

# Rapport de Mission Conférence de l'EAS

**« Biotechnologies for quality »**

Coordinateur : Denis Lacroix

*Barcelone, Espagne, 20-23 octobre 2004*



**RAPPORT DE MISSION COLLECTIF**

**SUR LA CONFERENCE DE L'EAS**

**« BIOTECHNOLOGIES FOR QUALITY »**

Barcelone, Espagne 20-23 octobre 2004

Photo couverture : Salle des posters congrès EAS Barcelone.

Photo 4è de couverture : Site du congrès EAS à Barcelone.

## Résumé

Le congrès annuel de l'EAS (European Aquaculture Society) a rassemblé pendant 4 jours 531 chercheurs, producteurs et responsables institutionnels de 47 nationalités. Il a donné lieu à la présentation de 105 communications orales et de 274 posters. La thématique générale du congrès était construite sur le thème général suivant : Biotechnologies for quality. Il s'agissait de montrer que les biotechnologies, qui font parfois peur au consommateur comme au citoyen, constituent un outil privilégié de développement de l'aquaculture, y compris dans les aspects de développement durable. De fait, aujourd'hui, les attentes du grand public restent centrées autour des notions de qualité, sécurité, bien-être et santé animale.

Le représentant de la Commission européenne a montré de nouveau sa volonté de continuer à soutenir l'aquaculture, en rappelant qu'il a été publié en 2002 un plan de développement de l'aquaculture européenne : avec 4 % de croissance annuelle moyenne, l'aquaculture devrait générer 8 à 10 000 emplois nouveaux sur les 15 prochaines années, notamment dans la conchyliculture et la pisciculture marine au large avec comme mot clef l'intégration dans l'environnement comme dans le tissu socio-économique côtier.

Les travaux menés dans les 10 sessions portaient sur les thèmes classiques de l'aquaculture (nutrition, physiologie, génétique, génomique, etc) et leur relation avec les biotechnologies.

Cet important congrès a été aussi le lieu de multiples réunions satellites impliquant divers chercheurs français : assemblée générale de l'EAS, groupes de travail sur certains programmes européens en cours ou à venir : CSN-Intran, I3, ASEM, AQUAeTREAT, PANDA, DIPNET,...

Ce type de réunion montre bien l'importance des contacts personnels directs pour l'exploration des nouveaux projets européens et d'autres formes de partenariats. Ifremer y joue naturellement un rôle actif en raison de sa dimension pluridisciplinaire et de sa reconnaissance scientifique.

L'EAS montre qu'elle constitue un espace privilégié d'information et de dialogue entre tous les acteurs de l'aquaculture. Elle est aussi un partenaire fort de la commission européenne notamment dans la réflexion sur les grandes orientations de la recherche et du développement de secteur.

*Mots clefs* : Aquaculture, Biotechnologie, Qualité, Europe, Méditerranée

## SOMMAIRE

*Page*

<b>Résumé</b> .....	2
NOTE LIMINAIRE .....	4
OBJECTIF DE LA MISSION .....	4
DEROULEMENT .....	4
<b><u>A. Sessions Plénières</u></b> .....	5
<b><u>B. Sessions Spécialisées</u></b> .....	8
<b>S1</b> <b>Génétique &amp; Reproduction</b>	
<b>S2</b> <b>Production Larvaire &amp; Juveniles</b>	
<b>S3bis</b> <b>Ongrowing II</b>	
<b>S6</b> <b>Host/Pathogen/Microflora Interactions</b>	
<b>S8</b> <b>Safety &amp; Traceability</b>	
<b>S9</b> <b>Bioactive Products</b>	
<b>S11</b> <b>Aquaculture générale (posters seulement)</b>	
<b><u>C. Session scientifique parallèle</u></b> .....	14
<b><u>D. Divers</u></b> .....	16
<b><u>Liste de diffusion</u></b> .....	19

## NOTE LIMINAIRE

Ce compte rendu de mission a été préparé en collaboration avec l'ensemble des chercheurs Ifremer présents à cette conférence :

- Laboratoire VP de Nantes : Jean-Paul Cadoret,
- Laboratoire Génétique et Pathologie La Tremblade : Laurence Miossec
- Laboratoire du CREMA L'Houmeau : Jérôme Hussenot,...
- Laboratoire « UMR5171 » de Montpellier : Evelyne Bachère, Yannick Gueguen, Julien de Lorgeril, Marcelo Gonzales.
- Laboratoire LRPM de Palavas : J.P. Blancheton, B. Chatain, D. Covès, D. Lacroix, B. Menu, F. René

La coordination des contributions et la mise en forme ont été assurées par D. Lacroix et D. Ritzen.

## OBJECTIF DE LA MISSION

L'objectif de la mission était de participer à la conférence annuelle de la European Aquaculture Society (EAS), structure rassemblant les principaux organismes, entreprises et administrations engagés dans la recherche et le développement en Europe dans le domaine de l'aquaculture.

La variété des thèmes abordés, la tenue de sessions en parallèle et les responsabilités prises par diverses équipes de l'Ifremer au sein de l'EAS et des thématiques traitées justifiaient une participation de plusieurs chercheurs de l'Ifremer : Evelyne Bachère (ASEM, poster, présentation projet Immunaqua), Jean-Paul Blancheton (Réunion CSN, AQUAeTREAT), Jean Paul Cadoret (2 posters), Yannick Gueguen (poster), Jérôme Hussenot (Réunion AQUAeTREAT, poster), Béatrice Chatain (poster), Denis Covès (Rencontre avec divers chercheurs dont Université de Murcia, IEO de Puerto Mazarron et contributeurs projet EuTReC/FP6-Design Study), Denis Lacroix (membre du conseil de l'EAS, réunions CSN, I3), Julien de Lorgeril (poster), Bruno Menu (poster), Laurence Miossec (projets européens PANDA, DIPNET, présentation du projet DIPNET sous forme d'une plaquette déposée à la session Poster), François René (réunions CSN, Master européen).

Malgré la clôture prématurée des inscriptions (pour raisons de sécurité), cette conférence est la plus importante en Europe depuis Nice 2000 : 531 participants aux conférences et 139 aux ateliers de 47 pays différents, présentation de 274 posters et 105 présentations orales, 10 sessions en plus des sessions plénières d'ouverture, un atelier spécialisé d'une journée sur les défis de l'aquaculture méditerranéenne. Le poids de l'aquaculture espagnole a contribué également au succès de la manifestation, malgré l'absence de foire commerciale. Il fut enfin souligné le rôle croissant de l'Union Européenne dans la politique de recherche des pays membres.

## DEROULEMENT

La plupart des missionnaires sont arrivés les 19 ou 20 octobre et sont repartis le 23 ou 24. Le 20 octobre avait lieu l'atelier spécialisé sur la Méditerranée. L'ouverture officielle du congrès était le 20 octobre. Les travaux ont été clôturés après l'assemblée générale de l'EAS (22 octobre) et la restitution des synthèses des sessions dans l'après-midi du 23 octobre.

## A- Sessions Plénières

OUVERTURE 21 OCTOBRE 2004

**Rosa Flos** (ancienne présidente de l'EAS et directrice du département d'ingénierie en aquaculture à l'université polytechnique de Barcelone) rappelle que la technologie prend un rôle croissant dans toutes les sciences. L'aquaculture peut se l'approprier mais en la mettant au service de la qualité le maître mot pour le consommateur d'aujourd'hui. «Nous sentons bien que l'aquaculture ne pourra trouver sa place que si le dialogue entre producteurs et chercheurs progresse dans un cadre nécessairement européen».

**Constantin Vamvakas** (directeur de l'unité pêche et aquaculture à la Commission européenne) déclare que l'aquaculture est sur une tendance longue de développement. La technologie a un rôle central à jouer et la Commission en a conscience. Elle a diffusé en 2002 un document sur la stratégie de développement de ce secteur en Europe, document très bien accueilli par le Parlement comme par les pays membres.

L'UE peut aider la recherche publique et privée avec de nouveaux instruments en insistant sur le partenariat entre centres de recherche et entreprises.

Insiste sur le fait que parmi les 3 axes stratégiques du plan de développement le contrôle des maladies animales est une priorité majeure.

Rappelle la mise en place d'un outil de financement « Small Scale R&D project » mobilisable sur l'initiative du secteur professionnel.

Dans le cadre du 7<sup>th</sup> FP le soutien financier de l'E.U des nouvelles infrastructures de recherche européenne serait revu à la hausse par rapport au budget prévu dans le cadre du 6<sup>th</sup> FP qui avait seulement un caractère incitatif.

Enfin, il félicite l'EAS pour son rôle extrêmement positif dans le développement du secteur.

**José Ferrer** (président de l'Univ. Polytechnique de Catalogne) explique que l'effort de recherche dans le domaine de l'aquaculture a été une des priorités de l'UPC depuis 5 ans et qu'il le restera.

**Rita Colwell** (Université de Maryland ; John Hopkins Univ.) ouvre la conférence scientifique par une présentation sur « la biotechnologie et la mer : une convergence de promesses ».

Elle rappelle que les frontières de convergence terre/mer sont très riches de vie sous toutes formes.

La biotechnologie est une des clefs pour découvrir, inventorier et valoriser cet énorme potentiel (bio, info, nano). Elle développe quelques exemples :

1. la nacre peut être utilisée pour faire des os artificiels comme des revêtements d'ailes d'avion
2. des bactéries associées aux huîtres contiennent une molécule active contre la maladie de Parkinson,
3. des liposomes circulaires de 100 nanomètres de diamètre qui piègent le fer marin et peuvent bloquer ainsi les efflorescences algales toxiques,
4. la furanone, molécule produite par des algues rouges, donne un antifouling très efficace et aussi en antibactérien actif sur l'homme en limitant les phénomènes de quorum-sensing lors des infections bactériennes,
5. en matière de prévention, les mesures satellitaires de température de l'eau de surface associées aux blooms planctoniques et la hauteur de la mer permettent de prédire les caractéristiques des épidémies de choléra dans la région de Dacca (Bangladesh).

Aujourd'hui, les biotechnologies marines sont en retard par rapport aux biotechnologies terrestres, y compris pour traiter les enjeux de développement de l'aquaculture.

300.000 espèces vivantes ont été répertoriées dans la mer. Il en reste probablement des millions si l'on extrapole à partir de la surface connue. De fait, les bactéries marines recyclent environ 10 % de toute la matière organique sur terre, alors qu'1 % seulement des bactéries marines a été étudié.

En conclusion, le champ d'application des biotechnologies marines vient seulement d'être ouvert. Il a d'évidentes et nombreuses applications en aquaculture.

**Laurent Bochereau** (Chef d'unité Sécurité des systèmes de production alimentaire à la Commission européenne).

Il développe le concept de l'espace européen de la recherche après avoir rappelé que la pêche et l'aquaculture représentent 0,3 % du PIB de l'EU15 et 62.000 emplois directs.

Rappel : budget de la recherche européenne : 3,7 milliards d'euros en 1984-1987 ; 17,5 milliards en 2002-2006 avec un accroissement pour les sciences de la vie :

dont :

- recherche et innovation
- ressources humaines et mobilité
- infrastructures de recherche
- science et société.

Ces axes de développement sont croisés avec les 7 priorités thématiques (nanotechnologies, sécurité alimentaire, gouvernance, etc.).

Dans le thème « Food quality & Safety » (685 millions d'euros sur 4 ans) on trouve le concept : de la fourchette à la fourche (from fork to farm).

Exemple d'application :

- Seafood Plus, 71 partenaires, 26 millions d'euros.
- Inraquanim, 22 partenaires de 9 pays, 8,2 millions d'euros sur 4 ans.
- Consensus : protocoles pour une aquaculture durable, 24 partenaires de 9 pays

Autres projets en préparation :

- Impact of animal feed on human health
- Healthies methods of feed production.
- Management of waste from farms and fisheries.

La commission veut doubler les ressources pour la recherche dans les sciences du vivant et les biotechnologies (de 5 à 10 milliards d'euros).

Dans le 7<sup>e</sup> PCRD, il relève 6 priorités dont le renforcement de la capacité de recherche par les infrastructures (en plus de la mobilité, la coordination, etc.).

Une idée nouvelle : des plates-formes technologiques rassemblant la recherche, l'industrie, les décideurs politiques incluant une vision stratégique du développement et un agenda (application pour IFR ? ; en bref une biotechnologie « bleue » après la « verte » (agro-industrie terrestre) et la « blanche » (matière non vivante).

OUVERTURE (2<sup>ème</sup> jour) 22 OCTOBRE 2004

**Sandra Adams** (Institut d'aquaculture, Univ. de Stirling, Grande-Bretagne) : la révolution dans la gestion de la santé des animaux.

Elle rappelle d'abord le considérable développement des vaccins qui a fait chuter l'usage des antibiotiques. Des progrès énormes ont été faits dans de nombreux domaines liés à la maîtrise des pathogènes dès l'étape initiale du diagnostic, avec de nombreux outils nouveaux et fiables basés sur des techniques d'immunologie = IHC, IFAT, fluorescence, anticorps mono et polyclonaux, Elisa, sérologie. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients notamment en raison des incertitudes liées aux faux positifs et faux négatifs.

Autre voie d'approche, les méthodes moléculaires : PCR, nested PCR, PCR temps réel, hybridation *in situ*, etc. Leur intérêt est leur sensibilité élevée qui permet notamment de préciser le cycle biologique de certains pathogènes (*Flavo bacterium* de la truite par exemple).

Les vaccins recombinants offrent aussi un potentiel intéressant. D'autres méthodes sont en cours de développement : immuno-chromatographie, micro-puces, luminex (excitation par laser), microscopie confocale, analyse d'épitopes (mimitopes).

En conclusion, elle souligne que cette floraison de technologies doit être maintenant filtrée par l'expérience (sensibilité/fiabilité) et l'économie (coût/efficacité).

**Robert Devlin** (service des pêches de Vancouver, Canada).

Il expose le difficile problème des facteurs scientifiques et sociaux liés à l'utilisation de poissons transgéniques en aquaculture.

En transgénie, 33 poissons ont déjà été testés pour des mécanismes touchant la croissance, la physiologie, la reproduction et la pathologie principalement.

Les réponses des poissons (croissance, efficacité alimentaire, résistance aux maladies, métabolisme activité de nage, composition corporelle, déformations, comportements alimentaires...) aux manipulations transgéniques peuvent être très différentes. Mais globalement la croissance, effet le plus recherché, est multipliée par 2 ou 3.

Les inconvénients ne sont pas négligeables :

- temps important de développement des techniques
- résultats incertains
- problèmes éventuels d'alimentation ou de rendement alimentaire
- problèmes de commercialisation

L'ADN transféré suit les lois de Mendel et semble stable sur 5 générations. Certaines protéines de croissance peuvent être actives sur d'autres vertébrés (l'homme).

Il apparaît de nombreux aspects imprévus : acromégalie, résistance réduite à certaines maladies, longévité réduite, efficacité métabolique moins bonne, production d'allergène humain (parvalbumine). Mais on ne peut pas généraliser à toutes les espèces.

Le tilapia transgénique est la seule espèce qui améliore son taux de conversion (saumon : + 70 %).

Les risques pour l'environnement sont nombreux et exigeraient des études précises et complètes. La seule réponse actuelle est la stérilisation, mais cette précaution n'est pas prise systématiquement.

En fait, c'est l'optimum du couple « croissance x survie » que l'on recherche. Mais si l'on déplace l'équilibre de la croissance, quelles conséquences pour le reste des fonctions ?

En cas de manque de nourriture, les poissons transgéniques meurent plus rapidement que les non-transgéniques. En condition de satiété, le comportement alimentaire des poissons transgéniques est bien plus dynamique, ce qui entraîne aussi un cannibalisme fort en condition semi-naturelle.

Cependant, la sélection classique ne pourrait-elle pas offrir les mêmes résultats que la transgénèse sans effet délétère ? Les risques liés à la transgénèse ne sont-ils pas finalement les mêmes que ceux d'une domestication poussée ?

L'attitude des différents groupes sociaux :

- les producteurs sont globalement contre jusqu'à ce que la science prouve l'innocuité
- la méfiance envers la technologie en général augmente avec le niveau de développement et le fait qu'il s'agit d'animaux (sauf pour l'aspect de prévention ou traitement des maladies).

Conclusion : la transgénèse doit rassurer et prouver sa maîtrise avant de se développer.

## **B- Sessions Spécialisées**

(Communications orales et posters)

### S1 – GENETIQUE & REPRODUCTION

**Papakostas, S.** (Université Aristote de Thessalonique)

Les résultats du programme européen ROTIGEN commencent à sortir. Quelques révélations intéressantes sur la diversité génétique des souches étudiées. *Brachionus plicatilis* serait en fait un groupe de 9 biotypes divergeants où domine *Brachionus* sp. Cayman et non *Brachionus plicatilis stricto sensu*.

### S2 – PRODUCTION LARVAIRE & JUVENILES

Cette session était animée de façon remarquable par Karin Pittman et Amos Tandler

**Pittman K.** (Université de Bergen)

Approche physiologique des changements cellulaires qui ont lieu pendant la transition entre la larve et le juvénile de poisson. Le petit chapitre « malformations, régime alimentaire et processus neuro-endocrines » est original et intéressant (pages 62-64).

**Hagiwara A.** (Université de Nagasaki)

Essais de croisements entre des souches de rotifères « L » japonaises et allemandes. Pas d'hybrides « miracles » mais des résultats annexes intéressants sur l'effet bénéfique du passage par des œufs de durée sur les taux de croissance des clones.

**Kuwada H.** (station de Notojima)

Le changement dans la continuité. Les aquaculteurs japonais utilisent toujours les mêmes énormes bacs pour produire leurs rotifères « en extensif », mais la technique a évolué avec l'adoption par 29 fermes publiques sur les 77 existantes de la ECC (Extensive Continuous Culture) ou la CTC (Chemostat Thinning Culture). Les rendements sont toujours à peu près les mêmes depuis 1967, mais la stabilité des cultures est bien améliorée.

**Sykes A.** (Université d'Algarve, Faro, Portugal)

La seiche (*Sepia officinalis*) apparaît comme l'espèce la plus prometteuse à élever parmi les céphalopodes. L'auteur fournit des données de croissance, survie, durée moyenne du cycle de vie selon la température. La reproduction en captivité semble maîtrisée. L'utilisation de la crevette blanche (*Palaemonetes varians*) comme nourriture réduit les coûts de production. L'auteur a fait une très intéressante présentation avec la projection de clips vidéo permettant de voir le comportement des animaux dans les structures d'élevage. A noter deux atouts intéressants pour l'élevage en marais : (i) la petite crevette blanche est très abondante naturellement dans les marais salés de la côte Atlantique, et non valorisée, en raison de sa valeur commerciale faible, (ii) le cycle de production de la seiche est intéressant par sa brièveté (3 à 9 mois). Un poster de la même équipe, associée à des laboratoires andalous (Almansa *et al.*), montre que la composition des lipides et acides gras reste la même que la seiche soit nourrie avec des crevettes blanches ou des juvéniles de poissons.

**B. Glencross** (Département des pêches, Western Australia)

Le lupin montre des qualités remarquables de substitution dans la ration alimentaire des salmonidés. Son inclusion à hauteur de 20 à 30 % donne de bons résultats au plan de la croissance, de l'appétence pour les poissons et de la digestibilité. Cependant son inclusion (par extrusion) dans le granulé pose encore des problèmes qui bloquent son développement à l'échelle industrielle.

**O. Vadstein** (Université de technologie de Trondheim, Norvège)

Il pointe le problème de la fourniture d'huiles et de farines pour l'alimentation en aquaculture. L'idée est de prendre directement du zooplancton pour se substituer en partie aux pêches minotières.

Les copépodes, mysidacés, amphipodes, euphausiacés sont riches en acides gras polyinsaturés AGPI (> 20 %) et pigments et leur production atteint 5-10 g MS/m<sup>2</sup>/an en mer de Norvège, soit 20 millions de tonnes de MS rien qu'en mer de Norvège !

La ressource potentielle est donc énorme mais la récolte est-elle faisable ? et surtout écologiquement acceptable ?

La technologie de pêche est un point clef (ne pas récolter des larves de poisson et des méduses toxiques), ainsi que le traitement du zooplancton.

Autres problèmes : comment intégrer le zooplancton dans la ration alimentaire ? Comment maîtriser les excès possibles de fluor et de polluants ? Enfin quelles relations avec les acteurs des pêches traditionnelles ?

Conclusion : le potentiel est énorme mais de nombreux points de blocage potentiel restent à lever.

**O. Schneider** (Wageningen University Pays Bas)

2 communications (1 poster, 1 orale) sur la protéine des organismes unicellulaires (SCP : single cell protein) comme source de nourriture. Le poster propose une méthode de production de bactéries intégrée dans un élevage de poissons en eau recirculée (poisson-chat africain). Les effluents (eau et déchets solides) des poissons sont enrichis en carbone (acétate de sodium) à différentes concentrations, permettant d'accroître la production de protéine bactérienne d'un facteur 10 à 20 par rapport à un témoin d'effluent brut. La communication orale présente l'utilisation de cette protéine bactérienne par la crevette péneide (*L. vannamei*), comparée à une référence sur aliment commercial. Les bactéries aérobies sont préférées aux bactéries anaérobies, avec des résultats inférieurs de croissance et survie aux aliments commerciaux. La protéine bactérienne aérobie peut être considérée comme un complément alimentaire, économisant l'aliment mais ne peut pas se substituer entièrement aux aliments commerciaux.

**A. Sitja** (Laboratoire de Nutrition, Pathologie de l'Institut Torre de la Sal, CSIC/Castellon)

Elle montre qu'un régime alimentaire allant jusqu'à 75 % du remplacement des farines de poissons par des protéines végétales donne de bons résultats en termes de paramètres de croissance et de physiologie.

**Ana Milstein** (Station de recherche de Dor, Israël)

Elle part du constat qu'il y a un marché croissant pour les produits « organiques » certifiés ; d'où l'idée de la première ferme (du monde) certifiée pour une alimentation de poisson à base de périphyton. Ce périphyton est habituellement collecté sur des bambous en Afrique. En Israël, on utilise des tuyaux en PVC de rebut.

On empoissonne en tilapia (1/m<sup>2</sup>), les bassins qui reçoivent des fertilisants organiques naturels (litière de poulet). On n'observe pas de différence de croissance entre des bassins nourris avec de l'aliment granulé et ceux sur périphyton (autres paramètres égaux par ailleurs). Les données économiques sont très favorables au système sur périphyton car moins de coût et prix plus élevé.

**A. Soliman** (Univ. d'Alexandrie, Egypte) propose d'utiliser les graines de roquette (*Eruca sativa*) pour l'alimentation du tilapia nilotica, car cette farine est 10 fois moins chère que celle du soja. De fait, l'accroissement de l'élevage de tilapia en Egypte crée une tension sur les prix du soja. Il teste 3 traitements à 1/3, 2/3 et 3/3 de remplacement du soja utilisé habituellement dans la ration. Les profils en acides aminés sont comparables. Résultats : la croissance et l'efficacité alimentaire diminuent avec l'accroissement du pourcentage de graine de roquette dans la ration alimentaire. Un tiers de roquette est acceptable en substitution du soja sans décroissance importante du rendement.

**K. Norum** (Département de nutrition, Univ. Oslo, Norvège)

Il rappelle que le poisson représente, sur terre :

- 16 kg/habitant/an
- un doublement en 40 ans (8 kg/habitant/an en 1965)
- 15 % de l'apport de protéines total dans l'alimentation humaine
- 35 % de l'apport vient de l'élevage (en croissance) 65 % de la pêche des poissons (en déclin).

La valeur nutritionnelle et l'effet d'un régime alimentaire riche en poisson sur la prévention des accidents cardio-vasculaires sont connus et démontrés (diminution des 2/3 des risques d'infarctus sur une population à risque). Cet effet est mesurable dès la prise de 2 repas de poisson par semaine, et au bout de 3 mois seulement.

Un autre test a été mené avec des régimes riches en AGPI (acides gras poly insaturés) sur des mères et leurs enfants (prise pendant la gestation). Les tests de mesure de Qi sont corrélés positivement avec la prise d'AGPI pendant la gestation (à 4 ans).

Un récent test sur le risque de cancer de la prostate montre que le risque de métastase diminue avec la prise de poisson mais il est probable que la cause est liée aussi à d'autres composants.

Le débat sur les contaminants dans le saumon européen (Hites *et al.*, Science, janv. 2004) : les chiffres sont justes mais l'intention polémique est claire, alors que les bénéfices pour la santé humaine liés à la consommation régulière de poisson sont très supérieurs aux risques d'effets négatifs par les contaminants toxiques identifiés. Les populations mangeant beaucoup de poissons ont des longévités fréquemment élevées (Japon, Islande, Îles de la Méditerranée) mais les causes sont plurifactorielles et il existe des substituts aux AGPI dans les huiles végétales, les fruits et les légumes.

S6 – HOST/PATHOGEN/MICROFLORA INTERACT.

**Bruun M.S., et al.** (Danemark)

L'objectif des représentants Ifremer de l'UMR5171 était de représenter le projet européen Immunaqua (<http://ifremer.fr/immunaqua>) coordonné par E. Bachère (Ifremer). Dans le cadre de cette session, une présentation orale et 7 posters illustraient les résultats obtenus dans le cadre du projet.

Le compte rendu de cette session animée par Jan A. Olafsen (University of Tromsø, Norway) and Evelyne Bachère (UMR 5171 - IFREMER/CNRS/UM2, Univ. of Montpellier 2, France) a été rédigé en anglais.

#### Objectives of the Session

The overall objectives of the session was to focus on host-microbe interactions in aquaculture in a broad perspective – ranging from "normal" host colonization of bacteria that are indigenous or commensal to marine organisms, to microorganisms which are opportunistic or obligate pathogens.

This area also encompasses factors determining host specificity, intraspecies transfection of disease, to the various factors that may affect host colonization, such as innate immunity, antimicrobial molecules and microbial colonization factors. There were 1 keynote paper, 9 oral presentations and 30 posters within the session. This session was on the last day of the conference. It is not possible to give an accurate estimate of the number of attendees.

#### Scientific background of session

It was mentioned already in the opening plenary talk (Rita Colwell) that the relationship between the microflora and their hosts in the marine environment is a complex one, that ranges from symbiosis (mutual benefits) to commensal relationships, various kinds of pathogenicity – and epidemiology. The ability of certain marine bacteria to send out signals that induce colonization by other organisms is an example of the former, the "dynamic" epidemiology of *Vibrio cholerae* in certain parts of the world is an example of the latter. The relationship between microflora and hosts is complex and dynamic. As much as it is imperative to use the latest knowledge to fight infectious diseases – the life of higher organisms and bacteria are interlinked in a complex fashion. Microorganisms, commensals as well as pathogens, are part of the normal environment of any higher animal, and may play imperative roles in the health and evolution of these organisms. Illustrating examples of such complex and interlinked relationships can be found under circumstances where the microflora diversity or "balance" has been seriously impaired – such as in "hospital infections" or microflora imbalances observed in medicine, agriculture – and aquaculture. It has been known that such microflora imbalances can be corrected by the addition of an appropriate community, either to restore the microbial balance – or to antagonize specific pathogens. One good example is the treatment of antibiotic induced *Clostridium difficile* infections in humans. In some countries this is done by resorting to last effective antibiotic (vancomycin), whereas in others the use of a relatively effective antagonist (*Saccharomyces boulardii*), or restoration of a normal microflora, is used. However, also in aquaculture we have to deal with laws and regulations that may vary between different countries.

Aquaculture practitioners have since long ago observed that microflora management may improve the health situation. Such "health and/or growth-promoting microorganisms are (sometimes misleadingly) described as "probiotics". Dr. Gary D. Pruder (session II) shared some historical observations on how microflora management could improve molluscan aquaculture, and suggested the term "effective microorganisms" for these, and argued that these effective microorganisms should be approached with much more seriousness.

The theme of the keynote talk (J. A. Olafsen) was to throw light on the intimate relationships between microorganisms and hosts, and list some molecular and genetic clues for such interrelationships that are now being revealed. The overall "signal" was that pathogens cannot be "eradicated" – and that the relationship between pathogens and their hosts cannot be "once and for all controlled" – but perhaps managed. In order to achieve better microflora management we have to do sensible "trial and error" experiment to collect data for use by the industry, while we pursue basic research to better understand the underlying mechanisms. The (aquaculture) industry appears to be somewhat sceptic to the use of "microflora management", but still most of us now eat yoghurt while we are on antibiotics !

Moreover, there is a conspicuous lack of marine "model systems" that could throw light on fundamental biological mechanisms of host-microbe interactions – and yet the marine environment offers beautiful examples of such interrelationships, and how they are regulated. A number of presentations and posters dealt with components of the innate immune system that may play a significant role in the controlling the microflora balance – namely the antimicrobial peptides – and other natural antimicrobials. Not only is this research intriguing, since we do not yet know the exact biological role of these molecules, but such compound could also find use in the treatment of microbial diseases in other system. This research field is highly active in Europe (see below).

Other presentations dealt with the role of other components of the immune system in innate defence, the effect of the environment on defence reactions, immune stimulation and interspecies transmission of pathogens.

### Conclusions and promising technologies

New approaches dealing with disease management in aquaculture was been presented through collaborative work developed in the frame of an European project “Immunaqua”, supported by the INCO-DEV program (<http://ifremer.fr/immunaqua>) and coordinated by E. Bachère (Ifremer). Research on the innate immune systems of cultured animals presents a potential for future application in aquaculture. The specific objectives of the project are first to investigate the use of antimicrobial peptides/proteins, effectors of innate immune system, as potential therapeutic agents and as alternatives to antibiotics. Gene-encoded antimicrobial peptides are widespread in nature from bacteria to vegetal and animal kingdom. These immune effectors display great diversity in terms of structural features, antimicrobial activities and properties that render these bioactive molecules attractive for application in aquaculture. However, several fundamental research aspects must be approached in further detail, such as their stability, *in vivo* efficacy against pathogens, as well as their delivery in aquaculture systems, before to be regulated as Veterinary Medical Products. Secondly, immune effectors, including antimicrobial peptides, are also investigated as tools for monitoring the health status of animals or as markers for genetic selection for increased non-specific response to disease or health improvement. In the session, eight presentations (oral and posters) illustrated the different collaborative research actions of Immunaqua, from the characterization of antimicrobial peptides in cultured animals, the screening of their properties and activities against micro-organisms and pathogens, to the effect and iniquity of some selected molecules on live food and fish larvae; finally, analyses of immune gene expression was shown to provide interesting tools for the monitoring of shrimp health or immune capability, with the evidence of genes related to the survival of shrimp to pathogenic *Vibrio*.

Research of this kind should be pursued to better understand the fundamental biological role(s) of these innate antimicrobials in the regulation of the microflora, and how they could be applied in aquaculture and medicine, following appropriate regulations.

As regards microflora management, various teams are developing alternative strategies to microbial management in aquaculture (probiotics, AMP's, bacteriophages, or "grazers"). This research should be continued, if possible using additional approaches. At the moment this kind of research is being conducted, considering the animal as a black box (such approaches are useful for measuring the real benefits under practical conditions). There is a consensus that we need more fundamental information on the interaction between the host and the pathogen, the host and the probiotic and eventually the host and compounds produced by MO, but also behaviour of the MO, probiotic, pathogen in the host (phenotypic plasticity). Some of the tools to do this kind of research are available (such as transcriptome analysis, proteomics both on host and MO) but some are not.

The development and experience from gnotobiotic (bacteria-free) systems or food chains for aquaculture purposes would be very useful. The profound effect of the microflora on fish is exemplified by the recent findings from a gnotobiotic zebrafish model, that demonstrated that the microflora was responsible for turning on some 212 genes (see session keynote for reference).

We all believe that the marine ecosystem and aquaculture provides excellent example to study host-microflora interactions, and that aquaculture deserves the best scientists to pursue this. The combination of more basic research and applied research can lead to an integrated approach of microbial management both in larviculture and in grow-out. The challenge will be to understand the mechanisms – and deal with the problem. Promising technologies are already at hand, and can be tested, perhaps with the greatest effect through critical phases of rearing, and by a combinatorial use of "effective microorganisms", antimicrobial molecules and immune stimulation – in a healthy cooperation between science and the industry.

## S8 – SAFETY & TRACEABILITY

### **Hussenot J. et al.** (Ifremer/Crema-L'Houmeau)

La communication présente les travaux effectués sur la qualité des produits obtenus dans le système intégré d'aquaculture marine (bar-diatomées-bivalves) construit pour le projet européen GENESIS. Le suivi bactérien, les analyses chimiques (métaux lourds) et les effets d'un traitement antibiotique n'ont montré aucune accumulations dans les produits, ni aucune vibri-biorésistance des coquillages associés à l'acide oxolinique employé dans le test mené *in situ*.

## S9 – BIOACTIVE PRODUCTS

Présentation très complète des programmes du laboratoire de S. Arad sur les applications cosmétiques, pharmaceutiques et biotechnologiques des macroalgues et microalgues rouges. Présentation des collaborations formelles avec la société Estée Lauder et démonstration des potentialités des microalgues comme "Usines cellulaires".

## S11 – AQUACULTURE GENERALE (posters seulement)

Plus de 250 posters étaient présentés dans un chapiteau. Le nombre des posters et l'exiguïté des modules de présentation n'ont pas facilité les possibilités de rencontre et d'échanges dans de bonnes conditions.

A signaler une montée en puissance des posters concernant l'élevage du poulpe (*Octopus vulgaris*), la reproduction de l'anguille et de ceux concernant la relation entre les procédés d'élevage, d'abattage et de transformation et la qualité des produits.

Signalons aussi 2 « projets européens » qui touchent la santé animale (fish egg trade) et la relation entre la santé des élevages et les populations naturelles (Disease interactions and pathogen exchange between farmed and wild aquatic animal populations) et pour lesquels nous pourrions apporter (G. Breuil) ou nous apportons (L. Miossec) une contribution significative pour ce qui concerne aussi bien nos filières méditerranéennes qu'Outre-Mer.

Mentionnons aussi l'action concertée à laquelle nous participons (J.C. Falguière) : Genetic impact (escapees/restocking) on native populations.

## C. Session scientifique parallèle

Cet atelier précédant la conférence rassemblait une centaine de personnes sur le thème des enjeux de l'aquaculture en Méditerranée.

**James Muir** (directeur adjoint de l'« Institute of aquaculture » de Stirling, Grande-Bretagne)

Il ouvre l'atelier en décrivant la « success story » du loup et de la daurade en Méditerranée surtout comparée à la quasi stabilité des pêches durant la période.

<b>Année</b>	<b>1980</b>	<b>2004</b>
<b>Pêche</b>	30	36
<b>Aquaculture</b>	0,4	<b>200</b>

Tableau 1 – Evolution des apports de bar et daurade en Méditerranée entre 1980 et 2004.  
(estimation en milliers de tonnes)

Les données de l'élevage sont très sous-estimées (jusqu'à 60 % pour certain pays).

On compte aujourd'hui en Méditerranée pour ces élevages :

- 1.000 écloseries et fermes
- 700 entreprises
- 7.000 emplois (soit 28 T/emploi)
- 85 % de la production en cage
- coûts actuels : 3,7 euros/kg (Turquie) à 5,2 euros/kg (Portugal).

Les gains d'efficacité viendront essentiellement des progrès en génétique. L'UE a soutenu fortement ce développement mais a réduit ses financements. Ceci a entraîné une restructuration et une rationalisation des entreprises, processus encore en cours. Comme le marché européen, dominé par l'Italie (46 % de la consommation UE 15) conserve une croissance correcte de 2 à 5 % en volume/an selon les années, il prévoit une progression de la production jusqu'à un plateau de maturité qu'il estime entre 250 et 320.000 T. Dans la commercialisation, le rôle des GMS devient central d'où la nécessité pour les producteurs d'une approche globale de la valorisation du produit, condition de durabilité aujourd'hui plus importante que la productivité.

**L. Luna** (Univ. Cantabria, Espagne)

Il décrit le cycle d'évolution classique d'une production aquacole.

<b>Phase</b>	<b>1. Mise au point</b>	<b>2. Croissance</b>	<b>3. Crise</b>	<b>4. Maturité</b>	<b>5. Saturation</b>
<b>Production</b>	faible	→	→	→	→
<b>Type de production</b>	expérimentale	artisanale	artisanale et semi-industrielle	artisanale et industrielle	artisanale et industrielle
<b>Éléments clefs</b>	- zootechnie - biologie	technologie	marché	- marché - image	- biotechnologies - marchés
<b>Objectif</b>	comprendre	produire	restructurer	développer	redéployer

Tableau 2 – Schéma d'évolution d'une production aquacole classique.

En économiste, il montre différents modèles de calcul permettant de mesurer la rentabilité des investissements nouveaux en aquaculture. Il montre que dans un marché aussi ouvert que celui de l'UE 25, la rationalisation des coûts doit s'accompagner d'un effort croissant sur la valorisation du produit par sa différenciation auprès d'un consommateur de plus en plus averti et exigeant.

**J. Ojeda** (Association des aquaculteurs espagnols Apromar)

Il passe en revue l'ensemble des points de blocage actuels et déclare que l'aquaculture espagnole n'aura de futur que si :

- les efforts de compétitivité sont poursuivis (il y a de la marge)
- un cadre législatif cohérent est promu dans l'ensemble de l'Espagne (difficile)
- le problème des ingrédients des aliments est résolu pour le long terme (faisable).

**C. Bortado** (bureau d'études espagnol Idetra)

Il décrit la situation des élevages de poissons marins dans les principaux pays d'Europe et souligne la complexité des cadres législatifs, premier obstacle au développement !

Le débat voit schématiquement la confrontation de 3 approches différentes :

- l'approche « politique » (U.E., instituts de recherche) qui conditionne la poursuite du développement au respect d'un minimum de règles et de normes pour garantir une vraie durabilité ;
- l'approche « productiviste » (associations de producteurs) qui demande des soutiens accrus (investissements, recherche, marketing) pour améliorer et consolider leur compétitivité dans un marché de plus en plus mondialisé ;
- l'approche « intégrée » (divers) qui considère que la clef du développement durable sur tous les plans est dans la prise en compte des attentes de tous les acteurs au bon niveau de décision. Ainsi, l'UE ne peut se substituer à l'action des pays membres qui gardent une grande responsabilité dans le développement –ou non- de ce secteur.

**C. Vamvakas** a conclu : « l'aquaculture en Méditerranée a été victime de son succès car elle n'a pas su préparer son atterrissage dans un marché instable et mal identifié. Si elle redécolle, ce qui est probable, il faudra mieux préparer cette phase ! ».

## **D. Divers**

REUNION MAQ (MASTER IN AQUACULTURE)

**E. Kjorsvik, J. Verreth, J.C. Guary, F. René, R. Flos, G. Burnell, P. Bossier**

Il s'agissait de faire le point sur deux projets de Master européen en aquaculture (Convention de Bologne, système LMD) l'un porté par un groupe d'institutions du Nord de l'Europe (Gand, Oslo, Wageningen, etc.), l'autre par des structures comparables au Sud.

Conclusion :

- le Master proposé par un groupe d'universités du Nord de l'Europe est strictement tourné vers la recherche,
- tous ont un Master en anglais (sauf les Polonais),
- ils sont reconnus par l'EU et soumettent à *Erasmus mundus* dans 1 mois,
- ils sont ouverts à un dialogue avec le un groupe similaire au Sud (Espagne, France, Italie, Grèce),
- ils proposent un atelier formel à Trondheim à l'EAS de 2005,
- J.C. Guary rappelle que la demande initiale à Trieste concernant un Master professionnel, appliqué, opérationnel avec une passerelle vers la recherche. Nous serions donc complémentaires.

REUNION DIPNET (Disease Interactions and Pathogens exchange NETwork)

**Ignacio de Blas, Aase Helen Garseth, Paul Midtlyng, Laurence Miossec, Edmund Peeler, Rob Raynard.**

Les 18 et 19 octobre 2004 s'est tenue à Saragosse la première réunion des membres du consortium du programme européen DIPNET. C'était l'occasion pour l'ensemble des partenaires de se rencontrer. Le projet a été accepté cet été. Ce projet n'est pas encore signé, mais devrait l'être rapidement prenant effet rétrospectivement au 1<sup>er</sup> octobre 2004. L'objectif de ce projet est de synthétiser les connaissances sur les risques de transfert de pathogènes entre espèces aquatiques cultivées et sauvages et de proposer des mesures afin de réduire ces risques puis de dégager des recommandations pour orienter la politique européenne en aquaculture et santé animale.

L'organisation du projet a été discutée et établie pour les 2 ans à venir. Ce projet est constitué de 5 work packages (WP). Chacun d'entre eux a été étudié (objectif, participants à recruter, produits attendus et calendrier). L'étape-clef du projet est focalisée sur le WP1 dont l'objectif est de faire le point bibliographique sur les échanges de pathogènes entre espèces d'aquaculture et espèces sauvages, y compris les échanges interspécifiques et inter-groupes.

Une réunion de lancement du projet est prévue au début 2005 (fin janvier ou début février) en France ; elle sera organisée par l'Ifremer à Paris, Nantes ou La Rochelle. Ce meeting rassemblera les membres du consortium et partenaires du projet ainsi que les spécialistes désireux d'y apporter leur contribution.

Au cours de la conférence de l'EAS, des contacts ont été pris avec divers acteurs ou intervenants potentiels, parmi lesquels Mario Lopes dos Santos et Jacques Fuchs de la DG Pêche dont dépend DIPNET, et Stein Mortensen (Institute of Marine Research, Bergen, Norway). Ce dernier a accepté de participer à DIPNET ; il a, par ailleurs, présenté une communication sur le thème des échanges de pathogènes entre espèces d'aquaculture marine (session Host/ pathogen/ microflora interaction).

De plus, un paquet d'affichettes présentant l'articulation du projet, ses objectifs et ses intervenants a été déposé dans le local principal des posters. Depuis lors, des scientifiques présents à la conférence nous ont contactés, car intéressés par la démarche mise en place et volontaires pour y prendre part.

#### REUNION PANDA (permanent Advisory Network for Diseases in Aquaculture)

En marge de la conférence se sont tenues 2 réunions du projet PANDA : une réunion sur l'analyse de risque (WP2 du projet) organisée le jeudi 21 octobre (de 12 heures à 19 heures) et la réunion du Consortium qui s'est tenue le dimanche 24 octobre (de 9 heures à 16 heures).

Au cours de la première réunion (présents : Chris Rodgers, Ed Peeler et Laurence Miossec), le bilan du groupe de travail, concernant l'évaluation du danger d'introduction de pathogènes exotiques sous forme d'un score (hazard scoring system), a été évalué et discuté. Par ailleurs, l'approche méthodologique a été discutée ainsi que l'interprétation des résultats obtenus. Il est prévu d'organiser un atelier de travail au cours du prochain colloque de l'EAFP qui se tiendra en septembre 2005 à Copenhague. Cet atelier comprendra des exercices pratiques sur la base des documents d'évaluation élaborés dans le cadre de ce projet ; ceux-ci seront soumis à un groupe d'experts suivant la méthode DELPHI.

La réunion du consortium de PANDA (présents : Barry Hill, Ellen Ariel, Edgar Brun, Alastair Cook, Maura Hiney, Olga Haenen, Chris Rodgers, Panos Christofilogiannis et Laurence Miossec en remplacement d'Isabelle Arzul) a fait le point sur le développement de chaque groupe de travail du projet (work package), soulignant les résultats intéressants en Analyse de Risque, Epidémiologie, Méthodologie et Formations. Cependant, le site internet étant toujours très peu fonctionnel, les avancées de ces groupes de travail ne peuvent y être discutées via le forum de spécialistes en pathologie aquacole. Par ailleurs, le projet DIPNET a été présenté ; il est en effet très proche de PANDA par ses objectifs et il a été décidé d'établir des contacts étroits pour favoriser les passages d'informations entre ces 2 projets européens.

#### REUNION CSN-INTRAN

**J.P. Blancheton, J. Bostock, C. Hough, D. Lacroix, M. Smith, F. René**

Cette réunion avait pour but de faire le point à mi-parcours de ce projet européen, de faire le bilan des missions effectuées en Europe centrale et de préparer l'évaluation prévue par l'U.E. le mois suivant en Italie. Il a été souligné l'importance et la sous-estimation des facteurs socio-économiques dans les transferts de technologie Ouest-Est prévus dans le projet.

#### REUNION I3

**Jaume Perez Sanchez (IATS Torre de la Sal), Ariadna Sitja-Bobadilla (IATS), Geir Lasse Taranger (IMR Bergen), Pascal Divanach (HCMR Kéraklion), Randolph Richards (IA Stirling), Denis Lacroix (Ifremer Palavas)**

Cette réunion est un des jalons dans la préparation du projet de grande infrastructure intégrée européenne I3/NERIA (Network of European Research Infrastructures in Aquaculture). Elle a permis de préciser surtout l'un des 3 « piliers » de ce dossier, le JRA (joint research activity). Ce volet de développement technologique sera centré sur un dispositif de mesure multi-paramètres dans les ensembles de bacs ou de cages avec traitements des données et mise à disposition des chercheurs en temps réel. Ce système sera développé dans chacun des sites concerné.

La prochaine réunion aura lieu en décembre 2004 à l'IATS à l'invitation de l'équipe espagnole.

## REUNIONS INFORMELLES

### **EuTrec meeting**

Rencontre avec Fernando de la Gandara (IEO Puerto Mazarron) et Christopher Bridges (Université de Düsseldorf). Le groupe de travail constitué à l'occasion de la réunion repro-DOTT de Bari en mars 04 avait confié à l'Ifremer (Denis Covès) la rédaction d'un dossier de « Deliverable » dans le cadre d'un projet de réponse au prochain appel d'offre EuTReC Design Study fin 2005.

Ce dossier effectivement rédigé et transmis en avril devait servir de base à une réunion dédiée à cet objectif en juin 04 à Puerto Mazarron.

Ce ne fut pas le cas. La réunion de juin n'a pas fait avancer le projet qui n'est plus réellement animé depuis la déclaration forfait de l'IFREMER.

### **Université de Murcia meeting**

Une discussion avec une des étudiantes (co-auteur de publication commune et récemment docteur es sciences) du groupe physiologie chronobiologie et activité alimentaire de l'Université de Murcia, confirme l'intérêt de poursuivre des relations de collaborations avec Palavas dans le domaine de la physiologie nutritionnelle en profitant de l'outil self-feeder et détection des animaux manipulateurs que nous avons mis au point. Ce partenariat, encore informel, peut se consolider par une collaboration multipartites entre le LRPM, le CREMA, le laboratoire de Banyuls, le LBAA de l'Université Jean Monnet et l'Université de Cadix dans le cadre ou non d'une extension du GDR photoréception bar.

## **Liste de diffusion**

### **IFREMER**

DSP

Adjoint/DS – A. Dosdat

DRV/D

DEI/D

DEI/Méditerranée

VAL/D

COM/D

DEL/D

DEL/Méditerranée

RA/D

RA/Coordination poissons

Station Corse

RH/D

RH/ Méditerranée

Toulon/D

Sète/D

SEM/D

SEM/Aquaculture

Participants

### **Ministère de l'Agriculture et de la Pêche**

DPMA/D

DPMA/Aquaculture

DPMA/Bureau de la Pisciculture

### **Divers**

INAPG/Dépt. Aquaculture/C. Mariojous

OFIMER/P. Paquette

## Résumé

Le congrès annuel de l'EAS (European Aquaculture Society) a rassemblé pendant 4 jours 531 chercheurs, producteurs et responsables institutionnels de 47 nationalités. Il a donné lieu à la présentation de 105 communications orales et de 274 posters. La thématique générale du congrès était construite sur le thème général suivant : Biotechnologies for quality. Il s'agissait de montrer que les biotechnologies, qui font parfois peur au consommateur comme au citoyen, constituent un outil privilégié de développement de l'aquaculture, y compris dans les aspects de développement durable. De fait, aujourd'hui, les attentes du grand public restent centrées autour des notions de qualité, sécurité, bien-être et santé animale.

Le représentant de la Commission européenne a montré de nouveau sa volonté de continuer à soutenir l'aquaculture, en rappelant qu'il a été publié en 2002 un plan de développement de l'aquaculture européenne : avec 4 % de croissance annuelle moyenne, l'aquaculture devrait générer 8 à 10 000 emplois nouveaux sur les 15 prochaines années, notamment dans la conchyliculture et la pisciculture marine au large avec comme mot clef l'intégration dans l'environnement comme dans le tissu socio-économique côtier.

Les travaux menés dans les 10 sessions portaient sur les thèmes classiques de l'aquaculture (nutrition, physiologie, génétique, génomique, etc) et leur relation avec les biotechnologies.

Cet important congrès a été aussi le lieu de multiples réunions satellites impliquant divers chercheurs français : assemblée générale de l'EAS, groupes de travail sur certains programmes européens en cours ou à venir : CSN-Intran, I3, ASEM, AQUAeTREAT, PANDA, DIPNET,...

Ce type de réunion montre bien l'importance des contacts personnels directs pour l'exploration des nouveaux projets européens et d'autres formes de partenariats. Ifremer y joue naturellement un rôle actif en raison de sa dimension pluridisciplinaire et de sa reconnaissance scientifique.

L'EAS montre qu'elle constitue un espace privilégié d'information et de dialogue entre tous les acteurs de l'aquaculture. Elle est aussi un partenaire fort de la commission européenne notamment dans la réflexion sur les grandes orientations de la recherche et du développement de secteur.

*Mots clefs* : Aquaculture, Biotechnologie, Qualité, Europe, Méditerranée

