

# RELOCALISATION DU CENTRE D'OCEANOLOGIE DE MARSEILLE



Document préparé par DIMAR – UMR 6540 (juin 2005)

*Diversité, évolution et écologie fonctionnelle marine*

Directeur: Jean-Pierre Féral *DR CNRS*

unité, qui sans prétendre parler au nom de tout le COM, donne ici sa vision de ce qu'est un Centre d'Océanologie et sa conception de la place de la biologie et du contact direct avec les organismes marins et le milieu marin parmi les Sciences de la Mer



1. Le Centre d’Océanologie de Marseille (COM)	4
2. Les composantes du COM	5
3. La nécessité d'une relocalisation fonctionnelle du COM	5
4. Vers une solution consensuelle	6
5. La volte-face et l'abandon du consensus	6
6. Le Conseil d’administration du 17 juin 2005	6
7. Les conséquences	6
7.1. <i>Sur les activités scientifiques du COM</i>	7
7.2. <i>Sur les activités d’enseignement</i>	7
7.3. <i>Sur les activités d’observatoire littoral du milieu marin</i>	8
7.4. <i>Sur l'image du COM</i>	8
7.5. <i>Sur le rôle du COM dans la ville, dans la région et en Europe</i>	8
8. Le contexte des Stations Marines	9
8.1. <i>Définition</i>	9
8.2. <i>Leurs rôles</i>	9
8.3. <i>L'aide à la décision</i>	10
8.4. <i>La Station Marine d'Endoume</i>	11
9. Eau de mer naturelle courante	11
9.1. <i>La nécessité d'un aquarium d'étude</i>	11
9.2. <i>Exemples d'utilisations prévues des installations d'aquariums</i>	12
9.3. <i>Personnels concernés</i>	13
9.4. <i>Programmes actuels de rattachement nécessitant des installations d'eau de mer naturelle courante (DIMAR)</i>	14
10. Quelques exemples de résultats récents obtenus grâce aux installations d'eau de mer courante	14
10.1. <i>Des plans atypiques d'organisation d'éponges</i>	14
10.2. <i>Des éponges pour étudier le comportement des contaminants en mer</i>	14
10.3. <i>Cycle de reproduction et morphogenèse d'organismes benthiques : Oopsacas minuta et éponges Homoscleromorpha</i>	15
10.4. <i>Changements climatiques</i>	15
10.5. <i>Suivi des populations de poissons Labridés et Sparidés</i>	16
10.6. <i>Rôle complémentaire de la Calanque, réserve marine depuis 1961</i>	16
11. Articles et thèses récents dus à des installations de Station Marine	17

## RELOCALISATION DU CENTRE D'Océanologie DE MARSEILLE

### 1. Le Centre d'Océanologie de Marseille (COM)

Historiquement, le Centre d'Océanologie de Marseille tire son origine de la Station de Biologie marine d'Endoume, créée par le zoologiste marin Antoine Fortuné Marion entre 1883 et 1888 à la pointe sud de la presqu'île d'Endoume. Cette réalisation s'inscrivait dans le cadre d'un grand mouvement scientifique qui conduit les biologistes européens à l'étude des organismes marins et de leur extrême diversité : à la même époque, sont ainsi fondées en France les grandes stations de biologie marine de Roscoff, Banyuls sur Mer et Villefranche sur Mer, ainsi que d'autres implantations de moindre importance. Sous l'impulsion de Jean-Marie Pérès, la Station Marine d'Endoume (SME) bénéficiera au cours des années 1960 d'importants moyens financiers de la Délégation générale à la recherche scientifique et technique (Comité pour l'Exploitation des Océans ou COMEXO), autorisant la construction de deux ailes nouvelles accolées au bâtiment primitif, et d'un laboratoire construit en contrebas au-dessus d'une petite calanque. Parallèlement, des recherches en océanographie géologique et physique se développent, consacrant la nécessaire pluridisciplinarité de l'océanographie.

À la suite de la création, après le mouvement de mai 1968, d'une seconde université d'Aix-Marseille, la SME a été rattachée à la Faculté des Sciences de l'université d'Aix-Marseille 2 (U2), installée sur le grand campus de Luminy décidé en 1965. Après son rattachement à (U2), certains laboratoires de la Station Marine d'Endoume, qui n'avaient pas besoin d'un accès direct à la mer et d'aquariums d'étude (géochimistes et géologues principalement) se sont installés à Luminy, en raison du manque de place à Endoume. Par la suite, entre 1965 et 1996, les quelques laboratoires océanographiques de Luminy ont été rattachés au Centre d'Océanologie de Marseille (COM), dont la création en tant qu'École interne de l'université d'Aix-Marseille 2 (article 33 de la loi Savary) et Observatoire des Sciences de l'Univers de l'Institut national des Sciences de l'Univers (INSU) date de 1989.

En ce qui concerne la recherche, le COM comprend actuellement trois unités mixtes de recherche (UMR) et une unité mixte de service (UMS). UMR et UMS sont des formations créées ou renouvelées dans le cadre d'un contrat quadriennal entre le CNRS et l'université de la Méditerranée. Chacune d'elle a un directeur appartenant soit au CNRS, soit à l'université. À cette structure de recherche s'ajoute une structure universitaire pour l'enseignement (statut École Interne). Enfin, à la suite de la création de l'Institut national des Sciences de l'Univers en 1985, le COM a été classé en 1989 parmi les Observatoires des Sciences de l'Univers (OSU). Un directeur unique, nommé par le ministre sur proposition du Conseil d'administration de l'OSU, assure la direction de l'École interne, de l'Observatoire et de l'UMS. Statutairement, les UMR sont scientifiquement indépendantes. Elles sont évaluées, en accord entre leurs deux tutelles, par plusieurs sections du Comité National de la Recherche Scientifique (CN), émargeant à deux départements scientifiques du CNRS, aux cultures très différentes, le département des Sciences de l'Univers (SDU) et le département des Sciences de la Vie (SDV). En ce qui concerne les bâtiments, le COM est implanté

- sur le campus de Luminy (2628 m<sup>2</sup>),
- dans la Station Marine d'Endoume qu'il occupe seul (2954 m<sup>2</sup>).

En outre, deux chercheurs sont affectés à La Seyne-sur-Mer, dans des locaux en copropriété entre l'IFREMER et le ministère de l'Éducation nationale (44 m<sup>2</sup>).

Des personnels de deux unités de l'Institut pour le Développement (IRD), l'UMR *Caractérisation et modélisation des échanges dans les lagons sous influences terrigènes et anthropiques* (CAMELIA) et l'UMR *Cyanobactéries des milieux aquatiques tropicaux peu*

*profonds: RÔles et Contrôles (CYROCO)*, sont également hébergés par le COM, principalement en relation avec le LOB.

## **2. Les composantes du COM**

Les personnels du Laboratoire d'Océanographie et de Biogéochimie (UMR LOB) et Laboratoire de Microbiologie Géochimie et Ecologie Marines (UMR LMGEM) sont en majorité installés sur le campus de Luminy. L'histoire de ces unités fait qu'elles sont dispersées de façon hétérogène et peu rationnelle dans plusieurs étages de deux bâtiments du campus, à la SME et à La Seyne-sur-mer. LOB et LMGEM dépendent du département des Sciences de l'Univers (SDU) du CNRS. La majorité de leurs membres sont inscrits dans la section 19 du CN. La 3<sup>ème</sup> UMR, DIMAR (Diversité, Evolution et Ecologie Fonctionnelle Marine) est en majorité logée dans la SME, cette implantation s'expliquant par la nécessité, pour beaucoup de projets de recherche, de la proximité immédiate de la mer et de l'existence d'un aquarium d'étude. DIMAR est une UMR des Sciences de la Vie (SDV) du CNRS dont les membres sont inscrits dans les sections 29 et 20 du CN à l'interface SDV/SDU. A côté des programmes inscrits dans leurs contrats scientifiques quadriennaux, les trois UMR mènent également des recherches sur des sujets d'intérêt sociétal, sur les parcs et les réserves marines (p.e. Parc National de Port-Cros), les projets d'implantation de récifs artificiels, l'impact sur le milieu marin du grand rejet urbain de Cortiou et la pêche à la thonaille par exemple, et contribuent ainsi, selon leurs compétences, à la gestion du littoral et à l'évaluation de problèmes d'environnement marin à Marseille et dans la région PACA, le plus souvent en réponse aux souhaits des collectivités territoriales.

## **3. La nécessité d'une relocalisation fonctionnelle du COM**

La grande dispersion géographique à laquelle s'ajoutent vétusté et exigüité de certains locaux font que depuis une vingtaine d'années, une relocalisation du COM est reconnue comme une nécessité. Plusieurs projets de relocalisation du COM ont été étudiés, le but étant de rassembler les personnels de manière cohérente sur un site unique. Idéalement, ce site devrait être en bord de mer, disposer d'une jetée permettant l'accostage des petits navires océanographiques côtiers (jusqu'à une quinzaine de mètres de longueur), le transbordement de matériel, l'accès à la plongée et la possibilité de pompage d'eau de mer naturelle d'une qualité satisfaisante pour alimenter des aquariums d'élevage et d'expérimentation à plus ou moins long terme. Cette solution "idéale" s'est avérée plus qu'improbable dans le contexte immobilier local, à l'occasion de la préparation du Contrat de Plan État-Région 2000-2007 : malgré le soutien financier des trois collectivités territoriales concernées (Région PACA, Département des Bouches du Rhône, Ville de Marseille) représentant 50% du coût de la construction (soit une dizaine de millions d'euros), l'arbitrage défavorable entre le projet de construction d'un nouveau COM sur le site de la Joliette et l'achèvement de la relocalisation des laboratoires d'astronomie et d'astrophysique de Marseille n'a pas permis de dégager sur le site d'Euroméditerranée en cours de définition, malgré les engagements pris, les surfaces nécessaires à la construction d'un ensemble de 15 000 m<sup>2</sup> de surfaces utiles.

## **4. Vers une solution consensuelle**

Le réalisme a conduit il y a moins de six mois à ce qui paraît être actuellement la meilleure solution : couper le COM de la manière la plus cohérente et la plus opérationnelle, c'est-à-dire :

- ce que représente l'actuel DIMAR et les services liés à la mer et à l'observation du milieu marin, répartis dans tous les locaux de la SME rénovée,

- et l'administration du COM, une partie de l'UMS et les UMR LOB et LMGEM, dans un bâtiment neuf sur le campus de Luminy. Le Conseil d'Administration du COM lors de sa réunion de décembre 2004 a entériné cette solution, présentée par le directeur du COM (vote à l'unanimité moins une abstention). Les premières études de rénovation et d'équipement en matière d'aquarium d'étude ont été démarrées et financées par DIMAR dès 2004.

## **5. La volte-face et l'abandon du consensus**

Le 20 mai 2005, le délégué interrégional de la région Sud-Est du CNRS a annoncé au directeur de DIMAR qu'à la demande pressante du président de l'Université de la Méditerranée, M. Yvon Berland, le CNRS avait étudié ce dossier et donné son accord au plan des conséquences scientifiques le principe de l'abandon de trois des quatre bâtiments de la SME, après avis des directions des départements SDV et SDU, étant entendu que l'université prenait l'engagement de construction d'un nouveau bâtiment sur le site de Luminy. Ne resterait à disposition du COM que le bâtiment situé le plus près de la mer pour y faire un aquarium et conduire les expériences nécessitant de l'eau de mer courante, le tout "sous la surveillance de quelques techniciens". Tous les autres personnels devraient être regroupés dans un bâtiment nouveau à construire dans des conditions et dans un emplacement indéterminés, sur le campus de Luminy, situé à 12 km d'Endoume, à une altitude et une distance de la mer telles que seules des installations d'élevage et d'expérimentation en circuit fermé seraient envisageables. Le 10 juin 2005, le directeur du COM a confirmé cette nouvelle en conseil de direction du COM et a annoncé son entière adhésion à ce plan.

## **6. Le Conseil d'administration du 17 juin 2005**

Au cours de cette réunion, force a été de constater qu'au début de la discussion sur la relocalisation du COM l'université semblait vouloir trouver une solution en concertation avec ses partenaires. Les débats firent apparaître au contraire une divergence de vues profondes

- entre les collectivités locales (Mairie, Région), l'IRD et DIMAR, d'une part,
- et l'Université, le CNRS et les directeurs du COM, et des UMR LOB et LMGEM, déjà majoritairement installées à Luminy, d'autre part.

Les premiers souhaitaient une solution où toutes les composantes puissent continuer à se développer et qui souligne le rôle de la Station Marine dans la ville et dans la région. Les seconds ne voyaient pas d'inconvénient à la perte de la Station marine et, par voie de conséquence, de champs disciplinaires entiers pour le COM. Le représentant de l'Université a alors déclaré qu'il s'agissait pour ce qui la concernait d'une décision définitive. Le président du CA a conclu en ne mettant aucune décision au vote et en indiquant que la solution raisonnable est un COM divisé en deux, sans plus de précision. Devant l'impossibilité d'un accord, même pour évaluer différentes solutions, aucun mandat n'a été donné à quiconque par le CA pour poursuivre l'élaboration du plan de relocalisation.

## **7. Les conséquences**

La solution envisagée à l'heure actuelle pour la relocalisation du COM aurait de lourdes conséquences sur le développement de ses activités à court terme et ceci risquerait fort de conduire à sa disparition à moyen terme.

### ***7.1. Sur les activités scientifiques du COM***

Les recherches exigeant la disponibilité d'eau de mer naturelle et de dispositifs de contrôle des principaux paramètres écologiques du milieu marin (température, photopériode, salinité,

teneur en dioxyde de carbone dissous, etc.) représentent une partie des activités de recherche de DIMAR. Le réseau de distribution d'eau de mer et surtout les installations d'aquarium d'étude sont vétustes et ont obligé les chercheurs à ne développer qu'une partie des recherches expérimentales indispensables à leur problématique. Cette situation n'est évidemment pas favorable. Face aux questions très actuelles des conséquences du changement climatique sur les organismes marins et le fonctionnement des écosystèmes littoraux et côtiers, des aquariums expérimentaux modernes doivent être réalisés rapidement de manière à pouvoir initier ces recherches aujourd'hui.

La solution consistant à se séparer des principaux bâtiments de la SME, par ailleurs en meilleur état général que le bâtiment sur la calanque, et de transformer ce dernier en salles d'aquariums, reviendrait rapidement à sacrifier ce type de recherche. Ce point de vue est aussi celui de deux sections du CN qui évaluent cette UMR et qui l'ont déjà fait savoir à la direction du CNRS. En particulier, il n'est pas concevable que des élevages se fassent sans surveillance d'ITA, d'ailleurs à recruter. La configuration imposée Luminy/Endoume se révélerait rapidement non opérationnelle.

En effet, ou bien, pour les raisons de cohérence évoquées, tous les personnels sont basés à Luminy, alors ce ne sont pas "quelques techniciens", dont il faudra créer les postes, qui pourront mener à bien des expériences et des élevages dans des domaines aussi divers que la génétique du développement, la génétique des populations, l'hérédité, la reproduction, la physiologie et la biologie du développement, l'écophysiologie, l'effet de polluants ou de stress ou l'expression de gènes.

Ou bien les chercheurs et équipes plus particulièrement dépendant de ces équipements sont installés dans ce bâtiment. Dans ce cas l'objectif de rassembler les personnels ne sera pas atteint et en plus on éclate le COM et ses personnels sur plusieurs sites.

Ceci est grave, car ce sont des champs disciplinaires entiers qui disparaîtront, champs productifs non seulement vus sous l'angle de la science, mais aussi sous celui de la gestion du littoral. Expertises et savoir-faire, en dehors du milieu multidisciplinaire nécessaire à leur exercice, disparaîtront inexorablement. **La solution proposée sacrifie la composante "pied dans l'eau" du COM et sa composante "vivant". C'est finalement le COM qu'on condamne :**

- **La vente partielle d'Endoume, c'est la fin de la Station Marine**
- **La fin d'Endoume, c'est la fin du COM à brève échéance.**

Qui en assumera les conséquences ? Qui se déclarera responsable du gâchis que représentera l'abandon des travaux qui ne pouvaient être faits que dans les conditions qu'offre une "vraie" Station Marine ?

## ***7.2. Sur les activités d'enseignement***

L'un des atouts majeurs des grandes Stations Marines universitaires est lié aux capacités d'accueil d'étudiants. Au-delà des stages de longue durée en cours de DEA et des stages d'été en période de vacances, qui sont le lot des stations éloignées de leur campus de rattachement telles que les trois grandes Stations Marines de l'université Pierre et Marie Curie, une Station Marine comme la SME bénéficie de la proximité du campus de Luminy et peut accueillir dans une salle de travaux pratiques rénovée une cinquantaine d'étudiants, en mettant également à leur disposition une salle de réunion convertible en salle informatique. Le COM dispose en autonomie de programmation d'un navire côtier moderne de la flotille du CNRS dont la construction a été cofinancée par le CNRS/INSU et le Conseil Général, capable d'embarquer des groupes d'une douzaine d'étudiants, permettant de leur donner un premier apprentissage du « terrain », dès les premières années d'université.

### ***7.3. Sur les activités d'observatoire littoral du milieu marin***

Observatoire océanologique de l'INSU, le COM a développé une politique d'observation continue du milieu marin comportant une station côtière, une station à proximité de l'ilôt de Planier, par 70 mètres de profondeur, et une radiale allant de la baie de Marseille à l'embouchure du Rhône. Parmi les résultats scientifiques obtenus par cet observatoire marin, outre la présentation de deux thèses de doctorat, on doit souligner la reconnaissance et l'interprétation de la première alerte majeure en matière d'anomalie hydroclimatique à l'origine d'un véritable désastre écologique pour les organismes animaux sessiles vivant entre la surface et une quarantaine de mètres de profondeur, au cours d'un été 1999 marqué par une insuffisance chronique du Mistral et par voie de conséquence une plongée de la thermocline à une profondeur et surtout une durée inhabituelles. Ce phénomène, malheureusement observée de nouveau jusqu'à une quinzaine de mètres de profondeur au cours de l'été 2003, de triste mémoire par ailleurs, est à l'origine d'un nouveau domaine de recherche consistant à étudier et anticiper les effets d'une augmentation de la température moyenne des eaux de surface de la Méditerranée occidentale. Ce phénomène est aujourd'hui un fait scientifique incontestable, sur les peuplements végétaux et animaux côtiers.

### ***7.4. Sur l'image du COM***

Il est inutile de souligner le renom de la SME. Il est international. La Station Marine d'Endoume par son histoire, les découvertes qui y ont été faites, les résultats aussi bien dans les domaines fondamentaux qu'appliqués et surtout par les centaines de chercheurs et d'enseignants étrangers qui y ont été formés est extrêmement réputée. Ce n'est pas dans un laboratoire à l'intérieur des terres que l'on pourrait aboutir à ce bilan.

Le renom du COM, en particulier dans les pays circumméditerranéens, tient en grande partie à celui de la SME. Le COM a une vraie façade sur la mer grâce à la SME. Ce renom est aussi dû à celui des trois UMR qui le composent. Qu'en sera-t-il s'il n'y a plus de Station Marine digne de ce nom et plusieurs champs disciplinaires en moins ?

### ***7.5. Sur le rôle du COM dans la ville, dans la région et en Europe***

La SME a son empreinte dans le quartier et dans Marseille, surtout depuis quelques années. Les actions vers le public sont toujours un succès : portes ouvertes, relations avec les écoles, conférences, etc. (Annexe 1). Qu'advient-il de cette fenêtre de la science vers le grand public sur le campus de Luminy ou dans un bâtiment sans âme, déserté ?

Les chercheurs, loin de la côte, ne pourraient plus assumer les tâches d'observation du vivant. Impossible de Luminy de s'apercevoir d'événements qui peuvent être fugaces et que seule la présence permanente en bord de mer avec possibilité d'intervention rapide permet d'observer. C'est par exemple le cas du passage d'espèces de poissons pélagiques d'origine méridionale, barracudas, sardinelles, inconnus dans nos eaux il y a une quinzaine d'années. Une Station Marine permet cette réactivité par rapport à des phénomènes de basse fréquence.

Proposer une caricature de Station Marine avec un bâtiment unique et vide est non seulement dérisoire, mais c'est aussi affaiblir le Réseau National des Stations Marines (RNSM), au plan national et au plan européen. Sur le littoral français, la disparition d'une des grandes Stations Marines constituerait une « première » aussi regrettable qu'inexplicable à un moment où les préoccupations concernant la biodiversité et sa protection s'imposent aux états. Plusieurs sites de suivis et d'expérimentation dans le champ d'action de la SME ont été retenus comme sites de référence ou sites focaux au plan européen. Démanteler la SME les rend inopérants. La densité et l'importance du réseau des Stations Marines européennes sont un soutien indispensable à la gestion de l'environnement côtier (expertise scientifique, soutien logistique aux suivis, séries à long terme, possibilité d'expérimenter, identification et calibration d'indicateurs,...) dans un contexte de pressions croissantes de plus en plus nombreuses et

intenses sur ces milieux côtiers. Sans véritable Station Marine, le COM ne pourra plus émerger à certains réseaux et programmes européens spécifiques (MARS, BIOMARE, MARBEF). *Information à <[www.marbef.org](http://www.marbef.org)>*

## **8. Le contexte des Stations Marines**

### **8.1. Définition**

Selon le Guide des Stations Marines édité par le CNRS en Décembre 1995

*"Etablissements publics relevant du Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, avec ou sans la participation de personnels et de moyens du CNRS, situés sur la côte et pratiquant recherche permanente, recherche accueillie, enseignement de divers types et formation à la recherche, ces activités étant plus ou moins diversifiées au sein d'un vaste spectre allant de l'océanographie à la biologie en passant par l'océanographie physique, l'océanographie chimique, les sciences de la Terre et l'écologie"*

Introduction signée de MM. Michel Aubry Directeur Département SDU et INSU et Pierre Tambourin Directeur Département SDV.

Les Stations Marines constituent le " très grand équipement" (TGE) nécessaire non seulement à la recherche en océanologie côtière et littorale, mais aussi à l'aide à la gestion d'un domaine d'importance socio-économique considérable de plus en plus sous pression anthropique. La zone côtière a cessé d'être un patrimoine commun de l'humanité depuis la mise en application du principe des 200 milles nautiques (convention de Montego Bay, 1982, appliquée en 1994).

C'est précisément dans la zone des 200 milles que se concentre l'essentiel des ressources vivantes (95% des captures de la pêche française) et minérales aisément accessibles. Par ailleurs, 60% de la population mondiale (6 milliards) vivent à moins de 60 km des côtes (75% de 8,5 milliards en 2025) et les villes les plus peuplées sont pour la plupart des ports. Ces notions donnent une acuité particulière aux problèmes de la maîtrise du développement et de l'aménagement du littoral et soulignent la responsabilité importante des océanologues (biologistes, physiologistes, écologistes, océanographes, physiciens, géologues ou modélisateurs) dont l'objet de recherche se situe dans le domaine côtier. L'avenir et le développement de l'océanologie côtière dépendent d'un certain nombre de mesures qu'il importe de prendre sans retard concernant la recherche, la demande sociale, la formation.

### **8.2. Leurs rôles**

La connaissance précise et approfondie des espèces marines et plus généralement des milieux côtiers, ne peut se faire raisonnablement (sauf cas particuliers) que dans des structures de recherches adaptées, spécialisées, situées en bordure de mer, et ceci pour des raisons simples qui tiennent essentiellement à la nécessité de disposer continuellement d'espèces nombreuses, la plupart fragiles, peu ou pas transportables, étroitement liées à un approvisionnement adéquat en eau de mer. Les investissements le plus souvent consentis dans les Stations Marines et leurs équipements de stabulation (maintien des organismes en vie) tentent de répondre à cette nécessité.

Il faut en outre, garder présent à l'esprit que les recherches concernant la biologie des espèces sont d'une façon tout à fait générale, marquées par l'obligation fondamentale de suivre les cycles saisonniers naturels de reproduction et développement. S'il y a un domaine où l'opération ponctuelle a peu de signification, c'est bien celui de la biologie, mais où en revanche, est obligatoire le contact permanent, ou tout au moins régulièrement répétitif avec les espèces et les phénomènes étudiés. Cela aussi impose des conditions techniques de travail, et donc des investissements, en particulier dans l'accès permanent à la collecte du matériel de recherche et des moyens de stabulation et d'élevage suffisants.

Alors que l'analyse des documents recueillis au cours des campagnes hauturières ne dépend pas nécessairement de l'accès à une structure de recherche en bordure de mer, toute approche des phénomènes côtiers (modèles en laboratoires ou microcosmes, écosystèmes simplifiés, modèles naturels proches, accessibles et mesures *in situ*, approvisionnement, etc.) dépend fondamentalement de l'existence des Stations Marines, dont la finalité essentielle est bien le soutien à la recherche en domaines littoral et côtier.

La complexité de thématiques comme les effets des changements climatiques par exemple montre à quel point la pluridisciplinarité et l'interdisciplinarité sont nécessaires. Les Stations Marines se sont révélées de longue date être le lieu privilégié de telles rencontres.

La plupart des Stations Marines françaises réparties sur les 2 façades Atlantique et Méditerranée ont été le lieu privilégié de découvertes majeures, plus particulièrement en biologie et leur rayonnement international demeure considérable. Elles sont des centres à partir desquels des programmes coordonnés et pluridisciplinaires peuvent être facilement développés (récemment action concertée européenne *BIOMARE Implementation and networking of large-scale long term Marine Biodiversity research in Europe* et réseau d'excellence européen *MARBEF Marine biodiversity and ecosystem functioning*). Enfin, la majorité des Stations Marines ont des contacts étroits avec des structures analogues dans tous les pays, et sont partie intégrante du réseau européen des Stations Marines "MARS" *Marine Station network*, créé en 1996 (actuellement 53 laboratoires). Ce réseau est le pendant d'un réseau semblable rassemblant les Stations Marines et les laboratoires installés sur les grands lacs des Etats-Unis "NAML" *The National Association of Marine Laboratories*, créé à la fin des années 80 et qui compte 120 membres.

Elles ont en outre un rôle social, culturel et de diffusion de l'information, trop souvent sous-estimé, vers le public dans les régions où elles sont implantées. Les programmes de recherche et de développement sur la zone côtière sont des activités hautement socialisées dans leurs effets, comme dans leurs formes. Ces activités sont commandées à la fois par la demande "externe" ou sociale et la logique "interne" des disciplines concernées. L'orientation des efforts de recherche finalisée devrait satisfaire à cette double exigence. La recherche océanologique côtière doit s'adapter à une situation en pleine évolution caractérisée par:

- l'extension des zones contrôlées par les états riverains, incluant donc tout ou partie du plateau continental.

- la raréfaction de certaines espèces marines, conséquence d'une surexploitation par la pêche ou de perturbations naturelles ou anthropiques (p.e. pollution littorale, changement global, invasions biologiques).

Cette évolution doit s'accompagner

- de plans d'aménagement et de protection du littoral, ayant un fondement scientifique.

- d'une progression de techniques comme l'aquaculture.

- de la prédiction des effets à long terme des polluants d'origine anthropique sur la santé de l'océan.

### **8.3. L'aide à la décision**

Il est inévitable que les responsables d'aménagements côtiers ou littoraux prennent des décisions dans un contexte d'incertitude. Le rôle des scientifiques est d'aider le gestionnaire à limiter cette incertitude dans la mesure où elle s'applique à des problèmes spécifiques dont la résolution passe par un effort de recherche adapté. En effet, la plupart des plans d'aménagement et de gestion de la zone côtière exigent des prises de décisions rapides, après évaluation des risques. Toute prise de décision d'aménagement et de gestion demande dans le cadre de la zone côtière, et de manière plus complexe qu'ailleurs, l'intégration d'informations de toute nature scientifique, socio-économique, juridique. Dans cette optique, leurs spécificités scientifiques, leur intégration

dans la société (formation, vulgarisation, conseil), leur expérience, destinent les Stations Marines à un rôle essentiel.

#### **8.4. La Station Marine d'Endoume**

La situation géographique de la SME est extrêmement favorable et a bien sûr été choisie pour cela par son fondateur, comme les baies de Villefrance, de Morlaix (Roscoff), de Banyuls ou de Naples, le Gulmar Fjord en Suède (Station Marine de Kristineberg qui vient d'être agrandie d'un énorme complexe expérimental, inauguré en 1994), Cape Cod près de Boston (Woods Hole), etc. La baie de Marseille recouvre un inestimable champ d'observation et d'expérimentation, à proximité du delta du Rhône, de réserves et d'aires protégées, de champs de récifs artificiels (projet du Prado), de grottes sous marines dont l'hydrologie particulière mimant les conditions des grands fonds, inaccessibles sans navire et sous marin ou robot, en font des sites expérimentaux profonds accessibles en plongée jusqu'à une vingtaine de mètres seulement. Des séries à long terme, dont certaines initiées depuis plus de 30 ans par les chercheurs de DIMAR, représentent un acquis scientifique inestimable au moment où se posent les problématiques du changement à long terme.

De nombreux sites à proximité immédiate de Marseille ont été choisis au plan européen, pour leur intérêt intrinsèque et de part la proximité de la SME (existence de données, d'expertise, de soutien logistique). Marseille est aussi une grande métropole, à l'échelle européenne, dont le port et les autres activités, plus que tout autre endroit sur la côte française. Sa côte va être le lieu de très fortes pressions sur l'environnement marin et aura besoin de mise en place de suivis, de mise au point d'indicateurs, d'évaluation de risques, d'aide à la prise de décision pour les gestionnaires.

Sur 10 sites méditerranéens retenus comme sites de référence ou site focal de suivi de la biodiversité marine au plan européen, 5 dépendent du COM du fait de leur spécificité et de la position stratégique que la Station Marine d'Endoume occupe sur la façade méditerranéenne. (*Annexe 2: Sites marseillais "européens"*)

### **9. Eau de mer naturelle courante**

#### **9.1. La nécessité d'un aquarium d'étude**

L'eau de mer courante fait partie de "l'équipement de base spécifique" des Stations Marines. Contrairement à une installation à terre, la question des volumes d'eau nécessaires et des débits ne se pose pas. Elle n'est pas pertinente pour un aquarium d'étude de Station Marine. La quantité d'eau disponible est illimitée. La modularité des équipements doit être la règle. Il s'agit de mettre en service aussi bien des bacs de plusieurs centaines de litres que des ensembles de petits aquariums de quelques litres, selon les besoins prévus et toujours en réponse à des questions scientifiques spécifiques. Une telle installation doit aussi permettre la mise en service immédiate d'aquariums de tailles adéquates pour étudier des organismes rares récoltés de manière exceptionnelle.

L'aquarium d'étude doit permettre :

- de maintenir et d'élever des organismes
  - + pour les acclimater avant analyse de matériel « frais » ou expériences,
  - + pour les observer
  - + pour les stocker pour l'enseignement (travaux pratiques),
  - + pour produire des larves,
- de faire des expériences à court (jours), à moyen (semaines/mois) ou à long terme (mois/années) en contrôlant plusieurs paramètres,
- d'obtenir différents stades de développement pour l'expression de gènes du développement,

- d'étudier le mode de reproduction d'organismes modèles et de réaliser des élevages et croisements indispensables à des études génétiques,
- de travailler sur des générations successives de certaines espèces,
- de travailler sur l'expression de gènes liés à des stress (température, polluants),
- de calibrer indicateurs et biomarqueurs,
- etc.

L'eau de mer utilisée doit être le meilleur reflet possible du milieu naturel de par sa composition en éléments nutritifs ou en éléments traces, avec des variations saisonnières, pour certaines expériences à long terme. Cette eau doit contenir l'empreinte chimique d'un milieu vivant, dans toute sa complexité. Il ne s'agit pas seulement de "maintenir en vie" des organismes, ce que l'on peut faire, à grand frais, dans des aquariums à l'intérieur des terres, mais de suivre les effets de variations subtiles sur des organismes lors d'expérimentations.

Cet équipement de base fait actuellement défaut à la Station Marine d'Endoume. Il est nécessaire de mettre à niveau l'aquarium d'étude qui contrairement à ce qui se passe dans les autres Stations Marines est en mauvais état (par manque d'entretien depuis plusieurs années). Ceci a été en partie compensé par des installations temporaires quand le besoin s'en faisait sentir, pour des thèses ou dans le cadre de programmes, et surtout par l'accueil des expérimentations nécessitant un minimum de régulation fiable à l'aquarium de Monaco. Il est clair que cette solution, coûteuse en temps et en argent, et surtout limitant les types d'expériences possibles à réaliser ne peut pas perdurer. Devant cette situation de fait, DIMAR a décidé de mettre petit à petit en place un aquarium d'étude moderne. L'unité a investi 45 K€ dans ce domaine au titre de 2004. L'effort est poursuivi en 2005. C'est un choix stratégique de l'unité qui a dû se faire aux dépens d'autres équipements.

L'installation en cours permettra la stabulation et l'expérimentation sur les organismes modèles avec un contrôle précis de la température et de la lumière des différents groupes d'aquariums. L'utilisation de l'eau de la calanque de l'Anse des Cuivres en contrebas de la Station apportera la signature des variations naturelles concernant la composition planctonique, les DOC et POC (carbone organique dissous et particulaire).

D'autre part, l'implication de DIMAR dans les enseignements dispensés au COM (volet Biologie-Ecologie de la licence Sciences de la Mer et de l'Environnement en particulier) nécessite la mise à disposition d'organismes vivants pour les enseignants-chercheurs intervenant dans différentes UE. Les besoins sont surtout ceux de la stabulation, mais dans certains cas il s'agira aussi d'obtenir des stades précis du développement après reproduction en aquarium (par exemple pour l'observation des larves *pluteus* de l'oursin, ou du développement chez les éponges).

En ce qui concerne les deux autres unités du COM, le LMGEM demande un accès intermittent pour conditionner des carottes de sédiments et faire des expériences de bioturbation. Le LOB possède un canal expérimental pour des expériences de physique qui pourrait aussi bénéficier de la disponibilité d'une salle fonctionnelle. Pour l'instant l'IRD utilise l'accès à la calanque de la SME pour des mises au points techniques, les sites principaux de recherche de cet institut étant tropicaux.

### **9.2. Exemples d'utilisations prévues des installations d'aquariums.**

Dans le contexte peu opérationnel actuel, les expériences prévues sont relativement peu abondantes (voir annexe 3). Cependant, le programme scientifique de DIMAR montre clairement que pour avancer l'expérimentation en aquariums doit jouer un rôle essentiel. Il est donc clair que la demande d'utilisation des aquariums augmentera rapidement parallèlement à la poursuite de la politique de réhabilitation en cours des installations.

Bien entendu, dans le cadre de la rénovation globale de la Station Marine d'Endoume, il sera nécessaire de donner à l'aquarium d'étude une extension optimale. Il sera alors possible d'envisager la création d'un centre de ressources biologiques, comme le sont la plupart des Stations Marines qui acquièrent, étudient, distribuent des organismes, des tissus, des cellules, des produits dérivés. Il n'y a pas là que de la prestation de services, c'est aussi un centre de conservation du patrimoine. De telles installations sont bien entendu aussi une source de projets scientifiques.

La diversité des organismes modèles de DIMAR et des types d'expérimentations imposent la modularité des installations pour répondre à différentes contraintes. Les thématiques concernées (actuelles et à moyen terme) couvrent une large part des activités de DIMAR, représentée par les besoins suivants :

- étude des cycles de vie, reproduction, élevages de générations successives et croisement, analyse de descendance (espèces modèles : oursins, ophiures, mysidacés, gorgonaires)
- obtention de stades précis du développement pour l'analyse des patrons transcriptionnels (éponges, chaetognates)
- thermo-tolérance, analyse de marqueurs de stress, pathologies thermo- dépendantes (gorgonaires, éponges, mysidacés)
- facteurs de développement d'espèces invasives (caulerpales) et exotiques (cnidaires)
- relation entre qualité nutritionnelle et croissance d'espèces dépositives (annélides)

Etant donné les diverses formes de vie et habitats des espèces modèles concernées par le projet scientifique de DIMAR, différents modules de stabulation et d'expérimentation sont nécessaires :

Module 1: température et lumière constantes. Organismes de fonds de plus de 50 m. et de grottes sous-marines homéothermes.

Module 2: température et lumière variables suivant le cycle saisonnier pour espèces provenant des fonds de moins de 40 m.

Module 3: température variable et lumière constante. Organismes de grottes sous-marines hétérothermes.

Module 4: espèces invasives et étude des maladies sur les espèces modèles. Ce module doit être équipé en sortie des aquariums d'un système d'élimination du matériel biologique qui pourrait être susceptible d'affecter les communautés naturelles.

Module 5: élevage et stabulation pour l'étude des gènes du développement.

### **9.3. Personnels concernés**

La qualité et la taille des installations sont bien entendu déterminantes pour leur utilisation. Actuellement, en ce qui concerne directement la recherche, les besoins de l'enseignement étant pour le moment ponctuels, les installations d'eau de mer sont nécessaires aux travaux de 11 chercheurs CNRS et 3 ITA/IATOS de DIMAR. Il faudra ajouter 1 chercheur CNRS et 3 enseignants-chercheurs et au moins deux post-docs à l'horizon 2006. Ceci représente aussi actuellement une nécessité pour 5 thèses en cours. Une dizaine de stagiaires par an au moins développent des sujets basés sur de telles installations. **La demande ne pourra qu'augmenter dans le cadre de la réhabilitation en cours**, tant pour les personnels permanents qu'à la faveur de séjours de chercheurs français ou étrangers, à nouveau attirés par les installations d'une « vraie » Station Marine.

Les chercheurs impliqués sont répartis dans toutes les équipes. Il est donc impossible de ne considérer qu'un chiffre brut à un moment donné. Le besoin concerne l'unité entière. Il n'est pas envisageable d'éclater des équipes comme il n'est pas viable d'éclater l'unité.

#### **9.4. Programmes actuels de rattachement nécessitant des installations d'eau de mer naturelle courante (DIMAR)**

- Réseaux d'excellence européens : MARBEF (www.marbef.org) (2004-2009) et Marine Genomics –Europe (www.marine-genomics-europe.org) (2004-2008).
- Programme ECCO (INSU) Programme National et ACI du FNS (2004-2006): ECosphère COntinentale : processus et modélisation
- Programme ECLIPSE (INSU) Environnement et CLImat du Passé (2004-2006): hiStoire et Evolution
- Programme IFB (2004-2006) : Evaluation des modifications de la biodiversité marine sous l'influence du changement global en Méditerranée Nord-Occidentale
- ACI jeunes chercheurs : Effets du changement climatique sur les espèces longévives

### **10. Quelques exemples de résultats récents obtenus grâce aux installations d'eau de mer courante**

#### **10.1. Des plans atypiques d'organisation d'éponges**

En 1992 nous découvrons dans une grotte sous-marine une éponge dépourvue de son système de filtration habituel. Par quel moyen cet animal dépourvu de cavité digestive peut-il se nourrir ? Nous récoltons cet animal énigmatique et le mettons en élevage dans des aquariums d'eau de mer maintenus à la température constante de 15°. Nous lui fournissons différents types de nourriture et à notre grande surprise ce sont les petits crustacés (*Artemia*, mysidacés) qui sont la nourriture favorite. Les proies sont capturées par piégeage passif, puis sont recouvertes par les cellules de l'éponge. Les tissus des crustacés sont digérés et la carapace expulsée. Il s'agissait bel et bien d'une éponge carnivore. Cette découverte a été publiée dans Nature et a fait la couverture de la revue.

VACELET J. & BOURY-ESNAULT N, 1995.- Carnivorous sponges. Nature 373, 333-335

VACELET, J. & DUPORT, É. 2004. Prey capture and digestion in the carnivorous sponge *Asbestopluma hypogea* (Porifera: Demospongiae). Zoomorphology 123 : 179-190.

Une deuxième espèce, *Oopscas minuta*, appartenant au groupe profond des Hexactinellides, et vivant également dans cette grotte présente au contraire un système aquifère hypertrophié. Ce système aquifère lié à une organisation tissulaire très originale lui confère une capacité de rétention de particules nutritives jusqu'à 0.1µm de diamètre. Ce plan d'organisation et ce fonctionnement particulier observés ensuite à plusieurs autres reprises est interprété comme une adaptation de ce groupe à la vie en milieu oligotrophe.

PEREZ, T 1996. La rétention de particules par une éponge hexactinellide, *Oopsacas minuta* (Leucopsacasidae) : le rôle du réticulum. C.r. Acad. Sci., Paris, 319 (Sciences de la Vie) : 385-391.

#### **10.2. Des éponges pour étudier le comportement des contaminants en mer...**

Des expériences menées à la fois *in situ* et en aquarium ont permis de démontrer pour la première fois des capacités de macro-organismes à dégrader des contaminants organiques. En effet, l'éponge de toilette, *Spongia officinalis* s'est révélée capable de métaboliser 10 fois plus rapidement un Alkylbenzene Sulfonate Linéaire (Agent tensio-actif C9-LAS) qu'un complexe témoin de bactéries marines. Plus spectaculaire encore, cette espèce est capable de transformer les PCB, en dégradant notamment certains congénères pourtant connus pour être extrêmement persistants. Les processus enzymatiques à l'origine de ces métabolismes encore inconnus à ce jour seront étudiés prochainement.

PEREZ, T., SARRAZIN, L., REBOUILLON, P. & VACELET, J. 2001. Devenir des détergents en eaux côtières: essais d'évaluation de la biodégradabilité en présence d'organismes filtreurs (Spongiaires). Journal Européen d'Hydrologie 32: 125-141.

PEREZ, T., SARRAZIN, L., REBOUILLON, P & VACELET, J; 2002.- First evidences of surfactant biodegradation by marine sponges (Porifera): an experimental study with a linear alkybenzenesulfonate. *Hydrobiologia*, 489: 225-233

PEREZ, T., WAFO, E., FOURT, M. & VACELET, J. 2003. Marine sponges as biomonitor of polychlorobiphenyl contamination: concentration and fate of 24 congeners. *Environmental Science & Technology* 37: 2152-2158.

### **10.3. Cycle de reproduction et morphogénèse d'organismes benthiques : *Oopsacas minuta* et éponges *Homoscleromorpha***

#### *Oopsacas minuta*

Grâce à la présence d'une espèce d'hexactinellides dans une grotte sous-marine proche de Marseille nous avons pu étudier tout le cycle reproducteur de cette espèce. Les échantillons sont prélevés en plongée puis mis en élevage en aquariums thermostatés jusqu'à émission des larves. Les larves sont ensuite recueillies et élevées dans de plus petits aquariums jusqu'à obtention de la fixation et de la formation d'une nouvelle éponge fonctionnelle. Ceci a permis d'observer pour la première fois chez un spongiaire une gastrulation par d'élimination et de montrer que la morphogénèse des syncytia de l'adulte a lieu par fusion des macromères.

Les embryons ont une organisation cellulaire et l'apparition de syncytiums chez la larve puis l'adulte est donc une acquisition secondaire.

BOURY-ESNAULT, N., EFREMOVA, S.M., BEZAC, C. & VACELET, J. 1999. Reproduction of a hexactinellid sponge: first description of gastrulation by cellular delamination in the Porifera. *Invertebrate Reproduction and Development* 35: 187-201.

SALLY P. LEYS, ESTHER CHEUNG & NICOLE BOURY-ESNAULT. Embryogenesis in the glass sponge *Oopsacas minuta*: formation of syncytia by fusion of blastomeres. *Integrative and comparative Biology* (in press)

#### *Homoscleromorpha*

Les homoscleromorphes sont les seules éponges chez lesquelles une membrane basale a été mise en évidence et où du collagène de type IV a été séquencé.

La reproduction des ces éponges n'avait été que partiellement étudiée. Des spécimens matures ont été récoltés pendant plusieurs étés de suite entre 2000 et 2004. Ces spécimens ont été élevés en aquarium jusqu'à émission des larves. Ces larves ont été mises en élevage de façon à étudier la fixation puis la morphogénèse jusqu'à l'obtention d'une éponge adulte. Nous avons ainsi pour la première fois montré la mise en place de l'épithélium larvaire chez ces espèces

ERESKOVSKY, A.V. & BOURY-ESNAULT, N. 2002. Cleavage pattern in *Oscarella* species (Porifera, Demospongiae, Homoscleromorpha), transmission of maternal cells and symbiotic bacteria. *Journal of Natural History* 36: 1761-1775.

BOURY-ESNAULT, N., ERESKOVSKY, A.V., BÉZAC, C. & TOKINA, D.B. 2003. Larval development in Homoscleromorpha (Porifera, Demospongiae). *Invertebrate Biology* 122: 187-202.

### **10.4. Changements climatiques**

Pour mieux appréhender l'effet de l'élévation de la température sur les peuplements benthiques des expériences de thermotolérance ont été effectuées sur différents types d'organismes (mysidacés et gorgonaires). Le but était de connaître les seuils de tolérance et la sensibilité différentiel à niveau inter- et intra-spécifique. Pour cela les espèces ont été soumises à différents traitements de température et la survie des spécimens a été suivie. Dans ce contexte ces expériences sont clefs pour la mise au point de marqueurs physiologiques de stress. Pour certaines espèces d'éponges et mysidacés l'analyse de protéines de choc thermique (HSP) sont déjà en cours mais le couplage avec des expériences en aquarium s'avèrent incontournables pour l'analyse de ces marqueurs, comme elles le seront pour celle de l'expression des gènes concernées, à court terme.

Pour les mysidacés l'observation de la chute et la croissance de l'abondance respective de deux espèces de mysidacés présentes dans les grottes sous-marines, semblait être en relation avec le contexte de réchauffement de la Méditerranée. Des expériences de thermotolérance comparée entre les deux espèces ont confirmé que l'espèce actuellement dominante dans les grottes de la partie nord de la Méditerranée occidentale est plus thermotolérante. Ceci est un excellent exemple de la puissance de la combinaison de suivis de terrain avec l'expérimentation pour l'étude de processus comme le remplacement d'espèces en relation avec le changement climatique.

CHEVALDONNÉ P. & LEJEUSNE C. 2003 Regional warming-induced species shift in NW Mediterranean marine caves. *Ecology Letters* 6:371-379

LEJEUSNE C. & CHEVALDONNÉ P. 2005 Population structure and life history of *Hemimysis margalefi* (Crustacea: Mysidacea), a 'thermophilic' cave-dwelling species benefiting from the warming of the NW Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series* 287: 189-199

Des expériences sur la thermotolérance du corail rouge *Corallium rubrum* ont été réalisées à Monaco, car le système d'aquariums nécessaires n'était disponible à la SME. Des colonies provenant de deux populations soumises à régimes thermiques contrastées (population superficielle et population profonde) ont été récoltées dans l'archipel de Riou et transportées à Monaco. Les colonies ont été soumises à différents traitements de température qui en grande partie ont reproduit les anomalies thermiques observées en 1999 et 2003 (reliées avec le cas de mortalités massives d'invertébrés). Ces expériences ont permis de reproduire les mortalités observées au terrain en conditions expérimentales renforçant l'hypothèse de la température comme cause majeure de ces événements catastrophiques. Il a été possible d'établir avec précision les seuils de tolérance de ces deux populations locales et de déterminer l'existence d'une sensibilité différentielle entre les deux populations. Deux articles sont en cours de rédaction dans le cadre de la thèse d'O. Torrents (2002-2005) financée par le Conseil Régional concernant la biologie des populations du corail rouge.

### **10.5. Suivi des populations de poissons Labridés et Sparidés**

- Génétique des populations et adaptation de la couleur chez les poissons labridés

Les **Labridés** se camouflent de leur prédateur en adoptant une robe de la couleur de leur environnement. Pour comprendre comment ces poissons peuvent s'adapter à un nouvel écosystème une expérience en aquariums de plusieurs mois a été conduite en soumettant ces espèces à différents types de milieux naturels et artificiels.

ARIGONI S., FRANCOUR P., HARMELIN-VIVIEN M., ZANINETTI L. 2002. Adaptive colouration of Mediterranean labrid fishes to the new habitat provided by the introduced tropical alga *Caulerpa taxifolia*. *Journal of Fish Biology*, 60:1486-1497.

- Croissance des poissons Sparidés

Les **Sparidés** (sars) ont une forte valeur commerciale. Gérer les stocks implique de connaître l'âge des individus. La validation de la formation journalière des stries d'accroissement sur les otolithes de Sparidés a pu être réalisée grâce à des expériences de marquage avec un fluorochrome (alizarine complexone) menées simultanément en aquarium à la SME et dans la calanque de Malmousque.

VIGLIOLA L. 1997. Validation of daily increment formation in otoliths for three *Diplodus* species in the Mediterranean sea. *Journal of Fish Biology*, 51:349-360.

### **10.6. Rôle complémentaire de la Calanque, réserve marine depuis 1961**

Les petits fonds des calanques autour de la pointe de Malmousque sont des sites privilégiés pour le recrutement de plusieurs espèces de poissons Sparidés du genre *Diplodus*. L'arrivée des juvéniles a lieu entre la fin de l'automne et le printemps selon les espèces. Pendant les périodes de recrutement un suivi quotidien est nécessaire pendant plusieurs semaines. Une

description des microhabitats favorables à l'installation des juvéniles de Sparidés a été réalisée à partir d'observations menées dans la calanque et les fonds rocheux voisins. Par ailleurs, une évaluation du nombre et de la taille des différentes cohortes de juvéniles de 3 espèces de Sparidés a été effectuée grâce à un suivi mené sur 3 ans.

HARME LIN-VIVIEN M.L., HARME LIN J.G., LEBoulLEUX V. 1995. Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes on Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, 300/301 :309-320.

VIGLIOLA L., HARME LIN-VIVIEN M.L., BIAGI F., GALZIN R., GARCIA RUBIES A., HARME LIN J.G., JOUVENEL J.Y., LE DIREACH-BOURCIER L., MACPHERSON E., TUNESI L. 1998. Spatial and temporal patterns of settlement among sparid fishes of the genus *Diplodus* in the north-western Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 168:45-56.

Pour mémoire également, la calanque est aussi indispensable à de nombreuses manipulations et expérimentations:

Marinisation d'appareil

Mise en place d'expérimentation pour le recrutement d'organismes benthiques

Mise en place d'expérimentation pour la croissance d'éponges à squelette hypercalcifié.

Suivi de mesures en continu de la température, de l'oxygène, du pH, etc.

Suivi des populations du phytoplancton.

## 11. Articles et thèses récents dus à des installations de Station Marine

1999

BOURY-ESNAULT, N., KLAUTAU, M., BEZAC, C., WULFF, J. & SOLE-CAVA, A.M. 1999. Comparative study of putative conspecific sponge populations from both sides of the Isthmus of Panama. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79: 39-59.

BOURY-ESNAULT, N., EFREMOVA, S.M., BÉZAC, C. & VACELET, J. 1999. Reproduction of a hexactinellid sponge: first description of gastrulation by cellular delamination in the Porifera. *Invertebrate Reproduction and Development* 35: 187-201.

KLAUTAU, M., RUSSO, C., LAZOSKI, C., BOURY-ESNAULT, N., THORPE, J.P. & SOLÉ-CAVA, A.M. 1999. Does cosmopolitanism in morphologically simple species result from overconservative systematics? A case study using the marine sponge *Chondrilla nucula*. *Evolution* 53: 1414-1422.

MURICY, G., BÉZAC, C., GALLISSIAN, M.-F. & BOURY-ESNAULT, N. 1999. Anatomy, cytology and symbiotic bacteria of four Mediterranean species of *Plakina* (Demospongiae : Homosclerophorida). *Journal of Natural History* 33: 159-176.

SOLÉ-CAVA, A.M. & BOURY-ESNAULT, N. 1999. Patterns of intra and interspecific divergence in marine sponges. *Memoirs of the Queensland Museum* 44: 591-602.

VACELET, J. 1999. Planktonic armoured propagules of the excavating sponge *Alectona* (Porifera: Demospongiae) are larvae: evidence from *Alectona*

*wallichii* and *A. mesatlantica* sp. nov. *Memoirs of the Queensland Museum* 44: 627-642.

2000

BORCHIELLINI, C., CHOMBARD, C., LAFAY, B. & BOURY-ESNAULT, N. 2000. Molecular systematics of sponges (Porifera). *Hydrobiologia* 420: 15-27.

PÉREZ, T., GARRABOU, J., SARTORETTO, S., HARME LIN, J.-G., FRANCOUR, P. & VACELET, J. 2000. Mortalité massive d'invertébrés marins: un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 323: 853-865.

2001

BORCHIELLINI, C., MANUEL, M., ALIVON, E., BOURY-ESNAULT, N., VACELET, J. & LE PARCO, Y. 2001. Sponge paraphyly and the origin of Metazoa. *Journal of Evolutionary Biology* 14: 171-179.

LAUBIER, L., 2001. Climatic changes and trends and marine invertebrates: a need for relevant observing networks and experimental ecophysiology. *Atti Associazione Italiana di Oceanologia e*

LAZOSKI, C., SOLÉ-CAVA, A.M., BOURY-ESNAULT, N., KLAUTAU, M. & RUSSO, C.A.M. 2001. Cryptic speciation in a high gene flow scenario in the oviparous marine sponge *Chondrosia reniformis* Nardo, 1847. *Marine Biology* 139: 421-429.

PÉREZ, T., SARRAZIN, L., REBOUILLON, P. & VACELET, J. 2001. Devenir des détergents en eaux côtières: essais d'évaluation de la biodégradabilité en présence

- d'organismes filtreurs (Spongiaires). Journal Européen d'Hydrobiologie 32: 125-141.
- VACELET, J., BORCHIellini, C., PEREZ, T., BULTEl-PONCE, V., BROUARD, J.-P. & GUYOT, M. 2000. Morphological, chemical, and biochemical characterization of a new species of sponges without skeleton (Porifera, Demospongiae) from the Mediterranean Sea. *Zoosystema* 22: 313-326.
- 2002
- BOURY-ESNAULT, N., MARSCHAL, C., KORNPROBST, J.-M. & BARNATHAN, G. 2002. A new species of *Axinyssa* Lendenfeld, 1897 (Porifera, Demospongiae, Halichondrida) from the Senegalese coast. *Zootaxa* 117: 1-8.
- ERESKOVSKY, A.V. & BOURY-ESNAULT, N. 2002. Cleavage pattern in *Oscarella* species (Porifera, Demospongiae, Homoscleromorpha), transmission of maternal cells and symbiotic bacteria. *Journal of Natural History* 36: 1761-1775.
- PEREZ, T., SARRAZIN, L., REBOUILLON, P. & VACELET, J. 2002a. First evidences of surfactant biodegradation by marine sponges (Porifera): an experimental study with a linear alkylbenzenesulfonate. *Hydrobiologia* 489: 225-233.
- PEREZ T., SARRAZIN L., REBOUILLON P. & VACELET J. 2002B. - Devenir des détergents en eaux côtières : essais d'évaluation de la biodégradabilité en présence d'organismes filtreurs (spongiaires). *Journal Européen d'Hydrobiologie* 32: 125-141.
- VACELET, J. & BOURY-ESNAULT, N. 2002. A new species of carnivorous deep-sea sponge (Demospongiae: Cladorhizidae) associated with methanotrophic bacteria. *Cahiers de Biologie marine* 43: 141-148.
- 2003
- AURELLE D., GUILLEMAUD T., AFONSO P., MORATO T., WIRTZ P., SERRÃO SANTOS R., CANCELA M.L., 2003 Genetic study of *Coris julis* (Osteichthyes, Perciformes, Labridae) evolutionary history and dispersal abilities. *C.R. Biologie*, 326, 771-785.
- BOUDOURESQUE, C.F., BOURY-ESNAULT, N. & HARMELIN-VIVIEN, M. 2003. Marine biodiversity : trends, patterns and threats. In: M. Villà, F. Rodà & J. Ros, eds. Seminar on biodiversity and biological conservation, Institut d'Estudis Catalans publ., Barcelona: 391-410.
- BOURY-ESNAULT, N., ERESKOVSKY, A.V., BÉZAC, C. & TOKINA, D.B. 2003. Larval development in Homoscleromorpha (Porifera, Demospongiae). *Invertebrate Biology* 122: 187-202.
- CHENUIL A., LE GAC M., THIERRY, M. 2003. Fast isolation of microsatellite loci of very diverse repeat motifs by library enrichment in echinoderm species, *Amphipholis squamata* and *Echinocardium cordatum*. (Technical note). *Molecular Ecology Notes* 3(2): 324-327.
- CHEVALDONNE P. & LEJEUSNE C. 2003 Regional warming-induced species shift in NW Mediterranean marine caves. *Ecology Letters* 6 (4): 371-379
- MANUEL, M., BORCHIellini, C., ALIVON, E., LE PARCO, Y., VACELET, J. & BOURY-ESNAULT, N. 2003. Phylogeny and Evolution of Calcareous Sponges: Monophyly of Calcinea and Calcaronea, High Level of Morphological Homoplasmy, and the Primitive Nature of Axial Symmetry. *Systematic Biology* 52: 311-333.
- MANUEL, M., BOURY-ESNAULT, N. & VACELET, J. 2003. L'éponge ...une république cellulaire. *Pour la Science (France)* 310: 68-75.
- PAPILLON D, PEREZ Y, FASANO L, LE PARCO Y, CAUBIT X. 2003. Hox gene survey in the chaetognath *Spadella cephaloptera*: evolutionary implications. *Dev Genes Evol.* 213 (3) : 142-148.
- PEREZ, T., WAFO, E., FOURT, M. & VACELET, J. 2003. Marine sponges as biomonitor of polychlorobiphenyl contamination: concentration and fate of 24 congeners. *Environmental Science & Technology* 37: 2152-2158.
- 2004
- BORCHIellini, C., CHOMBARD, C., MANUEL, M., ALIVON, E., VACELET, J. & BOURY-ESNAULT, N. 2004. Molecular phylogeny of Demospongiae: implications for classification and scenarios of character evolution. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 32: 823-837.
- BORCHIellini, C., ALIVON, E. & VACELET, J. 2004. The systematic position of *Alectona* (Porifera, Demospongiae): a tetractinellid sponge. *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici della Università di Genova* 68: 209-217.
- PEREZ, T., VACELET, J., BITAR, G. & ZIBROWIUS, H. 2004. Two new lithistids (Porifera, Demospongiae) from a shallow eastern Mediterranean cave (Lebanon). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 15-24.
- BOURY-ESNAULT, N. & SOLÉ-CAVA, A.M. 2004. Recent contributions of genetics to the study of sponge systematics and biology. *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici della Università di Genova* 68: 3-18.
- MANUEL, M., BORCHIellini, C., ALIVON, E. & BOURY-ESNAULT, N. 2004. Molecular phylogeny of Calcareous sponges using 18S rRNA and 28S rRNA sequences. *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici della Università di Genova* 68: 449-461.
- VACELET, J. & DUPORT, E. 2004. Prey capture and digestion in the carnivorous sponge *Asbestopluma hypogea* (Porifera: Demospongiae). *Zoomorphology* 123: 179-190.
- PEREZ, T., VACELET, J. & REBOUILLON, P. 2004. *In situ* comparative study of several mediterranean sponges as potential biomonitors of heavy metals. *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici della Università di Genova* 68: 517-525.

LAUBIER, L., PEREZ, T., LEJEUSNE, C., GARRABOU, J., CHEVALDONNÉ, P., VACELET, J., BOURY-ESNAULT, N. & HARMELIN, J.-G. 2003(2004). La Méditerranée se réchauffe-t-elle? *Marine Life* 13: 71-81.

PAPILLON D, PEREZ Y, CAUBIT X, LE PARCO Y 2004. Identification of chaetognaths as protostomes is supported by the analysis of their mitochondrial genome. *Mol Biol Evol* 21 (11) : 2122-2129.

LE GAC (M.), FERAL (J.-P.), VEYRET (M.) & CHENUIL (A.) 2004 - Identification of allopatric clades in the cosmopolitan species complex of the brittle star *Amphipholis squamata*. The end of a paradox ? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 278: 171-178

2005

LEJEUSNE C. & CHEVALDONNÉ P. (2005) Population structure and life history of *Hemimysis margalefi* (Crustacea: Mysidacea), a 'thermophilic' cave-dwelling species benefiting from the warming of the NW Mediterranean. *Marine Ecology-Progress Series* 287 : 189-199.

PEREZ, T., LONGET, D., SCHEMBRI, T., REBOUILLON, P. & VACELET, J. 2005. Effects of 12 years operation of a sewage treatment plant on trace metal occurrence within a Mediterranean commercial sponge (*Spongia officinalis*, Demospongiae). *Marine Pollution Bulletin* 50: 301-309.

PAPILLON D, PEREZ Y, FASANO L, LE PARCO Y, CAUBIT X. 2005. Restricted expression of a median Hox gene in the central nervous system of chaetognaths. *Dev Genes Evol.* (sous presse, on line March 2005)

LEYS, S.P., CHEUNG E. & BOURY-ESNAULT, N. Embryogenesis in the glass sponge *Oopsacas minuta*: formation of syncytia by fusion of blastomeres. *Integrative and Comparative Biology* (sous presse)

POULIN (É.), CORNUDELLA (M. L.), CHENUIL (A.) & FÉRAL (J.-P.) - Progeny-array analysis and Bayesian approach to infer selfing rate in *Amphipholis squamata* (Echinodermata : Amphipholidae) from dominant markers. *Heredity* (sous presse)

Utilisation de l'eau de mer et expériences dans la calanque

MACPHERSON E., BIAGI F., FRANCOUR P., GARCIA-RUBIES A., HARMELIN J.G., HARMELIN-VIVIEN M.L., JOUVENEL J.Y., PLANES S., VIGLIOLA L., TUNESI L. 1997. Mortality of juvenile fishes of the genus *Diplodus* in protected and unprotected areas in the western Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 160:135-147.

VIGLIOLA L. 1997. Validation of daily increment formation in otoliths for three *Diplodus* species in the Mediterranean sea. *Journal of Fish Biology*, 51:349-360.

VIGLIOLA L., HARMELIN-VIVIEN M.L., BIAGI F., GALZIN R., GARCIA-RUBIES A., HARMELIN J.G., JOUVENEL J.Y., LE DREACH-BOURSIER L.,

MACPHERSON E., TUNESI L. 1998. Spatial and temporal patterns of settlement among sparid fishes of the genus *Diplodus* in the north-western Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 168:45-56.

PLANES S., MACPHERSON E., BIAGI F., GARCIA-RUBIES A., HARMELIN J.G., HARMELIN-VIVIEN M.L., JOUVENEL J.Y., TUNESI L., VIGLIOLA L., GALZIN R. 1999. Ecological and biological implications of spatio-temporal variability in growth of juvenile sparid fishes from the Mediterranean littoral. *Journal of the Marine Biological Association U.K.*, 79:137-143.

VIGLIOLA L., HARMELIN-VIVIEN M., MEEKAN M.G. 2000. Comparison of techniques of back-calculation of growth and settlement marks from the otoliths of three species of *Diplodus* from the Mediterranean Sea. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57:1291-1299.

VIGLIOLA L., HARMELIN-VIVIEN M. 2001. Post-settlement ontogeny in three temperate reef fish of the genus *Diplodus* : implication for recruitment studies. *Bulletin of Marine Science*, 68:271-286.

ARIGONI S., FRANCOUR P., HARMELIN-VIVIEN M., ZANINETTI L. 2002. Adaptive colouration of Mediterranean labrid fishes to the new habitat provided by the introduced tropical alga *Caulerpa taxifolia*. *Journal of Fish Biology*, 60:1486-1497.

Liste des thèses soutenues récemment ayant nécessité l'eau de mer ou la proximité de la zone-atelier « Anse des Cuivres »

Année 2000

**Walid A.N. YOUNES**

Directeur de thèse : J-C ROMANO (DIMAR)

Titre : Observation par une acquisition à haute définition spatiale de la variabilité temporelle à différentes échelles d'un hydrosystème estuarien, le Rhône, et de son influence sur les eaux côtières

Date de soutenance : 26 Septembre 2000

Université d'inscription : Université de la Méditerranée

Année 2001

**Thierry PEREZ**

Directeur de thèse : J VACELET (DIMAR)

Titre : Qualité de l'environnement marin littoral : étude des spongiaires pour la bioévaluation des peuplements de substrats durs

Date de soutenance : 4 Janvier 2001

Université d'inscription : Université de la Méditerranée

**Michael MANUEL**

Directrice de thèse : N BOURY-ESNAULT (DIMAR)

Titre : Origine et évolution des mécanismes moléculaires contrôlant la morphogénèse chez les Métazoaires : un nouveau modèle spongiaire, *Sycon raphanus*, (Calcispongia, Calcaronea)

Date de soutenance : 5 Janvier 2001

Université d'inscription : Université Paris-Sud

**Dounia SOLTAN**

Directeur de thèse : C-F BOUDOURESQUE (DIMAR)  
Titre : Etude de l'incidence de rejets urbains sur les peuplements superficiels de macroalgues en Méditerranée nord-occidentale  
Date de soutenance : 15 Mars 2001  
Université d'inscription : Université de la Méditerranée

**Olivier JOUSSON**

Directeurs de thèse : Pierre BARTOLI (DIMAR) et Ian PAWLOWSKI (Université de Genève)  
Titre : Les trématodes digénétiques parasites de poissons en Méditerranée occidentale : cycles biologiques, diversité cryptique et évolution moléculaire  
Date de soutenance : 4 Mai 2001  
Universités d'inscription : Université de Genève et Université de la Méditerranée (co-tutelle)

**Année 2002**

**Simona ARIGONI**

Co-direction : M. HARMELIN-VIVIEN (DIMAR) et L. ZANINETTI, Université de Genève  
Titre : Le peuplement de poissons d'une zone colonisée par *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée nord-occidentale : adaptations phénotypiques de certains Labridés et répartition génétique des populations de *Symphodus ocellatus*  
Thèse soutenue le 18 octobre 2002 à Genève  
Universités d'inscription : Université de la Méditerranée, Université de Genève

**Année 2004**

**Nathaniel BENSOUSSAN**

Direction : J.C. ROMANO, (DIMAR).  
Titre: Mesures en continu de l'alcalinité en mer : développement instrumental et signification écologiques  
Thèse soutenue le 16 juin 2004 à Marseille  
Universités d'inscription : Université de la Méditerranée

**Bouazza EL HAIKALI**

Direction : J.C. ROMANO (DIMAR).  
Titre : Estimation des productions organique et inorganique de quelques espèces macrophytobenthiques méditerranéennes calcifiées par mesures d'oxygène dissous, de pH et d'alcalinité totale. Interactions avec les conditions naturelles du milieu et rôle dans la variabilité de certaines caractéristiques physico-chimiques des eaux côtières.  
Thèse soutenue le 9 juin 2004 à Marseille  
Universités d'inscription : Université de la Méditerranée,

**Daniel PAPILLON**

Co-direction : Y. LE PARCO (DIMAR) et X. CAUBIT (UPRES Biodiversité St Charles).  
Titre : Origine et évolution des plans d'organisation chez les premiers métazoaires : le modèle *Chaetognate*  
Thèse soutenue le 21 décembre 2004 à Marseille  
Universités d'inscription : Université de la Méditerranée,

**Liste des thèses en cours nécessitant l'eau de mer**

**Christophe LEJEUSNE**

Co-direction : N BOURY-ESNAULT et P CHEVALDONNE (DIMAR).  
Habitats fragmentés et métapopulations en milieu marin : structures démographiques et génétiques de population d'invertébrés de grottes sous-marines dans un contexte de réchauffement global

**Frédéric SINNIGER**

Co-direction : H. ZIBROWIUS (DIMAR) et Mme ZANINETTI (Université de Genève).  
Titre: Biologie, écologie et phylogénie moléculaire de *Gerardia saviglia*

**Oriol TORRENTS**

Co-direction : J. GARRABOU et J. VACELET (DIMAR).  
Titre: Biologie des populations du corail rouge de Méditerranée

**Emilie BOISSIN**

Co-direction : A. CHENUIL et JP FERAL (DIMAR)  
Titre: Etude de la coexistence en apparente syntopie des différents taxons du complexe d'espèces jumelles et polychromatiques *Amphipholis squamata* (hermaphrodites incubantes).

**Jean-Baptiste LEDOUX**

Co-direction: D. AURELLE, J. GARRABOU ET JP FERAL (DIMAR)  
Titre: Changement climatique: possibles conséquences pour la conservation d'espèces marines longévives