

3648: L'AIGLE ROYAL *Aquila chrysaetos* AU NIGER

*We report the first breeding records of Golden Eagle in Niger. Observations took place in the Aïr range, mainly in peripheral little mountains around the highest massifs. Two breeding sites were discovered in the southern Aïr (N 17°30'). Laying dates in 2003 were mid-october and mid-november, i.e. a range corresponding to the laying period observed in Mali at the same latitude. Preys items checked in the eyries were *Lepus* sp. (n = 18) and *Uromastix* sp. (n = 1). This isolated south-saharan Golden Eagle population seems highly vulnerable because of human persecution: poisoning, killing eaglets and collection for trade.*

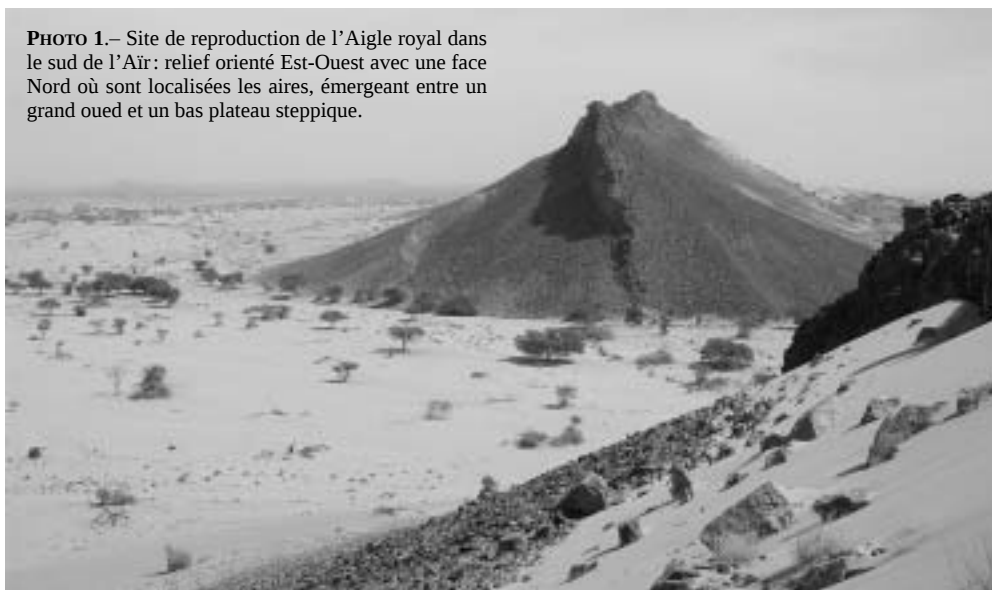
La présence de l'Aigle royal *Aquila chrysaetos* a été rapportée au Niger, dans le massif de l'Aïr (THIOLLAY, 1977), mais sans précision de son statut et aucune mention de l'espèce n'apparaît dans les inventaires les plus récents (NEWBY *et al.*, 1987; GIRAUDOUX *et al.*, 1988; HOLYOAK & SEDDON, 1991; POILECOT, 1996). L'Aïr est l'un des principaux massifs du Sahara méridional, au Sud du Hoggar entre l'Adrar des Iforas au Mali à l'Ouest et le Tibesti et l'Ennedi au Tchad à l'Est. Sur le plan biogéographique il constitue une enclave sahélienne en milieu saharien comme en atteste le peuplement d'oiseaux largement dominé par les espèces sahéliennes et afrotropicales (Newby *et al.*, 1987) ce dernier contingent étant encore plus abondant que dans l'Adrar malien (CLOUET & GOAR, 2003).

OBSERVATIONS

Nous avons recherché l'Aigle royal au cours de quatre séjours d'une semaine chacun en novembre 2001, mars 2002, septembre 2002 et février 2004, consacrés à des prospections sur des itinéraires parcourus en véhicule le long des grands axes et en périphérie des principaux massifs constituant l'Aïr, et à pied à l'intérieur de l'Adrar Timgak au Nord et des monts Bagzane au Sud. Les observations d'Aigles royaux ont eu lieu dans seulement cinq sites tous situés en périphérie et non dans les parties les plus élevées des massifs :

- un adulte en chasse au Nord de l'Adrar Timgak et deux adultes posés près d'une carcasse d'âne à l'Ouest de ce même Adrar en novembre 2001,
- un adulte en chasse sur le versant sud des monts Bagzane en février 2004, sur un territoire aussi occupé par un couple d'Aigles de Verreaux *Aquila verreauxii*,
- deux territoires où la reproduction fût observée en février 2004 : les aires (3 sur un site, 2 sur l'autre) étaient sur des falaises orientées au Nord à 975 mètres et 842 m d'altitude. Dans l'une l'aiglon venait de prendre son envol, dans l'autre (Photo 1) le poussin était âgé d'environ 3 semaines. Entre ces deux sites à la même latitude (N 17° 32 et N 17° 39), distants de 40 km, existait donc une importante différence de date de ponte qui pour la plus précoce correspondait à la mi-octobre et pour l'autre à la mi-décembre. Dix-neuf proies ont pu être identifiées dont 18 lièvres (*Lepus* sp.) et un fouette-queue (*Uromastix* sp.).

PHOTO 1.— Site de reproduction de l'Aigle royal dans le sud de l'Aïr : relief orienté Est-Ouest avec une face Nord où sont localisées les aires, émergeant entre un grand oued et un bas plateau steppique.



DISCUSSION

Ces observations confirment donc la présence d'une population sédentaire et reproductrice d'Aigles royaux dans l'Air comme dans d'autres massifs au Sud du Sahara tel l'Adrar des Iforas (GOAR & RUTKOWSKY, 2000) ou les monts Balé en Ethiopie (CLOUET *et al.*, 1999), et probablement isolée depuis plusieurs millénaires (WINK *et al.*, 2004).

La répartition de l'Aigle royal paraît donc étendue à l'ensemble de l'Air [si l'on rajoute l'observation de THIOLLAY (1977) à Timia] mais avec de très faibles densités et des localisations qui excluraient les grands massifs montagneux dont l'altitude peut dépasser 2000 m, au bénéfice de reliefs périphériques plus modestes. Les milieux où furent observés les Aigles royaux ont en effet en commun, à côté de l'élément rocheux, la présence de lits d'oueds plus ou moins boisés et de zones steppiques à *Panicum turgidum* et *Schouwia purpurea*, composantes qui caractérisent également les territoires des Aigles royaux dans l'Adrar des Iforas (CLOUET & GOAR, 2003). Ces steppes sont l'habitat d'une grande faune : Chacal doré *Canis aureus*, Gazelle dorcas *Gazelle dorcas*, Outarde de Nubie *Neotis nubia*, Autruche *Struthio camelus*, partout en forte diminution (sauf le chacal) voire disparue (OSTROWSKI *et al.*, 2001; obs. pers.). Par contre le cheptel domestique reste bien présent occasionnant même du surpâturage : dromadaires, ânes, chèvres et moutons dont les carcasses peuvent éventuellement être consommées comme en témoigne l'une de nos observations. C'est dans ce type de steppe que s'observent les plus fortes densités de lièvres (DRAGESCO-JOFFÉ, 1993; obs. pers.) qui représentent les proies quasi exclusives de l'aigle en période de reproduction et lui permettent de se maintenir dans un milieu très appauvri et éventuellement de cohabiter sans compétition avec l'Aigle de Verreaux (CLOUET *et al.*, 1999).

La période de reproduction correspond à celle observée dans l'Adrar malien avec cependant une ponte remarquablement précoce sur l'un des sites. Cette précocité dans un cycle annuel rythmé par le régime des précipitations intertropicales peut être mise en relation avec la pluviosité relativement importante de l'année précédente (2003). En effet, il a été démontré dans les déserts d'Israël que l'abondance des proies et le succès de reproduction des Aigles royaux étaient corrélés à la quantité de pluie de l'année précédente (BAHAT & MENDELSSOHN, 1996). La population d'Aigles royaux de l'Air paraît cependant très vulnérable. Du fait d'effectifs faibles et de son isolement, du fait aussi d'un

dénichage qui paraît fréquent sinon systématique, facilité par l'accessibilité des aires et la demande d'oiseaux pour la fauconnerie et l'ornement prélevés sans aucun discernement. Un aigle était détenu en cage par un commerçant d'Agadez. Deux aiglons avaient été prélevés en 2003 dans l'une des aires que nous avons contrôlée. Sans compter la possible destruction des poussins dans les nids par les bergers comme nous l'avons observé au Mali. Une forte mortalité juvénile (encore aggravée par des campagnes d'empoisonnement toujours d'actualité) pourrait aussi expliquer l'absence totale d'observation d'oiseaux en plumage immature et donc limiter le renouvellement de cette population relictuelle.

BIBLIOGRAPHIE

- BAHAT (O.) & MENDELSSOHN (H.) 1996.— The long-term effect of precipitation on the breeding success of Golden Eagles *Aquila chrysaetos* in the Judean and Neguev deserts, Israel. In *Eagles Studies*. MEYBURG (B.U.) & CHANCELLOR (R.D.) Eds. WWGBP Berlin, Londres et Paris.
- CLOUET (M.) & GOAR (J.-L.) 2003.— L'avifaune de l'Adrar Tihharhar/Adrar des Iforas (Mali). *Alauda*, 71: 469-474. • CLOUET (M.), GOAR (J.L.) & BARRAU (C.) 1999.— The Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) in the Balé mountains, Ethiopia. *J. Raptor Res.*, 33: 102-109.
- DRAGESCO-JOFFÉ (A.) 1993.— *La Vie sauvage au Sahara*. Delachaux et Niestlé. Lausanne.
- GIRAUDOUX (P.), DEGAUQUIER (R.), JONES (P.J.), WEIGEL (J.) & ISENMANN (P.) 1988.— Avifaune du Niger: état des connaissances en 1986. *Malimbus*, 10: 1-140. • GOAR (J.L.) & RUTKOWSKY (T.) 2000.— Reproduction de l'Aigle royal *Aquila chrysaetos* au Mali. *Alauda*, 69: 327-328.
- HOLYOAK (D.T.) & SEDDON (M.B.) 1991.— Notes sur la répartition des oiseaux du Niger. *Alauda*, 59: 55-57.
- NEWBY (J.), GRETENBERGER (J.) & WATKINS (J.) 1987.— The Birds of northern Air. Niger. *Malimbus*, 9: 4-16.
- OSTROWSKI (S.), MASSALATCHI (M.S.) & MAMANE (M.) 2001.— Evidence of a dramatic decline of the Red-necked Ostrich *Struthio camelus camelus* in the Air and Ténéré National Nature Reserve, Niger. *Oryx*, 35: 349-352.
- POILECOT (P.) 1996.— La faune de la Réserve Naturelle Nationale de l'Air et du Ténéré (Niger). In *La Réserve Naturelle Nationale de l'Air et du Ténéré (Niger)*. WWF et UICN Eds.
- THIOLLAY (J.M.) 1977.— Distribution saisonnière des rapaces diurnes en Afrique occidentale. *L'Oiseau et R.F.O.*, 47: 253-294.
- WINK (M.), CLOUET (M.), GOAR (J.L.) & BARRAU (C.) 2004.— Sequence variation in the cytochrome b gene of subspecies of Golden Eagles *Aquila chrysaetos*. *Alauda*, 62: 00-00.

Michel CLOUET
54 allées des Demoiselles
F-31400 Toulouse (dr.clouet@wanadoo.fr)

Jean Louis GOAR
F-11330 Villerouge Termenes
(goar.ejl@wanadoo.fr)

3649: SEQUENCE VARIATION IN THE CYTOCHROME B GENE OF SUBSPECIES OF GOLDEN EAGLES *Aquila chrysaetos*

Variation du gène du cytochrome b chez les sous-espèces d'Aigle royal *Aquila chrysaetos*

INTRODUCTION

The Golden Eagle, a holarctic species with an extensive range, is represented in the Palaearctic by five subspecies (VAURIE, 1959; CRAMP, 1980; DEL HOYO *et al.*, 1994): the nominal "*chrysaetos*" in northern Europe down to the Pyrenees and to western Asia; "*homeyeri*" on the Iberian peninsula, in north Africa and Middle East; "*daphanea*" in the Himalayas to Mongolia and western China; "*kamtschatica*" in Siberia and Altaï, and "*japonica*" in Japon and Korea. A sixth subspecies, "*canadensis*", occurs in North America and has sometimes been lumped with "*kamtschatica*" as a single subspecies. The recent discovery of isolated breeding populations extends the Golden Eagle distribution to subsaharan Africa (CLOUET & BARRAU, 1993; GOAR & RUTKOWSKI, 2000).

In this communication we use nucleotide sequences of the mitochondrial cytochrome b gene to determine whether the ascribed subspecies of Golden Eagles actually correspond to phylogenetic or phylogeographic patterns. Furthermore, we try to elucidate the situation of the African Golden Eagles in comparison to the palaearctic birds and ask whether their isolated populations result from recent colonization or ancient isolation.

MATERIALS AND METHODS

We have analysed the cytochrome b gene which is a good marker for the reconstruction of bird phylogenies (AVIS, 1994; MINDELL, 1997; HEIDRICH *et al.*, 1998; WINK *et al.*, 1998, 2004; WINK, 1995, 1998, 2000). We use samples of populations of Golden Eagles from northern Europe (Norway), (N = 2), Alpine range (Austria, Swiss, France), (N = 12), Mediterranean region (Greece, Spain, French Pyrenees and Corbieres, Tunisia) (N = 13), south Saharan range (Mali, N = 4), Ethiopia, N = 1), Mongolia (N = 4) and North America (N = 1). DNA from blood or tissues was extracted using the proteinase K protocol. The cytochrome b gene was amplified by PCR and sequenced directly. Sequences were determined using AlfExpress or ABI 3100 sequencers. Sequence data were analysed using the software programs PAUP* 4.0b10 and MEGA2. More details on the methodology can be found in WINK (1998,1999, 2000).

RESULTS AND DISCUSSION

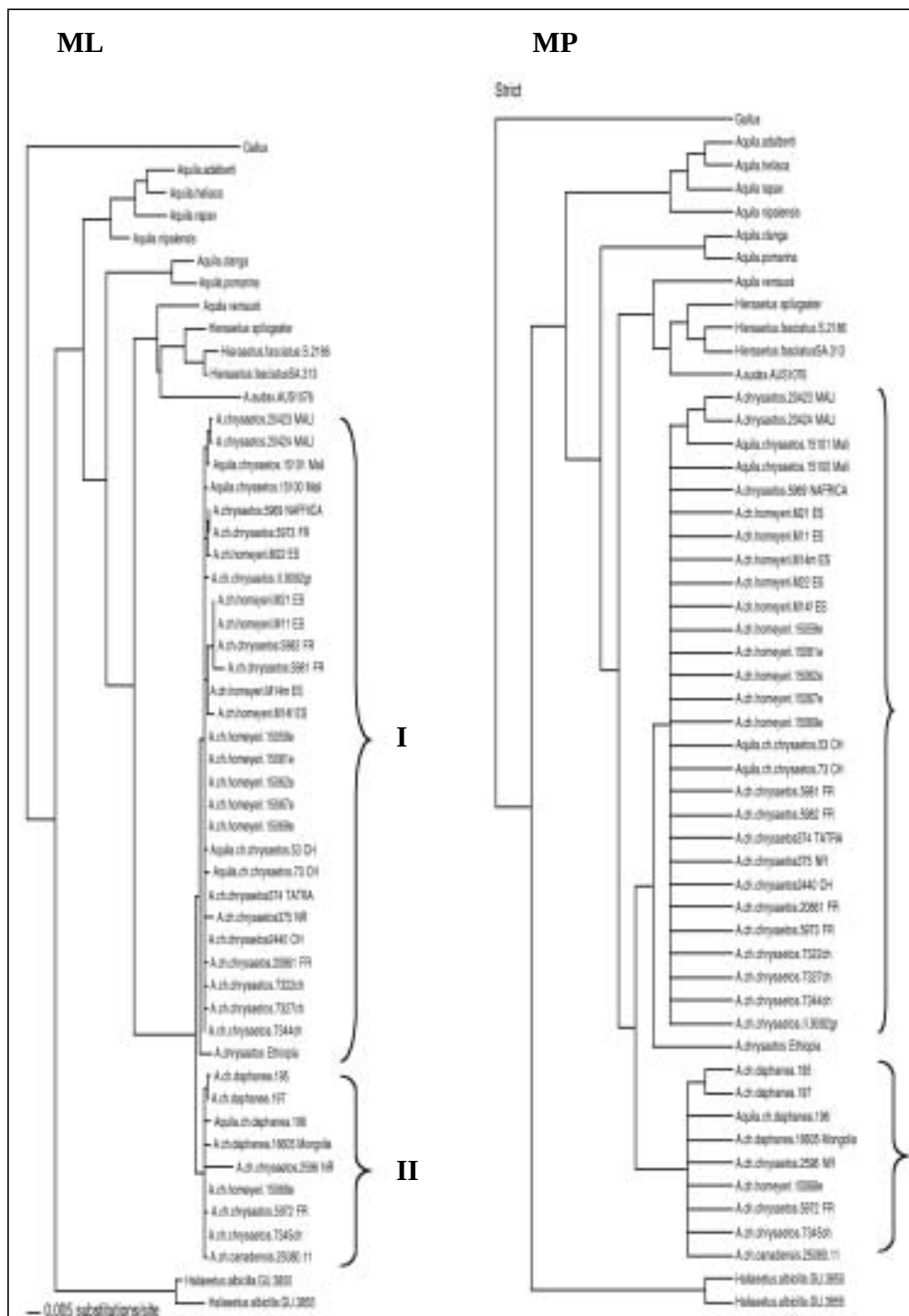
Phylogenetic trees were reconstructed with the Golden Eagle data set and other *Aquila* species as ingroups. Ingroups consisted of closely related species pairs *A. heliaca* / *A. adalberti*, *A. pomarina* / *A. clanga* und *Hieraaetus spilogaster* / *H. fasciatus* (SEIBOLD *et al.*, 1996; WINK, 2000) in order to compare their genetic distances in relation to the distances within the Golden Eagle complex. The three methods of tree reconstruction, MP, NJ and ML produced identical trees. The choice of different out- or ingroups did not influence tree topology (data not shown), indicating the presence of a clear phylogenetic signal in the data set. *A. adalberti*, *A. heliaca*, *A. rapax*, *A. nipalensis* form a clade, as do *A. pomarina* and *A. clanga* (SEIBOLD *et al.*, 1996). *Hieraaetus* clusters with a *A. verreauxii* / *A. audax* clade, indicating that the genus *Aquila* is paraphyletic in its present form. It has been suggested to lump *Hieraaetus* in *Aquila* (WINK, 2000).

Subspecies differentiation

Two clades can be identified in the phylograms (FIG. 1). Clade I contains *A. ch. chrysaetos*, *A. ch. homeyeri* and clade II *A. ch. daphanea* and *A. ch. canadensis*. Within each clade intraspecific variation is very low and no consistent sequence variation was found. Recognized subspecies are genetically only partly differentiated. This is particularly true for "*homeyeri*" of Spain and North Africa which is not distinguishable from "*chrysaetos*". This confirms that the separation between *chrysaetos* and *homeyeri* might not really be justified in that there is an uninterrupted distribution of the species from the Pyrenees (occupied by "*chrysaetos*") across the Iberian peninsula (occupied by "*homeyeri*") (FERNANDEZ, 1993,1995). As to the population of North Africa, it probably still benefits from a gene flow as birds from north-east Europe do move as far south as North Africa (FERGUSON-LEES & CHRISTIE, 2001).

Clade II consists of "*daphanea*" and "*canadensis*", which have almost identical sequences. Distances between 0.2 and 0.3% suggest a divergence about 100 000 and 150 000 years ago. The phylogeographic data imply that the Golden Eagles of central and eastern Asia form a common lineage with North American birds. Considering the range of the Golden Eagles, it is likely that they evolved in the Old world and that the colonisation of North America occurred within the last 150 000 years.

Clade II differs from the subspecies of clade I by a distance of 0.9-1.4%. Using the 2% = 1 million years



rule for a molecular clock (TARR & FLEISCHER, 1993; WILSON *et al.*, 1987), the data suggest that clade I and II diverged about 1 or 1.2 million years ago. Surprisingly, a few individuals of Norway, Alps and Pyrenees fall into clade II which may reflect current gene flow within the Palaearctic populations. The morphological differences observed in the populations of the western Palaearctic indicate clinal variations with no phylogenetic counterpart.

Differences between clades I and II (0.9-1.4%) are much lower than distances between closely related sister species of other eagles (*A. heliaca* / *A. adalberti*, *A. pomarina* / *A. clanga* und *Hieraetus spilogaster* / *H. fasciatus*) (distances between 1.7 and 2.1) suggesting that Golden Eagles represent a single species with two main genetic lineages.

Phylogeography of the African Golden Eagles

As shown in the phylogenetic reconstruction (FIG. 1) the African eagles all cluster in clade I (as expected). With reservations imposed by the limited sample size, eagles of Mali appear to be slightly different (0.1-0.3%) from European and North African birds and the Ethiopian eagle is more clearly individualized (0.4-0.8%).

In Mali, Golden Eagles breed in the Adrar des Iforas, a southern Saharan mountain range and the nearest population occurs in the Hoggar, south Algeria, where it is poorly documented (ISENMANN & MOALI, 2000), i. e. 600 km north. In Ethiopia, the southern and most isolated population of Golden Eagle occurs in the afro-alpine habitat of Balé mountains, as part of a unique assemblage of raptors species (CLOUET *et al.*, 1999). The nearest population is found on the Arabian peninsula i. e. 1200 km north (THIOLLAY & DUHAUTOIS, 1976).

No morphological studies have been carried out on the Golden Eagles of Africa but they are ecophysiologically distinct from the Palaearctic populations: their reproduction is adapted to the afro-tropical climate and egg laying takes place in November both in Ethiopia and Mali (CLOUET *et al.*, 1999; CLOUET & GOAR, 2003).

The slight genetic difference observed in the phylogenetic tree for the eagles of Mali compared to the birds of the Palaearctic or North Africa indicates an isolation which could have occurred following one of the dry periods of the mid/upper Pleistocene observed in the Sahara (LE HOUEROU, 1997) i.e. about 50 000 to 150 000 years BP. The greater distance for the Ethiopian eagle reveals an earlier separation which could date from about 200 000-300 000 years BP. It is also during this period that the European/African buzzard complex (*Buteo* spp.) is thought to have evolved (CLOUET & WINK, 2000).

Acknowledgements: We thank Mrs H. SAUER-GÜTH for excellent technical assistance and W. BEDNAREK; C. COULOUMY, Parc National des Écrins; A. EL HILI; D. ELLIS; U. HÖFLE and D. RISTOW, for providing samples.

BIBLIOGRAPHY

- AVISE (J.-C.) 1994.— *Molecular markers, natural history and evolution*. Chapman and Hall, London.
- CLOUET (M.) & BARRAU (C.) 1993.— L'Aigle royal *Aquila chrysaetos* dans le massif du Balé. Éthiopie. *Alauda*, 61: 200-201. • CLOUET (M.) & GOAR (J.-L.) 2003.— L'avifaune de l'Adrar Thirharhar - Adrar des Iforas. Mali. *Alauda*, 71: 469-474. • CLOUET (M.), GOAR (J. L.) & BARRAU (C.) 2000.— The Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) in the Balé Mountain - Ethiopia - *J. Raptor Research*, 33: 103-109. • CRAMP (S.) 1980.— *The Birds of the Western Palearctic*. Vol. II. Oxford University Press.
- DEL HOYO (J.), ELLIOTT (A.) & SARGATAL (J.) 1994.— *Handbook of the Birds of the world*. Vol. 2, Lynx edition, Barcelona.
- FERGUSON-LEES (J.) & CHRISTIE (D.A.) 2001.— *Raptors of the world*. Helm. London. • FERNANDEZ (C.) 1991.— Variations clinales du régime alimentaire et de la reproduction chez l'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*) sur le versant sud des Pyrénées. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 46: 363-371. • FERNANDEZ (C.) 1997.— *Aquila real (Aquila chrysaetos) in Atlas de las Aves de España 1975-1995*. S.E.O. & Birdlife. Lynx Ed. Barcelona.

FIG. 1.— Phylogeography of Golden Eagles inferred from nucleotide sequences of the cytochrome b gene (length > 1000 bp).

Phylogéographie des Aigles royaux

- A. Phylogram by Neighbor Joining (Kimura 2- distance)
- B. Phylogram by Maximum Likelihood (HK85 model)
- C. Cladogram by Maximum parsimony, strict consensus tree

- GOAR (J. L.) & RUTKOWSKY (T.) 2000.— L'Aigle royal *Aquila chrysaetos* au Mali. *Alauda*, 72: 327-328.
- HEIDRICH (P.), ARMENGAUD (J.) & WINK (M.) 1998.— Phylogenetic relationships in Mediterranean and North Atlantic *Puffinus* Shearwaters (Aves: *Procellariidae*) bases on nucleotide sequences of mtDNA. *Biochemical Systematics and Ecology*, 26: 145-170.
- ISENMANN (P.) & MOALI (M.) 2000.— *Oiseaux d'Algérie*. SEOF. MNHN. Paris.
- LE HOUEROU (H.N.) 1997.— Climate, flora and fauna changes in the Sahara over the past 500 millions years. *J. Arid Environments*, 37: 619-647.
- MINDELL (D.P.) 1997.— *Avian molecular evolution and systematics*. Academic Press San Diego.
- SEIBOLD (I.), HELBIG (A.), MEYBURG (B.U.), NEGRO (J.) & WINK (M.) 1996.— Genetic differentiation and molecular phylogeny of European *Aquila* eagles according to cytochrome b nucleotide sequences. pp. 1-15, In *Eagle studies* (B.-U.) MEYBURG & (R.) CHANCELLOR. WWGBP, Berlin, London & Paris.
- SWOFFORD (D.L.) 2002.— PAUP-Phylogenetic analysis using parsimony. Version PAUP*4.0b10.
- TARR (C.L.) & FLEISCHER (R.C.) 1993.— Mitochondrial DNA variation and evolutionary relationships in the amakihi complex. *Auk*, 110: 825-831.
- THIOLLAY (J.M.) & DUHAUTOIS (L.) 1976.— Notes sur les oiseaux du Nord Yemen. *L'Oiseau et R.F.O.*, 46: 261-271.
- VAURIE (C.) 1959.— *The Birds of the Palearctic fauna*. Whiterby, London
- WILSON (A.C.), OCHMAN (H.) & PRAGER (E.M.) 1987.— Molecular time scale for evolution. *Trends Genetics*, 3: 241-247.
- WINK (M.) & SAUER-GÜRTH (H.) 2000.— Advances in the molecular systematics of African raptors In *Raptors at Risk*, (R.D.) CHANCELLOR & (B.-U.) MEYBURG, eds. WWGBP/Hancock House. pp 135-147.
- WINK (M.) 1995.— Phylogeny of Old and New World vultures (Aves: *Accipitridae* and *Cathartidae*) inferred from nucleotide sequences of the mitochondrial cytochrome b gene. *Z. Naturforsch.*, 50: 868-882.
- WINK (M.) 1998.— Application of DNA-Markers to Study the Ecology and Evolution of Raptors. In *Holarctic Birds of Prey*. (R.D.) CHANCELLOR, (B.-U.) MEYBURG, & (J.J.) FERRERO, eds, Adenex & WWGBP, Berlin, pp 49-71.
- WINK (M.) 2000.— Advances in DNA studies of diurnal and nocturnal raptors. In *Raptors at Risk*, (R.D.) CHANCELLOR & (B.-U.) MEYBURG, eds. WWGBP/Hancock House. pp 831-844.
- WINK (M.), SEIBOLD (I.), LOTFIKHAH (F.) & BEDNAREK (W.) 1998.— Molecular systematics of holarctic raptors (Order Falconiformes). In *Holarctic Birds of Prey*. (R.D.) CHANCELLOR, (B.-U.) MEYBURG, & (J.J.) FERRERO, eds, Adenex & WWGBP; pp. 29-48.
- WINK (M.), HEIDRICH (P.) & FENTZLOFF (C.) 1996.— A mtDNA phylogeny of sea eagles (genus *Haliaeetus*) based on nucleotide sequences of the cytochrome b gene. *Biochemical Systematics and Ecology*, 24: 783-791.
- WINK (M.) & SAUER-GÜRTH (H.) 2004.— Phylogenetic relationships in diurnal raptors based on nucleotide sequences of mitochondrial and nuclear marker genes. *Proceedings WWGPB*, (in press).
- WINK (M.), SAUER-GÜRTH (H.), ELLIS (D.) & KENWARD. (R.) 2004.— Phylogenetic relationships in the *Hierofalco* complex (Saker-, Gyr-, Lanner-, Laggar Falcon) *Proceedings WWGPB*, (in press).
- WINK (M.), SAUER-GÜRTH (H.) & FUCHS (M.) 2004.— Phylogenetic relationships in owls based on nucleotide sequences of mitochondrial and nuclear marker genes. *Proceedings WWGPB*, (in press).
- WINK (M.), SAUER-GÜRTH (H.) & PEPLER (D.) 2004.— Phylogeographic relationships of the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in breeding and wintering quarters inferred from nucleotide sequences of the mitochondrial cytochrome b gene *Proceedings WWGPB*, (in press).
- WINK (M.), SAUER-GÜRTH (H.) & PEPLER (D.) 2004.— Phylogenetic differentiation of the Osprey (*Pandion haliaetus*) inferred from nucleotide sequences of the mitochondrial cytochrome b gene *Proceedings WWGPB*, (in press).

RÉSUMÉ

Variation du gène du cytochrome b chez les sous-espèces d'Aigle royal *Aquila chrysaetos*

Chez l'Aigle royal, espèce holarctique à vaste distribution, cinq sous-espèces sont classiquement reconnues pour la région paléarctique: *chrysaetos* en Europe jusqu'aux Pyrénées (incluses) et en Asie occidentale; *homeyeri* qui occupe la péninsule ibérique, l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient, *daphanea* dans l'Himalaya jusqu'en Mongolie et Chine occidentale; *kamtschatica* en Sibérie et dans l'Altaï, et *japonica* au Japon et en Corée. Une sixième sous-espèce: *canadiensis* occupe l'Amérique du Nord. La découverte récente de populations nicheuses isolées a étendu cette distribution à l'Afrique subsaharienne.

Nous avons analysé le gène du cytochrome b qui est un bon marqueur pour reconstruire les phylogénies chez les oiseaux. L'ADN a été extrait d'échantillons tissulaires ou sanguins provenant des populations d'Aigle royal d'Europe du Nord (n = 2), des Alpes (n = 12), de la région méditerranéenne (Pyrénées et Afrique du Nord incluses; n = 13), d'Afrique subsaharienne (Mali, n = 4; Éthiopie, n = 1), de Mongolie (n = 4) et d'Amérique du Nord (n = 1).

Deux lignées se distinguent sur l'arbre phylogénétique, l'une comprenant *A. ch. chrysaetos* et *A. ch. homeyeri*, l'autre *A. ch. daphanea* et *A. ch. canadiensis*. La variation intraspécifique est très faible à l'intérieur

de chaque lignée et les sous-espèces ne sont que partiellement différenciées. Ceci est particulièrement vrai pour *homeyeri* qui ne se différencie pas de *chrysaetos*. La distinction entre les deux taxons n'est donc pas réellement justifiée d'autant qu'il existe une répartition continue de l'espèce des Pyrénées (occupées par *chrysaetos*) à la péninsule ibérique (occupée par *homeyeri*). Dans la deuxième lignée *daphanae* et *canadiensis* ont des séquences presque identiques. Les distances entre 0,2 et 0,3 % indiquent une divergence datant d'environ 100 000 à 150 000 ans. Les Aigles royaux d'Asie centrale et d'Amérique du Nord forment donc une lignée commune suggérant, compte tenu de la répartition de l'espèce, une évolution dans l'Ancien Monde puis une colonisation de l'Amérique du Nord au cours des derniers 150 000 ans.

La différence entre les deux lignées correspond à une distance de 0,9-1,4 %. En se référant à une horloge moléculaire de 2 % de divergence par million d'années, leur séparation remonterait à 1 ou 1,2 millions d'années. Quelques individus de Norvège, des Alpes et des Pyrénées apparaissent cependant dans la deuxième lignée suggérant la permanence d'un flux génique au sein des populations paléarctiques.

Les Aigles royaux africains appartiennent tous à la première lignée. La distance qui sépare les individus du Mali, localisés à l'Adrar des Iforas, des échantillons d'Afrique du Nord et du Paléarctique occidental (0,1-0,3 %) indique un isolement qui pourrait se situer entre 50 000 et 150 000 ans. La plus grande distance observée pour l'échantillon éthiopien (0,4-0,8 %) témoigne d'un isolement plus ancien, de l'ordre de 200 000-300 000 ans.

Michael WINK, Institut für Pharmazie & Molekulare Biotechnologie, Universität Heidelberg. Im Neuenheimer Feld 364. D-69120 Heidelberg (wink@uni-hd.de)

Michel CLOUET 54 allées des Demoiselles, F-31400 Toulouse (dr.clouet@wanadoo.fr)

Jean-Louis GOAR, F-11330 Villeroque Termenes (goar.jl@wanadoo.fr)

Claude BARRAU 48 chemin des Côtes de Pech David, F-31400 Toulouse



OISEAUX D'AFRIQUE Volume II (11 C.D.)

Claude CHAPPUIS publie le deuxième volume consacré aux Oiseaux d'Afrique. Ces 11 nouveaux disques compacts traitent des oiseaux d'Afrique occidentale et centrale. Le coffret de 11 disques (CD) avec livret complémentaire (192 pages), présente 1043 espèces.

**114,50 Euros
(+ frais de port)**
**A commander SEOF-
MNHN Case postale 51,
55 rue Buffon,
F-75231 Paris cedex 05**