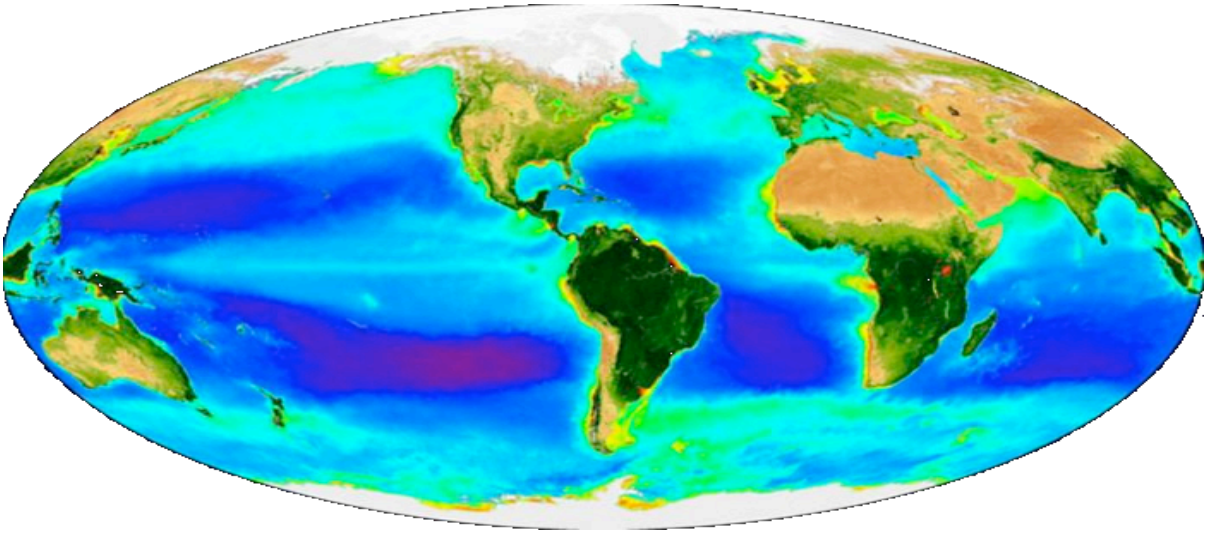
ACADÉMIE d'AGRICULTURE de FRANCE

Jeudi 27 mars 2014
Colloque de l'Académie d'agriculture

A la découverte des écosystèmes marins (microorganismes - algues) : génomes, biotechnologies, environnement



Organisateurs

Dominique Job
DR émérite CNRS
Académie d'agriculture de France
job.dominique@gmail.com

Christian Dumas
Professeur
Académie des sciences
christian.dumas@ens-lyon.fr

Conférenciers

Eric Karsenti
CNRS-EMBL, Heidelberg

Chis Bowler
CNRS-Ecole Normale Supérieure, Paris

Colomban de Vargas
CNRS-UPMC, Roscoff

Hervé Moreau
CNRS-UPMC, Banyuls

Bernard Kloareg
UPMC-CNRS, Roscoff

Le colloque se tiendra le Jeudi 27 mars 2014, de 14h à 17h30, à l'Académie d'agriculture
18, rue de Bellechasse – 75007 Paris (accès gratuit)

ACADÉMIE d'AGRICULTURE de FRANCE

Programme

14h-14h10 : **Introduction**
Dominique Job - directeur de recherche émérite au CNRS
UMR 5240 CNRS/Bayer CropScience, Lyon
Académie d'agriculture de France

14h10-14h35 : **L'expédition *Tara Oceans***
***Eric Karsenti** - directeur de recherche au CNRS et à l'EMBL*
European Molecular Biology Laboraatory, Heidelberg
Académie des sciences

14h35-15h00 : **Décodage des génomes d'algues : à la recherche de l'origine de la vie photosynthétique sur la Terre**
***Chris Bowler** - directeur de recherche au CNRS*
Institut de Biologie, Ecole Normale Supérieure, Paris

15h00-15h25 : **Biodiversité et évolution du plancton**
***Colomban de Vargas** - directeur de recherche au CNRS*
CNRS-UPMC UMR 7144 Evolution des Protistes et Ecosystèmes Pélagiques, Station biologique de Roscoff, Roscoff

15h25-15h45 : **Discussion**

15h45-16h05 : ***Pause***

16h05-16h30 : **Génomique évolutive et environnementale du phytoplancton**
***Hervé Moreau** - directeur de recherche au CNRS*
CNRS-UPMC UMR 7232 Laboratoire de Biologie intégrative des organismes marins, Banyuls

16h30-16h55 : **La biologie marine en France et en Europe : algues marines, génomes et biotechnologies**
***Bernard Kloareg** - professeur UPMC*
Station biologique de Roscoff, CNRS-UPMC UMR 7139
Académie des sciences

16h55-17h20 : **Discussion**

17h20-17h35 : **Conclusion**
***Christian Dumas** - professeur Ecole Normale Supérieure – Lyon*
Académie des sciences

Académie d'agriculture de France
18, rue de Bellechasse - 75007 Paris (http://www.academie-agriculture.fr) tel : 01 47 05 10 37
Contact : corinne.migne@academie-agriculture.fr

Les masses d'eau océanique, qui couvrent près de 70% de notre planète et atteignent plusieurs kilomètres d'épaisseur, forment l'un des plus grands volumes biosphériques. Dans chaque litre d'eau de mer vivent entre 10 et 100 milliards d'organismes : animaux, protistes, bactéries, et virus, qui composent le plancton océanique. Le phytoplancton (le plancton végétal) produit grâce à la photosynthèse environ la moitié de l'oxygène terrestre et consomme donc la moitié du dioxyde de carbone. De plus, le phytoplancton est indispensable à la vie marine car il se trouve à la base de la chaîne alimentaire océanique. En effet, grâce à la photosynthèse, le phytoplancton est capable de synthétiser de la matière organique (sucres) réutilisable par d'autres organismes comme le zooplancton.

Les océans ont une valeur inestimable pour l'humanité, procurant nourriture, eau, chaleur et innovations médicales. Préserver la biodiversité marine, dégradée par de multiples pressions d'origine anthropique, nécessite de mieux la connaître dans toutes ses dimensions, du gène à l'écosystème. Le but est d'établir un bilan des espèces, de leur distribution et de leur abondance à l'échelle mondiale. C'est un véritable défi car, comparée à la vie terrestre, la vie marine est bien plus ancienne, remontant à quelque 3,8 milliards d'années contre seulement 400 millions d'années pour les espèces terrestres. Ainsi, de nombreuses lignées marines n'ont pas de représentants terrestres. Toutefois, la biodiversité marine, notamment du phytoplancton, est encore très peu connue. De fait une meilleure connaissance de cette biodiversité est un enjeu majeur du 21ème siècle.

Deuxième pays maritime au monde, la France est particulièrement concernée par la biodiversité marine. En raison de son histoire et de sa situation géographique, la France possède une biodiversité marine extrêmement riche. Elle dispose ainsi de la 2ème zone économique marine au monde en terme de surface (11 035 milliers de km^2), après les Etats-Unis (11 351) et devant l'Australie (8 232), elle est présente dans les cinq océans et en mer Méditerranée. Elle gère 10% des récifs coralliens mondiaux (4ème rang) soit 13 000 espèces endémiques et 20% des atolls, répartis au sein des huit collectivités d'outre-mer tropicales. C'est pourquoi la protection de la biodiversité marine est un des grands chantiers ouverts lors de la Conférence environnementale 2013.

Le 5 septembre 2009, la goélette *Tara* quittait le port de Lorient pour une expédition à travers les océans planétaires, *Tara Oceans*, destinée à fournir aux scientifiques du monde entier une banque de données holistique de l'écosystème planctonique, tout en étudiant le rôle du plancton, et son importance, dans la vie et l'équilibre du système Terre. 938 jours plus tard, et 62 000 milles nautiques après, *Tara* a rejoint son port d'attache tandis que l'analyse de ses 27 000 échantillons collectés se mettait en place à travers le monde. Cette entreprise inouïe a mobilisé 125 scientifiques de 35 nationalités et 21 laboratoires associés (http://oceans.taraexpeditions.org).

En parallèle de ces aspects fondamentaux, la recherche d'applications est très active et diverse tant dans le domaine des carburants que de la nutrition (compléments alimentaires), la chimie (« chimie bleue »), les nanotechnologies, l'agriculture (éliciteurs de défense des plantes) et la santé (nouveaux principes actifs à la base de nouveaux médicaments). Par exemple, des travaux récents ont permis l'identification, l'optimisation et la caractérisation de plusieurs familles de composés dont certains sont en phase de test préclinique pour des maladies neurodégénératives, des maladies rénales ou encore pour la malaria. D'autres molécules, comme la roscovitine, découverte à la Station biologique de Roscoff, sont en phase d'essai clinique pour leurs propriétés anti-tumorales actuellement testées contre différents types de cancer.

Académie d'agriculture de France
18, rue de Bellechasse - 75007 Paris (http://www.academie-agriculture.fr) tel : 01 47 05 10 37
Contact : corinne.migne@academie-agriculture.fr

Eric Karsenti

Directeur de recherche au CNRS
Directeur scientifique de l'expédition Tara Oceans
Directeur scientifique de TARA OCEANS POLAR CIRCLE
karsenti@embl.de

Eric Karsenti a fait ses études de biophysique à la faculté des sciences de Paris et a obtenu sa thèse de Doctorat d'Etat es sciences à l'institut Pasteur de Paris en 1979. Navigateur, il a énormément navigué, en enseignant la croisière hauturière en Bretagne. Il a largement contribué à la compréhension des mécanismes moléculaires qui gouvernent le cycle cellulaire. Il a également travaillé avec des physiciens et développé une nouvelle approche en biologie cellulaire qui a permis de comprendre comment la forme des cellules et leur division émergent d'interactions moléculaires complexes et dynamiques. Il a créé le département de Biologie Cellulaire et de Biophysique de l'EMBL (European Molecular Biology Laboratory, Heidelberg ; http://www.embl.de), un département interdisciplinaire composé d'une douzaine de groupes travaillant sur la morphogenèse des cellules et des embryons mais avec des spécialités allant de la biologie cellulaire et la génétique au développement de nouvelles méthodes d'imagerie sophistiquées, en passant par des groupes de physique statistique. Directeur de recherche au CNRS et Chef d'unité à l'EMBL, il est membre de l'EMBO (European Molecular Biology Organization ; http://www.embo.org) et de l'Académie des sciences (http://www.academie-sciences.fr). Il a été directeur scientifique de l'expédition *Tara Oceans* (http://oceans.taraexpeditions.org) et est aujourd'hui co-directeur de l'expédition *Tara Oceans Polar Circle* (http://oceans.taraexpeditions.org/fr/tara-oceans-polar-circle.php?id_page=1256). Au retour de l'expédition *Tara Oceans*, il a, avec Dino Di Meo, copublié le livre « Tara océans : chroniques d'une expédition scientifique » édité chez Actes Sud.

De septembre 2009 à mars 2012, chercheurs, océanographes et marins se sont relayés à bord de *Tara*, ce bateau unique au monde, dans le cadre de l'expédition *Tara Oceans*. Le but, très ambitieux, consistait à réaliser la première étude à l'échelle planétaire des récifs coralliens et du plancton marin, cette branche du vivant minuscule, aux origines de la vie, comprenant aussi bien des virus et des bactéries que de plus gros organismes comme les microalgues. Lors de l'expédition *Tara Oceans*, l'océan Arctique avait échappé à l'effort de collecte de plancton réalisé sur tous les océans de la planète. C'est pour combler cette lacune qu'a été lancée début 2013 l'expédition *Tara Oceans Polar Circle*.

Références

Hingamp *et al.* (2013) Exploring nucleo-cytoplasmic large DNA viruses in Tara Oceans microbial metagenomes. *ISME JOURNAL* **7**, 1678-1695

Karsenti E (2012) A journey from reductionist to systemic cell biology aboard the schooner Tara. *MOLECULAR BIOLOGY OF THE CELL* **23**, 2403-2406

Karsenti *et al.* (2011) A holistic approach to marine eco-systems biology. *PLOS BIOLOGY* **9**, e1001177

Karsenti E (2008) Self-organization in cell biology: a brief history. *NATURE REVIEWS MOLECULAR CELL BIOLOGY* **9**, 255-262

Karsenti E, Vernos I (2001) Cell cycle - The mitotic spindle: A self-made machine. *SCIENCE* **294**, 543-547

Chris Bowler

Directeur de recherche au CNRS, Ecole Normale Supérieure, Paris
Porte parole et co-directeur scientifique de TARA OCEANS POLAR CIRCLE
cbowler@biologie.ens.fr

Chis Bowler est directeur de recherche au CNRS. Il dirige depuis 2010 la Section de génomique environnementale et évolutive à l'Institut de biologie de l'École normale supérieure (IBENS, CNRS/ENS). Né au cœur de la campagne anglaise, Chris Bowler a toujours été fasciné par les organismes photosynthétiques.

Après une première formation en biologie moléculaire à l'Université de Warwick au Royaume-Uni, il rejoint en 1986 l'équipe de Marc Van Montagu, l'un des pères fondateurs de la transgenèse végétale, dans le laboratoire de génétique de l'Université de Gand en Belgique. Il y fait une thèse sur l'étude moléculaire de la résistance des plantes au stress environnemental. Puis après quatre années passées à l'Université Rockefeller de New York, il rejoint la Station zoologique de Naples où il découvre le monde fascinant des diatomées marines. En 2002, il est recruté par le CNRS et pose ses valises à l'ENS de Paris où il poursuit ses recherches sur les plantes et les diatomées.

A l'IBENS, son équipe se concentre en particulier sur l'étude d'une transition développementale majeure que les plantes subissent lors de leur première perception de la lumière, la photomorphogenèse, étude permettant d'évaluer la dynamique spatiale et temporelle des variations de l'état de la chromatine et leur impact sur les réponses transcriptionnelles.

Depuis 2009, il est l'un des coordinateurs scientifiques du projet *Tara Oceans* et est, depuis 2013, l'un des directeurs scientifiques de *Tara Oceans Polar Circle*. Chris Bowler est un expert de la biologie des plantes et des algues, reconnu par la médaille d'argent du CNRS en 2010. Dans son laboratoire, ce biologiste a décortiqué les génomes des diatomées, des protistes unicellulaires photosynthétiques, constituant majeur du plancton, qui jouent un rôle primordial dans la vie des écosystèmes marins. Grâce aux nombreux échantillons récoltés lors de l'expédition *Tara Oceans*, Chris Bowler tente de cerner la répartition et le rôle des diatomées dans les océans de notre planète. Il essaye ainsi de percevoir les réactions d'un organisme à l'origine de la chaîne alimentaire de nombreuses espèces marines, face aux changements climatiques.

Références

Read BA *et al.* (2013) Pan genome of the phytoplankton Emiliania underpins its global distribution. *NATURE* **499**, 209-213

Bowler C (2013) Tara Oceans: comprehensive biogeographic insights into the complexity of marine diatom communities. *PHYCOLOGIA* **52**, 12-12

Fernie AR *et al.* (2012) Leveraging metabolomics for functional investigations in sequenced marine diatoms. *TRENDS IN PLANT SCIENCE* **17**, 395-403

Bourbousse C *et al.* (2012) Histone H2B monoubiquitination facilitates the rapid modulation of gene expression during *Arabidopsis* photomorphogenesis. *PLOS GENETICS* **8**, e1002825

Allen AE *et al.* (2011) Evolution and metabolic significance of the urea cycle in photosynthetic diatoms. *NATURE* **473**, 203-207

Tirichine L, Bowler C (2011) Decoding algal genomes: tracing back the history of photosynthetic life on Earth. *PLANT JOURNAL 66*, 45-57

Colomban de Vargas

Directeur de recherche au CNRS
Station biologique de Roscoff (CNRS/UPMC)
vargas@sb-roscoff.fr

Né en 1971, franco-suisse, docteur de l'Université de Genève, post-doc à Harvard, enseignant-chercheur titulaire à l'Université Rutgers (New Jersey), Colomban de Vargas a fait le choix de venir travailler en France, au CNRS. Il dirige depuis 2006 une équipe de dix personnes à la Station biologique de Roscoff (unité mixte CNRS/UPMC).

Il se passionne pour les mécanismes et trajectoires de coévolutions de la biodiversité du plancton océanique et du système Terre. En particulier, les cellules eucaryotes ou protistes du plancton marin ont été des forces géologiques majeures, tout en inventant, au cours du dernier milliard d'années, une diversité génomique, métabolique, et morphologique bien supérieure à celle des plantes et des animaux confondus. Colomban de Vargas a co-organisé l'expédition *Tara Oceans*, permettant la récolte de données éco-morpho-génétiques holistiques sur l'écosystème planctonique marin mondial. Il est aujourd'hui coordinateur scientifique du projet OCEANOMICS (http://oceans.taraexpeditions.org/fr/oceanomics-dans-le-sillage-de-tara-oceans.php?id_page=1281). Lauréat du programme gouvernemental des «Investissements d'Avenir», ce projet va permettre de structurer une base de données et d'informations issues des milliers d'échantillons planctoniques recueillis au cours de l'expédition *Tara Oceans*. Les données seront ensuite utilisées pour comprendre la nature et le fonctionnement de la biodiversité planctonique planétaire, en particulier en fonction des changements écologiques globaux, et pour extraire certains composés bioactifs planctoniques prometteurs dans les domaines d'application des biocarburants et de la pharmaceutique par exemple.

Références

Heni A *et al.* (2013) Bioprospecting marine plankton. *MARINE DRUGS* **11**, 4594-4611

Beaufort L *et al.* (2011) Sensitivity of coccolithophores to carbonate chemistry and ocean acidification. *NATURE* **476**, 80-83

Cermeno P *et al.* (2010) Phytoplankton biogeography and community stability in the ocean. *PLOS ONE* **5**, e10037

Liu H, Probert I, Uitz J, Claustre H, Aris-Brosou S, Frada M, Not F, de Vargas C (2009) Extreme diversity in noncalcifying haptophytes explains a major pigment paradox in open oceans. *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA* **106**, 12803-12808

Falkowski PG, de Vargas C (2004) Shotgun sequencing in the sea: A blast from the past? *SCIENCE* **304**, 58-60

de Vargas C, Norris R, Zaninetti L, Gibb SW, Pawlowski J (1999) Molecular evidence of cryptic speciation in planktonic foraminifera and their relation to oceanic provinces. *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA* **96**, 2864-2868

Hervé Moreau

Directeur de recherche au CNRS
Biologie intégrative des organismes marins (BIOM)
Unité mixte de Recherche CNRS - Université Pierre et Marie Curie (UMR 7232), Banyuls sur mer
herve.moreau@obs-banyuls.fr

Après une thèse en 1985 à l'institut Pasteur (Paris) portant sur les antigènes bactériens, Hervé Moreau est recruté au CNRS (Marseille) puis rejoint en 1996 l'Observatoire Océanologique de Banyuls, l'une des trois stations marines de l'UPMC et du CNRS (http://www.obs-banyuls.fr). En 2000, il y devient chef de groupe sur la génomique des phytoplanctons puis est nommé, en 2010, directeur de l'unité mixte de recherche « Biologie Intégrative des Organismes Marins », CNRS - UPMC (UMR 7232). Cette unité de recherche a pour objectif d'étudier, selon une approche évolutive, les mécanismes de développement et d'adaptation des organismes. Cet objectif très général est décliné à travers l'utilisation d'organismes modèles marins non conventionnels permettant des études comparatives complémentaires à celles réalisées avec des modèles plus traditionnels. Ce type d'approche est basé à la fois sur les particularités liées à la diversité des organismes étudiés, et en même temps sur la profonde unité du monde vivant qui permet des comparaisons entre des organismes parfois très éloignés phylogénétiquement.

Hervé Moreau et son équipe étudient les mécanismes de développement et d'adaptation de certaines espèces de phytoplancton, dont Ostreoccocus, une microalgue verte. Depuis moins de 10 ans, une révolution dans le domaine de la recherche en biologie marine est en cours : celle de l'arrivée de la génomique environnementale dans les laboratoires de biologie marine. En effet, il est maintenant possible, grâce à l'amélioration des techniques de séquençage de l'ADN, d'étudier tout un pan de la vie marine jusque-là inconnu, parmi les organismes les plus nombreux dans les eaux mondiales : les micro-organismes et les virus. De bouleversantes découvertes ont prouvé que les virus, ces nouveaux personnages récemment apparus sur la scène de la vie marine, jouent un rôle majeur de régulation des populations du phytoplancton, et infléchissent indirectement la production primaire des océans (production de matière organique végétale).

Le laboratoire BIOM est membre du projet européen EMBRC – European Marine Biology Research Consortium (http://www.assemblemarine.org/ ; http://www.embrc.eu/). Il fait également partie du réseau d'excellence Marine Genomics.(http://www.marine-genomics-europe.org).

Références

Hingamp P *et al.* (2013) Exploring nucleo-cytoplasmic large DNA viruses in Tara Oceans microbial metagenomes. *ISME JOURNAL* **7**, 1678-1695

Moreau H *et al.* (2012) Gene functionalities and genome structure in *Bathycoccus prasinos* reflect cellular specializations at the base of the green lineage. *GENOME BIOLOGY* **13**, R74

Leliaert F *et al.* (2012) Phylogeny and molecular evolution of the green algae. *CRITICAL REVIEWS IN PLANT SCIENCES* **31**, 1-46

Worden AZ *et al.* (2009) Green evolution and dynamic adaptations revealed by genomes of the marine picoearyotes micromonas. *SCIENCE* **324**, 268-272

Derelle E *et al.* (2006) Genome analysis of the smallest free-living eukaryote *Ostreococcus tauri* unveils many unique features. *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA* **103**, 11647-11652

Bernard Kloareg

Professeur Université Pierre et Marie Curie
Directeur de la Station biologique de Roscoff
Correspondant de l'Académie des sciences
kloareg@sb-roscoff.fr

Bernard KLOAREG est professeur à l'Université Paris 6. Chercheur au CNRS de 1978 à 2003 puis de 2005 à 2007, il dirige actuellement la Station biologique de Roscoff (CNRS/Université Paris 6). Ingénieur agronome de formation, il est spécialisé dans l'étude des grandes algues marines. A l'interface entre la chimie et la biologie, ses travaux concernent en particulier la physico-chimie des constituants polysaccharidiques des algues marines, les bases moléculaires de l'immunité innée de ces végétaux et la connaissance de leurs génomes.

La station marine a pour mission de mener la recherche en biologie et écologie marines, l'enseignement et la diffusion de la culture scientifique ainsi que l'observation et le suivi à long terme du milieu littoral. Elle est aujourd'hui le chef de file en Europe de la génomique et de la post-génomique des organismes et des écosystèmes marins.

Bernard Kloareg coordonne depuis 2011 l'infrastructure nationale en biologie et santé EMBRC-France (http://www.sb-roscoff.fr) dans le cadre de l'European Marine Biological Resource Centre (EMBRC ; http://www.embrc.eu). Ce projet de Centre national de ressources biologiques marines (EMBRC-France), associant les stations marines de Banyuls-sur-mer, Roscoff et Villefranche-sur-mer (UPMC/CNRS), va permettre d'optimiser les opportunités, offertes aux chercheurs français et internationaux, de mener des recherches sur les écosystèmes et organismes marins avec des technologies de pointe. La Station biologique de Roscoff, ambitionne, d'ici à 2015, devenir un centre d'accueil scientifique et pédagogique international et le pivot d'une zone de développement économique en biotechnologies et pour l'étude des molécules bioactives. L'Europe, la région Bretagne et le conseil général du Finistère soutiennent financièrement de nombreux projets de recherche. De plus, aujourd'hui, 900 à 1 000 étudiants par an, français et étrangers, viennent en stage d'enseignement à la Station biologique.

Références

Collen J *et al.* (2013) Genome structure and metabolic features in the red seaweed *Chondrus crispus* shed light on evolution of the Archaeplastida. *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA* **110**, 5247-5252

Popper ZA *et al.* (2011) Evolution and diversity of plant cell walls: from algae to flowering plants. *ANNUAL REVIEW OF PLANT BIOLOGY* **62**, 567-588

Michel G *et al.* (2010) Central and storage carbon metabolism of the brown alga *Ectocarpus siliculosus:* insights into the origin and evolution of storage carbohydrates in eukaryotes. *NEW PHYTOLOGIST* **188**, 67-81

Michel G *et al.* (2010) The carbohydrate metabolism of the brown alga *Ectocarpus siliculosus*. Part II. Cell wall polysaccharides. Insights into the origin and evolution of extracellular matrix polysaccharides in eukaryotes. *NEW PHYTOLOGIST* **188**, 82-97

Peters AF *et al.* (2004) Proposal of *Ectocarpus siliculosus* (Ectocarpales, Phaeophyceae) as a model organism for brown algal genetics and genomics. *JOURNAL OF PHYCOLOGY* **40**, 1079-1088

ACADÉMIE d'AGRICULTURE de FRANCE

Les recherches conduites dans les laboratoires des conférenciers sont supportées par les organismes/programmes suivants :

cea

cnrs

EMBL

LETTRES SCIENCES
ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE

EMBRC EUROPEAN MARINE BIOLOGICAL RESOURCE CENTRE

EMBRC FRANCE
CENTRE NATIONAL DE RESSOURCES BIOLOGIQUES MARINES

INVESTISSEMENTS D'AVENIR

OCEANOMICS

UPMC SORBONNE UNIVERSITÉS

Académie d'agriculture de France
18, rue de Bellechasse - 75007 Paris (http://www.academie-agriculture.fr) tel : 01 47 05 10 37
Contact : corinne.migne@academie-agriculture.fr