

## SESSION 3 CONSERVATION DES HABITATS DE L'AIGLE DE BONELLI ET REPRODUCTION EN CAPTIVITÉ

### SESSION 3 CONSERVATION OF BONELLI'S EAGLE HABITATS AND BREEDING IN CAPTIVITY

*La session était présidée par Jean Marc Cugnasse.*

#### Habitats préférentiels de l'Aigle de Bonelli *Aquila fasciata* en Sicile

#### Suitable habitats of the Bonelli's eagle *Aquila fasciata* in Sicily

Massimiliano Di Vittorio  
Department of Animal Biology, University of  
Palermo. [elemass@neomedia.it](mailto:elemass@neomedia.it)

\*\*\*\*\*

**Résumé :** En Italie, la population d'Aigle de Bonelli est composée de 22 couples connus se reproduisant exclusivement en Sicile. Nous avons analysé les préférences en termes d'habitats de cette espèce de rapaces, en prenant en compte plusieurs facteurs, comme la présence humaine, la vocation des terres et la mosaïque, le relief, les composants climatiques et écologiques, pouvant potentiellement affecter la distribution. Nous avons analysé ces facteurs à deux échelles : celle du paysage (carrés UTM de 10 x 10 km) et celle du domaine vital (cercle de 4 kilomètres de rayon autour du nid) en commençant par une analyse avec ajouts de variables, une à une, suivie par un modèle linéaire généralisé (GLM). Un effet significatif d'auto corrélation trouvé aux deux échelles indique que cette population n'est pas distribuée de manière aléatoire dans l'espace. Notre modèle basé sur le paysage montre que l'Aigle de Bonelli préfère des environnements chauds et secs avec des étés chauds, des territoires de reproduction entourés par des patches de végétation naturelle (buissons et/ou végétation herbacée associée) et des habitats d'agriculture extensive (terres arables). Les résultats indiquent aussi que le rapace évite les zo-

nes artificialisées. Cet évitement est aussi mis en avant par l'analyse portant sur le domaine vital qui montre une relation négative entre les territoires de l'espèce et les vignobles, impliquant un effet positif de l'hétérogénéité d'habitats et un effet négatif de la fragmentation d'habitats sur la distribution de l'aigle. Au cours de la période 1990-2009, nous avons enregistré une productivité de 0,91 jeunes par couple territorial (n=196) et un taux d'envol de 1,49 (n=116). Etant donné le statut de conservation fragile de l'Aigle de Bonelli, nos résultats suggèrent que les mesures appropriées de conservation en faveur de cette population devraient promouvoir une mosaïque d'habitats mêlant terres arables et des cultures céréalières extensives à de la végétation naturelle et stopper l'intensification agricole et le développement de zones artificielles, en accord avec les politiques déjà adoptées par d'autres pays d'Europe.

**Abstract :** In Italy, the population of the Bonelli's eagle (*Aquila fasciata*) is composed of 22 known pairs certainly breeding exclusively in Sicily. We investigated the habitat preferences of this raptor species by analysing several factors, such as human presence, land use and mosaic, relief, climatic and ecological components, potentially affecting its distribution. We analysed these factors at both landscape (10 x 10 km UTM squares) and home range scale (circular plots of 4 km radius around the nest) by carrying a preliminary forward stepwise procedure followed by a generalized linear model (GLM). A significant spatial autocorrelation effect found at the both scales indicated that this population was not randomly distributed across space. Our explanatory landscape model showed that the Bonelli's eagle preferred warm and dry environments with hot summers, breeding territories surrounded by patches of natural vegetation (shrubs and/or her-

baceous vegetation associations), and extensive agricultural habitats (arable land). Results also indicated that this raptor avoided artificial areas. This avoidance was also supported by the analysis conducted at the home range level which showed a negative relationship between Bonelli's territories and vineyards, implying a positive effect of habitat heterogeneity and a negative effect of habitat fragmentation on the eagle distribution. During the period 1990–2009, we recorded a productivity of 0.91 young/territorial pair ( $n = 196$ ) and a fledged ratio of 1.49 ( $n = 116$ ). Given the fragile conservation status of the Bonelli's eagle, our findings suggest that appropriate conservation measures to conserve this important population should be to promote arable and cereal extensive patches (croplands) mixed to natural vegetation, and halt agricultural intensification and development of artificial areas, in accordance to the policy already adopted by other European countries.

\*\*\*\*\*

L'Aigle de Bonelli est particulièrement sensible aux modifications du paysage. D'un point de vue historique, on voit qu'il se trouve surtout en Sicile et

en Sardaigne et qu'il cherche généralement des milieux aux étés chauds et aux territoires de reproduction entourés de zones de végétation naturelle. A partir des années 60, on a remarqué une disparition progressive de l'Aigle de Bonelli en Sicile. Actuellement, cette population compte 22 couples (soit 1 couple pour 576 km<sup>2</sup>, considérant toute la surface de l'île, Fig. 1).

Les résultats des recherches menées entre 1990 et 2009 montrent que sur la base de 196 tentatives de reproduction le nombre d'aiglons produits par couple reproducteur est de 0,91 ; le succès de reproduction est quant à lui de 0,60 (Fig. 2). En outre il apparaît que la productivité est directement liée à la moindre disponibilité alimentaire – liée au fait que certaines populations de lapins ont été décimées probablement par l'apparition cyclique d'épidémies de myxomatose. Par ailleurs le stress démographique qui a été observé s'explique par la forte proportion (environ 20% en moyenne durant la période d'étude) de paires composées d'adultes et de sub-adultes, par le taux élevé de mortalité (10,2 %), et par l'abandon des territoires traditionnellement occupés du fait de la forte pression humaine.

D'autres facteurs, notamment environnementaux,

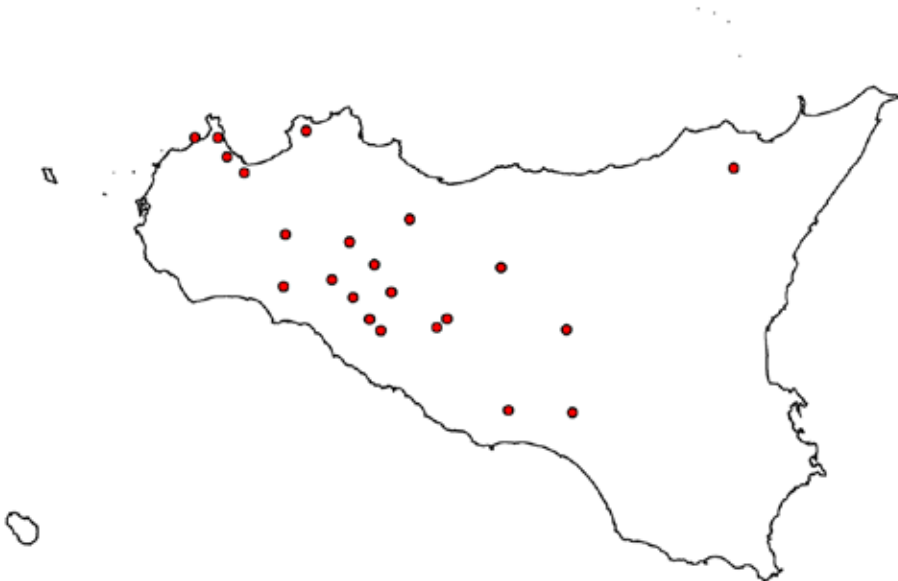


Figure 1 : Localisation des couples cantonnés en Sicile

peuvent sans doute nous aider à comprendre le comportement de l'Aigle de Bonelli. Nous avons adopté une approche multidimensionnelle pour comprendre les effets des variables bioclimatiques, des variables écologiques et des variables d'usage de la terre sur la population des rapaces. Le modèle linéaire généralisé que nous avons utilisé permet de travailler sur deux échelles (maillage UTM et domaine vital). Les résultats de notre étude indiquent que le rapace évite les zones artificialisées, et mettent en évidence des sous-groupes de facteurs, qui ne nous ont malheureusement pas été utiles pour comprendre la présence de l'aigle dans certaines zones.

Finalement nous avons essayé de travailler avec des options de régression dans les sous-groupes. Ce travail a fait apparaître, à l'échelle du paysage, une corrélation positive avec la pente moyenne des territoires liée à l'abondance de murs de nidification dans la présence de terres arables mélangés à des espaces naturels caractérisés par une végétation d'herbacées et d'arbustes et négative entre la présence de l'Aigle de Bonelli et les valeur de l'indice

bioclimatique de Demartonne et l'évapotranspiration en Juillet et la présence de zones artificielles. De même, à l'échelle du domaine vital la relation est négative entre les territoires de l'espèce et les vignobles. En revanche il existe une corrélation positive entre la présence de l'Aigle de Bonelli et la pente moyenne des territoires et l'hétérogénéité de l'habitat, s'il est mis en évidence une relation négative avec la fragmentation des habitats. En conclusion, on peut dire que l'Aigle de Bonelli aime les zones sèches et chaudes ; il apprécie les zones de reproduction avec des espaces de végétation naturelle mixte arable ; il préfère les reliefs escarpés et relativement inaccessibles. Le statut de conservation fragile de l'Aigle de Bonelli suggère que les mesures à adopter en faveur de cette population devraient encourager la diversité des habitats. Les activités humaines sont particulièrement préjudiciables à la présence de l'Aigle de Bonelli, en particulier près des sites de reproduction. De même, les éoliennes auraient un impact très négatif sur cette population. La forte diminution des zones ouvertes qui a été observée au cours des

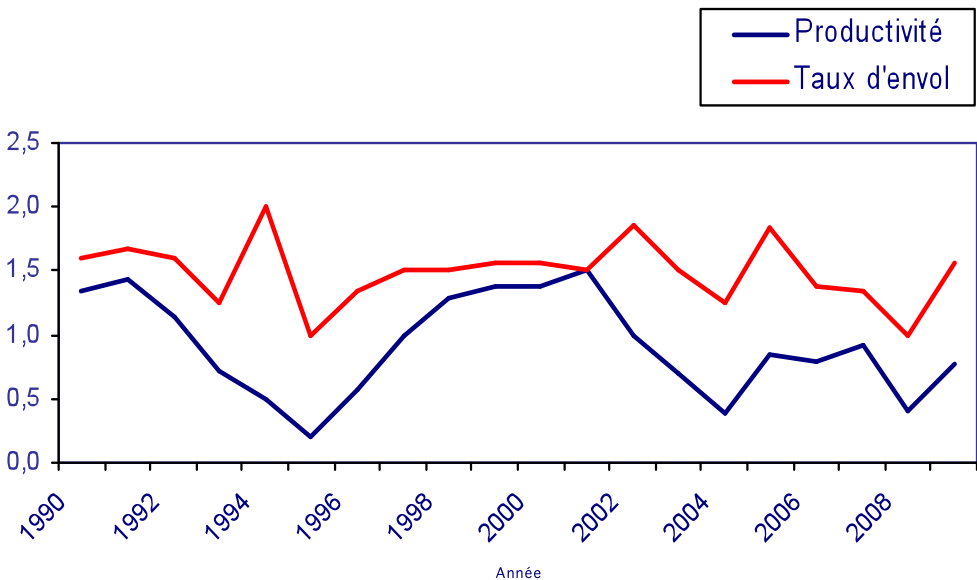


Figure 2 : Paramètres de reproduction (Productivité moyenne et taux d'envol par année)

années 90 a été particulièrement gênante pour les rapaces (Tab. 1).

La Sicile ne s'est pas encore dotée d'un projet de conservation de l'Aigle de Bonelli. Le développement rapide des infrastructures, l'intensification agricole, la multiplication des zones artificielles

devront donc être contrôlés pour préserver cette espèce. En outre il faudrait cesser les cultures céréalières intensives. Il est donc urgent que les administrations régionales nous aident à entreprendre des initiatives bénéfiques pour cette population. ■

Tableau 1 : Generalized linear model (GLM ) estimates and significance statistic by the Wald test showing the probability of occurrence of Bonelli's eagle in Sicily. The percentage of explained deviance is indicated between brackets. The best subset and the Akaike test give the performance of the habitat preference models using every subset as independent predictors.

Scale	Subset	Estimate	SE	Wald	p	AIC	df	L.Ratio $\chi^2$	p
Landscape	Ecological Intercept	14,563	4,018	13,139	0,000	308,589	3	45,315	0,000
	Bioclimatic (Rivas-Martinez) index	-0,530	0,152	12,229	0,000				
	Potential evapo-transpiration in July	-2,520	0,664	14,392	0,000				
	$xv^2$	-0,713	0,162	19,296	0,000				
	Residual deviance	51.16 (13.39%)							
	Climatic and Topographic Intercept	-6,050	0,907	44,523	0,000	275,938	3	77,966	0,000
	Slope range	0,090	0,016	33,346	0,000				
	$v^3$	-0,941	0,202	21,617	0,000				
	$xv^2$	-1,113	0,200	30,950	0,000				
	Residual deviance	46.34 (21.54%)							
	Land use I CLC Level Intercept	-1,070	0,151	50,082	0,000	316,248	2	35,655	0,000
	Artificial areas (1)	-0,473	0,220	4,623	0,032				
	$xv^2$	-0,782	0,151	26,961	0,000				
	Residual deviance	52.50 (11.12%)							
	Land use II CLC Level Intercept	-1,215	0,174	48,898	0,000	306,747	4	49,156	0,000
	Arable land (21)	0,431	0,160	7,290	0,007				
Shrub and herb (32)	0,588	0,180	10,709	0,001					
$v^3$	-0,417	0,188	4,915	0,027					
$xv^2$	-1,121	0,213	27,694	0,000					
Residual deviance	50.96 (13.74%)								
Home range	Land use Intercept	-0,087	0,410	0,045	0,831	44,159	2	22,838	0,000
	Vineyards (221)	-1,602	0,588	7,421	0,006				
	$x^3$	-2,071	0,612	11,438	0,001				
	Residual deviance	6.20 (43.54%)							
	Mosaic Intercept	-39,270	15,324	6,567	0,010	38,322	3	30,674	0,000
	CLC Dominance = log s + H'	11,059	4,223	6,857	0,009				
	Surface of the largest patch/home range surface	27,730	11,504	5,811	0,016				
	$x^3$	-1,709	0,630	7,359	0,007				
	Residual deviance	5.48 (50.13%)							
	Topographic and road Intercept	-0,150	0,421	0,127	0,721	42,420	2	24,580	0,000
	Slope range	2,196	0,725	9,179	0,002				
	$x^3$	-0,890	0,440	4,093	0,043				
Residual deviance	6.89 (37.33%)								