



# CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET BIODIVERSITÉ

LA CONTRIBUTION DU MUSÉUM NATIONAL  
D'HISTOIRE NATURELLE





© V. Herrenschmidt



© J.P. Le Duc



© J.P. Le Duc

À l'heure où la planète vit probablement la sixième grande crise d'extinction de la biodiversité, dont l'origine est pour la première fois principalement liée aux activités humaines, le changement climatique envoie un signal fort sur les manifestations de cette crise et les répercussions qu'elles ne manqueront pas d'entraîner pour nous tous.

Sujet d'actualité s'il en est, il devrait rencontrer un très large écho chez nos concitoyens en cette année 2015 avec la tenue de la grande conférence des Nations Unies de Paris sur la question en décembre.

Acteur scientifique et sociétal de premier plan, carrefour où se croisent recherche, pouvoirs publics, ONG, entreprises et citoyens, le Muséum national d'Histoire naturelle a développé depuis des années une expertise sur la biodiversité qui lui donne une place à part dans l'étude des changements climatiques et qui trouvera pleinement matière à s'exprimer dans les débats. A quoi res-

semblera, demain, le monde que nous façonnons aujourd'hui? Sera-t-il vivable non seulement pour nous, mais aussi pour toutes les espèces avec lesquelles nous interagissons? Quel avenir offrons-nous à nos enfants? Telles sont les questions qui orientent depuis déjà des années les travaux de nos chercheurs, et qui prennent soudain une résonance plus grande.

Fort de ses collections pluriséculaires et de leur infinie variété, de la qualité de sa recherche, de ses programmes de sciences participatives et de son expertise sur la question, le Muséum s'avère être un formidable outil de sensibilisation à la nécessité de préserver et de ménager notre planète. Conférences, expositions, ateliers, films..., dès à présent, notre programmation s'est mise à l'heure de la COP21 pour apporter un nouvel éclairage sur ces questions, nourrie par cette connaissance sans égale de notre biodiversité passée et présente.

## GILLES BOEUF

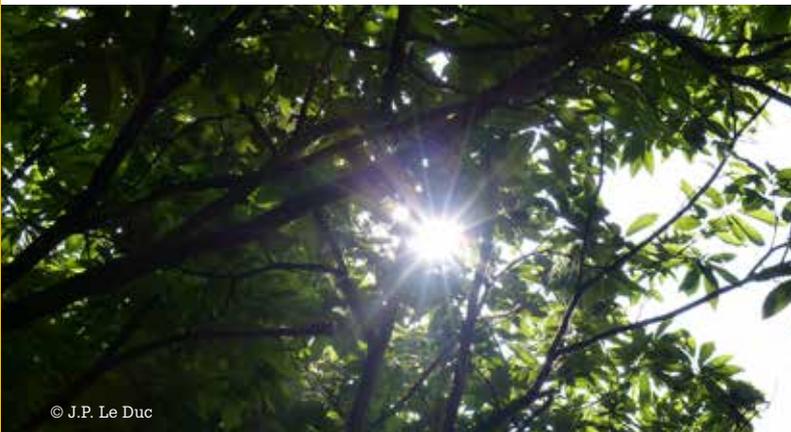
Président  
du Muséum

## THOMAS GRENON

Directeur général  
du Muséum

<b>5</b>	<b>Préface</b>
<b>6</b>	<b>Recherche</b>
<b>6</b>	<b>Impact des changements climatiques sur la diversité biologique dans le passé</b>
7	Faune
8	Flore
9	Milieus marins
10	Relations Homme Nature
<b>12</b>	<b>Impacts des changements climatiques actuels sur la diversité biologique</b>
13	Faune
15	Flore
20	Faune Flore
20	Milieus marins
28	Milieus d'eaux douces
30	Milieus polaires
32	Relation Homme Nature
<b>34</b>	<b>Diffusion scientifique</b>
<b>35</b>	<b>Enseignement et formation</b>
<b>36</b>	<b>Expertise</b>
36	Apport de l'expertise acquise dans les enceintes internationales et européennes
37	Appui à la connaissance et à la gestion de la biodiversité au niveau national
<b>39</b>	<b>Abréviations</b>





© J.P. Le Duc



© J.P. Le Duc

## PRÉFACE

La lutte contre le changement climatique est désignée « grande cause nationale pour l'année 2015 ». Le plan national d'adaptation au changement climatique doit être revu. La France doit accueillir la 21<sup>e</sup> Conférence des Parties de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques en décembre 2015.

Quoi de plus légitime alors que le Muséum national d'Histoire naturelle fasse à nouveau un point sur ses recherches en cours sur la question ! Il se doit en effet, en partenariat ou non avec d'autres organismes, d'être partie prenante des réflexions menées sur le poids des activités humaines sur les dérèglements climatiques, les conséquences actuelles et futures de ces changements sur le monde du vivant et la manière de les atténuer ou de faciliter l'adaptation aux changements, en réduisant les risques négatifs pour l'homme et son environnement.

Le Muséum étudie les effets du changement climatique en utilisant l'ensemble de ses champs de compétences et en se plaçant à différentes échelles

de temps, tant en interaction avec le passé (paléontologie et paléo-environnement, archéo-zoologie et archéo-botanique, préhistoire), qu'avec la période contemporaine (écologie, biologie, physiologie, systématique, chimie, géologie, anthropologie, génétique humaine, ethnologie, éthologie, sciences sociales). Ses collections d'une richesse inestimable (parmi les trois plus importantes au monde) et ses bases de données en sont une composante essentielle.

L'ensemble des textes qui suivent témoignent donc à nouveau de l'ampleur des travaux entrepris – sur terre comme sur mer – sur l'évolution passée et actuelle du vivant dans un contexte de changement climatique. Ils témoignent de la variété des processus qui ont pu intervenir dans le passé et de leurs conséquences. Le Muséum apporte ainsi, par ses recherches, son enseignement et son expertise, une contribution à une politique responsable, dans un domaine crucial pour l'avenir de l'homme et de la planète qu'il habite, avec le souci des générations futures.

### JEAN-PATRICK LE DUC

Directeur des relations européennes  
et internationales du Muséum

# RECHERCHE

## IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE DANS LE PASSÉ



Diptère fossile de l'Oligocène (-22,5 millions d'années) dans un sédiment, Aix-en-Provence (France). © A. Nel, MNHN

## FAUNE

### Apport de la paléo-entomologie sur l'étude de l'évolution de la biodiversité des insectes

**A. Nel et R. Garrouste**

Département de systématique et évolution/  
UMR 7205-Institut de SYstématique, Evolution,  
Biodiversité (ISYEB), MNHN/CNRS/UPMC/EPHE

Les insectes fossiles sont de bons indicateurs biologiques de changement du climat. Des travaux de recherche paléo-entomologique s'appuyant sur les collections du Muséum et sur des fossiles trouvés lors d'expéditions récentes, par exemple au Spitzberg, ou en Nouvelle-Calédonie, sont menés pour décrire l'évolution des faunes d'insectes du Paléozoïque et du Mésozoïque, en liaison avec le climat. Des périodes clés sont particulièrement étudiées comme le Paléocène (gisement de Menât dans le Puy de Dôme) qui a suivi la crise du Crétacé. Ces travaux s'appuient sur des études phylogénétiques et paléo-écologiques portant sur les insectes fossiles depuis le Dévonien (-400 millions d'années) jusqu'au Pliocène. Les fossiles étudiés proviennent d'ambres fossiles mais aussi d'impressions dans les sédiments et sont collectés sur tous les continents.

Aux études morphologiques se rajoutent des études taxonomiques sur la nature chimique des fossiles qui peuvent nous renseigner sur les conditions paléo-environnementales.

Des études globales comparées sur la diversité et la paléo-diversité des insectes sont cruciales pour anticiper l'évolution de la biodiversité des insectes, groupe majeur du fonctionnement des écosystèmes.

**Coopérations avec :** *l'Université de Barcelone (Espagne), Natural History Museum (UK), l'Université Charles (République tchèque), l'Académie des Sciences de Russie, l'Université de Beyrouth (Liban), l'Académie des Sciences de Chine (Nanjing, Beijing), Smithsonian Institution (USA), Kansas University, University of California, Yale University (USA).*

## FAUNE



Ormeau, *Haliotis tuberculata tuberculata*. © Van Wormhoudt

### Impact des glaciations sur la structure actuelle des populations d'ormeaux européens

**A. Van Wormhoudt et V. Roussel**

Département des milieux et peuplements aquatiques/UMR 7208-Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques/Station de biologie marine de Concarneau, MNHN/CNRS/IRD

Les ormeaux atlantiques et méditerranéens se sont avérés être d'excellents modèles pour étudier l'impact des glaciations du Pléistocène sur la structure actuelle des populations d'ormeaux européens. L'analyse génétique des sous-espèces décrites sur la base de critères morphologiques suggère que la population des îles Canaries a été isolée il y a 1,5 million d'années, et que de multiples contacts ont ensuite eu lieu au cours du Pléistocène avec les populations de l'Atlantique du nord lors des variations successives du niveau de la mer. La population de Méditerranée aurait été isolée lors de la dernière glaciation. Plus récemment, une recolonisation par le détroit de Gibraltar s'est produite.

**Coopération avec :** en France, l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) et S.C.E.A. France Haliotis et, à l'étranger, Aqua-Gold Fisheries GmbH (Allemagne), Martin Ryan Institute, National University of Ireland, Galway et Jersey Sea Farms (Irlande), South-West Abalone Growers Association (UK), Grupo de Investigación en Acuicultura, Servimar Norte S.L. et Instituto Español de Oceanografía (Espagne) (projet européen SUDEVAB "Sustainable Development of European SMEs engaged in abalone aquaculture" – FP7).



*Agama agama* actuel du Sénégal. Il y a environ 3 millions d'années, l'installation des cycles glaciaires dans l'hémisphère Nord a provoqué, en France, la disparition de plusieurs groupes de reptiles tels que les agames, les varans et les cobras. © Patrick Haffner

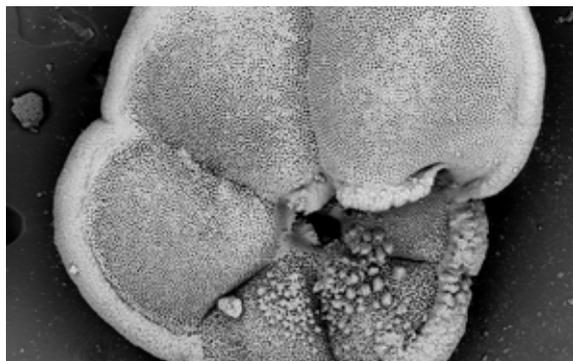
### Amphibiens et reptiles, excellents indicateurs des climats du passé

**S. Bailon**

Département d'écologie et gestion de la biodiversité/UMR 7209 - Archéozoologie, archéo-botanique : sociétés, pratiques et environnements, MNHN/CNRS

La sensibilité des amphibiens et des reptiles aux conditions climatiques en font d'excellents indicateurs des climats du passé. L'étude des herpétofaunes présentes en région méditerranéenne occidentale au cours du Pliocène et du Quaternaire met en évidence les changements climatiques qui se sont succédés au cours de cette période, y compris les faibles fluctuations climatiques régionales, et leur impact sur la biodiversité. Elle fournit également de précieux renseignements sur les différents processus de mise en place des faunes actuelles ainsi que, pour le dernier millénaire, sur l'action anthropique.

## FAUNE



Foraminifère, *Globigerinoides ruber*. © A. Bartolini

### Reconstitution des changements climatiques du passé par l'étude des carottes océaniques combinée à celle des assemblages de foraminifères

**E. Moreno, A. Bartolini, M.T. Vénec – Peyré**  
Département Histoire de la Terre/UMR  
7207-Paléobiodiversité et paléo environnements,  
MNHN/Université P. et M. Curie/CNRS

Les carottes océaniques conservées dans la collection océanique du MNHN sont un outil unique pour l'étude du changement climatique du passé. L'étude pluridisciplinaire, basée sur des analyses géochimiques et physiques des carottes du sédiment, combinée à l'étude des assemblages des foraminifères, permet de reconstituer le climat du passé.

Nous nous intéressons principalement au climat tropical (détroits indonésiens, golfe du Bengale) et à l'étude de la variation de la mousson. L'intervalle de temps qui nous intéresse est la période interglaciaire actuelle, l'Holocène mais aussi les intervalles glaciaires, caractérisés par un climat beaucoup plus aride. De plus, nous portons un fort intérêt à l'effet du volcanisme sur l'écologie des foraminifères. C'est le cas de l'éruption géante du Toba (Sumatra), il y a 74 000 ans. Cette éruption, considérée comme la plus importante du Quaternaire, est susceptible d'avoir eu un impact sur le climat et la biosphère.

---

Coopération avec: le LSCE-IPSL (CNRS/CEA/  
Université Versailles Saint-Quentin, France),  
CEREGE, IGP et l'ISTEP.

## FLORE



Coupe de bois fossile à croissance continue du Miocène moyen (région d'Iquitos, Pérou). © D. de Franceschi

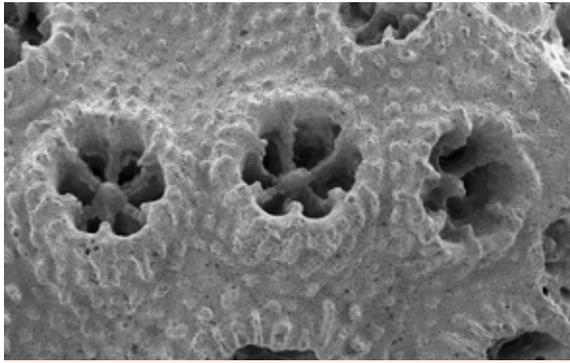
### Plantes fossiles et reconstitution paléo-climatiques

**D. De Franceschi**

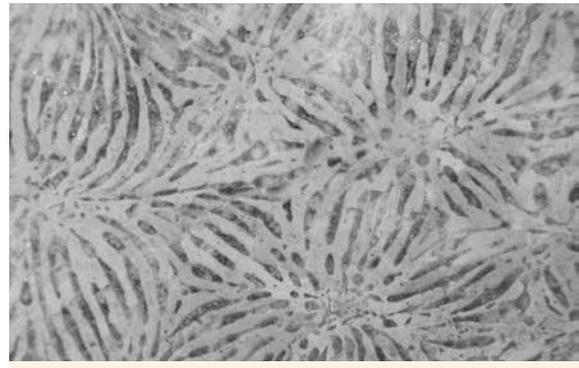
Département Histoire de la Terre/UMR 7207 -  
Centre de Recherches sur la Paléo biodiversité  
et les Paléo environnements (CR2P), MNHN/  
Université P. et M. Curie/CNRS

Les plantes fossiles, et en particulier la structure anatomique de fragments de bois fossile et la morphologie foliaire, sont utilisées pour des reconstitutions paléo-climatiques car elles mettent en lumière les formations végétales successives et les climats qui ont conditionné leur existence au cours du temps. Deux étapes marquantes dans l'histoire des changements climatiques au cours du Cénozoïque sont examinées à travers les changements floristiques observés: la limite Paléocène – Eocène (-55-56 millions d'années) d'« optimum climatique » (Paléocène Eocène Thermal Maximum = PETM), et l'évolution du climat depuis la fin de l'Oligocène (-20 millions d'années) à l'actuel. Les fossiles utilisés proviennent du Bassin de Paris, du Massif Central et du Sud de la France, mais également d'Amazonie occidentale et du Pakistan.

## MILIEUX MARINS



Acropora, Oligocène, (France). © C. Perrin



Corail, Miocène (Turquie). © C. Perrin

### Effet d'un changement climatique global sur les écosystèmes récifaux et leurs peuplements

#### C. Perrin

Département Histoire de la Terre/UMR 7207-  
Centre de Recherches sur la Paléo biodiversité  
et les Paléo environnements (CR2P), MNHN/  
Université Pierre et Marie Curie/CNRS

La transition Oligocène - Miocène correspond au passage d'un Système Terre de type « Greenhouse » à un système « Icehouse » dans un passé suffisamment proche pour que les écosystèmes ne soient pas fondamentalement différents de ceux qui existent aujourd'hui. Ceci nous offre la possibilité d'évaluer sur le long terme les effets d'un changement climatique global, qui est l'inverse de celui que l'on connaît actuellement. Nos travaux se concentrent sur le comportement des écosystèmes récifaux et leurs peuplements : à l'échelle globale, à celle des régions méditerranéennes à partir de notre base de données REEFCORAL et à partir de l'étude de sites à communautés coralliennes ayant vécu dans des conditions limites.

À l'échelle globale, notre analyse du développement des récifs en fonction du climat entre -65,5 et -1,8 millions d'années a révélé que ces écosystèmes n'ont pas le même comportement pendant les périodes à effet de serre et celles au cours desquelles le climat global est régi par les glaciations. Le contrôle majeur dépend essentiellement du climat au cours de la période à effet de serre jusqu'à -28 millions d'années. Lorsque les concentrations en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère sont déjà relativement basses et que les conditions de glaciation prévalent, ce lien disparaît et le développement des récifs dépend alors de leur adaptation aux nouvelles conditions océanographiques.



Récifs miocènes (Maroc). © C. Perrin

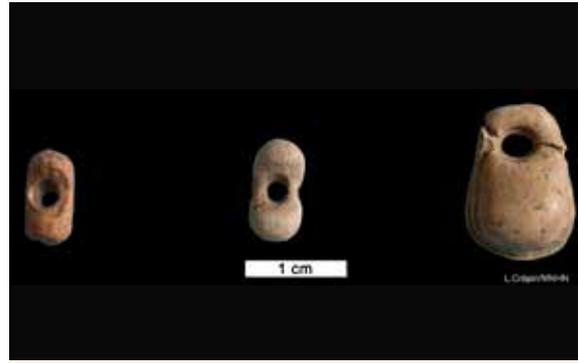
À l'échelle régionale, nos travaux ont été réalisés dans le cadre du PICS 4723 « Carbonate Production from Greenhouse to Icehouse Earth System » (coord. C. Perrin). Nous avons montré que la faune corallienne des régions méditerranéennes était principalement constituée de genres à faible distribution géographique et de quelques genres à large répartition spatiale et stratigraphique. La grande dispersion potentielle des larves pélagiques couplée à un tri local par les facteurs écologiques explique cette structure.

**Coopération avec :** en France l'USM 602 (MNHN), en Allemagne : Leibniz Institute for Research on Evolution and Biodiversity, Université von Humbolt à Berlin, et en Italie, le Département des Sciences de la Terre de l'Université de Modena e Reggio Emilia.

## RELATIONS HOMME NATURE



Accumulation d'ossements de mammouths dans la fosse 6 de Mejritych en cours de fouille. © S. Péan



Perles en ivoire de mammouth de Buran-Kaya III (Crimée). © S. Péan

### Changements climatiques et interactions hommes/grands mammifères en Europe orientale

S. Péan (1), G. Bayle (1), L. Crépin (1),  
L. Demay (1), M.-A. Julien (1),  
M. Laznickova-Galetova (1),  
V. Lebreton (1,2), M. Patou-Mathis (1),  
S. Prat (1,3), S. Puaud (2)

Des travaux de recherche multidisciplinaire, de fouilles et d'analyses, menés dans plusieurs sites archéologiques d'Ukraine continentale et de Crimée, permettent d'explorer les modalités d'exploitation des grands mammifères par les chasseurs-cueilleurs paléolithiques dans le cadre des modifications paléo-environnementales et paléo-climatiques du dernier périglaciaire (d'environ 40 000 ans à la transition vers l'Holocène vers 10 000 ans). Les activités engagées dans les abris de Buran-Kaya (Crimée) visent à comparer les stratégies développées par les Néanderthaliens et les Hommes modernes dans un contexte paléo-écologique fluctuant. Les fossiles humains qui y ont été exhumés figurent parmi les plus anciens Hommes modernes d'Europe (36 000 à 38 000 ans calibrés); en outre, ils attestent de traitements funéraires particuliers. Les recherches sur le site de Mejritych (Ukraine centrale), célèbre pour avoir précédemment livré quatre habitations construites en ossements de mammouths, nous informent sur les interactions, il y a environ 15 000 ans, entre les derniers chasseurs-cueilleurs paléolithiques et les grands mammifères de la steppe à mammouths, écosystème qui va disparaître en quelques millénaires. Il apparaît que les derniers Paléolithiques ont accédé à des carcasses fraîches de mammouths vraisemblablement chassés mais aussi à d'abondantes accumulations d'ossements de

ces proboscidiens. Ces grands mammifères semblent être devenus localement plus vulnérables à cause des modifications de leurs ressources alimentaires dans un contexte d'oscillations climatiques du Périglaciaire finissant.

**Coopération avec :** en France, le CNRS, le CEA, et, à l'étranger, l'Institut Royal des Sciences Naturelles (Belgique), l'Université de Groningen (Pays-Bas), l'Université de Tübingen (Allemagne), Université de Bohême occidentale (République tchèque), l'Académie Nationale des Sciences d'Ukraine et l'Université Nationale T. Chevtchenko de Kiev (Ukraine).

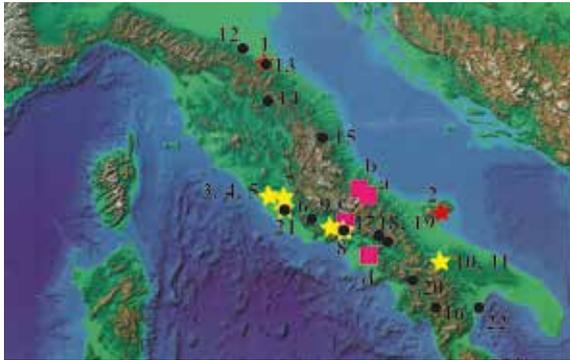
Avec le soutien du MNHN, du CNRS, de l'ANR, de la Fondation Fyssen et du Ministère des Affaires Etrangères (Commission consultative des recherches archéologiques à l'étranger).

(1) Equipe "Comportements des Néandertaliens et des Hommes anatomiquement modernes replacés dans leur contexte paléo-écologique" de l'UMR 7194 du CNRS, Département Préhistoire du MNHN

(2) Equipe "Archives sédimentaires et matériaux de la Préhistoire" de l'UMR 7194 du CNRS, Département Préhistoire du MNHN

(3) Unité "Dynamique de l'Évolution Humaine", UPR 2147 du CNRS, Paris

## RELATIONS HOMME NATURE



Sites préhistoriques du Paléolithique inférieur et séquences polliniques du Pléistocène inférieur et moyen en Italie centro-méridionale.  
© V. Lebreton (MNHN), A. Bertini (Univ. Florence), E. Russo-Ermolli (Univ. Naples)

### Reconstitution des paysages et des paramètres climatiques par l'étude des spores et des poussières de pollen

**V. Lebreton**

Département de préhistoire/UMR 7194-Histoire naturelle de l'Homme préhistorique, MNHN/CNRS

En Italie, de nombreux sites préhistoriques du Paléolithique inférieur témoignent de la dynamique culturelle des premiers peuplements humains dans la péninsule. Caractériser les écosystèmes dans lesquels évoluaient les Hominidés est le volet paléo-écologique des recherches pluridisciplinaires engagées dans le contexte de ces sites préhistoriques. Les études palynologiques constituent une étape essentielle pour caractériser la paléo-biodiversité végétale et aboutir à la reconstitution fidèle des paysages et à la reconstruction des paramètres climatiques contemporains des occupations humaines.

**Coopération avec :** les Universités de Ferrare, Florence et Naples (projet PHC Galileo du MAEE « Apport de la palynologie à la valorisation des sites préhistoriques du Paléolithique inférieur de l'Italie centro-méridionale »).



Mont Otoumbi (Gabon). Les couleurs et tracés de la savane reflètent des feux allumés par l'Homme à diverses périodes de l'année. © R. Oslisly

### Interactions sur le long terme entre les dynamiques écologiques et sociales (Bassin du Congo)

**R. Oslisly**

Département Hommes, Natures et Sociétés/UMR 208 - Patrimoines locaux, MNHN/IRD

Des travaux pluridisciplinaires associant archéologie, archéo-botanique, anthracologie, analyses isotopiques et palynologiques de carottes lacustres et de profils de sol sont menés dans le bassin du Congo dans l'objectif d'identifier d'éventuelles interactions entre les dynamiques écologiques et sociales sur le long terme. Les résultats obtenus donnent des indications paléo-environnementales et permettent d'évaluer les changements climatiques et culturels depuis 5000 ans. Les influences des peuplements humains anciens sur l'environnement et la biodiversité actuels de la forêt équatoriale d'Afrique centrale sont ainsi analysées.

**Coopération avec :** le CIRAD et le CENAREST (Gabon).

# RECHERCHE

## IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ACTUELS SUR LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE

### FAUNE

#### Impact sur les populations d'oiseaux communs

**F. Jiguet, V. Devictor, J.-P. Moussus, R. Julliard, D. Couvet**

Département d'écologie et gestion de la biodiversité/UMR 7204-Centre des sciences de la conservation", MNHN/CNRS

Les principaux impacts des changements climatiques en cours sur la dynamique à long terme des populations d'oiseaux communs et, à travers eux, sur la biodiversité en France sont étudiés en s'appuyant sur les données issues depuis 1989 du programme de science participative STOC (Suivi Temporel des Oiseaux Communs). Les résultats obtenus montrent que le dérèglement climatique affecte de manière prononcée les populations d'oiseaux mais de manière très inégale, en fonction de la capacité des espèces à ajuster leur date de reproduction aux conditions climatiques changeantes. Ils montrent également que, depuis 20 ans, l'“index de température” qui reflète la proportion d'espèces préférant vivre sous climat chaud ou sous climat froid, a fortement augmenté en France, montrant que les oiseaux se déplacent vers le nord en réponse au réchauffement climatique. Toutefois, les oiseaux, leurs proies et leurs prédateurs se déplacent à des vitesses très variables, ce qui entraîne des assemblages inédits d'espèces qui pourraient avoir des conséquences imprévisibles sur le fonctionnement des écosystèmes.



Communautés d'oiseaux : déplacements vers le Nord de 90 km en 20 ans.  
© R. Julliard

## FAUNE



Le Gazé, *Aporia crataegi*, en très fort recul partout en plaine (*The Black-veined White*). © G. Luquet



Un papillon relicté boréo-glaciaire : le Nacré de bistorte, *Bolaria eunomia*. © M. Baguette

### Répartition des Lépidoptères et des Orthoptères

#### G. Luquet

Direction Déléguée au Développement durable,  
à la Conservation de la Nature, et à l'Expertise,  
Service du Patrimoine Naturel, MNHN

Les mutations dans la répartition des Lépidoptères et des Orthoptères du Bassin parisien de 1735 à nos jours sont étudiées en croisant les données provenant des collections du Muséum et celles de la bibliographie. Il apparaît que ces modifications sont souvent générées par les activités anthropiques (destruction ou altération des milieux), mais elles le sont aussi du fait des oscillations climatiques. Ceci est bien visible là où le milieu, par exemple, semble inaltéré par l'Homme.

### Étude de la dynamique de populations de deux papillons relictés boréo-glaciaires et de leur potentiel adaptatif au dérèglement climatique

#### M. Baguette

Département de systématique et évolution/  
UMR 7205-Institut de SYstématique, Evolution,  
Biodiversité (ISYEB), MNHN

Une meilleure compréhension des mécanismes écologiques d'utilisation des habitats est essentielle pour le développement de stratégies appropriées de conservation des espèces menacées dans un contexte de fragmentation des habitats et de dérèglement climatique. L'étude sur le long terme de la dynamique de populations de deux papillons relictés boréo-glaciaires, vivant dans des tourbières de moyenne altitude, démontre que ces espèces sont très menacées par le dérèglement climatique. En effet, elles sont piégées au sommet de massifs usés qui sont séparés des premiers habitats favorables par plusieurs centaines de km. De telles distances sont infranchissables pour ces papillons. Leurs chenilles ont des adaptations comportementales très poussées qui ne leur permettent de composer qu'avec une gamme très étroite de variations de température, d'où une grande fragilité de ces populations relictés. Ces observations montrent que le potentiel adaptatif au réchauffement global n'est pas illimité.

Coopération avec: l'Université Catholique de Louvain.

## FAUNE



La Piéride du chou, espèce modèle dans l'étude de la relation entre style de vie et changement global. © Michel Baguette

### Étude du déplacement d'une espèce de papillon, la piéride du chou, et ses conséquences

#### M. Baguette

Département de systématique et évolution-  
Institut de SYstématique, Evolution, Biodiversité  
(ISYEB)- UMR 7205, MNHN

Dans un contexte de changement environnemental global, les espèces soit s'adaptent à un nouveau contexte, soit déplacent leurs aires de distribution pour suivre les conditions qui leur conviennent. L'étude d'une espèce modèle de papillon indique que seuls certains individus possèdent la capacité à s'adapter à des variations thermiques, qui présentent un coût en termes de survie et de fécondité. L'augmentation de la température modifie également la décision que prennent les papillons de quitter un habitat favorable : normalement conditionnelle pour certains à la qualité de l'habitat, l'émigration devient obligatoire et généralisée lorsqu'une température seuil est dépassée. Ces résultats expérimentaux permettent de mieux comprendre par quels mécanismes les organismes changent sous l'effet du changement global. En particulier, ils illustrent comment la diversité des styles de vie à l'intérieur d'une espèce est menacée par les modifications environnementales, induisant ainsi une perte cryptique de biodiversité.

**Coopération avec :** la Station d'Ecologie Expérimentale du CNRS de Moulis.



Le métatron, ensemble de 48 cages de 100 m<sup>2</sup> chacune, connectées par des couloirs de 19 m de long. Les conditions de température et d'humidité peuvent être manipulées dans chaque cage. Ce dispositif permet d'étudier les mouvements d'individus entre les cages via les corridors, et de mettre en relation la décision de bouger avec le style de vie des individus. © Quentin Besnard



Intérieur d'une cage du métatron. Il est possible de reproduire toutes les caractéristiques de l'habitat de l'espèce modèle, et d'en modifier la qualité. © Michel Baguette

## FAUNE



Microcèbe murin, *Microcebus murinus*, équipé d'un datalogger thermique. © P.-Y. Henry

### Réponses adaptatives du Microcèbe murin, petit primate de Madagascar, à de nouvelles contraintes énergétiques

**P.-Y. Henry**

Département d'écologie et gestion de la biodiversité/UMR 7179 – Mécanismes adaptatifs et évolution, MNHN/CNRS

Les changements climatiques induisent une augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes. Des travaux expérimentaux sur le Microcèbe murin, petit primate de Madagascar, ont été mis en œuvre pour étudier les réponses adaptatives à ces nouvelles contraintes énergétiques imposées. Les résultats obtenus suggèrent que les organismes dotés de mécanismes d'économie d'énergie (tels que torpeur, engraissement) devraient pouvoir être résilients aux accidents climatiques induisant des déficits énergétiques modérés (d'intensité comprise entre -40 et -80 %). Plus généralement, cette instabilité climatique croissante devrait favoriser les organismes doués de forte flexibilité physiologique (par exemple : une taille corporelle variable, une reproduction opportuniste, un hypométabolisme facultatif). Ces traits sont actuellement exprimés dans les environnements peu prédictibles, comme ceux sous influence des cycles climatiques El Niño.

Coopération avec : le German Primate Center, Göttingen.

## FLORE



*Serapias lingua*, une plante méditerranéenne dont l'aire de distribution est en train de remonter vers le nord. © R. Dupré, CBNBP, MNHN

### La flore de Paris dans les prochaines décennies

**N. Machon, A. Muratet, E. Porcher et A. Politi**

Département d'écologie et gestion de la biodiversité/UMR 7204-Centre des sciences de la conservation, MNHN/CNRS

Une étude financée par la Ville de Paris a pour objet de prédire quelle sera la flore qui peuplera la capitale française dans les prochaines décennies et de proposer des scénarios de gestion. Selon les études en cours, trois processus majeurs vont modifier la composition de la flore actuelle : (1) les invasions biologiques, (2) la gestion de l'espace urbain et (3) les changements climatiques qui vont favoriser les espèces les mieux adaptées aux nouvelles données de température et de pluviométrie.

## FLORE



Inventaire annuel selon un protocole standardisé. © Vigie-Nature



Étude de la diversité des épiphytes utilisant la technique de l'accrobranche. © Dr. Stephan Robbert Gradstein

### Programme de sciences participatives Vigie-Flore

**L. Turcati, E. Porcher et N. Machon**

Département d'écologie et gestion de la biodiversité/UMR 7204-Centre des sciences de la conservation, MNHN/CNRS

Le programme de science participative Vigie-Flore a pour objectif de suivre sur le long terme la composition des communautés végétales les plus communes en France. Les suivis sont effectués annuellement par des botanistes bénévoles et professionnels. Les données de variation d'abondance récoltées vont être confrontées aux facteurs susceptibles d'agir sur ces communautés. On espère ainsi mettre en évidence l'influence des changements climatiques sur la flore.

**Coopération avec :** le réseau Tela Botanica (France).

### Impact de la déforestation et du changement climatique sur la diversité des épiphytes des forêts tropicales humides

**Stephan Robbert Gradstein**

Département Systématique et Evolution/UMR 7205 - Cryptogamie, MNHN

Les épiphytes (orchidées, broméliacées, fougères, bryophytes, lichens, etc.) sont très sensibles aux changements environnementaux en raison de leur dépendance étroite des conditions atmosphériques. Nos études dans les forêts primaires, les forêts secondaires et les plantations en Amérique tropicale (Bolivie, Equateur, Costa Rica) et en Asie tropicale (Indonésie), réalisées de 2000 à 2010, ont révélé des pertes importantes au sein de la diversité des épiphytes dues à la transformation des forêts. Les résultats indiquent qu'une nouvelle augmentation de la diversité des épiphytes est ensuite un processus très lent qui peut prendre plus d'une centaine d'années. La préservation d'une humidité suffisante est cruciale pour la conservation des plantes épiphytes. L'impact du réchauffement climatique a été étudié au moyen d'expériences de transplantation. Les résultats suggèrent qu'une légère augmentation de la température de l'air de 2,5°C peut avoir un effet significatif sur la composition des riches communautés de bryophytes épiphytes de forêts tropicales.

**Coopération avec :** l'Université de Göttingen (D).

## FLORE



Falaise du versant sud de l'inselberg des Nouragues (Guyane française).  
© P.M. Forget

### Évolution sur dix ans du nombre d'espèces végétales à la frange de la forêt tropicale humide guyanaise

**E. Fonty, C. Sarthou, D. Larpin et J.F. Ponge**

Département d'écologie et gestion de la biodiversité/Unités "Mécanismes adaptatifs : des organismes aux communautés" et "Origine, Structure, Evolution de la Biodiversité" MNHN/CNRS et Dépt. Jardins Botaniques et Zoologiques, MNHN »

Un inventaire de l'ensemble des espèces végétales réalisé entre 1995 et 2005 à la frange de la forêt tropicale humide guyanaise révèle une chute d'environ un cinquième du nombre d'espèces végétales au cours de cette période. Les stades juvéniles des arbres et arbustes sont les plus touchés (un quart des individus ne se sont pas renouvelés sur 10 ans). La moitié des espèces rares a ainsi disparu, les espèces communes étant peu, voire pas du tout touchées. La cause la plus probable de cette chute de biodiversité est le réchauffement planétaire, qui touche la Guyane autant, sinon plus, que le reste du globe. Les très fortes années sèches s'avèrent de plus en plus fréquentes et ne permettent plus le renouvellement normal des populations végétales. Le phénomène touche de manière indistincte tous les types de végétaux, laissant supposer qu'il s'agit d'une crise écologique majeure s'ajoutant aux effets directs de la déforestation.



Parcelle de lande à bruyère avec régénération du pin sylvestre et envahissement par la molinie, en fleur au premier plan (Mare aux Jongs à Fontainebleau, Réserve dirigée de Biosphère). © B. Riéra, MNHN

### Évolution spatio-temporelle des groupements végétaux forestiers en France et sous les tropiques

**S. Mobaied, B. Riéra, M. Baguette, et F. Palla**

Département d'écologie et gestion de la biodiversité/Unités "Mécanismes adaptatifs : des organismes aux communautés", "Eco-anthropologie et ethnobiologie" et "Origine, Structure, Evolution de la Biodiversité", MNHN/CNRS

L'évolution spatio-temporelle des groupements végétaux forestiers est étudiée et le rôle des changements climatiques dans cette évolution est analysé, à la fois en France et sous les tropiques. Dans la réserve naturelle de Fontainebleau (sud de Paris), les observations effectuées depuis 10 ans indiquent une extension de la molinie au détriment de la bruyère et une progression de la forêt au détriment de la lande. Le réchauffement climatique observé depuis les années 1980 semble être plus favorable à l'installation du pin sylvestre qu'à celle du bouleau. Les résultats des travaux de modélisation réalisés prévoient un changement floristique graduel avec une extension du pin sylvestre et de la molinie au détriment de la lande à callune et de la bruyère. En forêt tropicale également, les conditions climatiques actuelles et les changements sociaux induisent une évolution de la dynamique forestière. Au Gabon, la forêt est en train de reconquérir la savane et il en résulte une disparition des espèces tant végétales qu'animales liées à celle-ci. En Guyane française, les populations d'espèces d'arbres à faible rayon de dispersion (i.e. généralement à grosses graines) bénéficient actuellement de conditions climatiques favorables à leur expansion.

**Coopération avec:** en France, l'Université de Marne La Vallée, l'ONF et, à l'étranger, l'ONFI, l'Université d'Antananarivo et Goodplanet (Madagascar), l'IRAD (Cameroun), l'ENEF et l'Université O. Bongo (Gabon).

## FLORE



Forêt de la Réserve Naturelle des Nouragues (Guyane).  
© P.-M. Forget, MNHN

### Variabilité du climat, production fruitière et dispersion des graines dans les forêts tropicales

**P.-M. Forget, F. Feer, I. Mendoza, P. Chatelet, A. Caubère, I. Hardy**

Département d'écologie et gestion de la biodiversité/UMR 7179 -Unité "Mécanismes adaptatifs : des organismes aux communautés"- MNHN/CNRS

Dans les forêts tropicales, les interactions entre la variabilité du climat, la production fruitière et la dispersion des graines sont complexes et inconnues. Une étude de séries de données phénologiques recueillies sur le long terme en forêt de Guyane française a été réalisée afin de déterminer comment les événements climatiques inter-annuels affectent la production des fruits et la dispersion des graines. Les premiers résultats mettent en évidence que les deux événements El Niño au cours de la période 2001-2009 ont été précédés d'une augmentation de la productivité fruitière.

---

**Coopération avec:** ECOFOG en Guyane, l'Université de Toulouse et le Smithsonian Tropical Research Institute, République du Panama.



Dessèchement de la Rosacée, *Acaena magellanica*, puis colonisation et explosion démographique des pissenlits *Taraxacum spp.* (Ile verte, archipel de Kerguelen, 2002). © J.-L. Chapuis

### Régression des espèces végétales natives et explosion des espèces végétales introduites dans les îles Kerguelen

**J.-L. Chapuis**

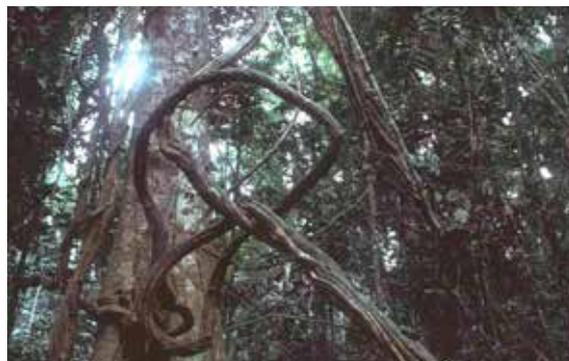
Département d'écologie et gestion de la biodiversité/UMR 7204-Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation, MNHN/CNRS

Dans les îles Kerguelen (Océan Indien), l'augmentation sensible des températures et surtout les déficits hydriques estivaux de plus en plus fréquents se traduisent par une régression des espèces végétales natives et une explosion démographique des espèces végétales introduites. Dans les îles où la végétation a été modifiée par l'introduction de mammifères, tel le lapin, la plante dominante, la Rosacée *Acaena magellanica* a disparu sur de grandes surfaces, au profit des pissenlits (*Taraxacum spp.*) et d'autres espèces végétales invasives (Poacées). Dans les îles indemnes de mammifères introduits, si une meilleure résistance des communautés est observée, progressivement les espèces-clés natives disparaissent à leur tour. L'évolution rapide des communautés végétales paraît directement liée au changement du climat favorisant l'installation d'espèces allochtones adaptées aux conditions climatiques actuelles, avec pour conséquence une banalisation et une homogénéisation de la végétation.

## FLORE



Forêt gabonaise (station IRET, Makokou) vue de 400 m d'altitude, à l'aide d'un ballon captif. © A. et C. M Hladik, MNHN



Grande diversité d'arbres et de lianes dans la forêt de Makokou (Gabon). © C. M Hladik

### Biomasse des forêts denses tropicales africaines, précipitations et température

#### A. Hladik

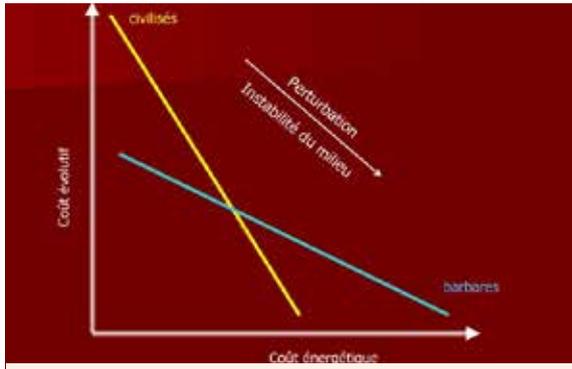
Département Hommes Nature et Sociétés/UMR  
7206-Eco-anthropologie et ethnobiologie MNHN/  
CNRS

Des parcelles permanentes ont été mises en place, dès 1972, dans la forêt tropicale du Gabon. Une première série de mesures réalisées après un délai de 7 ans avait montré une forêt en équilibre : les morts d'arbres de tous diamètres étaient compensées par le gain dû à la croissance des arbres vivants. De nouvelles mesures faites à l'initiative de S. Lewis (Université de Leeds, UK) en 2007 sur l'ensemble des parcelles préalablement étudiées ainsi que sur plusieurs autres parcelles dans des forêts tropicales africaines intactes indiquent une augmentation du stockage de carbone par les arbres vivants (stocks au-dessus du sol) au cours de ces dernières décennies. L'analyse de la composition spécifique des inventaires réalisés et d'autres données suggèrent que les changements généralisés en ressource disponible (e.g. accroissement de la concentration atmosphérique en  $\text{CO}_2$ ) pourraient être à l'origine de cette augmentation, comme certaines théories et certains modèles le prédisent. Dans une nouvelle publication de Lewis et al. (2013), la prise en compte de l'autorégulation spatiale pour l'ensemble des parcelles étudiées dans la forêt dense africaine montre que ce stock de biomasse au-dessus du sol (Above Ground Biomass ou AGB) est sous la dépendance des facteurs climatiques et

de la qualité des sols, et suggèrent que la biomasse des forêts denses tropicales africaines peut être particulièrement sensible aux changements futurs de précipitations et de température. (Lewis et al., Above-ground biomass and structure of 260 African tropical forests. *Phil. Trans. R. Soc. B* 5 September 2013 vol. 368 no. 1625 20120295).

**Coopération avec :** de l'African Tropical Rainforest Observation Network – AfriTRON.

## FAUNE-FLORE



Coût évolutif et coût énergétique favorisent différemment "barbares" et "civilisés", les perturbations augmentant l'énergie au détriment du temps. © J. P Ponge

### Rôle des perturbations dans l'assemblage et l'évolution des espèces à l'intérieur des écosystèmes

**J.F. Ponge**

Département d'écologie et gestion de la biodiversité/  
UMR 7179 – Mécanismes adaptatifs et évolution,  
MNHN/CNRS

Une réflexion a été menée sur le rôle des perturbations dans l'assemblage et l'évolution des espèces à l'intérieur des écosystèmes. Deux groupes d'organismes, dotés de stratégies contrastées face aux perturbations de l'environnement, sont présentés. Les « civilisés » sont dotés de mécanismes efficaces leur permettant d'anticiper tout en réduisant leur dépense énergétique, ceci dans le cadre d'un environnement stable ou soumis à des fluctuations cycliques à l'échelle de leur durée de vie. Ils ont développé au cours de l'évolution des spécialisations avancées dans des domaines divers (nourriture, habitat, comportement social, etc...). À l'opposé, les « barbares » sont peu efficaces dans un environnement stable car ils dépensent beaucoup d'énergie pour la recherche de nourriture, la croissance et la reproduction, mais sont bien adaptés à des conditions changeant de manière imprévisible, en particulier lors des grandes crises écologiques. Les deux groupes se succèdent ou alternent au cours des processus écologiques de succession, spontanée ou dirigée, ainsi qu'au cours de l'évolution. Sur la base des connaissances actuelles on peut prédire que l'équilibre entre « barbares » et « civilisés » au sein des communautés va basculer en faveur des premiers sous l'influence de la pression anthropique actuelle, représentée entre autres par le dérèglement du climat, la pollution, les changements d'usage du sol et les invasions biologiques.

## MILIEUX MARINS



Le blanchissement corallien est visible du ciel (vue aérienne d'un événement majeur à l'île de la Réunion, mars 2005). © M. Guillaume

### Coraux constructeurs des récifs du Sud-Ouest de l'Océan Indien

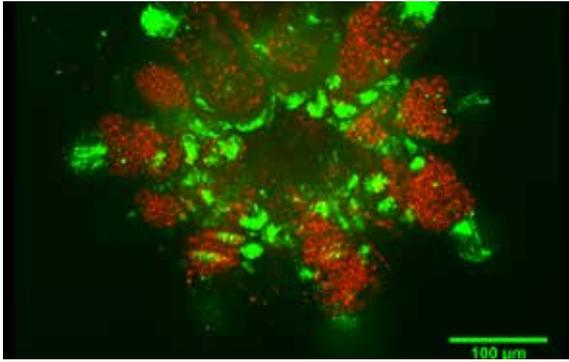
**M. Guillaume**

Département des milieux et peuplements  
aquatiques/UMR 7208- BOREA-Biologie des  
organismes et écosystèmes aquatiques MNHN/  
CNRS/IRD/UPMC

Les coraux constructeurs des récifs du Sud-Ouest de l'Océan Indien montrent une forte sensibilité à l'élévation de la température de l'eau de mer. Son impact est analysé au niveau des communautés coralliennes par évaluation des événements de blanchissement majeurs à l'échelle de la région, au sein d'un réseau de collaborations internationales. La composition de ces communautés montre que les sanctuaires des îles isolées sont aussi affectés. En parallèle, à l'échelle locale, les capacités de résilience des coraux sont étudiées par une approche expérimentale, dans des contextes environnementaux naturels caractérisés. L'adaptation locale de populations de coraux à des régimes de température élevés et variables semble leur permettre de mieux supporter les anomalies actuelles.

*Coopération avec : l'Université de la Réunion (France), Wildlife Conservation Society et l'Université de Miami (USA), Coral Reef Conservation Project (Kenya), l'Université de Newcastle (UK), l'Australian Institute of Marine Science, l'Université de Western Cape (Afrique du Sud).*

## MILIEUX MARINS



Polype de corail scléactiniaire en cours de bourgeonnement, *Pocillopora damicornis*, Linnaeus 1758, autofluorescent en lumière bleue, avec ses inoflagellés symbiotiques (rouge, pigments photosynthétiques) à l'intérieur des tissus hôtes (vert, pigments GFP).  
© I Domart-Coulon MNHN, D. Soleillet C. Zeiss



Les récifs construits par *Sabellaria alveolata* constituent des hot-spots de diversité. Certaines activités traditionnelles comme la pêche au haveneau pour la crevette sont totalement compatibles avec la conservation de ces bioconstructions uniques au Monde.  
© J. Fournier (avril 2014, baie du Mont-Saint-Michel)

### Sensibilité des microorganismes associés à des éponges ou des coraux

**I. Domart-Coulon, M.-L. Bourguet-Kondracki**

Département Régulations, développement, diversité moléculaire/UMR 7245 – Molécules de communication et adaptation des micro-organismes, MNHN/CNRS

Les microorganismes, associés aux organismes marins benthiques comme les éponges et les coraux, sont engagés dans des interactions trophiques ou de compétition qui sont sensibles aux changements climatiques. Un exemple emblématique d'interactions trophiques est la symbiose des coraux constructeurs de récifs avec des dinoflagellés photosynthétiques (divers clades de *Symbiodinium* sp.), dont la rupture en réponse à l'élévation de température de l'eau de mer, cause le blanchissement des récifs. Nous étudions la diversité taxonomique et fonctionnelle de ces microorganismes associés (bactéries, archées, protistes), ainsi que les médiateurs chimiques de leurs interactions, au cours des stades du développement de leur hôte, dans des modèles non conventionnels d'éponges marines et de coraux, prélevés sur le terrain (projet ANR-IFB ECIMAR, programme européen ASSEMBLE, projet PRES Sorbonne-Universités) ou élevés en aquarium (collaboration avec l'Aquarium Tropical de la Porte Dorée) afin de tester leurs réponses aux changements climatiques.

### Modification de l'aire de répartition de l'espèce paléarctique d'annélide polychète, *Sabellaria alveolata*

**J. Fournier**

Département des milieux et peuplements aquatiques/UMR 7208- Borea-Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques, MNHN/CNRS/IRD/UPMC

Les annélides polychètes de la famille des Sabellariidae comptent parmi les principaux organismes bio constructeurs de la planète après les coraux hermatypiques et les cyanobactéries responsables de l'élaboration des stromatolithes. A la faveur du réchauffement climatique, l'aire de répartition de l'espèce paléarctique *Sabellaria alveolata* s'étend vers le nord. En baie du Mont-Saint-Michel, où cette espèce a construit les plus importants récifs d'annélides du Monde, les bioconstructions ont localement doublé de surface dans la dernière décennie. Toutefois, les mécanismes d'expansion et de contraction restent encore imparfaitement connus. Les propriétés spatiales de ces systèmes écologiques uniques sont étudiées à travers leurs capacités de constance, de résilience, de résistance, de persistance et via des approches expérimentales en laboratoire et in situ.

**Coopération en France avec :** l'IFREMER à Brest, TOTAL à Pau, l'Université de Bretagne Occidentale à Brest, l'Université de Nantes, l'Université de Basse-Normandie à Caen et, à l'étranger, avec l'Université de Gand (Belgique), l'Université d'Utah (USA).

## MILIEUX MARINS



Crabe nageur (*Portunus hastatus*) observé dernièrement dans le parc national de Port-Cros (France). Ce crabe d'affinité tropicale pourrait indiquer un réchauffement de la Méditerranée. © P. Noël

### Apport des inventaires des espèces marines le long du littoral français

**P. Noël**

Département des milieux et peuplements aquatiques et Service du Patrimoine Naturel/MNHN

Les inventaires d'espèces marines le long du littoral français, conduits en coopération avec le Service du Patrimoine Naturel du Muséum, ont pour objet de développer les connaissances relatives à la distribution des espèces dans le temps et dans l'espace. Les résultats de ces recherches à long terme peuvent montrer le déplacement de limites de distribution et sont utilisés pour l'évaluation de l'impact des changements climatiques. Par exemple, des espèces à distribution méridionale dont la limite de répartition est la Bretagne peuvent se trouver progressivement en Manche. En Méditerranée, avec le dérèglement climatique, on peut suivre par exemple la raréfaction d'espèces d'eaux froides (comme le homard) ou l'apparition d'espèces à affinité tropicale venant des côtes africaines.



La Forêt de laminaires, un habitat sensible aux perturbations environnementales (Saint Malo-France).  
© R. Derrien, MNHN-Concarneau

### Sensibilité à la température des laminaires telles que *Laminaria digitata* et *Laminaria hyperborea* et des communautés benthiques associés

**S. Derrien-Courtel, A Le Gal, E. Catherine, FX. Decaris et R. Derrien**

Département des milieux et peuplements aquatiques/UMR 7208-BOREA-Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques/Station de Biologie Marine de Concarneau, MNHN

Les laminaires sont de grandes algues brunes qui jouent un rôle fonctionnel essentiel, notamment en termes d'abri et de nourricerie pour de très nombreuses espèces benthiques et vagiles. A ce titre, on peut les considérer comme un habitat à part entière. Certaines laminaires d'affinité nordique telles que *Laminaria digitata* et *Laminaria hyperborea* sont sensibles à la température et pourraient se raréfier dans le cadre d'un réchauffement des eaux côtières. Les inventaires et suivis qualitatifs et quantitatifs de la faune et de la flore des fonds subtidiaux rocheux permettent notamment d'évaluer l'influence des variations environnementales en milieu côtier (principalement température, hydro climat et apport en matière en suspension) sur ces forêts de laminaires et les communautés benthiques qui leur sont associées.

**Coopération avec:** en France, l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM), l'IFREMER, la Station Biologique de Roscoff, la Station de Wimereux de l'Université de Lille 1 et, à l'étranger, l'Université de Cantabria, Instituto de Hidráulica Ambiental « IH Cantabria » en Espagne.

## MILIEUX MARINS



Champ de laminaires et microbiomes fongiques associés.  
© Marine Vallet

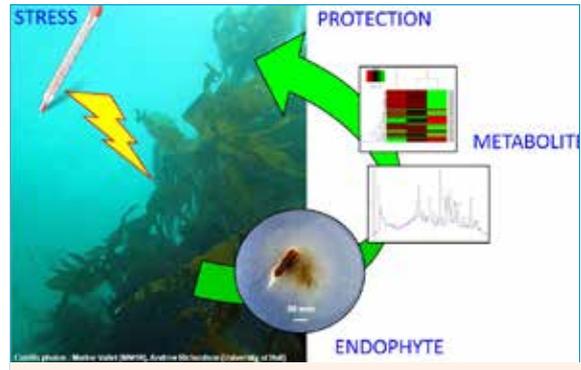
### Caractérisation et rôle des métabolites de champignons endophytes associés à *Laminaria digitata* dans l'adaptation de l'algue hôte au stress environnementaux

#### Soizic Prado

Département Régulations, développement, diversité moléculaire/UMR 7245 - Molécules de communication et adaptation des micro-organismes, CNRS/MNHN

Les champs de laminaires constituent des forêts sous-marines très productives qui représentent pour les zones côtières tempérées une valeur écologique, économique et patrimoniale comparable à celle des coraux ou des mangroves des zones tropicales. Parmi ces algues, *Laminaria digitata* est d'un intérêt majeur. Néanmoins, depuis quelques décennies, des régressions de populations de *Laminaria digitata* ont été observées dans différentes zones en Europe. Ainsi, de multiples phénomènes anthropiques sont suspectés d'être à l'origine de ce déclin et notamment le dérèglement climatique, *Laminaria digitata* étant une espèce des eaux tempérées froides qui tolère mal l'élévation de la température.

Les laminaires, comme les plantes terrestres, vivent en association avec des champignons microscopiques appelés endophytes. Ces micro-organismes habitent les organes des plantes-hôtes et un rôle bénéfique pour leur hôte a été largement démontré chez les plantes terrestres. Ils sont ainsi capables de conférer aux plantes-hôtes une tolérance aux stress abiotiques telles l'augmentation de température, la sécheresse ou la pollution, mais également aux stress biotiques, en particulier vis-à-vis de pathogènes et d'herbivores.



Rôle putatif des métabolites de souches fongiques endophytes dans la protection de l'algue hôte contre des stress abiotique. © Soizic Prado

Ce mutualisme entre plante-hôte et endophytes est finement contrôlé par la production de facteurs métaboliques structurellement très variés mais dont la nature exacte, l'origine et les mécanismes d'action restent à explorer.

Nous avons réalisé l'étude de la diversité fongique cultivable associée à *Laminaria digitata* (et évaluons le potentiel de ces souches fongiques face aux différents stress environnementaux (salinité, luminosité) subis par l'algue hôte, notamment dans le cadre du changement climatique (élévation de température), et caractérisé le rôle du métabolome fongique endophyte dans la relation bénéfique éventuelle avec la plante hôte in situ.

---

**Coopération avec :** le Pr Joëlle Dupont pour l'étude de la diversité fongique cultivable (Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité - UMR 7205) et C. Hubas pour l'étude du métabolisme primaire (UMR CNRS 7208 BOREA) ainsi que le Scottish Marine Institute en Ecosse.

Ce projet est soutenu par le programme CNRS "Ecosphère Continentale et Côtière" (EC2CO) et l'ATM Cycles biologiques du MNHN.

## MILIEUX MARINS



Prairie d'algues rouges sous-marine de la région de Saint-Malo, avec, au deuxième plan, l'espèce *Calliblepharis ciliata*. © Pepe Utge



*Nereis diversicolor*. © A. Rojo de la Paz - Université du Maine

### Réponse des communautés d'algues rouges aux changements environnementaux

**E. Feunteun, R. Gallon, L. Le Gall et M. Robuchon**

Département des milieux et peuplements aquatiques/UMR 7208-BOREA - Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques et UMR 7205-Institut de SYstématique, Evolution et Biodiversité (ISYEB), MNHN/CNRS/EPHE/UPMC/IRD

Avec plus de 5000 espèces décrites, les algues rouges constituent le phylum le plus diversifié au sein des macros algues marines. Les réponses de ces communautés d'algues rouges aux changements environnementaux le long du littoral breton ont été étudiées au cours des vingt dernières années. Les résultats révèlent que les communautés d'algues rouges ont changé de façon marquée et contrastée le long du littoral breton, en relation avec l'augmentation de la moyenne et de l'amplitude annuelle de la température de l'eau de mer de surface. La Bretagne Ouest/Nord-Ouest, où la température de l'eau est restée froide et peu variable, apparaît comme un refuge face au changement climatique pour certaines espèces d'algues rouges. A contrario, la Bretagne Nord-Est, où la température de l'eau a augmenté de manière importante ces vingt dernières années et varie beaucoup au cours des saisons, pourrait constituer une barrière thermique à la migration vers le Nord/Nord-Est de certaines espèces d'algues rouges. Ces particularités régionales devraient être considérées dans les réflexions autour de la gestion de la ressource en laminaires, ces grandes algues brunes qui servent d'habitat à de nombreuses algues rouges, ainsi que dans la mise en place d'un réseau cohérent d'aires marines protégées.

**Coopération avec :** la station biologique de Roscoff (CNRS/UPMC) et l'Université de Rennes 1.

### Diversité génétique intra-spécifique de deux espèces, l'annélide, *Nereis diversicolor* et le bivalve, *Scrobicularia plana* et changements climatiques

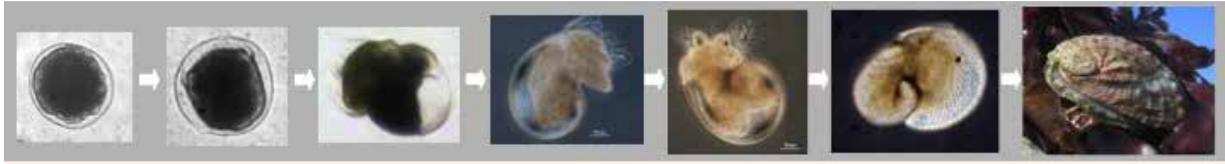
**F. Denis**

Département des milieux et peuplements aquatiques/UMR 7208-BOREA - Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques - Station de biologie marine de Concarneau, MNHN/CNRS/IRD/UPMC)

L'impact des changements climatiques sur la faune benthique littorale est également étudié par le biais des outils de la génétique. L'objectif est d'évaluer l'influence des variations environnementales en milieu littoral et estuarien (principalement température, salinité et apport d'eau douce par les cours d'eau) sur la diversité génétique intra-spécifique. En effet, le niveau élevé de diversité génétique d'une espèce est un élément primordial pour une bonne adaptabilité face aux variations du milieu. Les espèces retenues à ce jour appartiennent à la faune endogée des estuaires (Annélide *Nereis diversicolor* et Bivalve *Scrobicularia plana*) et caractérisent le maillon des réseaux trophiques assurant le transfert de la biomasse des niveaux de production primaire (flore) vers ceux des prédateurs tels que les oiseaux limicoles.

**Coopération avec :** l'Université de Sfax (Tunisie).

# MILIEUX MARINS



Cycle de développement de l'orveau européen, *Haliotis tuberculata*. © S. Auzoux-Bordenave

## Réponses adaptatives des organismes benthiques, à partir de deux modèles biologiques, l'orveau européen, *Haliotis tuberculata* et l'oursin violet, *Paracentrotus lividus*

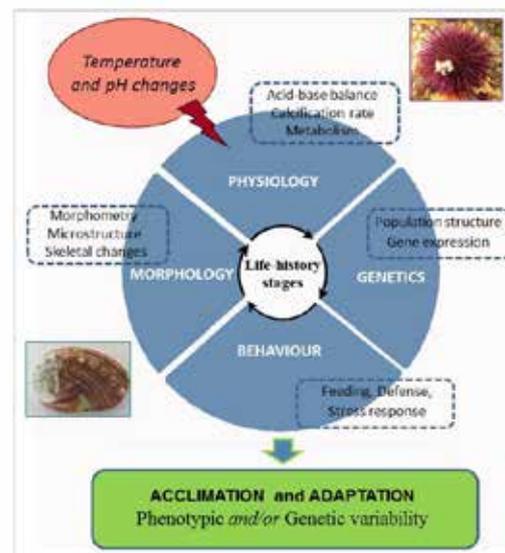
**S. Auzoux-Bordenave, N. Améziane, A. Badou, M. Eleaume, F. Denis**

Département des milieux et peuplements aquatiques/UMR 7208-BOREA Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques, Station de biologie marine de Concarneau, MNHN/CNRS/UPMC/IRD

L'impact des changements océaniques sur la faune benthique est étudié via des approches morphologiques, physiologiques et génomiques. Les analyses portent en particulier sur l'orveau Européen, *Haliotis tuberculata*, un Gastéropode d'intérêt écologique et économique particulièrement vulnérable aux variations des conditions environnementales. Les effets de l'acidification et du réchauffement sont évalués sur le développement et la croissance et la structure coquillière de l'orveau aux différents stades de son cycle de vie.

Dans le cadre d'un projet ANR (ADREesCO « Réponses adaptatives des organismes benthiques au changement océanique » en cours d'évaluation) l'étude s'enrichira d'un deuxième modèle biologique, présentant une aire de répartition similaire, l'oursin violet, *Paracentrotus lividus*. L'originalité du projet réside dans la combinaison d'approches in situ et expérimentales à l'échelle de la population, de l'organisme et du gène. Les travaux intègrent des techniques traditionnelles (MEB, MET, physiologie) et innovantes (transcriptomique, protéomique, SNP génotypage) afin de caractériser les réponses physiologiques, génomiques et développementales des deux espèces aux variations conjointes du pH et de la température. Les résultats attendus permettront de mieux comprendre les réponses biologiques des organismes benthiques et de prédire leur capacité d'adaptation au changement climatique.

Coopération avec : en France avec l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM), la station biologique de Roscoff (UPMC), l'Université de Bourgogne, les écloséries France-Haliotis et l'Oursine de Ré, et, à l'étranger l'Université Libre de Bruxelles (Belgique), l'Université de Las Palmas (Espagne) et le Consiglio Nazionale delle Ricerche (Italie).



Principaux objectifs du projet ADResCO. © S. Auzoux-Bordenave

## MILIEUX MARINS



Base Dumont D'Urville en Terre Adélie, Antarctique. © G. Lecointre



Vue sur le glacier du continent antarctique en Terre Adélie. © G. Lecointre

### État des lieux et mise en place d'un observatoire à long terme des écosystèmes marins du plateau continental antarctique (Terre Adélie)

**G. Lecointre, A. Dettai, C. Ozouf-Costaz, C. Gallut, J.P. Coutanceau, Nalani Schnell et A.-C. Lautredou**

Département de systématique et évolution/Unité "SAE - Systématique, Adaptation, Evolution" et UMR 7205 - Institut de SYstématique, Evolution, Biodiversité, MNHN/UPMC/CNRS/IRD/ENS

**C. Bonillo**

Département de systématique et évolution/Service de systématique moléculaire, MNHN

**N. Ameziane, G. Duhamel, M. Eleaume, P. Pruvost, L. Hemery, R. Causse, F. Busson, B. Métivier,**

**G. Denys et M. Hautecoeur, Alexis Martin**

Département des milieux et peuplements aquatiques/UMR 7208-BOREA - Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques" MNHN/CNRS/IRD/UPMC

Un état des lieux des écosystèmes marins du plateau continental antarctique au large de la Terre Adélie, depuis la surface jusqu'au fond, est en cours d'établissement avec le soutien de l'Institut polaire français (IPEV). Un observatoire à long terme qui permettra de mesurer un grand nombre de paramètres physiques, chimiques et biologiques est aussi en cours d'élaboration. Ces outils permettront de mesurer les caractéristiques physiques et biologiques de l'environnement côtier de Terre Adélie. Au sein d'une équipe internationale, pluridisciplinaire, les scientifiques du Muséum travaillent essentiellement sur les communautés benthiques et les poissons téléostéens démersaux et en font des analyses très



Communauté benthique avec une prédominance d'éponges, de bryozoaires, d'ascidies au large de la terre Adélie. © AAD

détaillées (phylogénie, phytogéographie, modélisation des habitats et de la probabilité de présence des espèces et des communautés). L'un des objectifs de ce projet à long terme est d'établir une série temporelle de référence qui permettra de différencier la variabilité naturelle des paramètres mesurés, de la variabilité due par exemple aux effets anthropiques. Ceci permettra d'évaluer les changements de la biodiversité marine et des habitats, du gène à la communauté. Le rôle des immenses icebergs, tel que celui qui s'est détaché du glacier Mertz en février 2010, sur la transformation de la circulation océanique locale et sur les communautés benthiques et démersales sera analysé. Ceci permettra d'évaluer la réponse de ces communautés au chalutage de fond accru, provoqué par les icebergs résultant du retrait attendu des glaciers.

**Coopération avec :** en France, l'IPEV, le CNRS, l'UPMC, l'Université de Bourgogne et, à l'étranger, l'Australian Antarctic Division (AAD).

## MILIEUX MARINS



*Acropora muricata* (Nouvelle Calédonie). © Sébastien Faninoz



Coraux fluorescents. © Pascale Joannot

### Apport de l'inventaire des données relatives à la biodiversité des récifs coralliens d'outre-mer

**Pascale Joannot et Eléonore Vandiel**

Direction générale des services, Délégation à l'outre-mer, MNHN/IFRECOR

Dans le cadre d'un programme de l'Initiative Française pour les Récifs Coralliens (IFRECOR), le Ministère des Outre-mer a confié au Muséum national d'Histoire naturelle, l'inventaire des données relatives à la biodiversité des récifs coralliens d'outre-mer. Ce programme est réalisé sous la responsabilité et le pilotage de la Délégation à l'outre-mer, en collaboration avec le Service du Patrimoine Naturel qui en assure la mise en œuvre opérationnelle.

Ce travail en cours permet d'établir des cartes de répartition des espèces et, est essentiellement destiné aux gestionnaires de ces écosystèmes.

Les listes d'espèces sont collectées de trois façons :

- à partir des données transmises par les Collectivités d'outre-mer et le comité local de l'IFRECOR,
- à partir de publications scientifiques,
- à partir des données transmises par les experts.

Les espèces sont mises en correspondance avec le référentiel mondial (*WoRMS - World Register of Marine Species, Algaebase ou Fishbase*), puis elles sont ajoutées dans le référentiel national avec un identifiant unique (le CD\_NOM) selon la méthodologie TAXREF (Référentiel taxonomique).

Pour les espèces déjà dans TAXREF, les statuts biogéographiques sont mis à jour pour chacune des collectivités d'outre-mer. La liste validée mise en ligne sur l'INPN : TAXREF version 7.0 est en ligne depuis le 18 novembre 2013, et téléchargeable à l'adresse suivante :

<http://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentiel/Espece/referentielTaxo>.

La version en cours de TAXREF contient fin 2014 : 22350 espèces marines et récifales des collectivités d'outre-mer.

Le travail effectué, qui n'en est qu'au début, permettra aux gestionnaires d'avoir accès à la répartition des espèces dans leur collectivité. Un travail complémentaire à partir des données anciennes relevées dans les collections permettrait de voir si certaines espèces récifales recensées il y a plusieurs décennies sont toujours présentes et si l'on peut corréliser leur présence/absence au changement climatique global.

## MILIEUX D'EAUX DOUCES



Lacs de la Cordillère du Tunari, au Nord de Cochabamba, Bolivie.  
© X. Lazzaro, IRD/MNHN



Développement de cyanobactéries dans un plan d'eau de la région parisienne. © C. Bernard, MNHN

### Biodiversité des lacs andins – Sensibilité et adaptation aux changements globaux le long d'un gradient d'altitude

**X. Lazzaro, T. Oberdorff, T. Meziane, B. Hugueny, C. Hubas and H. Rybarczyk**

Département des milieux et peuplements aquatiques/UMR 7208-BOREA-Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques, MNHN/CNRS/IRD/UPMCMNHN/CNRS

Le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) prévoit un réchauffement global maximal en haute montagne. Ses prévisions les plus incertaines concernent les régions tropicales de l'Amérique du Sud : augmentation (ou réduction) des précipitations, de l'évaporation, de l'érosion et de la sécheresse du sol. Les régions tropicales de haute montagne sont des « hot-spots » de biodiversité et d'endémisme. Paradoxalement, les lacs andins - sentinelles, intégrateurs et régulateurs du changement climatique - sont peu étudiés. Pour combler cette lacune, le programme de recherche BALS (Biodiversité des lacs andins – Sensibilité et adaptation aux changements globaux le long d'un gradient d'altitude) est centré sur les lacs tropicaux des Andes boliviennes (Cordillère Est), i.e. des lacs situés au-dessus de la limite des arbres (>~3,900 m) parmi les écosystèmes les plus vulnérables à l'augmentation de la température et de la variabilité interannuelle, à la modification des patrons de nébulosité et de précipitations, au retrait des glaciers.

**Coopération avec :** en France, les universités UPMC (Paris), P. Sabatier (Toulouse) et P. Verlainne (Metz), l'IRD, le CNRS, et l'ENS-Paris, et, à l'étranger, l'Universidad Mayor de San Simón et l'Universidad Mayor de San Andres (Bolivie), l'Universidad de la República et l'Instituto SARAS (Uruguay), les Universités de Valencia (Espagne), Innsbruck (Autriche), Utrecht et Wageningen (Hollande).

### Occurrence des cyanobactéries - Rôle de la température

**C. Bernard, C. Quiblier, A. Couté, A. Catherine, K. Comte et C. Yéprémian**

Département Régulations, développement, diversité moléculaire/UMR 7245 - Molécules de communication et adaptation des micro-organismes, MNHN/CNRS

L'écologie, la physiologie et l'éco-toxicologie des cyanobactéries des écosystèmes aquatiques sont directement sous contrôle de facteurs environnementaux. Ces facteurs ont des effets sur la dynamique et la distribution spatiale de ces microorganismes ainsi que sur la production de métabolites, dont les toxines. La mise en œuvre d'études de terrain à grande échelle (e.g. Ile-de-France) et d'outils de modélisation permet d'aborder les questions de la distribution de la biomasse et de la diversité des cyanobactéries et d'autres composantes microbiennes des écosystèmes aquatiques. Cette approche a pour objectif d'identifier les variables environnementales à grande échelle (e.g. augmentation de la température, nature d'occupation des sols) qui contrôlent cette distribution afin de réaliser des scénarii d'évolution dans le contexte des changements globaux actuels. Le rôle de la température est un des facteurs les plus explicatifs de cette distribution spatiale et temporelle et ce, aussi bien d'un point de vue taxinomique que fonctionnel. Ce facteur est déterminant sur l'occurrence des cyanobactéries et de leurs toxines ayant des conséquences sur le fonctionnement global des écosystèmes aquatiques, de leurs usages ainsi que sur la santé animale et humaine.

**Coopération avec :** en France, l'Université Montpellier II, le CNRS, l'IFREMER, l'UPMC, l'ENS-Paris, l'IRD, l'Université Paris Est et, à l'étranger, le NERC Centre for Ecology & Hydrology (UK), le Cawthron Institute (NZ).

# MILIEUX D'EAUX DOUCES



Rio Madre de Dios (Bolivie). Bassin de l'Amazone.  
© IRD/Thierry Oberdorff

## Extinction des espèces de poissons d'eau douce et changement climatique

### Thierry Oberdorff

Département des milieux et peuplements aquatiques/UMR 7208 - Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques, MNHN

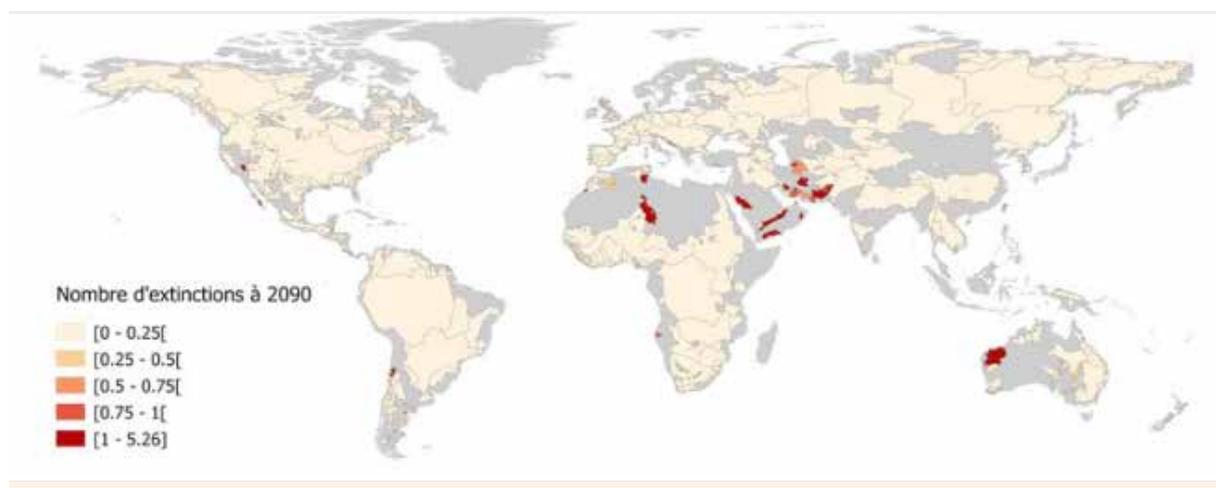
Les résultats d'une étude menée par des chercheurs de l'Unité Mixte de Recherche BOREA (MNHN/UPMC/CNRS/IRD) suggèrent que les extinctions actuelles des poissons d'eau douce dues aux pressions anthropiques seraient bien supérieures à celles générées par le changement climatique d'ici à la fin de ce siècle. Dans cette étude, les chercheurs ont utilisé un modèle empirique associant taux d'extinction et réduction des surfaces en eau des bassins due au changement climatique. L'analyse à l'échelle mondiale de 92 000 cours d'eau révèle qu'à l'horizon 2090, moins d'un tiers d'entre eux verront

leur surface en eau diminuée du fait du changement climatique. Au niveau global et en moyenne, cette réduction entrainera une augmentation des taux d'extinction naturelle des espèces à hauteur de 7 %. Ainsi, dans les 1010 rivières pour lesquelles la richesse actuelle en espèces est connue, les scientifiques prévoient l'extinction, en tout et pour tout, d'une à cinq espèces dans les 80 prochaines années, et dans seulement une vingtaine de cours d'eau. Ceux-ci se situent dans les régions semi-arides et méditerranéennes (sud-ouest des Etats-Unis, Mexique, sud de l'Amérique Latine, nord-est du Brésil, extrême nord et extrême sud de l'Afrique, Europe du sud, Asie centrale et orientale, Australie). Par ailleurs, en utilisant des données d'extinctions connues dans des cours d'eau fortement perturbés d'Amérique Centrale et d'Amérique du Nord, les chercheurs montrent que les taux d'extinction provoqués par les activités humaines au cours du dernier siècle sont quant à eux beaucoup plus préoccupants : en moyenne 150 fois plus importants que les taux d'extinction naturelle et 130 fois plus importants que les taux d'extinction prédits en fonction du changement climatique.

### Coopération avec :

1. UMR 5174 EDB (Laboratoire Evolution et Diversité Biologique) Université Paul Sabatier Toulouse.
2. Utrecht University, P.O. box 80115, 3508 TC Utrecht, The Netherlands.

Ref : Tedesco, P. A, Oberdorff, T., Cornu, J.F., Beauchard, O., Brosse, S., Dürr, H.H., Grenouillet, G., Leprieur, F., Tisseuil, C., Zaiss, R. & Hugueny, B. (2013). A scenario for impacts of water availability loss due to climate change on riverine fish extinction rates. *Journal of Applied Ecology* 50, 1105-1115. doi : 10.1111/1365-2664.12125



Perte de richesse en espèce (moyenne) en 2090 pour 1010 rivières.  
© D'après Tedesco, P. A et al

## MILIEUX POLAIRES



Phoque de Weddell équipé d'une balise Argos-CTD miniaturisée à Dumont D'Urville, Terre -Adélie, Antarctique. C. Fresser (IPEV)



La Curieuse, dans l'archipel des Kerguelen. © F. Delbart/IPEV

### Dynamique de l'écosystème de la banquise antarctique : impact sur les prédateurs marins

#### J.-B. Charrassin

Laboratoire d'Océanographie et du Climat :  
Expérimentations et Approches Numériques –  
LOCEAN, UPMC/CNRS/MNHN/IRD

Les régions englacées de l'Océan Austral abritent d'importants écosystèmes, au sommet desquels on trouve d'abondantes populations d'oiseaux et de mammifères marins se nourrissant de krill. Le krill joue un rôle clef car il permet à ces animaux d'assimiler le carbone organique produit par les micro-algues de glace et de pleine eau. Ces écosystèmes répondent de manière variable à l'exploitation humaine et aux variations climatiques. En effet, les niveaux trophiques supérieurs dépendent du krill, qui lui-même dépend de la glace de mer. On peut donc supposer que si la banquise régresse dans le futur – comme suggéré par les modèles climatiques – le krill et ses prédateurs pourraient aussi décliner. Appliquer ce scénario simple à l'ensemble de la chaîne alimentaire serait néanmoins prématuré : les composants de l'écosystème interagissent et la plupart de ces relations sont mal connues. Les recherches visent donc à :

- 1) Mieux comprendre l'écosystème de la zone de banquise antarctique, à travers l'étude de l'épaisseur de la glace, des algues de glace, du krill, de ses prédateurs et des interactions entre ces composantes ;
- 2) Améliorer les projections de la réponse de la base de la chaîne trophique (algues de glace, phytoplancton et krill) aux changements anthropiques (climat et pêche).

---

**Coopération avec :** en France, l'IPEV, le CNRS, le CNES et, à l'étranger, l'Université de St Andrews (UK) et l'Université de Tasmanie (Australie).

### Mécanismes du changement climatique

#### Y.-H. Park

Laboratoire d'Océanographie et du Climat :  
Expérimentations et Approches Numériques –  
LOCEAN, UPMC/CNRS/MNHN/IRD

La circulation thermo-haline est un facteur important pour le climat de notre planète car elle transporte environ un quart de la chaleur totale transportée vers les hautes latitudes dans le système de la circulation océan/atmosphère. Dans l'Océan Austral, l'Eau Profonde Circumpolaire issue de l'Eau Profonde Nord Atlantique remonte progressivement en surface vers l'Antarctique, puis elle est poussée en surface vers le nord, en transportant la chaleur vers l'équateur. Ceci est compensé par le transfert de chaleur vers le pôle via des tourbillons générés par l'instabilité du Courant Circumpolaire Antarctique. Dans le contexte climatique actuel, l'étude de la variabilité du Courant Circumpolaire Antarctique et des tourbillons associés revêt une grande importance pour une meilleure compréhension du mécanisme des variations climatiques observées. C'est précisément l'objectif du projet de recherche MAKER actuellement en cours dans la région de Kerguelen grâce au soutien de l'Institut polaire français (IPEV), à l'aide de l'observation in situ des microstructures de la colonne d'eau et de l'altimétrie satellitale.

---

**Coopération avec :** en France, l'IPEV, le CNES et, à l'étranger, le National Oceanography Centre (UK) et l'Université de Tasmanie (Australie).

## MILIEUX POLAIRES



Coupe d'une coquille d'*Astarte moerchi* récoltée au Svalbard en 2013.  
© Silvia de Cesare

### Impact des changements climatiques sur l'évolution des écosystèmes arctiques

**Olivier, S. de Cesare et T. Meziane**

Département des milieux et peuplements aquatiques/UMR 7208 BOREA-Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques, MNHN

En réponse aux changements climatiques, qui induisent de profondes modifications dans la circulation des masses d'eau, dans la dynamique de la glace de mer et modifient la saisonnalité des principaux paramètres environnementaux, les écosystèmes arctiques peuvent être affectés à la fois dans leur structure et dans leur fonctionnement. Afin de prédire l'évolution de ces systèmes, nous développons des recherches basées sur l'utilisation de multi-descripteurs trophiques et environnementaux sur les 'bioarchives' benthiques à une échelle panarctique (Archipels du Svalbard et canadiens, Groenland). Notre approche concerne la calibration et l'utilisation de ces marqueurs issus des coquilles (sclérochronologie/-chimie) et des chairs (méthodes des acides gras marqueurs, isotopes stables, pigments) de bivalves, principalement ceux du complexe *Astarte borealis* et les *Chlamys islandica*. Les questions sous-jacentes concernent la modification des interactions entre les domaines pélagique et benthique (coupage pelagos-benthos) qui évoluent rapidement depuis la dernière décennie mais dont on ignore encore l'issue.

**Coopération en France avec :** le CNRS, l'IUEM, l'IPEV, l'ENS-Paris et, à l'étranger, l'Institut des Sciences de la Mer/Université du Québec à Rimouski, l'Université du Manitoba, le Musée Canadien de la Nature (Canada), le Greenland Institute of Natural Resources (Groenland/Danemark), l'Université d'Aarhus (Danemark), l'Institut of Marine Research, l'Aquaplan NIVA (Norvège), le Bates College (USA).



Groenland. © Alain couté



*Ancyliclonema*, Groenland. © Alain couté

### Apport de l'inventaire des micro-organismes colonisant la surface de la masse glaciaire au Groenland

**Alain Couté - MNHN**

Le Groenland, la deuxième plus grande île au monde après l'Australie, est recouvert pour les quatre cinquièmes du territoire par une calotte glaciaire (= inlandsis) due à l'accumulation de neige et dont l'épaisseur dépasse par endroits les 3.000 mètres. Les travaux que nous développons depuis plusieurs années avec l'aide de l'équipe technique (glacionauts) de l'association « Spélé'Ice », visent à dresser l'inventaire des micro-organismes colonisant la surface de la masse glaciaire. Par ailleurs, la réalisation de carottes en profondeur, obtenues par pénétration humaine au cœur du glacier en descendant dans les crevasses (= moulins) permet de retrouver des exemplaires de micro-algues ou de micro-animaux piégés depuis plusieurs siècles par l'accumulation des masses de neige. Ces investigations pourront permettre de comparer les peuplements de surface actuels à ceux de périodes antérieures (la profondeur de - 100 mètres dans le glacier correspond approximativement à l'époque de François 1<sup>er</sup>) et d'en déduire d'éventuelles modifications climatiques. D'autre part, elles fourniront l'occasion de tester les capacités de réviviscence des micro-organismes prisonniers de la glace depuis des époques fort lointaines.

## RELATIONS HOMME NATURE



Les îles des « várzeas » sont émergées une partie de l'année et ensuite inondées, mais les crues tendent à être plus extrêmes. © E. KATZ

### Les habitants des « várzeas », plaines d'inondation du bassin de l'Amazonie et les changements climatiques

**E. Katz**

Département Hommes, natures et sociétés/UMR 208  
- Patrimoines locaux et gouvernance, MNHN/IRD

Les habitants des « várzeas », plaines d'inondation du bassin de l'Amazonie, vivent au rythme des crues et des décrues et ont adapté leurs activités à ces variations saisonnières. Néanmoins, au cours des dernières années, la fréquence des grandes crues s'est considérablement rapprochée, les inondations ont atteint des niveaux inattendus et les sécheresses sont devenues plus extrêmes. Sur le Lago Grande de Curuaí, près de Santarém (Pará, Brésil), une étude en sciences sociales, s'appuyant sur les savoirs locaux, s'associe aux observations et aux mesures des scientifiques pour mieux comprendre la dynamique des changements climatiques, et environnementaux en général, qui se révèlent indissociables des changements sociaux, économiques et politiques. Un dialogue se construit entre scientifiques et populations locales pour comparer les observations, prévoir les risques à venir et identifier les moyens de s'y adapter.

---

**Coopération avec :** *Projet FRB CLIM-Fabiam. Coopération (pour les sciences sociales) en France avec le CIRAD et l'Université de Paris-VIII, au Brésil avec l'Université de Brasilia et le Musée d'Astronomie et Sciences Associées (MAST) de Rio de Janeiro.*



En été, sur les montagnes suédoises de Laponie, le marquage des rennes est un moment crucial pour les éleveurs Samis. © M. Roué

### Apport des recherches récentes sur les savoirs locaux des Samis éleveurs de rennes du nord de la Fennoscandie

**M. Roué**

Département Hommes, natures et sociétés/  
UMR 7206 - Eco-anthropologie et ethnobiologie  
MNHN/CNRS

Les peuples autochtones de l'Arctique, des Andes et des îles de faible altitude, dont le mode de vie dépend de ressources en provenance d'écosystèmes fragiles, sont particulièrement vulnérables au changement climatique. Non seulement ils en subissent les premiers impacts mais ils sont également menacés par les mesures adoptées pour lutter contre les effets des émissions de gaz à effet de serre. L'accroissement de la production de biocarburants, les barrages hydroélectriques et les plantations pour la séquestration du carbone déplacent les peuples autochtones et entravent leur accès aux ressources, en particulier quand les droits territoriaux ne sont pas reconnus clairement par l'Etat. Les recherches récentes sur les savoirs locaux ont démontré que les Samis éleveurs de rennes du nord de la Fennoscandie possèdent des connaissances extrêmement précises sur la variabilité météorologique, les changements affectant leur territoire et les stratégies de gestion permettant de s'y adapter. La cogestion, en reconnaissant la capacité de gestion durable des ressources des populations autochtones et en combinant savoirs scientifiques et autochtones, permet de renforcer les capacités locales de réponse au risque climatique.

---

**Coopération avec :** *en France, avec le CNRS, l'UNESCO et, à l'étranger, avec l'Université d'Umeå (Suède).*

## RELATIONS HOMME NATURE



Déforestation, agriculture familiale et moyennes propriétés, élevage dominant (région de Marabá, Etat du Para). © P. Lena, IRD



Barrage de Belo Monte. Cause directe et indirecte de déforestation. © P. Lena, IRD

### Déforestation et programmes de type REDD

#### P. Lena

Département Hommes, natures et sociétés/  
UMR 208 - Patrimoines locaux et gouvernance,  
MNHN/IRD

La déforestation, qui représentait 71 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) du Brésil en 2004, n'en représente plus que 35 % en 2013. On a noté cependant une légère augmentation en 2013 car elle ne représentait que 32 % en 2012. Cette augmentation pourrait à nouveau devenir préoccupante et reste de toute façon trop élevée. Les principales sources secondaires sont l'énergie-transport (30 %) et l'agriculture-élevage (27 %). Si la déforestation reste relativement stable ces dernières années, les autres sources augmentent : l'agriculture-élevage représentait 19 % en 2004, l'industrie a augmenté sa participation de 6 à 8 % entre 2012 et 2013 et, plus grave, les émissions per capita ont augmenté de 2 %, ce qui n'était pas arrivé depuis 2004, selon l'Observatoire brésilien du climat.

Arrêter la déforestation est donc encore un des principaux objectifs des politiques publiques pour contribuer à ralentir le changement climatique. Mais ces politiques se heurtent à d'autres politiques, notamment les subventions aux exportations agricoles (soja, viande...), qui favorisent l'expansion des déboisements.

La contribution du massif forestier amazonien dans le volume des précipitations reçues par les grandes régions agricoles et urbaines du Brésil est maintenant démontrée. L'étude scientifique des causes, mécanismes et conséquences de la déforestation en Amazonie de même que l'évaluation des effets des politiques publiques de contrôle des défrichements, de conservation du biome et de transformation

des systèmes de production revêtent donc une importance majeure. Si depuis une dizaine d'années les taux de déboisement ont considérablement baissé, l'expansion de l'agriculture industrielle, l'élevage bovin, le bois et l'exploitation minière (productions destinées essentiellement à l'exportation), tout comme la construction de barrages hydroélectriques et d'infrastructures, ont entraîné une remontée des taux en 2013-2014. Les aires protégées sont menacées par ces dynamiques. Les travaux entrepris soulignent l'urgence de politiques publiques qui soutiennent financièrement le maintien de la forêt sur pied et favorisent, là où la forêt a été défrichée ou risque de l'être dans un proche avenir, la mise en place de paysages diversifiés, conservant un haut niveau de stockage de carbone, de biodiversité et de résilience. Elles devraient également encourager la conversion des agrosystèmes en systèmes agroforestiers écoefficients, capables de maintenir à la fois des services écosystémiques de qualité et une production permettant d'améliorer de façon durable le niveau de vie des agriculteurs familiaux. Les premières expériences de rémunération des services environnementaux et la mise en place de programmes de type REDD doivent donc être suivies, et les réactions des populations concernées faire l'objet de recherches approfondies. Les dimensions sociales, politiques et économiques sont abordées en association avec les dimensions écologiques et technique, de façon interdisciplinaire.

---

**Coopération avec :** en France, avec le CNRS et, au Brésil, avec l'Institut National de Recherche d'Amazonie (INPA), le Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG) de Belém, les Universités Fédérales du Para à Belém (UFPA) et de Rio de Janeiro (UFRJ).

# DIFFUSION SCIENTIFIQUE



© M. D, MNHN

## 2<sup>E</sup> CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LA BIODIVERSITÉ ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

La 2<sup>e</sup> Conférence internationale sur la biodiversité et le changement climatique dans les Outre-mer européens s'est déroulée en octobre 2014. La conférence Guadeloupe 2014 était une rencontre consacrée à la biodiversité et au changement climatique, autour de 5 grandes thématiques : améliorer la résilience, stopper la perte de biodiversité, favoriser l'économie verte et bleue, améliorer la connaissance, mobiliser de nouvelles sources de financements.

Pour plus d'information :

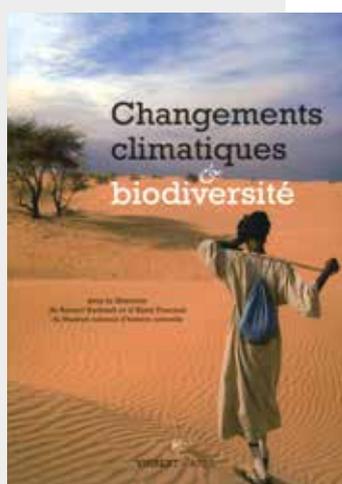
<http://guadeloupe2014.com/accueil/>

## 120<sup>E</sup> CONGRÈS DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES (AFAS)

Le 120<sup>e</sup> congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences (AFAS), avec le concours du Muséum national d'Histoire naturelle, s'est déroulé au Muséum sur le thème « Changements climatiques et biodiversité ».

Le compte-rendu en est disponible sur :

<http://www.avancement-sciences.org/>



Ce colloque a donné lieu à un ouvrage « Changements climatiques et biodiversité » co-dirigé par Robert Barbault et Alain Foucault et co-édité par Vuibert et l'AFAS en 2010.

Plusieurs chercheurs du MNHN ont été associés à ces réunions.

# ENSEIGNEMENT

## ENSEIGNEMENT ET FORMATION

Les activités d'enseignement et de formation du Muséum abordent pour leur très grande majorité ce domaine « Changements climatiques et biodiversité » :

### Master

- Les six spécialités du master : « Evolution, patrimoine naturel et sociétés » contribuent à former scientifiquement plus de 200 étudiants par an à des études rigoureuses sur ces thèmes. En particulier quatre des spécialités sont principalement impliquées :
  - Ecologie, Biodiversité et Evolution
  - Environnement, Développement, Territoires et Sociétés
  - Systématique, Évolution et Paléobiodiversité
  - Quaternaire et Préhistoire : Paléoenvironnements, Lignée humaine, Histoire des Sociétés.

### Doctorat

- Les 150 étudiants du Muséum en doctorat publient leurs recherches approfondies sur ces thèmes et déploient leur savoir au profit de la communauté scientifique et plus largement.

### Formation des enseignants

- L'activité de formation des enseignants du primaire et du secondaire dans les domaines des sciences de la vie et de la Terre (~ 3 000 enseignants par an) développe ces champs thématiques et permet de sensibiliser ainsi sur des fondements solides un jeune public à ces grands problèmes.

### Formation continue

- La formation continue : certains des cours donnés dans ce cadre (ex : cours d'entomologie) abordent ce sujet.



© J. P. Le Duc



© J. P. Le Duc

# EXPERTISE

## APPORT DE L'EXPERTISE ACQUISE DANS LES ENCEINTES INTERNATIONALES ET EUROPÉENNES



### Participation en tant qu'expert scientifique pour la France aux groupes de travail

#### J. P. Siblet

Direction de la Recherche de l'Expertise et de la Valorisation/Direction Déléguée au Développement durable, à la Conservation de la Nature, et à l'Expertise/Service du patrimoine naturel, MNHN

- sur les conséquences des changements climatiques sur la biodiversité et sur les systèmes insulaires mis en place dans le cadre de la convention de Berne relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe,
- sur les impacts des changements climatiques sur les espèces migratrices au Conseil scientifique de la Convention sur les espèces migratrices.

### Les interactions des changements climatiques et de la diversité biologique : essai de synthèse.

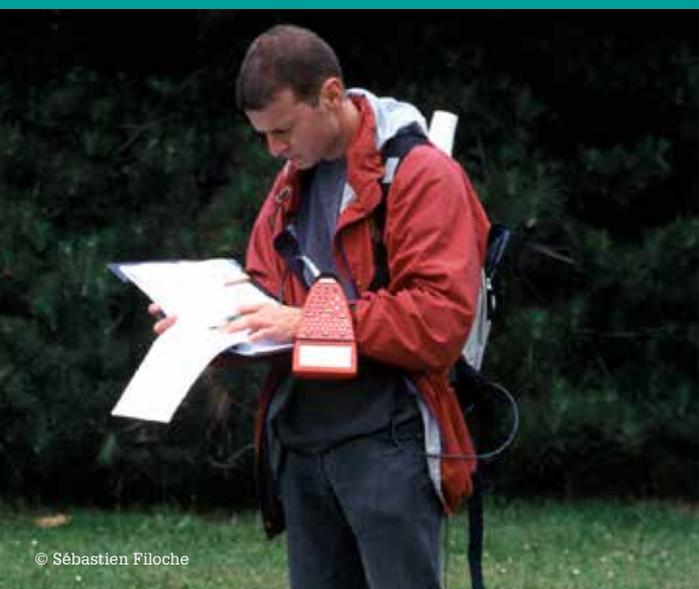
#### J.P. Le Duc

Direction des Relations Européennes et Internationales, MNHN

Présentation à la Commission Environnement du Parlement européen (mai 2008)



Audition de la commission du Parlement européen (Bruxelles, mai 2008)



© Sébastien Filoche



© Jacques Moret

# APPUI À LA CONNAISSANCE ET À LA GESTION DE LA BIODIVERSITÉ AU NIVEAU NATIONAL

## Le MNHN héberge le point nodal français du GBIF, système mondial d'information sur la biodiversité

Anne Sophie Archambeau

Direction des collections/Point nodal GBIF,  
MNHN Géologie CP 48

Le Muséum héberge le point nodal français du système mondial d'information sur la biodiversité (GBIF -Global Biodiversity Information Facility).

Le GBIF est un programme international fondé à l'initiative de l'OCDE en 2001. Il a pour objectif principal l'accès libre et gratuit, via internet, d'informations relatives aux données primaires de biodiversité (spécimens et observations).

Actuellement, 52 pays et 38 organisations internationales sont membres du GBIF et mettent en ligne, via le portail international : [www.gbif.org](http://www.gbif.org), plus de 448 millions de données (spécimens de collections ou observations dans la nature) provenant de 15228 jeux de données fournies par 613 fournisseurs différents, et ce nombre augmente constamment.

L'utilisation des données accessibles via le portail du GBIF permet d'effectuer des études scientifiques à grande échelle sur l'impact du changement climatique sur les espèces ou sur l'adaptation de l'agriculture face à ces changements. (<http://www.gbif.org/usingdata/sciencerelevance-climate>).

Carte de répartition en 2010 du frelon asiatique, mise à jour en continue depuis l'introduction de l'espèce en 2004, (répartition actuelle disponible sur le site web de l'INPN, [http://inpn.mnhn.fr/espece/cd\\_nom/433589/tab/archeo](http://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/433589/tab/archeo)).

© INPN, MNHN



Au MNHN par exemple, le portail GBIF est l'une des sources de données utilisée par les chercheurs du Département d'écologie et gestion de la biodiversité travaillant sur la modélisation de niche écologique.

Le GBIF détient le statut d'observateur à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

Le point nodal français du GBIF ([www.gbif.fr](http://www.gbif.fr)) est une équipe destinée à soutenir et assister les connexions de données au GBIF international. Elle peut être contactée à l'adresse suivante : [gbif@gbif.fr](mailto:gbif@gbif.fr).

## L'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN)

J.-P. Siblet, J. Touroult, L. Poncet, O. Gargominy

Direction de la Recherche de l'Expertise et de la Valorisation/Direction Déléguée au Développement durable, à la Conservation de la Nature, et à l'Expertise/Service du patrimoine naturel, MNHN

L'Inventaire National du Patrimoine Naturel (<http://inpn.mnhn.fr>), mission confiée par le code de l'environnement (L411-5) au Muséum, contribue à définir la répartition passée et actuelle des espèces et habitats présents en France. Cet inventaire constitue un état de référence pour suivre l'évolution des aires de répartition sous l'effet des changements globaux.

L'Inventaire National du Patrimoine Naturel est alimenté par un grand nombre de producteurs de données, qu'ils soient associatifs (RNF, FCEN, LPO, UICN, CBN...), Établissements publics (ONCFS, ONEMA...), partenaires privés via des conventions partenariales ou particuliers dans le cadre des programmes de sciences participatives.

# APPUI À LA CONNAISSANCE ET À LA GESTION DE LA BIODIVERSITÉ AU NIVEAU NATIONAL

## La Trame Verte et Bleue et la Stratégie de Création des Aires Protégées (SCAP)

**R. Sordello, J. Touroult, K. Hérard**

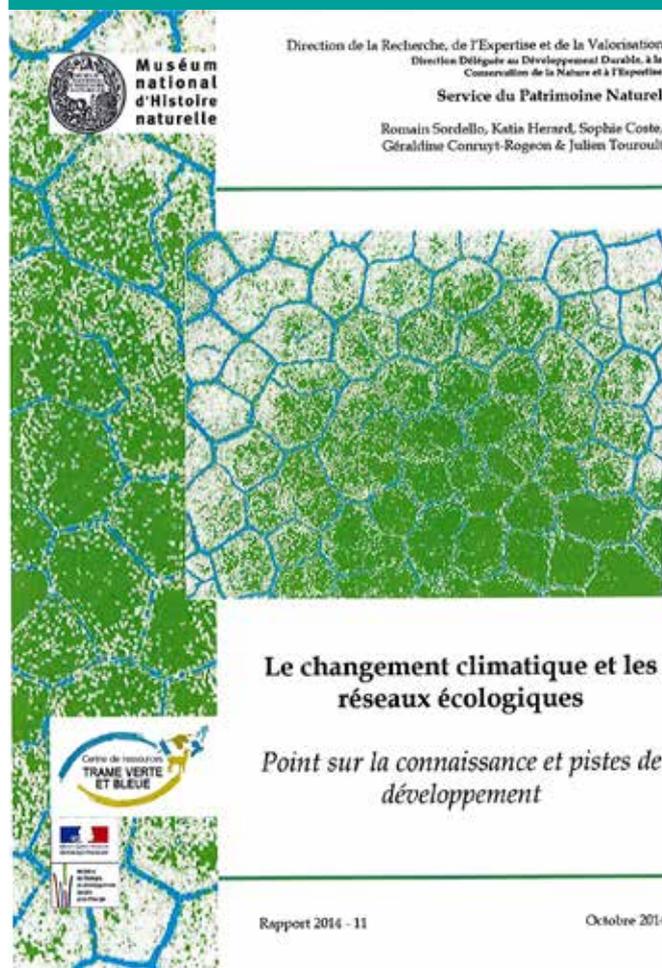
Direction de la Recherche de l'Expertise et de la Valorisation/Direction Déléguée au Développement durable, à la Conservation de la Nature, et à l'Expertise/Service du patrimoine naturel/Conservation, MNHN

Le changement climatique est également un enjeu dans les missions d'expertise pour la conservation de la biodiversité.

Dans le cadre de sa mission d'expertise, le Muséum fournit au Ministère en charge de l'écologie un appui sur la politique nationale Trame verte et bleue et sur la Stratégie de création des aires protégées. En 2010 et 2011, il a participé au cadrage de ces deux projets, ce qui s'est traduit par un effort d'intégration du changement climatique. Par exemple, des continuités écologiques d'importance nationale ont été identifiées pour les milieux ouverts thermophiles, dont la prise en compte dans les trames construites au niveau régional devrait faciliter l'ajustement spatial des espèces, notamment dans le cadre du changement climatique.

Dans la continuité de ces travaux opérationnels, le Muséum a réalisé un rapport de synthèse sur les relations entre aires protégées, réseaux écologiques et changement climatique. L'objectif est de faire le point sur la connaissance disponible afin de mieux comprendre le rôle de la connectivité et des aires protégées vis-à-vis du changement climatique, en tant que facteurs d'adaptation et d'atténuation. Cette étude identifie ainsi des thèmes lacunaires qui nécessiteraient des investigations, et formule des propositions pour mieux prendre en compte le changement climatique lors de la révision des cadrages nationaux sur les politiques de trames écologiques et de réseaux d'aires protégées.

Le lien pour accéder à ce rapport est le suivant : [http://spn.mnhn.fr/spn\\_rapports/archivage\\_rapports/2014/SPN%202014%20-%202011%20-%20141016\\_-\\_Changement\\_climatique\\_MNHN-SPN.pdf](http://spn.mnhn.fr/spn_rapports/archivage_rapports/2014/SPN%202014%20-%202011%20-%20141016_-_Changement_climatique_MNHN-SPN.pdf)



© INPN, MNHN

---

## DETAIL DES ABBREVIATIONS \*

**ANR** : Agence Nationale de la Recherche  
**CBN** : Conservatoires Botaniques Nationaux  
**CEA** : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives  
**CENAREST** : Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique  
**CEREGE** : Centre Européen de Recherche et d'Enseignement en Géosciences de l'Environnement  
**CIRAD** : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique  
**CNES** : Centre National d'Etudes Spatiales  
**CNRS** : Centre National de Recherche Scientifique  
**ECOFOG** : Ecologie des Forêts de Guyane  
**ENEF** : Ecole Nationale des Eaux et Forêts  
**ENS** : Ecole Normale Supérieure  
**EPHE** : Ecole Pratique des Hautes Etudes  
**FCEN** : Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels  
**IPEV** : Institut Polaire Français  
**IPGP** : Institut Physique du Globe de Paris  
**IPSL** : Institut Pierre Simon Laplace des sciences de l'environnement  
**IRAD** : Institut de Recherche Agricole pour le Développement (Cameroun)  
**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement  
**ISTeP** : Institut des Sciences de la Terre de Paris  
**IUEM** : Institut Universitaire Européen de la Mer  
**LPO** : Ligue pour la Protection des Oiseaux  
**LSCE** : Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement  
**MAEDI** : Ministère des Affaires Etrangères et du Développement International  
**ONCFS** : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage  
**ONEMA** : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques  
**ONF** : Office National des Forêts  
**ONFI** : Office national des Forêts International  
**REDD** : Réduction des Émissions dues à la Déforestation et la Dégradation des forêts  
**RNF** : Réserves naturelles de France  
**UICN** : Union pour la Conservation de la Nature  
**UMR** : Unité Mixte de Recherche  
**UNESCO** : Organisation des Nations unies pour l'Education, la Science et la Culture  
**UPMC** : Université Pierre et Marie Curie  
**UPR** : Unité Propre de Recherche

\*pour celles non détaillées dans le texte



Le Muséum est membre de :

 SORBONNE UNIVERSITÉS

## LE MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Ancien "Jardin du roi" (créé en 1635), le Muséum national d'Histoire naturelle a été fondé en 1793. Sa mission est de "découvrir, comprendre, mettre en évidence et aider à préserver la diversité naturelle et culturelle de la Terre". Ses activités couvrent les domaines suivants : la recherche, l'enseignement et la formation, la gestion et l'enrichissement des collections, l'expertise et la diffusion des connaissances. Le Muséum occupe une place essentielle et originale parmi les organisations qui contribuent à la sauvegarde de notre planète. Face aux angoisses nées de la crise d'extinction actuelle de la diversité biologique, et pour répondre aux défis posés par les besoins de développement des sociétés et la nécessité de préserver un environnement vivable, il participe – nationalement et internationalement – à une gestion durable de la diversité biologique, tout en adoptant lui-même une démarche de développement durable dans toutes ses activités. Il est le partenaire d'entreprises qui souhaitent développer l'utilisation durable des ressources naturelles et d'organisations internationales, gouvernementales ou non, pour la définition et la mise en œuvre des programmes de conservation de la planète.

### Quelques chiffres clés du Muséum

- Un personnel de plus de 2 000 personnes (dont 450 chercheurs en sciences de la vie et de la Terre, et en sciences humaines)
- 350 étudiants (master et doctorat)
- En moyenne 3,5 millions de visiteurs payants par an sur 8 millions au total
- Collections : 67 millions de spécimens dont près de 800 000 types
- Douze sites en France dont trois à Paris et deux stations de biologie marine en Bretagne

Muséum national d'Histoire naturelle  
57 rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05 France  
<http://www.mnhn.fr>  
Courriel : [international@mnhn.fr](mailto:international@mnhn.fr)

Édition : J. P. Le Duc (DREI/MNHN)  
Coordination de la rédaction : V. Herrenschildt (DREI/MNHN)  
Maquette et impression : OGHAM - DELORT

©Muséum national d'Histoire naturelle 2015

Couverture : © R. Dupré, P. Joannot, J.P. Le Duc,  
P.A. Pantz