

## **Compte rendu des Journées Phycologiques de la Société Phycologique de France, Concarneau, 9 et 10 décembre 2008**

*édité par Nicolas CHOMÉRAT*

*IFREMER, LER FBN, Station de Concarneau, 13 rue de Kérose,  
29187 Concarneau Cedex; nicolas.chomerat@ifremer.fr*

Le colloque de la Société Phycologique de France intitulé « Les Algues, leur importance actuelle », organisé conjointement avec l'IFREMER et le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) s'est tenu à la station de Biologie Marine du MNHN et du Collège de France, à Concarneau, les 9 et 10 décembre 2008. Il a été particulièrement suivi puisque 80 participants y ont assisté. Des allocutions de bienvenue sont présentées successivement par MM. A. FIDELIN, Maire de Concarneau, C. LE BEC, responsable du Laboratoire IFREMER « Environnement et Ressources Finistère-Bretagne Nord », D. SELLOS, responsable de la Station de Biologie Marine du MNHN de Concarneau avant que A. COUTÉ, Président de la Société Phycologique de France, n'ouvre la session des communications. En conférence introductive, un vibrant hommage à P. ARZEL a été présenté par J.-Y. FLOC'H devant une assemblée émue à laquelle s'étaient joints M<sup>me</sup> ARZEL et des proches de notre regretté collègue, disparu en 2008. Divers thèmes ont ensuite été abordés au cours de ces deux journées, concernant l'environnement et l'écologie des algues, les algues et le changement global, la taxinomie et la phylogénie de certains groupes, la physiologie, le métabolisme et la valorisation des algues, des aspects de la génétique et de la phylogéographie, les problèmes liés aux micro-algues toxiques ou encore les interactions biotiques impliquant des algues. Il est à souligner que le prix Feldmann, destiné à récompenser un jeune chercheur pour la qualité et l'originalité de ses travaux scientifiques, a été remis à Audrey COSSE (Station Biologique de Roscoff) dont les travaux ont porté sur l'analyse du transcriptome des réponses de défense de la macroalgue brune *Laminaria digitata*. À l'issue de la première journée, un apéritif dînatoire a permis aux participants d'échanger et de mieux se connaître. Il s'est poursuivi par la présentation d'une conférence ouverte à tout-public intitulée « Clipperton, l'île des fous », par A. COUTÉ et C. PERRETTE-GALLET, au Centre des Arts et de la Culture de Concarneau, rassemblant un auditoire d'environ 200 personnes. Après la clôture des sessions de communications, une visite du Marinarium de la Station de Biologie Marine de Concarneau a été proposée aux congressistes et un vin d'honneur a été offert par la Municipalité de Concarneau en préambule du repas de clôture de ce colloque très enrichissant. Nous tenons à remercier la région Bretagne, le Conseil Général du Finistère et la Municipalité de Concarneau pour le soutien apporté, permettant ainsi que cet événement se déroule dans d'excellentes conditions.

**RÉSUMÉS DES COMMUNICATIONS****A – Conférence plénière en hommage à Pierre ARZEL****Pierre ARZEL (1947-2008),  
expert de l'exploitation des algues en Bretagne**

*Jean-Yves FLOC'H*

*Université de Bretagne Occidentale, 3 rue des Archives,  
CS 93837, 29238 Brest Cedex 3*

Pierre ARZEL a été chargé, par l'Ifremer, du suivi de l'exploitation des algues en Bretagne de 1985 à 2008. Né à Porspoder (Nord-Finistère) pour ainsi dire au cœur du plus grand champ de laminaires exploité de France, il a été le témoin actif de toutes les étapes de la mutation du métier de goémonier. Il a fait œuvre d'ethnologue (thèse publiée sous le titre « Les goémoniers ») autant que de biologiste des pêches au service de l'interprofession des algues marines. Son attention s'est portée sur tous les aspects du suivi des pêcheries : l'analyse de la dynamique des ressources, la collecte des données halieutiques, l'étude des flottilles et de leur activité, et la fourniture d'avis aux instances professionnelles et administratives. Il aura réhabilité un métier que la tradition avait tendance à reléguer au second plan et auquel il resta attaché toute sa vie.

**B – Communications orales****Observations de trois peuplements  
de *Fucus serratus* en Manche**

*Luc DRÉVÈS<sup>a</sup>, Chantal LE GAC-ABERNOT<sup>b</sup>, Jean-Dominique GAFFET<sup>c</sup>  
& Franck MAHEUX<sup>d</sup>*

<sup>a</sup> *IFREMER, Département Environnement Ressources,  
Centre de Brest, BP 70, 29280 Plouzané*

<sup>b</sup> *IFREMER, LER FBN, Station de Concarneau, 13 rue de Kérose,  
29187 Concarneau Cedex*

<sup>c</sup> *IFREMER, Laboratoire Benthos, Centre de Brest, BP 70, 29280 Plouzané*

<sup>d</sup> *IFREMER, LER N, Station de Port-en-Bessin, avenue du Général de Gaulle,  
14520 Port-en-Bessin*

Dans le cadre des programmes de surveillance des rejets en mer de deux centres nationaux de production d'électricité (CNPE) implantés à Flamanville (Manche) et à Paluel (Seine-Maritime), des peuplements de fucales ont été retenus comme indicateurs d'éventuels impacts des rejets thermiques et/ou chlorés. Les principaux paramètres communs étudiés sur ces deux sites sont la

biomasse et la fertilité de *Fucus serratus*, à des périodes clefs de l'année (fin d'hiver, fin de printemps, fin d'été).

Ce suivi est réalisé depuis près de 30 ans à Flamanville, une quinzaine d'années à Paluel. Complémentairement, un troisième peuplement de fucales est suivi depuis cinq années sur le littoral de Guissény (Nord-Finistère). Ces séries chronologiques à long terme permettent de disposer ainsi d'observations de fucales sur trois sites distincts de la Manche-Ouest à la Manche-Est, l'un d'entre eux n'étant pas impacté par l'activité d'un CNPE.

L'un des principaux résultats obtenus est l'observation d'une diminution significative du stock moyen de *Fucus serratus* sur le site de Flamanville. En fin d'été, le stock moyen passe ainsi de 1 600 g par m<sup>2</sup> au début des années 80 à 900 g au cours des dernières années. Ce constat est à mettre en parallèle de la hausse tant de la pluviométrie moyenne, que de la température moyenne (tant de l'air que de l'eau de mer), au cours des trois décennies écoulées. Cette diminution du stock moyen de fucales est également enregistrée à Paluel.

Malgré la courte période d'observations communes aux trois sites (5 ans), l'importance du stock hivernal y est similaire et faible (340 g par m<sup>2</sup> à Flamanville et Paluel ; 500 g à Guissény). En fin d'été, le stock est plus important et présente avec un gradient décroissant d'Ouest en Est (1 200 g par m<sup>2</sup> à Guissény ; 900 g à Flamanville ; 500 g à Paluel).

Quelle que soit la période d'observations, ces trois peuplement de fucales présentent toujours des pieds fertiles. La fertilité n'est donc jamais nulle. Elle est cependant minimale en fin de printemps (50 % de pieds fertiles en moyenne, avec des valeurs extrêmes de 90 % en juin 2005, 10 % en juin 2006), maximale en fin d'été (moyenne de 90 %, avec des valeurs souvent proches de 100 % et une faible valeur extrême de 30 % en septembre 2002).

Le suivi d'autres paramètres (longueur du thalle, nombre de dichotomies, diamètre du stipe, densité) montre des variations importantes des résultats obtenus, sans toutefois dégager de tendances significatives et d'explications.

## **Dynamique de la production primaire phytoplanctonique et structure de la communauté microalgale au sein d'un écosystème estuarien macrotidal, la Baie des Veys (Manche Est)**

*Fabien JOUENNE*

*Université de CAEN Basse-Normandie, LBBM,  
esplanade de la Paix, 14032 CAEN Cedex*

Les variations de la production primaire phytoplanctonique sont associées aux variations de lumière, de concentration en sels nutritifs ou de température de l'eau. Cependant, une influence de la composition spécifique est admise sans que le suivi attentif ne soit réalisé à chaque étude sur la production primaire. Durant 18 mois, des prélèvements ont été réalisés toutes les deux semaines dans un écosystème macrotidal normand, la Baie des Veys. Durant cette

période, les paramètres physico-chimiques (lumière, charge particulaire, sels nutritifs, température, salinité), la production primaire et les paramètres photosynthétiques (PBmax,  $\alpha B$ ,  $E_k$ ,  $\beta B$ ) ont été mesurés. En parallèle, un suivi de la structure de la communauté phytoplanctonique (biomasse, composition spécifique, biovolume, diversité spécifique) et donc une observation des successions d'espèces ont été entrepris. Une relation a été établie entre la dynamique de production primaire et les changements dans la structure de la communauté micro-algale. Les espèces dominantes (Bacillariophycées) ont un preferendum environnemental pour une production optimale. Les variations temporelles, inter- et intraspécifiques du biovolume des Bacillariophycées sont corrélées à la production primaire et la diversité spécifique est élevée lorsque la compétition pour les ressources trophiques et la productivité sont faibles. Un suivi permanent de l'« identité phytoplanctonique » est nécessaire à une meilleure compréhension de l'apport de matière organique au sein des réseaux trophiques marins, surtout dans les zones d'interface où le mélange entraîne des changements dans la structure de la communauté phytoplanctonique.

## Phytoplancton de quatre lacs d'altitude de Corse

*Arlette CAZAUBON<sup>a</sup>, Antoine ORSINI<sup>b</sup>, Julia CULIOLI<sup>b</sup>  
& Christophe MORI<sup>b</sup>*

<sup>a</sup> *Université Paul Cézanne, Aix Marseille III, IMEP UMR CNRS 6116,  
FST de St Jérôme, 13397 Marseille Cedex 20*

<sup>b</sup> *Université de Corse Pascal Paoli, campus Grossetti, 20250 Corte*

Une étude hydrobiologique pluridisciplinaire a été menée sur les principaux lacs d'altitude d'origine glaciaire de l'île afin, d'une part, d'établir une typologie de l'ensemble de ces écosystèmes lenticques et, d'autre part, de mettre en œuvre un plan de gestion. L'altitude des quatre lacs présentés ici (Bellebone, Capitellu, Crenu et Gorja) est comprise entre 1 310 m (Créno) et 2 321 m (Bellebone) et les eaux sont gelées durant 4 à 7 mois. Le substrat est d'origine granitique. La profondeur de ces 4 lacs est comprise entre 6,5 m (Crenu) et 42 m (Capitellu).

Ces quatre pièces d'eau ont été prospectées fin septembre 2007, période la plus critique du point de vue des processus d'eutrophisation ; en effet, ces lacs subissent, en été, une pression touristique et un impact, non encore évalué, lié au pâturage ; de plus, des végétaux aquatiques se décomposent dans les eaux de certains d'entre eux.

En septembre, la température moyenne de l'eau varie de 10,0 (Bellebone) à 18,4 °C (Crenu), sans stratification thermique depuis la surface jusqu'au fond. La minéralisation est faible (20 à 85  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ). Le pH est compris entre 6,70 et 7,55.

Les algues ont été récoltées, au centre du lac, sur 4 ou 5 niveaux de la colonne d'eau. L'inventaire phytoplanctonique (premiers inventaires pour certains lacs) recense 118 taxons ce qui constitue une communauté riche si l'on

tient compte du fait qu'il s'agit de résultats obtenus pour une unique campagne de récolte sur une seule station de chacun des lacs.

Les espèces se répartissent en Diatomophycées (51), Chrysophycées (2), Euglénophytes (5), Chlorophytes (49), Pyrrhophytes (4) et cyanobactéries (7).

Cette composition taxonomique varie d'un lac à l'autre : 23 taxons à Gorla, 37 à Capitellu, 52 à Bellebone et 81 à Crenu. Le peuplement se caractérise par la coexistence de taxons dont la bioindication peut être très différente, voire opposée; ainsi, on observe certaines espèces xénosaprobies, d'autres sont méso- à polysaprobies et un cortège d'espèces euryèces.

Les densités algales sont moyennes à faibles, comprises entre 240 cellules/litre (Bellebone, à - 4 m) et 34 720 (Crenu, à - 2 m). On note une grande variabilité spatiale des effectifs d'algues, d'un lac à l'autre, mais aussi, d'une station à l'autre, au sein d'un même lac (exemple des densités stationnelles qui s'échelonnent de 240 à 29 920 cellules au litre sur les différents niveaux de la colonne d'eau centrale de Bellebone).

Une ACP portant sur les valeurs de 23 descripteurs abiotiques et une AFC, appliquée sur les densités des populations d'algues récoltées sur 20 stations, mettent en lumière une typologie des lacs reposant sur les concentrations en matières organiques dont il faudra ultérieurement analyser les origines respectives (anthropique et/ou allochtone), au sein de chaque lac.

## **Dynamique de la diversité et de l'abondance du microphytoplancton en Méditerranée Nord Ouest en fin de période estivale (mission DYNAPROC 2, sept/oct 2004)**

*Rodolphe LEMÉE, Sébastien LASTERNAS, Alina TUNIN-LEY,  
Frédéric IBANEZ, Valérie ANDERSEN & Marie-Dominique PIZAY*

*Observatoire Océanologique de Villefranche sur mer,  
Université Pierre et Marie Curie- Paris 6, Laboratoire d'Océanographie  
de Villefranche, CNRS UMR 7093, 06230 Villefranche-sur-mer*

Dans le cadre de la mission pluridisciplinaire DYNAPROC 2, qui s'est déroulée en Méditerranée Nord Ouest en septembre et octobre 2004, la diversité et l'abondance des principaux groupes microplanctoniques ont été étudiées (diatomées, dinoflagellés, silicoflagellés, ciliés nus, tintinnidés et radiolaires). Pour avoir une bonne représentation de l'ensemble des groupes, nous avons effectué deux types de prélèvements : par bouteilles hydrologiques et par filet à plancton. La colonne d'eau était très stable, avec une thermocline bien établie et une concentration très faible des sels nutritifs dans la couche d'eau supérieure. Malgré cet état d'équilibre, nous avons mis en évidence une diminution de la régularité, que nous attribuons au phénomène d'exclusion compétitive. Même si la diversité globale est relativement stable au cours de la mission, d'importantes variations apparaissent dans les différents groupes.

L'étude de la diversité spécifique du microplancton permet d'obtenir des informations capitales aux niveaux hydrologiques et biogéochimiques, comme la mise en évidence d'espèces indicatrices d'arrivée d'eau côtière ou d'espèces thermophiles, ainsi que la quantification de groupes sans signature pigmentaire spécifique (ex : silicoflagellés). Cette étude permet également de mieux comprendre le fonctionnement du réseau trophique, *via* la mise en évidence de groupes fonctionnels largement sous estimés, comme les dinoflagellés nus mixotrophes et hétérotrophes.

## Résultats préliminaires sur l'étude des micro-algues dulçaquicoles du Groenland (baie de Quervain)

Alain COUTÉ<sup>a</sup> & Catherine PERRETTE-GALLET<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Muséum National d'Histoire Naturelle – USM 505, 57 rue Cuvier,  
Case 39, 75005 Paris

<sup>b</sup> Eau-Céans, 1 rue de la Prairie, 94440 Santeny

Les auteurs qui ont participé à l'expédition Spélé'Ice 2007, qui s'est déroulée au Groenland en août et septembre 2007, présentent les résultats préliminaires de leurs investigations taxinomiques sur les micro-algues de cette région boréale.

La moitié environ des échantillons (total : 64) récoltés en région continentale non glacée a été examinée à l'heure actuelle. 450 dessins ont déjà été exécutés et 250 micro-photographies réalisées.

Il ressort de là que deux groupes de micro-algues prédominent, à savoir d'une part les Cyanophytes (= cyanobactéries) avec une grande diversité de formes unicellulaires (*Cyanothece*, *Synechococcus*, *Synechocystis*...) et coloniales (*Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Gloeocapsa*, *Gloeothece*...), toutes à gaine vivement colorées, et d'autre part, les Chlorophytes avec surtout des représentants des Zygomycètes (*Cosmarium*, *Euastrum*, *Pleurotaenium*, *Staurastrum*...). D'autres embranchements ont aussi été inventoriés tels celui des Rhodophytes avec le genre *Batrachospermum* et celui des Hétérokontophytes avec plusieurs taxons de Diatomophycées.

Quelques prédateurs (Ciliés, Copépodes, Crustacés...) ont également été notés. Ils assurent très probablement la régulation des peuplements de micro-algues dont l'abondance à la saison concernée n'était pas excessive.

À cette microflore méconnue jusqu'ici viendront s'ajouter les taxons de l'Inlandsis (= calotte glaciaire) non encore étudiés.

## Les algues, indicatrices de qualité et de changements du milieu

Sandrine DERRIEN-COURTEL & Aodren LE GAL

Muséum National d'Histoire Naturelle, Station de Biologie Marine de Concarneau,  
BP 225, 29182 Concarneau Cedex

Un nouveau protocole a été mis en place puis appliqué depuis 2003 sur 31 sites du littoral breton, dans le cadre du REBENT (réseau benthique). Il a pour objectif d'assurer la surveillance qualitative et quantitative *in situ* de la flore et de la faune benthiques du subtidal rocheux.

Prenons l'exemple du Morbihan, affecté par la turbidité ; dans la perspective d'un scénario de réchauffement des eaux, on peut craindre, à l'avenir la disparition totale et définitive des laminaires. *Laminaria hyperborea* est déjà peu à peu remplacée par *Saccorhiza polyschides*, d'affinité méridionale, annuelle et donc opportuniste. Cette dernière supporte des températures plus élevées que *L. hyperborea*. Si la température devait localement dépasser, pour les eaux de surface, 25-26 °C pendant des périodes de canicule (cas de l'été 2003), et/ou que le phénomène de turbidité de ces eaux venait à s'accroître, *Saccorhiza polyschides* serait à son tour peu à peu remplacé par des espèces adaptées aux milieux fortement turbides et anthropisés : *Halidrys siliquosa*, *Sargassum muticum*, *Desmarestia ligulata*, *Padina pavonica* et *Solieria chordalis*.

Pour les algues qui apparaissent ou augmentent en densité avec le gradient de turbidité, nous avons distingué les algues sciaphiles qui tolèrent aussi les milieux fortement anthropisés, et d'autres, absentes des milieux profonds et clairs, a priori adaptées à ces environnements turbides et fortement anthropisés.

On retiendra également que les milieux les plus turbides et les plus anthropisés sont ceux qui concentrent le plus d'espèces introduites et/ou envahissantes, en terme de biodiversité et/ou de biomasse, certaines se développant particulièrement (*Heterosiphonia japonica*).

## Le Léman et sa vie microscopique

Jean-Claude DRUART

INRA, Station d'Hydrobiologie Lacustre, 75 avenue de Corzent, BP 511,  
74203 Thonon-les-Bains Cedex

En 2007, un ouvrage est écrit par J.C. DRUART et G. BALVAY sur la vie microscopique du Léman. Tirée de ce livre, la communication présente quelques données sur le Léman (altitude, superficie, volume, dimensions...), le début des études phycologiques sur le Léman en 1852 par PERTY, suivies par celles de FOREL en 1892 qui crée la Limnologie. Depuis 1957, un suivi régulier est effectué par la CIPEL (Commission internationale pour la protection des eaux

du Léman), avec un laboratoire français (INRA en l'occurrence) et suisse (Service écologie de l'eau, Genève).

Le phytoplancton est abordé avec le recensement de plus de 1 009 taxons en 150 ans d'études. Chaque année, entre 125 et 150 taxons sont identifiés au cours des différentes campagnes de prélèvement.

L'évolution du phosphore dans le Léman est appréhendée entre les années 1974 et 2007 ainsi que les biomasses phytoplanctoniques pondérées correspondantes.

Pour terminer, un certain nombre de photographies des différentes classes d'algues sont présentées.

## **Retracing history and the effect of global change in European kelp forests**

*Myriam VALERO, Valeria OPPLIGER, Thomas LAMY, Claire DAGUIN,  
Cécile RIBOUT & Christophe DESTOMBE*

*Station Biologique de Roscoff, UMR CNRS/UPMC 7144, LIA DIAMS,  
place Georges Teissier, BP 74, 29682 Roscoff Cedex*

Both historical and contemporary natural processes have a profound effect on the distribution of individuals within a species range and, as a consequence, on the distribution of the genetic diversity. In this study, we propose to use combined tools of population genetics, phylogeography and demography to investigate dynamics of dispersal and colonisation in two brown seaweeds with contrasting (annual vs perennial) life histories. The kelp, *Laminaria digitata* (*Ld*), is the dominant species along the Brittany coast where it is harvested for its high quality alginates. Its species range appears to be changing under the effect of the climatic changes and/or anthropogenic pressures. In Southern Brittany, the southern limit of its range, *Ld* populations are regressing in favour of the annual kelp species *Saccorhiza polyschides* (*Sp*). This later species found in warmer waters is thus suspected to out-compete *Ld* on northern European coasts. The historical approach reveals that the two species have different phylogeographic histories: the main refugia occurred in Brittany for *Ld* while several other refugia were found for the *Sp*. For both species, the present-day genetic diversity is partially explained by historical processes but also highly dependent on population connectivity (habitat availability, hydrodynamics). At its range limit, *Ld* is showing a significant decrease of genetic diversity while the diversity of the opportunistic species *Sp* is near its maximum. Interestingly, the highest variability of *Ld* is found in NW Brittany, close to its range limit and in places where it is highly harvested. In conclusion, global warming combined with human exploitation puts a risk in the maintenance of these forests and the development of long term monitoring is urgently needed to measure the impact of global change on the evolution of this algal resource.



## ***Cystoseira* spp. in the Mediterranean Sea: human impacts, ecological status and perspectives of biodiversity conservation**

*Luisa MANGIALAJO & Thierry THIBAUT*

*Université de Nice-Sophia Antipolis, EA 4228 ECOMERS,  
parc Valrose, BP 71, 06108 Nice Cedex 02*

Rocky shore assemblages in the Mediterranean Sea are generally structured by Fucales species belonging to the *Cystoseira* genus, distributed from the surface to the circalittoral zone. These long-lived organisms are generally characterised by slow growth (of perennial parts) and are sensitive to human impacts: their loss due to different drivers is recorded in several Mediterranean regions. However, diversified *Cystoseira* dominated assemblages can still be found, especially in Islands (ex. Port Cros National Park, Corsica).

The urbanization of coastline, very important in the north-western Mediterranean Sea, imply habitat destruction and fragmentation and a decrease in water quality (eutrophication, organic matter, turbidity) and represents one of the major causes of *Cystoseira* loss. In the infralittoral fringe, *Cystoseira amentacea* var. *stricta* abundance decreases drastically along a moderate urbanization gradient, while *C. compressa*, more tolerant, is not affected and may be favoured by the decreased competition. The structuring role of these two very shallow species is also different: highest values of biodiversity are consistently associated to the more sensitive *C. amentacea* var. *stricta*, which can be therefore considered a key species in maintaining habitat complexity and species diversity in Mediterranean Sea.

Many other studies showed that changes in macroalgal Mediterranean assemblages due to several human impacts follow a general trend. Structuring *Cystoseira* species (except *C. compressa*) tend to disappear very quickly and to be replaced by turfs in case of moderate disturbance (very often *Corallina* spp. dominated assemblages). With increasing disturbance (ex. intensity, frequency, duration of impacts), only low complexity species dominate (ex. cyanobacteria, species belonging to the Ulvales order). The identification of such a general trend, at least at the north-western Mediterranean scale, allowed to valorize the results of recent studies with the conception of a cartography-based method (CARLIT) for the evaluation of the ecological state *sensu* the Water Framework Directive (WFD 2000/60/EU). This method has been validated by the comparison of results with sea water characteristics and indexes generally applied in coastal zone management. It is currently applied in France, Spain and Italy, allowing to implement the European legislation, but also to follow the evolution of *Cystoseira* spp. communities in the global change perspective.

## **Morphological and phylogenetic analyses of two benthic species of *Prorocentrum* (Dinophyceae) from South Brittany (northwestern France)**

Nicolas CHOMÉLAT<sup>a</sup>, Daniel SELLOS<sup>b</sup>, Frédéric ZENTZ<sup>b</sup>,  
Maurice LOIR<sup>c</sup> & Elisabeth NÉZAN<sup>a</sup>

<sup>a</sup> IFREMER, LER FBN, Station de Concarneau, 13 rue de Kérose,  
29187 Concarneau Cedex

<sup>b</sup> Muséum National d'Histoire Naturelle, Station de Biologie Marine  
de Concarneau, BP 225, 29182 Concarneau Cedex

<sup>c</sup> 43 chemin de Lesquidic Nevez, 29950 Gouesnac'h

The genus *Prorocentrum* comprises about forty species of which half are planktonic and the others benthic, living on macroalgae or sandy substratum. The latter often produce okadaic acid and other lipophile toxins that could be involved in ciguateric poisonings in tropical areas. In the temperate areas, benthic dinoflagellates are less studied and for many years, *P. lima* was the unique *Prorocentrum* species known in these regions, but recently several new species have been described. A study of the diversity of benthic dinoflagellates has been undertaken in South Brittany and has revealed the presence of numerous taxa. Using scanning electron microscopy for a detailed morphological study, two *Prorocentrum* species identified unambiguously are presented here. The most abundant species possesses the characters of *P. tsawwassenense* Hoppenrath that has been very recently described from the South Canada, while the other has been identified as *P. clipeus* Hoppenrath, described from the North Sea, off Helgoland. The molecular characterization of these two species has been realised using nuclear 18S rDNA (size of about 1800 bp) as genetic marker. The sequence of *P. tsawwassenense* being available in Genbank, we could compare the sequence obtained with specimens from South Brittany. Even if they are morphologically similar, populations from Canada and Brittany are genetically close but diverge and have distinct phylogenetic positions. In contrast, no molecular data have previously been acquired on *P. clipeus* and our results show that its phylogenetic position among the clade of “asymmetrical” species (mostly planktonic) is not clear and uncertain owing to the weak statistical support.

## ***Chondrus crispus* : un modèle re-émergeant pour les algues rouges**

Jonas COLLÉN & Catherine BOYEN

Station Biologique de Roscoff, CNRS/UPMC UMR 7139, place Georges Teissier,  
BP 74, 29682 Roscoff Cedex

Les algues rouges représentent le dernier grand groupe phylogénétique ayant acquis une multicellularité complexe et pour lequel aucun génome

représentatif n'a été séquencé à ce jour. Le projet de séquençage du génome de *Chondrus crispus* a été initié en 2005, par l'UMR 7139 à la Station Biologique de Roscoff et a tout d'abord requis l'établissement d'un consortium international comportant 40 groupes, dont 2 entreprises privées. En septembre 2007, le Conseil scientifique de Génoscope a accepté de réaliser le projet génome *Chondrus* en collaboration avec notre laboratoire. Ce projet prévoit une couverture de 10x ainsi que l'analyse bioinformatique des séquences. La séquence annotée est prévue pour 2009. *Chondrus crispus* est une macro-algue commune sur les côtes rocheuses Nord Atlantique et de la Manche, importante sur le plan écologique et se caractérisant par une paroi riche en polysaccharides de type carraghénanes ainsi que par une longue histoire de recherche et de récolte. C'est aussi une algue rouge typique et relativement bien caractérisée avec un cycle de vie triphasique, une taille moyenne de génome pour un eucaryote multicellulaire (~150 Mpb), facilement cultivée au laboratoire et présentant une morphologie plastique.

La séquence génomique donnera accès à une ressource très utile pour comprendre la biologie des algues rouges et l'évolution globale des eucaryotes et également pour initier des études physiologiques et écologiques.

## **Le genre *Catenula* Mereschkowsky (diatomées - Bacillariophyta) des fonds sableux infralittoraux du sud de la Bretagne : six nouvelles espèces**

*Maurice LOIR*

*43 chemin de Lesquidic Nevez, 29950 Gouesnac'h*

La morphologie et l'écophysiologie de six taxons, présents dans des prélèvements de sable obtenus entre -7 et -23 m près de deux îles de Bretagne Sud (Groix et l'archipel des Glénan), ont été étudiés. En vue cingulaire, les frustules sont rectangulaires. Ils sont unis valve à valve pour former des colonies en ruban. Selon les taxons, des liaisons courtes ou du matériel granulaire sont présents dans l'espace intervalvaire. Les cellules vivantes possèdent un seul plaste appliqué contre le cingulum qui est constitué de plusieurs bandes ouvertes. Les valves sont asymétriques, striées transversalement, et leurs extrémités sont étroites ; le raphé est situé près du bord ventral des valves. Quatre des six espèces étaient présentes dans les prélèvements réalisés à -7 m. À partir de -9 m, les six espèces ont été trouvées de façon inconstante. Les six espèces étaient toutes présentes dans les deux tiers des prélèvements réalisés à -18 et -23 m. Nos observations suggèrent que les six taxons seraient épipéliques plutôt que épipsammiques, qu'ils ont vraisemblablement une capacité à l'hétérotrophie et que ce sont des espèces marines sténohalines. En conclusion, les six espèces décrites présentent les caractères propres au genre *Catenula*. La comparaison avec les caractères des trois espèces de *Catenula* déjà connues conduit à les considérer comme de nouvelles espèces.

## Algues rares en France : nouvelles ou méconnues ?

Maria LEITAO <sup>a</sup>, Maria CELLAMARE <sup>b</sup> & Anne Marie LANÇON <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Bi-Eau, 15 rue Lainé-Laroche, 49000 Angers

<sup>b</sup> CEMAGREF, Centre de Bordeaux, Réseaux Epuration et Qualité des Eaux,  
50 avenue de Verdun Gazinet, 33612 Cestas Cedex

Depuis vingt ans d'activité en tant que bureau d'études spécialisé dans les algues d'eau douce, nous avons perçu de nombreux changements dans la microflore aquatique française. Ces changements sont de divers ordres et nous interpellent quant à leur signification.

Les situations rencontrées peuvent être classées dans diverses catégories, telles que :

- **les taxons rares**, peu ou pas signalés en France (*Chromulina* sp., *Chrysostephanosphaera globulifera*, *Clastidium setigerum*, *Ilsteria tetracoccus*, *Nupela* sp., *Radiocystis aphanothecoidea*, *Tropidoscyphus caudatus*, *Volvulina* sp.);

- **les espèces dites "invasives"**, dont font partie de nombreuses diatomées mentionnées depuis une dizaine d'années mais aussi des cyanobactéries comme *Cuspidothrix issatschenkoi* ou le genre *Cylindrospermopsis* identifié en France en 1994 pour la 1<sup>re</sup> fois et désormais présent avec deux voire trois espèces, dans une dizaine de stations dans tout le pays ;

- **les espèces nouvelles**, identifiées tant en cours d'eau comme *Peridiniopsis corillionii*, ou en lac comme *Cylindrospermopsis sinuosa*;

- **les espèces tropicales**, telle que *Cyclotella woltereckii*, mais particulièrement les cyanobactéries *Cyanodictyon tropicalis*, *Planktolyngbya microspira*, *Planktolyngbya circumcreta*, ou encore *Anabaenopsis elenkini*, et *A. cunningtonii*, ces derniers fréquemment observés dans les lacs aquitains, mais aussi jusqu'au nord de La Loire ;

- **les taxons dits "saumâtres"**, rencontrés cependant dans des eaux de conductivité moyenne (130-450  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) représentés de façon sporadique (*Cymatosira belgica*, *Delphineis surirella*, *Nitzschia agnewii*, *Tetraselmis* sp., *Thalassiosira weissflogii*) ou encore pouvant former de fortes biomasses (*Actinocyclus normanii*, *Thalassiosira bramaputrae*, ...).

Seront abordées différentes hypothèses pour expliquer ces nouveaux signalements : changements globaux, nombre croissant de masses d'eau étudiées, bibliographie plus disponible, plasticité des morphologies, effets de l'expérience des opérateurs.

## Activités biologiques de principes actifs de différents extraits d'algues rouges marines (Rhodophycées) de la côte atlantico-méditerranéenne du Maroc

Rhimou BOUHLAL <sup>a, b</sup>, Hassane RIADI <sup>b</sup> & Nathalie BOURGOUGNON <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Université de Bretagne Sud, Laboratoire de Biotechnologie et Chimie Marine (LBCM), Centre de Recherches Yves Coppens, BP 573, 56017 Vannes Cedex

<sup>b</sup> Université Abdelmalek Essaadi, Laboratoire de Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques (LDCSB), Faculté des Sciences, Mhannech II 93002 BP, 2121 Tétouan, Maroc

Une voie de valorisation des organismes marins est celle de l'identification de substances naturelles porteuses d'activités biologiques d'intérêt thérapeutique. Une attention toute particulière est portée aux algues marines fixées. Ces organismes ont construit, en effet, des stratégies de défense basées sur la production de substances dites allélopathiques.

La côte atlantico-méditerranéenne du Maroc présente une richesse spécifique en terme de biodiversité des algues marines et constitue ainsi une réserve d'espèces dont le potentiel économique, social et écologique est considérable. Seule l'espèce *Gelidium sesquipedale* est actuellement exploitée au Maroc. Si d'autres horizons pourraient être prospectés et d'autres algues valorisées, cela permettrait de diminuer la pression sur les espèces utilisées traditionnellement. L'activité antimicrobienne des extraits des algues de la côte atlantique au Maroc a été rarement étudiée à l'exception de quelques études.

L'objectif de nos travaux concerne la recherche de substances naturelles, à potentialités biologiques synthétisées par les Rhodophycées marines des côtes marocaines.

Différents extraits ont été réalisés à partir de vingt-six espèces des algues marines (Rhodophyceae) : *Alsidium corallinum*, *Asparagopsis armata*, *Calithamnion granulatum*, *Caulacanthus ustulatus*, *Centroceras clavulatum*, *Ceramium rubrum*, *Chondrocanthus acicularis*, *Corallina mediterranea*, *Corallina officinalis*, *Gelidium attenuatum*, *Gelidium latifolium*, *Gelidium pulchellum*, *Gelidium pusillum*, *Gelidium sesquipedale*, *Gelidium spinulosum*, *Gymnogongrus patens*, *Halopitys incurvus*, *Hypnea musciformis*, *Jania rubens*, *Osmundea pinnatifida*, *Plocamium cartilagineum*, *Plocamium coccineum*, *Polysiphonia thyoides*, *Pterocladia capillacea*, *Pterosiphonia complanata* et *Sphaerococcus coronopifolius*. L'évaluation des activités biologiques a été réalisée *in vitro* sur plusieurs modèles : activité antibactérienne vis-à-vis de bactéries terrestres et marines, activité anti-herpétique avec le modèle VHS-1/cellules mammaliennes Véro, activité antioxydante avec le test au  $\beta$ -carotène-acide linoléique et antiradicalaire avec le test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl).

Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'efficacité des extraits issus de *Asparagopsis armata*, *Gelidium pusillum*, *Gelidium spinulosum*, *Halopitys incurvus*, *Hypnea musciformis*, *Plocamium cartilagineum*, *Polysiphonia thyoides*, *Pterosiphonia complanata* et *Sphaerococcus coronopifolius* vis-à-vis des pathogènes étudiés. Ces résultats ont montré que l'efficacité des extraits d'algues varie selon le type de solvant utilisé et la méthode d'extraction des substances actives.

**Caractérisation des activités photosynthétiques  
et de la composition pigmentaire de microthalles  
de *Jania rubens*, Corallinacées, en relation  
avec leur adaptation à des variations du rapport Mg/Ca  
du milieu de culture**

*Dominique GRIZEAU<sup>a</sup>, Catherine DUPRÉ<sup>a</sup>, Eric GASPAROTTO<sup>b</sup>,  
Pierre-Yves MORVAN<sup>b</sup> & Romuald VALLÉE<sup>b</sup>*

<sup>a</sup> *Photobiotechnologies, CNAM-Intechmer & UMR CNRS 6144, BP 324,  
50103 Cherbourg Cedex*

<sup>b</sup> *CODIF International, La Poultrière, 35610 Roz-sur-Couesnon*

L'objectif de cette étude est de caractériser les capacités d'adaptation d'algues calcaires à des variations importantes de la composition en calcium et magnésium de l'eau de mer en relation avec leurs activités photosynthétiques. L'analyse par vidéomicroscopie de la croissance apicale de fragments de *Jania rubens* montre que cette Corallinacée peut être adaptée à des milieux de culture, dont le rapport Mg/Ca peut varier de 2,5 à 20, à comparer à la valeur actuelle de 5,2 du rapport Mg/Ca de l'eau de mer naturelle. L'analyse des activités photosynthétiques, de la composition pigmentaire, de la consommation de bicarbonate et de la production d'oxygène de microthalles incubés aux valeurs extrêmes de Mg/Ca, confirment les capacités adaptatrices de ces algues calcaires. Ces résultats montrent l'intérêt de la microculture de microthalles de *J. rubens*, comme modèle expérimental pour l'étude de la séquestration du carbone inorganique en relation avec les processus de calcification.

**Fonctions du métabolisme de l'iode chez l'algue brune  
*Laminaria digitata* et conséquences  
pour l'environnement côtier**

*Catherine LEBLANC, François THOMAS, Ludovic DELAGE  
& Philippe POTIN*

*Station Biologique de Roscoff, CNRS/UPMC UMR 7139, place Georges Teissier,  
BP 74, 29682 Roscoff Cedex*

L'algue brune *Laminaria digitata* présente l'un des plus forts taux d'accumulation d'iode du monde vivant. Pourtant, jusqu'à présent, la forme chimique et le rôle biologique de l'iode dans les algues restaient une énigme. Par des techniques d'imagerie chimique nous avons précisément localisé l'iode dans les tissus de cette espèce, stocké sous sa forme labile d'iodures. L'iode et le brome sont principalement co-localisés dans l'apoplaste des cellules corticales et la concentration en iode atteint de fait des niveaux extrêmement élevés localement, comme

dans le méristoderme. Ces résultats nous ont conduits à émettre de nouvelles hypothèses quant à l'absorption et la séquestration de l'iode chez *L. digitata*, qui s'effectueraient par l'intermédiaire d'iodoperoxydases apoplastiques, spécialisées dans l'oxydation des iodures. Chez les algues soumises à différents stress, ces enzymes pourraient également être impliquées dans la synthèse de composés organiques volatils halogénés et de grandes quantités d'oxydes d'iode. Lors de la campagne de terrain du programme RHaMBLe, financé par le NERC, des mesures effectuées au-dessus des champs d'algues à Roscoff ont montré que l'augmentation de ces composés est corrélée à la destruction de l'ozone et à la formation de particules iodées. Au laboratoire, nous avons pu reproduire en conditions contrôlées des efflux d'iode moléculaire et de nanoparticules d'iode, chez des laminaires soumises à différents stress, et suivi l'expression des gènes d'haloperoxydases. L'ensemble de ces résultats suggèrent que ces mécanismes originaux de protection anti-oxydante et de défense cellulaire jouent un rôle essentiel dans le cycle bio-géochimique de l'iode et dans la condensation des nuages en zone côtière.

## **Effet de la digestion enzymatique sur la dégradation des thalles et l'extraction de composés hydrosolubles à partir de *Grateloupia turuturu* Yamada**

*Claire DENIS, Michèle MORANÇAIS, Pierre GAUDIN & Joël FLEURENCE*

*Université de Nantes, EA 2160, Mer Molécules Santé, 2 rue de la Houssinière, BP 92208, 44322 Nantes Cedex 3*

La présence de polysaccharides organisés en réseau au niveau de la paroi cellulaire algale limite l'efficacité des procédés de broyage et rend difficile l'extraction des métabolites d'intérêts tels que les protéines, les pigments ou les oligosaccharides. Dans ce contexte, la digestion enzymatique de *Grateloupia turuturu* Yamada (Rhodophycées) est étudiée afin de faciliter l'extraction des métabolites désirés. Dans cette étude quatre polysaccharidases (cellulase Onozuka R-10, agarase, kappa- et iota-carraghénases) ont été utilisées seules ou en combinaisons. L'efficacité du procédé de digestion des thalles a été évaluée ainsi que l'effet de ce traitement sur la solubilisation de la R-phycoérythrine (phycobiliprotéine) et des sucres réducteurs. La meilleure condition de dégradation des thalles de *Grateloupia* est obtenue avec de la cellulase seule ( $0,48 \text{ U ml}^{-1}$ ) ou avec une combinaison cellulase/kappa-carraghénase. Cependant, l'utilisation combinée de cellulase ( $0,08 \text{ U ml}^{-1}$ ) et de kappa-carraghénase ( $0,01 \text{ U ml}^{-1}$ ), ou encore l'emploi sous forme isolée d'agarase et de iota-carraghénase à faibles concentrations (respectivement  $0,55 \text{ U ml}^{-1}$  et  $2,5 \text{ U ml}^{-1}$ ) permettent une augmentation significative de l'extraction de la R-phycoérythrine au regard de la condition témoin (sans enzyme).

L'utilisation simultanée des quatre polysaccharidases permet l'extraction d'une quantité importante de sucres réducteurs (40 mg d'équivalent glucose par gramme de poids sec). Cette condition de digestion semble donc adaptée à la production d'oligosaccharides. Ces résultats confirment aussi indirectement la présence d'agar, de cellulose, de kappa- et d'iota-carraghénanes dans la paroi de *Grateloupia turuturu*.

**Éléments de comparaison entre la diatomée verdissante  
*Haslea ostrearia* et une diatomée pennée  
aux apex pigmentés, *Haslea ostrearia conformis*,  
isolée en Mer Noire**

Romain GASTINEAU<sup>a</sup>, Nikolai A. DAVIDOVICH<sup>b</sup>,  
Jean-François BARDEAU<sup>c</sup>, Pierre GAUDIN<sup>d</sup>, Olga DAVIDOVICH<sup>b</sup>,  
Vladimir GRINYOV<sup>c</sup> & Jean-Luc MOUGET<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Université du Maine, EA 2160, Mer Molécules Santé, avenue Olivier Messiaen,  
72085 Le Mans Cedex 9

<sup>b</sup> Karadag Natural Reserve of the National Academy of Sciences, p/o Kurortnoe,  
Feodosiya, Ukraine, 98188

<sup>c</sup> Université du Maine, Laboratoire de Physique de l'Etat Condensé,  
avenue Olivier Messiaen, 72085 Le Mans Cedex 9

<sup>d</sup> Université de Nantes, EA 2160, Mer Molécules Santé, 2 rue de la Houssinière,  
BP 92208, 44322 Nantes Cedex 3

La diatomée pennée *Haslea ostrearia* est connue depuis le XIX<sup>e</sup> siècle comme étant responsable du verdissement des huîtres dans les claires ostréicoles de l'ouest de la France. Cette activité provient de son pigment surnuméraire non photosynthétique, la marennine. Ce pigment hydrosoluble, apparenté à un polyphénol, a montré différentes propriétés biologiques, comme par exemple des effets cytostatiques, antiprolifératifs, bactéricides et antioxydants. *H. ostrearia* est ubiquiste, et de ce fait, décrite comme présente dans diverses zones géographiques. *H. ostrearia* est aussi considérée comme la seule diatomée pourvue de marennine. Récemment, des échantillons de biofilms algaux ont été prélevés en Mer Noire, sur les côtes de la réserve naturelle de Karadag. Dans ces échantillons ont été trouvées des diatomées pennées aux apex pigmentés. Une biométrie des populations en milieu naturel a été réalisée, montrant des extremums de taille allant de 29 µm à 84 µm. Des clones prélevés en différents emplacements ont été isolés et mis en culture. Des observations, au microscope photonique ainsi qu'au MEB ont mis en évidence le lien de ces diatomées avec le genre *Haslea*, de même qu'une forte ressemblance avec *H. ostrearia*. Des expériences de reproduction sexuée hétérothallique avec ces clones ont permis de mesurer les tailles des cellules initiales obtenues après fécondation. La taille des cellules initiales (96 µm), proche de la taille maximale observée en milieu naturel est nettement inférieure à celle observée chez *H. ostrearia* (140 µm). Le même protocole de reproduction sexuée, appliqué à des clones d'*H. ostrearia* et d'*Haslea ostrearia conformis*, n'a pas permis d'obtenir d'inter-fécondité. Une étude préliminaire des éventuelles différences de nature du pigment localisé aux apex a été effectuée grâce à la spectroscopie Raman. Cette méthode, non-intrusive et utilisable *in vivo* en milieu aqueux a permis de mettre en évidence des différences dans la signature spectrale des deux pigments.



## **Speciation and hybridization in the *Fucus vesiculosus*/*spiralis* complex at the micro-spatial-scale of the shore: evidence of two genetic entities within *F. spiralis*.**

Christophe DESTOMBE<sup>a</sup>, Emmanuelle BILLARD<sup>a, b</sup>, Ester SERRAO<sup>b</sup>,  
Gareth PEARSON<sup>b</sup> & Myriam VALERO<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Station Biologique Roscoff, CNRS/UPMC UMR 7144, place Georges Teissier,  
29682 Roscoff

<sup>b</sup> Universidade do Algarve, MAREE, CCMAR-CIMAR, Gambelas,  
8005-139 Faro, Portugal

In the genus *Fucus*, species with contrasting mating systems have been shown to be capable of hybridization. Both species of *F. vesiculosus* and *F. spiralis* are found in sympatry on European coast from Norway to North Portugal, the hermaphroditic *F. spiralis* living higher on the shore than the dioecious *F. vesiculosus* and hybrids occurring in the contact zone. Our study aims at investigating the relationships between mating system and the speciation/hybridization process at a micro-evolutionary level. We analyse the pattern of vertical variation in species distribution, allelic frequencies and sexual phenotypes along the micro-spatial-scale of the shore in two locations, Santec (North Brittany, France) and Viana (North Portugal) in order to investigate the effect of the breeding system on the levels, direction and spatial pattern of introgression.

Our results revealed that dispersal was very limited but sufficient to result in hybridisation when individuals of the different species came into contact, whatever their reproductive systems (either *F. spiralis* or *F. vesiculosus*). Surprisingly, we discovered the occurrence of two genetically divergent entities differing in their spatial distribution on the shore within *Fucus spiralis*. These two entities could correspond to the two distinct morphs *F. spiralis* var. *typicus* Børgesen and *F. spiralis* var. *platycarpus* (Thuret) Batters previously described.

## **Éléments génétiques transposables de type *mariner* chez les micro-algues marines**

Dorothee HERMANN<sup>a</sup>, Nathalie CASSE<sup>a</sup>, Aurore CARUSO<sup>a</sup>,  
Boris JACQUETTE<sup>a</sup>, Quynh Trang BUI<sup>b</sup> & Annick MORANT-MANCEAU<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Université du Maine, EA 2160, Mer Molécules Santé, avenue Olivier Messiaen,  
72085 Le Mans Cedex 9

<sup>b</sup> Laboratoire d'Enzymologie et Biochimie Structurales CNRS, 91198 Gif-sur-Yvette

Les éléments transposables de type *mariner* sont des courtes séquences d'ADN capables de se déplacer dans le génome. Ils ont été caractérisés au sein des génomes eucaryotes tant chez les animaux que chez les plantes. Pour la première fois, ils ont été identifiés chez des micro-algues marines : six

Bacillariophycées (*Amphora acutiuscula*, *Amphora coffeaeformis*, *Entomoneis paludosa*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Odontella aurita* et *Nitzschia palea*) et une Pleurastrophycée (*Tetraselmis suecica*). Ces transposons ont été recherchés avec une méthode d'amplification de l'ADN, la réaction de polymérisation en chaîne (PCR), grâce à des amorces qui ont été définies à partir de séquences très conservées chez les végétaux terrestres. Elles permettent d'amplifier des fragments de 400 pb de transposons *mariner* chez des végétaux et codent l'enzyme responsable de leur déplacement, la transposase. Le but de notre travail est de caractériser les transposons *mariner* chez les micro-algues marines et d'étudier leur capacité de déplacement en fonction de stress abiotiques variés.

## **Étude des patrons de micro-structure spatiale chez l'algue japonaise *Undaria pinnatifida* : une espèce invasive aux capacités de dispersion locale limitées**

Daphné GRULOIS <sup>a</sup>, Laurent LÉVÊQUE <sup>b</sup>, Marie VOISIN <sup>a</sup>  
& Frédérique VIARD <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Station Biologique Roscoff, CNRS/UPMC UMR 7144, place Georges Teissier, 29682 Roscoff Cedex

<sup>b</sup> Station Biologique de Roscoff, Service Mer & Observation CNRS FR 2424, place Georges Teissier, BP 74, 29682 Roscoff Cedex

Les processus d'invasions biologiques sont une conséquence importante du changement global affectant la biodiversité et la dynamique des écosystèmes côtiers marins. Originaire d'Asie, l'algue brune *Undaria pinnatifida* est l'une des dernières espèces algales introduites en Europe. Son introduction primaire y résulte d'événements accidentels (transferts conchylicoles) et d'introductions volontaires (algue mise en culture). À une échelle locale, les mécanismes gouvernant sa propagation sont peu documentés notamment en ce qui concerne l'importance de la dispersion naturelle (thalles dérivants, spores ou gamètes). Afin d'étudier les modalités de la dispersion locale d'*U. pinnatifida*, nous avons conduit une analyse couplant une cartographie *in situ* des individus par GPS différentiel et des études de génétique des populations (utilisant 10 loci microsatellites) dans deux populations de Bretagne Nord. Les positions spatiales individuelles et les génotypes multi-locus ont été obtenus pour 256 et 246 individus respectivement dans les deux populations. Des analyses d'assignation statistique et d'auto-corrélation spatiale des données génétiques indiquent que la dispersion réalisée s'effectue majoritairement à courte distance (< 10 m), probablement par le biais d'une dispersion limitée des spores ; quelques rares événements de dispersion à grande distance sont néanmoins visibles et pourraient être attribués à des migrations d'individus matures en épaves. Les faibles capacités de dispersion naturelle mises en évidence dans cette étude renforcent l'hypothèse de l'importance des vecteurs de transports humains dans l'expansion géographique d'*U. pinnatifida* à l'échelle européenne. Cependant, cette étude souligne que les populations sont capables de se maintenir de façon autonome dans les milieux colonisés voire de renforcer localement leur emprise spatiale.

## Recherche ciblée d'un gène de superoxyde dismutase à manganèse chez des micro-algues marines

Aurore CARUSO, Guillaume ACELIN, Boris JACQUETTE, Sophie HIARD,  
Nathalie CASSE & Annick MORANT-MANCEAU

Université du Maine, EA 2160, Mer Molécules Santé, avenue Olivier Messiaen,  
72085 Le Mans Cedex 9

Les superoxydes dismutases (SOD) sont des métallo-enzymes qui catalysent la dismutation de l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène moins toxique pour les cellules. Les SOD ont un rôle essentiel dans les mécanismes de défense contre le stress oxydant. Il existe plusieurs isoformes de SOD, caractérisées par leur cofacteur métallique : cuivre-zinc, fer, manganèse ou nickel. Chez les eucaryotes, deux superoxydes dismutases sont généralement présentes : une MnSOD mitochondriale et une CuZnSOD cytoplasmique. La MnSOD est la forme dominante chez la diatomée modèle *Thalassiosira pseudonana* mais elle présente la particularité d'être chloroplastique et non mitochondriale. Nous avons donc recherché la présence du gène codant la superoxyde dismutase à manganèse chez cinq Bacillariophycées (*Amphora acutiuscula*, *Amphora coffeaeformis*, *Entomoneis paludosa*, *Nitzschia palea* et *Phaeodactylum tricorutum*) et une Pleurastrophycée (*Tetraselmis suecica*) grâce à la technique d'amplification d'ADN génomique en utilisant des amorces dégénérées. Ces amorces permettent d'obtenir des fragments de gènes (environ 650 pb selon les espèces), extrêmement bien conservés au sein des micro-algues et des végétaux en général. Ce travail s'inscrit dans le cadre de recherches d'indicateurs biologiques de l'état de santé des organismes marins. La présence du gène de la SOD pourrait être utilisé comme biomarqueur pour analyser au niveau moléculaire les réponses des micro-algues soumises aux variations de facteurs environnementaux.

## Effet de la température sur le sex-ratio et la reproduction de l'algue brune *Lessonia nigrescens* sur les côtes chiliennes

Valeria OPPLIGER<sup>a, b</sup>, Myriam VALERO<sup>a</sup>, Sylvain FAUGERON<sup>b</sup>,  
Christophe DESTOMBE<sup>a</sup> & Juan CORREA<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Station Biologique de Roscoff, CNRS/UPMC UMR 7144, place Georges Teissier,  
29682 Roscoff Cedex

<sup>b</sup> Pontificia Universidad Católica de Chile, Center for Advanced Studies  
in Ecology & Biodiversity, Departamento de Ecología,  
Facultad de Ciencias Biológicas, Santiago, Chili

L'augmentation de la température des océans pourrait être à l'origine de la régression des forêts de grandes algues brunes (kelps). Les deux processus

biologiques principaux qui déterminent les limites géographiques de distribution d'une espèce sont la survie et la reproduction. Des études récentes suggèrent que les macroalgues brunes sont très sensibles à des augmentations abruptes de température (tel que El Niño Southern-Oscillation). Comme ces organismes se développent jusqu'à leurs limites de tolérance de température, notamment dans la zone intertidale, ils peuvent être considérés comme de bons indicateurs de l'effet du changement climatique sur le patron de distribution des espèces dans la nature. De plus, de part leur mode de reproduction sexuée (alternance entre macrosporophytes et micro-gamétophytes), il a été démontré que certaines espèces peuvent être affectées par différents stress abiotiques modifiant leur sex-ratio et induisant de la parthénogenèse. Dans notre étude, nous avons estimé la variation du sex-ratio chez la macroalgue brune *Lessonia nigrescens* dans 13 populations échantillonnées le long des côtes chiliennes sur un total de plus de 300 progénies. L'effet de la température sur la variation du sex-ratio et le développement des gamétophytes a été testé à 10 et 14 °C pour définir les seuils de tolérance susceptibles d'affecter durablement le mode de reproduction de l'espèce.

## Synthèse des données 2004-2008 sur le genre *Dinophysis* (Dinophycées) en Bretagne

Anne DONER<sup>a</sup>, Aurélie LEGENDRE<sup>b</sup>, Jacky CHAUVIN<sup>c</sup>,  
Gilbert MOUILLARD<sup>b</sup>, Raoul GABELLEC<sup>c</sup> & Elisabeth NÉZAN<sup>a</sup>

<sup>a</sup> IFREMER, LER FBN, Station de Concarneau, 13 rue de Kérose,  
29187 Concarneau Cedex

<sup>b</sup> IFREMER, LER FBN, CRESCO Station IFREMER, 38 rue du Port Blanc,  
BP 80108, 35801 Dinard

<sup>c</sup> IFREMER, LER MPL, 12 rue des Résistants, BP 26, 56470 La Trinité-sur-Mer

Dans le cadre du REPHY (Réseau de surveillance du PHYtoplancton et des phycotoxines) et de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau), les Laboratoires Environnement Ressources de l'IFREMER assurent la surveillance du phytoplancton et des phycotoxines.

Le suivi du phytoplancton se décline en deux objectifs : l'un, sanitaire, consiste en l'identification et le dénombrement des genres toxiques, le deuxième, environnemental, vise à établir des listes floristiques pour estimer l'abondance spatio-temporelle des taxons compris dans le micro-phytoplancton.

Parmi les trois principaux genres toxiques responsables des contaminations de coquillages, *Dinophysis* est connu pour provoquer des intoxications diarrhéiques chez le consommateur de coquillages.

Cette synthèse présente le suivi des concentrations de *Dinophysis* observées en Bretagne sur les cinq dernières années. La répartition géographique et quantitative de *Dinophysis* sont liées d'une part à la dynamique des courants au large des côtes bretonnes, d'autre part à la configuration des sites surveillés. Le nord Bretagne est moins marqué par l'apparition du genre *Dinophysis* qui est par contre plus abondant au sud de la région. Deux sites se distinguent en termes

quantitatifs de cellules observées : la baie de Vilaine (Morbihan) et la baie de Douarnenez (Finistère côte ouest). À l'échelle régionale et au terme de cinq années d'observation, il est possible de montrer que les périodes d'apparition du genre *Dinophysis* sont en évolution.

### **Efflorescences de *Pseudo-nitzschia* spp. (Bacillariophycées) en Bretagne et surveillance des gisements de Pectinidés**

Claude LE BEC<sup>a</sup>, Dominique LE GAL<sup>a</sup>, Anne DONER<sup>a</sup>, Jacky CHAUVIN<sup>b</sup>  
& Elisabeth NÉZAN<sup>a</sup>

<sup>a</sup> IFREMER, LER FBN, Station de Concarneau, 13 rue de Kérose,  
29187 Concarneau Cedex

<sup>b</sup> IFREMER, LER MPL, 12 rue des résistants, BP 26, 56470 La Trinité-sur-Mer

La surveillance des zones de pêche à Pectinidés est devenue systématique et obligatoire sur les côtes françaises depuis 2003. Parallèlement, dans le cadre du réseau de surveillance REPHY, le dénombrement des espèces de *Pseudo-nitzschia* spp., potentiellement productrices de toxines de types ASP, est réalisé systématiquement depuis les années 80. La relation avec les teneurs en acide domoïque dans les coquilles Saint-Jacques est analysée, notamment sur les sites de pêche bretons qui sont pris en exemple. Si cette surveillance des teneurs en toxines est systématique depuis 2003, on constate qu'historiquement la région est particulièrement riche en efflorescences à *Pseudo-nitzschia* spp. depuis de très nombreuses années. Les seuils d'alerte sont discutés et des méthodes alternatives sont proposées, sur la base du principe de précaution. Les séries chronologiques disponibles montrent également une variabilité interannuelle des blooms qui pourrait être reliée aux variations de l'Oscillation Nord Atlantique (NAO).

### ***Ostreopsis* : un risque émergent. De l'apport de la recherche à l'appui à la gestion**

Hubert GROSSEL, Françoise MIRALLES, Fabienne CHAVANON  
& Roger KANTIN

IFREMER, LER PAC, Z.P. de Brégaillon, BP 330, 83507 La Seyne-sur-Mer Cedex

L'émergence du risque sanitaire lié à la présence du genre *Ostreopsis* en Méditerranée a d'abord concerné l'Espagne au cours de l'été 2004 (200 personnes intoxiquées sur la côte catalane), puis l'Italie au cours de l'été 2005 (180 personnes

sur des plages du golfe de Gènes) avec des symptômes respiratoires. Au cours de l'été 2006, la région de Marseille a aussi été touchée, cette fois-ci sur des critères liés à la baignade. Depuis ces différents événements, les autorités sanitaires des différents pays concernés ont mis en œuvre des stratégies propres à chacun pour surveiller ce risque émergent, en évaluer la montée éventuelle en puissance, et adopter des procédures d'alerte pertinentes en fonction des différents usages concernés. Les connaissances actuelles sur les toxines impliquées montrent en effet que le risque sanitaire s'adresse aussi, outre les effets déjà décrits (respiratoires ou cutanés), à la dimension alimentaire, c'est-à-dire via la bioconcentration voire la biomagnification toxinique dans la chaîne alimentaire. C'est à ce niveau, qu'en terme sanitaire, le risque majeur existe, car la palytoxine compte parmi les plus puissantes connues. Les questions posées aujourd'hui par les gestionnaires aux scientifiques visent à établir l'argumentaire justifiant les stratégies pour ce nouveau type de surveillance s'adressant à des micro-algues épibenthiques. Quelle stratégie pour le risque aérosols et/ou le risque baignade ? Quelle stratégie pour la consommation des fruits de mer ? Quels seuils pertinents utiliser pour chacun de ces usages ? Quelle méthodologie analytique adopter, en accord avec une exigence d'assurance qualité et dans le respect des normes en cours d'élaboration ? Cet exposé listera ces différents points en évoquant les solutions imaginables actuellement, ainsi que le contexte partenarial dans lequel se situe l'ensemble de ces réflexions.

## **Le développement des dinoflagellés toxiques benthiques du genre *Ostreopsis* en Méditerranée Nord Ouest : présentation du projet MediOs 2**

*Rodolphe LEMÉE<sup>a</sup>, Luisa MANGIALAJO<sup>b</sup>, Stéphanie COHU<sup>a, b</sup>,  
Aurélien BLANFUNE<sup>a</sup>, Ornella PASSAFIUME<sup>a</sup> & Thierry THIBAUT<sup>b</sup>*

<sup>a</sup> *Observatoire Océanologique de Villefranche-sur-mer,  
Université Pierre et Marie Curie - Paris 6, Laboratoire d'Océanographie  
de Villefranche, CNRS UMR 7093, 06230 Villefranche-sur-mer*

<sup>b</sup> *Université de Nice-Sophia Antipolis, EA 4228 ECOMERS, Parc Valrose,  
BP 71, 06108 Nice Cedex 02*

Mises en évidence pour la première fois en Méditerranée Nord Ouest en 1972 dans la Baie de Villefranche, les espèces toxiques benthiques du genre *Ostreopsis* prolifèrent de façon importante uniquement depuis une dizaine d'années, principalement en Italie, en France et en Espagne. Ces proliférations, souvent très localisées dans l'espace et dans le temps, ont parfois un impact sur la faune (mortalité d'invertébrés) et sont à l'origine de problèmes sanitaires, *via* le contact direct avec les micro-algues ou *via* l'inhalation d'embruns provenant des zones contaminées.

Le projet Méditerranée-*Ostreopsis* (MediOs 2), financé par le Ministère de l'Écologie, le Conseil Général des Alpes-Maritimes et l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, vise à étudier, *via* une approche pluridisciplinaire,

l'impact écologique, sanitaire et socio-économique de la prolifération de ces micro-algues benthiques. Un des principaux objectifs du projet est également de mieux comprendre les conditions écologiques qui favorisent la prolifération de ces micro-algues. Les études d'écologie *in situ* que nous avons menées, entre Cassis (Bouches-du-Rhône, France) et Gênes (Italie), suggèrent un rôle déterminant du substrat, de la température, de la profondeur et de l'hydrodynamisme dans la prolifération de ces micro-algues et dans le passage entre la phase benthique et la phase pélagique des cellules.

## Étude de la variabilité interspécifique de la production de DMSP par les dinoflagellés

Amandine CARUANA <sup>a</sup>, Michael STEINKE <sup>b</sup>, Sue TURNER <sup>a</sup> & Gill MALIN <sup>a</sup>

<sup>a</sup> University of East Anglia, School of environmental sciences,  
NR47TJ Norwich, Royaume-Uni

<sup>b</sup> University of Essex, CO43SQ Colchester, Royaume-Uni

Le diméthylsulfure (DMS) est la principale source naturelle de soufre émise par l'océan dans l'atmosphère, et est notamment étudié pour son effet de refroidissement sur le climat. Ce gaz résulte de la dégradation enzymatique du diméthylsulfoniopropionate (DMSP), précurseur libéré en majeure partie lors de la lyse des cellules algales. Essentiellement produit par des algues marines, le rôle biologique du DMSP est premièrement décrit comme un osmolyte puis comme cryoprotecteur, antioxydant, mécanisme d'élimination du surplus métabolique ou de défense chimique contre les brouteurs. Son rôle, multiple ou variant selon les espèces, est toujours source d'investigations. Les dinoflagellés sont un groupe producteur majeur de DMSP, cependant d'après notre synthèse bibliographique, leur production varie considérablement entre espèces. Ce taxon présente la particularité de rassembler 5 types de plastes dans 5 sous-groupes, ce qui pourrait expliquer cette variabilité si le DMSP est synthétisé dans le compartiment plastidial comme dans le cas de l'angiosperme *Wollastonia biflora*. De plus, 50 % des espèces de dinoflagellés sont hétérotrophes et représentent une part importante de la biomasse zooplanctonique. En premier lieu, la variabilité interspécifique en DMSP est comparée à plusieurs critères biologiques (type de plaste, toxicité, phylogénie). Puis, une étude détaillée de la production de DMSP par une espèce hétérotrophe *Cryptocodinium cohnii* révèle une augmentation de la concentration en DMSP à 2 fois sa concentration initiale en réponse à une carence en Carbone. Ces résultats apportent de nouvelles indications concernant la contribution des dinoflagellés dans la production du DMS/P ainsi que le rôle biologique du DMSP.

## **L'algue brune *Laminaria digitata* et ses bactéries associées**

*Stéphanie SALAÛN, Stéphane LA BARRE & Alexis BAZIRES*

*Station Biologique de Roscoff, CNRS/UPMC UMR7139, place Georges Tessier,  
BP 74, 29682 Roscoff Cedex*

Toute surface inerte ou vivante immergée en eau de mer est rapidement colonisée par des bactéries, formant par une suite de mécanismes initialement physico-chimiques une communauté complexe appelée biofilm. Les populations sauvages d'algues marines fournissent de larges surfaces à coloniser. Diverses stratégies leur permettent de combattre l'attaque par les bactéries et même d'en prévenir la prolifération, ou au contraire de les attirer de manière plus ou moins sélective, comme démontré chez plusieurs algues rouges et vertes. *Laminaria digitata* (Phéophycée) est le premier modèle d'algue brune pour l'étude des peuplements bactériens épiphytes, avec pour objectif d'étudier les réponses métaboliques de l'algue permettant ou empêchant l'adhésion bactérienne ou la formation du biofilm sur sa surface. En effet, cette algue d'intérêt commercial et écologique reconnu, abondante sur les côtes bretonnes et accessible aux basses mers de vive-eau, possède un métabolisme halogéné très particulier et étudié depuis plusieurs années à la Station Biologique de Roscoff. Ces travaux de thèse sur l'épiphytisme bactérien de *Laminaria digitata* passent par les étapes indispensables d'isolement et de culture des souches bactériennes tolérantes aux milieux classiques. Elles révèlent une biodiversité relativement riche, et seront prochainement complétées par la mise au point de méthodes moléculaires pour réaliser une étude de la biodiversité réelle présente sur cette algue brune. Ces travaux servent également à étudier la flore bactérienne épiphyte d'une autre algue brune, *Laminaria hyperborea*, touchée depuis juillet par un phénomène de nécrose de leur thalle. La cause de ce fléau n'est pas encore connue, c'est pourquoi est menée ici, à la station biologique de Roscoff, l'étude bactériologique de cette algue.

## **Interactions entre les bactéries et les microalgues benthiques lors de la formation d'un biofilm marin**

*Kim DOIRON, Dimiter HADJIEV & Nathalie BOURGOUGNON*

*Université de Bretagne Sud, Laboratoire de Biotechnologie et Chimie Marine  
(LBCM), Centre de Recherches Yves Coppens, BP 573, 56017 Vannes Cedex*

Le milieu marin est un écosystème complexe où différents organismes cohabitent et survivent ensemble. Dans ce milieu, les paramètres biologiques, chimiques et physiques interagissent entre eux et sont majoritairement méconnus des scientifiques. Les biofilms marins sont l'un des phénomènes les plus difficiles



à enrayer. Ceux-ci se forment par l'adhésion des bactéries sur une surface immergée provoquant le ralentissement des navires et la mortalité massive des poissons en aquaculture. Plusieurs travaux ont été publiés sur la formation des biofilms bactériens et micro-algaux. Cependant, très peu concernent l'interaction entre les deux acteurs. L'objectif principal de cette étude est de comprendre les interactions entre les bactéries et les micro-algues lors de la formation d'un biofilm mixte. La formation des biofilms a été réalisée dans un bioréacteur de 750 mL durant une période de 21 jours. Trois séries ont été menées, une série en présence de la bactérie marine *Pseudoalteromonas* sp., une série en présence de la diatomée benthique *Amphora coffeaeformis* et une série en présence des deux espèces. Les résultats du microscope électronique à balayage ont permis de mettre en évidence l'évolution des biofilms depuis l'adhésion jusqu'à la maturité. Les analyses de croissance microalgale et bactérienne ont démontré une augmentation nette les premiers jours suivi d'une stagnation de la croissance à la fin de l'échantillonnage. La comparaison des acides gras a mis en évidence que les biofilms bactériens possédaient des acides gras en C12 et en C18 tandis que les biofilms micro-algaux possédaient plus de C20 et de C22. Toutefois, les biofilms mixtes comportent plus de C12.

## **La RMN des tissus vivants et des cellules entières : ses applications en métabolomique et dans les interactions algues-microbes**

*Stéphane LA BARRE<sup>a</sup>, Stéphanie SALAÜN<sup>a</sup>, Philippe POTIN<sup>a</sup>  
& Nelly KERVAREC<sup>b</sup>*

<sup>a</sup> *Station Biologique de Roscoff, CNRS UPMC UMR 7139, place Georges Teissier,  
BP 74, 29682 Roscoff Cedex*

<sup>b</sup> *Université de Bretagne Occidentale, Service Commun de RMN-RPE,  
6 avenue Victor-Le-Gorgeu, CS 93837, 29238 Brest Cedex 3*

Chez les organismes marins, l'adaptation à de nouvelles conditions environnementales correspond généralement à des changements physiologiques observables par l'accumulation, la transformation ou la disparition dans le cytoplasme de métabolites initialement présents. De même, la communication intercellulaire est souvent médiée dans la mer par de petites molécules, par contact direct ou par émission de molécules solubles ou vectorisées dans le milieu, avec des effets allélopathiques ou au contraire bénéfiques à la survie d'au moins un partenaire. Il est possible d'évaluer sur cellule vivante les changements métaboliques dus à la présence d'une molécule signal ou de celle de l'organisme qui la produit. La résonance magnétique nucléaire RMN HR-MAS qui permet d'observer de façon non-invasive les contenus cellulaires de matériel vivant ou de tissus frais et de suivre leur évolution, représente un outil rapide d'évaluation de ces changements. L'intérêt de cette approche est étudié à travers plusieurs exemples.

## Potentialisation des réponses de défense de l'algue brune *Laminaria digitata*

Audrey COSSE, François THOMAS, Sophie GOULITQUER,  
Catherine LEBLANC & Philippe POTIN

Station Biologique de Roscoff, CNRS UPMC UMR 7139, place Georges Teissier,  
BP 74, 29682 Roscoff Cedex

Chez les plantes terrestres, la potentialisation (priming) par des composés volatils se traduit par une capacité accrue à mettre en place des réponses de défense. La différence de comportement de plantules sauvages (en contact permanent avec le milieu naturel) et de culture suite à l'application d'éliciteurs de défense oligosaccharidiques a conduit à formuler l'hypothèse d'un tel phénomène chez l'algue brune *Laminaria digitata*. Il se manifeste par une détoxification plus rapide des espèces activées de l'oxygène et une induction plus précoce et plus forte des gènes de défense chez les algues sauvages. Des expériences en conditions contrôlées au laboratoire ont montré que des plantules élicitées émettent dans l'eau de mer des substances capables de potentialiser la réponse de leurs voisines. Le même comportement a été observé chez des plantules de culture conditionnées en milieu naturel. Par ailleurs, nous avons montré qu'en réponse à l'élicitation tout comme en milieu naturel, *L. digitata* émet de nombreux composés issus du métabolisme oxydatif des acides gras, notamment ceux en C6 dont le rôle est démontré dans les phénomènes de priming chez les plantes terrestres. Des mécanismes de priming similaires aux végétaux supérieurs existent donc chez l'algue brune *L. digitata* et jouent potentiellement un rôle sur la structuration des communautés marines.

### C – Communications affichées

## Caractérisation de la structure du Kappa-beta-carraghénane extrait de deux espèces carraghénophytes : *Tichocarpus crinitus* et *Furcellaria lumbricata*

Gaëlle CORREC<sup>a</sup>, Nelly KERVAREC<sup>b</sup>, Anna BARBARANOVA<sup>c</sup>,  
Irina M. YERMAK<sup>c</sup> & William HELBERT<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Station Biologique de Roscoff, CNRS UMR7139 Végétaux Marins  
et Biomolécules, place Georges Teissier, BP 74, 29682 Roscoff

<sup>b</sup> Université de Bretagne Occidentale, Service Commun de RMN-RPE,  
6 avenue Victor-Le-Gorgeu, CS 93837, 29238 Brest Cedex 3

<sup>c</sup> Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, Far East Branch,  
Russian Academy Sciences, Vladivostok, 690022, Russia

Les carraghénanes sont des polysaccharides linéaires sulfatés qui composent la paroi cellulaire des algues rouges. Leur squelette est composé de

D-galactopyranoses reliés alternativement par des liaisons  $\alpha(1-3)$  et  $\beta(1-4)$ , et ces carraghénanes se distinguent par la présence ou non d'un pont 3,6 anhydro sur le résidu galactose lié en  $\alpha(1-3)$  et par leur taux de sulfatation.

Les trois carraghénanes exploités industriellement :  $\kappa$ ,  $\iota$ ,  $\lambda$  et carraghénanes, sont caractérisés respectivement par la présence de 1, 2 ou 3 sulfates par unité disaccharidique. Dans la paroi des carraghénophytes, les chaînes de polysaccharides ont souvent des structures hybrides composées de motifs idéaux ( $\kappa$ -,  $\iota$ -,  $\lambda$ -) et de motifs précurseurs ( $\mu$ -,  $\nu$ -), ainsi que de motifs désulfatés ( $\beta$ -), méthylés ou pyruvatés.

La caractérisation des structures chimiques des carraghénanes hybrides peut être menée grâce à l'utilisation de carraghénases : glycosides hydrolases produites par des bactéries marines, qui dégradent spécifiquement les carraghénanes en coupant leurs liaisons  $\beta(1-4)$ . Les oligo-carraghénanes produits sont analysés par chromatographie liquide, RMN et spectrométrie de masse. La nature de ces oligosaccharides et de la fraction résistante à l'enzyme est représentative de la structure du polymère.

Les résultats obtenus par l'équipe du Dr. Irina M. Yermak (Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, Vladivostock) confirment l'activité anti-batérienne des carraghénanes mais les structures hybrides seraient plus efficaces que les structures idéales. Dans le cadre de cette collaboration, nous avons donc caractérisé les structures chimiques de deux types de  $\kappa/\beta$ -carraghénane extraits des Gigartinales *Tichocarpus crinitus* (collecté sur les côtes russes) et *Furcellaria lumbricalis* (collecté sur les côtes estoniennes).

### **Stress UV et teneurs en acides gras oméga 3 chez deux micro-algues marines, *Pavlova lutheri* (Pavlovophycées) et *Odontella aurita* (Bacillariophycées)**

Freddy GUIHÉNEUF<sup>a</sup>, Virginie MIMOUNI<sup>a</sup>, Lionel ULMANN<sup>a</sup>,  
Boris JACQUETTE<sup>b</sup> & Gérard TREMBLIN<sup>a, b</sup>

<sup>a</sup> Université du Maine, EA 2160, Mer Molécules Santé, Département Génie  
Biologique, IUT de Laval, 52 rue des docteurs Calmette et Guérin, 53000 Laval

<sup>b</sup> Université du Maine, EA 2160, Mer Molécules Santé, avenue Olivier Messiaen,  
72085 Le Mans cedex 9

Les rayonnements ultraviolets (UV-R) sont physiologiquement et génétiquement nocifs vis-à-vis de nombreuses formes de vie des écosystèmes terrestres et aquatiques. Chez les micro-algues, les UV-R sont connus pour avoir des effets plutôt négatifs sur la croissance et l'activité photosynthétique, mais aussi sur les voies biochimiques de synthèse, en particulier celles impliquées dans la synthèse des acides gras. Dans les claires ostréicoles ou lors de leur culture dans des bassins extérieurs, la faible turbidité et l'épaisseur réduite de la couche d'eau ne procurent aux micro-algues qu'une protection limitée vis-à-vis des UV-R, ce qui peut induire des modifications importantes de leur composition lipidique. Le but de ce travail est d'étudier les effets d'un stress UV de 8 jours sur la composition en acides gras des

lipides totaux de deux micro-algues, *Pavlova lutheri* et *Odontella aurita*. Pour cela, une dose journalière d'UVA et d'UVB de  $110 \text{ KJ m}^{-2} \text{ j}^{-1}$  correspondant à la valeur moyenne reçue au cours d'une journée d'été dans la région (Pays-de-la-Loire) est délivrée pendant 5 h durant la photopériode (PAR : 14 h,  $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). Du fait de leur richesse en acides eicosapentaénoïque (20:5 n-3, EPA) et docosa-hexaénoïque (22:6 n-3, DHA) de la série des oméga 3, ces deux espèces sont cultivées depuis plusieurs années en bassins extérieurs et respectivement utilisées en aquaculture et en nutrition humaine (prévention des maladies cardiovasculaires) comme complément alimentaire. Chez *P. lutheri*, l'exposition au traitement UV-R entraîne une augmentation des teneurs en acides gras monoinsaturés et une diminution des proportions d'acides gras polyinsaturés, notamment de la série des oméga 3 tels que l'EPA et le DHA. Nos résultats mettent en évidence une réduction de 20 % des teneurs en EPA et de 16 % des teneurs en DHA, après un traitement de 8 jours aux UV-R. Ces résultats peuvent s'expliquer par le pouvoir oxydant élevé des UV-R qui conduit à la formation de dérivés oxygénés comme les peroxydes et les radicaux libres intracellulaires. Les dérivés résultant de la peroxydation des acides gras constituent l'un des dommages majeurs causés aux membranes cellulaires par les UV-R. Chez *O. aurita*, l'exposition des cellules aux UV-R n'entraîne aucune variation de la composition en acides gras des lipides totaux. Les teneurs en EPA restent élevées (27-28 % des lipides totaux) durant les 8 jours de traitements. La qualité nutritionnelle de *P. lutheri*, en particulier sa teneur en oméga 3, est donc significativement modifiée ce qui met en avant la sensibilité de cette espèce aux UV-R. En revanche, les résultats concernant la diatomée *O. aurita* nous permettent de suggérer que cette espèce est plus résistante aux UV-R. Chez *O. aurita*, la culture en bassin extérieur « race-way » peut ainsi permettre d'obtenir une biomasse riche en EPA, quelles que soient les variations saisonnières des UV-R.

## Life cycle variation and local adaptation in the red alga *Chondrus crispus*

Stacy A. KRUEGER, Denis ROZE & Myriam VALERO

Station Biologique de Roscoff, UMR CNRS/UPMC 7144, place Georges Teissier,  
BP 74, 29682 Roscoff Cedex

*Chondrus crispus* is an ecologically and economically important red seaweed in the North Atlantic, yet comparatively little is known about its population structure. The purpose of this study is to explore the potential factors underlying the geographic variation in the mating system of an alga with a haploid diploid life cycle. The first objective of the thesis is to explore the demography of naturally occurring populations. Asexuality has been observed in culture, but the frequency of such reproductive events in the field is unknown. Further, males appear to be rare, but whether they are in fact absent or if there have been artifacts of sampling time or scale remains unclear. Therefore, *Chondrus* populations will be analyzed across latitudinal and tidal ranges, corresponding to its geographic distribution at two distinct spatial scales. Asexuality is predicted to increase as habitats become marginal (e.g., higher latitudes). This spatial patterning has been demonstrated in other species of red algae, such as *Mastocarpus*. The second objective will address the impact of

*Acrochaete* spp. on the evolution of *Chondrus* populations by testing for local adaptation between the host and endophyte. Finally, the third objective will unite the above analyses with a theoretical approach to model the effects of geographic structure on the evolution of the mating system in complex life cycles. The use of novel organisms with more complex life cycles is particularly relevant to test the generality of life history theory and to understand the factors underlying population structure.

## **L'utilisation du tampon TRIS montre des mécanismes différents dans l'assimilation du carbone inorganique (Ci) chez les macro-algues rouges**

Pascale MOULIN<sup>a</sup> & Lennart AXELSSON<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Université de Basse Normandie UMR 100 IFREMER, Physiologie et Écophysiologie des Mollusques Marins, esplanade de la Paix, 14032 Caen

<sup>b</sup> Kristinebergs Marina Forskningsstation, Kristineberg 566, S-450 34 Fiskebäckskil, Suède

Les mécanismes d'assimilation du carbone inorganique de 25 macro-algues rouges marines ont été étudiés et ont été classés en 4 types (1, 2, 3 et 4). Le type 4 est sensible au tampon TRIS entraînant une diminution de l'activité photosynthétique nette et indiquant une sortie de H<sup>+</sup> par les « pompes à proton » localisées au niveau de la membrane plasmique. Les algues classées dans le type 1 sont insensibles au tampon TRIS alors que les macro-algues du type 2 ont leurs activités photosynthétiques nettes stimulées en présence de TRIS. Les types 1, 2 et 4 ont une activité anhydrase carbonique externe alors que le type 3 est insensible à l'inhibiteur des AC externes, l'acétazolamide, et même au tampon TRIS. 60 % de ces macro-algues rouges étudiées possèdent une activité « pompe à proton » : ce sont des algues de surface, dites plutôt photophiles alors que les algues du type 1 sont de profondeur et dites plutôt sciaphiles.

## ***Fragilidium duplocampanaeforme* sp. nov., une nouvelle espèce de dinoflagellé phagotrophe de l'Atlantique nord-est**

Elisabeth NÉZAN & Nicolas CHOMÉRAT

IFREMER, LER FBN, Station de Concarneau, 13 rue de Kérose,  
29187 Concarneau Cedex

Une espèce inédite, *Fragilidium duplocampanaeforme* (Dinophycées), est décrite sur la base de résultats d'analyses morphologiques en microscopie

photonique et électronique à balayage. C'est la sixième espèce du genre *Fragilidium*. Elle se distingue des 5 autres notamment par son contour qui rappelle celui de deux cloches accolées par la base, d'où son nom. Par ailleurs, contrairement à celle des autres espèces, sa thèque est rugueuse avec des dépressions pourvues de pores. C'est la seule espèce décrite avec un pore postérieur facultatif sur la plaque antapicale 2''''.

*Fragilidium duplocampanaeforme* Nézan et Chomérat sp. nov. est observé sur la côte Atlantique française. Malgré sa forme particulière (en double cloche), cette espèce est restée longtemps inédite en raison probablement de sa capacité, caractéristique du genre, à perdre rapidement sa thèque, mais aussi de sa faible abondance dans les échantillons. Elle apparaît généralement en période estivale, souvent associée à *Fragilidium subglobosum*, *Pyrophacus horologium* mais également à d'autres dinoflagellés des genres *Alexandrium* et *Dinophysis*. Son action prédatrice sur *Dinophysis* spp. est démontrée avec un mécanisme d'ingestion des cellules et de digestion des thèques qui reste à définir ; les proies étant retrouvées entières, avec leur thèque, dans le protoplasme.

Comme chez d'autres dinoflagellés, notamment du genre *Pyrophacus*, une petite forme est observée laissant supposer une reproduction sexuée.

Les résultats récents d'une analyse moléculaire portant sur la région LSU de l'ADN ribosomal montrent que *F. duplocampanaeforme* est différente des espèces de *Fragilidium* enregistrées dans les banques de données de séquences.

## **Caractérisation et expression du gène de la phytochélatine synthase chez des diatomées marines**

*Thi Le Nhung NGUYEN-DEROUCHE, Aurore CARUSO, Boris JACQUETTE, Gérard TREMBLIN & Annick MORANT-MANCEAU*

*Université du Maine, EA 2160, Mer Molécules Santé, avenue Olivier Messiaen, 72085 Le Mans Cedex 9*

Les phytochélatines sont des polypeptides capables de chélater des métaux et donc de réduire ainsi leur toxicité. Chez de nombreux microorganismes et en particulier chez les micro-algues, la présence de phytochélatines a été mise en évidence. La phytochélatine synthase (PCS) qui catalyse leur synthèse est une enzyme clé dans la détoxification métallique. L'étude de la réponse physiologique (croissance et activité photosynthétique) de quatre Bacillariophycées (*Amphora acutiuscula*, *Amphora coffeaeformis*, *Entomoneis paludosa* et *Nitzschia palea*) en présence d'ions métalliques a révélé une sensibilité variable de ces quatre espèces vis-à-vis d'un excès de cuivre ou de zinc dans le milieu de culture. Afin de préciser ce comportement, la recherche du gène codant la PCS et l'étude de son expression ont été entreprises. Chez ces quatre diatomées, nous avons mis en évidence, grâce à la technique d'amplification de l'ADN génomique, la présence de ce gène. Son niveau d'expression a ensuite été évalué par la technique de northern blot chez les quatre micro-algues. Chez trois des quatre diatomées étudiées et celles que soient les concentrations en métaux testées, l'expression du gène n'a pas pu être

détectée. Par contre chez *N. palea*, si l'expression du gène est confirmée, nos résultats montrent que le niveau de transcrits n'est pas dépendant de la quantité de zinc ajouté (15 ou 20  $\mu\text{M}$ ) puisque l'on observe l'expression la plus importante avec la concentration en zinc la moins élevée.

## **Contribution à l'évaluation des potentialités aquacoles d'un site dans la baie de Bou-Ismaïl**

*Dina Lila SOUALILI<sup>a</sup> & Moustapha BOUDJENAH<sup>b</sup>*

<sup>a</sup> *Université Saad Dahlab de Blida, Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires et Biologiques, BP 270, Blida (09000), Algérie*

<sup>b</sup> *URDPA, Centre national d'étude et de documentation pour la pêche et l'aquaculture, 11 boulevard du Colonel Amirouche, Bou-Ismaïl, 42400 Tipaza, Algérie*

Cette étude est une contribution à l'évaluation de la situation physico-chimique et biologique d'un site à potentialité aquacole dans la baie de Bou-Ismaïl du CNDPA. L'analyse des paramètres physicochimiques montre que les eaux du site étudié sont plus ou moins tempérées, influencées par la saison printanière, avec un pH favorable à une vie aquatique ; d'une façon générale le site enregistre une salinité conforme aux normes avec une saturation en oxygène, signe d'une forte activité biologique. En outre, l'analyse des données relatives aux sels nutritifs montre que le site subit des enrichissements continus d'origine terrigène avec une influence des ruissellements côtiers. Par ailleurs, les teneurs des paramètres biologiques (chlorophylle *a*, phéopigments et COP), laissent supposer que la région d'étude est fortement influencée par l'oued Mazafran et même par les rejets urbains et industriels. Ceci engendre non seulement des fluctuations importantes de la matière organique particulaire, mais aussi de la production phytoplanctonique. L'étude qualitative du phytoplancton a révélé la présence de plusieurs espèces et groupes, avec la dominance des dinoflagellés qui prolifèrent dans les conditions de température et de stabilité particulières. En outre, quelques espèces de phytoplancton toxiques ont été dénombrées dans ce site, avec impact sur la santé humaine en cas d'ingestion de moules d'élevage. Ce travail nous permet de conclure sur la qualité des nutriments des moules au niveau du site d'élevage. Le phytoplancton ne représente qu'une petite partie de la matière organique particulaire.