, correspondant à 79,9 % de la biomasse consommée).

Le reste du régime alimentaire est composé d'un très faible nombre de poissons, reptiles et insectes. Les rats, le Hérisson (*Erinaceus europaeus*) et le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*), constituent à eux seuls 62,8 % du régime alimentaire et 75,4 % de la biomasse consommée.

Parmi les oiseaux, la Pie bavarde (*Pica pica*) représente l'espèce la plus fréquente (6,4 %) et la plus importante en terme de biomasse (3,5 %).

Tableau 1 : régime alimentaire du Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*) dans le massif du Luberon.  
Les poids des proies sont en grammes.

Espèces	Effectifs		Biomasse	
	Nombre	%	Poids total	%
<b>Oiseaux</b>	<b>157</b>	<b>31,2</b>	<b>40165</b>	<b>19,9</b>
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i>	1	0,002	1 000	0,5
<i>Anas</i> sp.	1	0,002	1 000	0,5
Buse variable <i>Buteo buteo</i>	1	0,002	850	0,4
Faucon crécerelle <i>Falco tinnunculus</i>	1	0,002	200	0,1
Perdrix rouge <i>Alectoris rufa</i>	7	1,4	3 150	1,5
Gallinule poule-d'eau <i>Gallinula chloropus</i>	9	1,8	2 250	1,1
Bécasse des bois <i>Scolopax rusticola</i>	3	0,6	900	0,4
Goéland leucopnée <i>Larus cachinnans</i>	1	0,002	900	0,4
Pigeon ramier <i>Columba palumbus</i>	6	1,2	3 000	1,5
<i>Columba</i> sp.	11	2,2	4 400	2,2
Effraie des clochers <i>Tyto alba</i>	4	0,8	1 400	0,7
Hibou Moyen-duc <i>Asio otus</i>	4	0,8	1 200	0,6
Chouette hulotte <i>Strix aluco</i>	4	0,8	1 400	0,7
Coucou gris <i>Cuculus canorus</i>	4	0,8	400	0,2
Engoulevent d'Europe <i>Caprimulgus europaeus</i>	1	0,002	80	0,04
Martinet à ventre blanc <i>Apus melba</i>	11	2,2	330	0,2
Pie bavarde <i>Pica pica</i>	32	6,4	7 200	3,5
Geai des chênes <i>Garrulus glandarius</i>	6	1,2	1 020	0,5
Choucas des tours <i>Corvus monedula</i>	6	1,2	1 500	0,7
Corneille noire <i>Corvus c. corone</i>	8	1,6	4 000	2,0
Étourneau sansonnet <i>Sturnus vulgaris</i>	3	0,6	240	0,1
Merle noir <i>Turdus merula</i>	6	1,2	500	0,2
<i>Turdus</i> sp.	17	2,8	1 400	0,7
Pinson des arbres <i>Fringilla caelebs</i>	1	0,002	25	0,01
Moineau soulcie <i>Petronia petronia</i>	1	0,002	20	0,01
Poulet domestique <i>Gallus domesticus</i>	1	0,002	1 800	0,9
Oiseaux non dét.	7	1,4	-	-
<b>Mammifères</b>	<b>340</b>	<b>68,4</b>	<b>161 880</b>	<b>79,9</b>
Hérisson <i>Erinaceus europaeus</i>	81	16,4	82000	40,5
Lièvre brun <i>Lepus capensis</i>	1	0,002	2 500	1,2
Lapin de garenne <i>Oryctolagus cuniculus</i>	31	6,6	39600	19,5
Lapin de garenne <i>Oryctolagus cuniculus</i> (juv.)	5	1,0	3 750	1,8
Écureuil <i>Sciurus vulgaris</i>	5	1,0	1 500	0,7
Loir <i>Glis glis</i>	3	0,4	240	0,1
Campagnol terrestre <i>Arvicola terrestris</i>	4	0,8	160	0,08
Mulot sylvestre <i>Apodemus sylvaticus</i>	6	1,2	180	0,09
Rat surmulot <i>Rattus norvegicus</i>	18	4,0	8 000	3,9
Rat noir <i>Rattus rattus</i>	127	25,4	5 400	2,7
<i>Rattus</i> sp.	49	9,4	14 100	7,0
Souris <i>Mus</i> sp.	5	1,0	50	0,02
Renard <i>Vulpes vulpes</i> (juv.)	1	0,002	1 500	0,7
<i>Martes</i> sp.	1	0,002	1 400	0,7
<i>Felis</i> sp.	1	0,002	1 500	0,7
Mammifères non dét.	2	0,4	-	-

<b>Poissons</b>				
Carpe <i>Cyprinus carpio</i>	1	0,002	500	0,2
Poissons non dét.	2	0,4	-	-
<b>Reptiles</b>				
Reptiles non dét.	1	0,002	-	-
<b>Invertébrés</b>				
Orthoptera	1	0,002-		
<b>TOTAL</b>	<b>502</b>	<b>100</b>	<b>202545</b>	<b>100</b>

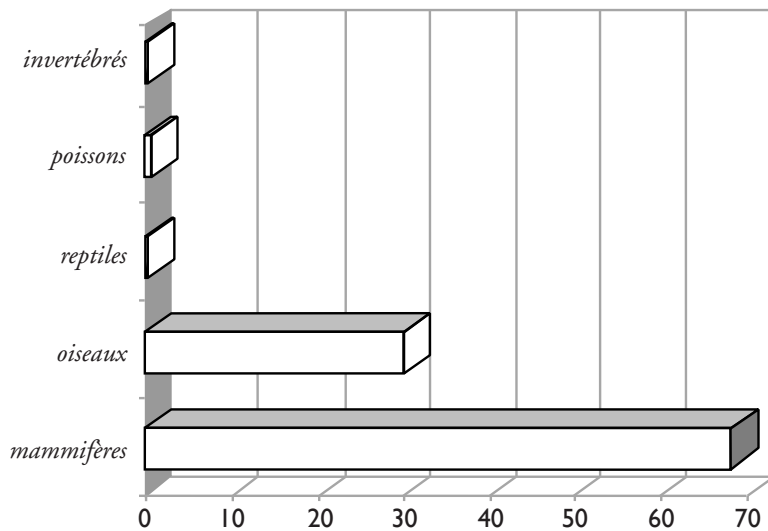


Fig. 1 : fréquence en pourcentage des différents ordres dans le régime alimentaire du Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*).

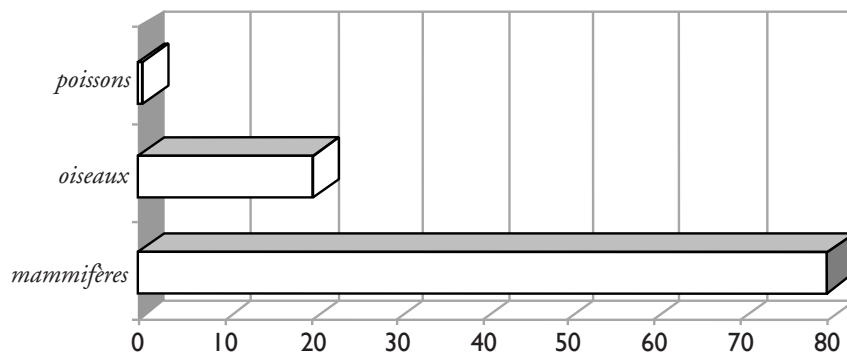


Fig. 2 : biomasse en pourcentage des différents ordres dans le régime alimentaire du Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*).



Deux grands types de milieux, fermés (milieux forestiers) et ouverts (prairies, garrigues, milieux rocheux et aquatiques) ont été définis dans la zone d'étude, afin de vérifier l'exploitation de l'habitat effectué par l'espèce en fonction de ses exigences alimentaires (tableau 2).

Tableau 2 : proportions (%) des différentes proies capturées et de la biomasse consommée par le Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*) par rapport aux différents types de milieux rencontrés dans le massif du Luberon et ses environs.

Type de milieu	Nombre de proies	Biomasse
Milieux ouverts	85,4	92,1
Milieux fermés	14,6	7,9

L'analyse, effectuée à partir des restes de proies et des pelotes disponibles, laisse apparaître que les Grands-ducs du Luberon, comme ailleurs en Europe et malgré leur ubiquisme, recherchent les proies les plus rentables en terme de biomasse, c'est-à-dire celles dont la capture assure le maximum d'apport énergétique avec le minimum d'effort. Celles-ci, comme il l'a été également montré par d'autres études dans les Alpes du Sud (Bayle, 1992) et dans les Alpilles (Blondel & Badan, 1976), se caractérisent par un poids compris entre 500 et 1 500 grammes. Les mammifères ont presque toujours une part prépondérante dans le régime alimentaire du Grand-duc en Europe, les oiseaux ne dépassant jamais 45 % environ des proies et étant bien souvent en pourcentage bien plus faible (Penteriani, 1996). Ce n'est que lorsque cette espèce niche dans des territoires à faible densité de ce genre de proies qu'il base l'essentiel de son régime alimentaire sur des espèces de plus petite taille, qu'il consomme alors en quantités importantes pour pallier le faible apport énergétique de chaque individu. Le régime alimentaire du Grand-duc dans l'Europe méditerranéenne occidentale montre un gradient dégressif dans l'abondance du Lapin de garenne, qui est très rare dans les régions à plus grande influence eurosibérienne, comme la chaîne cantabrique et les Pyrénées en Espagne ou le Massif Central en France : dans ces zones, le régime alimentaire se compose d'une plus grande variété de petits mammifères (Donazar, 1987). Dans ces régions, en effet, le lapin est distribué de façon fragmentaire et de plus faibles densités qu'ailleurs dans le bassin de la Méditerranée ; dans ce cas, le Rat surmulot peut représenter une proie

de substitution relativement importante, mais sa distribution, déterminée par la présence de l'homme, est irrégulière. Le plus souvent, en milieu méditerranéen, un régime de remplacement à base de gros rongeurs et d'oiseaux n'est pas du tout favorable à l'espèce (Orsini, 1985 ; Donazar, 1987 ; Bayle, 1992). Dans l'état actuel des connaissances relatives au succès de la nidification, il est difficile de savoir si, dans le Luberon, cette compensation peut se faire avec succès. Ceci peut d'ailleurs être une explication possible de l'irrégularité constatée dans la reproduction de cette espèce dans certains secteurs du Luberon (Gallardo & Penteriani, inédit).

On constate aussi que le Grand-duc exploite essentiellement les milieux ouverts, les pourcentages en termes de proies capturées et de biomasse fournie étant très faibles pour les milieux fermés. Ces données permettent de confirmer le lien évident entre cette espèce et les milieux ouverts, déjà mis en évidence par l'analyse du choix du site de nidification effectué à l'échelle du paysage.

#### 4. Comportement vocal

Il est connu que l'activité vocale d'une espèce pendant la période de pré-ponte évolue en tant que réponse aux stimuli de la sélection sexuelle et joue un rôle important dans la compétition intra-sexuelle et dans l'attraction du partenaire. Son rôle en tant qu'instrument de marquage territorial est aussi reconnu chez certaines espèces.

Dans la littérature ornithologique, le chant du mâle a souvent été considéré comme un « témoin honnête » de sa qualité (ex. : un mâle qui dépense beaucoup d'énergie et de temps dans l'activité vocale peut être considéré comme un bon mâle en terme de partenaire et père, ainsi qu'occupant un bon territoire), et les mâles ayant les taux de vocalisations les plus élevés étaient également les partenaires des couples ayant un taux de réussite et un nombre de jeunes à l'envol le plus élevé.

Mais quelle peut être l'influence de la densité (et donc, de la distance entre sites occupés) sur l'activité vocale des individus chez lesquels les vocalisations ont la double fonction sexuelle et territoriale ?

Si nous prenons l'exemple du Grand-duc, l'activité vocale des mâles redémarre de façon intense aux

environs de la période située après la dispersion des jeunes, pour diminuer au début de la ponte. Elle est donc relativement intense et continue pendant la période octobre-février.

Le Luberon, en tant que zone d'étude, présente l'avantage d'accueillir un nombre très élevé de couples nicheurs et avec un gradient de densité qui est relativement élevé aux abords du massif et s'affaiblit au fur et à mesure que l'on monte vers les crêtes. De plus, dans un grand nombre de secteurs favorables de transition entre le massif et la plaine, il manque des sites de nidification, ce qui a pour effet d'isoler un certain nombre de couples du reste de la population.

Depuis un an, une étude sur l'activité vocale des adultes a été entreprise, en particulier celle des mâles, pour évaluer une éventuelle différence des taux de vocalisations entre les individus à l'intérieur des zones à forte densité et ceux nichant plus ou moins isolés, dans des secteurs soit moins favorables (secteurs fortement boisés) soit avec peu de sites rocheux. Une première évaluation des données d'un an de travail semble montrer que :

1. Les mâles dans les secteurs à forte densité chantent plus que les mâles dans les secteurs à faible densité<sup>5</sup>. Ceci valide l'hypothèse que, chez cette espèce, le chant puisse avoir, entre autres, une fonction territoriale.

2. Les mâles semblent augmenter leur taux de chant aux environs du mois précédant la ponte, quand les mâles des secteurs à faible densité semblent avoir, eux aussi, une activité vocale importante.

3. L'activité vocale ne semble pas toujours correspondre à la réussite par rapport au taux d'envol des couples : parfois, des mâles chantant peu (à l'intérieur de secteurs à faible densité) manifestent une bonne performance reproductive, et vice-versa.

Ce dernier point nous semble très important : si l'on évaluait, comme dans beaucoup d'études, la qualité du mâle Grand-duc en fonction de la seule activité vocale, les correspondances seraient probablement peu évidentes, la densité et le voisinage d'un autre couple semblant jouer un rôle important pendant la

plupart de l'activité vocale de pré-ponte.

L'activité vocale reste-t-elle donc un paramètre fiable de la qualité du mâle chez les espèces territoriales (dont le chant a aussi cette fonction) et en situation de faible densité? Le rôle de la densité a-t-il pu être sous-évalué dans les évaluations de la qualité du mâle en utilisant le seul paramètre chant?

Voilà certaines des questions qui font partie des objectifs principaux de cette approche comportementale qui caractérise cette nouvelle saison de recherche sur les Grands-ducs des collines du Luberon.

De plus, nous sommes en train de constituer une banque de données sonore (sonogrammes) des couples de notre échantillon principal, pour une étude parallèle sur les caractéristiques du chant et ses liens avec la structure et la qualité de l'habitat de nidification des individus enregistrés.

## REMERCIEMENTS

*Nous tenons à remercier tout particulièrement Claudine et Pierre HORISBERGER pour leur gentillesse et leur accueil à Roquerousse pendant toute la durée de l'étude, Odile MALBEC pour son accueil à Buoux, ainsi que Fabio LIBERATORI et Mario MELLETTI pour leur aide précieuse dans les différentes étapes du travail sur le terrain. Gianni MARANGONI, du Musée zoologique de Rome, a effectué pour nous un excellent travail d'identification de la plupart des restes de proies et de pelotes. Un remerciement particulier va à Hervé MAGNIN qui a été notre interlocuteur au Parc, nous permettant d'organiser notre travail sur le terrain, ainsi qu'au Parc naturel régional du Luberon pour son soutien financier à l'étude.*

---

5. Ceci confirme aussi le très faible taux de chant d'une population de Grand-duc du centre de l'Italie à très faible densité (environ 0,3 couple/100 km<sup>2</sup>, avec une distance moyenne entre sites occupés de 10 km environ) et qui a été le sujet d'un des travaux précédents de l'un de nous trois (Penteriani, inédit).

## BIBLIOGRAPHIE

- BAYLE P., 1992, *Le Hibou Grand-duc (Bubo bubo) dans le Parc national du Mercantour et ses environs*, Rapport Parc national du Mercantour, 30 pp.
- BERGERHAUSEN W. & WILLELMS H., 1988, Methodik und Effizienz der Bestandkontrolle einer Population des Uhus (*Bubo bubo* L.), *Charadrius*, n° 24, p. 171-187.
- BERGERHAUSEN W. & PIECHOCKI R., en prép., *Der Uhu*, Die Neue Brehm-Bucherei.
- BERGERHAUSEN W., RADLER K. & WILLEMS H., 1989, Besiedlungspräferenzen des Uhus (*Bubo bubo* L.) in der Eifel, *Charadrius*, n° 25, Heft, p. 157-178.
- BERGIER P. & BADAN O., 1991, Évaluation of some breeding parameters in a population of Eagle Owls, *Bubo bubo*, in Provence (South Eastern France), *Birds of Prey Bulletin*, n° 4, p. 57-61.
- BLONDEL J. & BADAN O., 1976, La biologie du Hibou grand-duc en Provence, *Nos Oiseaux*, n° 33, p. 189-219.
- CHEYLAN G., 1979, Nidification du Hibou grand-duc, *Bubo bubo*, dans une aire d'Aigle de Bonelli, *Hieraaetus fasciatus*, *Alauda*, T. 47, n° 1, p. 42-43.
- COCHET G., 1991, Les sites à Hiboux Grands-ducs, *Bubo bubo*, et la géomorphologie, in JUILLARD M. (ed.), *Rapaces Nocturnes*, p. 87-92, Actes du 30<sup>e</sup> Colloque inter-régional d'ornithologie, Porrentruy (Suisse).
- CODY M.L. (ed.), 1985, *Habitat selection in birds*, Academic Press Inc., New York, NY USA.
- CONSEIL DE L'EUROPE, 1981, *Oiseaux ayant besoin d'une protection spéciale en Europe*, Sauvegarde de la Nature, n° 24.
- CUGNASSE J.-M., 1983, Contribution à l'étude du Hibou grand-duc, *Bubo bubo*, dans le sud du Massif Central, *Nos Oiseaux*, n° 37, p. 117-128.
- DAVIES N.B. & HOUSTON A.I., 1978, Territory economics, In Krebs J.-R. & Davies N.B. (eds.), *Behavioural Ecology, An evolutionary approach*, p. 148-169. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- DONAZAR J.A., 1987, Geographic variations in the diet of Eagle Owls in Western Mediterranean Europe, in NERO R.W., CLARK R.J., KNAPTON R.J. & HAMRE R.H. (eds.), 1987, *Biology and conservation of northern forest owl : symposium proceedings*, p. 220-224, General Technical Report. RM-142, Winnipeg, Manitoba, USA.
- DONAZAR J.A., 1988, Selección del habitat de nidificación por el Buho real (*Bubo bubo*) en Navarra, *Ardeola*, n° 3, p. 233-245.
- DONAZAR J.A., CEBALLOZ O. & LEON C.F., 1989, Factors influencing the distribution and abundance of seven cliff-nesting raptors : A multivariate study, in MEYBOURG B.-U. & CHANCELLOR R.D. eds., 1989, *Raptors in the Modern World*, p. 545-552, World working group on birds of prey and owls.
- FREMMING O.R., 1986, *Bestandsnedgang av Hubro (Bubo bubo) i Ost-Norge 1920-1980*, VVFViltrapport 40, Trondheim.
- FREY H., 1973, Zur Ökologie niederösterreichischer Uhu populationen, *Egretta*, n° 16, p. 1-68.
- GÉROUDET P., 1946-1957, *Les passereaux, Les échassiers, Les palmipèdes, Les rapaces diurnes et nocturnes d'Europe*, Delachaux & Niestlé, Suisse.
- GORNER M., 1983, Ansprüche der felsbrütenden Uhus (*Bubo bubo*) in Thüringen an den Horstplatz, *Beitrag Vogelwarte*, T 29, n° 3, p. 121-136.
- HILDEN O., 1965, Habitat selection in birds : a review, *Annales Zoologica Fennica*, n° 2, p. 53-75.

- KRANZ P., 197, Nagot om berguvenns aktivitat och foda, *Faglar i Sormland*, n° 4, p. 13-23.
- LEDITZNIG C., 1992, Telemetric study in the Eagle Owl (*Bubo bubo*) in the foreland of the Alps in Lower Austria - methods and first results, *Egretta*, n° 35, p. 69-72.
- MARTINEZ J.E., SANCHEZ M.A., CARMONA D., SANCHEZ J.A., ORTUÑO A. & MARTINEZ R., 1992, The ecology and conservation of the Eagle Owl *Bubo bubo* in Murcia, south-east Spain, in GAILBRAITH C.A., TAYLOR I.R. & PERCIVAL S. (eds.), *The ecology and conservation of european owls*, p. 84-88, Peterborough, Joint Nature Conservation Committee, UK Nature Conservation, n° 5.
- MIKKOLA H., 1970, On the food of the Great Grey Owl (*Strix nebulosa*), the Ural Owl (*Strix uralensis*) and the Eagle Owl (*Bubo bubo*) in Finland during summer, *Suomen Riista*, n° 22, p. 97-104.
- MIKKOLA H., 1983, *Owls of Europe*, T & AD Poyser Ltd, Calton.
- MORSE D.H., 1980, *Behavioral mechanisms in ecology*, Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- MOSHER J.A., TITUS K. & FULLER M.R., 1987, Habitat sampling, measurement and evaluation, in GIRON PENDLETON B.A., MILLSAP B.A., CLINE K.W. & BIRD D.M. (eds.), *Raptor management techniques manual*, p. 81-98, Washington, D.C., National wildlife federation.
- MYSTERUD I. & DUNKER H., 1982, *Food and nesting ecology of the Eagle Owl, Bubo bubo (L.), in four neighbouring territories in southern Norway*, Swedish wildlife research, *Viltrevy*, T. 12, n° 3.
- OLSSON V., 1979, *Studies on a population of Eagle Owls, Bubo bubo, in southwest Sweden*, *Viltrevy*, Swedish Wildlife, n° 11.
- ORSINI P., 1985, Le régime alimentaire du Hibou Grand-duc *Bubo bubo* en Provence, *Alauda*, n° 53, p. 11-28.
- PAPAGEORGIOU N.K., VLACHOS C.G. & BAKALLOUDIS D.E., 1993, Diet and nest site characteristics of Eagle Owl (*Bubo bubo*) breeding in two different habitats in north-eastern Greece, *Avocetta*, n° 17, n° 49-54.
- PENTERIANIV. & PINCHERA F., 1991a, Il metodo del play-back e dell'ascolto sistematico nel censimento di una popolazione di Gufo reale, *Bubo bubo*, in FASOLA M., *Atti Il Seminario italiano censimenti faunistici dei vertebrati*, p. 385-388, Supplementi ricerca biologi selvaggina, XVI.
- PENTERIANIV. & PINCHERA F., 1991b, Censimento del Gufo reale, *Bubo bubo*, in un'area dell'Appennino abruzzese, *Rivista italiana di ornitologia*, n° 60, p. 119-128.
- PENTERIANIV., 1996, *Il Gufo reale Bubo bubo*, Edagricole, Calderini Ed., Bologna.
- ROCKENBAUCH D., 1978, Untergang und Wiederkehr des Uhus, *Bubo bubo*, in Baden-Wurttemberg, *Anzeiger der Ornithologischen Gesellschaft, Bayern*, T. 17, n° 3, p. 293-328.
- SASCOR R. & MAISTRI R., 1996, *Il Gufo reale - Ecologia, status e dinamica di popolazione in Alto-Adige*, Del. WWF Trentino Alto Adige, 99 pp.
- SCHERZINGER W., 1987, Der Uhu, *Bubo bubo* L., im Inneren Bayerischen Wald, *Anzeiger der Ornithologischen Gesellschaft, Bayern*, T. 26, n° 1/2, p. 1-51.
- SIMEONOV S.D. & MILCHEV B.P., 1994, Research of the Eagle-owl (*Bubo bubo* L.) in Strandja Mountain. I - Distribution, location and breeding biology, *Ecology*, n° 26, p. 78-87.
- WILLGOHS J., 1974, The Eagle-Owl, *Bubo bubo*, in Norway, *Sterna*, n° 13, p. 129-177.