

CARAC

TERIS

TIQUES ET

MANCHE - MER DU NORD

ÉTAT

ÉCOLO

GIQUE

CARACTÉRISTIQUES ET ÉTAT ÉCOLOGIQUE

MANCHE - MER DU NORD

JUIN 2012

ÉTAT BIOLOGIQUE

Caractéristiques biologiques - biocénoses

Oiseaux marins

Pierre Yésou
(ONCFS, Nantes, GIS Oiseaux marins).
Avec la participation de
Bernard Cadiou (GIS Oiseaux marins),
Gérard Debout (Groupe ornithologique normand et GISOM),
Laurent Germain (AAMP),
Mélanie Le Nuz (Réserve naturelle des Sept-Îles – GISOM).



Les espèces considérées ici sont les oiseaux de mer au sens strict, c'est-à-dire des espèces qui se reproduisent à terre – essentiellement sur le littoral ou sur des îles, mais parfois loin dans les terres pour quelques espèces –, mais dépendent exclusivement ou très majoritairement du milieu marin, soit toute l'année, soit entre deux saisons de reproduction : Gaviidés, Procellariiformes, Phalacrocoracidés, Sulidés, Stercorariidés, Sternidés, Alcidés et Laridés, à l'exception, pour ces derniers, d'espèces qui sont avant tout continentales en France : la mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus* et le goéland cendré *Larus canus*.

D'autres groupes d'oiseaux, non considérés ici, peuvent fréquenter en nombre la frange littorale et particulièrement l'estran : Ansériformes, Podicipédidés, nombreuses espèces de limicoles regroupant plusieurs familles au sein des Charadriiformes. En France, une minorité de ces taxons justifie la mise en œuvre de zones de protection spéciale (ZPS) désignées dans le cadre de Natura 2000 en mer au titre de la directive « oiseaux » [1]. Aussi, leur suivi s'inscrit majoritairement dans les politiques de conservation « continentales » [2] [3].

1. POPULATIONS SE REPRODUISANT SUR LES CÔTES DE FRANCE

1.1. SUIVI DES POPULATIONS

Les oiseaux marins se reproduisant dans cette sous-région marine – qui correspond à la zone OSPAR II qui inclut l'extrême nord de la façade atlantique, jusqu'à la pointe du Raz – ont fait l'objet de dénombrements décennaux sur les périodes 1969-1970, 1977-1979, 1987-1989, 1997-1999, avec des recours très minoritaires à des informations provenant d'années proches (1996 et 2000 dans le dernier cas) ; un cinquième dénombrement national était en cours sur la période 2009-2012 et n'a pu être intégré à la présente évaluation [4] [5] [6].

Pour certaines espèces réputées rares ou menacées, les recensements sont annuels [7]. Pour d'autres, seules certaines colonies – entre autres celles situées sur les espaces protégés – voire certaines régions, comme la Basse-Normandie, sont suivies annuellement, ou bien toute la population est recensée à intervalle régulier entre les dénombrements décennaux (à noter le cas particulier du grand cormoran *Phalacrocorax carbo* dont le recensement a été effectué sur commande du Ministère chargé de l'environnement [8] [9]). Historiquement initiés par des associations d'étude et de protection de la nature, ces suivis font de plus en plus régulièrement l'objet de commandes et cadrage par des organismes publics.

Les informations recueillies sont centralisées dans une base de données nationale gérée par le Groupement d'intérêt scientifique « Oiseaux marins » (GISOM), par ailleurs coordinateur des dénombrements décennaux et responsable de la définition des protocoles de dénombrement adaptés à chaque espèce [10] [11]. Cette base, structurée géographiquement [12], peut renseigner aux échelles tant administratives (p. ex. commune, département) que de gestion (p. ex. espaces protégés, sites Natura 2000). Ce contexte place le GISOM comme fournisseur privilégié d'informations pour cette évaluation initiale et ses mises à jour prévues par la DCSMM, l'établissement d'un EcoQO / OSPAR [13], et plus largement pour la mise à disposition de données *via* le SINP-Mer.

1.2. ESTIMATION DES TENDANCES ET DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DES ESPÈCES

Pour chaque espèce, la tendance est fournie par la comparaison des recensements successifs. Dans les cas où l'effectif n'est pas suffisamment actualisé (dénombrement en cours lors de l'élaboration de cette synthèse), cette tendance est appréhendée à partir des données disponibles. L'évolution des effectifs n'est pas toujours claire. Des effectifs peuvent fluctuer sans tendance nette, dans des proportions telles qu'il serait inapproprié de parler de stabilité. Dans quelques cas, la tendance reste incertaine, soit par manque de précision des données – c'est le cas du puffin des Anglais *Puffinus puffinus* – soit parce que l'accroissement récent n'est peut-être qu'un aléa passager, comme pour le guillemot de Troïl *Uria algae* ou le pingouin torda *Alca torda*.

À l'initiative du MNHN et du Comité français de l'UICN, l'état de conservation de chaque espèce a été évalué sur la base des critères de référence de l'UICN [14], en partenariat avec la LPO, la SEOF et l'ONCFS. Le statut correspond à l'état de menace pesant sur l'espèce en tant que nicheuse en France à court-moyen terme [15].

1.3. ÉTAT DES LIEUX DES POPULATIONS REPRODUCTRICES D'OISEAUX MARINS

Dix-huit espèces d'oiseaux marins nichent régulièrement dans la sous-région Manche-mer du Nord, elles montrent des effectifs et des tendances contrastées (Tableau 1).

Les espèces au statut de conservation le plus précaire – en danger critique (CR), en danger (EN), ou vulnérable (VU) – montrent de faibles niveaux d'effectifs et deux d'entre elles, la sterne de Dougall *Sterna dougallii* et le macareux moine *Fratercula arctica* sont en déclin malgré de notables efforts de conservation : Programme LIFE pour la première [16], gestion de la réserve naturelle nationale des Sept-Îles pour la seconde. À l'exception de la sterne caugek *Sterna sandvicensis*, ces espèces sont précarisées par le fait qu'elles trouvent au nord-ouest de la Bretagne la limite méridionale de leur aire biogéographique : elles sont potentiellement sujettes à un retrait vers le nord en liaison avec le réchauffement des eaux.

Le déclin des grands goélands (goéland brun *Larus fuscus*, goéland argenté *Larus argentatus*) correspond à une tendance lourde à l'échelle ouest-européenne, traduisant un certain rééquilibrage : l'essor spectaculaire de ces espèces au cours du XX^e siècle est expliqué par une offre alimentaire d'origine anthropique (rejets des chalutiers en mer, décharges d'ordures ménagères près du littoral), et le déclin récent fait suite à la diminution de cette offre et aux conséquences induites sur les relations inter-spécifiques [17].

La biologie de reproduction des sternes inclut une grande mobilité des colonies en réponse aux variations du milieu – ainsi des sternes caugek peuvent abandonner un site des Pays-Bas pour s'installer en Bretagne ou en Camargue [18] –, d'où le caractère « fluctuant » de la tendance démographique régionale de certaines espèces.

1.4. UTILISATION DU MILIEU MARIN PAR LES OISEAUX REPRODUCTEURS

Autant les oiseaux marins font l'objet de suivis beaucoup plus fins que nombre d'autres taxons sur leurs sites de nidification, autant leur usage du milieu marin reste encore peu connu. Certaines espèces se dispersent très peu durant la période de reproduction – la sterne naine *Sternula albifrons*, par exemple, recherche l'essentiel de son alimentation à moins de 2 km du site du nid – alors que d'autres entreprennent des voyages alimentaires jusqu'à plus de 100 km du nid : ainsi les fous de Bassan *Morus bassanus* de la colonie des Sept-Îles se dispersent dans toute la Manche occidentale, y compris hors des eaux françaises [19] [20].

Aucune cartographie précise de la dispersion alimentaire des oiseaux marins nicheurs ne peut toutefois être proposée. Les résultats d'études télémétriques, qui ne concernent que peu d'espèces [19] [20], sont encore trop fragmentaires pour autoriser des extrapolations rigoureuses. Des études sont en cours pour affiner cette connaissance sur le fou de Bassan en Manche orientale, et programmées sur le cormoran huppé *Phalacrocorax aristotelis* en Iroise. Pour le reste, l'information est le plus souvent empirique.

2. POPULATIONS NE SE REPRODUISANT PAS EN FRANCE

2.1. POPULATIONS CONCERNÉES

Les eaux françaises de la mer du Nord et de la Manche sont susceptibles d'héberger, à toutes saisons et pour une durée variable, du simple transit au stationnement de longue durée, des oiseaux marins d'origines diverses, en particulier :

- en période de reproduction, des oiseaux nichant à proximité et s'alimentant dans les eaux françaises (surtout des colonies d'oiseaux marins des îles Anglo-normandes) ;
- des oiseaux du nord de l'Europe (Russie, Baltique, Fennoscandie, îles Britanniques) migrant vers l'Atlantique par la mer du Nord et la Manche ou par la mer d'Irlande, ou séjournant en Manche durant tout ou partie de la période hivernale ;
- des oiseaux nichant dans le sud de l'Europe et migrant vers le nord entre deux saisons de reproduction (en particulier le puffin des Baléares *Puffinus mauretanicus*) ;
- des individus non reproducteurs (immatures ou adultes sabbatiques) de ces diverses catégories séjournant dans les eaux françaises en période de reproduction ;
- marginalement, des oiseaux de l'hémisphère Sud migrant vers l'Atlantique Nord durant l'hiver austral (une seule espèce régulièrement rencontrée : le puffin fuligineux *Puffinus griseus*).

Les espèces sont plus nombreuses que celles se reproduisant en France [1] [21]. L'état des connaissances, quoique très partiel (voir § 2.2), fait ressortir plusieurs points remarquables (voir § 2.3).

2.2. UN ÉTAT DES CONNAISSANCES QUI PROGRESSE

Les cycles annuels de présence-abondance des différentes espèces sont connus au moins dans leurs grandes lignes et ont été résumés par Dubois et al. [21], en particulier grâce aux nombreuses observations de la migration active réalisées depuis des points stratégiques du littoral (voir p. ex. <http://www.trektellen.nl> pour de nombreux sites français et européens).

En revanche, la répartition des espèces au-delà des eaux côtières et les effectifs concernés sont généralement très peu connus, faute de mise en œuvre sur le long terme de protocoles de recueil d'informations adaptés à l'espace marin (précisions méthodologiques dans Valéry 2010 [22]). La principale cartographie disponible couvre prioritairement les eaux britanniques [23]. Deux campagnes visent à couvrir les eaux sous responsabilité française :

- répartition (présence/absence) à l'échelle de la Manche dans le cadre du projet Interreg Charm III, comportant cependant un effort de prospection limité dans les eaux françaises,
- programme pluriannuel d'acquisition de connaissances (prospection aérienne et plates-formes d'opportunité) devant couvrir toute la ZEE et débiter durant l'hiver 2011-2012.

Par ailleurs, des programmes d'acquisition de connaissances se développent à une échelle locale : d'une part dans le cadre d'inventaires, en particulier au large du littoral picard et de la baie de Seine, dans le golfe Normand-Breton et en Iroise, d'autre part au titre de pré-étude d'impact environnemental pour des projets éoliens en mer. Dans ce dernier cas, les études sont d'initiative privée et leurs résultats sont peu disponibles.

2.3. POINTS REMARQUABLES

2.3.1. Le pas de Calais, goulot d'étranglement

Passage obligé sur une superficie restreinte pour des centaines de milliers d'oiseaux migrant depuis ou vers la mer du Nord, ce secteur se caractérise par des densités probablement peu égalées en Europe. Il s'agit essentiellement d'oiseaux en transit actif.

2.3.2. Les plongeurs, espèces méconnues

Les effectifs des plongeurs (plongeur imbrin *Gavia immer*, plongeur catmarin *G. stellata* et plongeur arctique *G. arctica*) hivernant dans les eaux françaises, appréhendés essentiellement par une prospection depuis la côte, sont largement sous-estimés, ces espèces se rencontrant également plus au large.

2.3.3. Le front thermique d'Ouessant concentre-t-il les oiseaux ?

En favorisant la concentration alimentaire dans les eaux de surface, les fronts thermiques sont généralement mis à profit par les oiseaux marins. Cependant, rien ou presque n'est connu de la fréquentation du front thermique d'Ouessant, importante caractéristique océanographique de la Manche occidentale. Une approche spécifique [19] et des observations opportunistes permettent toutefois l'hypothèse du rôle non négligeable de ce front vis-à-vis d'espèces comme le puffin des Anglais, le puffin des Baléares *Puffinus mauretanicus*, la mouette pygmée *Hydrocoloeus minutus* (= *Larus minutus*), ou le fou de Bassan. Les fronts thermiques des Casquets, en partie dans les eaux anglo-normandes, mériteraient également d'être étudiés au regard de l'avifaune.

2.3.4. Le puffin des Baléares, espèce très menacée

Classée par l'UICN « en danger critique d'extinction » à l'échelle mondiale et « Vulnérable » en France [15], cette espèce niche en Méditerranée et migre vers l'Atlantique et la Manche, où sa fréquence croissante dans la bande côtière est expliquée par le réchauffement des eaux de surface dans le golfe de Gascogne [24]. C'est probablement l'oiseau marin migrateur le mieux suivi sur le long terme en France (voir p. ex. [25] [26]). Il a fait l'objet de suivis dans le cadre d'un programme Interreg (sur l'ensemble de la façade : <http://www.fameproject.eu/fr>), d'un projet scientifique franco-britannique (Côtes-d'Armor), d'une initiative associative à l'échelle de la Bretagne, et d'un projet de science participative en Côtes-d'Armor.

3. CONCLUSIONS

Les populations d'oiseaux marins font l'objet de suivis dotés de protocoles et bien coordonnés sur leurs sites de reproduction, suivis qu'il convient de conforter, notamment en ce qui concerne le GISOM. En revanche, la connaissance est extrêmement lacunaire sur la répartition de ces oiseaux en mer. Les programmes en cours pour pallier cette carence gagneront à être renforcés.

La cartographie la plus récente (localisation et taille des colonies par espèce) est fondée sur les résultats du dénombrement national de 1996-2001 [27]. Une cartographie accessible en ligne sera proposée au titre de la valorisation des résultats du dénombrement national 2009-2012, sur le site du SINP Mer et/ou un autre portail.

ESPÈCES	PERIODICITE ESTIMATION EFFECTIF	EFFECTIF 1996-2001 (1)	ACTUALISATION (2)	TENDANCE	ETAT DE CONSERVATION (3)
Fulmar boréal <i>Fulmarus glacialis</i>	±10 ans	976-1 117 (1997-1998)	668-701 (2009-2010)	↘	LC
Puffin des Anglais <i>Puffinus puffinus</i>	annuel	188	131-238 (2010)	(→ ?) ↘	VU
Océanite tempête <i>Hydrobates pelagicus</i>	annuel	725-785	805-865 (2009)	↗	NT
Fou de Bassan <i>Morus bassanus</i>	annuel	15 122	21 397 (2009) 21 885 (2010)	↗	LC
Grand cormoran <i>Phalacrocorax carbo</i>	tri-annuel	1 909-1 913	>2 400 (2009-2010)	fluctuant	LC
Cormoran huppé <i>Phalacrocorax aristotelis</i>	±10 ans	4 836-4 889	>5 738 (2009-2010)	↗	LC
Mouette mélanocéphale <i>Larus melanocephalus</i>	annuel	54-64	503-603 (2010)	↗	LC
Goéland brun <i>Larus fuscus</i>	±10 ans	11 702-12 000	(en cours)	↘	LC
Goéland argenté <i>Larus argentatus</i>	±10 ans	41 881-48 857	(en cours)	↘	LC
Goéland marin <i>Larus marinus</i>	±10 ans	2 502-2 538	>2 890 (2009-2010)	↗	LC
Mouette tridactyle <i>Rissa tridactyla</i>	±10 ans	5 496	4953 (2009-2010)	→	NT
Sterne caugek <i>Sterna sandvicensis</i>	annuel	1 209-1 208	1 627-1 647 (2009)	fluctuant	VU
Sterne de Dougall <i>Sterna dougallii</i>	annuel	71-91	50-55 (2009) 48 (2010)	↘	CR
Sterne pierregarin <i>Sterna hirundo</i>	±10 ans	557-604	≥493-522 (2009)	fluctuant	LC
Sterne naine <i>Sternula albifrons</i>	annuel	85	48-86 (2009-2010)	fluctuant	LC
Guillemot de Troïl <i>Uria aalge</i>	annuel	243-253	274-302 (2009) 311-327 (2010)	→ (↗ ?)	EN
Pingouin torda <i>Alca torda</i>	annuel	26-27	31-33 (2009) 41-45 (2010)	→ (↗ ?)	CR
Macareux moine <i>Fratercula arctica</i>	annuel	253	130-177 (2009) 143-213 (2010)	↘	CR

Tableau 1 : Oiseaux marins nicheurs sur la façade Manche et mer du Nord (Ospar II) : effectifs (nombre de couples ou territoires apparemment occupés), tendances et état de conservation. (1) Plus récent recensement national disponible pour toutes les espèces (27) (Cadiou *et al.* 2004). (2) D'après Cadiou *et al.* 2011 (6), Cadiou *et al.* 2010 (28), Debout & Purenne 2010 (29), de Seynes *et al.* 2010 (7), Marion 2007 et 2008 (8) (9), B. Cadiou et M. Le Nuz comm. pers. (3) Évaluation à l'échelle nationale (UICN France et MNHN 2011 (15)). CR : espèce en danger critique. EN : espèce en danger. VU : espèce vulnérable. NT : espèce quasi menacée (near threatened). LC : préoccupation mineure (least concern).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Comolet-Tirman J., Hindermeyer X. et Sibley J.P., 2007. Liste française des oiseaux marins susceptibles de justifier la création de zones de protection spéciale. Rapport MNHN-SPN/MEDD, 11 p.
- [2] Deceuninck B. et Fouque C., 2010. Canards dénombrés en France en hiver : importance des zones humides et tendances. *Ornithos* 17 : 266-283.
- [3] Barussaud E., Yésou P., Boutin J.M. et Travichon S., 2010. Le réseau de sites de quiétude pour les oiseaux d'eau hivernant en France métropolitaine. *Ornithos* 17 : 340-347.
- [4] Sériot J., Siorat F., Thibault J.C. et Cadiou B., 2004. Evolution et conservation des oiseaux marins nicheurs en France métropolitaine. Pp. 17-23 in Cadiou B., Pons J.M. & Yésou P., coord., Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000). Biotope, Mèze. 118 p.

- [5] Yésou P., Cadiou B. et Pons J.M., 2005. Les grands changements dans l'avifaune marine nicheuse française au cours du XX^e siècle. *Aves* 42 : 81-90.
- [6] Cadiou B. et les coordinateurs régionaux, coordinateurs départementaux et coordinateurs-espèce, 2015. Cinquième recensement national des oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine 2009-2011 : bilan final 2009-2012. Brest, Gisom et AAMP, 75 p.
- [7] de Seynes A. et les coordinateurs-espèce, 2010. Les oiseaux nicheurs rares et menacés en France en 2009. *Ornithos* 17 : 137-168.
- [8] Marion L., 2007. Recensement national des grands cormorans nicheurs en France en 2006. Rapport final. Paris, MEDAD / DNP, 21 p.
- [9] Marion L., 2008. Recensement national des grands cormorans *Phalacrocorax carbo* nicheurs en France en 2006. *Alauda* 76 : 135-146.
- [10] Monnat J.Y. et Cadiou B., 2004. Techniques de recensement. Pp. 37-43 in Cadiou B., Pons J.M. & Yésou P., coord., Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000). Biotope, Mèze. 118 p.
- [11] Cadiou B., Barbraud C., Camberlein P., Debout G., Deniau A., Fortin M., Le Nuz M., Sadoul N., Tranchant Y., Yésou P., 2009. Méthodes de suivi des colonies d'oiseaux marins : dénombrement de l'effectif nicheur et suivi de la production en jeunes. Document de travail GISOM (non publié).
- [12] Hémerly G., Pasquet E. et Yésou P., 1986. Data Banks and Population Monitoring in France. Pp. 163 177 in MEDMARAVIS & Monbailliu X. (éds), Mediterranean Marine Avifauna, Population Studies and Conservation, NATO ASI Series G 12 : Springer Verlag, Berlin.
- [13] ICES, 2008. Report of the Workshop on Seabird Ecological Quality Indicator, 8-9 March 2008, Lisbon, Portugal. ICES CM 2008/LRC : 06. 60 pp.
- [14] UICN, 2005. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Gland IUCN, 52 p.
- [15] UICN France et MNHN, 2011. La liste rouge des espèces menacées en France, oiseaux nicheurs de France métropolitaine. Paris, UICN et MNHN, 28 p. <http://www.uicn.fr/Liste-rouge-France.html>
- [16] Capoulade M., Quemmerais-Amice F. et Cadiou B., (éds). 2010. La conservation de la sterne de Dougall. Actes du séminaire du LIFE « Conservation de la sterne de Dougall en Bretagne ». *Penn ar Bed* 208 : 1-134.
- [17] Cadiou B. et Yésou P., 2006. Évolution des populations de Goélands bruns, argentés et marins, *Larus fuscus*, *L. argentatus* et *L. marinus* dans l'archipel de Molène (Bretagne, France) : bilan de 50 ans de suivi des colonies. *Revue d'Écologie (Terre & Vie)* 61 : 159-173.
- [18] Yésou P. et Sadoul N., 2004. Sterne caugek. Pp. 151-156 in Cadiou B., Pons J.M. & Yésou P., coord., Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000). Biotope, Mèze.
- [19] Grémillet D., Pichegru L., Siorat F. et Georges J.Y., 2006. Conservation implications of the apparent mismatch between population dynamics and foraging effort in French northern gannets from the English Channel. *Marine Ecology Progress Series* 319 : 15-25.
- [20] Pettex E., Bonadonna F., Enstipp M.R., Siorat F. et Grémillet D., 2010. Northern gannets anticipate the spatio-temporal occurrence of their prey. *Journal of Experimental Biology* 213 : 2365-2371.
- [21] Dubois P.J., Le Maréchal P., Olivoso G. et Yésou P., 2008. Nouvel inventaire des oiseaux de France. Delachaux & Niestlé, Paris. 559 p.
- [22] Valéry L., 2010. Étude de la répartition spatiale des oiseaux marins au large. Guide méthodologique pour le programme de connaissances Natura 2000 mer. Paris, MNHN-SPN, 33 p.
- [23] Stone C.J., Webb A., Barton C., Ratcliffe N., Reed T.C., Tasker M.L. Camphuysen C.J. et Pienkowski M.W., 1995. An atlas of seabird distribution in north-west European waters. Peterborough, JNCC. 326 p.
- [24] Wynn R.B., Josey S.A., Martin A.P., Johns D.G. et Yésou P., 2007. Climate-driven range expansion of a critically endangered top predator in northeast Atlantic waters. *Biology Letters* 3 : 529-532.
- [25] Le Mao et Yésou P., 1993. The annual cycle of Balearic Shearwaters and West Mediterranean Yellow legged Gulls : some ecological considerations. Pp. 135 145 in Aguilar J.S., Monbailliu X. & Paterson A.M. (éds), Status and Conservation of Seabirds, Proc. 2nd Med. Seabird Symp., Calvia, March 1989 : Soc. Esp. Orn., Madrid.
- [26] Yésou P., 2003. Recent changes in the summer distribution of Balearic Shearwater *Puffinus mauretanicus* off western France. In Minguez E., Oro D., de Juana E. & Martinez-Abraín A. (eds.), Mediterranean Seabirds and their Conservation, Proceedings of the 6th Mediterranean Symposium on Marine Birds : Conference on fisheries, marine productivity and Conservation of Marine Birds. *Scientia Marina*, suppl. 2 : 143-148.
- [27] Cadiou B., Pons J.M. et Yésou P., coord., 2004. Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000). Biotope, Mèze. 118 p.
- [28] Cadiou B., Quemmerais-Amice F., Le Nuz M., Quénot F., Yésou P. et Février Y., 2010. Bilan de la saison de reproduction des oiseaux marins en Bretagne en 2009. Rapport de l'Observatoire régional des oiseaux marins en Bretagne, Brest, 37 p.
- [29] Debout G. et Purenne R., 2010. Le fou de Bassan *Morus bassanus* nicheur à la réserve de Saint-Marcouf (Manche). *Alauda* 78 : 321-328.