

Alauda

Revue internationale d'Ornithologie

www.mnhn.fr/assoc/seof/



SEOF



Volume 77

Numéro 4

Année 2009

Société d'Études Ornithologiques de France

Muséum National d'Histoire Naturelle

REPRODUCTION DE LA STERNE PIERREGARIN *Sterna hirundo* DANS UN MILIEU GRAVEMENT PERTURBÉ PAR ATERRISSAGES D'HÉLICOPTÈRES ET PRÉDATION : ANVERS, RIVE GAUCHE DE L'ESCAUT, 1976-2007

Jacques VAN IMPE⁽¹⁾ et Willy Van GASSE †

Reproduction of the Common Tern *Sterna hirundo* in a habitat seriously disturbed by helicopter landings and predation: Antwerp, left bank of the river Scheldt, 1976-2007. Between 1976 and 2007, nesting pairs of common terns and the number of fledglings per pair were counted on the left bank of the Scheldt. Between 1991 and 1997, helicopter landings caused serious disturbance in the colonies. Disturbance of nesting colonies by air-traffic landing is not well documented. Here the landings took place two or three days per week during each nesting season, at a rate of one to five per day. Out of 33 landings observed, 14 took place at less than 400 metres from the edge of the tern colonies. The shorter the distance between the landing spot and the edge of the colonies, the longer it took for the adults to return to the nest. It seemed likely that the breeding birds would become acclimatised to the landings. Despite these repeated disturbances, the Common Terns remained faithful to their nesting site, despite significant relocations of the



Dessin François Lovaty

colonies every year. The landings put to flight the breeding common terns and also drove away the herring gulls. During the period of the landings, a maximum of eight individuals of the latter were observed. A period of visible predation began in 1998, the year after the end of the landings. It is probable that the increase in predation is responsible for the fact that the reproduction rates between 1994-1997 and 1998-2007 showed no change. These results do not attain the threshold figures held to be necessary to maintain a stable population.

Mots clés : *Sterna hirundo*, Dérangements, Trafic aérien, Succès de reproduction, Prédation.

Key words : *Sterna hirundo*, Disturbed habitat, Air-traffic, Reproductive success, Predation.

⁽¹⁾ D' Van de Perrelei, 51b, B - 2140 Borgerhout, Belgique (jacques.vanimpe@scarlet.be).

INTRODUCTION

La Communauté européenne abrite 140 000 à 190 000 couples nicheurs de la Sterne pierregarin (*Bird Life International*, 2004). Toutefois une régression marquée a été enregistrée dans plusieurs pays (HUME & LEMMETYINEN, 1997). En Belgique, 1 800 à 3 000 couples ont niché le long

de la côte à Zeebrugge au cours des années 2000-2007. C'était, et de loin, la colonie la plus importante du pays (COURTENS *et al.*, 2007, 2008). L'espèce est actuellement considérée comme "vulnérable" en Flandre, où au moins 70 % de la population totale est installée sur tout au plus, trois localités (DEVOS *et al.*, 2004). Quelques rares petites colonies existent à l'intérieur du pays dont

la plus importante se trouve sur la rive gauche de l'Escaut au Nord de la ville d'Anvers (= A.rg).

Généralement, l'évolution des colonies naturelles d'oiseaux est considérée comme instable et imprévisible à l'intérieur d'un pays où elles sont sujettes à une multitude de facteurs défavorables, notamment par modification profonde ou disparition du biotope. Il n'est pas étonnant que dans de nombreuses zones continentales européennes, la Sterne pierregarin ne survive aujourd'hui que grâce à la création de lieux de nidification artificiels, ainsi dans tout le pays en Allemagne, au lac de Constance et en Suisse (BECKER & SUDMANN, 1998; ZINTL, 1998; MEYER & SUDMANN, 2000; BEAUD, 2001).

Très peu de données ont été publiées sur la reproduction et le succès de reproduction de la Sterne pierregarin à A.rg. Durant des années, ce lieu fut sujet à un grand nombre de dérangements, parmi lesquels on retiendra principalement des atterrissages réguliers d'hélicoptères pendant les saisons de reproduction 1991-1997.

Les réactions des oiseaux couvant et séjournant en des lieux survolés par des avions et des hélicoptères ont donné lieu à des centaines de publications et de rapports (cf. notamment DAHLGREN & KORSCHGEN, 1992; KELLER, 1995; KEMPF & HÜPPOP, 1996; LARKIN *et al.*, 1996; KRIGSVELD *et al.*, 2004; PLUMPTON *et al.*, 2006). L'influence du trafic aérien sur les oies sauvages qui séjournent dans les régions polaires a été bien étudiée. Parmi les nombreuses études, une seule a traité des atterrissages de trafic aérien au sein ou à proximité de colonies d'oiseaux nicheurs, et ce, en Alaska auprès d'une colonie de Sternes arctiques *Sterna paradisaea* (U. S. Fish and Wildlife Service, 2006). Il est possible toutefois que de telles formes graves de perturbation se soient produites beaucoup plus fréquemment, sans avoir été publiées. KUSHLAN (1979) parle pourtant d'une "drastic disturbance" quand les oiseaux nicheurs ne retournent pas à leurs nids après cinq minutes. En Antarctique, il est généralement indiqué que les atterrissages d'avions et d'hélicoptères sont à éviter dans un rayon de 930 m des colonies d'oiseaux nicheurs (HARRIS, 2005). En ce qui concerne les régions habitées, ERWIN (1989) et Siebolts (1998) ont estimé que le survol aérien devrait respecter une zone-tampon autour des colonies de Sternes pierregarin nicheuses d'une largeur de

250-300 m. Nous pouvons dès lors nous demander comment il a été possible qu'au sein de la situation chaotique qui a régné à A.rg, des pontes de Sterne pierregarin aient pu être couvées et des poussins aller jusqu'à l'envol. L'objet de notre étude sera double :

- une analyse de l'influence sur la réussite de la reproduction, des atterrissages d'hélicoptères qui ont perduré pendant des années à proximité de colonies nicheuses ;

- une analyse des autres facteurs déterminants sur le devenir de la reproduction.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'habitat

La partie principale de l'aire d'investigation, la plaine du 'Deurganckdok' occupait une superficie de 31 ha. Au cours des différentes années, la Sterne pierregarin a niché dans des habitats très dissemblables. Pendant les années 70 du siècle passé, le profil initial des polders a été remblayé par des boues provenant de l'Escaut. Une vaste plaine de sable nu s'est développée (Photo 1), qui très tôt fut occupée par des plantes clairsemées : la Soude brûlée *Salsola kali*, le Chénopode rouge *Chenopodium rubrum* et la Morelle à trois fleurs *Solanum trifolium*.

Dans un stade suivant, les sables ont été colonisés par une végétation pionnière composée surtout de mousses *Brachythecium albicans* et *Ceratodon purpureus*. Quelques années plus tard encore, les zones sablonneuses ont été fixées par des ensemencements de graminées, surtout le Ray-grass anglais *Lolium perenne* et la Fétuque traçante *Festuca rubra*. Après une dizaine d'années, la couverture végétale des zones de reproduction fut couverte pour 40 à 70 % par une flore très hétérogène et variée : surtout la Vergerette du Canada *Coryza canadensis*, l'Anthémis des champs *Anthemis arvensis* et le Sénéçon sud-africain *Senecio inaequidens* accompagnés par une vingtaine d'autres espèces, parmi lesquelles des Oseilles *Rumex* sp., la Carotte *Daucus carota*, la Potentille anserine *Potentilla anserina*, le Grand plantain *Plantago major*, le Sénéçon de Jacob *Senecio jacobaea* et des Cirses *Cirsium vulgare* et *C. arvense* étaient les plus répandues.



PHOTO 1.— Lieu initial de nidification de la Sterne pierregarin *Sterna hirundo*, Deurganckdok, rive gauche de l'Escaut au Nord d'Anvers, 1984.

*Initial breeding site of the Common Tern *Sterna hirundo* at the Deurganckdok on the left bank of the river Scheldt north of Antwerp, 1984.*

Nombre de couples nicheurs et de jeunes prêts à l'envol par couple reproducteur (= j/c.)

La détermination du nombre de couples nicheurs a eu lieu à partir de monticules de sable d'environ 4 m de hauteur que les colonies entouraient largement. Puisqu'il n'était pas possible ici de déterminer précisément le nombre de couples nicheurs, nous avons pris en considération la moyenne entre un comptage minimum et un autre maximum. Pratiquement tous les ans, il a fallu tenir compte des déplacements des colonies, par suite des nombreuses perturbations. Au sein des colonies déplacées, la couvaison des œufs s'est généralement déroulée de manière asynchrone, et plusieurs comptages ont été nécessaires à chaque saison de reproduction. Aucun enclos n'a été utilisé au sein d'une colonie et le nombre de j/c. est valable pour l'ensemble des oiseaux nicheurs d'A.rg. Pour les saisons de reproduction 1976-1989, 1990-1993 et 1994-2007, la fourchette annuelle observée entre les valeurs minimales et maximales était alors $3,4 \pm 1,7 \%$ ($n = 14$), $12,8 \pm 3,4 \%$ ($n = 4$) et $4,8 \pm 4,3 \%$ ($n = 14$) du nombre total de niches.

Les décomptes du nombre de jeunes prêts à l'envol et presque prêts à l'envol ont généralement

été favorisés par le fait qu'ils étaient habituellement rassemblés à des endroits situés plus hauts sur le terrain de reproduction, où ils attendaient en groupe leurs parents nourriciers. Afin d'évaluer si la survie des jeunes a été influencée par les conditions météorologiques, le nombre obtenu de j/c. pour les mois d'avril-juillet de la période 1994 - 2007 a été comparé avec les données mensuelles de température moyenne et de précipitations totales recueillies par la station météorologique de Stabroek (IRM, Uccle). En 2000, le nombre de j/c. n'a pas pu être déterminé.

Atterrissages d'hélicoptères et perturbations

Pendant les saisons de reproduction 1991-1997, les colonies sur la plaine de l'actuel Deurganckdok (± 29 ha de superficie utile pour la nidification) ont été perturbées pratiquement quotidiennement par les agissements de l'homme, surtout par des atterrissages illégaux d'hélicoptères et dans un moindre degré par la pratique du motocross. Les perturbations provoquées par ces derniers intervenaient généralement de manière très passagère et les oiseaux nicheurs ne quittaient pas leur nid plus de 6 minutes. Les nombreux atterrissages d'hélicoptères au sein et à proximité des

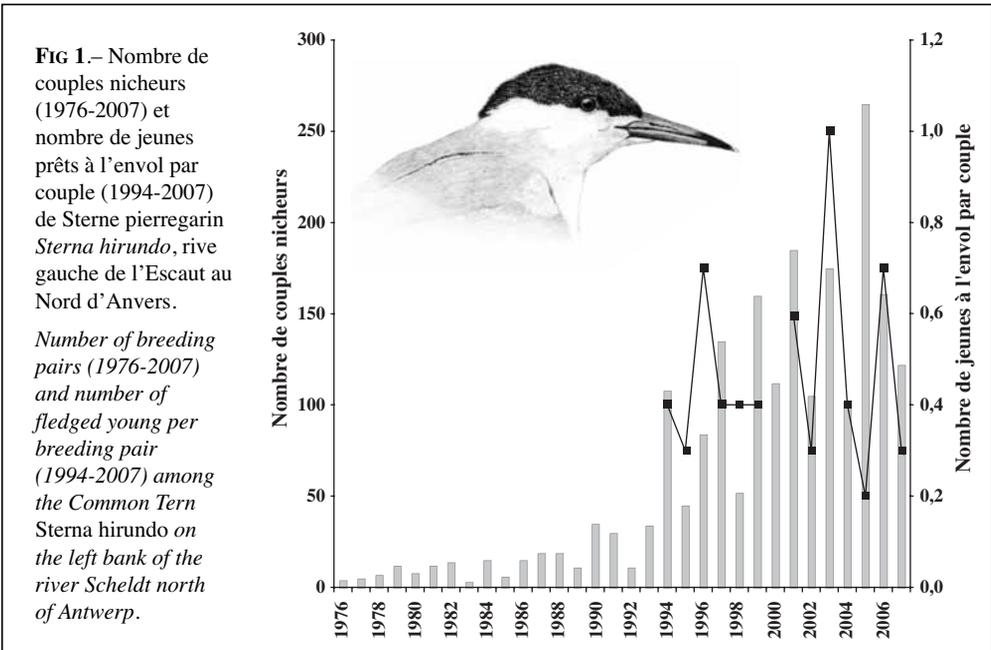
colonies étaient réalisés dans le cadre de vols d'entraînement qui avaient principalement lieu dans la partie ouest du terrain, le pilote et l'apprenti-pilote ne quittant pas leur appareil après l'atterrissage. Les moteurs des hélicoptères n'étaient pas coupés pendant les temps d'arrêt. À côté des véritables atterrissages, il y avait également beaucoup d'atterrissages simulés, où l'appareil restait pendant quelques minutes en "stand-by" à faible altitude. Ces perturbations sont intervenues à la fois durant la période de la ponte et celle de la couvaison.

Pour évaluer la réaction et l'éventuelle accoutumance des Sternes pierregarins face à ces graves perturbations, leur absence a été chronométrée à trois reprises : lors du début d'un vol de panique général, lors du premier retour et enfin au moment du retour massif sur le nid. La durée des absences a été arrondie à la minute. Toutes les observations ont eu lieu avec une température de midi comprise entre 10,5 et 21,5 °C, une force de vent de l'ordre de < 2 - 3 et en l'absence de pluie ou de brouillard. Pour chaque atterrissage contrôlé, la distance entre le lieu d'atterrissage et la limite de la colonie nicheuse a été estimée à vue d'oeil. Pour des mesures de protection, les colo-

nies concernées n'ont pas été examinées après les perturbations, de sorte que l'impact immédiat des atterrissages est resté méconnu. Dans la mesure du possible, le numéro de chaque hélicoptère a été noté à chaque atterrissage. Remarquons que pendant de nombreuses années, aucune forme de responsabilité n'a pu être émise à l'encontre des pilotes ou des organisateurs de ces atterrissages intolérables.

Prédation

Outre les observations directes de prédation, cette étude a comporté des recensements des nombres de Goéland argenté *Larus argentatus* et de Goéland brun *L. fuscus* ssp., qui au début de chaque visite faisaient le guet sur les monticules de sable environnants éloignés de 190 à 350 mètres des limites des colonies nicheuses. Après l'arrêt des atterrissages d'hélicoptères (période 1998-2001), une trentaine de nids, dispersés au hasard dans les colonies de sternes, ont été marqués chaque année. Après marquage, ces nids ont été visités tous les trois jours en y examinant le nombre d'œufs ou de poussins et d'éventuelles traces d'une prédation.



RÉSULTATS

Succession végétale dans l'habitat et nombre de couples nicheurs

Au cours d'une période de 32 ans (1976 - 2007), la Sterne pierregarin a déterminé très fidèlement son choix de lieu de nidification en fonction de la succession végétale, sur les 29 ha de la superficie de reproduction utile. Dans les premières années, il n'y avait comme substrat que de l'argile et du sable avec un maximum de 5 % de couverture végétale. Des terrains plus couverts n'étaient alors pas disponibles. Au fil des années, le degré moyen de couverture a progressivement augmenté et, en 1979, deux colonies fortes de ± 75 nids se sont même installés au milieu d'un secteur occupé par le Roseau des bois *Calamagrostis epigejos*. En 1995, 1996, 2004 et 2005, un couple a niché sur le toit d'un entrepôt. De ces derniers quatre cas de nidification, un seul jeune est arrivé à l'âge adulte en 1996.

Sur la rive gauche, l'évolution de la population nicheuse a connu trois périodes à distinguer (FIG. 1). Dans les années 1976-1989, la population nicheuse est restée en dessous des 20 couples. Dans la courte période qui a suivi (1990-1993), le nombre de 40 couples n'a pas été dépassé. À partir de 1994, nous avons constaté une réelle augmentation, lorsque pour la première fois une grande colonie (99 couples nicheurs) s'est installée dans la plaine, qui fait à présent partie du Deurganckdok. Dans la période 1994-2007, la population nicheuse a connu une progression linéaire significative ($r_s = 0,53$; $n = 14$; $P < 0,05$), avec un maximum de 265 (± 14) couples nicheurs en 2005. Il est à remarquer toutefois qu'au long du cycle reproducteur, des agressions intraspécifiques ou des actions de kleptoparasitisme n'ont été que rarement observées.

L'importance des lieux de nidification perturbés situés au Deurganckdok est indiquée sur la figure 2. Pendant les années 2004-2007, 81 % de l'ensemble des couples nicheurs à A.rg ont encore choisi cet habitat. Il est intéressant de noter que même pendant la période des atterrissages (1991-1997), ce lieu de nidification a connu une position de préférence, soulignant une phylopatricie assidue à cet habitat de moindre qualité.

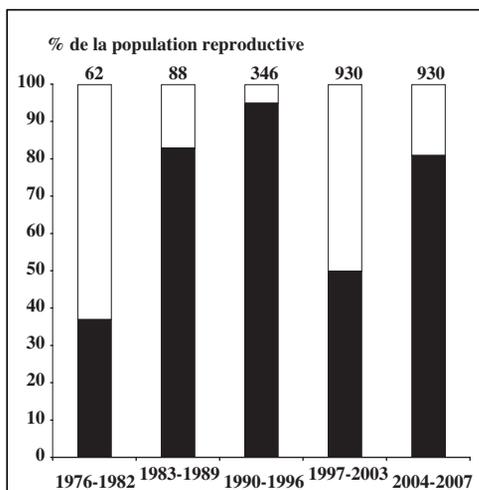


FIG 2.— Importance des lieux de nidification du Deurganckdok pour la Sterne pierregarin *Sterna hirundo* par rapport à sa population totale, rive gauche de l'Escaut au Nord d'Anvers, 1976-2007. Les nombres figurant au-dessus des colonnes ont trait aux nombres de couples nicheurs pendant la période envisagée.

*Importance of the breeding site of the Deurganckdok for the Common Tern *Sterna hirundo* relative to its whole population on the left bank of the river Scheldt north of Antwerp, 1976-2007. Numbers above columns indicate numbers of breeding pairs per indicated period.*

Nombre de jeunes prêts à l'envol (FIG. 1)

Durant la période 1994 - 2007 (excepté l'an 2000), nous avons enregistré une moyenne de $0,5 \pm 0,1$ j/c. sur l'ensemble des terrains de nidification. Pendant ces années, il n'y a pas eu de corrélation entre le nombre annuel de couples nicheurs et le nombre moyen de j/c. ($r_s = 0,15$; $n = 13$; n.s.). Aucun lien n'a par ailleurs pu être établi entre cette valeur et les données mensuelles de températures moyennes et de précipitations totales pour la période avril-juillet (températures: $r_s = < 0,2$ et précipitations: $r_s = < 0,1$; $n = 13$; les deux n.s.).

Ces résultats suggèrent que le succès du processus de reproduction dépendait d'autres facteurs. Il n'y a pas eu non plus de dépendance entre le nombre total annuel de jeunes prêts à l'envol et le nombre de couples nicheurs l'année d'après ($r_s = 0,03$; $n = 12$; n.s.). La grandeur de la colonie

TABLEAU I.– Succès de reproduction chez la Sterne pierregarin *Sterna hirundo* selon la grandeur de la colonie, rive gauche de l'Escaut au Nord d'Anvers, 1994-2007.

*Reproduction success in the Common Tern *Sterna hirundo* relative to colony size, left bank of river Scheldt near Antwerp, 1994-2007.*

Nombre de couples nicheurs	1	2 – 5	6 – 15	16 – 50	51 – 100	>101
Fréquence	9	9	11	17	7	4
Sans aucun succès	7 / 9	8 / 9	5 / 11	6 / 17	2 / 7	0 / 4
Nombre moyen de jeunes aptes à l'envol/couple reproducteur (± dév.st.)	0,3 ± 0,1	0,1 ± 0,06	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,7 ± 0,2

TABLEAU II.– Durée moyenne de l'absence, suite à des atterrissages d'hélicoptères chez les Sternes pierregarins *Sterna hirundo* nichant en colonie, rive gauche de l'Escaut au Nord d'Anvers, 1991-1997.

*Mean time of absence in breeding colony of Common Tern *Sterna hirundo* provoked by helicopter landings on the plain of Deurganckdok, left bank of river Scheldt near Antwerp, 1991-1997.*

Distance entre le lieu d'atterrissage et le bord de la colonie	Nombre d'observations	Grandeur de la colonie en couples nicheurs	Durée moyenne d'absence entre le décollage et le premier retour	Durée moyenne d'absence entre le décollage et le retour massif
0 m	1	30	29 m	48'
0 - 200 m	4	15 - 32	28 ± 21 m	34 ± 16'
200 - 400 m	9	15 - 60	13 ± 9 m	28 ± 10'
400 - 600 m	8	30 - 135	14 ± 8 m	22 ± 12'
600-800 m	6	30 - 135	4 ± 4 m	11 ± 7'
> 800 m	5	15 - 100	7 ± 5 m	6 ± 4'

a semblé par contre être importante pour le succès de la reproduction (TAB. I). Les couples nicheurs isolés et les petites communautés (2-5 nids) n'ont produit qu'un petit nombre de jeunes prêts à l'envol et dans 15 cas sur 18, ils se sont soldés par des échecs. Les meilleurs résultats ont été obtenus dans le cas de grandes colonies (> 101 couples), qui ont produit une moyenne de $0,7 \pm 0,2$ j/c.

Atterrissages d'hélicoptères

Pendant sept saisons de reproduction (1991 - 1997), des atterrissages ont été notés pendant deux à trois jours par semaine avec une fréquence de 1 à 5 fois par jour (0,1-0,6 /heure). Lors de 33 atterrissages contrôlés, l'appareil est resté pendant 3 à 11 minutes (une seule fois) au sein ou à proximité (< 400 m, 13 fois) d'une colonie. La durée moyenne d'atterrissage était de $6' 20'' \pm 4' 01''$. Il était clair pour les observateurs que les Sternes

pierregarins quittaient parfois leur colonie avant même que le bruit du rotor de l'hélicoptère nous soit perceptible. Le tableau II donne la durée moyenne de leur absence. Les Sternes pierregarins quittaient leur colonie d'autant plus longtemps que la distance entre le lieu d'atterrissage et les limites de la colonie était faible. Ceci ressort à la fois en ce qui concerne le premier retour ($r_s = 0,9$; $n = 6$; $P < 0,05$) et le retour massif des oiseaux nicheurs ($r_s = 1$; $n = 6$; $P < 0,01$). Le nombre d'observations visant à déterminer si les oiseaux étaient sujets à une certaine accoutumance aux atterrissages est resté limité, nous incitant à une interprétation prudente des résultats obtenus. Les résultats du tableau III suggèrent malgré tout une accoutumance aux atterrissages répétés.

Chaque année, les atterrissages étaient responsables de déplacements considérables de l'ensemble ou de grandes parties des colonies vers

TABLEAU III.— Recherche sur l'accoutumance d'une colonie (± 30 couples) de la Sterne pierregarin *Sterna hirundo* aux atterrissages d'hélicoptères, rive gauche de l'Escaut au Nord d'Anvers, 1995.

*Research on the acclimatisation to helicopter landings of a colony of Common Terns *Sterna hirundo* (± 30 breeding pairs), on the left bank of the river Scheldt near Antwerp, 1995.*

Date	Moment de l'atterrissage	Distance entre le lieu d'atterrissage et le bord de la colonie	Durée d'absence entre le décollage et le premier retour	Durée d'absence entre le décollage et le retour massif
26 mai	10h25	0 - 200 m	21'	26'
27 mai	11h25	200 - 400 m	17'	34'
27 mai	14h35	0 - 200 m	29'	37'
27 mai	15h17	200 - 400 m	14'	31'
27 mai	16h54	400 - 600 m	18'	29'
3 juin	9h50	400 - 600 m	10'	17'
3 juin	13h54	400 - 600 m	13	21

la partie est plus calme de l'ancienne plaine du Deurganckdok. Ainsi, en 1994, nous avons constaté le déplacement d'une colonie de ± 99 couples nicheurs et en 1995, ce fut le tour de colonies de ± 15 et ± 30 couples nicheurs. En 1996, deux colonies de 28-32 couples se sont déplacées et une autre de ± 135 couples en 1997. Malgré ces déplacements, quelques poussins sont tout de même parvenus à l'âge adulte dans la plupart des colonies affectées par les atterrissages d'hélicoptères.

Prédation

Les atterrissages d'hélicoptères n'ont pas uniquement chassé les Sternes pierregarins nicheuses, ils ont également fait fuir une série de prédateurs potentiels des colonies. Le nombre de goélands (presque exclusivement des Goélands argentés), était pendant les années des atterrissages (1991 - 1997) d'au plus, huit oiseaux, qui s'installaient de façon irrégulière sur les collines de sable avoisinant les colonies de sternes. À partir de 1998, la première année après l'arrêt des atterrissages, l'estivage des Goélands argentés est devenu permanent et leur nombre a progressivement augmenté sur ces postes d'observation, pour atteindre dans les dernières années (2004–2007) un nombre maximum de 95 oiseaux (en moyenne 52 ± 18 ; $n = 27$). De plus, sur un ensemble de 225 nids de sternes occupés pendant la période succédant aux atterrissages (1998-2001), 184 (83 %) ont perdu leur ponte. Bien que des observations

sur des actes de prédation fassent défaut, sauf en ce qui concerne les goélands et le Faucon crécerelle *Falco tinnunculus*, nous pensons que le Renard *Vulpes vulpes* et des petits rongeurs ont été également en partie responsables du nombre élevé de nids désertés.

Pendant une période plus élargie (1998-2007), sur 19 colonies, 11 échecs complets ont encore été notés. Les causes principales d'une absence d'un succès de reproduction étaient attribuables aux causes suivantes: -prédation par les goélands (quatre fois); -dérangements par des travaux au Deurganckdok (deux fois); -dérangements par la pratique du moto-cross qui donna lieu à une prédation croissante (deux fois); -excès de précipitations, suivies d'inondations (une fois); - l'intervention d'un renard qui avait élu domicile à une distance d'environ 300 m d'une colonie (une fois); -présence d'une troupe de Bernaches du Canada *Branta canadensis*, forte de 35 à 55 individus qui avaient choisi une aire de repos fixe au milieu d'une colonie de ± 60 couples de la Sterne pierregarin (une fois).

DISCUSSION

Les principaux points qui peuvent être mentionnés dans l'historique de la Sterne pierregarin à A.rg sont le nombre croissant de couples nicheurs et la fidélité au lieu de reproduction du

Deurganckdok. Malgré les atterrissages d'hélicoptères à proximité des colonies (1991-1997), suivis par une période d'importante prédation (1998-2007), le nombre de couples n'a cessé d'augmenter. Le retour annuel à un habitat recouvert d'une végétation de plus en plus dense et qui plus tard, a été surélevé d'environ sept mètres suite à de nouveaux remblayages de sable, a été aussi remarquable. L'espèce a supporté l'aspect fortement modifié des lieux de nidification avec une grande plasticité. Une telle caractéristique de fidélité au lieu de reproduction a également été citée dans d'autres études (e.a. AUSTIN, 1947; GONZÁLEZ-SOLÍS *et al.*, 1999b; BECKER *et al.*, 2001).

Succès de reproduction de la Sterne pierregarin à Anvers rive gauche

Au cours de la période 1994-2007 les sternes ont produit en moyenne $0,5 \pm 0,1$ j/c. Ce résultat est probablement encore un peu trop élevé, puisque VAN WAEYENBERGE & STIENEN (2002) ont constaté une prédation par des Goélands argentés sur des jeunes qui avaient déjà pris leur envol. Ces chercheurs donnent pour les années 1997-2001 une réussite de la reproduction nettement meilleure à Zeebruges, avec 0,8 à 1,4 j/c., en association avec une offre de nourriture élevée (voir également COURTENS *et al.*, 2007). Les résultats de Zeebruges ont été obtenus avec utilisation d'enclos et de ce fait, sont difficilement comparables à ceux obtenus à la rive gauche d'Anvers. Pour toute la région du Delta aux Pays-Bas, une moyenne de 0,55-0,60 j/c. a été relevée au cours de 1994-2004 et 0,4 j/c. à partir de 2000 (MEININGER *et al.*, 2005). WILLEMS *et al.* (2005) ont mesuré sur l'île de Griend dans la mer des Wadden (1991-2004, 14 ans avec enclos), une moyenne d'environ 0,5 j/c. Sur l'île de Béniguet, Finistère, YÉSOU *et al.* (2005) ont compté 0,46 j/c. sur une période de dix ans, durant lesquels la colonie a été exempte de perturbations humaines. Nous pouvons conclure de cette série de comparaisons que la réussite de la reproduction sur notre terrain d'étude s'inscrit au sein de celles obtenues dans les régions mentionnées ci-dessus. Cette constatation est source d'étonnement, quand on connaît les nombreux facteurs qui ont pu influencer négativement la reproduction de la Sterne pierregarin sur la rive gauche d'Anvers. Il n'est pas

exclu que l'absence de marées d'équinoxe ait ici favorisé le résultat. L'absence de telles marées est en effet considérée comme l'une des principales raisons d'une meilleure réussite de la reproduction dans les lieux de nidification artificiels à l'intérieur du pays par rapport aux zones côtières (BRUDERER & SCHMID, 1988; SUDMANN & MEYER, 1993; BECKER *et al.*, 1994; ZINTL, 1998; MEYER & SUDMANN, 1999). Un deuxième effet positif à A.r.g pourrait provenir de la faible distance de vol entre la source de nourriture et le lieu de nidification. Ici les sternes auraient pu trouver l'approvisionnement pour leur progéniture dans l'Escaut, à une distance de 7,6-15 km de leur lieu de nidification mais cette distance était en réalité rarement parcourue les sternes trouvant en général leur butin à quelques centaines de mètres de leur nid, dans des eaux douces, caractérisées par une réserve de nourriture plus constante.

La valeur de $0,5 \pm 0,1$ j/c. répond-t-elle à la norme pour maintenir une population de Sternes pierregarins ? STIENEN & BRENNINKMEIJER, (1998) estiment que 0,4 jeune /couple est vraisemblablement trop faible pour maintenir le niveau d'une population et, dans le cadre de simulations, WENDELN & BECKER (1998) sont arrivés à la conclusion que le seuil de 0,85 jeune/couple/an est nécessaire pour conserver l'équilibre au sein d'une population. Ces mêmes chercheurs ajoutent que quand la réussite de la reproduction reste pendant des années inférieure à 0,9 j/c., le taux de mortalité au sein de la colonie ne peut être compensé et la population doit être renforcée par une immigration d'oiseaux étrangers. Ces constatations, parallèlement à la disparition imminente du principal lieu de nidification au Deurganckdok en raison de l'extension du port d'Anvers, montrent la situation précaire de la survie de la Sterne pierregarin à A.r.g.

Les atterrissages d'hélicoptères

Les Sternes pierregarin sont très sensibles à toutes sortes de formes de perturbations (STIENEN & BRENNINKMEIJER, 1992). Une étude sur la réaction des oiseaux face aux vols d'hélicoptères est difficile (e.a. SMIT *et al.*, 2006), parce que de nombreux paramètres de celle-ci font généralement défaut ou ne peuvent être développées. Tel fut également le cas à A.r.g. À la fois le modèle

d'hélicoptère et une analyse de l'intensité du bruit avec les interférences et les effets cumulatifs possibles n'ont pu être reconnus. Ces déterminations sont néanmoins importantes pour une évaluation scientifique des dommages causés par le trafic aérien aux oiseaux ou aux mammifères (LARKIN *et al.*, 1996).

Le bruit des rotors d'hélicoptères agit de façon plus prépondérante sur les réactions de fuite des oiseaux que le bruit engendré par les moteurs d'avions (WATSON, 1993; GRUBB & KING, 1991; OWENS, 1977; WARD *et al.*, 1994, 1999). Les oiseaux perçoivent le son de loin (BERGER *in* DAHLGREN & KORSCHGEN, 1992; MOSBECH & GLAHDER, 1991), ce qui concordait avec nos constatations sur la rive gauche.

Les différentes sources donnent un aperçu détaillé des conséquences physiologiques du bruit des avions sur les oiseaux (HÜPPOP & HAGEN, 1990; KEMPF & HÜPPOP, 1998). Même en l'absence de toute réaction de peur visible, leurs battements du cœur peuvent augmenter jusqu'à 15 fois et leur consommation d'énergie en cas de réactions de fuite être jusqu'à 12 fois supérieure. Plusieurs chercheurs ont attiré l'attention sur le fait que le bruit du survol d'hélicoptères avait un impact négatif sur le processus de reproduction (HENSON & GRANT, 1991; CHARDINE & MENDENHALL, 2003) et pouvait nuire à l'éclosion des embryons (VINCE *et al.*, 1984). Par contre, les réactions de fuite inopinées causées par un trafic aérien trop proche s'est avéré ne pas porter atteinte au succès de la reproduction chez un certain nombre d'espèces, telles la Buse à queue rousse *Buteo jamaicensis* (ANDERSEN *et al.*, 1989), le Faucon gerfaut *Falco rusticolus* (PLATT *in* LARKIN *et al.*, 1996), la Grue du Canada *Grus canadensis* (Dwyer & TANNER, 1992) et le Goéland bourgmestre *Larus hyperboreus* (GOLLOP *et al.*, 1974).

Sur les terrains de reproduction du Deurganckdok, la plupart des colonies ont été contraintes de se déplacer à cause des atterrissages d'hélicoptères. Nous savons concernant la Sterne pierregarin que lorsque le processus de reproduction est remis à une date ultérieure au printemps, le volume de l'oeuf diminue (GONZÁLEZ-SOLÍS *et al.*, 1999a), ce qui réduit les chances de survie des poussins (DAAN *et al.*, 1999; HARRIS *et al.*, 1992). Contrairement aux attentes, quelques jeunes ont

néanmoins réussi à prendre leur envol dans les restes de colonies déplacées. Aussi contradictoire que cela puisse être, nous n'avons pas constaté de différence à la rive gauche en ce qui concerne le résultat de reproduction sur quatre ans avec atterrissages d'hélicoptères et autres perturbations (1994–1997) et celui de la période d'après qui a certes été soumise à une forte prédation (1998–2007) : pour les deux périodes $0,5 \pm 0,1$ j/c.

Prédation

Comme des avions sont utilisés pour chasser les oiseaux en cas de plaintes de dommages (aperçu chez KEVAN, 1992), les atterrissages au Deurganckdok ont également provoqué la fuite des prédateurs de la Sterne pierregarin. L'augmentation soudaine des Goélands argentés dans l'entourage des colonies de Sterne pierregarin a été spectaculaire à partir de 1998, la première année après l'arrêt des atterrissages d'hélicoptères.

C'est principalement la prédation par le Goéland argenté qui a eu un impact sur la reproduction de la Sterne pierregarin à A.rg. La littérature nous apprend que la Sterne pierregarin paie un lourd tribut aux Goélands argentés quant à la réussite de sa reproduction (GUILLEMETTE & BROUSSEAU, 2001) et notamment les petites colonies de moins de 11 nids (HERNANDEZ-MATIAS & RUIZ, 2003). Notre étude a également permis d'observer une réussite de la reproduction bien moindre dans les plus petites colonies. Dans la Mer de Wadden allemande, 30 % de l'ensemble de la prédation des nids étaient attribuables aux Goélands argentés (BECKER, 1998) et dans le Delta de l'Èbre, une prédation partielle ou totale par le Goéland leucophée *Larus cachinnans* a été constatée entre 2,3 et 80 % et entre 0 et 100 % respectivement en 1999 et en 2000. Selon SPRETKE (1998), sur l'île de Kirr (Mecklenbourg-Poméranie occidentale), les poussins de Sternes pierregarins de deux à cinq jours étaient les proies privilégiées des Goélands argentés et 7,8 % des poussins bagués ont été prélevés. Enfin, NEUBAUER (1998) a constaté en Allemagne de l'Est que l'abandon d'une régulation du nombre des Goélands argentés à immédiatement conduit à un impact sur la population de Sternes pierregarins. En revanche, selon YÉSOU *et al.* (2005), qui ont constaté sur l'île de Béniguet une prédation de

19 à 23 % des nids par les goélands, la Sterne pierregarin pouvait bien survivre en coexistence avec ces derniers.

En fin de compte, considérant les résultats présentés dans la FIG. 1, il semble que la reproduction de l'ensemble de la population d'A.rg pendant la période des atterrissages (1991-1997) n'ait pas plus souffert que pendant la période avant et après ces nuisances. Malgré le bruit assourdissant, les dérangements chaotiques et les déplacements de colonies provoqués par les hélicoptères, il est apparu que les Sternes pierregarins avaient pu tirer un certain profit à partir de ces événements majeurs. Il y a des indices qui laissent à penser que les hélicoptères ont constitué une source d'effarouchements des prédateurs.

REMERCIEMENTS

La Sterne pierregarin a connu à Anvers rive gauche un passé incroyablement mouvementé. De nombreuses personnes se sont mobilisées pour remédier à une situation apparemment sans issue qui a duré des années. Willy VAN GASSE (†) a passé de nombreuses heures à proximité des colonies, dans l'espoir de gêner les hélicoptères sur le point d'atterrir. Willy a mis sa vie en danger à de nombreuses reprises pour la préservation de la Sterne pierregarin à la rive gauche d'Anvers. Nous lui en sommes très reconnaissants. Ir. W. WILSENS et P. GERENÉ (†) ont été les premiers à dénoncer avec succès, en collaboration avec le *Werkgroep Natuurpunt Wase Linkerscheldeover*, les pratiques illicites sur de nombreuses aires de stationnement d'hélicoptères en Belgique. L'engagement et les efforts de toutes ces personnes dépassent de loin la valeur des remerciements.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSEN (D. E.), RONGSTAD (O.J.) & MYTTON (W.R.) 1989.– Response of Red-tailed Hawks to helicopter overflights. *Condor*, 91 : 296-299.
- AUSTIN (O. L.) 1947.– A study of the mating of the Common Tern (*Sterna hirundo*). *Bird Banding*, 18 : 116.
- BEAUD (M.) 2001.– Quelques expériences dans le domaine de la protection de la Sterne pierregarin *Sterna hirundo* en période de nidification. *Nos Oiseaux Suppl.* 5 : 73–80.
- BECKER (P.H.) 1998.– Langzeittrends des Bruterfolgs der Flusseeeschwalbe *Sterna hirundo* und seiner Einflussgrößen im Wattenmeer. *Vogelwelt* 119 : 223–234.
- BECKER (P.H.) & SUDMANN (S.R.) 1998.– Quo vadis *Sterna hirundo*?. *Vogelwelt*, 119 : 293–304.
- BECKER (P.H.), DISTELRATH (F.), FRANK (D.), FRICK (S.), GLASMACHER (M.), MEYER (B.C.) & SUDMANN (S.R.) 1994.– Vergleich des Bruterfolgs der Flusseeeschwalbe (*Sterna hirundo*) im Wattenmeer und am Niederrhein. *Charadrius*, 30 : 152-156.
- BECKER (P.H.), WENDELN (H.) & GONZÁLES-SOLÍS (J.) 2001.– Population dynamics, recruitment, individual quality and reproductive strategies in Common Terns *Sterna hirundo* marked with transponders. *Ardea*, 89 (special issue) : 241–252.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004.– *Birds in the European Union : a status assessment*. Wageningen, The Netherlands, BirdLife International.
- BRUDERER (D.) & SCHMID (H.) 1988.– Die Situation der Flusseeeschwalbe *Sterna hirundo* in der Schweiz und im angrenzenden Ausland 1976-1987. *Orn. Beob.*, 85 : 159 – 172.
- CHARDINE (J.) & MENDENHALL (V.) 2003. (Eds.).– *Conservation of Arctic Flora and Fauna. Human disturbance at Arctic seabird colonies*. Technical Report N° 2. CAFF Circumpolar Seabird Working Group. <http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/geos/xo.html>.
- COURTENS (W.), STIENEN (E.W.M.) & VAN DE WALLE (M.) 2007.– Het broedseizoen 2007 te Zeebrugge. Een eerste impressie. *Vogelnieuws* 8 : 16-18.
- COURTENS (W.E.), STIENEN (W.) & VAN DE WALLE (M.) 2008.– *Sternen te Zeebrugge. Broeden op een kunstmatig eiland*. Sint-Niklaas, Vogelbescherming.be.
- DAAN (S.), DIJKSTRA (C.), DRENT (R.H.) & MEIJER (T.) 1999.– Food supply and timing of avian reproduction. *Int. Ornithol. Cong. Proc.*, 19 : 392-407.
- DAHLGREN (R.B.) & KORSCHGEN (C.E.) 1992.– *Human disturbances of waterfowl : an annotated bibliography*. U.S. Fish and Wildlife Service Resource Publication 188, Jamestown ND, Northern prairie Wildlife Research Center Online.
- DEVOS (K.), ANSELIN (A.) & VERMEERSCH (G.) 2004.– *Een nieuwe Rode Lijst van de broedvogels in Vlaanderen (versie 2004)* pp. 62–75 In :

- VERMEERSCH (G.), ANSELIN (A.), DEVOS (K.), HERREMANS (M.), STEVENS (J.), GABRIËLS (J.) & VAN DER KRIEKEN (B.) 2004.– *Atlas van de Vlaamse broedvogels 2000-2002*. Bruxelles, Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud, 23.
- DWYER (N.C.) & TANNER (G.W.) 1992.– Nesting success in Florida Sandhill Cranes. *Wilson Bull.*, 104: 22-31.
 - ERWIN (R.M.) 1989.– Responses to human intruders by birds nesting in colonies: experimental results and management guidelines. *Colonial Waterbirds*, 12: 104-408.
 - GOLLOP (M.A.), BLACK (J.E.), FELSKE (B.E.) & DAVIS (R.A.) 1974.– *Disturbance studies of breeding Black Brants, Common Eiders, Glaucous Gulls and Arctic Terns at Nunak Spit and Philips Bay, Yukon Territory, July, 1972*. Pp. 153-202 In: GUNN (W.W.H.) & LIVINGSTON (J.A.) (Eds.). *Arctic Gas Biological Report Series: Disturbance to birds by gas compressor noise simulators, aircraft and human activity in the MacKenzie Valley and North Slope*. 1972. Ottawa, ON, L.G.L. Limited, Environmental Research Associates..
 - GONZÁLES-SOLÍS (J.), BECKER (P.H.), JOVER (L.) & RUIZ (X.) 1999a.– Intraindividual seasonal decline of egg-volume in Common Tern *Sterna hirundo*. *Acta ornithologica*, 34: 185-190.
 - GONZÁLES-SOLÍS (J.), WENDELN (H.) & BECKER (P.H.) 1999b.– Within and between season nest-site and mate fidelity in Common Terns (*Sterna hirundo*). *J. Ornithol.*, 140: 491-498.
 - GRUBB (T.G.) & KING (R.M.) 1991.– Assessing human disturbance of breeding Bald Eagles with classification tree models. *Journal Wildl. Manage*, 55: 500-511.
 - GUILLETTE (M.) & BROUSSEAU (P.) 2001.– Does culling predatory gulls enhance to productivity of breeding Common Terns? *J. Appl. Ecol.*, 38: 1-8.
 - HARRIS (C.M.) 2005.– Aircraft operations near concentrations of birds in Antarctica: the development of practical guidelines. *Biol. Conserv.*, 125: 309-322.
 - HARRIS (M.P.), HALLEY (D.J.) & WANLESS (S.) 1992.– The post-fledging survival of young Guillemots *Uria aalge* in relation to hatching date and growth. *Ibis*, 134: 335-339.
 - HENSON (P.) & GRANT (T.A.) 1991.– The effects of human disturbance on Trumpeter Swan breeding behavior. *Wildl. Soc. Bull.*, 19: 248-257.
 - HERNÁNDEZ-MATÍAS (A.) & RUIZ (X.) 2003.– Predation on Common Tern eggs by the Yellow-legged Gull at the Ebro Delta. *Sci. Mar.*, 67 (Suppl. 2): 95-101.
 - HUME (R.) & LEMMETYINEN (R.) 1997.– *Sterna hirundo* - Common Tern. pp. 356-357 In: HAGEMEIJER (W.J.M.) & BLAIR (M.J.) *The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their Distribution and Abundance*. Londres, T & AD Poyser.
 - HÜPPOP (O.) & HAGEN (K.) 1990.– Der Einfluss von Störungen auf Wildtiere am Beispiel der Herzschnäbler brütender Austernfischer (*Haematopus ostralegus*). *Vogelwarte*, 35: 301-310.
 - KELLER (V.) 1995.– Auswirkungen menschlicher Störungen auf Vögel - eine Literaturübersicht. *Orn. Beob.*, 92: 3-38.
 - KEMPF (N.) & HÜPPOP (O.) 1996.– Auswirkungen von Fluglärm auf Wildtiere: ein kommentierter Überblick. *J. Ornithol.*, 137: 101-113.
 - KEMPF (N.) & HÜPPOP (O.) 1998.– Wie wirken Flugzeuge auf Vögel? - Eine bewertende Übersicht. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 30: 17-28.
 - KEVAN (S.D.) 1992.– *A review of methods to reduce bird predation on land-based fish farms*. Canadian Wildlife Service Conservation and Protection. Unpublished report, Nepean.
 - KRIGSVELD (K.L.), VAN LIESHOUT (S.M.J.), VAN DER WINDEN (J.) & DIRKSEN (S.) 2004.– *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Literatuurstudie naar de reactie van vogels op recreatie*. Vogelbescherming Nederland, Bureau Waardenburg bv.
 - KUSHLAN (J.A.) 1979.– Effects of helicopter censuses on wading bird colonies. *Journal Wildl. Manage*, 43: 756-760.
 - LARKIN (R.P.), PATER (L.L.) & TAZIK (D.J.) 1996.– *Effects of military noise on wildlife: A literature review*. Champaign, Illinois, US Army Corps of Engineers. USACERL Technical Report 96/21.
 - MEININGER (P.L.), HOEKSTEIN (M.S.J.), LILIPALY (S.J.) & WOLF (P.A.) 2005.– *Boedsucces van kustbroedvogels in het Deltagebied in 2004*. Middelburg, Rapport RIKZ/2005.02. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat.
 - MEYER (B.C.) & SUDMANN (S.R.) 1999.– Bestandsentwicklung der Flusseeeschwalbe in Nordrhein-Westfalen. *LÖBF-Mitteilungen*, 2: 67-72.
 - MEYER (B.C.) & SUDMANN (S.R.) 2000.– Flusseeeschwalbe: Erfolgreiche Überbrückungshilfe im Binnenland. *Falke*, 47: 328-334.
 - MOSBECH (A.) & GLAHDER (C.) 1991.– Assessment of the impact of helicopter disturbance on moulting Pink-footed Geese, *Anser brachyrhynchus*,

- and Barnacle Geese, *Branta leucopsis*, in Jameson Land, Greenland. *Ardea*, 79: 233-237.
- NEUBAUER (W.) 1998.– Habitatwahl der Flusseeeschwalbe *Sterna hirundo* in Ostdeutschland. *Vogelwelt*, 119: 169-180.
 - OWENS (N.W.) 1977.– Responses of wintering Brant Geese to human disturbance. *Wildfowl*, 28: 5-14.
 - PLUMPTON (D.), SHEAFFER (S.), HUNSAKER (D.) & SCOTT (P.) 2006.– *Review of studies related to aircraft noise disturbance of waterfowl*. Norfolk, Virginia, Technical report prepared for U. S Department of the Navy Naval Facilities Engineering Command Atlantic.
 - SIEBOLTS (U.) 1998.– Reaktionen der Flusseeeschwalbe *Sterna hirundo* gegenüber Menschen in verschiedenen Brutkolonien. *Vogelwelt*, 119: 271-277.
 - SMIT (C.), DE JONG (M.) & SCHERMER (D.) 2006.– The effects of helicopter activities near Den Helder airport. *Wader Study Group Bull.*, 111: 21.
 - SPRETKE (T.) 1998.– Zur Prädation von Silbermöwen *Larus argentatus* bei Flusseeeschwalben *Sterna hirundo* auf der Insel Kirr. *Vogelwelt*, 119: 205-208.
 - STIENEN (E.W.M.) & BRENNINKMEIJER (A.) 1992.– *Ecological profile of the Common Tern* (*Sterna hirundo*). Arnhem, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek.
 - STIENEN (E.W.M.) & BRENNINKMEIJER (A.) 1998.– Population trends in Common Terns *Sterna hirundo* along the Dutch coast. *Vogelwelt*, 119: 165-168.
 - SUDMANN (S.R.) & MEYER (B.C.) 1993.– Aktuelle Situation der niederrheinischen Flusseeeschwalbenpopulation (*Sterna hirundo*). *Charadrius*, 29: 151-157.
 - U.S. Fish and Wildlife Service 2006.– *Arctic Tern* *Sterna paradisaea*. pp 51-52 In: *Alaska Migratory Bird Management*. Anchorage, Alaska, Alaska Seabird Information Series.
 - VAN WAAYENBERGE (J.) & STIENEN (E.W.M.) 2002.– Broedsucces van sternens in de Zeebrugse, voorhaven: overzicht van enkele resultaten van de Visdief. *Vogelnieuws*, 3: 16- 20.
 - VINCE (M.A.), OCKLEFORD (E.) & READER (M.) 1984.– The synchronisation of hatching in Quail embryos: aspects of development affected by a retarding stimulus. *J. Exp. Zool.*, 229: 273-282.
 - WARD (D.H.), STEHN (R.A.) & DERKSEN (D.V.) 1994 - Response of staging Brant to disturbance at the Izembek Lagoon, Alaska. *Wildl. Soc. Bull.*, 22: 220-228.
 - WARD (D.H.), STEHN (R.A.), ERICKSON (W.P.) & DERKSEN (D.V.) 1999.– Response of fall-staging Brant and Canada Geese to aircraft overflights in Southeastern Alaska. *Journal Wildl. Manage.*, 63: 373-381.
 - WATSON (J.W.) 1993.– Responses of nesting Bald Eagles to helicopter surveys. *Wildl. Soc. Bull.*, 1: 171-178.
 - WENDELN (H.) & BECKER (P.H.) 1998.– Populationsbiologische Untersuchungen an einer Kolonie der Flusseeeschwalbe *Sterna hirundo*. *Vogelwelt*, 119: 209-217.
 - WILLEMS (F.), OOSTERHUIS (R.), DIJKSEN (L.J.), KATS (R.K.H.) & ENS (B.J.) 2005.– *Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee 2005*. SOVON-onderzoeksrapport 2005/07. Alterra-rapport 1265. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen - Alterra, Texel.
 - YÉSOU (P.), BERNARD (F.), MARQUIS (J.) & NISSER (J.) 2005.– Biologie de reproduction de la Sterne pierregarin *Sterna hirundo* sur l'Île de Béniguet, Finistère. *Alauda*, 73: 107-118.
 - ZINTL (H.) 1998.– Bestandsentwicklung der Flusseeeschwalbe *Sterna hirundo* in Bayern.– *Vogelwelt*, 119: 123-132.



OISEAUX DU MAGHREB

4 CD et livret bilingue de 68 pages (with English texts)

OISEAUX D'AFRIQUE (Volume I)

Ces quatre premiers disques compacts traitent des oiseaux du Sahara, du Maghreb, des Canaries et des îles du Cap vert. Ce coffret présente donc 423 espèces, sur les 425 espèces observables dans ces régions, avec plus de 1 000 enregistrements de Claude CHAPPUIS.

53,40 € (plus frais de port)

A commander à MNHN-SEOF, Case postale 51, 55 rue Buffon,
F-75231 Paris Cedex 05