

## DOSSIER DE PRESSE

# ARGOS

30 ans à baliser  
la planète



©Olivier Gilg - Brigitte Sabard - Adrian Aebischer GREA





# ARGOS

## 30 ans à baliser la planète

- 1 La naissance d'ARGOS
- 2 Comment ça marche ?
- 3 Etude et protection de la faune, histoires et autres anecdotes
- 4 Océanographie
- 5 Glaciologie
- 6 Un parrainage anniversaire : équipement d'un milan royal
- 7 Agenda des animations ARGOS à la Cité des sciences et de l'industrie

### Contact Presse

#### CLS

Amélie PROUST - [aproust@cls.fr](mailto:aproust@cls.fr) - Port : 06.62.80.45.92  
Laurence LEBREDONCHEL- [llebredonchel@cls.fr](mailto:llebredonchel@cls.fr) - Port : 06 26 80 23 40

#### CNES

Gwenaëlle VERPEAUX - [Gwenaelle.verpeaux@cnes.fr](mailto:Gwenaelle.verpeaux@cnes.fr)  
Tel : 01 44 76 74 04  
Julien WATELET- [Julien.watelet@cnes.fr](mailto:Julien.watelet@cnes.fr) - Port: 06 07 89 13 24

#### Cité des Sciences et de l'Industrie

Clémence SEIBEL - [Clemence.seibel@cite-sciences.fr](mailto:Clemence.seibel@cite-sciences.fr) - 01 40 05 73 60



**30 ans à baliser la planète  
le système satellitaire ARGOS prend le pouls de notre  
planète et nous dévoile les mystères des territoires les plus  
extrêmes.**

**Retour sur 30 ans d'études  
et de découvertes scientifiques depuis l'espace !  
Une journée événement et une exposition ARGOS sont  
organisées à la Cité des sciences et de l'industrie le  
mercredi 7 octobre!**

Saviez-vous que les albatros peuvent faire le tour de l'Antarctique en 4 mois, que les grues du Japon se sont réfugiées dans la zone démilitarisée de Corée, que de nombreuses cigognes ont été sauvées de la noyade dans les châteaux d'eau à ciel ouvert, que la banquise fond et que sa fonte a déjà atteint les prévisions de 2050, qu'une baisse de la température de 0,3°C entraîne une baisse de 10% de la longévité des manchots royaux, que les tortues luths de Guyane piégées par les lignes des palangriers pourraient être sauvées grâce à l'adaptation des hameçons, que les chouettes Harfang fuient le Groenland car elles n'ont plus rien à manger, que les éléphants du Congo vivent la moitié de leur vie cachés dans la forêt fuyant les braconniers?

Toutes ces informations sur la santé de notre planète sont recueillies depuis 30 ans par le système satellitaire ARGOS créé par le CNES.

# Programme



9h30 : Accueil café

## 10h – 12h00 : Rencontres – Argos réécrit l'histoire des migrations animales

Ouverture de la journée de rencontres Michel MARGERY, responsable du programme localisation et collecte de données au CNES  
ARGOS, comment ça marche ? Fabienne JACQ, responsable des applications localisation et collecte de données à CLS

Projection du film ARGOS, l'espace d'une pulsation

Grâce à ARGOS, les scientifiques dévoilent les secrets des oiseaux et mammifères marins

Henri WEIMERSKIRCH, directeur de recherche au CNRS, responsable de l'équipe oiseaux et mammifères marins du CEBC

Migration des oiseaux, protection de l'environnement - Argos contribue à la sauvegarde de la nature

Hiro Yoshi Higuchi, Professeur au Laboratoire des sciences de la biodiversité, Université de l'Agriculture et des Sciences de la Vie de Tokyo

ARGOS et le suivi satellite des ours polaires, grizzlis, caribous et loups de l'Arctique canadien Andrew Derocher, Professeur au Département des Sciences biologiques de l'Université d'Alberta, Canada

12h - 14h : Pause déjeuner [libre]

## 14h-16h : Exposition & animations

L'exposition retrace l'apport du système Argos pour la sauvegarde des espèces menacées telles que Fario le Lynx du Jura, Max la cigogne suisse, Léo l'éléphant d'Afrique ou encore Sakura la grue du Japon. Les robots qui surveillent la mer et les glaces polaires sont également présents sur cette exposition et apportent leur compréhension du monde qui nous entoure.

Des élèves viendront vous expliquer comment ils ont utilisé les balises et les données Argos.

## 16h - 18h : Rencontres – Des balises et des hommes

Les architectes des balises Argos venus des Etats-Unis et de Nouvelle Zélande dévoileront tous les secrets de ces équipements incroyables.

Projection du film ARGOS, l'espace d'une pulsation

Histoires et anecdotes autour du suivi par satellites de mammifères terrestres Stan Tomkiewicz, Telonics, Etats-Unis

Le suivi satellitaire des profondeurs des mers au plus haut du ciel Paul Howey, Microwave, Etats-Unis

Argos et les espèces menacées Kevin Lay, Sirtrack, Nouvelle Zélande

18h : Clôture de la journée de rencontres





# La naissance d'ARGOS



## 1 Histoire du système

Le programme ARGOS est né dans les années 70 de la coopération entre le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), la NASA (Agence spatiale américaine) et la NOAA (Agence américaine pour l'étude de l'océan et de l'atmosphère). Suite au succès du projet EOLE de suivi par satellite de 500 ballons stratosphériques, le CNES a construit une expérience complémentaire de localisation et de collecte de données de diverses balises terrestres, maritimes, aériennes.

Les résultats remarquables de cette démonstration ont conduit le CNES, la NASA et la NOAA à bâtir les bases d'un système opérationnel de localisation et de collecte de données répondant aux besoins d'études et de protection de l'environnement au bénéfice de la communauté scientifique internationale.

C'est ainsi qu'est né le système ARGOS. Le premier satellite expérimental équipé d'un instrument ARGOS, appelé TIROS-N, a été lancé le 13 octobre 1978 et le premier satellite opérationnel, appelé lui NOAA-A, en juin 1979.

Le système ARGOS est donc opérationnel depuis 1979 et 16 instruments ARGOS de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> génération ont ainsi été mis en orbite permettant le développement du système et de ses applications

Le CNES a ensuite œuvré pour élargir la coopération CNES / NOAA à d'autres agences (EUMETSAT, NASDA, ISRO) et a



décidé le programme ARGOS-3 en 1998. Les 2 premiers instruments de troisième génération, ont été lancés sur le satellite MetOp-A d'EUMETSAT fin 2006 et sur le satellite NOAA N' de la NOAA en février 2009. D'autres instruments ARGOS-3 sont toujours au sol en phase d'intégration sur leurs satellites respectifs (Metop-B et C, SARAL) en attendant la 4<sup>ème</sup> génération pour lequel un grand programme de développement vient d'être décidé avec la NOAA, le partenaire historique du programme. Le premier instrument ARGOS-4 devrait voler en 2014 sur le satellite US de météorologie civil-militaire NPOESS-C1.

CNES est le maître d'ouvrage du système ARGOS et a la responsabilité technique pour le développement, la livraison des instruments ARGOS sur les satellites porteurs, la performance d'ensemble, le support à l'intégration au niveau satellite et aux opérations et enfin les activités liées au Segment Sol Mission (traitement et distribution des données utilisateur).

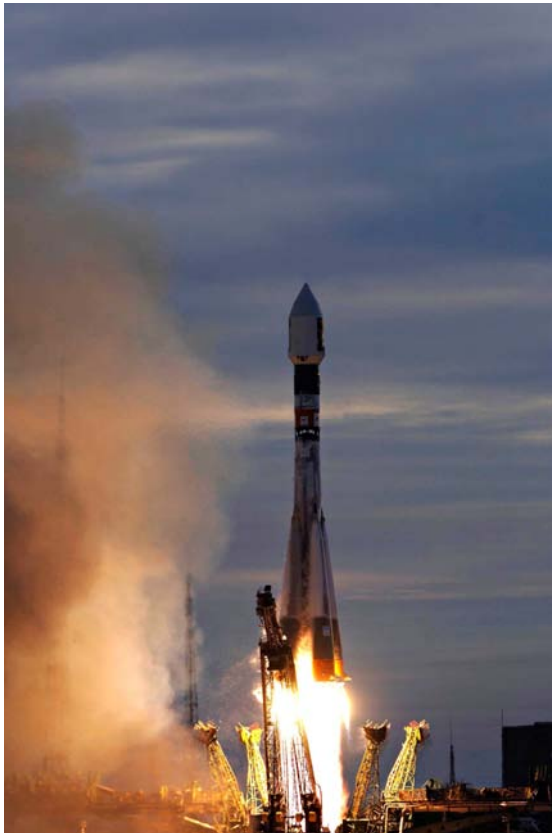
Les coûts associés à l'emport des instruments sur les satellites porteurs (Intégration des instruments sur les satellites, antennes, lancements, acquisition temps différé des données par les stations terriennes) sont supportés par la NOAA (ou par Eumetsat pour les satellites Metop) conformément aux clauses de la coopération basée sur le principe de "non échange de fonds".

Le développement des instruments et des équipements de tests associés a été confié à Thalès Systèmes Aéroportés (TSA) chargé de la maîtrise d'œuvre de cette activité à partir des spécifications définies par le CNES.



La société CLS, par délégation du CNES, est l'opérateur du système ARGOS, depuis 1986. Elle en assure l'exploitation.

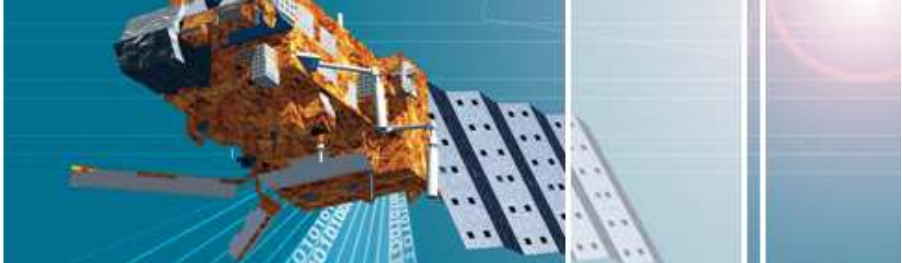
Le CNES maintient une équipe d'expertise et de suivi en orbite des instruments pour assumer sa responsabilité vis-à-vis de ses partenaires institutionnels (NOAA et Eumetsat).







● Comment  
ça marche ?



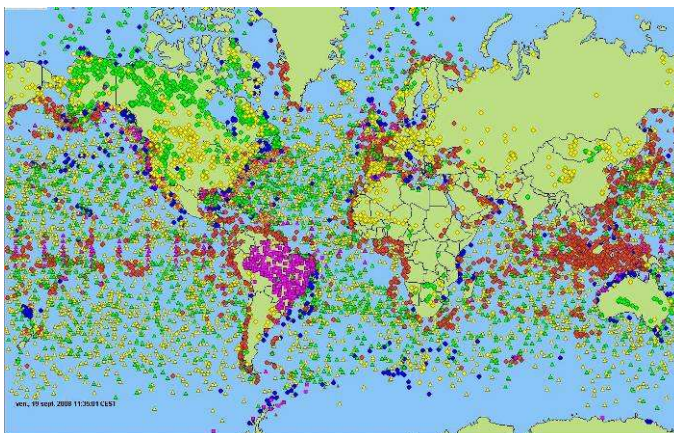
## 2 Comment ça marche ?

Les balises ARGOS sont les premières composantes du système satellitaire qui comprend :

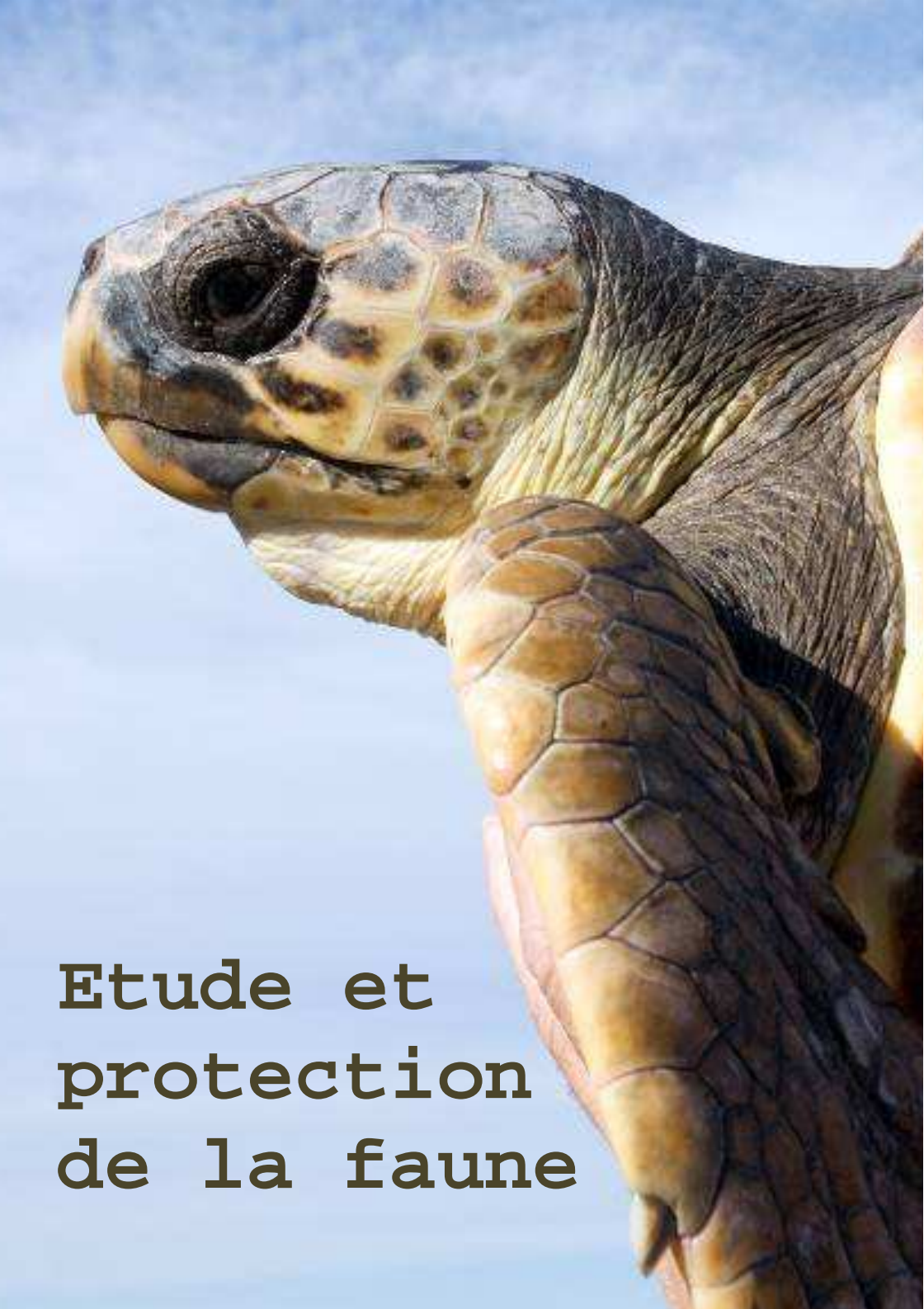
- la constellation de 6 satellites,
- le réseau terrestre de 55 antennes de réception
- et les centres de traitement de données.

Les balises émettent régulièrement un message qui permet de localiser et collecter les données. Ces messages sont transmis aux satellites qui les renvoient aux antennes terrestres qui retransmettent, à leur tour, le flux de données aux centres de calcul basés à CLS à Toulouse et à CLS America à Washington. Les données sont ensuite décodées, les localisations calculées et l'ensemble des informations est transmis aux scientifiques du monde entier. Plus d'un million de messages arrivent quotidiennement à CLS.

Aujourd'hui ce sont plus de 20 000 balises ARGOS qui transmettent leurs données à CLS.





A close-up, profile view of a sea turtle's head and neck. The turtle is facing left. The head is dark with lighter, mottled patterns on the snout and around the eye. The neck is wrinkled and has a yellowish-tan color. The front flipper is visible, showing a pattern of large, overlapping scales. The background is a clear, light blue sky.

**Etude et  
protection  
de la faune**



### 3 Etude et protection de la faune

Le réchauffement climatique n'a jamais eu autant d'impact sur notre Terre, l'industrialisation, la déforestation, la désertification, l'urbanisation mais encore la pollution sont autant de menaces qui pèsent sur la faune de notre planète.

Pour tenter de sauvegarder la biodiversité, les scientifiques, et biologistes doivent comprendre les habitudes des animaux pour savoir comment les protéger et aménager leurs territoires (espaces protégés, réserves naturelles, parcs nationaux, etc.).

Mais comment comprendre les mœurs d'animaux dont les mouvements de migration pour l'hivernage, la reproduction, ou encore le nourrissage dépassent les 1000 kilomètres ? Comment comprendre les grandes espèces migratrices marines ? Comment étudier les animaux des territoires extrêmes comme l'Arctique ou l'Antarctique ?

Pour les aider, le CNES et ses partenaires internationaux ont autorisé l'utilisation du système ARGOS pour le suivi des animaux.

Le premier programme expérimental de suivi d'animaux s'est effectué sur des baleines. Par la suite le suivi des animaux par satellites connaîtra un véritable essor. En 1981, dauphins, tortues luths et requins pèlerins possèdent chacun un émetteur adapté.

Depuis la création du système en 1978, près de 20 000 animaux ont été équipés de balises. Plus de 500 organismes scientifiques ou pédagogiques utilisent le système ARGOS (Food and Agriculture Organisation – Organisation des Nations Unies (ONU) pour l'alimentation et l'agriculture, Ligue de Protection des



Oiseaux, Université de Californie, d'Hawaï, de Washington, le CNRS, le Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, de Fribourg, l'USGS – United States Geological Survey, South China Sea Oceanology – Académie des sciences chinoises, Département des eaux et forêt de Malaisie, l'Aquarium de Naples, l'organisme de protection des forêts et conservation de la nature indonésien, la fondation Pro-Tamar brésilienne, le CestMed au Grau du Roi etc.).

Le suivi du flux migratoire en direct - sur terre, dans les airs ou en mer - sert également à réaliser des modélisations qui permettent d'adapter l'action de l'homme. Ainsi, connaissant où et quand passent les espèces qui vont se reproduire, il est possible d'interdire provisoirement la pêche dans les zones sensibles. Les châteaux d'eau, dans lesquels se noient les oiseaux en allant s'abreuver, sont recouverts sur les routes de migration. Les autoroutes sont équipées de passerelles ou de tunnels aux endroits de passage des animaux.

Autant d'exemples, attestant de l'utilité du système satellitaire ARGOS en termes d'étude et de protection de la biodiversité.

Aujourd'hui, ce sont plus de 6000 animaux qui sont équipés de balises et qui transmettent quotidiennement à la communauté scientifique internationale de nombreuses informations.

Retour sur les mystères élucidés par ARGOS et sur les mesures de sauvegarde qu'il a rendues possibles.





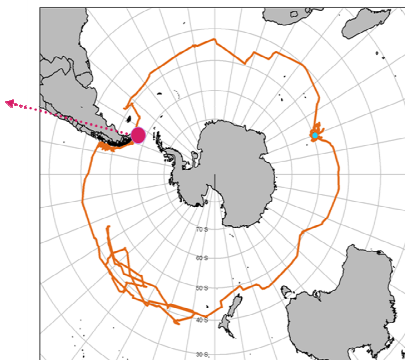
## Les albatros noyés sur les lignes des pêcheurs

La préservation des albatros hurleurs est dépendante de la connaissance des déplacements de cette espèce.

En équipant des albatros hurleurs de balise ARGOS, Monsieur Henri Weimerskirch, directeur de recherche au CNRS au sein du Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC), a réussi à mettre en évidence les déplacements de ces grands voyageurs.



Il a découvert que les femelles avaient tendance à remonter au Nord alors que les mâles restaient près du continent antarctique. Les distances parcourues sont considérables et représentent plusieurs fois le tour de la terre dans une vie d'oiseau.



Henri Weimerskirch grâce à ARGOS a découvert qu'un jeune albatros pouvait, en quatre mois, faire le tour de l'Antarctique... Et ce n'est que son tour « de chauffe », dans sa vie il parcourra des millions de kilomètres (5 à 10 fois la distance Terre Lune) !



Il existe un véritable danger d'extinction de ces oiseaux. En effet, les femelles rencontrent les thoniers et suivent leurs bateaux avec les risques que cela comporte. En essayant de récupérer les appâts sur les grandes lignes (elles peuvent atteindre un kilomètre), les femelles albatros se font prendre par les hameçons et meurent noyées. Le Docteur Henri Weimerskirch a demandé des mesures de protection.



40 000 oiseaux disparaissent ainsi chaque année.



Henri Weimerskirch est docteur en écologie et directeur de recherche au CNRS.

C'est sa passion pour l'ornithologie qui l'a conduit à devenir chercheur. Auteur de nombreux articles scientifiques, c'est un spécialiste de renom international des Albatros.



## Chaud, chaud les manchots !

Les manchots royaux sont parmi les animaux les plus difficiles à étudier. En effet, une fois qu'ils prennent la mer, il est impossible pour les scientifiques d'étudier leur écologie.

C'est pourquoi les scientifiques, comme Charles-André Bost et Yvon Le Maho, ont utilisé le système satellitaire ARGOS. Ils ont ainsi découvert que les manchots royaux partent en mer à des distances incroyables. En été, chacun de leurs voyages alimentaires totalise plus de 1000km. En hiver, ils nagent jusqu'aux limites des glaces antarctiques, à plus de 2000km de Crozet. Ces distances sont impressionnantes si l'on sait que ces individus ne se déplacent qu'à la nage. Grâce à ARGOS les scientifiques ont pu repositionner les plongées alimentaires et la température des masses d'eaux prospectées par les manchots. Ces données ont pu être recueillies grâce à des capteurs complémentaires.

Charles-André Bost a pu observer que les manchots royaux se nourrissent à la limite d'influence des eaux de la limite antarctique, dans des « fronts océaniques » où ils trouvent une plus grande quantité de poissons.

ARGOS a permis à Charles-André Bost de montrer que les manchots ont changé leurs routes en mer sous l'effet des variations climatiques à moyen-terme.

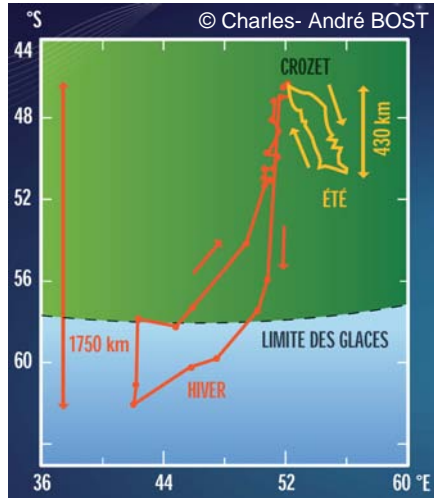




Charles-André Bost est chercheur en écologie animal au sein du Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, laboratoire attaché au Centre Nationale de la Recherche Scientifique (CNRS). Charles-André Bost dirige un programme d'écologie alimentaire sur les prédateurs marins dont les manchots. Il a effectué de nombreuses missions à Crozet et posé près de cent balises ARGOS dans sa carrière.



© Charles-André BOST



© Charles- André BOST







Yvon Le Maho est écophysiologiste et membre de l'Académie des Sciences. Directeur de recherche au CNRS et chercheur au centre d'écophysiologie énergétique de Strasbourg, il est également Président du Comité Interministériel de l'environnement polaire et depuis 2005 Président du Conseil Scientifique du Patrimoine Naturel et de la Biodiversité.







## La fin d'un monde ?

Avec le réchauffement climatique, la surface de la banquise se réduit de plus en plus vite, menaçant la survie de l'ours polaire. En effet, les ours polaires dépendent totalement de la glace de mer. Ils y croquent phoques ou autres bélugas et s'y reproduisent. Actuellement, 13 populations d'ours ont été recensées au Canada sur les 19 existantes au monde.

Celles étudiées et suivies grâce au système ARGOS, vivent à l'Ouest de la baie d'Hudson (Canada). Dans ces secteurs, le réchauffement et les vents forts ont aminci la glace et ont augmenté sa dérive. Or l'augmentation du mouvement des glaces pourrait majorer la dépense d'énergie des ours qui se déplacent déjà à contre-courant.

Le docteur Andrew Derocher de l'université d'Alberta suit actuellement 11 ours polaires équipés de balise ARGOS dans la baie d'Hudson.

À raison de 6 localisations par jour, l'Université dispose d'informations sur l'usage de leur habitat, leurs interactions avec les populations d'ours voisines ainsi que leurs dates d'arrivée et de départ sur la banquise.

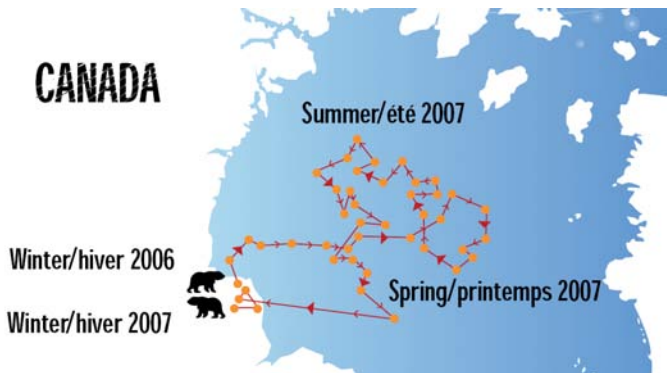
Leurs études permettent de mieux comprendre les ours polaires et de mieux les protéger.



©Olivier Gilg - GREA



*Sur cette carte, on peut observer le trajet d'une femelle ours polaire de neuf ans, capturée le 13 septembre 2006, avec son ourson. Ces*



*localisations sur la banquise sont typiques des femelles adultes, qui se déplacent sur une grande partie de la Baie d'Hudson. Les zones varient, mais peuvent s'étendre jusqu'à 100 000 km<sup>2</sup>.*



Andrew E. Derocher est Professeur au Département des Sciences biologiques de l'Université d'Alberta, à Edmonton au Canada. Le Dr Derocher est également président du Groupe d'experts sur les ours blancs IUCN/SSC. Son groupe de recherche utilise la localisation par satellites afin de suivre plusieurs espèces vivant dans l'Arctique, notamment des ours blancs, des grizzlis, des caribous, les loups et moutons, etc.



## Les chouettes Harfang désertent les pôles ?

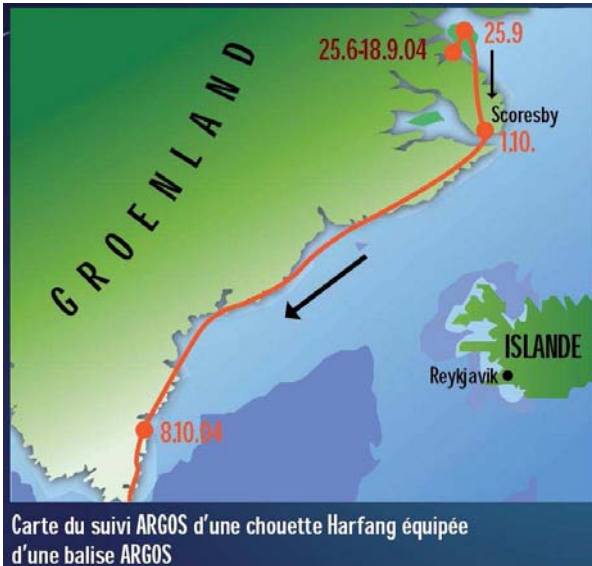
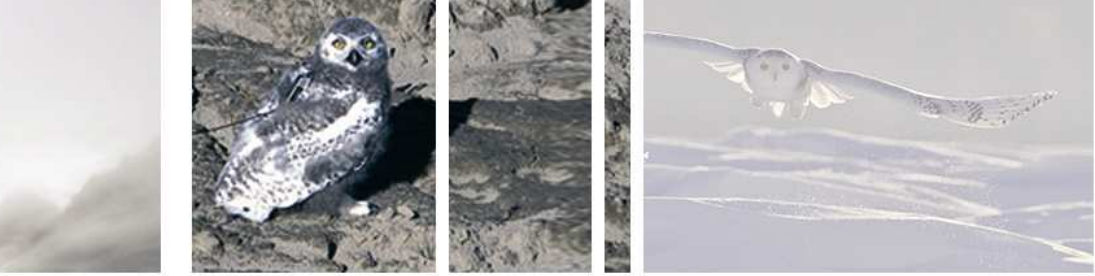
La chouette Harfang est une des espèces les plus touchées par le changement climatique. L'élévation des températures et la fonte des glaciers la contraignent à s'adapter pour survivre à ces nouvelles conditions. Depuis 2006, 20 chouettes Harfang ont été suivies grâce au système ARGOS.

En 2009, Adrian Aebischer et les scientifiques du GREA (Groupe de recherches en écologie arctique) comme Olivier Gilg, Brigitte Sabard ou Benoît Sittler n'ont pas croisé une seule chouette au Groenland !

Pourquoi ?

La base de l'alimentation de cet oiseau blanc est un petit rongeur appelé lemming. Ces derniers sont aussi victimes du réchauffement climatique. Ils se reproduisent surtout sous la couche de neige protectrice contre le froid et contre les prédateurs. Or, actuellement, la neige fond au printemps beaucoup plus tôt que par le passé, ce qui entraîne une forte réduction du taux de reproduction des lemmings. Par conséquent, les chouettes se voient forcer d'entreprendre des déplacements sur des milliers de kilomètres à la quête de nouvelles zones de nourrissage.





La migration des espèces comme la chouette Harfang est un indicateur du réchauffement climatique et un témoignage pour la prise de conscience internationale.

Adrian Aebischer est chercheur au département de Biologie à l'Université de Bern et pour le Musée d'Histoire Naturelle à Fribourg, en Suisse. Il s'est spécialisé sur les questions de migration et de préservation des oiseaux. Depuis plusieurs années, il coordonne des projets de télémétrie par satellite sur différentes espèces. Membre de six expéditions en Arctique, notamment dans le Nord Est du Groenland, il entreprend également des recherches dans d'autres pays.







## Les caribous suivis à la trace

Les caribous migrants du Québec et du Labrador effectuent l'une des plus grandes migrations terrestres au monde. Certains individus parcourent près de 6 000 kilomètres par an.

Grâce au suivi satellitaire ARGOS, les scientifiques analysent l'utilisation de l'espace par les caribous. Ils déterminent ainsi les périodes de grandes migrations, comme les départs vers les zones de ruts, les départs printaniers.



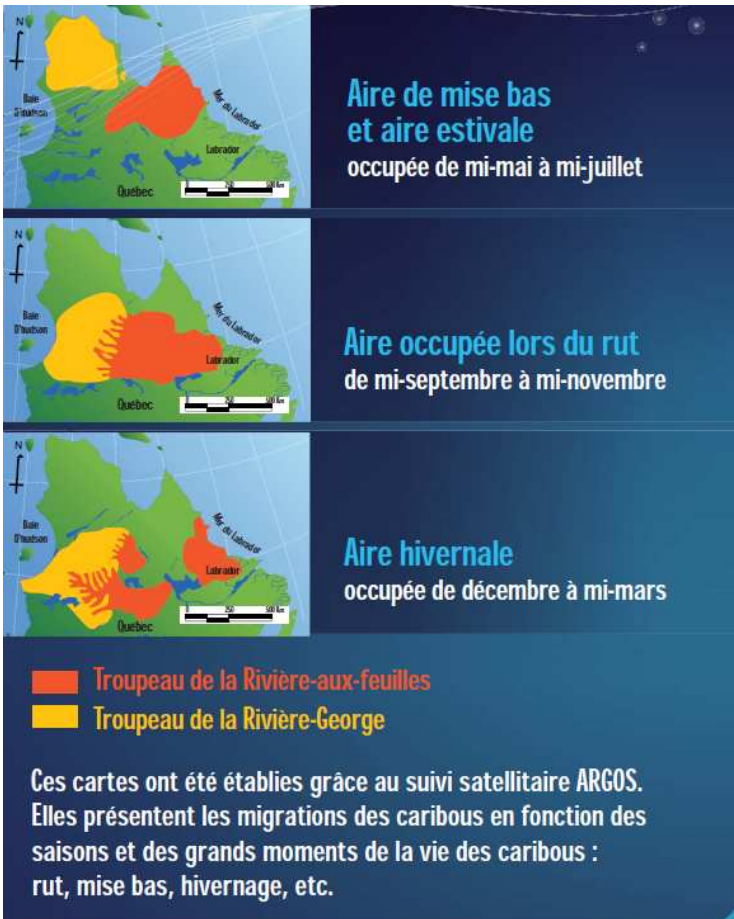
*Stéphane Rivard au centre, première ligne équipant un caribou d'une balise ARGOS.*

Les scientifiques, dont Stéphane Rivard, identifient également les aires de mises bas pour ainsi les délimiter et mieux les protéger. Le suivi par satellite ARGOS permet également d'étudier l'interaction entre le caribou et son milieu naturel, souvent influencé par la présence de l'homme.





Le suivi satellitaire ARGOS des déplacements permet d'effectuer le suivi de l'évolution de l'aire de répartition des troupeaux. Cet outil technologique est aussi de grande importance dans la méthodologie servant à effectuer l'inventaire de la population. Les données ARGOS sont donc fondamentales dans l'application d'une gestion durable de l'exploitation du caribou dans l'encadrement des activités humaines susceptibles d'influencer la pérennité de l'espèce.





## Max est suivie par ARGOS depuis 10 ans

Les cigognes sont des oiseaux échassiers migrateurs qui parcourent des milliers de kilomètres. Quels sont les facteurs de mortalité les plus importants ? Quelles zones franchissent-elles ? Autant de questions que les scientifiques se posent... Pour répondre à ces questions, les chercheurs du Muséum d'Histoire Naturelle de Fribourg ont équipé Max, une cigogne blanche d'une balise ARGOS le 5 juillet 1999. Avec 10 ans de suivi satellitaire, Max est la doyenne mondiale des animaux suivis par ARGOS. Sa balise de 35g est alimentée par panneau solaire.

Elle a permis aux scientifiques de découvrir que chaque année, Max quitte son site de nidification, où elle élève, chaque été, plusieurs jeunes au nord du Lac de Constance (Allemagne), pour ensuite traverser le détroit de Gibraltar.

Après quelques arrêts au Maroc, Max poursuit sa route vers le Sud. Généralement après avoir visité différents sites au Maroc, elle atteint sa résidence d'hiver près de Guercif. Tous les ans, les suisses qui suivent cette cigogne espèrent la revoir au printemps sur son site de reproduction. En terme de suivi de cigogne et dans la rubrique les animaux nous épatent, ARGOS a également suivi une cigogne partie du sud de la France pour pondre en Sardaigne. En la suivant avec ses petits à l'aide d'ARGOS, on a constaté que les cigogneaux empruntaient à leur tour la même route, jusqu'à revenir dans leur nid de naissance !





## Tortues luths prises au piège !

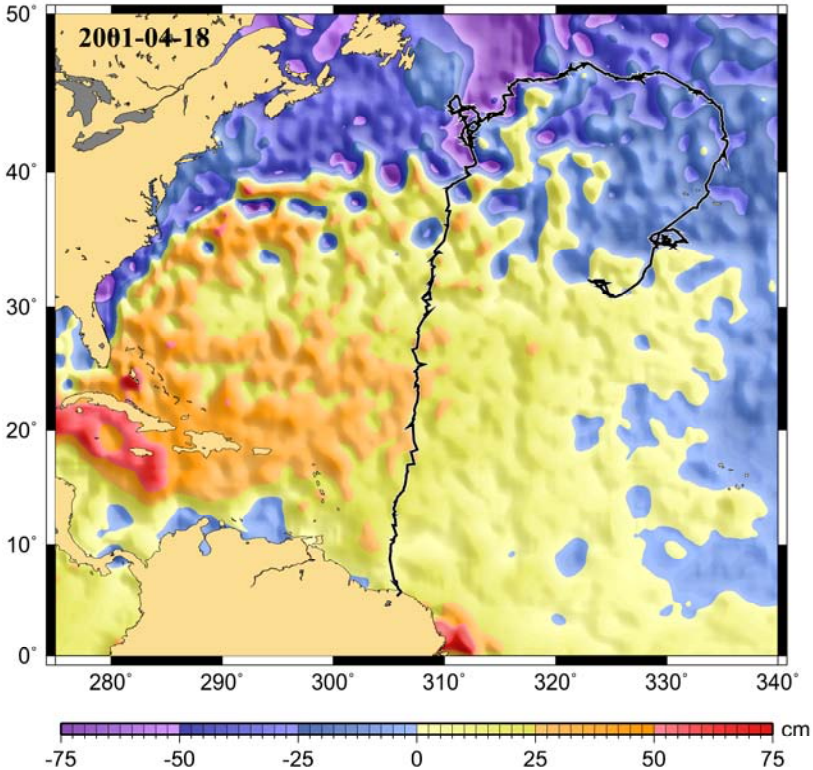
Les tortues luths sont menacées de disparition, en grande partie du fait des interactions létales entre femelles adultes et activités de pêche. Il n'y a pas si longtemps, notre connaissance de la biologie des tortues marines s'arrêtait à des observations de femelles sur les plages de ponte alors qu'elles passent plus de 99% de leur vie en mer. Les suivis satellitaires ARGOS menés par l'Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien de Strasbourg ont montré qu'à l'issue de leur saison de ponte, les tortues luths de Guyane se dispersent dans l'Atlantique Nord sans utiliser de corridor de migration comme cela avait été décrit dans le Pacifique.

Toutefois, elles empruntent deux directions majeures : l'une vers le Nord où elles atteignent le Gulf Stream, et l'autre vers l'Est où elles restent dans les eaux tropicales.

Elles rejoignent ainsi des fronts océaniques et des systèmes tourbillonnaires associés à la circulation océanique où se concentrent des méduses, (dont les tortues luths se nourrissent), mais où se trouvent un grand nombre de thons.



Ces fronts océaniques constituent des zones de rencontres entre les zones d'alimentation des tortues et les zones de pêches thonières, aux lignes desquelles les tortues s'accrochent et meurent.

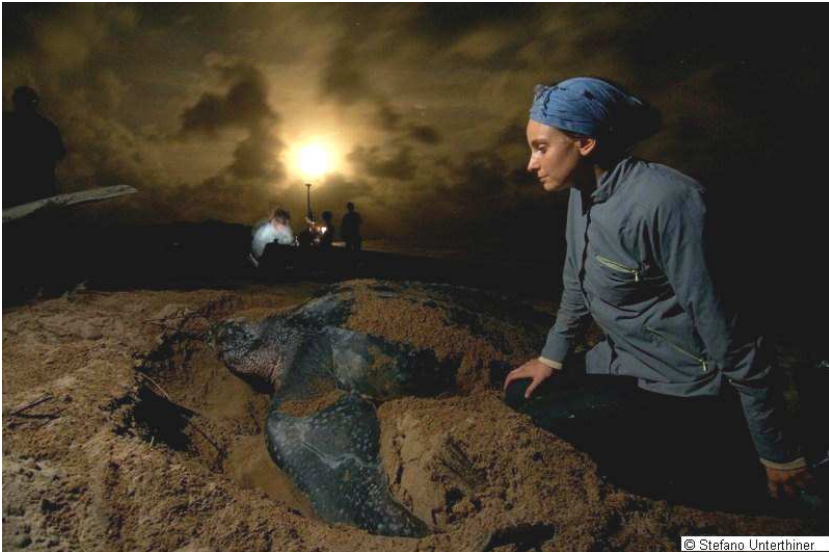


*Ce trajet de 11635 km est celui d'une femelle tortue luth équipée en Juin 2000 d'une balise ARGOS sur sa plage de ponte en Guyane. Il est superposé à une carte des anomalies de surface du niveau de la mer (i.e. les courants marins). Durant les 295 jours de suivi en mer, la tortue a traversé le Gyre Nord-Atlantique avant d'atteindre le Gulf Stream, zone riche en proies, pour se laisser dériver jusqu'aux Açores.*





Sabrina Fossette est docteur en biologie marine. Elle est spécialisée dans l'étude et la protection des tortues marines. Elle a effectué sa thèse au sein du département d'Ecologie, Physiologie et Ethologie de l'Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien sous la direction du Dr Jean-Yves Georges et du Dr Yvon Le Maho. Elle travaille actuellement au Pays de Galles à l'institut du développement durable (Université de Swansea) et poursuit ses travaux de recherches sur les tortues marines mais aussi sur leurs principales proies : les méduses.



*Sabrina Fossette sur une plage de Guyane étudie le comportement des tortues luths.*

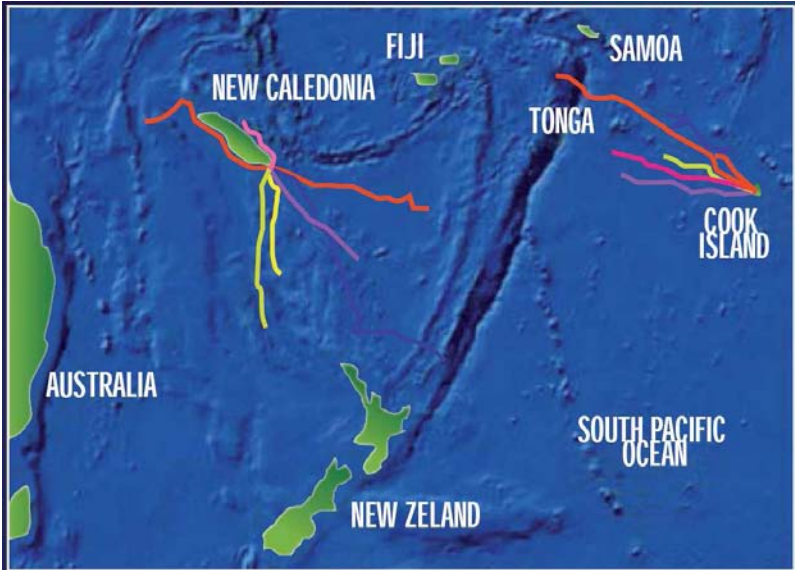


## **Madeleine, la baleine**

De tout temps, la Nouvelle-Calédonie a été un site privilégié d'observation des cétacés. Chaque année, les baleines à bosse se retrouvent dans les eaux chaudes du lagon qui abritent leurs amours. Spectacle magnifique et miraculeux quand on connaît toutes les menaces qui ont pesé et qui pèsent toujours sur cette merveilleuse espèce : chasse, aujourd'hui interdite, pollution, filets dérivants, navigation commerciale, etc. Et malgré tout cela, la nature se bat et survit.

Pour mieux les comprendre et surtout mieux les protéger, Claire Garrigue, biologiste française consacre son temps, depuis plus de 15 ans, à l'étude et au recensement de ces Léviathans. Pour être au plus près d'eux tout au long de leurs migrations qui les conduisent des eaux chaudes de la Nouvelle-Calédonie aux eaux glacées antarctiques, Claire Garrigue a déployé douze balises ARGOS sur des baleines à bosse hivernant en Nouvelle-Calédonie en 2007.

Elle a ainsi pu identifier l'existence d'un habitat océanique qui semble présenter un grand intérêt pour les baleines fréquentant le Sud calédonien : le haut fond Antigonina. Ce mont sous-marin culmine à 50 mètres de la surface. Grâce au système ARGOS, la scientifique a pu confirmer que la côte Est et Ouest de la Grande Terre sont utilisées par les baleines. Enfin, le suivi de femelles balisées sur la côte est et dans la corne Sud Ouest suggère que ces zones sont utilisées comme nursery. Ces résultats ont poussé les scientifiques à demander le classement de ces zones en zones protégées. Le passage des baleines à bosse, qui s'inscrit dans le cycle de l'igname, rythme la vie des tribus mélanésiennes.



Mouvements des baleines à bosse équipées de balises Argos, 2007

Titulaire d'un doctorat de l'université de Montpellier, Claire Garrigue vit en Nouvelle Calédonie depuis 1983 où elle a travaillé à l'IRD en écologie marine.

Responsable scientifique d'une organisation non gouvernementale "Opération Cétacés" qui développe des projets de recherche sur les mammifères marins, elle conduit des études sur l'écologie et la conservation des baleines à bosse, des dugongs et des grands dauphins.





## Le thon rouge a des « sushis »

Depuis les années 1980, le thon rouge est devenu très prisé sous forme de sushi et de sashimi.

En 2001 un thon s'est même vendu 174 000 \$ sur le marché de Tokyo. Victime de son succès, l'espèce est aujourd'hui menacée. Pour mieux la protéger, les scientifiques, comme Jean-Marc Fromentin, tentent de mieux comprendre cette espèce grâce aux balises ARGOS. Ces balises enregistrent durant 3-6-12 mois la localisation du poisson et sa profondeur de plongée.

Au bout d'une période programmée, les balises se détachent automatiquement, remontent à la surface et envoient leurs informations au système ARGOS.

Les scientifiques, notamment américains, ont ainsi pu démontrer qu'une plus grande proportion de thons rouges que ce qu'ils imaginaient avant le déploiement de balise ARGOS traverse l'Atlantique. Ce résultat complique fortement la gestion du thon rouge qui est basée sur l'existence de deux populations distinctes : l'une à l'Ouest de l'Atlantique sur les côtes américaines et l'autre européenne, sur les côtes Est de l'Atlantique et surtout en Méditerranée. En 2008, s'est tenue la dernière Commission internationale pour la conservation du thon atlantique (Iccat).

*Balise ARGOS pop'up posée sur un thon rouge par Jean-Marc Fromentin en Méditerranée.*

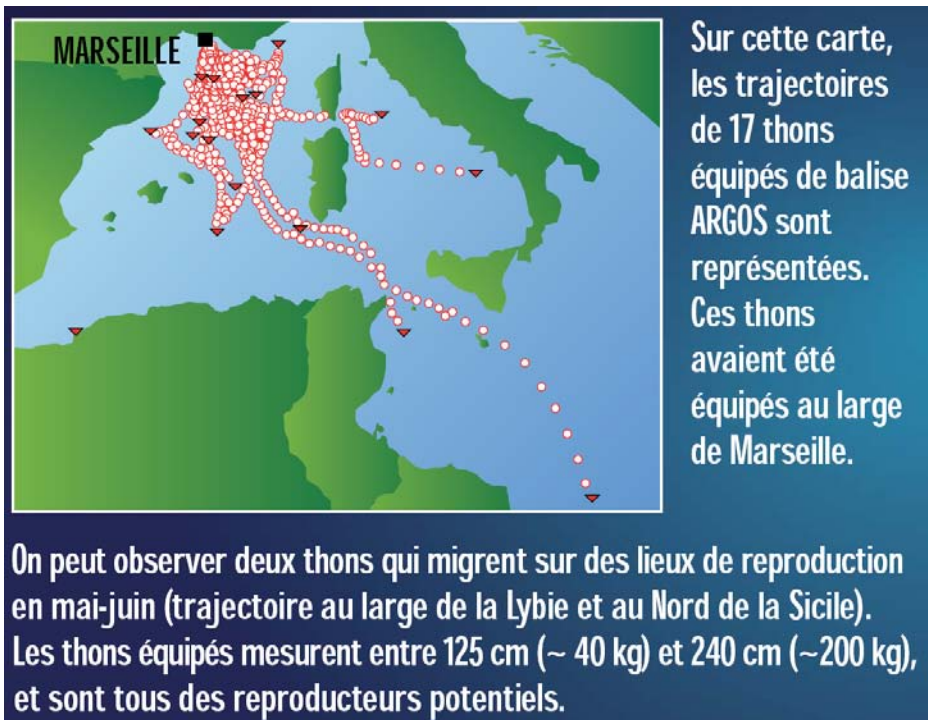






L'un de ses objectifs était de savoir si les mesures de conservation allaient continuer à se baser sur l'existence de deux populations distinctes de thons rouges, celle de l'Ouest de l'Atlantique placée sous la responsabilité des Nord américains et celle de Méditerranée, confiée aux Européens.

Pour de nombreux scientifiques, la conservation du thon rouge doit se faire en étroite collaboration des deux côtés de l'Atlantique. A l'issue de cette réunion, le principe de gestion bilatéral a été maintenu...





Jean-Marc Fromentin est chercheur à l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer au sein du Centre de Recherche Halieutique méditerranéenne et tropicale. Il est responsable des recherches menées sur le thon rouge l'Atlantique. Il a déjà équipé des dizaines de thons rouges de balises ARGOS.



*Jean-Marc Fromentin est chercheur à l'IFREMER. Il est responsable des recherches menées sur le thon rouge.*



## Les ambassadrices de la paix

La grue du Japon se trouve menacée par la destruction ou la transformation de son habitat, les collisions avec les lignes électriques, les empoisonnements liés à l'utilisation de produits chimiques agricoles, la chasse, les dérangements humains, etc. Au Japon, le nombre de grues est en augmentation, croissance certainement due au nourrissage artificiel. Mais ces 10 000 grues sont concentrées dans un périmètre agricole limité causant de sérieux conflits avec les agriculteurs. Les scientifiques, dont le Professeur Higuchi de l'Université de Tokyo, ont équipé de balises ARGOS des grues à cou blanc et des grues moines. Ces suivis ARGOS avaient pour but de découvrir leur route migratoire et de proposer des mesures de conservation sur ces trajectoires.

Grâce à ARGOS, les scientifiques ont découvert que de nombreuses grues s'arrêtent dans la zone démilitarisée entre les deux Corées. Large de 4 km et longue de 238 km, la frontière, cernée de militaires et jonchée de mines, devient un « no man's land » quasi-absolu. Les écosystèmes se sont régénérés peu à peu des séquelles de la guerre et la zone frontière est devenue un sanctuaire naturel. En



Route migratoire des grues du Japon établie grâce à Argos



général, les oiseaux migrateurs n'ont pas la notion de frontière, mais pour les grues, la zone démilitarisée coréenne est capitale pour leur survie, elles s'y reposent ou y passent l'hiver. Aujourd'hui, alors que des efforts sont menés pour réconcilier les 2 Corées, nombreuses sont les associations et organisations scientifiques qui plaident pour la reconnaissance de cette zone en réserve internationale de biodiversité.



Dr. Hiroyoshi Higuchi est professeur des sciences en biodiversité à l'université de Tokyo.

Parmi ses sujets de prédilection :

- l'écologie et la protection des oiseaux migratoires,
- les conflits entre l'homme et l'animal,
- et les effets du changement climatique sur la faune et la flore.

Il a publié de nombreux livres dont "La migration des oiseaux : le suivi par satellite des migrations" (NHK Books, Tokyo). Il a présidé la société ornithologique du Japon et de la section asiatique de la société de la protection de la biologie.





## L'éléphant du Congo

Le braconnage menace l'éléphant qui joue un rôle majeur dans l'écologie du parc national d'Odzala-Kokoua au Congo.

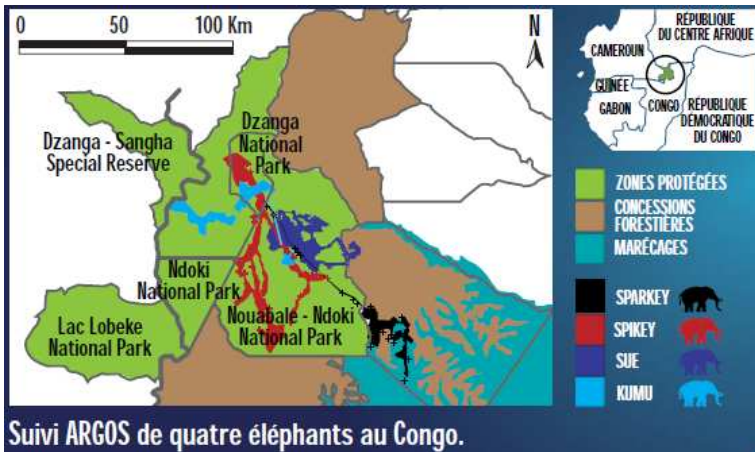
Une meilleure compréhension de l'écologie de l'éléphant est essentielle pour la définition d'une stratégie de conservation. L'éléphant équipé d'une balise ARGOS est un jeune adulte mâle d'environ 25 ans. Sa capture a été réalisée par le docteur W.B. Karesh, il s'est endormi 11 minutes après son anesthésie. La pose du collier a duré 47 minutes. Deux minutes après l'injection de l'antidote, il avait recouvré toutes ses facultés, il se leva et repartit. Les données ARGOS ont permis de recouper ses localisations avec le type de formation végétale dans lequel se trouve l'éléphant. Le suivi ARGOS a permis aux responsables du parc de découvrir que l'éléphant passe la moitié de son temps dans la forêt. La cartographie des positionnements permet très clairement de constater que :

- ce jeune mâle utilise régulièrement un territoire relativement restreint ( $\pm 73 \text{ km}^2$ ).
- pendant les mois de saison sèche, l'éléphant exploite aussi les zones marécageuses.

Par ailleurs, les données confirment les observations de terrain selon lesquelles les éléphants parcourent les savanes et les clairières pendant la nuit, et les milieux forestiers pendant la journée. Attitude probablement due aux années de persécution liées au braconnage. Bien que ces informations soient passionnantes, cette fois le suivi ARGOS n'a fait que soulever des interrogations. Pourquoi ce jeune mâle n'a-t-il pas traversé les rivières Lékoli et Mambili ? La pression du braconnage au sud de la limite du parc expliquerait-elle la limite sud de son



domaine vital ? Beaucoup de questions restent en suspens auxquelles il importe d'apporter des réponses pour préserver l'éléphant de forêt. Il est donc nécessaire d'équiper d'autres individus.



Suivi ARGOS de quatre éléphants au Congo.

Le Dr. Karesh est responsable du programme de santé mondiale de la société américaine de conservation de la faune. Il effectue ses recherches de l'Argentine à la Zambie. Il a notamment travaillé dans le bassin du Congo pour réduire l'impact des maladies comme l'Ebola, la rougeole ou encore la tuberculose sur des espèces en danger comme les gorilles et les chimpanzés mais également les humains vivant dans cette région. Dr. Karesh est également président du World Animal Health Organization (OIE).





## La mouette ivoire menacée d'extinction

Olivier Gilg, docteur en écologie, président du GREA (Groupe de recherche en écologie Arctique), Adrian Aebischer, docteur en biologie au Muséum d'Histoire Naturelle de Fribourg et Brigitte Sabard (également du GREA) tentent d'évaluer l'impact du réchauffement climatique sur la faune et la flore du Pôle Nord. Parmi les espèces en danger : la mouette ivoire. Cet élégant opportuniste qui se nourrit des restes de carcasses de phoques laissés par l'ours polaire est certainement avec son acolyte blanc, l'ours, l'espèce arctique la plus menacée d'extinction totale à moyen terme. Ne se reproduisant que dans les zones les plus extrêmes du Haut-Arctique (sur les Nunataks des calottes polaires) et sur les îles les plus septentrionales de Sibérie et du Groenland, elle ne sera pas capable de trouver des milieux de substitution en cas de réchauffement trop important de son environnement. De plus, comme l'ours blanc (dont elle dépend étroitement pour se nourrir), elle ne peut vivre que dans les zones de banquise permanente, milieu qui pourrait bien disparaître complètement en été d'ici 2050.



*Brigitte Sabard, Adrian Aebischer et Olivier Gilg  
de la mission écopolaris.*



La population mondiale, encore très méconnue, ne semble pas excéder 10 000 à 25 000 oiseaux. Quel est son statut actuel au Groenland, au Svalbard et en Sibérie, où se trouvent les plus grosses colonies, où ces oiseaux vont-ils passer l'hiver et quelles voies de migrations empruntent-ils ? Nul ne le sait précisément. Pour améliorer la connaissance de cette espèce méconnue et dresser un premier plan d'action circumpolaire pour sa sauvegarde, Olivier Gilg, Brigitte Sabard et Adrian Aebischer ont déjà équipé 24 mouettes ivoire de balises ARGOS miniatures (12g) pour la plupart solaires, afin de suivre leurs déplacements sur plus d'un an.

La mouette ivoire est l'oiseau de mer le plus septentrional tant lors de la reproduction qu'en hivernage. En 20 ans, 80% de la population canadienne a disparu. L'étude de son comportement et de la dynamique de ses populations, sur les colonies de reproduction et sur les zones pélagiques utilisées, représente donc un intérêt particulier dans le contexte de cette diminution importante et rapide des effectifs.



*Mouette ivoire équipée par la mission écopolaris  
d'une balise ARGOS*





## Les chimpanzés du Niger

Le Centre de Conservation pour Chimpanzés (CCC) est un sanctuaire créé en réaction à la situation d'urgence dans laquelle se trouvent les populations de chimpanzés en Guinée. Il est situé au cœur du Parc National du Haut Niger, situé à approximativement 450 kms de Conakry, capitale de



la République de Guinée et à 50 kms de Faranah. Les chimpanzés recueillis par le CCC sont tous des chimpanzés orphelins dont la mère, et probablement d'autres membres du groupe, ont été tués. Ils sont capturés pour en général être vendus comme animal de compagnie. Les chimpanzés détectés dans des institutions ou chez des particuliers sont saisis par le Gouvernement puis emmenés au CCC. A leur arrivée au Centre, les chimpanzés souffrent très souvent d'affections graves qui méritent des soins 24h sur 24h. Les plus répandues sont les maladies de peau, les affections respiratoires, les désordres psychologiques liés aux mauvais traitements et à leur captivité et la malnutrition. Dès qu'ils sont soignés, les chimpanzés sont intégrés à un groupe. Le premier but du Centre est d'offrir à ses pensionnaires des conditions de vie optimales, qui répondent à leurs besoins, différents selon leur âge, l'objectif étant de réduire les contacts avec l'homme au fur et à mesure qu'ils grandissent et de les préparer peu à peu à leur retour à la vie sauvage.



Lorsque les chimpanzés arrivent au CCC, ils n'ont souvent que très peu vécu avec leurs congénères. Ils n'ont pas acquis de leurs aïeux les bases vitales de la vie en communauté de chimpanzés.

Ils ont par conséquent tout à réapprendre : apprendre à grimper, à trouver de la nourriture en brousse, à faire un nid, mais surtout à apprendre les bases de la communication en groupe. Sans cela, il serait utopique de vouloir les relâcher. L'équipe du CCC est là pour les aider dans cette voie.

Relâcher des chimpanzés est un exercice très difficile et très controversé.

Il doit respecter des critères strictes de l'IUCN (International Union for Conservation of Nature), et des tests vétérinaires doivent être réalisés avant pour être certains de ne pas 'libérer' des animaux porteurs de maladies.



Plusieurs tentatives ont eu lieu. L'association HELP Congo a relâché depuis 1996 plus d'une trentaine de chimpanzés au Congo Brazzaville avec de bons résultats, et il y a déjà eu plusieurs naissances !



Le CCC a relâché son premier groupe de chimpanzés le 27 juin 2008, dans le Parc National du Haut-Niger. La préparation a nécessité de nombreuses années d'efforts. Dans le cas du CCC, il s'agit d'un renforcement de population, puisque des chimpanzés sauvages sont présents dans le Parc. La présence de personnel du CCC non loin des chimpanzés relâchés permet de protéger toute la zone et sa faune !

Les chimpanzés sont équipés de colliers VHF pour les femelles, et VHF-ARGOS pour les mâles, ce qui permet de les suivre à distance par télémétrie dans les 2 cas, mais aussi via le système ARGOS pour les mâles. Il est encore trop tôt pour tirer des conclusions sur la réussite ou non de ce relâché, mais certaines femelles sont avec des chimpanzés sauvages, ils arrivent tous à se nourrir et à exploiter leur milieu. Leurs premiers mois de liberté sont encourageants ! Le suivi ARGOS permettra d'évaluer la réussite de cette réintroduction. Le CCC espère pouvoir relâcher d'ici 2010 un second groupe de chimpanzés !





## Les requins pèlerins

3 bateaux, 150 heures de recherche, 10 prélèvements de plancton, 5 requins observés, des photos d'ailerons et 2 balises posées ! C'est le bilan de deux semaines de mission menée en mer d'Iroise, au large de la pointe Finistère, par l'équipe



internationale « sur les traces du requin pèlerin ». Les biologistes de l'APECS (Association pour la Conservation et l'Etude des Sélaciens) et les chercheurs colombiens de la Fondation Malpelo ont effectué en juin 2009, une campagne de marquage (pose de balise ARGOS) sur des requins pèlerins en partenariat avec l'Agence des Aires Marines Protégées, le Parc naturel marin d'Iroise et la Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et l'Homme. Grâce à la mobilisation des plaisanciers et des pêcheurs qui ont su donner l'alerte, deux requins pèlerins (*Cetorhinus maximus*), des petites femelles de 3 et 6 mètres, ont été équipées de balise satellite ARGOS. Fixée à la base de l'aile, cette balise de moins de 100g va permettre d'enregistrer pendant 7 mois différents paramètres : « localisation » (cette localisation se fait par la mesure de l'intensité lumineuse enregistrée par la balise), température de l'eau, profondeur et intensité lumineuse. Le 13 et le 15 janvier prochains, ces balises se détacheront automatiquement des requins et remonteront automatiquement à la surface pour livrer leurs informations via les satellites du système ARGOS. Une cinquantaine d'individus seulement ont fait l'objet d'un tel balisage dans le monde !





## Les tigres d'Amour

Le Tigre d'Amour est une espèce principale de la pyramide biologique de l'Extrême-Orient qui vit sur les rives du fleuve Amour. Les études menées sur les tigres d'Amour par les scientifiques sont extrêmement importantes, et indispensables pour comprendre l'évolution de tout l'écosystème de la région.

Les instituts scientifiques russes réalisent depuis de nombreuses années, des études sur les tigres d'Amour utilisant des méthodes différentes (observation, suivi VHF, etc.). En 2008, l'Institut de l'Ecologie et de l'Evolution A. N.



Severtsov (IPEE) a démarré l'utilisation du système ARGOS afin de suivre les déplacements des tigres d'Amour. Serga, une tigresse sauvage a été équipée d'un collier ARGOS/GPS. A ce jour, il existe environ 450 tigres d'Amour. L'objectif principal du programme est de les étudier, de connaître leur territoire pour mieux les protéger.

En parallèle et dans la même région, l'IPEE réalise également des travaux de suivi ARGOS d'ours bruns et d'ours tibétains, afin d'étudier les interactions tigres - ours ainsi que leur concurrence au niveau de la recherche de proies.



## Des chameaux africains et australiens

Le système ARGOS permet de suivre les plus grands migrateurs de notre planète mais également les troupeaux de toutes sortes. Qu'ils soient sauvages comme en Australie ou d'élevages comme en Ethiopie, les chameaux et autres cheptels font l'objet d'un suivi satellitaire. Les objectifs de ces programmes : comprendre leur migration, protéger cette espèce et optimiser la ressource des populations nomades.

Face aux menaces que subissent les troupeaux nomades africains, une collaboration conjointe de chercheurs de l'Institut éthiopien de recherche agricole, de l'Institut de recherche Afar Pastoral et Agro-pastoral et du Centre d'études de l'alimentation mondiale de l'université d'Amsterdam, a mis en place un programme de suivi des cheptels éthiopiens nomades. Le but de ces recherches est d'optimiser les conditions de migration des bergers et d'accompagner la filière agricole locale dans sa gestion du bétail (conditions d'élevage et assurance prix/temps etc.).



En effet, la connaissance, grâce à ARGOS, des routes parcourues par les bergers, permettra aux autorités locales de mieux gérer les aménagements de ces routes utilisées par les nomades (point d'eau, stockage de fourrages, abattoirs) et d'optimiser ainsi la gestion de la filière.



Alors que la filière africaine connaît une crise autour de l'élevage de chameaux, l'Australie voit sa population chamelière sauvage augmenter.

Amenés au XIXe siècle par Sir Thomas Elder, un marchand écossais, les chameaux furent relâchés avec l'arrivée des transports routiers.

L'espèce s'est très facilement acclimatée et les chameaux sont aujourd'hui plus de 800 000. Mais ils peuvent parfois être un danger pour cet environnement désertique fragile, dévorant la moindre pousse végétale.

Ainsi Philippe Gee, consultant expert pour les terres arides de l'Australie du sud a équipé 10 chameaux, 8 femelles et 2 mâles de balises ARGOS (collier). Le but de ce programme est de comprendre les migrations des chameaux et de découvrir leur habitat saisonnier dans l'optique de prendre les meilleures mesures de conservations.



***Chameau australien équipé d'une balise ARGOS***



## Mobilisation autour du balbuzard

Autrefois commun sur les rivières et étangs français, ce rapace piscivore fut victime de la classification de son espèce en « gibier nuisible » en 1883 puis victime de l'utilisation du DDT, pesticide empêchant sa reproduction en amincissant la coquille de ses oeufs. Dans les années soixante-dix, le balbuzard avait complètement disparu de France continentale, seuls 4 couples survivaient en Corse. Aujourd'hui, après d'importants efforts de conservation et grâce à son statut d'animal protégé, les populations de balbuzards augmentent peu à peu. On compte notamment une cinquantaine de couples en France et 200 en Grande Bretagne. Cependant, les spécialistes restent vigilants car de nombreuses menaces pèsent toujours sur l'espèce. Afin de poursuivre le travail de protection du balbuzard, les scientifiques se mobilisent et équipent cette espèce de balise de localisation par satellite ARGOS.



Aujourd'hui ce sont près de 200 balbuzards qui sont ainsi équipés et suivis par les scientifiques dont ceux de l'Institut de Recherche pour le Développement (François Baillon/IRD), du Groupe Pandion, de la Highland Foundation for Wildlife (Roy Dennis),

de la Rutland Water Nature Reserve pour l'Angleterre et le Pays de Galles et depuis cette année de la Royal Society for Bird





Protection (RSBP). Malgré l'augmentation de la population de balbuzard, l'espèce reste menacée. Pour la France les menaces sont nombreuses : électrocution par collision avec des lignes électriques, pollution (pesticides), limitation des sites de reproduction (présence humaine), destruction directe (pêcheurs, pisciculteurs, collectionneurs d'œufs) et dérangement (exploitation forestière, navigation), etc. Pour l'Écosse, et ces menaces sont certainement valables pour la France également, les balbuzards sont principalement victimes du changement climatique, du manque de sécurité sur leurs lieux de repos lors de leurs migrations et vraisemblablement de la surpêche des flottes industrielles le long des côtes africaines.

Afin de protéger cette espèce, les scientifiques l'étudient et proposent des mesures de conservations adaptées, aussi bien



sur les lieux de reproduction que sur les quartiers d'hivernage. Pour cela, les scientifiques utilisent le système de localisation ARGOS, opéré par CLS, une filiale du CNES (Centre National d'études Spatiales), d'Ifremer (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer)

Grâce aux localisations ARGOS, les scientifiques peuvent



étudier les routes de migration de ces oiseaux, leurs sites de reproduction, de repos, d'alimentation ou encore leurs quartiers d'hivernage. En 2007 et 2008, Roy Dennis a équipé 10 adultes et jeunes balbuzards avec des balises de localisation ARGOS (émetteur GPS). Les balises de 30 g (1,6 % du poids de l'animal) sont attachées au corps de chaque oiseau sur le principe du sac à dos à l'aide de lanières en téflon passées sous les ailes de l'animal. La localisation de l'oiseau est déterminée grâce aux 5 satellites ARGOS, aux 52 antennes de réception terrestre et aux deux centres de traitement des données basés à Toulouse et Washington. Ces centres traitent plus d'un million de messages par jour. Les scientifiques peuvent ensuite les présenter en direct sur leur site Web comme celui de Roy Dennis [www.roydennis.org](http://www.roydennis.org) et permettre ainsi au grand public de suivre pas à pas ce majestueux rapace.

En France, dans le cadre du plan national de restauration mis en oeuvre par le MEEDDAT et la LPO, l'IRD en collaboration avec l'association Groupe Pandion, le MEEDDAT et l'ONF ont également équipé un balbuzard nommé Tom. Ce balbuzard est natif de la région orléanaise et son suivi a permis de découvrir ses sites de pêche, son domaine vital, la date de son départ, son itinéraire de migration ainsi que son quartier d'hivernage au Portugal.





# Océanographie



## Océanographie

L'océan joue un rôle important dans les mécanismes qui régissent notre planète et notre vie. Il abrite nos poissons, nos mammifères marins, notre flore aquatique, relie nos sept continents, transporte nos marchandises, anime nos plus grandes courses à la voile mais plus encore il régit notre climat, c'est de lui dont dépend la naissance ou la mort d'un ouragan, de lui dont dépend le début des saisons, etc.

Pour tenter de mieux le comprendre la communauté océanographique internationale fait appel au système satellitaire créé par le CNES : ARGOS.

Ainsi plus de 6000 balises océanographiques renseignent les scientifiques sur l'état de notre océan, sur sa salinité, sa température, ses courants, sa concentration en phytoplancton, etc.

Il y a des balises pour tout ! De la balise ancrée à l'équateur, au flotteur du programme Argo qui plonge à 2000 m de profondeur et qui vogue dans le monde entier au gré des courants jusqu'à la balise dérivante qui reste en surface et mesure la hauteur des vagues.

Toutes les données de ces balises transitent par les centres de traitement de données à CLS et vont nourrir les modèles des scientifiques : modèles de prévision de l'océan mais également modèle de prévision du climat !

Avec ARGOS l'océan est sous haute surveillance.





## Le programme Argo

Les océans jouent un rôle important dans le changement climatique et le développement des orages. C'est pourquoi les météorologues partout dans le monde mesurent la température des océans, la salinité et les courants à travers les flotteurs Argo. Plus de 25 pays participent au programme Argo, avec un total d'environ 3300 flotteurs.

Tous les 10 jours, ces flotteurs remontent à la surface pour transmettre leurs mesures au système ARGOS.

Grâce aux données recueillies et transmises au système ARGOS par ces bouées (qui peuvent descendre à une incroyable profondeur, 2 000 mètres sous la surface de l'océan et prendre des mesures dans l'océan profond !), Dean Roemmich, qui lui aussi participe au projet Argo, découvre pas à pas les mystères du changement climatique.



*Déploiement d'un flotteur dans le cadre du programme Argo.*



Dean Roemmich, le co-président du comité directeur du programme international ARGO, utilise le système satellitaire ARGOS pour dévoiler les mystères du changement climatique.





## Des bouées ancrées pour surveiller les vagues

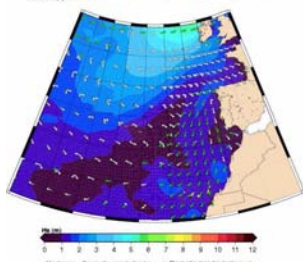
Partout dans le monde, des bouées à vagues, dites « Waveriders » sont utilisées pour mesurer la taille et la direction des vagues. Grâce à ces mesures, on peut étudier l'érosion et l'accrétion des côtes, planifier les activités portuaires et prévoir les effets et dangers potentiels des tempêtes pour les communautés côtières.

Avec l'aide du système ARGOS, des scientifiques comme Maria Isabel Gil, la responsable du réseau des Waveriders de Puertos del Estado en Espagne, peuvent localiser ces bouées ancrées et les suivre en temps réel en cas de dérive accidentelle. Les données de ces bouées, qui sont souvent situées en eaux peu profondes, aident à modéliser la circulation littorale et permettent aussi d'étudier le climat.

Maria Isabel Gil est chercheuse à Puertos del Estado. Grâce à ARGOS, Maria Isabel Gil, responsable du réseau des Waveriders de Puertos del Estado en Espagne, a su déchiffrer les processus naturels côtiers comme l'accrétion et l'érosion des côtes espagnoles.



Prevision de vagues de PESEM, Atlantic North  
SALAHA DEL MODELO DEL DIA 22/09/2019 A LAS 09 UTC  
Campo de Olas a las 09 UTC del día 22/09/2019 | Horizonte Previsional a 09 horas



Prévision des vagues dans l'Atlantique du Nord. Les modèles sont calibrés et améliorés grâce aux données des bouées ancrées Waverider qui sont surveillées par le système satellitaire ARGOS.



## Les bouées dérivantes de la Mer Noire

Des changements environnementaux sur le long terme pourraient avoir un impact considérable sur la vie économique et sociale des pays riverains de la mer noire. Dans le même temps, les effets potentiels de la variabilité naturelle pourraient aggraver davantage les problèmes d'environnement actuels. Il est donc nécessaire de mener en Mer Noire une véritable évaluation environnementale pour pouvoir mettre en œuvre une gestion basée sur un système d'observation fiable. L'une des meilleures façons de recueillir des informations consiste à étudier les trajectoires réelles de masses d'eau dans les couches mélangées supérieures, à l'aide de bouées dérivantes lagrangiennes ARGOS.

Parmi les diverses plates-formes d'observation, les bouées dérivantes présentent en effet un intérêt de premier ordre, car elles permettent de fournir des informations sur l'état de la mer en temps quasi-réel.

En septembre 1999, six bouées dérivantes ont été déployées dans le Nord-Est de la Mer Noire. Ces bouées permettent l'étude de la dynamique des eaux de surface, et plus particulièrement des aspects de la circulation méso-échelle.

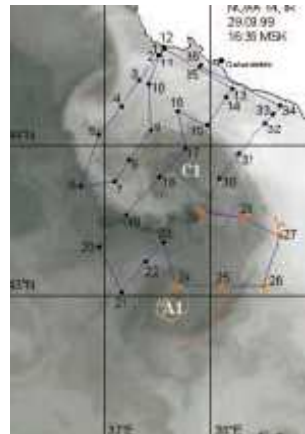






La stratégie de la campagne Mer Noire 99 consistait principalement à combiner l'imagerie satellitaire, les informations des bouées dérivantes SVP ARGOS et les études hydrographiques, chimiques et biologiques pour objectif d'étude pluridisciplinaire de structures méso-échelle sélectionnées. Cette stratégie qui n'avait jamais été appliquée jusque là à l'étude de la Mer Noire a permis d'obtenir des résultats nouveaux sur la dynamique méso-échelle et son rôle dans le fonctionnement de l'écosystème et dans le transport de pollution dans la partie Nord-Est de la Mer Noire.

L'analyse des images satellitaires de la SST (température de surface de la mer) d'août-septembre 1999 a permis de mettre en évidence l'existence d'une circulation anticyclonique inhabituelle au centre de la partie orientale de la Mer Noire. Ce tourbillon anticyclonique (A1) a formé un couple de vortex important (d'environ 150 km dans sa section transversale) avec un tourbillon cyclonique (C1) localisé au nord de celui-ci et à proximité du courant de bord. Il a



été décidé de focaliser le programme Mer Noire-99 sur ce couple de vortex. Fin septembre 1999, le navire océanographique Akvanavt a mené une étude pluri-disciplinaire de cette structure tourbillonnaire et des zones adjacentes et déployé six bouées dérivantes SVP à l'intérieur et à proximité du couple de vortex. Dans les quatre jours qui ont suivi leur largage, elles ont toutes pu être localisées avec succès par le système ARGOS. Les trajectoires de ces bouées ont permis de



mieux connaître le système de courants associé au couple de vortex, et avec les informations qu'elles ont fournies, de déterminer la vitesse de rotation des tourbillons.

Les données hydrographiques avaient permis de trouver approximativement les mêmes valeurs de vitesse dans le couple de vortex.

Les trajectoires des bouées dérivantes étaient donc très complexes. L'une des bouées dérivantes qui avait été déposée à proximité du centre de la partie anticyclonique du couple de vortex a été capturée par le tourbillon pendant plus de 2 mois. Les trois autres bouées dérivantes ont suivi, dans l'ensemble, le trajet cyclonique de la circulation macro-échelle, mais elles ont révélé une grande variabilité méso-échelle des mouvements associés aux tourbillons, notamment dans la région proche de la péninsule de Crimée.

Néanmoins, il est étonnant de constater que leurs trajectoires n'ont pas mis en évidence de gyre cyclonique occidental. Juste après la péninsule de Crimée, les bouées dérivantes ont été déroutées de la côte vers le sud et toutes ont atteint le centre de la partie occidentale de la Mer Noire. A notre surprise, le centre-Ouest de la Mer Noire, tout comme le centre-Est, s'est révélé une zone de dynamique tourbillonnaire très importante.

Finalement, toutes les bouées dérivantes, sauf une ont quitté le centre des bassins Est et Ouest.



# Glaciologie



## **Des balises ARGOS pour surveiller les glaces de l'Arctique**

Augmentation de la température au pôle et diminution de la glace de mer estivale, telles sont les observations faites par le Programme International de Bouées Arctiques (IABP).

Outre l'impact que peuvent avoir ces changements climatiques sur les populations et la faune polaire, ces informations témoignent du changement climatique global. Afin de quantifier l'impact et la vitesse de ces changements, l'IABP s'est doté d'un réseau de 50 balises ARGOS. Ces balises relèvent quotidiennement la pression atmosphérique, la température de l'air et suivent les dérives des glaces. Toutes ces données sont transmises par CLS, filiale du CNES et de l'Ifremer. De nombreuses espèces et cultures sont tributaires de la glace de mer pour leur habitat et leur subsistance. Les ours polaires dépendent totalement de la glace de mer. Aujourd'hui, cet habitat fond petit à petit.

L'absence de glace de mer dans une région côtière peut également exposer le littoral aux vagues océaniques, menaçant ainsi les villages côtiers et accélérant le taux d'érosion.

Sept des plus faibles relevés de l'étendue de la glace de mer ont été enregistrés au cours des trente dernières années. En été 2008, l'IABP a enregistré grâce aux bouées de glace équipées avec ARGOS un nouveau record minimum de l'étendue de la glace de mer estivale. L'IABP a ainsi montré que ces records sont peut-être pré-conditionnés par des changements dans la dérive des glaces de mer dus au vent. Par exemple, au cours de 2007, les bouées de glace ARGOS ont dérivé deux fois plus vite de l'Arctique vers la mer du Groenland et l'Atlantique Nord, suivant la plus grande partie de





la glace de mer, la plus ancienne et la plus épaisse qui s'échappe hors de l'Arctique, laissant une surface de glace de mer plus récente et plus fine qui résistera moins bien à la fonte estivale, augmentant de ce fait la probabilité de dépasser le dernier minimum record de l'étendue des glaces de mer.

Grâce aux bouées de glace intégrant des émetteurs ARGOS, l'IABP peut réaliser des mesures importantes comme des mesures atmosphériques, des mesures de la glace de mer et des mesures hydrographiques de la couche supérieure de l'océan à diverses échelles spatiales et temporelles. Le système arctique et le système climatique global subissent des changements.

Ces changements menacent nos cultures et nos écosystèmes indigènes mais peuvent aussi créer des opportunités économiques et sociales.

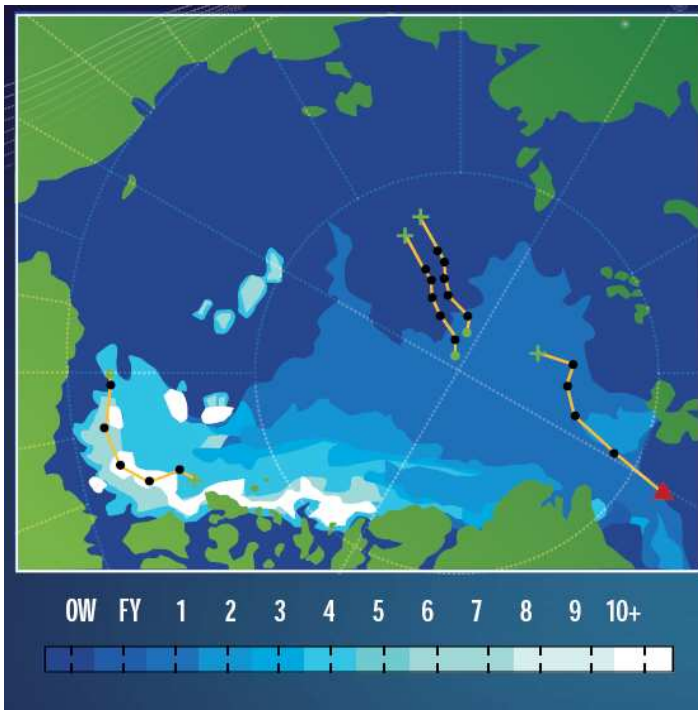
L'IABP vise à maintenir un réseau de bouées sur la banquise, dans l'océan Arctique, afin de fournir des données météorologiques et océanographiques en temps réel à des fins opérationnelles et de recherche, en support au Programme





Mondial de Recherche sur le Climat et au programme mondial de surveillance du temps.

L'IABP possède la plus longue archive en continu d'observations de l'océan Arctique, qui peuvent être utilisés pour surveiller, comprendre et réagir à ces changements climatiques.



*Suivi de balise de glace ARGOS en Arctique*



Un  
Parrainage  
Anniversaire



## Suivi de milan royal

Il y a encore 20 ans, le Milan royal était un rapace commun. Aujourd'hui, il est gravement menacé. Une enquête réalisée en 2008, en France, révèle une chute de 21 % des effectifs nicheurs en 6 ans. Les ornithologues et la LPO sont particulièrement inquiets pour le Milan royal, dont la France abrite la deuxième population de ce rapace européen. Dans le cadre du 30<sup>ème</sup> anniversaire d'ARGOS, le CNES et CLS,



© Alan Saunders

respectivement créateur et opérateur du système ARGOS, ont souhaité contribuer à un programme de sauvegarde d'une espèce menacée en France, en mettant à disposition une balise ARGOS. C'est le Milan royal qui a été choisi

pour cette opération. Habituellement les oiseaux équipés sont des jeunes ou des adultes prélevés en milieu naturel. Dans le cadre de cette opération, c'est un oiseau issu de captivité qui sera équipé puis relâché. Cette expérience aidera les scientifiques à étudier la réinsertion d'un oiseau élevé en captivité. Cet oiseau a été offert par le Puy du Fou. L'opération sera assurée par Adrian Aebischer, chercheur au département de biologie de l'Université de Bern (Suisse), en présence de Michel Terrasse, vice-président de la LPO et Fabienne David,





coordinatrice du plan français de restauration du Milan royal à la LPO Mission Rapaces.

Le Milan royal équipé sera relâché en Aveyron, après une période d'adaptation et de transition dans le centre de soins UFCS de Millau. Cette mission permettra d'étudier la capacité d'un oiseau adulte né et élevé en captivité à se réinsérer dans le milieu naturel et sera riche d'enseignement pour un éventuel programme de renforcement de l'espèce.



*Adrian Aebischer équipant un milan royal suisse  
d'une balise ARGOS*

# Agenda des animations à la Cité des sciences et de l'industrie





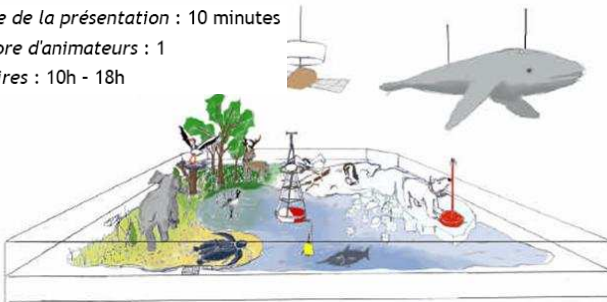
## EXPOSITION : ARGOS 30 ans à baliser la planète

Si les balises ARGOS sont devenues célèbres pour le suivi des navigateurs, leurs premières missions restent l'étude et la protection de notre Planète. Grâce aux balises, les scientifiques connaissent la température de nos océans, sa pression, le taux d'humidité dans l'air mais également le niveau des mers du g. Des milliers d'animaux sont suivis grâce à des balises ARGOS. Certains animaux comme le manchot empereur d'Antarctique, le thon rouge de Méditerranée le caribou du nord canadien ou encore le tigre du Bengale sont équipés d'une balise développée sur mesure ! Les informations recueillies permettent de mieux les comprendre pour mieux les protéger. Le système alerte également sur les menaces qui pèsent sur notre planète telles que le réchauffement climatique. ARGOS prend donc le pouls de la Terre et de sa faune depuis maintenant 30 ans. Ce trentenaire a su évoluer : la première balise pour tortue pesait 5kg, aujourd'hui, elle ne pèse plus que 100 grammes. Pour tout savoir sur ce fabuleux système satellitaire : rendez-vous à la Cité des Sciences et de l'Industrie à Paris, niveau 0, du 7 octobre 2009 au 10 janvier 2010 pour une exposition gratuite !

*Durée de la présentation : 10 minutes*

*Nombre d'animateurs : 1*

*Horaires : 10h - 18h*





## Le 7 octobre, présentation par des collégiens des projets ArgoNIMAUX 2008-2009 :

- ARGOS et les animaux porteurs de balise
- Influence du changement climatique sur les déplacements des animaux marins: exemple du manchot royal en subantarctique
- Suivi des espèces menacées: exemple des albatros
- Influence de la fonte de la banquise sur les animaux: exemple des mouettes ivoire
- Relâcher d'une tortue en Atlantique

Le projet **ARGONAUTICA** est un projet éducatif coordonné par le service éducation du CNES, qui a pour objectif de sensibiliser les jeunes et leurs enseignants à l'océanographie et plus largement, au rôle joué par les satellites pour la surveillance de la planète. Le projet Argonautica met à disposition des classes de *véritables données de localisation et océanographiques* fournies par les satellites, pour comprendre les océans, leurs liens avec les variations climatiques et les effets sur le monde vivant. En relation avec divers événements et/ou partenaires scientifiques, Argonautica propose entre autre de mettre en évidence l'impact de ces variations climatiques sur les animaux en suivant leurs déplacements via des balises ARGOS (volet ArgoNimaux du projet). Ce projet permet de comprendre, comment fonctionnent les balises ARGOS et de suivre le parcours de plusieurs animaux: Pigloo le manchot à la recherche de nourriture pour son poussin, Trompette, l'éléphant de mer aux confins du continent antarctique... et également de comprendre comment l'environnement et en particulier les variations climatiques peuvent perturber les déplacements de ces animaux.





## **Animation : « construis ton satellite »**

En parallèle de l'exposition, pendant les vacances scolaires de la Toussaint et de Noël, Planète Sciences propose des animations scientifiques et techniques.

Depuis 1979, le système ARGOS permet de localiser un "objet" fixe ou mobile dans des zones reculées ou inaccessibles et de collecter des données scientifiques. Alimentées par piles ou par énergie solaire, ces balises envoient à intervalle régulier des données aux instruments embarqués sur six satellites qui se trouvent à 850 km d'altitude. Au cours de cette animation, les jeunes vont être amenés à construire leur propre satellite sur le modèle de ces six satellites. Pour cela, ils en assembleront les principaux éléments : plateforme, panneaux solaire, la case à équipements et le propulseur.

En marge de l'exposition, le CNES, CLS et la Cité des Sciences proposent des animations scientifiques et techniques, avec le concours de l'Association Planète Sciences.



*Durée de l'activité : 20 minutes*

*Nombre d'animateurs : 1*

*Age des jeunes : dès 8 ans*

*Horaires : 10h - 16h*



## **Fête de la Science : animation : « La vie des animaux polaires »**

### Démonstration

Vendredi 21 novembre pour les scolaires : 10h, 11h, 14h, 15h,  
Samedi 22 et dimanche 23 novembre : tous publics en continu.

Nombre de personnes maximum : 30 personnes

Comment étudier les espèces animales quand le milieu est inaccessible à l'homme ?

Grâce à ARGOS et à ses célèbres balises, une mine d'information est révélée sur les animaux et leur environnement. Découvrez le fonctionnement de la balise ARGOS et suivez le parcours des tortues dans l'océan atlantique, ou encore celui des manchots, des éléphants de mer, des albatros aux confins du continent antarctique, etc.

Les spécialistes de CLS, du CNES et de l'association Planète sciences vous accueillent autour de l'exposition située dans le hall, au niveau 0 de la Cité des sciences et de l'industrie.

Cité des sciences et de l'industrie :  
30 avenue Corentin Cariou 75019 PARIS  
Métro Porte de La Villette.

[www.cite-des-sciences.fr](http://www.cite-des-sciences.fr)