

**Master Ecologie**  
Université de Lille1  
Année universitaire 2010-2011

## Le Goéland Brun (*Larus fuscus*) dans le Nord-Pas-de-Calais : Eléments de dynamique des populations



Par Manon Ghislain  
Maître de Stage : Christophe Luczak



## **PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL**

La Station Marine de Wimereux est un Département de l'Université des Sciences et Technologies de Lille depuis janvier 1999 et fait partie du Réseau National des Stations Marines, coordonné par l'Institut National des Sciences de l'Univers.

Elle a quatre missions principales :

- la recherche
- l'accueil des enseignants-chercheurs et chercheurs
- l'enseignement
- l'observation des écosystèmes littoraux et côtiers

Les recherches actuelles sont réalisées dans le cadre du LOG (Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences) qui associe sur le site de Wimereux et le campus de Villeneuve d'Ascq :

- l'Université des Sciences et Technologies de Lille
- l'Université du Littoral Côte d'Opale
- le Centre National de la Recherche Scientifique

Les recherches pluridisciplinaires (physique, chimie, biologie et écophysiologie) concernent les interfaces continent-océan, océan-atmosphère et eau-sédiment.

Les objectifs des chercheurs et enseignants-chercheurs de la Station Marine de Wimereux sont axés sur le fonctionnement de l'écosystème côtier à travers les flux de carbone et les éléments associés. Les couplages physicobiologiques sont particulièrement étudiés et cela à différentes échelles d'observation.

Leurs travaux s'insèrent également dans la politique d'observation du milieu littoral et côtier de la Manche orientale et de la Mer du Nord et participent au SOMLIT (Service d'Observation du Milieu Littoral) labellisé par l'Institut National des Sciences de l'Univers.

## REMERCIEMENTS

J'adresse tout d'abord mes remerciements à Christophe Luczak, mon maître de stage, pour m'avoir acceptée en tant que stagiaire et pour son aide et ses conseils précieux tout au long de mon stage.

Je tiens aussi à remercier Sébastien Lefebvre, pour m'avoir permis d'apporter mon piano pour m'entraîner dans la station.

Merci à PJ Dubois, pour les superbes photos de goélands qui illustrent mon rapport.

Mes remerciements également à Eric Goberville pour les données de températures.

Merci aussi Camille Duponcheel et toute la team, pour les agréables séances de baguage, notamment la journée d'écouvillonnage des Laridés.

Un merci à Antoine Rougeron dit « Babybel », pour les scans d'images de goélands bruns.

Merci (謝謝) aux colocs FP et Sarah pour leur présence, malgré leur santé mentale plus que douteuse et aux autres stagiaires et thésards de la station pour leur compagnie chaleureuse (Xi, Maéva, Justine, Flore, Miky, Mikaël, Thomas, Tiphaine, Victor, Thaïna,...)

Merci à Josette pour sa gentillesse et sa disponibilité.

Enfin, merci aux goélands bruns et à tous les oiseaux, pour être si fantastiques, géniaux, passionnants et tous mignons.

## SOMMAIRE

### INTRODUCTION

Définitions et importance de la dynamique des populations.....	1
Présentation de l'espèce.....	1
Objectifs du stage.....	5

### MATERIEL ET METHODES

Suivi des colonies du Nord-Pas-de-Calais.....	6
Préparation des données de baguage.....	7
Calcul des taux de survie.....	8
Données sur le climat dans la zone d'hivernage.....	8
Données sur la disponibilité en nourriture en période de reproduction.....	9
Latitudes et dispersions médianes en fonction de l'année.....	9
Détermination de l'influence des différents facteurs sur la survie juvénile.....	9

### RESULTATS

Nombre de baguage et de resightings.....	10
Taux de survie et probabilité de resighting en fonction de l'âge et du lieu de baguage.....	10
Taux de survie et probabilité de resighting en fonction de l'hiver.....	12
Effets de la stratégie d'hivernage, de la NAO et de la température de l'air sur le taux de survie des jeunes en hiver.....	13
Effets de la disponibilité en nourriture et de la NAO sur le nombre de couples à Calais.....	18
Effet du nombre de couples sur le taux de survie des jeunes et la mortalité avant émancipation.....	19
Effet du nombre de couples à Calais sur la stratégie d'hivernage des jeunes.....	20

### DISCUSSIONS

Nombre de baguages et probabilités de resighting.....	21
Taux de survie et stratégie d'hivernage en fonction de l'âge.....	21
Facteurs influençant la dynamique de population des goélands bruns.....	22
Biais liés à la perte et à l'usure des bagues colorées.....	26

CONCLUSION.....	27
-----------------	----

BIBLIOGRAPHIE.....	28
--------------------	----

## INTRODUCTION

### Définitions et importance de la dynamique des populations

La dynamique des populations est « l'étude de l'évolution de la structure des populations dans l'espace et dans le temps » (Daget et Godron, 1974) par leur modélisation numérique. Frontier *et al* (2008) précisent que ce sont les « forces » qui déterminent ces évolutions qui donnent lieu à une dynamique au sens propre. Cette étude permet d'expliquer et de prévoir les modifications des populations et de comprendre la part d'influence des facteurs environnementaux sur ces variations. Ici, les phénomènes de dynamiques étudiés sont la migration, la dispersion juvénile et la survie.

On appelle migration l'ensemble des déplacements périodiques intervenant au cours du cycle, le plus souvent annuel, d'un animal, entre une aire de reproduction et une aire où l'animal séjourne un temps plus ou moins long, en dehors de la période de reproduction (Dorst, 1962).

Dans une même population d'oiseaux, la stratégie de migration peut varier en fonction de l'âge ou du sexe (Lincoln, 1979). Par exemple, les dates de départs, les localisations et les dispersions des individus peuvent varier.

### Présentation de l'espèce

Le goéland brun, *Larus fuscus* (Linnaeus) est un oiseau marin de la famille des Laridés. C'est un des seuls goélands migrateurs d'Europe (del Hoyo *et al*, 1996). Il existe 3 sous-espèces de différents phénotypes : *L. f. fuscus* (dessus gris noirâtre), *L. f. graellsii* (dessus gris ardoise), et *L. f. intermedius* (couleur intermédiaire) (Mullarney *et al*, 1999). (Figure 1)

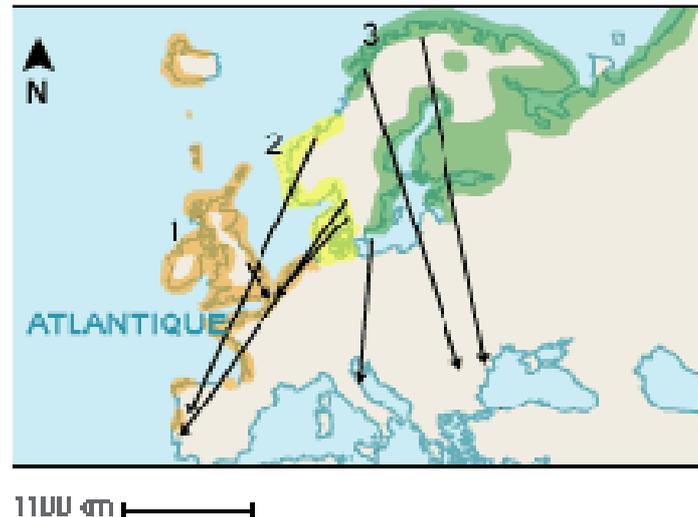


**Figure 1.** Différents phénotypes des goélands bruns adultes en plumage hivernal :

a. *Larus fuscus fuscus*, b. *Larus fuscus graellsii*, c. *Larus fuscus intermedius*

Source : « Gulls of Europe, Asia and North America », Malling-Olsen et Larson (2004)

Le goéland brun niche en colonies sur les côtes du nord de l'Europe, de l'Islande, du Portugal et au nord de la Russie (Yésou, 2003). La sous espèce *L. f. fuscus* niche le plus au nord (Suède et Russie), *L. f. graellsii* au sud et à l'ouest de l'aire (Islande, Grande-Bretagne, France) et *L. f. intermedius* entre les deux (sud de la Norvège, Pays-Bas, Belgique et nord de la France) (Malling-Olsen et Larsson, 2004). (Figure 2)



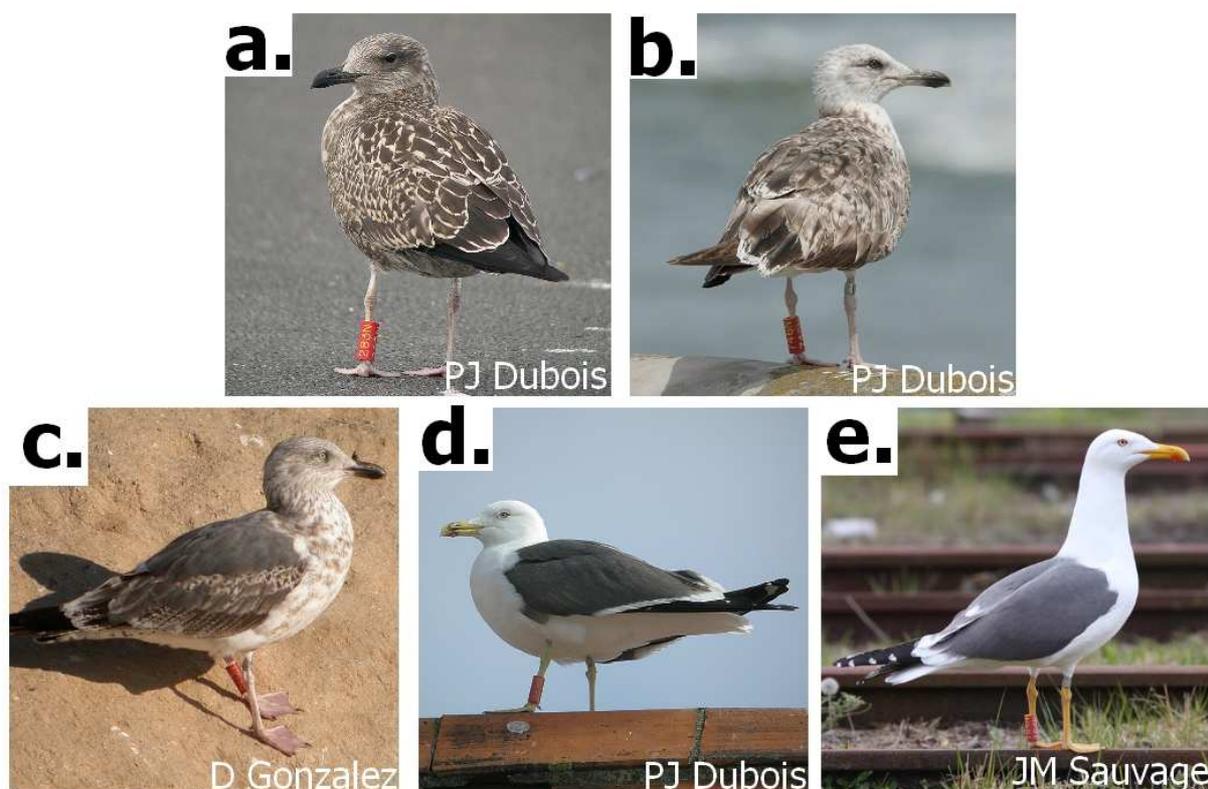
**Figure 2.** Aires de répartition des goélands bruns *graellsii* (1), *intermedius* (2), *fuscus* (3) en Europe de l'Ouest et mouvements migratoires (Gull Research Organisation)

Ce goéland se reproduit sur les pentes herbeuses côtières, les dunes de sable, les falaises, les îles rocheuses mais aussi à l'intérieur des terres sur les bords de lacs, les hautes landes, et les îlots des rivières (del Hoyo *et al*, 1996, Mitchell *et al*, 2004). En hiver, hors des périodes de reproduction, l'espèce peuple principalement des sites côtiers (ports, lagunes, estuaires,...). Il peut aussi fréquenter l'intérieur des terres, comme des rivières, des lacs, ou même des réservoirs, canaux et stations d'épurations et les décharges à ciel ouvert (Snow et Perrins, 1998).

La plupart des populations sont migratrices, et utilisent beaucoup de haltes durant leur voyage (Malling-Olsen et Larsson, 2004). La population de *L. f. graellsii* du Nord-Pas-de-Calais passe l'hiver de novembre à février sur la péninsule ibérique et au Maroc ; d'avril à septembre, il occupe surtout les zones de reproduction et les décharges à ciel ouvert, importante source de nourriture (Delegrange, 2010).

Les goélands bruns parvenus à la colonie se reproduisent à partir de mars et les jeunes sont élevés jusqu'au milieu de Juin (del Hoyo *et al*, 1996). La reproduction se fait en colonie, souvent avec d'autres espèces de Laridés (en particulier le Goéland argenté *Larus argentatus*), dans des colonies s'étendant de quelques couples à plusieurs dizaines de milliers.

Il est possible de déterminer l'âge des individus en fonction de leur plumage (Géroudet, 1999) jusque 5 ans, âge de la maturité sexuelle comme le montre la figure 3.



**Figure 3.** Différents plumages du goéland brun en fonction de son âge (a. 1<sup>ère</sup> année calendaire, b. 2<sup>ème</sup> année calendaire, c. 3<sup>ème</sup> année calendaire, d. 4<sup>ème</sup> année calendaire (subadulte), e. adulte)

Le goéland brun est omnivore. Il se nourrit de petits poissons (comme le Hareng de la Baltique *Clupea harengus*) (del Hoyo *et al*, 1996), d'invertébrés aquatiques et terrestres (coléoptères, mouches, larves ; crustacés, mollusques, étoiles de mer), des œufs d'oiseaux et des oisillons, de rongeurs, de charognes,... (Urban *et al*, 1986). Il suit souvent les bateaux de pêches, se nourrissant des pêches non sélectionnées et rejetées (BirdLife International, 2009). Schwemmer et Garthe (2005) ont cependant mis en évidence la prépondérance des crabes nageurs (genre *Liocarcinus*) dans le régime alimentaire des colonies Danoises, Allemandes et Néerlandaises.

Les populations de la sous-espèce nominale *L. f. fuscus* ont significativement décliné probablement en raison de la diminution de la disponibilité alimentaire en poissons (harengs, lieu noir...) sur les côtes norvégiennes (Bustnes *et al*, 2009). Cependant la sous-espèce *L.f. graellsii* connaît actuellement une expansion pour les populations autour de la mer du Nord (Spaans, 1998 et Dubois, 2002).

La plupart des goélands nichant en France sont situés en Bretagne et appartiennent à la sous-espèce *graellsii*. Entre 1955 et 1970, le taux d'accroissement annuel de la population français était estimé à 15% en moyenne. Les populations bretonnes sont maintenant en régression, tandis que de nouvelles colonies apparaissent dans le nord de la France (Cadiou, 2004) et montrent un dynamisme important (de 2 couples en 1997, il y en avait 260 en 2010).

Cela pourrait s'expliquer par des populations d'origines variées entre lesquelles le brassage génétique est sûrement important (Dubois, 2002).

Afin d'étudier la dynamique des colonies du Nord-Pas-de-Calais, un programme personnel de baguage couleur agréé par le CRBPO (Centre de Recherches par le Bagueage des Populations d'Oiseaux) a été mis en place par C. Luczak et P.J. Dubois en 2005 (Figure 4). Le baguage couleur et le contrôle visuel\* d'oiseaux d'âge connu vont permettre de déterminer les déplacements interannuels des goélands, ainsi que d'évaluer la dynamique de cette population.



**Figure 4.** a. Bagueage d'un pullus de goéland brun *Larus fuscus*  
b. Pullus de goéland brun bagué (bague couleur visible à la patte gauche)

D'après une première étude réalisée par Delegrange (2010) sur ces données, les goélands bruns du Nord-Pas-de-Calais suivent le modèle de migration exploratoire de Baker. Les oiseaux plus jeunes migrent à des plus basses latitudes que les adultes et se dispersent plus.

Les jeunes explorent en effet plus le territoire pour se forger une expérience et déterminer la meilleure zone d'hivernage (Baker, 1980). Cependant, cette plus grande dispersion et exploration des jeunes pourrait aussi être réalisée pour diminuer les risques de kleptoparasitisme (compétition intraspécifique) dont ils sont plus victimes que les adultes (Galván, 2003).

La latitude d'hivernage devient plus septentrionale avec l'âge car les adultes, pressés par le besoin de se reproduire dans les meilleures conditions, ne migreraient pas trop loin des zones de reproduction afin d'y retourner plus tôt. Les jeunes goélands, ne se reproduisant pas, peuvent migrer plus au sud.

Afin de mesurer les conséquences des stratégies d'hivernage en fonction d'âge, il serait intéressant de comparer ces résultats aux taux de survie des goélands de chaque classe d'âge. L'étude des variations possibles de ces stratégies en fonction des conditions environnementales (climat, nourriture, densité...) permettrait également de mieux comprendre les raisons de ce pattern de migration.

\* Le contrôle visuel sans recapture des oiseaux portant une bague couleur est appelé resighting, ce terme sera utilisé dans la suite du rapport

## **Objectifs du stage**

L'objectif de ce stage est, en complément des travaux précédents, d'étudier la dynamique des populations des goélands bruns par le calcul de leur taux de survie en fonction de l'âge et de la cohorte à partir des données de contrôles des oiseaux bagués entre 2005 et 2009 dans le Nord-Pas-de-Calais.

La première question consistera à étudier les variations des taux de survie des goélands en hiver en fonction de leur âge en utilisant les contrôles par resighting de novembre à février, pour comprendre l'existence des différentes stratégies d'hivernage en fonction de l'âge. Ces taux de survie seront mis en relation avec les études préalables, concernant les variations de latitudes d'hivernage et de dispersion selon l'âge (Delegrange, 2010).

La deuxième question sera d'analyser la variabilité inter-annuelle des différentes cohortes en fonction des variations des paramètres environnementaux de chaque année, comme la disponibilité en nourriture (crabes nageurs) et le climat (NAO, températures). Cette variabilité est mesurée sur :

- La survie des jeunes sur la colonie puis en hivernage
- La stratégie d'hivernage employée par les jeunes
- Le nombre de couples nicheurs (densité)

## MATERIEL ET METHODES

### Suivi des colonies du Nord-Pas-de-Calais

Il existe 3 colonies de Goélands bruns dans le Nord-Pas-de-Calais situées (Figure 5) :

- à Calais, sur l'ancien site de l'usine UMICORE dans une friche industrielle
- à Dunkerque, dans une zone dunaire
- à Gravelines, dans le même type de milieu que Calais

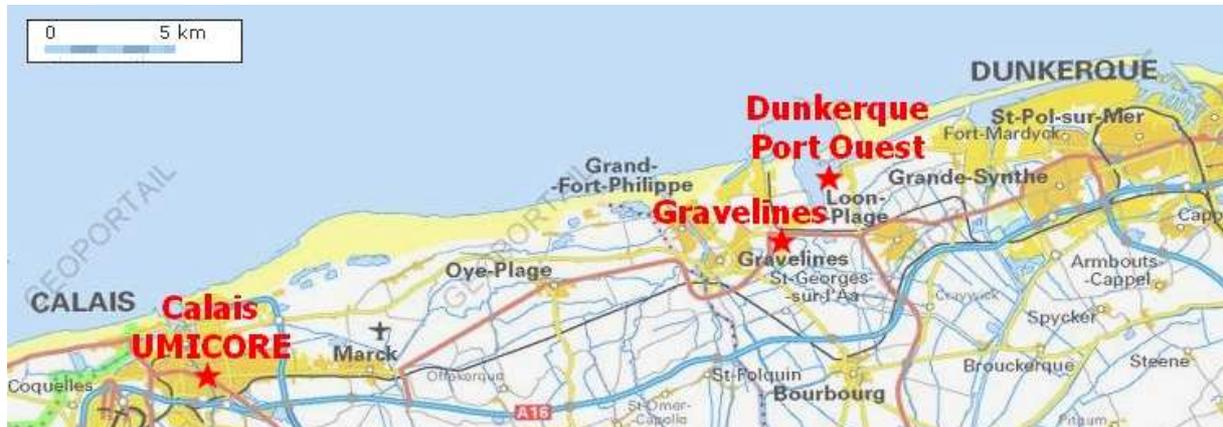


Figure 5. Localisations des 3 colonies de Goélands bruns du Nord-Pas-de-Calais

Le baguage a commencé sur le site de Calais en 2005, puis, se sont ajoutés les sites de Dunkerque (2006), puis Gravelines (2008). Les campagnes de baguage annuel se sont poursuivies jusqu'en 2009.

Les oiseaux sont bagués sur ces 3 colonies chaque année au mois de juillet (deux sessions de baguage), lorsque les juvéniles (pulli) ne volent pas encore. Certains adultes sont également bagués. Sur chaque oiseau, deux bagues sont posées :

- à la patte droite, une bague métallique du Muséum National d'Histoire Naturelle avec un code individuel alphanumérique de 8 caractères
- à la patte gauche, une bague rouge avec un code individuel de 3 chiffres et une lettre visible à distance à l'aide d'une longue-vue

Les bagues sont ensuite lues le plus souvent par des ornithologues amateurs en France, Espagne, Belgique, Maroc, Pays-Bas,... La « recapture » se fait donc par resighting (lecture de la bague à distance, sans nécessité de recapture physique des individus). Les informations sur le contrôle de l'oiseau (le lieu, la date, les coordonnées GPS, et parfois l'état de santé et une photo) sont ensuite communiquées à P.J. Dubois ou C. Luczak via le site internet [c-birding.be](http://c-birding.be) recensant tous les programmes en cours de marquage couleur des oiseaux.

En date du 31 mars 2011, 1686 oiseaux ont été bagués, et 4109 contrôles ont été réalisés.

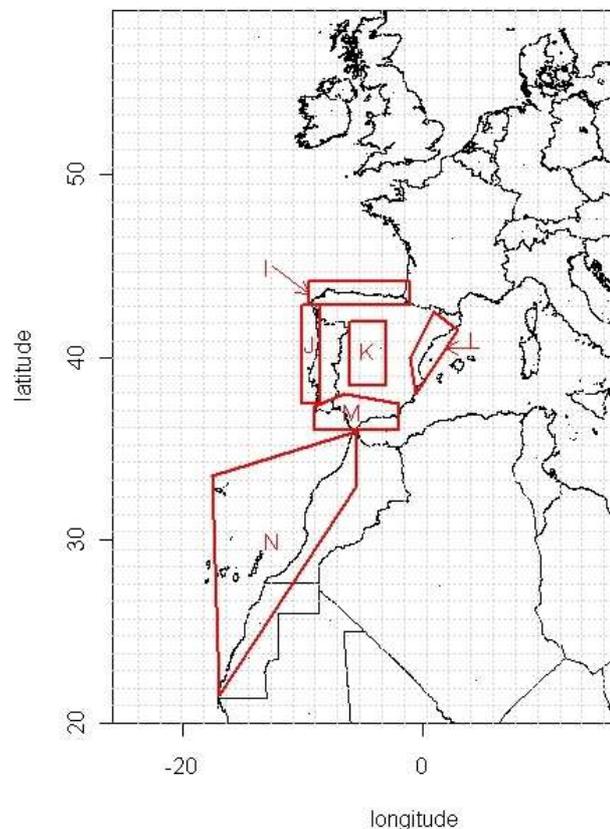
Chaque année, deux opérations supplémentaires sont réalisées sur la colonie de Calais, représentative de l'ensemble des sites :

- Une estimation du nombre de couples nicheurs
- Le relevé des numéros de bague des jeunes de l'année morts avant leur migration (=reprises), effectué en septembre ou octobre une fois la reproduction terminée

## Préparation des données de baguage

Avant de pouvoir être analysés, les données doivent être triées :

- Seules les données des oiseaux bagués pulli, donc dont on peut connaître précisément l'âge sont retenues.
- La survie étudiée étant celle en hivernage, les resightings sélectionnés sont ceux réalisés entre novembre et février pour chaque hiver. Les études précédentes (Delegrange, 2010) ont en effet montré que c'est durant cette période que les plus grands effectifs de goélands bruns sont situés sur leur zone hivernage.
- Une seule donnée de baguage par hiver et par oiseau est conservée
- Les données de reprises (oiseaux retrouvés morts) ne sont pas utilisées dans un premier temps, car la date de contrôle ne correspond pas à la date de mort de l'individu.
- Enfin, sont étudiés uniquement les goélands étant présents dans les zones les plus fréquentées durant l'hivernage (de novembre à février) mises en évidence par Delegrange (2010) : la péninsule ibérique, la côte Ouest Marocaine et les îles Canaries (Figure 6)



**Figure 6.** Localisation des aires d'hivernage des Goélands bruns d'après Delegrange (2010)

Pour le traitement de données, les oiseaux sont différenciés en 2 groupes selon leur lieu de baguage : un groupe pour les oiseaux bagués à Calais, un autre groupe pour les oiseaux bagués à Dunkerque et Gravelines.

L'âge des oiseaux est indiqué en année civile (en fonction des dates d'anniversaire).

## Calcul des taux de survie

Pour évaluer la survie des individus, il faut prendre en compte la probabilité de resighting, car des individus peuvent échapper à la détection des observateurs alors qu'ils sont vivants. De plus un nombre plus faible de contrôles d'individus n'est pas forcément dû à une survie plus basse, mais peut être à une plus faible pression d'observation.

C'est pourquoi les données sont analysées à l'aide du logiciel MARK version 6.1 (White & Burnham 1999) qui estime la survie annuelle ( $\phi$ ) et la probabilité de resighting ( $p$ ) entre 2005 et 2011, en utilisant les données de capture (bague) et de recapture (resighting). Ces informations sont estimées grâce aux développements du modèle Cormack-Jolly-Seber. Ce développement permet, à partir de données de capture-marquage-recapture (ou resighting), la construction de modèles qui, pour calculer des taux de survie et des probabilités de recapture, peuvent prendre en compte les effets du temps, de l'âge, de variables individuelles (le sexe par exemple) ainsi que leurs interactions (Lebreton et al. 1992).

Chaque hiver, les oiseaux bagués sont enregistrés comme « rencontrés » (1) ou « non rencontrés » (0) et leur groupe (lieu de bague) est précisé.

A partir de ces données, différents modèles sont construits à l'aide du logiciel Mark, pouvant prendre en compte plusieurs paramètres comme l'âge, le temps, le groupe ainsi que leur interaction pour calculer les probabilités de recapture et les taux de survie avec leur erreur-type.

Pour sélectionner les modèles les plus appropriés, nous utilisons les AIC (Akaike Information Criterion), qui indiquent la qualité d'un modèle par rapport aux autres (Akaike, 1973). Le Goodness of Fit, c'est-à-dire la vraisemblance du modèle est également calculé grâce au logiciel en effectuant 1000 analyses bootstrap. Deux résultats de ce test sont retenus :

- La déviance, probabilité d'adéquation du modèle obtenu qui doit être la plus forte possible, et au moins supérieure à 0,2 (Cooch et White, 2011)
- Le  $\hat{c}$  ou c-hat, estimateur de la dispersion

$\hat{c}$  = (déviance observée)/(déviance moyenne issue du bootstrap)

Cette valeur doit être la plus proche possible de 1, et surtout inférieure à 3 (Cooch et White, 2011). Si le  $\hat{c}$  est supérieur à 1, il est alors nécessaire de prendre en compte cette valeur pour l'estimation des paramètres (Le Gouar *et al*, 2010)

## Données sur le climat dans la zone d'hivernage

Deux paramètres ont été pris en compte :

L'indice NAO (Oscillation Nord-atlantique) mesure la différence de pression atmosphérique entre les Açores et l'Islande (Hurrell, 1995). La NAO a des effets plus importants en hiver qu'en été, c'est donc le Winter-NAO (December-March) PC Based NAO index qui est utilisé (<http://www.cgd.ucar.edu/cas/jhurrell/indices.data.html>). Un indice NAO positif indique un hiver chaud et humide en Europe du Nord, et sec en Europe du Sud et au Nord de l'Afrique. Un indice NAO négatif indique un hiver froid et sec en Europe du Nord, et humide au sud de l'Afrique.

Les températures utilisées sont les « NOAA Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (SST) V3b » et proviennent du site de la NOAA (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.noaa.ersst.html>). Elles sont sélectionnées dans la zone d'hivernage (Figure 6). Pour chaque hiver, une moyenne des températures des mois de Novembre, Décembre, Janvier et Février est réalisée.

## **Données sur la disponibilité en nourriture en période de reproduction**

Etant donné l'importance des crabes nageurs du genre *Liocarcinus* comme ressource alimentaire en période de reproduction (Schwemmer et Garthe, 2005), leur abondance moyenne (en nombre d'individus par mètre carré) à Gravelines estimée chaque année entre mai et juillet a été prise en considération.

## **Latitudes et dispersions médianes en fonction de l'année**

Pour l'étude de la dispersion et des latitudes d'hivernage, un contrôle par oiseau et par semaine est conservé, entre novembre et février.

Les échantillons étant indépendants et la distribution ne suivant pas une loi normale, les latitudes d'hivernage en fonction de l'hiver sont comparées par un test de Kruskal-Wallis. Si l'hypothèse de non-égalité des échantillons est acceptée, un test post hoc de comparaison multiple de Steel Dwass est effectué (Scherrer 1984).

La dispersion des jeunes est étudiée en effectuant un test d'homogénéité de dispersion en fonction de l'année (cohorte). L'homogénéité de la dispersion autour de la localisation géographique médiane des différentes cohortes a été testée avec le « distance-based test for homogeneity of multivariate dispersion » proposé par Anderson *et al* (2006). Ce test est une extension en multivariée du test d'homogénéité des variances de Levene (Anderson *et al*, 2006) et il est basé sur une matrice de distances quelconque. La matrice des distances géographiques (en km) entre tous les individus contrôlés durant une période déterminée (dispersion post-émancipatoire, hivernage...) a ici été utilisée. L'hypothèse nulle est qu'il n'y a pas de différence de dispersion entre les groupes (cohortes). Une statistique F est obtenue dont la probabilité est calculée par permutation. Si l'hypothèse nulle est rejetée, des tests post-hoc sont effectués (pair-wise comparisons test by permutation) (Anderson *et al*, 2006).

## **Détermination de l'influence des différents facteurs sur la survie juvénile**

L'influence des différents facteurs (NAO, Températures, abondances des crabes) sur le taux de survie, le nombre de couple et le pourcentage de jeunes bagués retrouvés morts sur la colonie à la fin de la reproduction est estimée par un modèle de régression linéaire simple. Le coefficient de détermination (noté  $r^2$ ) juge de la qualité de l'ajustement des points par la droite de régression. Le coefficient de corrélation (noté  $r$ ) entre les valeurs est calculé ( $r$  est la racine carrée de  $r^2$ ) puis testé (Scherrer, 1984).

Toutes les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel R version 2.13.0 (The R Foundation for Statistical Computing, 2011)

## RESULTATS

### Nombre de baguages et de resightings

Après tri des données de baguage, 1515 oiseaux ont été sélectionnés (1007 sur le site de Calais, 239 à Dunkerque et 269 à Gravelines).

Les oiseaux bagués pulli de chaque cohorte sont de moins en moins revus avec le temps, comme présenté tableau 1, sauf pour la cohorte 2009 (seulement 13 resighting l'hiver 2009/2010, et 37 l'hiver 2010/2011). On remarque cependant que le nombre de resightings est plus faible l'hiver 2009/2010 que l'hiver 2010/2011 également pour les cohortes de 2005 et 2006. Il pourrait donc exister un effort d'observation et d'échantillonnage plus faible cette année là.

**Tableau 1.** Nombre de pulli bagués chaque année et nombre de resightings pour chaque cohorte

Année de baguage	Nombre de bagués	Nombre de resightings par hiver						Nombre total de resighting
		2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	
2005	<b>229</b>	30	25	17	18	7	8	<b>105</b>
2006	<b>245</b>		41	21	14	11	12	<b>99</b>
2007	<b>301</b>			60	25	16	10	<b>111</b>
2008	<b>392</b>				49	24	18	<b>91</b>
2009	<b>348</b>					13	37	<b>50</b>

### Taux de survie et probabilité de resighting en fonction de l'âge et du lieu de baguage

Le modèle le plus parcimonieux retenu pour chaque classe d'âge est celui prenant en compte l'âge pour le calcul du taux de survie et le lieu de baguage pour le calcul de la probabilité de resighting.

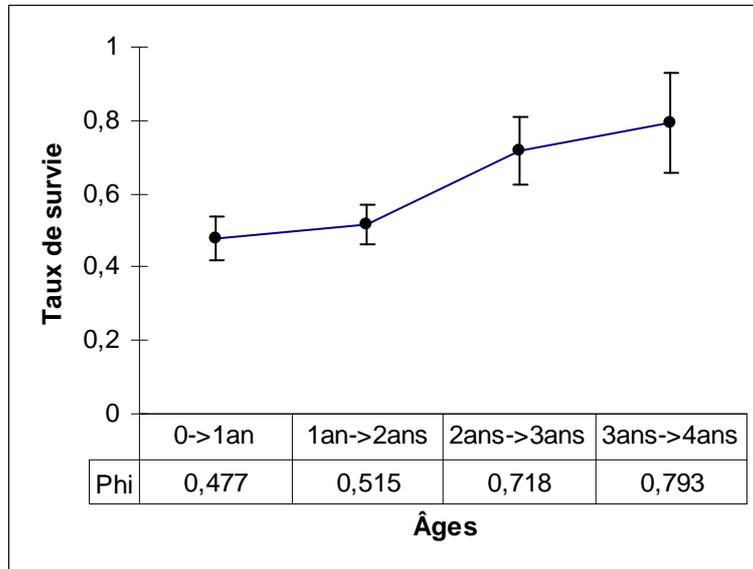
**Tableau 2.** Paramètres du modèle sélectionné (taux de survie Phi en fonction du temps et probabilité de resighting en fonction du lieu de naissance)

transition d'âge	Phi	erreur-type	Deviance	c-hat
0->1an	0,477	0,06	0,733	1,066
1an->2ans	0,515	0,054	0,733	1,066
2ans->3ans	0,718	0,091	0,479	1,118
3ans->4ans	0,793	0,135	0,212	1,383

Pour chaque tranche d'âge, la déviance est suffisamment grande ( $>0,2$ ) et le c-hat proche de 1, ce qui montre la robustesse du modèle.

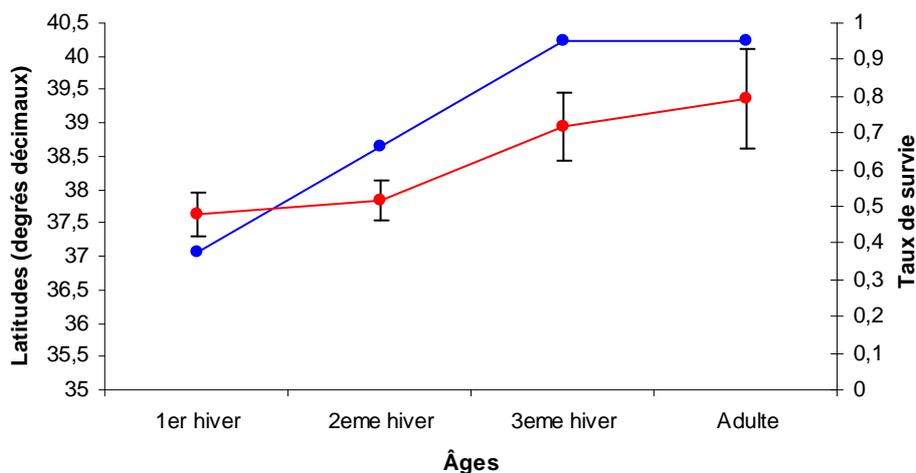
La probabilité de resighting varie en fonction du lieu de baguage : les goélands bagués à Calais ont une probabilité de resighting de 0,396 en moyenne, tandis que ceux bagués à Gravelines et Dunkerque ont une probabilité de 0,233. Cependant, le lieu de naissance n'influence pas le taux de survie, car il n'est retenu dans aucun des modèles robustes pour le calcul du taux de survie.

La figure 7 présente les taux de survie des Goélands bruns en hiver en fonction de leur âge issus de ce modèle. Jusqu'à l'âge de 2 ans, les goélands ont un taux de survie faible d'environ 0,5. La survie augmente ensuite pour atteindre une valeur de 0,7 environ pour le passage aux âges de 3 et 4 ans. Les données pour l'âge suivant (le passage de 4 à 5 ans), bien que moins fiables car pas assez nombreuses montrent également un taux de survie d'environ 0,7.



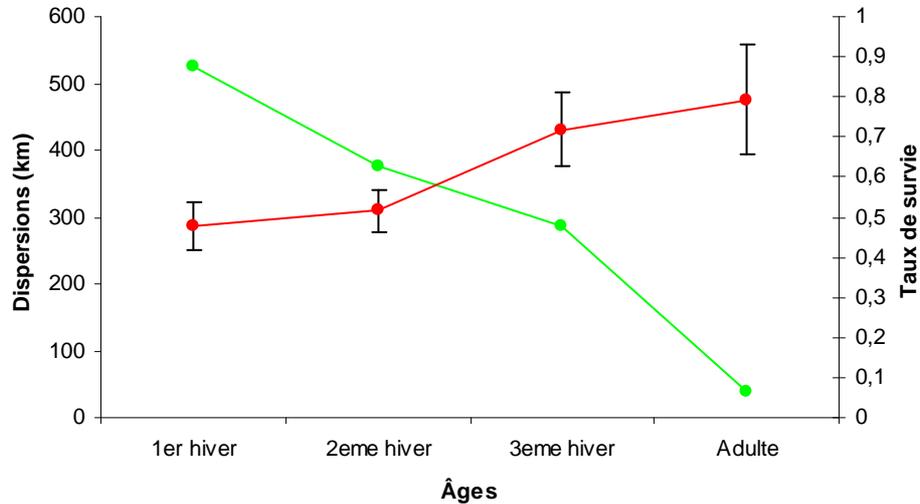
**Figure 7.** Taux de survie Phi des goélands en fonction de leur tranche d'âge. Les barres verticales représentent l'erreur-type.

Ce changement brusque dans les taux de survie des goélands après l'âge de 2 ans varie comme les changements de latitudes médianes d'hivernage ( $r^2=0,858$ ) en fonction de l'âge. Plus la latitude d'hivernage est grande (c'est-à-dire moins les goélands sont méridionaux et migrent loin), plus la survie est grande (Figure 8). Cependant, ce coefficient de corrélation, bien qu'élevé ( $r=0,926$ ), n'est pas significatif du fait du faible nombre d'échantillons ( $n=4$ ).



**Figure 8.** Taux de survie (en bleu) et latitudes médianes d'hivernage en degrés décimaux (en rouge) en fonction de la tranche d'âge.

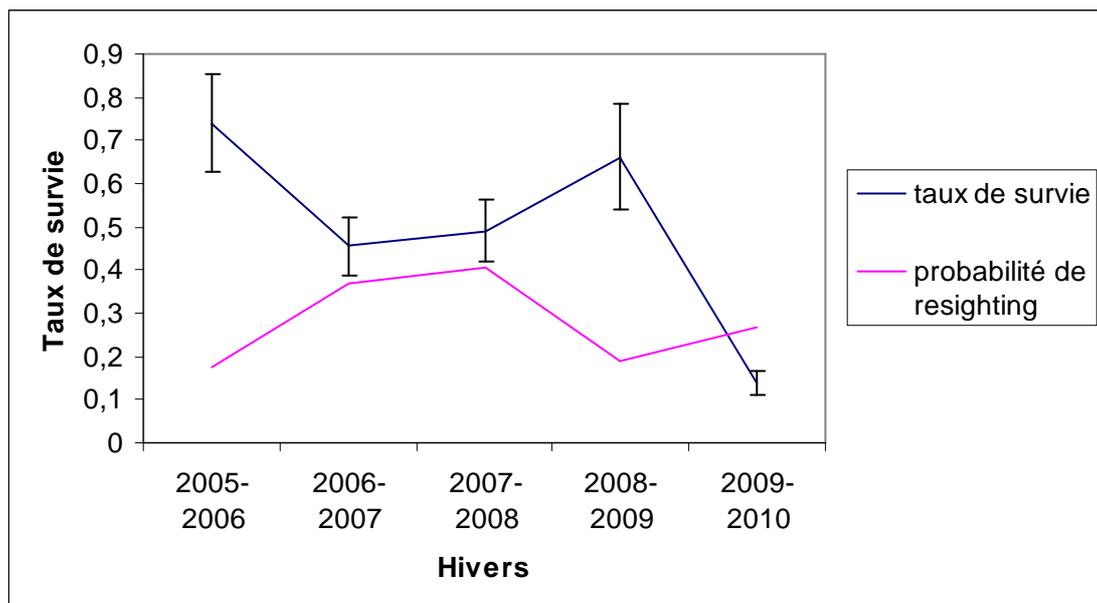
De plus, les taux de survie sont négativement corrélés avec la dispersion des goélands en hiver, (c'est-à-dire la distance au point médian) selon la tranche d'âge ( $r^2=0,854$ ). La dispersion des oiseaux diminue avec l'âge alors que leur taux de survie augmente (Figure 9). Le coefficient de corrélation n'est toutefois pas significatif ( $r=0,924$ ).



**Figure 9.** Taux de survie (en bleu) et dispersions médianes d'hivernage en km (en rouge) en fonction de la tranche d'âge.

### Taux de survie et probabilité de resighting en fonction de l'hiver

Le modèle le plus robuste pour le calcul des taux de survie des jeunes de chaque cohorte durant le premier hiver calcule le taux de survie en fonction du temps, ainsi que la probabilité de resighting en fonction du temps. Les données ne sont pas assez nombreuses par cohorte pour tester l'effet du lieu de naissance. Les résultats sont présentés Figure 10.



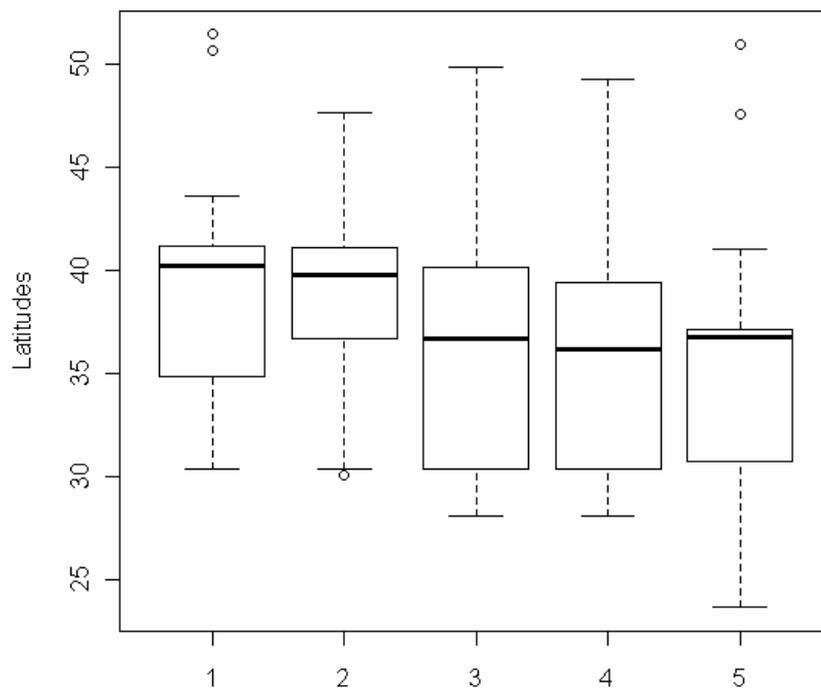
**Figure 10.** Survie des jeunes de chaque cohorte par année

Le taux de survie des jeunes varie en fonction de l'hiver, entre 0,74 pour la cohorte de 2005 et 0,138 pour la cohorte de 2009. Il existe une grande hétérogénéité des taux de survie en fonction de la cohorte.

La probabilité de resighting reste comprise entre 0,177 et 0,406. La variation de cette probabilité selon l'hiver pourrait s'expliquer par des pressions d'observations changeantes d'un hiver à l'autre sur les sites d'hivernage.

### Effets de la stratégie d'hivernage, de la NAO et de la température de l'air sur le taux de survie des jeunes en hiver

La comparaison des latitudes d'hivernage des jeunes en fonction de l'hiver à l'aide du test de Kruskal-Wallis a permis de montrer une différence significative entre les oiseaux des différentes cohortes (KW = 30,51 ; ddl=4 ; p<0,001). (Figure 11).



Cohorte	2005	2006	2007	2008	2009
1er quartile	34.86	36.72	30.33	30.33	30.70
Médiane	40.24	39.75	36.72	36.19	36.74
3ème quartile	41.18	41.13	40.15	39.38	37.14
Effectif	44	52	72	82	33

**Figure 11.** Boîtes à moustaches\* et tableau de données représentant la latitude d'hivernage (en degrés décimaux) des jeunes goélands en fonction de la cohorte. Dans les boîtes à moustaches, le trait épais horizontal représente la médiane, le rectangle a pour limite les premiers et 3èmes quartiles et les moustaches ont pour limite 1,5 fois la distance interquartile (Douclert, 2010).

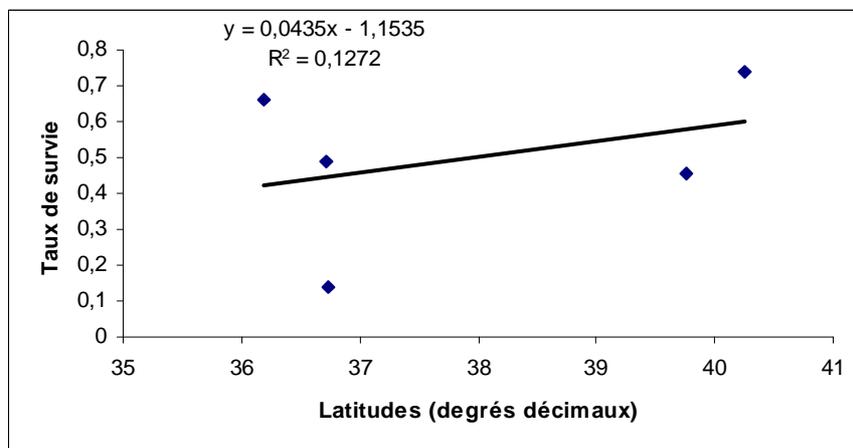
Le test de comparaison multiple de Steel Dwass a permis de mettre en évidence les différences entre les cohortes comparées deux à deux. (Tableau 3)

**Tableau 3.** Différences des latitudes de dispersions des oiseaux de 1<sup>ère</sup> année de chaque cohorte  
Résultats du test de Steel Dwass

Cohortes	Différence significative?	P
2005.2006	NON	
2005.2007	OUI	p<0,01
2005.2008	OUI	p<0,001
2005.2009	OUI	p<0,01
2006.2007	OUI	p<0,1
2006.2008	OUI	p<0,01
2006.2009	NON	
2007.2008	NON	
2007.2009	NON	
2008.2009	NON	

Les individus de la cohorte 2005 migrent donc à une latitude significativement plus élevée que les individus des cohortes 2007, 2008 et 2009. De même, les individus de la cohorte 2006 migrent à une latitude plus élevée que ceux des cohortes 2007 et 2008. Les individus des cohortes 2005 et 2006 ont donc des latitudes d'hivernage qui sont semblables à celles des adultes (médiane = 40,24, Delegrange, 2010)

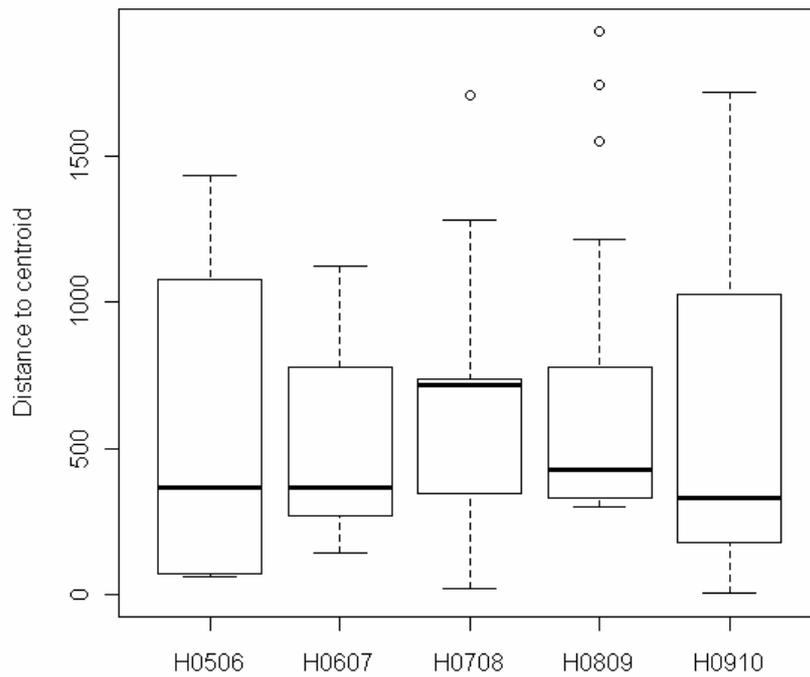
La latitude moyenne d'hivernage a une relation positive avec le taux de survie ( $r^2=0,13$ ), mais le coefficient de corrélation n'est pas significatif ( $r=0,36$ ). (Figure 12)



**Figure 12.** Droite de régression linéaire du taux de survie en fonction de la latitude médiane d'hivernage (degrés décimaux) des jeunes de 1<sup>ère</sup> année

Le test sur la dispersion ne met pas en évidence de différence statistiquement significative entre les jeunes des différentes cohortes.

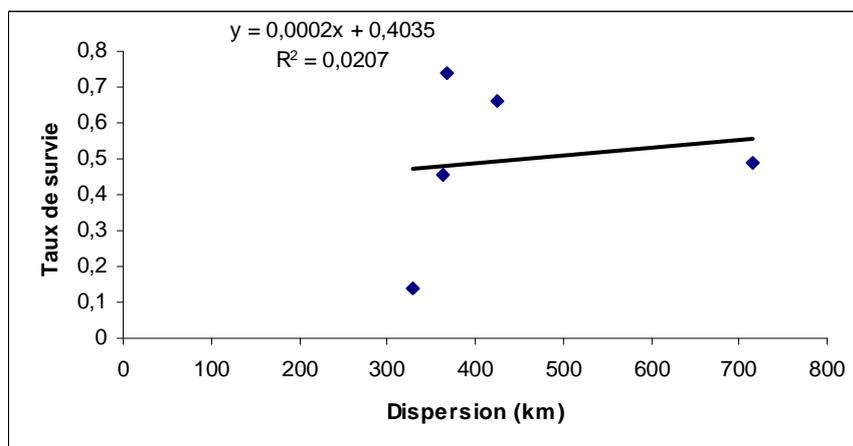
La boîte à moustache présentée Figure 13 représente la distance entre le point de contrôle des individus et le point médian de chaque cohorte. On remarque une plus forte dispersion médiane pour la cohorte de 2007.



Cohorte	2005	2006	2007	2008	2009
1er quartile	70.70	269.92	343.09	331.17	180.05
médiane	367.45	364.26	714.92	424.07	328.25
3ème quartile	1077.27	775.46	738.46	778.61	1023.05
effectif	44	52	72	82	33

**Figure 13.** Boîtes à moustaches\* et tableau de données représentant la dispersion d'hivernage (en km) des jeunes goélands en fonction de la cohorte. Dans les boîtes à moustaches, le trait épais horizontal représente la médiane, le rectangle a pour limite les premiers et 3èmes quartiles et les moustaches ont pour limite 1,5 fois la distance interquartile (Douclert, 2010).

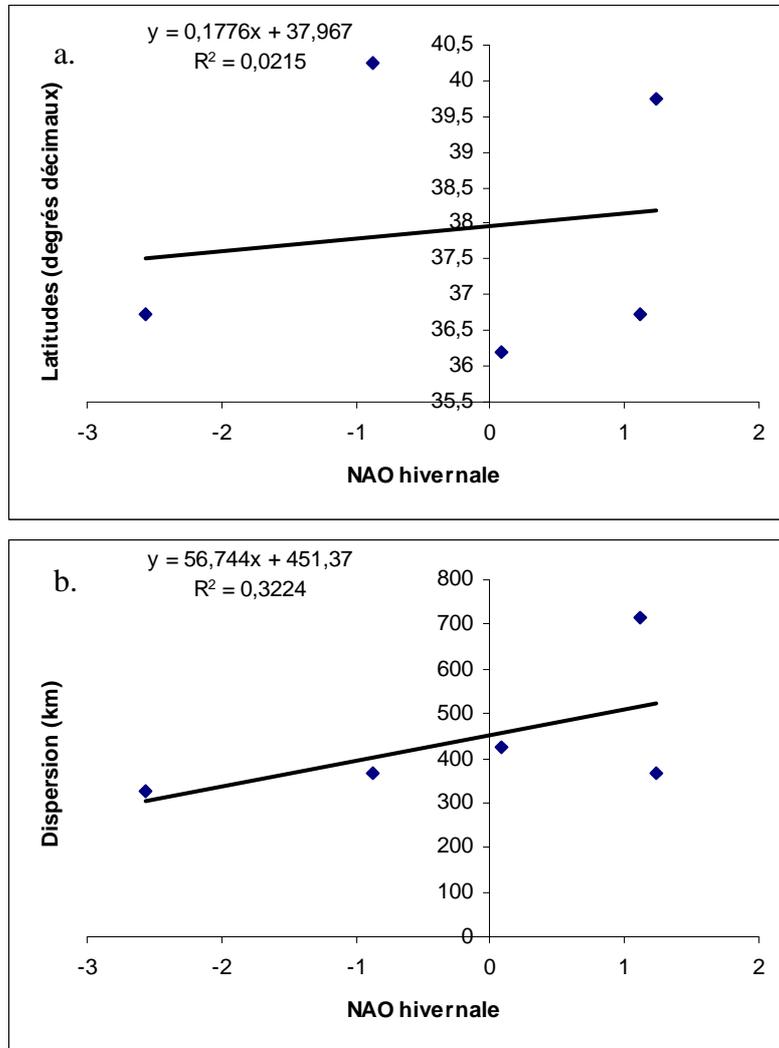
La dispersion n'influence pas le taux de survie ( $r^2=0,02$ ). (Figure 14)



**Figure 14.** Droite de régression linéaire du taux de survie en fonction de la dispersion médiane d'hivernage (km) des jeunes de 1<sup>ère</sup> année

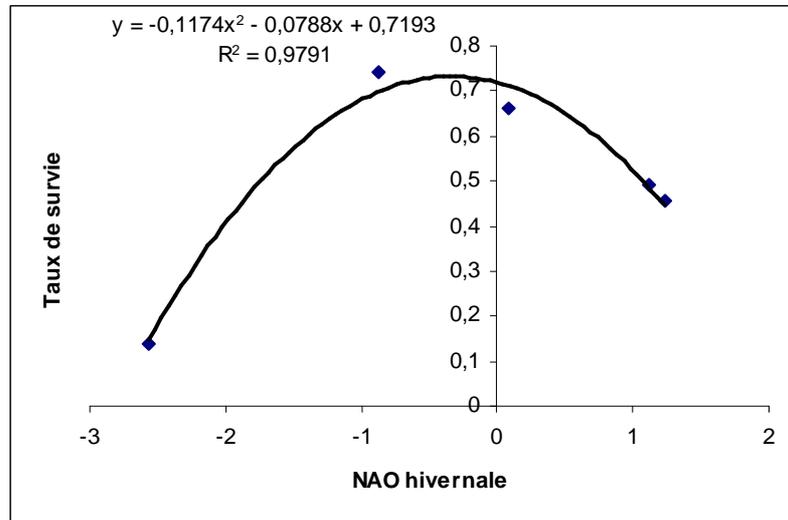
Les régressions linéaires réalisées à partir des données de NAO en hiver montrent que :

- Il n'y a pas d'effet de la NAO sur la latitude d'hivernage ( $r^2=0,02$ ) (Figure 15 a.)
- Il existe une influence positive de la NAO sur la dispersion ( $r^2=0,32$ ), mais cette corrélation est non-significative (à  $p=0,05$ ) (Figure 15 b.)



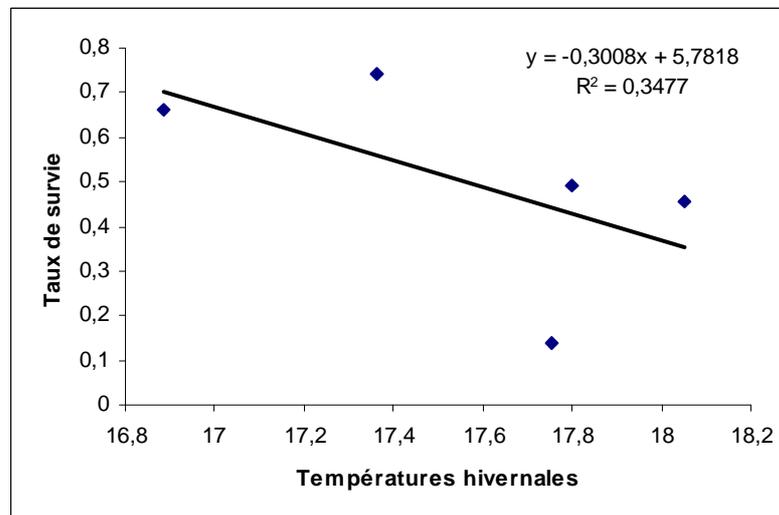
**Figure 15.** Droite de régression linéaire de la NAO (en abscisse) sur :  
a. la latitude d'hivernage (degrés décimaux) des jeunes de 1<sup>ère</sup> année  
b. la dispersion d'hivernage (km) des jeunes de 1<sup>ère</sup> année

La relation entre la NAO et le taux de survie des jeunes en hiver n'est pas linéaire, mais peut être modélisée par un polynôme de second degré, avec un coefficient de détermination de 0,97 (Figure 16).



**Figure 16.** Courbe du polynôme de second degré du taux de survie des jeunes de 1<sup>ère</sup> année en fonction de la NAO hivernale

Les températures dans la zone d'hivernage de Novembre à Février influencent négativement le taux de survie des jeunes des 1<sup>ère</sup> année ( $r^2=0,35$ ), mais cette relation est non significative (à  $p=0,05$ ). (Figure 17)



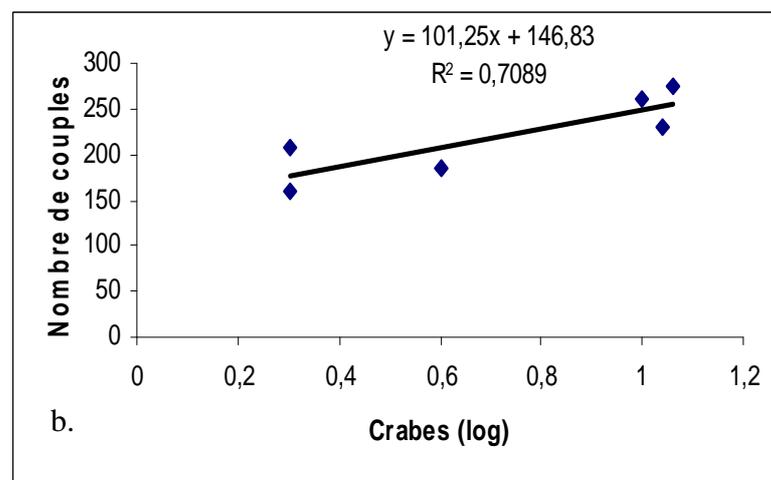
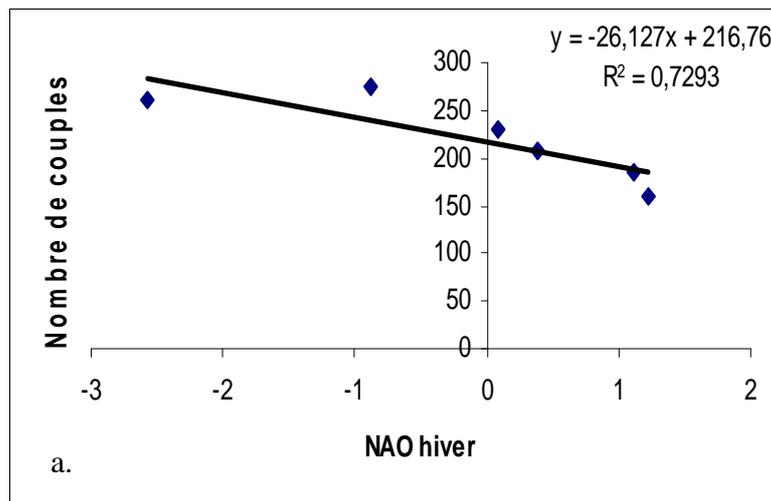
**Figure 17.** Droite de régression de la corrélation entre les températures hivernales et le taux de survie des jeunes de 1<sup>ère</sup> année

## Effets de la disponibilité en nourriture et de la NAO sur le nombre de couples à Calais

La NAO de l'hiver précédent la reproduction affecte négativement le nombre de couple nicheur sur le site de Calais ( $r=0,85$ ,  $p<0,05$ ,  $ddl=4$ , Figure 18 a.) et l'abondance de crabes montre que la disponibilité en nourriture (crabes nageurs) influence positivement le nombre de couples nicheurs ( $r=0,84$ ,  $p<0,05$ ,  $ddl=4$ , Figure 18 b.)

**Tableau 4.** Valeurs de la NAO de l'hiver précédent, du nombre de couples nicheurs à Calais et du logarithme de la disponibilité en crabes à Gravelines.

Année	NAO W-1	Nombre de couples	Crabes (log)
2005	0,39	208	0,301
2006	-0,88	274	1,061
2007	1,23	160	0,301
2008	1,12	185	0,602
2009	0,08	230	1,041
2010	-2,57	260	1,000



**Figure 18.** a. Droite de régression du nombre de couple à Calais en fonction de la NAO  
b. Droite de régression du nombre de couple à Calais en fonction de l'abondance des crabes (log)

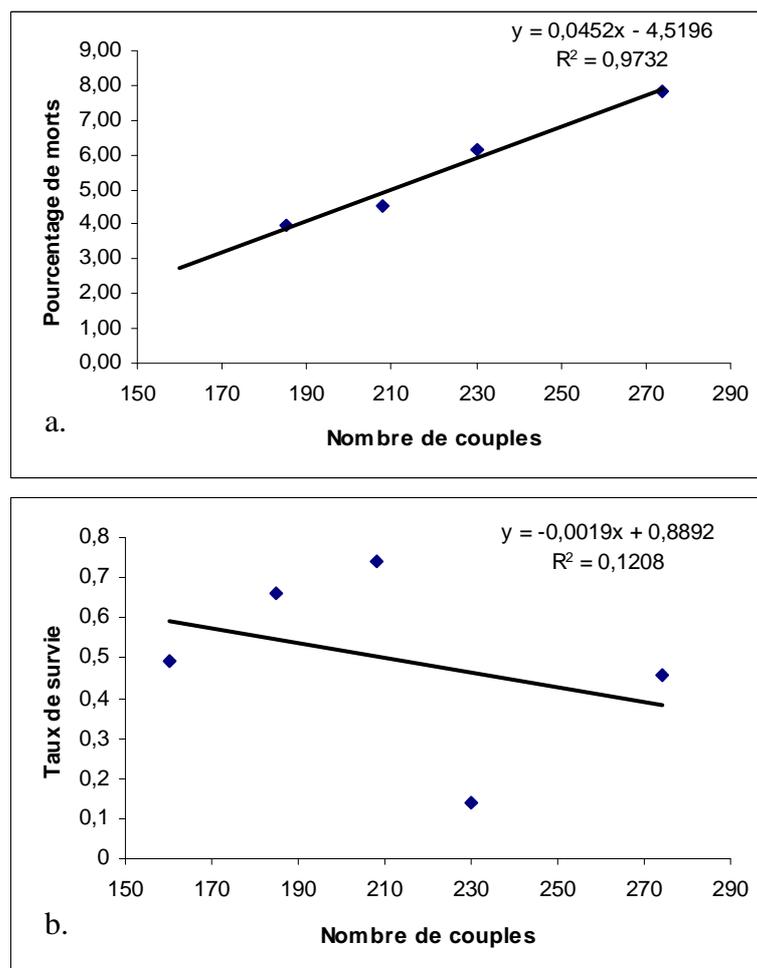
## Effet du nombre de couples sur le taux de survie des jeunes et la mortalité avant émancipation

Il existe une forte corrélation entre le nombre de couple et le pourcentage des jeunes bagués morts avant d'avoir quitté la colonie ( $r=0,99$ ,  $p<0,01$ ,  $ddl=2$ ) sur les données mesurées à Calais. (Figure 19 a.)

**Tableau 5.** Nombre de couples et pourcentages de jeunes retrouvés morts sur le site à la fin de la reproduction sur le site de Calais.

Année	Nombre de couples	Pourcentages de jeunes bagués retrouvés morts
2005	208	4,51
2006	274	7,82
2007	160	Pas de données
2008	185	3,98
2009	230	6,16

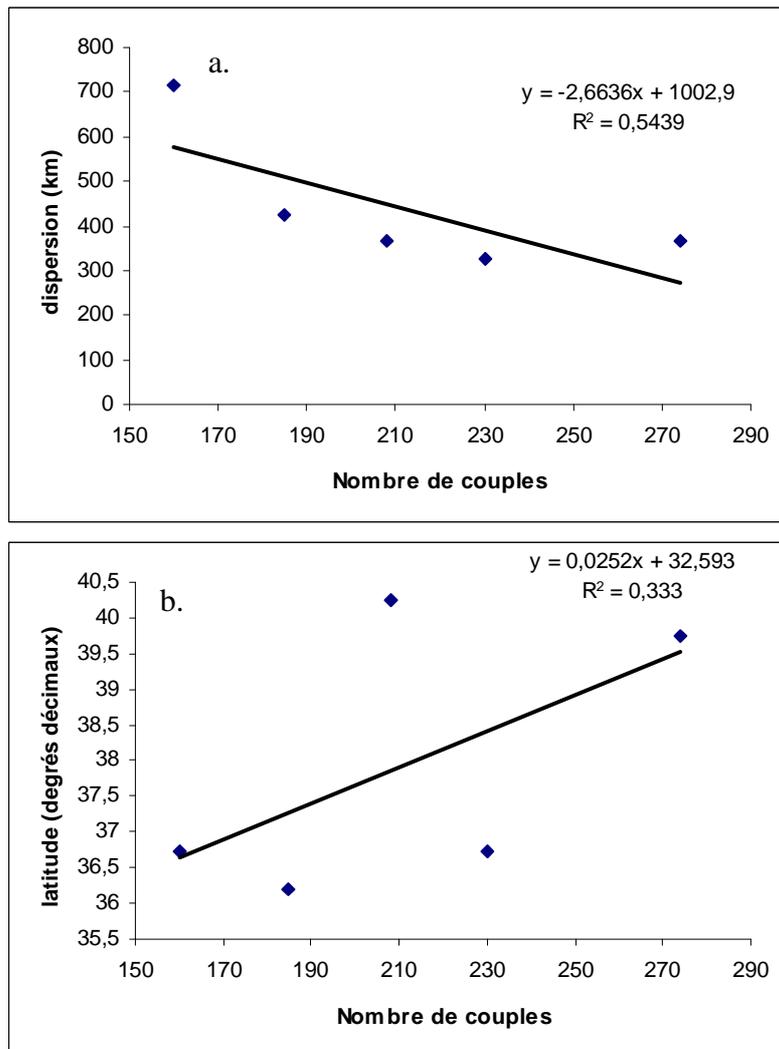
Cependant, l'effet du nombre de couple est moins important sur le taux de survie des jeunes en hivernage ( $r^2=0,12$ ). (Figure 19 b.)



**Figure 19.** Droites de régressions, en fonction du nombre de couples à Calais :  
a. du pourcentage de jeunes morts sur la colonie  
b. du taux de survie des jeunes de 1<sup>ère</sup> année

## Effet du nombre de couples à Calais sur la stratégie d'hivernage des jeunes

Le nombre de couples à Calais (représentatif de l'ensemble des sites du Nord-Pas-de-Calais), diminue la dispersion médiane des jeunes goélands de 1<sup>ère</sup> année ( $r^2=0,54$ ), mais cette corrélation n'est pas significative (à  $p=0,05$ ). De plus, le nombre de couples a une influence positive sur la latitude médiane d'hivernage des jeunes de 1<sup>ère</sup> année ( $r^2=0,33$ ) : plus le nombre de couples est élevé, moins les jeunes goélands migrent loin, mais cette corrélation est non significative (à  $p=0,05$ ). (Figure 20 a. et b.)



**Figure 20.** Droites de régressions, en fonction du nombre de couples à Calais :  
a. de la dispersion médiane en hivernage des jeunes de 1<sup>ère</sup> année  
b. de la latitude médiane d'hivernage des jeunes de 1<sup>ère</sup> année

## DISCUSSION

### Nombre de baguages et probabilités de resighting

Même si le baguage couleur permet d'augmenter le nombre de re-contact avec les oiseaux bagués (Shedden *et al*, 1985), en moyenne, seulement un tiers des oiseaux bagués ont une chance d'être revus. La probabilité de resighting augmente avec le nombre d'oiseaux bagués : à Calais, pour  $n=1007$  oiseaux bagués, la probabilité de resighting est de 0,396, tandis que pour Dunkerque et Gravelines regroupés, pour  $n=508$  oiseaux bagués, la probabilité de resighting n'est plus que de 0,233.

Le nombre anormalement faible de resightings réalisés l'hiver 2009/2010 sur les jeunes de la cohorte 2009 pourrait biaiser la valeur du taux de survie des jeunes de cette cohorte.

Afin d'augmenter les chances de resighting des oiseaux et donc d'avoir un maximum de précision pour le calcul des taux de survie, il est utile de travailler sur des grands échantillons. Pour maximiser le nombre de baguage, il faut soit augmenter l'effort d'échantillonnage chaque année (ce qui n'est pas possible pour des petites populations), soit augmenter le nombre de sessions, et donc d'années d'études.

### Taux de survie et stratégie d'hivernage en fonction de l'âge

En hivernage, les jeunes goélands bruns migrent plus au sud et sont plus dispersés que les adultes (Delegrange, 2010) afin d'explorer le potentiel des différents habitats (Baker, 1980) et de réduire la compétition intra-spécifique, notamment le kleptoparasitisme (Galván, 2003).

Le taux de survie moyen des adultes est d'environ  $0,79 \pm 0,13$ . Cette valeur est inférieure à celle trouvée sur la même sous-espèce par Wanless *et al* (1996) (utilisation de baguage coloré sur 500 adultes entre 1989 et 1993) sur la colonie de l'île de May (Royaume-Uni) :  $0,91 \pm 0,12$ . Cependant, il s'agit là d'un taux de survie annuel (et non pas hivernal comme dans notre étude), et il est calculé sur des individus adultes d'âges différents (pas seulement pour les individus de 4 ans comme dans notre étude). De plus, il s'agit de deux colonies différentes, ce qui pourrait également expliquer la différence. La continuité du suivi des oiseaux bagués à Calais/Dunkerque permettra de tester l'hypothèse d'une augmentation du taux de survie des adultes avec l'âge.

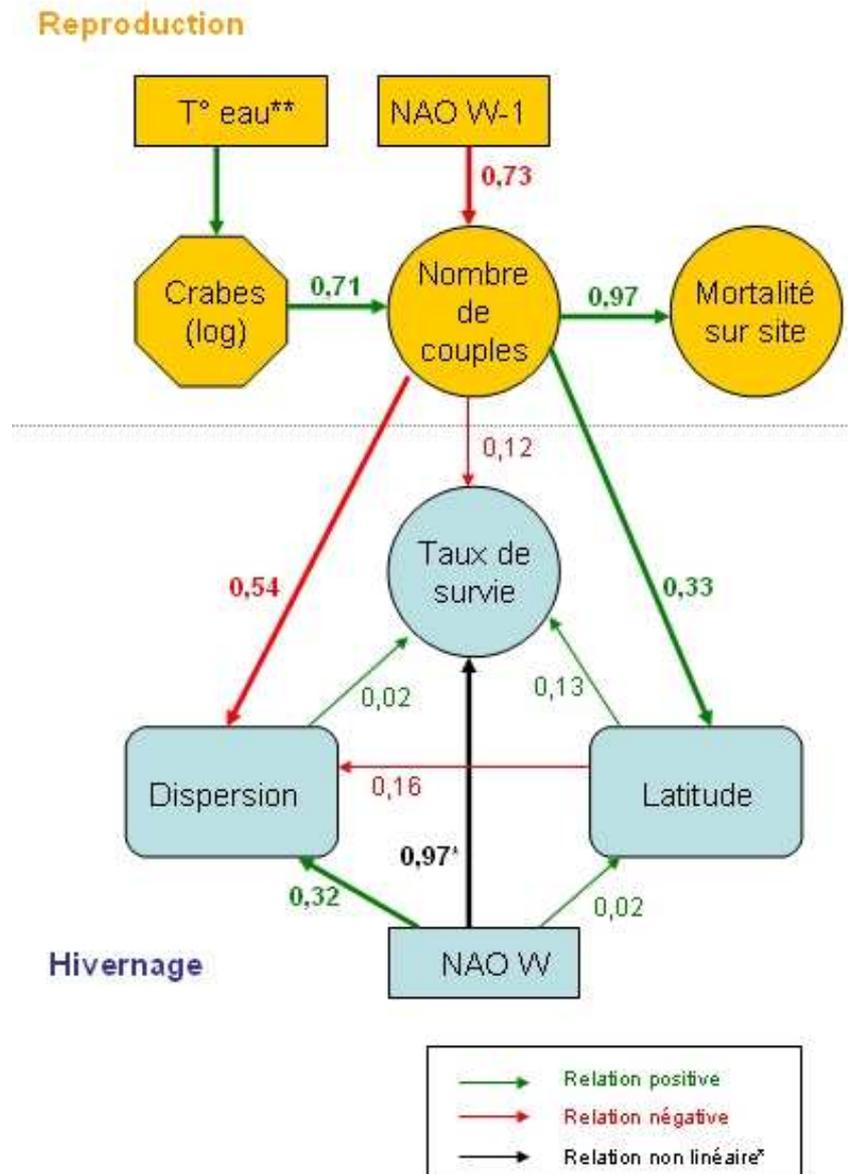
L'étude de colonies Belges et Néerlandaises d'un autre Laridé, la mouette mélanocéphale (*Larus melanocephalus*) par te Marvelde *et al* (2009) a montré des résultats très similaires aux notre quand aux différences de taux de survie des jeunes et des adultes (même s'il s'agit également de taux de survie annuels et non hivernaux). Les jeunes individus présentent un taux de survie faible (0,55 pour *L. melanocephalus*, 0,48 pour *L. fuscus*) qui augmente avec l'âge (0,84 pour *L. melanocephalus*, 0,79 pour *L. fuscus*).

Plusieurs hypothèses liées à la stratégie d'hivernage pourraient expliquer cette augmentation du taux de survie avec l'âge chez les goélands bruns :

- Les jeunes goélands dépensent plus d'énergie en migrant plus loin
- Les jeunes, inexpérimentés, ne choisissent pas les aires d'hivernages les plus favorables, avec une bonne disponibilité en nourriture

## Facteurs influençant la dynamique de population des goélands bruns

Les résultats obtenus, complétés par les travaux antérieurs (Delegrange, 2010) permettent de proposer un schéma synthétique des différents paramètres de la dynamique de population de Goélands bruns du Nord-Pas-de-Calais, ainsi que les facteurs externes connus pour avoir une influence. (Figure 21)

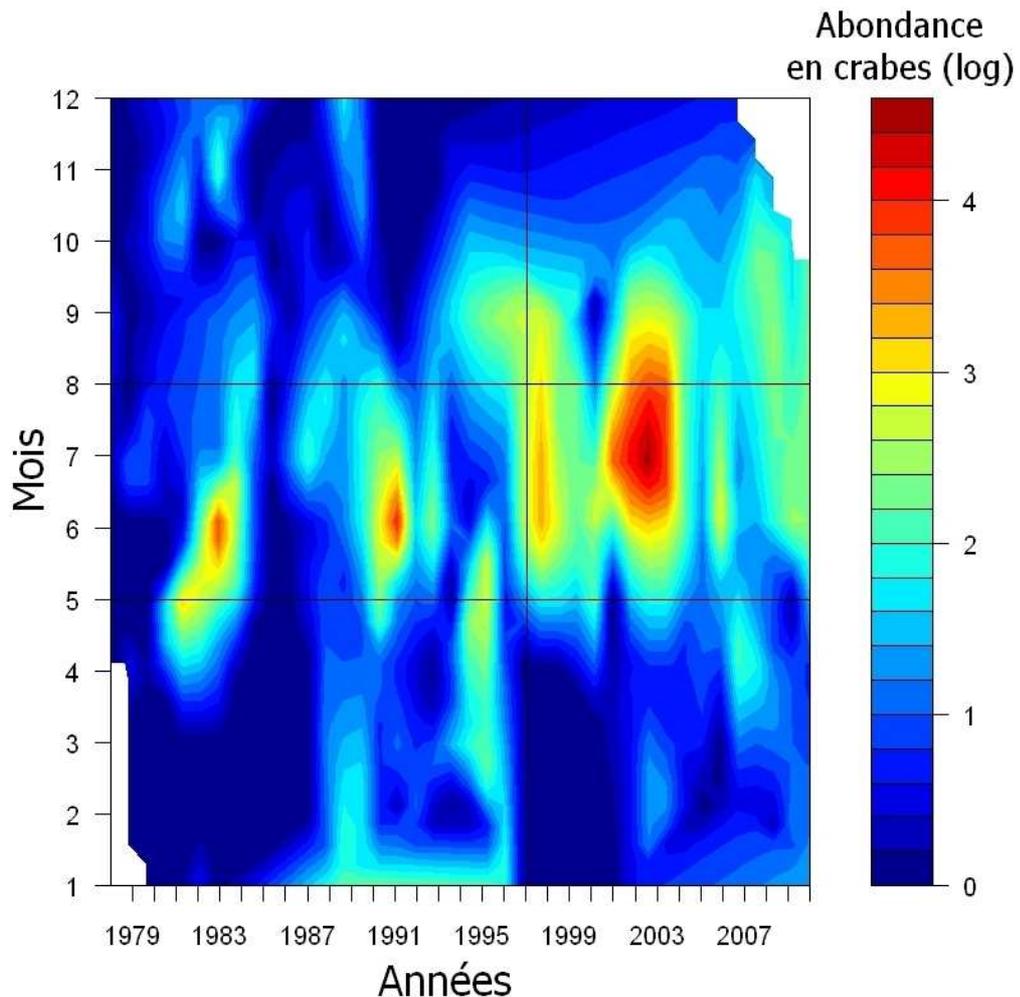


**Figure 21.** Schéma synthétique des valeurs de coefficients de détermination des régressions linéaires des différents facteurs pouvant influencer la dynamique des populations des goélands bruns (Les paramètres d'hivernages concernent les jeunes de 1<sup>ère</sup> année)

\*La corrélation entre la NAO l'hiver et le taux de survie n'est pas linéaire et suit un polynôme de second degré

\*\*L'effet positif de la température de l'eau sur l'augmentation des décapodes marins à Gravelines a été mis en évidence par Lindley *et al* (2010) pour la période 1978-2008

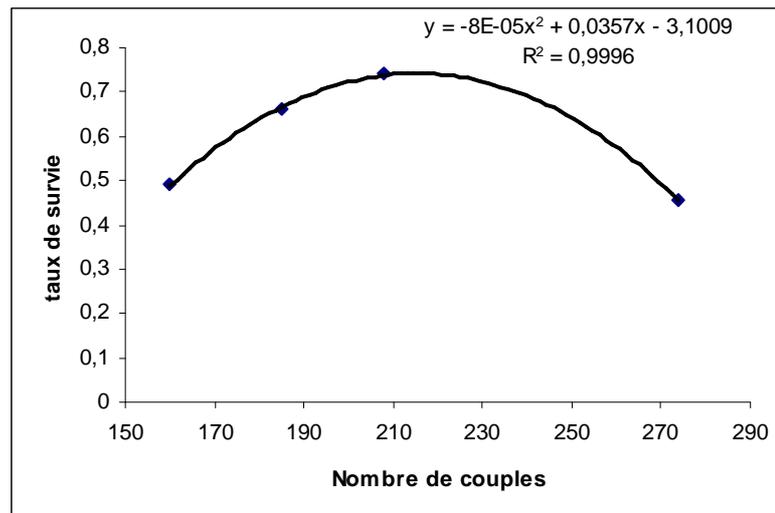
En cohérence avec les travaux de Schwemmer et Garthe (2005) qui ont mis en évidence l'importance des crabes nageurs dans l'alimentation des goélands bruns durant la périodes de reproduction, il apparaît que la disponibilité en nourriture (l'abondance des crabes – *Liocarcinus sp*) durant la reproduction influence le nombre de couples nicheurs à Calais : plus la ressource alimentaire est importante, plus les couples vont s'installer pour se reproduire ( $r^2=0,71$ ). L'apparition du premier couple de goélands bruns à Calais concorde avec une l'augmentation brutale de l'abondance de crabes nageurs à Gravelines (Figure 22). Une étude norvégienne (Bustnes *et al*, 2009) sur la sous espèce nominale *L. f. fuscus* a montré également une corrélation entre le nombre de couples nicheurs et la disponibilité en nourriture (le stock de hareng, *Clupea harengus*, principale nourriture de la sous-espèce nominale).



**Figure 22.** Abondance en crabes nageurs à Gravelines en fonction du mois et de l'année. (Luczak *et al*, en préparation)

Les données sur le site de Calais montrent que le nombre de couple expliquerait 97% de la mortalité des jeunes bagués avant leur émancipation. Cette valeur doit être relativisée, car elle n'est basée que sur 4 échantillons disponibles pour la mortalité des jeunes.

D'après la régression linéaire, le nombre de couples expliquerait 12% la variation de la survie des jeunes de 1<sup>ère</sup> année. En analysant les taux de survie des jeunes de 1<sup>ère</sup> année sans prendre en compte la valeur très faible basée sur peu de données de l'année 2009, on remarque que le nombre de couples nicheurs n'est plus linéaire, mais suit un polynôme de second degré pouvant expliquer plus de 99% du taux de survie des jeunes, mais basé seulement sur 4 données.



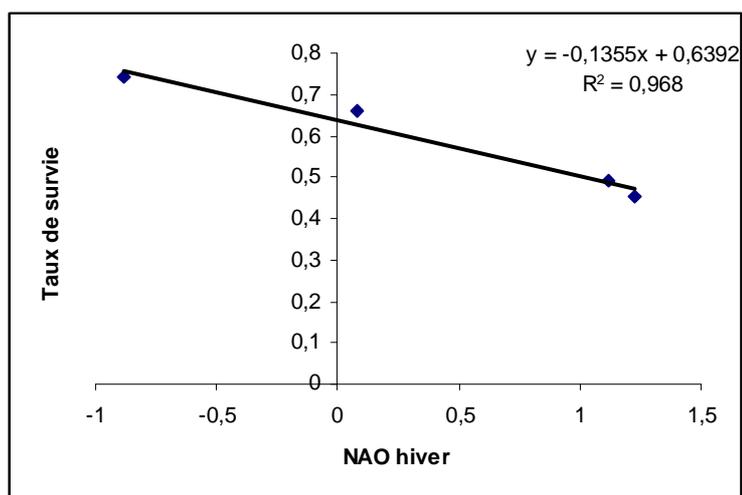
**Figure 23.** Courbe du polynôme de second degré du taux de survie des jeunes en fonction du nombre de couple à Calais

Cet effet est également observé chez les jeunes de mouette mélanocéphale aux Pays-Bas et en Belgique (te Marvelde *et al*, 2009). Ces auteurs interprètent ce résultat en terme de densité-dépendance. Il pourrait donc y avoir densité-dépendance pour la survie des jeunes dans les colonies de Goélands bruns dans le Nord-Pas-de-Calais, ce résultat est à confirmer.

En cas de fortes densités sur les lieux de reproduction, les jeunes goélands vont avoir une migration hivernale à une moins longue distance (à des latitudes plus hautes) ( $r^2=0,33$ ). La plus faible disponibilité en nourriture due à la concurrence sur le site de reproduction pourrait être responsable de jeunes moins vigoureux, capables de migrer moins loin. Cette plus petite distance de migration permettrait alors aux jeunes goélands d'économiser leur énergie et donc de maintenir un taux de survie acceptable. De même, une plus faible dispersion hivernale des jeunes permettrait également de maintenir un taux de survie plus élevé. Ce comportement, qui apparaît être un phénomène adaptatif, permettrait d'adopter une stratégie d'hivernage proche de celle des adultes telle que déterminée par Delegrange, 2010.

La NAO hivernale affecterait la survie des jeunes de 1<sup>ère</sup> année durant l'hivernage, suivant un polynôme de second degré. Des valeurs extrêmes de NAO vont diminuer le taux de survie des jeunes. Les conditions hivernales optimales pour assurer leur survie devraient donc être ni trop humides, ni trop sèches (NAO proche de 0).

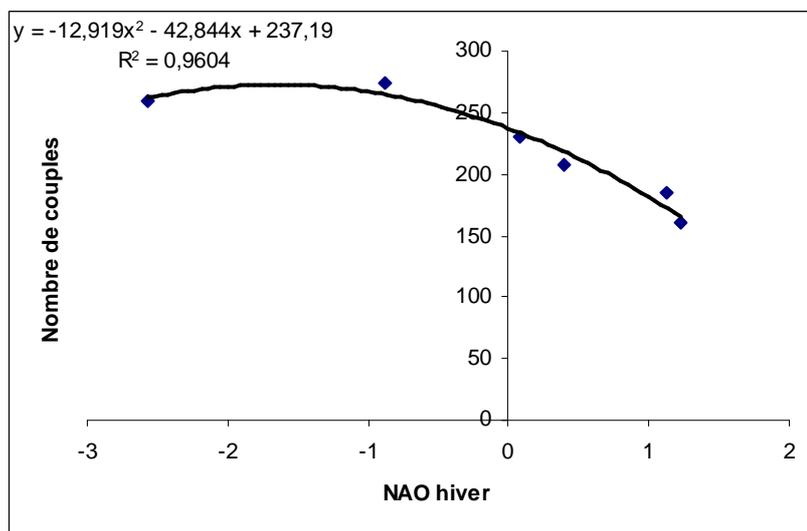
Si on ne tient pas compte du taux de survie des jeunes de la cohorte 2009 basé sur peu de données, on trouve relation linéaire significative ( $r^2=0,97$ ) mais basée sur seulement 4 données. La survie des jeunes goélands seraient alors affectée uniquement par les hivers trop secs, qui pourraient réduire la disponibilité en nourriture. (Figure 24) En effet, plus la NAO est élevée, plus les jeunes goélands se dispersent en hiver pour trouver de la nourriture ( $r^2=0,32$ ).



**Figure 24.** Droite de régression linéaire entre la NAO hivernale et le taux de survie des jeunes goélands, sans la valeur de 2009

Les données de températures confortent l'hypothèse d'un impact d'une NAO positive sur le taux de survie. En effet, plus l'hiver en zone d'hivernage est chaud et sec (NAO positive), moins le taux de survie des goélands est élevé. Même si la corrélation n'est pas significative statistiquement du fait du faible nombre de données, la température explique 35% du taux de survie des jeunes. (Figure 17)

La NAO pourrait aussi affecter le taux de survie des adultes, car elle influence le nombre de couples nicheurs. De la même manière que pour le taux de survie des jeunes, la relation entre la NAO et le nombre de couples nicheurs à Calais peut être soit représentée linéairement (Figure 18 a.,  $r^2=0,73$ ), soit par un polynôme de second degré (Figure 25,  $r^2=0,96$ ), les adultes étant cependant plus tolérants aux hivers humides que les jeunes.



**Figure 25.** Courbe du polynôme de second degré du nombre de couples à Calais en fonction de la NAO en hiver

Les études réalisées en Norvège sur l'archipel d'Horsvaer (Bustnes *et al*, 2009) sur la sous espèce nominale *L. f. fuscus* au sujet de l'effet de la NAO hivernale sur le nombre de couples nicheurs au printemps suivant montrent des résultats opposés : plus la valeur de la NAO est élevée l'hiver, plus il y aura de couples nicheurs. Les auteurs expliquent ce phénomène par une forte variabilité de la disponibilité en nourriture (ici en harengs) sur le site de reproduction en fonction de la NAO.

Cependant, selon la même étude, la sous-espèce nominale connaît un fort déclin de sa population sur cet archipel, tandis que la sous-espèce *L. f. graellsii* étudiée ici connaît une croissance démographique importante dans le nord de la France.

Même s'il a été prouvé que le développement des larves de crabes est plus élevé (et donc, donne naissance à plus d'adultes) en cas de températures chaudes de l'eau (Lindley *et al*, 2010), la NAO négative (des hivers plus froids et secs sur la zone de reproduction) n'affecterait pas autant la quantité de ressources alimentaires disponibles que dans le cas du hareng.

Ce régime alimentaire différent entre *L. f. graellsii* et *L. f. fuscus* permet une meilleure adaptation et une meilleure survie de *L. f. graellsii* aux conditions hivernales défavorables à *L. f. fuscus*, et donc une augmentation du nombre de couples nicheurs au cours des dernières années.

Afin de compléter ce résultat, le calcul des taux de survie hivernaux des adultes pourrait être intéressant, pour déterminer notamment la sensibilité précise à la NAO durant l'hivernage.

### **Biais liés à la perte et à l'usure des bagues colorées**

Les bagues couleurs en plastique étant moins solides que les bagues métalliques, elles peuvent être cassées et perdues facilement par les goélands. Cette perte des bagues peut entraîner un biais dans les valeurs des paramètres estimées. Conn *et al* (2004) ont créé des modèles qui permettent d'éliminer ce biais. Une analyse complémentaire des données pourrait donc être réalisée avec ce modèle, pour plus de précision.

De plus, avec le temps, les bagues perdent leur couleur, et le code individuel devient de moins en moins lisible avec le temps (Figure 26). Ce programme de baguage risque donc de ne pas pouvoir étudier les taux de survie des goélands adultes après un certain âge sans risque de biais si des méthodes intégrant les pertes par dégradations ne sont pas appliquées.



**Figure 26.** Photographie d'une bague posée en 2005, décolorée lors de la séance de baguage du 22 mai 2011

## CONCLUSION

L'étude de la dynamique des populations de goéland brun nichant dans le Nord-Pas-de-Calais a montré que leur taux de survie augmente avec l'âge, phénomène lié à la stratégie d'hivernage du modèle de la migration exploratoire de Baker.

De plus, chez les jeunes goélands bruns, cette stratégie et donc également le taux de survie présentent une importante variabilité, influencée par le climat et la densité.

Le climat pourrait influencer également directement la dynamique des adultes, mais également indirectement par l'intermédiaire de la disponibilité en nourriture. L'étude des taux de survie des adultes, ainsi que de leur fidélité au site de reproduction permettrait de mieux comprendre l'influence de ces facteurs sur le goéland brun.

Enfin, des études similaires sur des autres populations de goélands bruns (Pays-Bas, Royaume-Uni,...) permettraient de voir les échanges potentiels réalisés entre les différentes colonies.

## Bibliographie

Anderson MJ, Ellingsen KE, McArdle BH (2006), Multivariate dispersion as a measure of beta diversity, *Ecology Letters*, 9 : 683-693

Akaike H (1973), Information theory and an extension of the maximum likelihood principle, *International Symposium on Information Theory*, 2<sup>nd</sup> edn, 267-281, Hungary

Baker R (1980), The significance of the Lesser Black-backed Gull to models of birds migrations, *Bird Study* 27 : 41-50

Barcena F, Teixeira AM (1984), Breeding seabird populations in the Atlantic sector of the Iberian Peninsula, Status and conservation of the world's seabirds

Birdlife International (2009), *Larus fuscus*, IUCN 2010

Bustnes JO, Helberg M, Strann KB, Skaare JU (2006), Environmental pollutants in endangered vs. Increasing subspecies of the lesser black-backed gull on the Norwegian Coast, *Environmental* 144 : 893-901

Bustnes JO, Anker-Nielssen T, Lorentzen S-H (2009) Local and large-scale climatic variables as predictors of the breeding numbers of endangered Lesser Black-backed Gulls on the Norwegian Coast, *J Ornithol* 151 : 19-26

Cadiou B, Pons JM, Yésou P (2004), Oiseaux marins nicheurs de France métropolitaine (1960-2000), Editions Biotope : Mèze

Conn PB, Kendall WL, Samuel MD (2004), A General Model for the Analysis of Mark-Resight, Mark-Recapture, and Band-Recovery Data under Tag Loss, *Biometrics* 60 : 900-909

Cooch E et White G (2011), Program Mark « A gentle introduction », 9<sup>th</sup> Edition,

Daget P et Godron M (1974), *Vocabulaire d'Ecologie*, Hachette, Paris, 273p

Delegrange A (2010), Le goéland brun (*Larus fuscus*) nicheur dans le Nord-Pas-de-Calais : étude de l'hivernage et des migrations par le baguage, Wimereux

Del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J (1996), *Handbook of the Birds of the World*, Vol. 3, Lynx Edicions, Barcelona

Dorst J (1962), *The Migrations of Birds*, Heinemann, London

Douclert A (2010), Le test de Kruskal-Wallis et différents tests post hoc de comparaison par paire, <http://geai.univ-brest.fr>

Dubois PJ (2002), Origines diverses de la récente population nicheuse de Goélands bruns *Larus fuscus* dans le Nord-Pas-de-Calais, *Ornithos* 9 : 219-221

Frontier S, Pichod-Viale D, Leprêtre A, Davoult D, Luczak C (2008), *Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution*, Dunod, Paris, 558p

Galván I (2003), Intraspecific kleptoparasitism in Lesser Black-backed Gulls wintering inland in Spain, *Waterbirds* 26 : 325-330

Géroudet P (1999), *Les Palmipèdes d'Europe*, 347-353, Delachaux et Niestlé, Lausanne

Gull Research Organisation, <http://www.gull-research.org> (2011)

Hurrell JW (1995), Decadal trends in the North Atlantic oscillation regional temperatures and precipitation, *Sciences* 269 : 676-679

Lebreton JD, Burnham P, Clobert J, Anderson D (1992), Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals : a unified approach with case studies, *Ecological Monographs* 62 : 67-118.

Le Gouar PJ, Schekkerman H, Van der Jeugd HP, Boele A, Van Harxen R, Fuchs P, Stroeken P, Van Noordwijk AJ (2010), Long-term trends in survival of a declining population : the case of the little owl (*Athene noctua*) in the Netherlands, *Oecologia* 166 : 369-379

Legendre P, Legendre L (1998) *Numerical ecology*, 2nd English, edn. Elsevier, Amsterdam

Lincoln F, Peterson S (1979) *Migrations of birds*, Fish & Wildlife service, United states departement of the interior, 35-38

Lindley JA, Beaugrand G, Luczak C, Dewarumez JM, Kirby RR (2010), Warm-water decapods and the trophic amplification of climate in the North Sea, *Biologie letters*, 6 : 773-776

Mitchell P, Newton SF, Ratcliffe N, Dunn TE (2004) *Seabird populations of Britain and Ireland*, T & A D Poyser, London

Malling-Olsen K, Larsson H (2004) *Gulls of Europe, Asia and North America*. Helm Identification Guides. Christopher Helm, London

Mullarney K, Svensson L, Zetterström D, Grant PJ (1999), *Le guide ornitho*, Delachaux et Niestlé, Paris, p 176

The R Foundation for Statistical Computing (2011), R version 2.13.0

Scherrer B (1984), *Biostatistiques*, Gaëtan Morin éditeur, Boucherville, 850p

Schwemmer P et Garthe S (2005), At-sea distribution and behaviour of a surface-feeding seabird, the lesser black-backed gull *Larus fuscus*, and its association with different prey, *Marine ecology progress series*, 285 : 245-258

Shedden CB, Monaghan P, Ensor K, Metcalfe NB (1985), *Ringling and Migration*, 6 : 52-54

Snow DW, Perrins CM (1998), *The Birds of the Western Palearctic*. Oxford University Press, Oxford

Spaans AL (1998) Breeding lesser black-backed gulls (*Larus graellsii*) in The Netherlands during the 20<sup>th</sup> century, *Sula*, 12 : 175-184

Urban EK, Fry CH, Keith S (1986) *The birds of Africa, Volume II*, Academic Press, London

Wanless S, Harris MP, Calladine J, Rothery P (1996), Modelling responses of herring gull and lesser black-backed gull populations to reduction of reproductive output : implications for control measures, *Journal of Applied Ecology*, 33 : 1420-1432

White G, Burnham K (1999) Program MARK : survival estimation from populations of marked animals, *Bird Study* 46 : 120-139

Yésou P (2003) Les goélands du complexe *Larus argentatus-cachinnans-fuscus* : où en est la systématique? *Ornithos* 10 : 144-181

## RESUME

De nouvelles colonies de goélands bruns de la sous-espèce *graellsii* (*Larus fuscus graellsii*) sont apparues à la fin des années 90 dans le Nord-Pas-de-Calais, notamment à Calais et Dunkerque et montrent un dynamisme important. *A contrario*, les populations d'Europe du Nord de la sous-espèce nominale *L. f. fuscus* montrent un déclin significatif. Un programme de baguage couleur agréé par le CRBPO a été réalisé entre 2005 et 2009 afin d'étudier la dynamique des populations Nord-Pas-de-Calais. L'étude de ces données a mis en évidence un taux de survie des goélands augmentant avec l'âge, phénomène lié à la stratégie d'hivernage suivant le modèle de la migration exploratoire de Baker. La dynamique des populations de goélands bruns apparaît également influencée par la densité des couples nicheurs (pour les jeunes), la disponibilité en nourriture durant la reproduction (crabes nageurs – genre *Liocarcinus*) et le climat dans les zones d'hivernage (NAO hivernale et température de l'air).

Mots clés : Goéland brun, Nord-Pas-de-Calais, taux de survie, hivernage, baguage

## ABSTRACT

Since the 1990s, new colonies of Lesser Black-backed Gulls (*Larus fuscus*) have been observed in the North of France. These “Dutch type” gulls are birds with a phenotype between *L. f. intermedius* and *L. f. graellsii*. These colonies have experienced spectacular increase since 1997. In order to study the migratory behavior and population dynamic of Lesser black-backed Gulls in the Nord-Pas-de-Calais, a color ringing program was established from 2005 to 2009. The survival in winter was studied using capture-recapture techniques. The results showed that survival increased with age. These findings conformed to the “exploratory migration model of bird migration” (the Baker’s Model) expected for this species. Population dynamic of the Lesser Black-backed Gulls appeared affected by breeding population density (for first-year gulls), food availability during the reproductive period (swimming crabs - *Liocarcinus*) and climate conditions in the wintering area (Winter NAO and air temperature).

Key words : Lesser Black-backed Gull, northern France, survival, wintering, ringing.

