



Ifremer



# DES SYSTÈMES INTÉGRÉS MULTI-TROPHIQUES POUR UNE AQUACULTURE DURABLE

*Actes du séminaire*



dessiné par Sylvie Hussenot ©

J. Hussenot<sup>1</sup> & M. Richard<sup>2</sup> (eds.)

<sup>1</sup>IFREMER AGSAE F-85330 Bouin

LIEN's Univ. La Rochelle (17)

**Jeudi 8 octobre 2009 – Forum des Marais Atlantiques – Rochefort**  
**Journée d'information – SEACASE – [www.seacase.org](http://www.seacase.org)**



## Fiche documentaire

<b>Numéro d'identification du rapport :</b> <b>Diffusion :</b> libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> <b>Validé par :</b> Adresse électronique :		<b>date de publication : 23.02.2010</b> <b>nombre de pages :</b> 99 <b>dossiers joints :</b> <b>annexes(s) :</b> 3 <b>langue :</b> français
<b>Titre du rapport :</b> Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable <b>English title :</b> Integrated multi-trophic systems for sustainable aquaculture		
Contrat n°                      Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Auteur(s) principal(aux) :</b> Hussenot J. et Richard M. (Eds)		<b>Organisme / Département / Laboratoire</b> Ifremer/AGSAE/LGP Bouin
<b>Type de document :</b> Actes de séminaire		
<b>Destinataire :</b> tous publics		<b>Website :</b> <a href="http://www.seacase.org">http://www.seacase.org</a>
<b>Résumé :</b> <p>Dans le cadre du projet européen sur l'aquaculture durable extensive et semi-intensive en Europe du Sud (SEACASE), une journée d'information sur les systèmes intégrés d'élevage a été organisée par l'Ifremer à Rochefort sur Mer, avec la participation des autres partenaires français du projet. Après une présentation du concept du système intégré multi-trophique, sorte de polyculture moderne, le contenu du projet européen de recherche SEACASE, et des travaux récents de recherche menés par ailleurs ont été exposés. L'intérêt de ces systèmes et de leur mise en place dans les années futures pour développer une aquaculture durable a été discuté dans un débat entre les différents participants à cette journée.</p>		
<b>Abstract:</b> <p>Within the SEACASE European project on sustainable extensive and semi-intensive aquaculture in Southern Europe (SEACASE), an information day on integrated multi-trophic aquaculture systems (IMTA) has been organized by Ifremer in Rochefort sur Mer, with the participation of other French partners of the project. After presenting the concept of IMTA, modern polyculture, the contents of the European research project SEACASE, and recent research carried out also were exposed. The interest of these systems and their implementation in future years to develop sustainable aquaculture has been discussed in a debate between the various participants.</p>		
<b>Mots-clés :</b> Aquaculture durable, Systèmes intégrés, élevage extensif, qualité des produits, traitement des effluents.		
<b>Words keys:</b> Sustainable aquaculture, Integrated system, IMTA, extensive system, product quality, effluent treatment.		

## Sommaire

<b>AVANT-PROPOS .....</b>	<b>3</b>
<b>PROGRAMME DE LA JOURNEE .....</b>	<b>4</b>
<b>ATELIER I. LE PROJET EUROPÉEN SEACASE.....</b>	<b>6</b>
LE PROJET SEACASE : OBJECTIFS GENERAUX ET ETUDES DE CAS .....	6
L'ETAT DE L'AQUACULTURE EXTENSIVE/SEMI-INTENSIVE DES ZONES HUMIDES COTIERES EN EUROPE DU SUD .....	8
ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES DE L'AQUACULTURE EXTENSIVE / SEMI- INTENSIVE EN EUROPE DU SUD.....	11
QUALITE DES PRODUITS SELON LE SYSTEME D'ELEVAGE : INTENSIF / SEMI INTENSIF / EXTENSIF / INTEGRE ; ESPECE MODELE, LA DAURADE ROYALE.....	14
<b>ATELIER II. LES SYSTEMES INTEGRÉS D'AQUACULTURE : PRINCIPE ET EXEMPLES EN MER ET À TERRE .....</b>	<b>17</b>
LES SYSTEMES INTEGRES D'ELEVAGE, UNE VOIE POSSIBLE POUR L'AQUACULTURE DURABLE .....	17
L'AQUACULTURE INTEGREE MULTI-TROPHIQUE [AIMT] AU CANADA .....	21
LE SYSTEME AQUACOLE A RECYCLAGE INTEGRAL (SARI), UN ÉCOSYSTEME ARTIFICIEL, POISSON / PLANCTON, EN CIRCUIT FERMÉ .....	27
<b>ATELIER III. LES SYSTEMES INTEGRÉS D'AQUACULTURE : LES RECHERCHES EUROPÉENNES .....</b>	<b>30</b>
SYSTEME INTEGRE EN BASSIN DE TERRE ASSOCIANT POISSONS, MICRO- ALGUES ET MOLLUSQUES FILTREURS : RESULTATS ET PERSPECTIVES ....	30
UTILISATION DES ALGUES EN AQUACULTURE INTEGREE.....	32
TRAITEMENT DES EAUX DE REJETS DE PISCICULTURE MARINE PAR PRODUCTION DE SALICORNES EN MARAIS ARTIFICIELS ET OPTIMISATION DES COUTS : LE PROJET ENVIROPHYTE .....	34
DU TRAITEMENT DES REJETS VERS LES SYSTEMES INTEGRES : QUELQUES RESULTATS DU PROJET AQUAETREAT.....	36
POUR TRAITER LES EFFLUENTS D'UNE ECLOSERIE DE POISSONS MARINS : LAGUNAGE OU SYSTEME INTEGRE ? .....	38
L'INTEGRATION MULTI-TROPHIQUE EN AQUACULTURE N'EST PAS UN LONG FLEUVE TRANQUILLE EN EUROPE : POSITIONS DU PROJET EUROPEEN AQUAGRIS.....	41
<b>LE DEBAT « DEMAIN DES SYSTEMES INTEGRÉS EN EUROPE : VUE DE L'ESPRIT OU RÉALITÉ ? ».....</b>	<b>43</b>
<b>ANNEXE 1 : REVUE DE PRESSE RELATANT TOUT OU PARTIE DE L'ÉVÉNEMENT .....</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXE 2 : LISTE DES PARTICIPANTS .....</b>	<b>47</b>

## Avant-propos

Alors que la pêche mondiale est arrivée au maximum de ses capacités productives, le besoin d'augmenter les productions aquatiques est reconnu internationalement, face à la demande croissante. Les systèmes aquacoles de monoculture développés en Europe durant les dernières décennies pour le saumon, le bar et la dorade (cages en mer, raceways à terre en circuit ouvert) ont permis d'étudier les risques d'impact de l'aquaculture sur l'environnement ainsi que ceux de l'environnement sur l'aquaculture. Il existe aujourd'hui des outils comme l'analyse de risques, l'analyse du cycle de vie, les indicateurs de durabilité, pour en évaluer les effets.

Parallèlement la recherche de nouvelles voies technologiques pour développer durablement l'aquaculture marine est en marche. Les systèmes recirculés en pisciculture, le traitement des effluents des installations à terre, les élevages offshore en cages, les systèmes « zero exchange », l'aquaculture écologique, **les systèmes intégrés multi-trophiques** sont des schémas de remplacement à plus ou moins long terme, qui doivent être diffusés et proposés au fur et à mesure de leur mise au point.

L'aquaculture en Europe du Sud est souvent présente dans les zones humides littorales (marais salés endigués, rias, lagunes, estuaires, baies, ...). L'accès à ces zones sensibles, aujourd'hui souvent protégées, nécessite impérativement de proposer des activités maritimes respectueuses de l'environnement.

**Les systèmes intégrés multi-trophiques** sont à l'étude depuis une dizaine d'année. Ils associent généralement des cultures extensives d'espèces végétales en aval d'élevages intensifs ou semi-intensifs de carnivores. Ils reprennent le concept de la polyculture traditionnelle. Ils ont été étudiés dans différents projets européens de recherche ou d'innovation (Genesis, Seapura, Envirophyte, Aquagris, Seacase), présentés et discutés dans des conférences européennes comme celle de l'EAS : *Aquaculture Europe 2003*: « *Beyond Monoculture* ».

Dans le cadre du projet de recherche européen SEACASE en cours, qui examine l'état et les potentialités de l'aquaculture extensive et semi-intensive côtière sud-européenne, nous avons essayé de rassembler pour vous, au delà des participants stricts au projet SEACASE, les équipes françaises qui travaillent à l'élaboration de systèmes intégrés d'aquaculture marine ou saumâtre, encore nommés internationalement « Aquaculture Intégrée Multi-Trophique » (AIMT, ou IMTA en langue anglaise).

Il nous a semblé important de faire un point aujourd'hui sur ce que sont, ou seront, les systèmes multi-trophiques d'aquaculture intégrée, en réunissant à cette journée d'information, les différents acteurs qui composent le littoral, et non pas seulement les professionnels et scientifiques travaillant ensemble au développement de cette activité.

Nous espérons que cette journée sera constructive par le dialogue que nous aurons engagé, et les priorités que nous aurons définies ensemble, après vous avoir exposé les travaux de recherche engagés dans ce domaine.

Jérôme Hussenot

*Alle Ding sind Gift, und nichts ohn Gift; allein die Dosis macht, daß ein Ding kein Gift ist.*

« Tout est poison, rien n'est poison, c'est la dose qui fait le poison. »

Paracelse, alchimiste et médecin suisse (1493-1541)



## PROGRAMME DE LA JOURNEE

### « DES SYSTEMES INTEGRES MULTI-TROPHIQUES POUR UNE AQUACULTURE DURABLE »

- Rochefort sur mer - 8 octobre 2009 -

9H00 Accueil des participants

9H30 Ouverture

#### **I. Le projet européen SEACASE** (15' exposé + 5' questions)

9H40 Le projet SEACASE, objectifs généraux et études de cas.  
(Hussenot J., Dinis M.T., Conceição L.)

10H00 L'état de l'aquaculture extensive/semi intensive des zones humides cotières en Europe du Sud.  
(Anras L., Dinis M.T., Makridis P., Marino G., Ramalho A., Yufera M.)

10H20 Aspects socio-économiques de l'aquaculture extensive/semi intensive en Europe du sud.  
(Raux P., Bailly D.)

10H40 Qualité des produits selon le système d'élevage : intensif / semi-intensif / extensif / intégré ; espèce modèle, la daurade royale.  
(Cardinal M., Cornet J., Donnay-Moreno C., Gouygou J.P., Bergé J.P., Valente L., Cariou S., Hamdaoui M., Hussenot J.)

11H00-11H20 Pause café

#### **II. Les systèmes intégrés d'aquaculture : principe et exemples en mer et à terre**

11H20 Les systèmes intégrés d'élevage, une voie possible pour l'aquaculture durable.  
(Hussenot J.)

11H40 L'aquaculture intégrée multi trophique (AIMT) au Canada : video<sup>1</sup> 12'35 '  
(Chopin T.)

12H00 Le système aquacole à recyclage intégral (SARI), un écosystème artificiel, poisson/plancton, en circuit fermé.  
(Gilles S., Blancheton J.P.)

12H20-14H00 Déjeuner buffet

---

<sup>1</sup> « L'aquaculture intégrée - Un concept ancien de recyclage pour renouer avec la durabilité. »  
AquaNet©2004 vidéo fournie par T. Chopin

### **III. Les systèmes intégrés d'aquaculture : les recherches européennes**

14H00 Système intégré en bassin de terre associant poissons, microalgues et mollusques filtreurs : résultats et perspectives.

(Blachier Ph., Buard E., Lefebvre S., Mille D., Hussenot J.)

14H20 Utilisation des algues en aquaculture intégrée.

(Kaas R., Golven P., Dion P.)

14H40 Traitement des eaux de rejets de pisciculture marine par production de salicornes en marais artificiel et optimisation des coûts : le projet ENVIROPHYTE.

(Husson B., Shpigel M.)

15H00 Du traitement des rejets vers les systèmes intégrés : quelques résultats du projet AQUAETREAT

(Blancheton J-P., Roque d'Orbcastel E.)

15H20 Pour traiter les effluents d'une éclosérie de poissons marins : lagunage ou système intégré ?

(Bruant J-S., Fabre S., Hamdaoui M., Cariou S., Kaas R., Hussenot J.)

15H40 L'intégration multitrophique en aquaculture n'est pas un long fleuve tranquille en Europe : position du projet européen AQUAGRIS

(Lefebvre S.)

16H00-16H25           Pause café

### **IV. Demain des systèmes intégrés en Europe : vue de l'esprit ou réalité?**

16H35 Discussion débat avec des représentants de la profession aquacole (pisciculture intensive, polyculture en marais, ostréiculture), de la recherche, des consommateurs, des ONG de protection de la nature, de la gouvernance (animateur Denis Bailly).

17H30                   Fin de la journée

## ATELIER I. Le projet européen SEACASE

### LE PROJET SEACASE : OBJECTIFS GENERAUX ET ETUDES DE CAS

**Hussenot J.\*<sup>1</sup>**, Dinis M.T.<sup>2</sup>, Conceição L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IFREMER, Dépt Amélioration Génétique, Santé Animale, Environnement, 85230 Bouin, France

<sup>2</sup>CCMAR, Université d'Algarve, Faro, Portugal

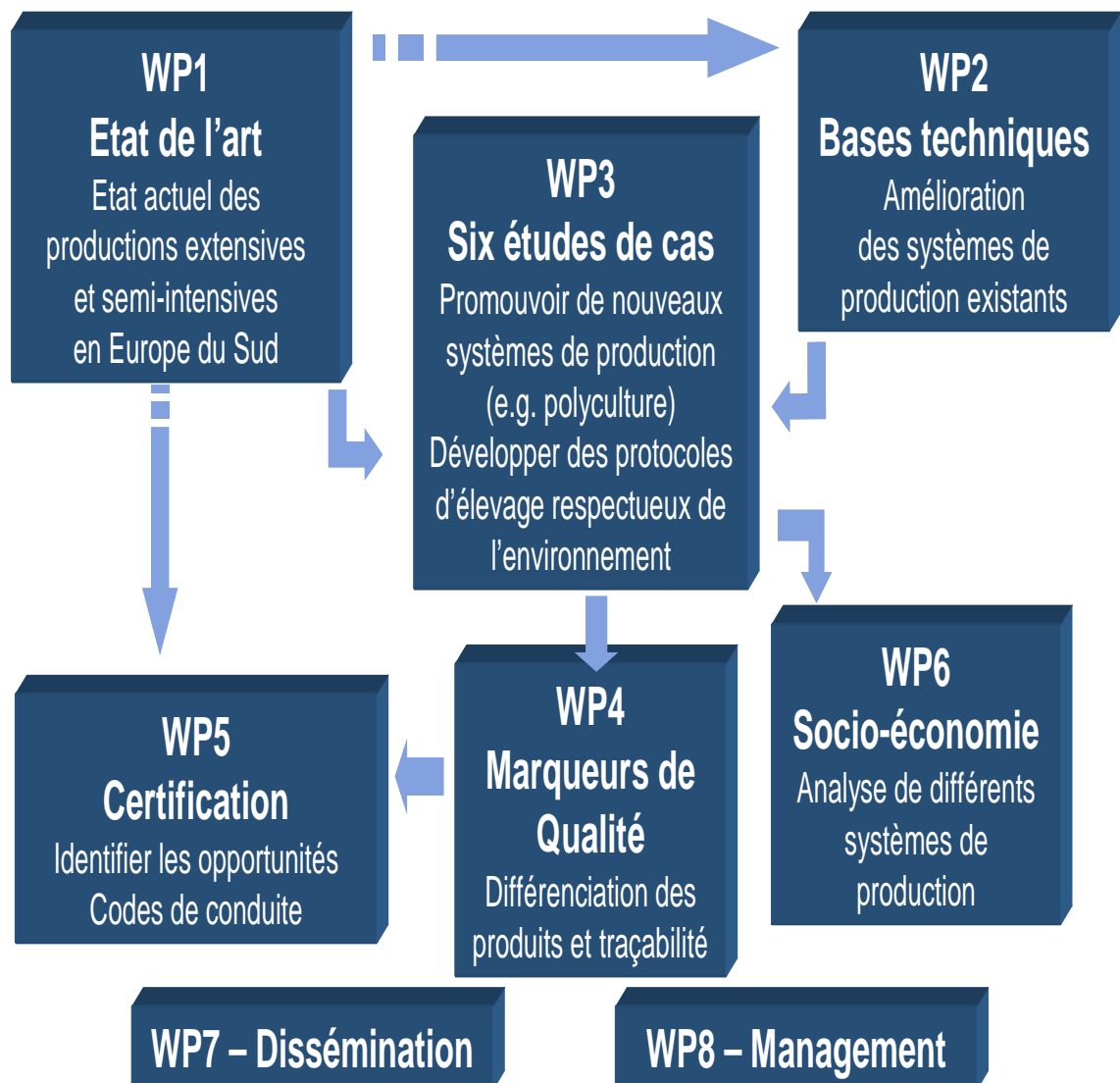
\*contact : [jerome.hussenot@ifremer.fr](mailto:jerome.hussenot@ifremer.fr)

Le projet européen SEACASE (Sustainable Extensive And semi-intensive Coastal Aquaculture In Southern Europe, [www.seacase.org](http://www.seacase.org)) a pour objectif d'étudier l'aquaculture extensive et semi-intensive sur les côtes Sud de l'Europe. Ce type d'aquaculture hérite de pratiques traditionnelles variées, essentiellement piscicoles dans les "esteros" en Espagne du Sud, les "marismas" au Portugal, les "valli" vénitiennes en Italie, les "marais à poissons et claires" en France, les lagunes en Grèce, qui sont toutes des zones humides sensibles. Le maintien de ces activités traditionnelles est devenu difficile avec l'augmentation de la compétition pour l'espace littoral et la chute des prix de l'aquaculture marine intensive en Europe. Le maintien et le renouveau de pratiques culturelles durables dans ces zones est important pour (i) protéger et restaurer les eaux et les zones humides côtières (marais salés et lagunes), (ii) améliorer la productivité et la compétitivité de ces systèmes, et (iii) pouvoir participer au développement économique des zones rurales et côtières, en offrant du travail aux populations maritimes. Le projet SEACASE dresse un bilan des activités existantes, étudie de nouvelles techniques de modernisation des élevages en marais et lagunes, recherche de nouveaux marqueurs spécifiques de qualité des juvéniles et des produits finaux (avec comme espèce modèle la daurade royale), propose des codes de conduite et des processus de certification. Six études de cas sont étudiées du point de vue technique, économique, environnemental : (i) les nurseries extensives de poissons marins, (ii) la polyculture extensive, (iii) les systèmes d'aquaculture intégrée, (iv) la valliculture, (v) la polyculture semi-intensive associant daurade royale et sole, (vi) la gestion des anguilles en marais extensive pour favoriser le maintien de l'espèce en mer.

Dix laboratoires de recherche et deux structures de transfert d'Europe du Sud se sont associés pour trois ans (janvier 2007 à janvier 2010) dans cette entreprise coordonnée par le Pr Maria-Teresa Dinis de l'Université de Faro (Portugal). Au Portugal le CIMAR et l'IPIMAR, en Andalousie le CSIC (ICMAN), en Italie l'ICRAM, les universités de Rome Tor Vergata et de Padoue, en Grèce le HCMR et l'Université de Crète. En France quatre organisations participent, l'Ifremer avec deux départements AGSAE (Bouin, UMS L'Houmeau) et STAM (Nantes) et l'appui de l'Université de La Rochelle, l'Université de Bretagne Occidentale (UER-AMURE), le Forum des Marais Atlantiques, le Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole (CREAA). L'atelier qualité des produits est dirigé par l'Ifremer, celui sur l'économie par l'UBO. Un comité consultatif réunit les organisations professionnelles portugaises (ANAQUA), andalouses (ASEMA), françaises (SFAM), italiennes (API), et grecques (FSM). Plusieurs exploitations privées sont associées au projet, au Portugal : Aqualvor, en Italie : Valle Bonello, Valle Ghebo Storto, Valle Morosina et CivitaIttica srl), en Espagne : « Nuestra Sra. de los Desamparados », en Grèce : Nireus et en France : Ferme Marine de Douhet.

Des outils de dissémination des résultats sont prévus dans la langue de chaque pays participant : (i) site Web ([www.seacase.org](http://www.seacase.org)), (ii) meeting national d'information plus centré sur la (ou les) étude(s) de cas développée(s) dans le pays (pour la France ce meeting sur les systèmes intégrés d'élevage organisé par l'Ifremer, et celui sur l'anguille organisé par le CREAA). Un workshop scientifique international ouvert à communications est prévu en clôture du projet en langue anglaise.

Le projet a été découpé en 8 volets qui sont les suivants :



**Questions-Réponses : Pas de questions dans la salle à la suite de l'exposé.**



**SEACASE** – SUSTAINABLE EXTENSIVE AND SEMI-INTENSIVE  
COASTAL AQUACULTURE IN SOUTHERN EUROPE

**Durabilité des Systèmes Extensifs et Semi-Intensifs  
d'Aquaculture du Littoral Sud-Européen**


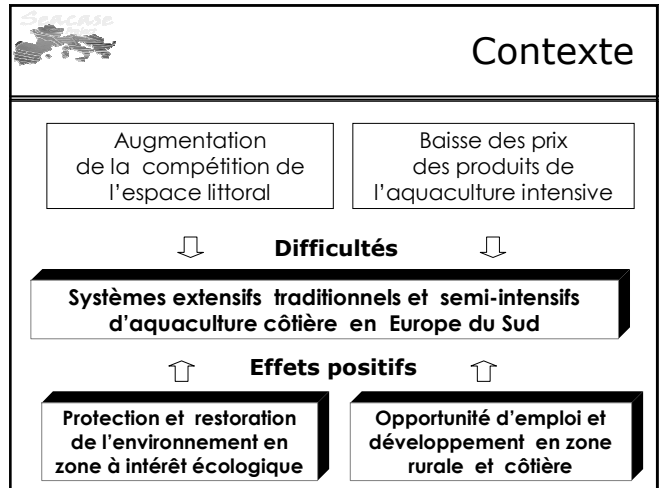

Commission Européenne  
Projet STREP FP6-2005-SSP5A

Hussenot J., Dinis M.T.,  
Conceição L.

Janvier 2007 - Décembre 2009

[www.seacase.org](http://www.seacase.org)

Des systèmes intégrés multi-trophiqes pour une aquaculture durable – Journée Seacase Rochefort – 8 Octobre 2009

**QU'EST-CE QUE SEACASE ? Objectifs**

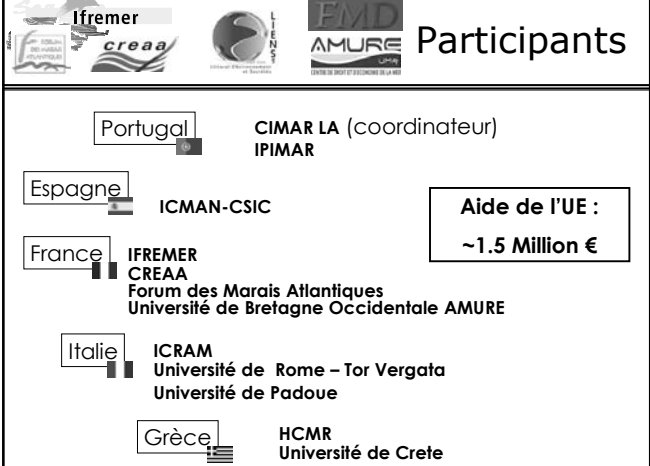
DÉVELOPPER DES OUTILS OPÉRATIONNELS POUR PLUS DE COMPÉTITIVITÉ, PRODUCTIVITÉ, RENTABILITÉ

DURABILITÉ DE L'AQUACULTURE CÔTIÈRE EXTENSIVE ET SEMI-INTENSIVE EN EUROPE DU SUD

MINIMISER LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX AMÉLIORER LA QUALITÉ ET L'IMAGE DES PRODUITS

**6 ÉTUDES DE CAS**

20 ans d'années de la Recherche Filière Piscicole



**Participants**

Portugal: CIMAR LA (coordinateur) IPIMAR


Espagne: ICMAN-CSIC

France: IFREMER, CREA, Forum des Marais Atlantiques, Université de Bretagne Occidentale AMURE

Italie: ICRAM, Université de Rome – Tor Vergata, Université de Padoue

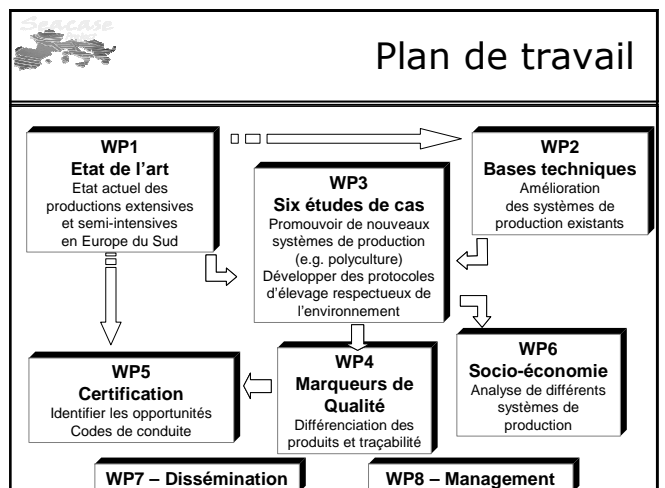
Grèce: HCMR, Université de Crete

Aide de l'UE : ~1.5 Million €



**Comité consultatif**

Organisations professionnelles		Pays
Associação Nacional de Aquacultores	ANAQUA	Portugal
Asociación de Empresas de Acuicultura Marina de Andalucía	ASEMA	Espagne
Syndicat Français de l'Aquaculture Marine et Nouvelle	SFAM	France
Associazione Piscicoltori Italiani	API	Italie
Federation of Greek mariculture	FGM	Grèce





## Etat de l'art

### OBJECTIFS:

Faire un état de situation de l'aquaculture extensive et semi-intensive et des pratiques de production

### TACHES:

1. Développer une approche et une **procédure commune**
2. Réaliser des **rapports par pays**
3. Produire une synthèse et une **analyse des systèmes aquacoles**



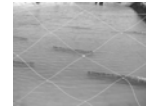
## Etudes de Cas

GRECE, ITALIE, FRANCE ET PORTUGAL



### NURSERIES SEMI-EXTENSIVES EN MARAIS/LAGUNES

Optimiser les premiers stades d'élevage de poissons marins en conditions extensives ou semi-extensives.



## Etudes de Cas

PORTUGAL ET ESPAGNE

### POLYCULTURE SEMI-INTENSIVE EN MARAIS SALE



Tester la production de daurade et sole, à différentes densités et avec un aliment respectueux de l'environnement



## Etudes de Cas

FRANCE



### SYSTEME INTEGRE : CULTURES ASSOCIEES EN BASSINS DE LAGUNAGE (MICROALGUES - MACROALGUES)

Evaluer les possibilités d'intégration de cultures extensives pour traiter les effluents d'une éclosérie-nurserie située en marais



## Etudes de Cas

ITALIE

### VALLICULTURE



Optimiser les méthodes d'élevage de la daurade royale, en diversifiant les stratégies d'alevinage et de recapture.



## Etudes de Cas

FRANCE ET PORTUGAL



### GESTION INTEGREE DES MARAIS SALES POUR UNE PECHE DURABLE DE L'ANGUILLE

Promouvoir l'usage des zones humides côtières (marais endigués) comme systèmes extensifs afin de favoriser l'avalaison d'anguilles mûres pour la conservation de l'espèce.



**Seacase**  
ESPAGNE

## Etudes de Cas

### POLYCLTURE EXTENSIVE EN MARAIS SALE "ESTEROS"




Evaluer l'effet de la remise en état des esteros (bassins extensifs traditionnels) sur la production de poisson.

**Seacase**

## Qualité des Produits

**OBJECTIFS :**

Recherche d'Indices de qualité pour faciliter la traçabilité et différencier les produits

**TACHES :**

1. **Produits finaux**
2. **Qualité morphologique** des juvéniles de poisson

**Seacase**

## Certification

**OBJECTIFS:**

Developper des processus de certification et proposer des codes de conduite

**TACHES:**

1. **Revue** des éléments existants de certification
2. Rédaction de **Codes de conduite**
3. Propositions de certification

**Seacase**

## Socio-économie

**OBJECTIFS :**

Evaluer la viabilité économique et la valeur patrimoniale des filières d'élevage étudiées

**TACHES :**

1. **Collecte des informations socio-économiques**
2. **Evaluation socio-économique des études de cas**
3. **Evaluation patrimoniale**

**AMURE**

**Seacase**

## Dissémination

**OBJECTIFS:**

Diffuser les résultats et les conclusions du projet

**REUNIONS PUBLIQUES :**

CASE STUDY	LOCATION	DATE	ORGANISATION
Nurseries Extensives		Dec   08	HCMR
Polyculture Extensive		Mar   09	CSIC
Anguille		Oct   09	CREAA
Valliculture		Oct   09	ICRAM-UTV
<b>Système Intégré</b>		<b>Oct   09</b>	<b>IFREMER</b>
Polyculture		Dec   09	CCMAR
<b>General</b>		<b>Jan   10</b>	<b>CCMAR</b>

**Seacase**

## Workshop final

International Workshop on Sustainable Extensive And Semi-intensive Coastal Aquaculture in Southern Europe



**Themes** Themes Themes Themes

SEMI-EXTENSIVE NURSERIES  
SEMI-INTENSIVE SYSTEMS  
INTEGRATED SYSTEMS  
EXTENSIVE SYSTEMS IN PONDS AND LAGOONS  
STATUS OF EXTENSIVE AND SEMI-INTENSIVE AQUACULTURE  
TECHNICAL IMPROVEMENTS  
PRODUCT QUALITY & CERTIFICATION

Abstract Submission: October 31  
Registration deadline: November 30  
Information: [www.seacase.org](http://www.seacase.org)  
Contacts: [seacase@walg.pt](mailto:seacase@walg.pt) | tel.: +351 209 800 900 Fax: 7595

Portugal • Tavira • Hotel Porta Nova  
20 and 21 January 2010



## L'ETAT DE L'AQUACULTURE EXTENSIVE/SEMI-INTENSIVE DES ZONES HUMIDES COTIERES EN EUROPE DU SUD

Anras L.<sup>1\*</sup>, Dinis M.T.<sup>2</sup>, Makridis P.<sup>3</sup>, Marino G.<sup>4</sup>, Ramalho A.<sup>2</sup>, Yufera M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Forum des Marais Atlantiques BP 40214, 17300 Rochefort, France

<sup>2</sup> Centro de Ciencias do Mar do Algarve (CCMAR), Portugal

<sup>3</sup> Hellenic Center for Marine Research, (HCMR), Grèce

<sup>4</sup> Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare (ICRAM), Italie

<sup>5</sup> Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN-CSIC), Espagne

\*contact : [lanras@forum-marais-atl.com](mailto:lanras@forum-marais-atl.com)

La pisciculture intensive est devenue en trente ans le premier fournisseur de produits aquacoles marins palliant à la demande en produits de la mer issus de la pêche. De même, l'ostréiculture a connu un développement considérable en étendant les surfaces allouées à ses élevages et en modernisant ses pratiques. Parmi celles-ci les productions de mollusques représentent notamment une part conséquente de l'aquaculture implantée en zones humides. L'aquaculture extensive traditionnelle produit quant à elle de petites quantités, de qualité reconnue, mais souffrant d'un manque de traçabilité et de régularité.

Les améliorations ont porté sur la fiabilisation des productions d'espèces courantes (huîtres et moules). Les autres pratiques traditionnelles n'ont fait l'objet que d'améliorations partielles, concernant notamment l'élevage extensif de poissons. Elles méritent également d'être fiabilisées. Les productions semi-intensives de poissons sont dans le prolongement de ces dynamiques d'amélioration et présentent des réussites intéressantes, bien que des améliorations d'intégration et de gestion respectueuses restent à poursuivre.

Les différents systèmes que l'on rencontre se répartissent selon la physionomie des côtes et le régime tidal, avec des similarités fortes entre les pratiques en Atlantique, et entre les pratiques en Méditerranée. Sont pris en compte les fonds, milieux en eau et estrans des espaces lagunaires, naturels et artificiels, baies et estuaires semi fermés ou clos, polders et marais artificiels avec plans d'eau et bassins de terre.

1. Productions extensives de mollusques en zones intertidales (Portugal, Espagne, France) : parcs en baies et lagunes soumis à marées modérées, tables et poches en baies.
2. Production extensive de mollusques en lagunes (Portugal, France, Italie) : filières (huîtres et moules), cages (palourdes, huîtres)
3. Production extensive de mollusques en bassins de terre (France) : affinage, pousse en claire.
4. Elevage extensif de poissons : réservoirs de salines (Portugal, Espagne, France, Italie), bassins et fosses à poissons (France, Grèce), estuaires et étiers confinés (Grèce), lagunes artificielles et naturelles (Italie)
5. Elevage semi-intensif de poissons en bassin de terre (Portugal, Espagne, France)
6. Elevage semi-extensif de crevettes en bassin de terre (France, Espagne)

Les techniques les plus modernes ont été adoptées dans tous les pays au niveau des productions de masse (huîtres, moules sur estran et lagunes, poissons en lagunes), les différences les plus notables se retrouvent au niveau des pratiques traditionnelles et ancestrales où l'on rencontre encore des variantes de protocole et des gestion contrastées.

Les volumes de productions en lagunes et bassins de terre s'élèvent à plus de 100 000 T pour les mollusques, soit une contribution non négligeable à la production totale européenne. L'espace alloué est optimisé en lagunes où le potentiel d'extension est faible

aujourd'hui (plus de 100 000 ha utilisés). Les gains de surface peuvent se trouver en bassin pour de l'affinage ou de la pousse (petites quantités). Pour les poissons, les statistiques de productions manquent mais s'élèvent au moins à 4200 T pour les pays étudiés. Les volumes réels sont probablement beaucoup plus élevés mais échappent encore à une synthèse en raison du caractère non officiel de mise en vente, et des pratiques de don ou de troc qui perdurent avec ces usages ancestraux. Il existe ici encore des surfaces allouables en marais pour des systèmes extensifs et semi intensifs. En effet, les zones de déprise sont importantes (Portugal, Espagne et ouest de la France) et ces territoires méritent une attention particulière pour étudier la faisabilité d'une reprise d'activité.

**Enjeux d'évolution des systèmes d'élevage :** Il existe un besoin de disposer de codes de pratiques d'élevage respectueuses de l'environnement, qui prennent en compte les enjeux de préservation des activités aquacoles à un seuil de rentabilité suffisant. Le déploiement d'outils réglementaires adaptés ou aménagés et d'une gouvernance spécifique à ces zones humides devrait permettre d'atteindre cet objectif, avec le soutien des filières et des organismes de recherche et de développement. Globalement, trois types d'enjeux émergent :

*Enjeu d'ingénierie :* la recherche devra se tourner vers l'amélioration de la productivité naturelle et la sécurisation de l'élevage. Un niveau de formation suffisant devrait être dispensé auprès des éleveurs afin qu'ils se prémunissent contre les risques liés au manque d'oxygène, les chocs de températures, *etc.* De plus une attention particulière des collectivités et des pouvoirs publics devrait être apportée aux besoins d'entretien des infrastructures hydrauliques construites ou naturelles en zones humides. Leur importance d'intérêt général pour d'autres fonctions qu'aquacoles, devrait permettre de mobiliser des moyens pour suppléer aux efforts, aujourd'hui insuffisants, que consentent les producteurs et exploitants. Des connaissances en ingénierie des milieux seraient à développer en la matière pour une meilleure intégration des systèmes d'élevage à des hydrosystèmes plus vastes, conformément au besoin d'agir d'une manière respectueuse vis-à-vis des équilibres naturels.

*Enjeu écologique :* La préservation des fonctionnalités d'un bassin de production extensive est liée à des procédés de gestion. Toute infrastructure naturelle ou artificielle présente sa propre dynamique qui doit être connue : chacune est sujette à un type de pression anthropique sur son bassin versant, qui requiert sa propre régulation sur les plans structurels, fonctionnels et réglementaires, et l'application de règles communes. Il convient pour cela d'établir des indicateurs appropriés, indicateurs d'états et indicateurs de gestion et de mettre en place un suivi continu. Leur utilisation devrait servir à réguler les actes de gestion selon les évolutions observées de manière à maintenir une orientation convenable de développement, respectueuse des milieux et des équilibres naturels.

*Enjeux socio économiques :* Une des actions évidentes à entreprendre consiste à labelliser les produits issus de ces productions de terroir, distinctes des productions intensives. La rentabilité doit s'appuyer notamment sur cet outil, en valorisant le caractère respectueux de ces pratiques d'élevages qui impactent positivement les milieux en les entretenant. Il existe un atout supplémentaire qui est la possibilité de combiner l'activité avec les services multifonctionnels que l'on peut en attendre : tourisme, éducation à l'environnement, éducation, *etc.* Cela peut s'appuyer sur une nouvelle génération de producteurs plus ouverts à ces pratiques, qui pourront garantir un maintien de ces paysages et de leurs fonctions d'intérêt général.

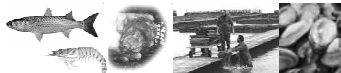


## ETAT DE L'AQUACULTURE EXTENSIVE/SEMI-INTENSIVE DES ZONES HUMIDES EN EUROPE DU SUD

Anras L.<sup>1</sup>, Dinis M.T.<sup>2</sup>, Makridis P.<sup>3</sup>, Marino G.<sup>4</sup>, Ramalho A.<sup>2</sup>, Yufera M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Forum des Marais Atlantiques BP 40214, 17300 Rochefort, France (Animation de ce thème)  
<sup>2</sup> Centro de Ciências do Mar do Algarve (CCMAR), Portugal  
<sup>3</sup> Hellenic Center for Marine Research (HCMR), Grèce  
<sup>4</sup> Istituto centrale per la ricerca scientifica e tecnologica applicata al mare (ICRAM), Italie  
<sup>5</sup> Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN-CSIC), Espagne

Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable – Journée Seacase Rochefort – 8 Octobre 2009

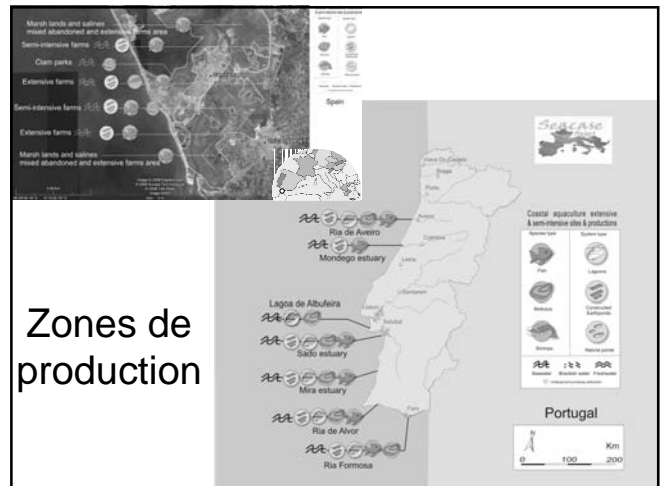
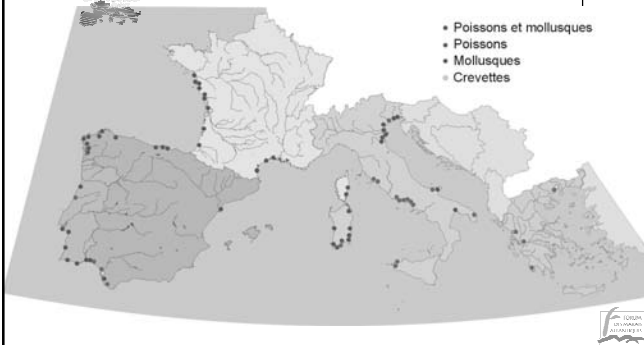


## Infrastructures naturelles et artificielles étudiées

- espaces lagunaires, naturels et artificiels,
- baies et estuaires semi fermés ou clos,
- polders et marais aménagés avec plans d'eau et bassins de terre.
- Sont exclus
  - les estrans en mer ouverte, les cultures en pleine eau en mer ouverte
  - les cultures intensives hors sols implantées en marais (sauf si une partie du cycle de production est semi-intensif ou extensif, ou s'il s'agit d'aquaculture intégrée incluant des phases semi-intensives ou extensives)

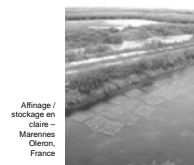
## Zones de production

Synthèse produite à partir des documents d'étude réalisés par chaque équipe à échelle nationale au sein du programme SEACASE : Portugal, Espagne, France, Italie, Grèce.



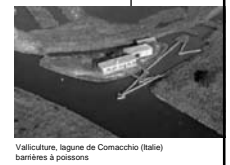
## Systèmes mollusques

1. Productions extensives de mollusques en zones intertidales (Portugal, Espagne, France) : parcs en baies et lagunes soumis à marées modérées, tables et poches en baies.
2. Production extensive de mollusques en lagunes (Portugal, France, Italie) : filières (huîtres et moules), cages (palourdes, huîtres)
3. Production extensive de mollusques en bassins de terre (France) : affinage, pousse en claire.



## Systèmes poissons

4. Elevage extensif de poissons : réservoirs de salines (Portugal, Espagne, France, Italie), bassins et fosses à poissons (France, Grèce), estuaires et étiers confinés (Grèce), lagunes artificielles et naturelles (Italie)
5. Elevage semi-intensif de poissons en bassin de terre (Portugal, Espagne, France)



## Système Crevettes

6. Elevage semi-extensif de crevettes en bassin de terre (France, Espagne)



Bassin de culture de crevettes - Marennes, France

## Données de production

System		Portugal	Spain	France	Italy	Greece
Molluscs (ext)	Surface (Ha)	N/A	N/A	3860	N/A	N/A
	Production (T)	4 230	3000	> 16 800	87630	N/A
	Nb farms	1 381	N/A	N/A	244	N/A
Fish (ext)	Surface (Ha)	N/A	N/A	>4500	74442	N/A
	Production (T)	505	1000	N/A	2200	500
	Nb farms	49	N/A	N/A	147	N/A
Fish (semi-int)	Surface (Ha)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Production (T)	2 020	1000	N/A	4700	N/A
	Nb farms	65	N/A	2	12	N/A
Shrimp	Surface (Ha)	N/A	N/A	300	N/A	N/A
	Production (T)	N/A	N/A	15	N/A	N/A
	Nb farms	N/A	N/A	15	N/A	N/A
<b>Tot surf (Ha)</b>		<b>1 633</b>	<b>7500</b>	<b>8660</b>	<b>74442</b>	<b>N/A</b>
<b>Tot prod (T)</b>		<b>6 755</b>	<b>5000</b>	<b>16815</b>	<b>94 530</b>	<b>500</b>
<b>Tot nb farms</b>		<b>1 495</b>	<b>N/A</b>	<b>&gt;18</b>	<b>&gt;403</b>	<b>N/A</b>

Des chiffres à prendre avec précaution qui sous-estiment la réalité. Des milieux gérés par les privés, avec probablement des échanges en dehors des circuits économiques et marchands officiels.

## Enjeux d'évolution

- *Enjeu écologique* : La préservation des fonctionnalités, système de régulation, besoin d'indicateur d'état et de gestion
- *Enjeux socio économiques* : labellisation, activité multifonctionnelle.
- *Enjeu d'ingénierie* : amélioration de la productivité naturelle, sécurisation de l'élevage, formation des éleveurs, besoins d'entretien des infrastructures hydrauliques, amélioration des connaissances en ingénierie des milieux



## Questions-Réponses :

Jean Paul Blancheton (IFREMER Palavas) demande à Loïc Anras (Forum des Marais Atlantiques) quelles sont les influences des systèmes aquacoles décrits sur l'environnement ? Y-a-t il eu une évaluation de ces impacts dans le cadre de SEACASE ? Existe-t-il des indicateurs d'état et de gestion ?

L.A. : les impacts environnementaux des systèmes aquacoles extensifs et semi-intensifs n'ont pas été évalués dans le cadre de SEACASE. Pourtant les besoins sont importants en France. Il n'existe pas vraiment d'actions dans les autres pays.

Jérôme Hussenot (IFREMER Bouin) : Des études récentes ont travaillé sur des indicateurs de durabilité en aquaculture (Consensus, EVAD)

J.P.B. : Avant de développer un indicateur, il faut savoir à quelle question on veut répondre à l'origine.

L.A. : Une des altérations du milieu peut se traduire par une crise dystrophique, liée à un confinement du milieu dû à la mauvaise gestion de ce dernier.

J.P.B. s'interroge sur le choix des indicateurs. Faut-il choisir ces derniers afin de retourner à un état initial ou à un état intermédiaire du milieu ?

L.A. : C'est un choix politique. C'est un débat de fond.

J.H. indique qu'il faut trouver un compromis entre environnement et société.

L.A. indique qu'il est difficile de faire de l'extensif comme activité principale, mais que ces élevages pourraient être couplés avec des activités touristiques.

Patrick Hervé (Lycée Professionnel de Guérande) : Les sites retenus intègrent-ils les zones d'estran ?

L.A. : Non pas l'estran. Elles intègrent seulement les systèmes fermés, types lagunes et autres zones humides côtières. C'est pourquoi les élevages d'huîtres ne sont pas représentés en Bretagne et en Normandie sur les cartes élaborées dans le cadre de SEACASE, alors qu'ils sont comptabilisés dans les lagunes méditerranéennes.

Philippe Blachier (CREAA) donne l'exemple des fossés à poissons pour les anguilles. Il indique que ces systèmes s'auto-entretiennent. Néanmoins, ces systèmes disparaissent à cause de la diminution de l'aide technique, mais également de la disparition de l'espèce.

P.B. se demande si la politique favorisera la préservation de ces milieux. Pour le moment, il n'existe aucun financement national (type Natura 2000) ou de processus de détaxation. Il est très difficile de faire perdurer ces milieux. C'est seulement au niveau régional qu'il existe un véritable effort de protection de ces milieux.

L.A. indique que certains milieux naturels se transforment en milieu récréatifs.

X.X : Le programme SEACASE intègre-t-il la proposition d'un modèle de développement des zones d'aquaculture sur le plan économique et environnemental ?

Jérôme Hussenot : Non, cela n'a pas été prévu dans le cadre de SEACASE. Cependant, il y a eu plusieurs études qui ont été faites sur le plan économique. Les résultats de ces études font l'objet de la présentation suivante. Ainsi la réponse à ce sujet sera donnée en majorité dans l'exposé suivant.

## ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES DE L'AQUACULTURE EXTENSIVE / SEMI-INTENSIVE EN EUROPE DU SUD

Raux P.\*, **Bailly D.**

Université de Brest, UMR AMURE, Centre de Droit et d'Economie de la Mer, Centre Ifremer Brest, BP 70, 29280 PLOUZANE, France

\*contact : [pascal.raux@univ-brest.fr](mailto:pascal.raux@univ-brest.fr)

Le projet européen SEACASE (Sustainable Extensive and Semi-intensive Coastal Aquaculture in Southern Europe, 6<sup>ème</sup> PCRD) vise à explorer les différentes pistes pour améliorer viabilité économique et durabilité sociale et environnementale de l'aquaculture extensive du sud de l'Europe.

Cette aquaculture en milieu côtier de transition (marais, estrans, lagunes, estuaires, deltas) s'est développée sous des formes très diverses (coquillages, poissons ; bassins en terre/en dur, semis sur estran ou piégeage dans le marais ; éclosion, nurserie, grossissement, stockage). Parmi ces productions, les pratiques extensives sont confrontées à des problèmes de compétitivité. Des coûts de production élevés et une plus forte variabilité des performances techniques les désavantagent par rapport aux productions issues de systèmes plus intensifs. Dans ce contexte l'objectif du projet est le développement d'outils pour maintenir la compétitivité et la productivité des élevages, tout en minimisant leurs impacts environnementaux et en améliorant la qualité et l'image des produits.

Plusieurs cas d'étude ont été retenus pour appréhender en partie la diversité de ces élevages : (i) les éclosiers/nurseries en marais et lagunes, (ii) les systèmes intégrés permettant de réduire l'impact de l'aquaculture intensive et d'améliorer le coefficient de transformation protéique, (iii) la polyculture semi-intensive en bassins de terre, (iv) la polyculture extensive dans des bassins de terre à marée « esteros », (v) la gestion intégrée des bassins et lagunes côtières pour une pêche durable d'anguilles, (vi) la valliculture (Italie).

Sur la base d'entretiens et d'enquêtes sur ces élevages, une tendance générale se dessine concernant l'évolution des systèmes aquacoles côtiers en milieu semi ouvert (poissons). Ce qui se produit sur les élevages côtiers extensifs et semi-intensifs du sud de l'Europe est assez symptomatique d'un secteur dont le développement s'est basé sur des espèces à forte valeur, souvent dicté par des choix techniques plutôt que des choix socio-économiques. Un rapide accroissement de la productivité conduit à une forte augmentation de la production, des prix plus faibles et une rentabilité cyclique. L'aquaculture de bar et de dorade n'échappe ainsi pas à ce cas de figure avec un facteur accélérateur lié au développement des élevages intensifs offshore en cages. Cette tendance est souvent oubliée par les différents acteurs qu'un « épisode 2 » de la Révolution Bleue pousse à vouloir renouer illusoirement avec une période de rente (soutenue par des prix élevés) qui marqua les premières étapes du développement. La compréhension et les connaissances sur le développement du secteur aquacole ont progressé mais ce développement semble s'effectuer toujours selon le même schéma. Les problèmes semblent plus sociaux et économiques que techniques, tout au moins pour les élevages de types « esteros » (aquaculture en bassin en terre, lagunes et ria). En termes de produits à haute valeur, il demeure par ailleurs illusoire de vouloir concurrencer les élevages de saumons avec des produits aux taux de conversion (filet) très inférieurs. La sole répondra sans doute mieux à ces enjeux.

La tendance actuelle pour l'industrie est de continuer la consolidation du secteur avec une tendance à la concentration. Si les grandes entreprises sont très sensibles aux crises de prix eu égard à leur niveau de production, elles sont également capables d'agir sur le marché ou de répondre à des demandes spécifiques du marché (volumes) que les petites entreprises ne peuvent atteindre. Elles peuvent également diversifier leurs activités et réduire leur niveau de production, mais elles sont beaucoup moins intensives en termes de capital humain que les autres exploitations. Les petites unités de production semblent mieux résister. Leur structure familiale leur permet plus de souplesse et elles sont moins dépendantes du crédit. La production naturelle issue des canaux contribue également à cette meilleure résistance et comme les élevages extensifs elles sont capables de réduire voire stopper temporairement leurs activités dans l'attente de meilleures conditions. Les élevages intermédiaires en termes d'échelles et d'intensification sont plus sujets à caution. Ils sont pris dans un cercle vicieux au travers d'une intensification inefficace dans des structures souvent inadaptées (tenter de produire plus pour compenser les baisses de marges), une spécialisation sur une ou deux espèces, une forte dépendance vis-à-vis du crédit et des échéances financières ne leur permettant pas une gestion optimale des ressources et des intrants. En termes de rentabilité, le schéma le plus rentable n'est pas accessible à tout le monde (il repose en partie sur les flux financiers d'autres activités), le schéma non rentable est bien sûr à éviter, mais le schéma rentable semble également être sur la sellette.

Dans ce contexte, les contraintes de protection des milieux à la fois riches et fragiles où l'aquaculture côtière prend place, ne font qu'ajouter au différentiel de coût avec les élevages plus intensifs en mer ou en milieu ouvert. Au-delà de la simple viabilité économique se pose la question de la place et du maintien de ces systèmes extensifs sur des espaces convoités, soumis à de multiples pressions qui génèrent des conflits d'usage. A côté des questions techniques et économiques, d'autres dimensions de la viabilité doivent donc être prises en compte. La simple reconnaissance des bénéfices non marchands associés à l'aquaculture extensive tels que le maintien de la multi-fonctionnalité des zones humides, le caractère paysager structurant ou encore le rôle de gardien de l'intégrité des écosystèmes côtiers, ne suffit pas à garantir l'amélioration de la viabilité économique de ces productions. Le fait de générer/substituer une production pour des services non marchands rendus à l'environnement reste insuffisamment reconnu et demeure encore un chemin difficile pour améliorer la durabilité.

La recherche de mécanismes incitatifs tels qu'un accroissement de valeur ajoutée ou une diversification de revenu sont d'autres options complémentaires:

- différenciation de produits pour créer des marchés niches offrant un supplément de prix aux produits issus de l'aquaculture extensive et semi-intensive
- activités complémentaires qui peuvent-être développées en vue de générer un revenu sous la forme de valeur ajoutée ou sous la forme d'activités bénéficiant de l'environnement et de l'image de l'aquaculture extensive et semi-intensive (écotourisme, activités liées à l'éducation et à la sensibilisation à l'environnement)
- innovations technologiques tels que le développement des systèmes intégrés ; mais ils doivent également être reliés à des rationalités économiques et pas seulement techniques et/ou écologiques (ou alors en valorisant les propriétés environnementales du produit).

Dans le domaine de la diversification, la première option réside dans l'ajout de valeur au produit par simple transformation (présentation, emballage, préparation simple) ou par une transformation plus élaborée (filetage, salage, fumage, appertisation...). L'écotourisme, y



compris l'hébergement sur les exploitations, l'éducation et la sensibilisation à l'environnement, ainsi que les produits traditionnels du terroir deviennent des éléments clés de la durabilité des économies locales qui souhaitent préserver des écosystèmes riches mais fragiles. Il existe encore d'autres options pour générer un revenu en s'appuyant sur la promotion d'écosystèmes locaux et d'activités traditionnelles.

Dans de nombreux cas, à la fois l'initiative individuelle et l'action collective jouent un rôle majeur pour développer une telle dynamique, bien que les tenants et aboutissants de son succès soient souvent difficilement prédictibles.

### **Questions-Réponses :**

Catherine Mariojouis (Agroparistech) : L'étude présentée dans l'exposé de Denis Bailly et Pascal Raux a-t-elle été également effectuée au niveau des autres sites de SEACASE ?

Denis Bailly (Université de Brest) : Une autre étude est en cours au niveau des vallicultures en Italie mais il est très difficile d'avoir des informations sur le fonctionnement de ces cultures. La difficulté vient du fait que ces vallicultures ont plusieurs statuts. Ce sont soit des entreprises privées, des entreprises publiques ou bien même des propriétés privées. De plus, beaucoup d'activités différentes y sont associées, comme le tourisme, la chasse, la pêche. Ces vallicultures ont un développement durable car leurs propriétaires essaient de tirer un maximum de ces milieux (association de chasse, de pêche, etc...).

**www.seacase.org**  
Sustainable Extensive And Semi-Intensive Coastal Aquaculture In Southern Europe

## Aspects socio-économiques de l'aquaculture extensive/semi-intensive en Europe du Sud

Pascal Raux et Denis Bailly  
(Université de Brest - UMR AMURE)

Atelier SEACASE:  
« DES SYSTEMES INTEGRES MULTI-TROPHIQUES POUR UNE AQUACULTURE DURABLE »  
Rochefort – 8 octobre 2009

Projet co-financé par le 6<sup>ème</sup> Programme Cadre de Recherche et Développement de l'UE (FP6-2005-SSP5A)

## Le contexte

Les systèmes extensifs et extensifs améliorés ainsi que les systèmes semi-intensifs d'aquaculture côtière font face à un certain nombre de problèmes :

- difficultés pour concurrencer les productions intensives
- manque de support (Marchés, Formation, Soutien politique...)
- conflits d'usages et compétition pour l'accès au littoral (une aquaculture côtière en systèmes plus ou moins confinés)
- importance réelle de l'activité...???

Ceci questionne le rôle et la place de l'aquaculture côtière en Europe (maintien et soutien? développement en offshore? etc.)

## Hypothèses et travaux conduits ou en cours (Analyse socio-économique des systèmes de production)

Les productions issues des systèmes extensifs améliorés et S-I ont des propriétés supposées différentes des productions intensives (en cage essentiellement)

- Besoins de travaux pour estimer quantitativement ces différences
- Un état des lieux des systèmes existants (enquêtes, entretiens)
- Evaluation économique des coûts et bénéfices induits par ces différences; l'innovation technologique peut parfois avoir des effets économiques négatifs sur le long terme (évaluation technico-économique)
- Une multifonctionnalité aquacole encore peu reconnue (services écosystémiques: maintien de biodiversité, marais, paysages, etc.)

## Une illustration sur les élevages en bassins de terre (esteros) en Espagne et au Portugal - Caractéristiques générales

Organisation	De la petite ferme familiale à la grande entreprise
Activité	Mono activité à d'autres to other Resources
Surface (eau)	de 3ha à 14 ha
Nb de bassins	de 6 à 21
Productions	de 25 tonnes à plus de 400 tonnes par an
Espèces	Habituellement Bar et Dorade en ployculture: 10-30% Bar – 70%-90% Dorade (Nord) 50% Bar – 50% Dorade 10%-20% Bar– 80%-90% Dorade (Sud) Production additionnelle en extensif depuis les canaux (mulet, anguille, maigre, sole, palourdes)
Profit	De non rentable à très rentable (+45%)
Stratégies	-Cycle de 2 ans avec des produits de taille juste commerciale à intermédiaire -Un cycle de 3 ans avec récolte partielle à 2 ans et des produits premium en termes de taille et prix

## Enquêtes Littérature

Une structure de coûts somme toute classique comparée aux valeurs moyennes par pays concernant les élevages de bars et de dorades. Les 3 principaux coûts: aliments, juvéniles et main d'oeuvre (60 à 70% du total des coûts de production avant taxation) quelque soit les pays et systèmes considérés.

## Analyse technico économique Coûts de production et Stratégies de production

*Dicentrarchus labrax* & *Sparus aurata*  
(+ production extensive issue des échanges d'eau)

### Coûts de production et Stratégies de production

Pas de différence notable en termes techniques, les élevages sont plus ou moins intensifs. Les différences apparaissent plus en termes de volume et répondent à 3 stratégies différentes :

- Les fermes rentables sont représentatives des élevages extensifs améliorés et SI avec un cycle de production de 2 ans; elles restent très sensibles aux variations de prix et souvent le profit paie avec difficulté les investisseurs et partenaires. **Tentent d'être plus efficaces à niveau d'intensification égal.**
- Les élevages non rentables adoptent le même cycle de production que les élevages rentables (2 ans) mais poussent le système au-delà de ses limites en intensifiant la production dans les mêmes infrastructures. En essayant de produire plus dans ces conditions, la qualité est moindre (prix plus faibles) et les coûts plus élevés. **Cercle vicieux.**
- Similaires en termes d'infrastructures, les élevages les plus rentables développent une stratégie de récolte partielle en récoltant 50 à 70% du stock en élevage à 2 ans (400g) et le reste au terme de la 3<sup>ème</sup> année en privilégiant les grandes tailles (800g à 1kg) et des prix de vente supérieurs (8,3€/kg en moyenne toutes productions confondues). **Premium / Capital.**

### Le cercle vicieux des élevages non rentables

A production constante, une baisse des prix induit une baisse des marges

Pour conserver le même niveau de profit avec des marges plus faibles, les producteurs cherchent à accroître leur production

Le chiffre d'affaires reste sensiblement le même mais les coûts augmentent

Marges

Prix

Production → Profit =

Les éleveurs étant tous dans la même dynamique, cela génère un accroissement de la production globale qui renforce la chute des prix

### Stratégies de production

Fermes	Non Rentables	Rentables	Les plus rentables
Surface de bassin (ha)	7,2	7,9	6,5
FCR	2,10	2,05	2,00
Mortalité (déclarée)	18,3%	15,0%	15,0%
Production (t)	56	53	58
Poids moyen (g)	400	385	643
Coût de Production (€/kg)	5,7	4,3	5,2
Prix moyen (€/kg)	5,2	5,4	8,3
Taux de profit (%)	-11%	20%	37%
Seuil de rentabilité (t)	63	43	43
Production/Seuil (%)	90%	125%	133%
Production/Emploi (t/umo)	15	13	26

La comparaison entre élevages les plus rentables et élevages non rentables montre une production similaire, mais des prix de vente plus élevés ainsi que des profits plus forts pour les fermes les plus rentables malgré le coût supplémentaire d'un cycle plus long.

La stratégie de récolte partielle et de cycle long est souvent supportée par l'existence d'activités complémentaires ou parallèles permettant l'accès à une trésorerie suffisante pour tenir la longueur du cycle.

### Evolution

-Le secteur de l'aquaculture côtière de bars et dorades en Europe est plutôt représentatif des élevages en difficultés (juste rentables à non rentables).

-L'évolution du secteur est également représentative d'autres secteurs aquacoles, en particulier ceux relatifs aux produits à forte valeur (saumon, crevettes, bars, dorade,...)

-Une évolution qui n'est pas anormale et même fréquente pour ces productions aquacoles.

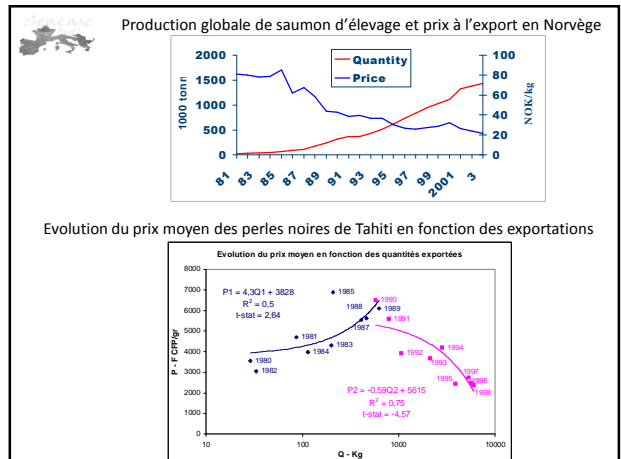
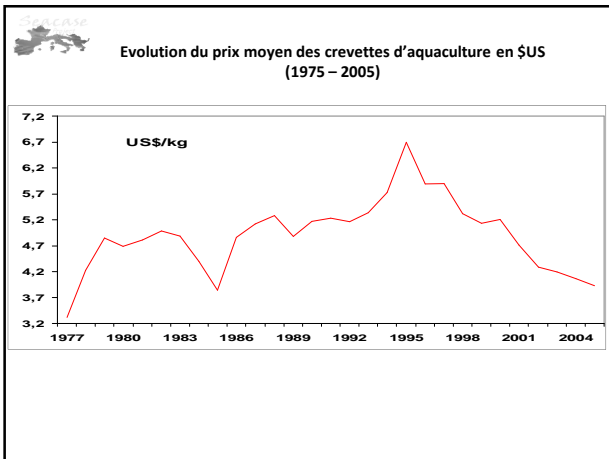
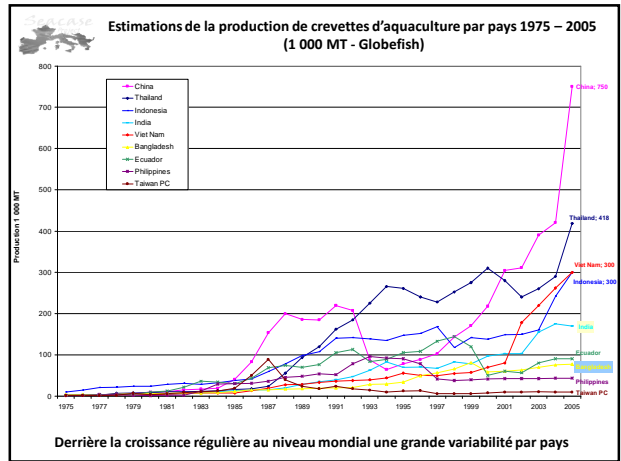
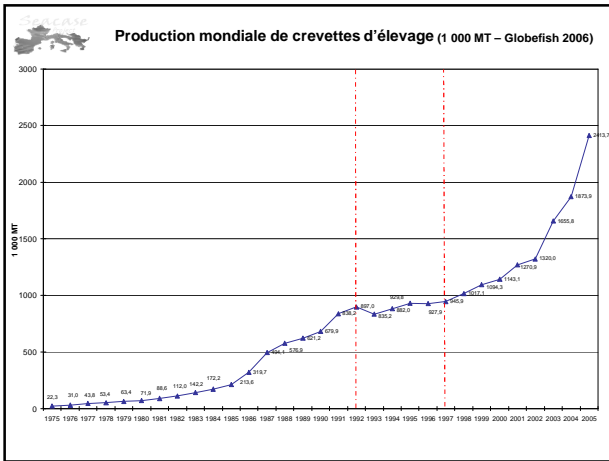
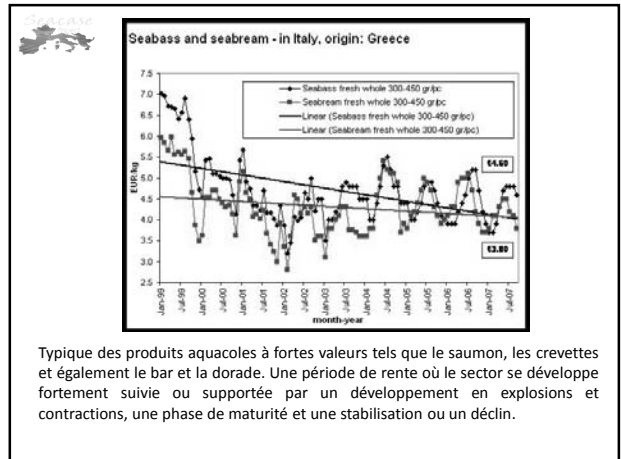
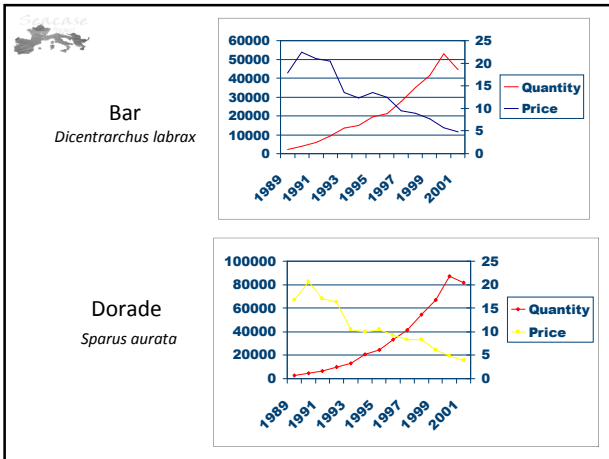
### Un aperçu des marchés du Bar et de la Dorade

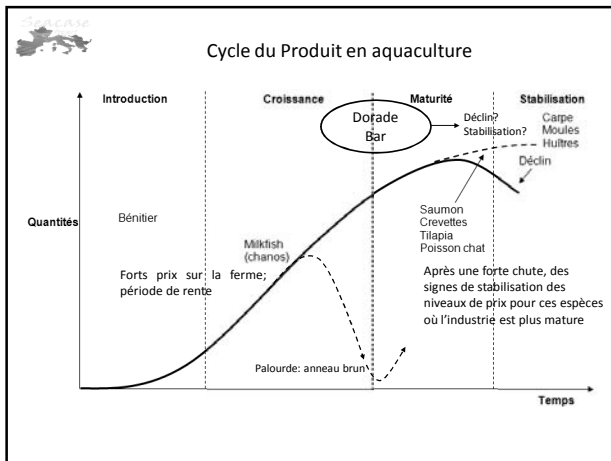
Source: FAO/GLOBEFISH

### Production de bars et dorades d'aquaculture en Europe. Relation prix/quantités

Source: APROMAR

APROMAR - CP 38  
Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos





**Spécas**

- Une évolution en termes d'espèces plus que de systèmes
- En réponse, la différenciation des produits via les Marchés niches et labels ne peut proposer une alternative de long terme et globale
- Pose la question d'un développement subventionné mais peu orienté à long terme par les fonds structurels européens
- Révolution bleue « épisode 2 » sur le constat d'effondrement des stocks halieutiques, mais toujours/encore souvent déconnectée des caractéristiques de la demande.
- Illusoire de vouloir concurrencer le saumon (coefficient de transformation); la sole (*Solea senegalensis*) plus adaptée.
- Les systèmes intégrés répondent en partie à nombre des critiques (internalisation et pluriactivités (claires?)), mais sous contrainte de coûts.

**Spécas**

### Le Contexte économique et les Marchés

Environnement écologique, social et institutionnel (qui inclut les autres élevages)

Les Fermes – Facteurs Internes

L'action collective est un enjeu clé pour aborder et assurer la durabilité de l'aquaculture côtière Ext et SI dans les écosystèmes confinés

**Spécas**

## Merci !

[www.umr-amure.fr](http://www.umr-amure.fr)

Unité Mixte de Recherche AMURE

Site UBO : UMR-AMURE - 12 rue de Kergoat - Bât.B - ☎ 93837 29238 Brest Cedex 3, France.  
 Site IFREMER : UMR-AMURE - DEM - Technopôle Plouzané BP 70 29280 Plouzané, France.

## QUALITE DES PRODUITS SELON LE SYSTEME D'ELEVAGE : INTENSIF / SEMI INTENSIF / EXTENSIF / INTEGRE ; ESPECE MODELE, LA DAURADE ROYALE

Cardinal M<sup>1\*</sup>, Cornet J<sup>1</sup>, Donnay-Moreno C.<sup>1</sup>, Gouygou J.P.<sup>1</sup>, Bergé J.P.<sup>1</sup>, Valente L<sup>2</sup>, Cariou S.<sup>3</sup>, Hamdaoui M.<sup>3</sup>, Hussenot J<sup>4</sup>

<sup>1</sup>IFREMER, Dépt Biotechnologies et Ressources Marines, 44311 Nantes 03, France

<sup>2</sup>CIIMAR, Rua dos Bragas 289, 4050-123 Porto, Portugal

<sup>3</sup>Ferme Marine de Douhet, 17840 La Brée les Bains, France

<sup>4</sup>IFREMER, Dépt Amélioration Génétique, Santé Animale, Environnement, 85230 Bouin, France.

\*contact : [cardinal@ifremer.fr](mailto:cardinal@ifremer.fr)

Dans le cadre du projet Européen SEACASE dont l'objectif est de développer des systèmes d'aquaculture durables de type extensif ou semi-intensif dans le Sud de l'Europe, une étude de la qualité des daurades royales (*Sparus aurata*) produites dans ces systèmes d'élevage a été réalisée à partir de plusieurs études de cas : un système extensif en bassin de terre en Espagne (Cadiz), un système de polyculture intensive en bassin de terre au Portugal (Faro) et un système intégré d'une éclosierie de daurades en France (Ile d'Oléron). Il s'agissait d'évaluer un certain nombre de paramètres de qualité et d'identifier si certains d'entre eux permettent de différencier les poissons en fonction du système d'élevage. Les résultats obtenus au cours de la première année du projet sur plusieurs lots de daurades élevées en système intensif ont permis d'appréhender la variabilité existante sur les critères mesurés, et ont servi d'éléments de comparaison pour les autres systèmes d'élevage. Les qualités nutritionnelles et sensorielles ont été évaluées et des mesures de rendement ont été faites.

**Matériels et méthodes :** Des daurades de taille commerciale (300-400g) ont été achetées auprès de mareyeurs ou de supermarchés de Nantes à trois périodes différentes, en juin 2007, octobre 2007 et mars 2008. A chaque fois, six lots provenant de fermes intensives de France, Grèce ou Espagne étaient analysés. Compte tenu du mode d'approvisionnement choisi, il ne s'agissait pas forcément des mêmes fermes à chaque période mais l'échantillonnage était représentatif des produits disponibles pour un consommateur. Au total, 18 lots ont été analysés. Les informations concernant la date de pêche, les conditions d'élevage (localisation de la ferme, densité d'élevage, température, aliment, durée de jeûne avant abattage) étaient recueillies, lorsqu'elles étaient disponibles.

Trois études de cas ont permis de suivre la qualité des produits:

- un système extensif en bassin de terre en Espagne (Cadiz) en décembre 2008,
- un système de polyculture semi-intensive en bassin de terre au Portugal (Faro) en juin 2009 : élevage de 95% de daurades et 5% de soles, densité de 1.5 kg/m<sup>3</sup> et aliment sélectionné préalablement pour ses qualités nutritionnelles et de préservation de l'environnement.
- un système intégré d'une éclosierie de poissons marins en France (Ile d'Oléron) en novembre 2008: élevage extensif de finition de daurades, en bassin de lagunage (macrophytes) servant au traitement des eaux de l'éclosierie, densité 0.3 kg/m<sup>2</sup>, sans apport alimentaire, durée 6 mois.

Trente poissons étaient prélevés à chaque échantillonnage, mesurés et pesés. Les rendements d'éviscération et de filetage étaient faits sur 20 poissons. Les pertes à chaque étape de filetage et la partie comestible restante sont exprimées en % du poids total. Pour chaque lot, trois poissons entiers, non éviscérés, sont broyés et leur pulpe mélangée. Les filets parés de trois autres poissons sont également broyés et la pulpe mélangée. Les deux

types de pulpe sont lyophilisés puis les teneurs en protéines et en lipides sont analysées en double. Les profils en acides gras et acides aminés sont déterminés sur le muscle. La couleur des filets est mesurée avant et après cuisson avec un spectro-colorimètre et les caractéristiques organoleptiques des filets de daurades sont évaluées par des tests de profil sensoriel avec le panel entraîné de l'Ifremer (24 personnes).

**Résultats et discussion :** Les mesures de rendement ne montrent pas de différence majeure entre les systèmes d'élevage si ce n'est une perte au parage, sans doute liée à une élimination des dépôts lipidiques dorsaux et péri-viscéraux, plus importante pour les lots du système intensif (15,1% comparés aux 13% en moyenne pour les autres systèmes). La proportion de muscle plus forte pour le système extensif (44..3%) peut être simplement due au poids plus élevé des poissons de ce lot. En ce qui concerne la distribution des teneurs en lipides dans le muscle, les systèmes intégré et extensif ont les teneurs les plus faibles, 2,65 % et 7,6 % respectivement et se situent en dessous ou dans la partie basse de la distribution des valeurs observées sur les lots de système intensif (9,9% en moyenne). Les valeurs obtenues pour le système semi-intensif se situent dans la gamme de variation des valeurs du système intensif.

La comparaison des profils d'acides gras montre des différences assez marquées entre les systèmes. Les systèmes intégré et semi-intensif présentent les plus fortes proportions en EPA et DHA et un bon équilibre entre les acides C18:3w3 et C18:2w6 (1/5). Les daurades du système intensif ont généralement un profil plus riche en w6 et en particulier en C18:2w6, ce qui peut traduire un apport en huile végétale dans le régime alimentaire. La proportion en EPA et DHA peut être parfois assez faible. Le profil en acides aminés par contre reste stable quel que soit le type d'élevage.

Le système d'élevage peut avoir une influence sur la couleur de la chair; les mesures instrumentales indiquent que les systèmes intégré et semi-intensif ont des valeurs plus faibles pour la clarté ( $L^*$ ) et plus fortes pour la teinte jaune ( $b^*$ ), que ce soit à l'état cru ou cuit. Cela se traduit par une perception d'une couleur plus blanche pour les produits issus de systèmes intensifs. En ce qui concerne les caractéristiques organoleptiques, on peut noter quelques tendances générales si l'on compare le système intensif avec les autres systèmes. Comme l'a déjà observé Grigorakis (2007), les daurades issues de systèmes intensifs n'ont plus la même apparence externe; la couleur jaune-orangée au niveau de la tête a disparu. La chair a une couleur plus blanche et relargue parfois un peu de gras à la cuisson. La texture de la chair est plus ferme, elle a plus de cohésion et nécessite une plus longue mastication pour avaler le produit. L'odeur et le goût sont définis par une caractéristique de poisson gras. Les daurades issues des systèmes intégré et extensif présentent certaines spécificités : une note marine / iodée plus marquée pour le système intégré ou une note de terre / moisi très forte dans le système extensif. Ces éléments montrent la signature du milieu dans lequel évolue ces poissons. Le lot élevé dans un système semi-intensif au Portugal a quant à lui des caractéristiques intermédiaires entre l'extensif et l'intensif.

**Conclusion :** Ces résultats montrent que certains systèmes d'élevage de type extensif, voire semi-intensif, permettent aux daurades de conserver l'apparence externe des poissons sauvages (couleur jaune-orangée) et que la teneur en lipides, pour les poissons issus de système extensif, se situe généralement dans la partie basse des valeurs observées sur les poissons élevés en système intensif. Le profil en acides gras de la chair, qui reflète le type d'alimentation reçu, peut différencier les systèmes d'élevage. Dans cette étude les lots de système intensif sont toujours plus riches en w6 et ont souvent une proportion d'acides w3 plus faible. En ce qui concerne les caractéristiques organoleptiques, la chair de daurades



élevées en système intensif apparaît un peu plus ferme et plus dense avec une caractéristique de poisson gras un peu plus marquée en odeur et en goût; il semble qu'un élevage extensif en bassin de terre soit plus propice à l'acquisition de certaines spécificités d'odeur ou de goût liées au milieu.

Grigorakis, K. (2007). Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: A review. *Aquaculture*, 272(1-4), 55-75

### **Questions-Réponses :**

Pas de questions dans la salle à la suite de l'exposé.

Ifremer

## Qualité des produits selon le système d'élevage : intensif / semi intensif / extensif / intégré

\*\*\*

### Espèce modèle la daurade royale (*Sparus aurata*)

Mireille Cardinal – IFREMER -

Journée Systèmes intégrés, 8 octobre 2009, Rochefort


Ifremer

## Différencier la qualité des produits selon le système d'élevage

**Etape 1:** Connaître la variabilité des caractéristiques de qualité de daurades élevées en *système intensif* : 18 lots de France, Grèce et Espagne échantillonnés à 3 périodes, juin 07, octobre 07, mars 08


Sensorielle

odeur, aspect, texture, goût




Nutritionnelle

Teneur en lipides, Teneur en protéines, Profil d'acides gras (w3, w6), Profil d'acides aminés



Rendements

Rendements



**Etape 2:** Comparer chaque critère de qualité des daurades élevées dans différents systèmes, à la gamme de variation obtenue pour le système intensif

Journée Systèmes intégrés, 8 octobre 2009, Rochefort

Ifremer

## Les études de cas du projet SEACASE

- Polyculture extensive en bassins de terre – Esteros (Espagne)- dec 08- pas d'apport d'aliment
- Polyculture semi-intensive en bassins de terre (Portugal) –juin 09- Daurade (95%) + soles - 1.5kg/m<sup>3</sup> – Eco friendly feed
- Système intégré: traitement des rejets d'une écloserie de daurades (Ile d'Oléron - France) - nov 08 (durée 6 mois) et juillet 09 (durée 2 mois) 0.3 kg/m<sup>2</sup> – pas d'apport d'aliment
- Valliculture (Italie) fin d'année 2009

Daurades de 300-400g

- Système intensif (France, Grèce, Espagne) 8 à 70 kg/m<sup>3</sup> – aliment à 44/20 48/18 – (prot/lip)

Journée Systèmes intégrés, 8 octobre 2009, Rochefort

Ifremer

## Protocole

**Syst.extensif (dec 08)**

**Semi intensif (juin 09)**

**Syst. intégré (nov08)**

**Syst. intensif**

30 poissons

Filetage

20 poissons

10 poissons

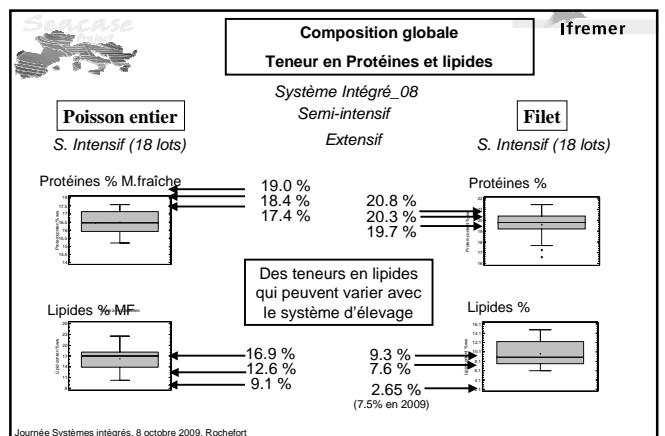
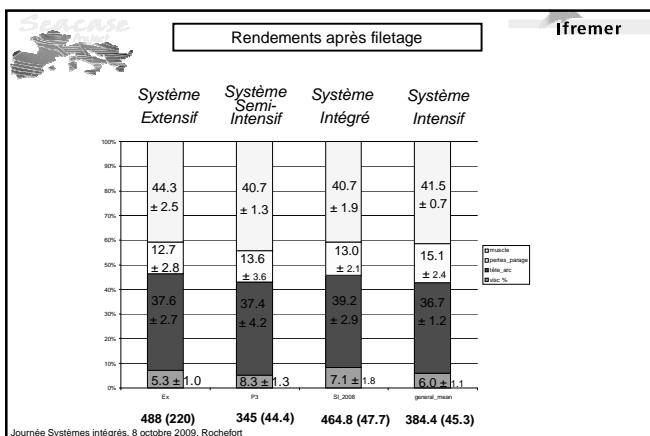
Rendements

- Couleur de la chair (5) (cru / cuit)
- Caractéristiques sensorielles (12)
- Composition du muscle (3) (lipides, protéines, a.gras, a.aminés)

Analyse 3 à 6 jours après la pêche

- Composition poisson entier (3)
- Histologie (7) (taille des fibres, nombre, densité)

Journée Systèmes intégrés, 8 octobre 2009, Rochefort



### Profil des acides gras dans le muscle %

**Ifremer**

	Système Intégré 08 (I.Oliéron)	Semi-Intensif	Système Extensif (Espagne)	Système Intensif Moyenne
Nb lots	1	1	1	18
C14:0	4.5	4.4	3.4	7.8 (3.4)
C15:0	0.5	0.5	0.9	nd
C16:0	23.8	22.3	28.2	28.1 (7.6)
C16:1w7	6.4	6.3	7.4	8.2 (2.6)
C18:0	6.4	4.5	6.2	4.8 (1.25)
C18:1w7	4.3	3.5	3.9	4.1 (0.7)
C18:1w9	29.3	26.7	31.4	25.0 (6.2)
C18:2w6	6.1	10.5	3.7	13.8 (9.2)
C18:3w3	1.4	1.2	nd	0.5 (0.9)
C20:0	0.4	0.8	1	nd
C20:1w9	1.2	2.9	0.8	2.8 (1.6)
C20:4w6	1.5	0.5	2.1	nd
C20:5w3	7.3	4.0	3	1.9 (1.3)
C22:1w9	nd	2.1	nd	0.7 (1.1)
C22:2w6	nd	nd	3.4	nd
C22:5w3	4.8	2.1	1.7	0.4 (0.7)
C22:6w3	8.4	6.8	2.1	1.8 (1.8)
w3	21.9	14.1	6.8	4.8 (4.3)
w6	7.6	11.0	7.2	13.8 (8.2)
AG.saturatés	35.6	35.4	41.7	40.7
Ratio w3/w6	2.88	1.28	0.94	0.39

**Bon équilibre nutritionnel pour le Système Intégré et semi-Intensif**  
Moins d'a.gras saturés

**Système intensif plus riche en w6 et moins en w3, certaine variabilité selon les élevages**

Journée Systèmes intégrés, 8 octobre 2009, Rochefort

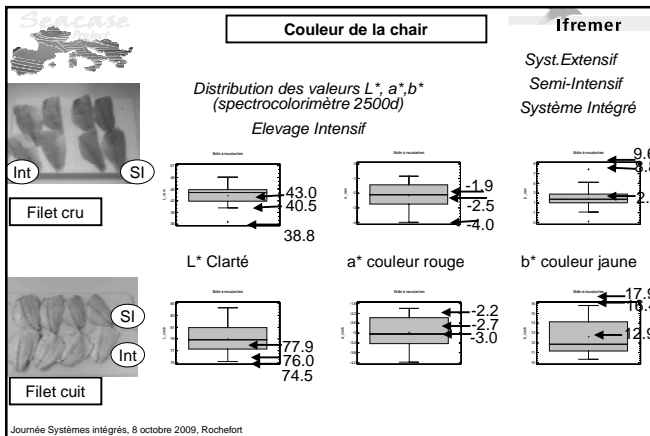
### Profil des acides aminés dans le muscle %

**Ifremer**

	Système extensif	Système Semi-Intensif	Système Intégré	Intensif (n=18)
Matière sèche (%)	29.4 (0.3)	31.1 (0.54)	23.7 (0.02)	30.0 (2.6)
Protéines (%)	20.8 (0.1)	19.7 (0.2)	20.3 (0.1)	19.5 (1.3)
% acides aminés totaux				
Isoleucine	7.86	8.17	6.48	6.86 ± 0.65
Leucine	9.27	8.96	10.82	9.40 ± 0.69
Lysine	5.12	4.53	5.69	5.38 ± 0.50
Méthionine	3.65	2.47	3.94	3.56 ± 0.26
Phénylalanine	5.24	5.12	5.45	4.93 ± 0.32
Threonine	5.65	5.79	5.84	5.86 ± 0.27
Valine	6.47	6.18	6.61	6.51 ± 0.19
<b>AAE</b>	<b>43.25</b>	<b>41.23</b>	<b>44.83</b>	<b>42.5 ± 1.6</b>
Alanine	7.51	6.84	8.98	7.47 ± 0.45
Aspartic acid	11.83	13.35	10.01	12.57 ± 1.30
Glutamic acid	13.48	14.10	12.98	14.99 ± 1.42
Glycine	7.37	7.41	7.84	6.94 ± 0.58
Histidine	3.41	3.05	2.72	2.72 ± 0.16
Proline	4.60	5.42	4.71	4.71 ± 0.35
Serine	4.53	5.22	4.00	4.66 ± 0.33
Tyrosine	3.12	2.52	3.34	2.84 ± 0.32
C-C	0.85	0.87	0.60	0.60 ± 0.19
<b>AAE</b>	<b>56.75</b>	<b>58.77</b>	<b>55.17</b>	<b>57.5 ± 1.6</b>
<b>AAE / AAAN</b>	<b>0.76</b>	<b>0.70</b>	<b>0.81</b>	<b>0.74</b>

**Pas de différence particulière Selon les types d'élevage**

Journée Systèmes intégrés, 8 octobre 2009, Rochefort



### Caractéristiques Sensorielles

**Ifremer**

Principales différences avec le système intensif :

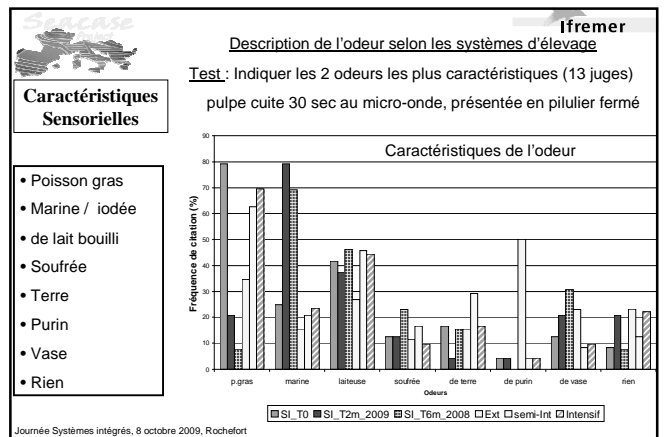
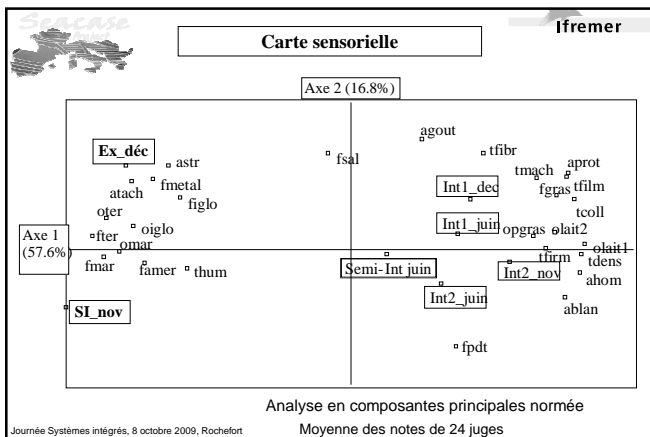
Couleur de la chair  
Texture  
Odeur  
Goût


Différences peu marquées entre semi-intensif et intensif

Systèmes intégré et extensif plus sensibles aux conditions environnementales


	Système Intégré 08	Semi-Intensif	Extensif b
<b>Odeur</b>			
Intensité globale (oiglo)	-	-	-
Poisson gras (opgras)	-	-	-
Marine/iodée (omar)	+	-	-
Lait bouilli (olait)	-	-	-
Terre / mois (oter)	+	-	-
<b>Aspect</b>			
Homogénéité couleur (ahom)	-	-	-
Couleur blanche (ablan)	-	-	-
Protéines coagulées (aprot)	-	-	-
Taches brunes (atach)	+	-	-
Sinies noires (astr)	-	-	-
Gouttelettes de gras (agout)	-	-	-
<b>Texture</b>			
Fermété (iferm)	-	-	-
Densité (chair serrée)	-	-	-
Humidité (thum)	+	-	-
Fibreux (tfibr)	-	-	-
Collant (tcol)	-	-	-
Mâchonnement (tmach)	-	-	-
Film gras (tfilm)	-	-	-
<b>Flaveur</b>			
Intensité globale (figlo)	-	-	-
Poisson gras (fgras)	-	-	-
Marine / iodée (fmar)	+	-	-
Pomme de terre (fpdt)	-	-	-
Terre / mois (fiter)	+	-	-
Salée (fsal)	-	-	-
Amère (famer)	-	-	-
Métallique (fmetal)	-	-	-

Journée Systèmes intégrés, 8 octobre 2009, Rochefort



Principales conclusions 	
Différences observées selon le système d'élevage	
Apparence externe	Une couleur jaune-orangée qui se développe au niveau de la tête dans les systèmes intégré ou extensif
(%) Partie comestible	Peu de différence
Composition	Teneur en lipides généralement plus forte pour le système intensif mais pas toujours : variable selon la saison ou la ferme
Qualité nutritionnelle	Plus forte teneur en w3 dans le système intégré, bon équilibre nutritionnel La proportion des w6 est souvent plus importante pour le système intensif Effet de l'aliment déterminant
Propriétés sensorielles	Une couleur souvent plus blanche pour le <u>système intensif</u> et une texture un plus ferme, plus dense (plus de mâchement); une perception de poisson gras plus marquée en odeur et en goût Pour les systèmes intégré ou extensif, l'environnement donne une signature aux caractéristiques d'odeur ou de goût (marin, terre, moisi...)

Journée Systèmes intégrés, 8 octobre 2009, Rochefort

Ifremer 	
<b>CIMAR</b> (Analyses) <b>IPIMAR</b> (Elevage semi intensif)	L. Valente, A. Ramalho, L. Conceicao, E. Rocha, C. Escórcio, P. Borges, J. Dias
<b>Portugal</b>	
<b>Espagne</b>	<u>CSIC</u> (Elevage extensif) M Yufera
<b>France</b>	<u>Système intégré / Ile d'Oléron</u> S. Cariou, E. Epailard, M.Hamdaoui, R.Fabre <b>IFREMER</b> J Cornet, C Donnay-Moreno, L Chevolleau, JP Gouygou, JP Berge, M. Richard, J Hussenot

**Merci**

Journée Systèmes intégrés, 8 octobre 2009, Rochefort

## ATELIER II. Les systèmes intégrés d'aquaculture : principe et exemples en mer et à terre

### LES SYSTEMES INTEGRES D'ELEVAGE, UNE VOIE POSSIBLE POUR L'AQUACULTURE DURABLE

Hussenot J.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>IFREMER, Dépt Amélioration Génétique, Santé Animale, Environnement, 85230 Bouin, France

\*contact : [jerome.hussenot@ifremer.fr](mailto:jerome.hussenot@ifremer.fr)

La polyculture en étang est le système d'aquaculture le plus ancien, et toujours le plus pratiqué dans le monde. Il s'agit de systèmes d'élevage extensifs à semi-intensifs associant plusieurs espèces, de façon à occuper les différentes niches écologiques du bassin d'élevage pour optimiser la production. Les déchets produits par une espèce peuvent servir d'intrants pour d'autres espèces. Dans les pays du Sud, l'aquaculture est souvent associée aux pratiques agricoles, en utilisant directement les déchets organiques, comme par exemple des élevages de volailles ou de porcs réalisés sur des pilotis au dessus des étangs (Billard 1998). Dans les pays du Nord, c'est un système de monoculture intensive qui s'est principalement développé (truite, saumon, bar, dorade,...) en mer ou à terre, en système ouvert ou recyclé. Cela a entraîné des conflits dans l'occupation de l'espace et des problèmes de pollution des rivières et des eaux littorales. L'enrichissement des eaux rejetées repose sur le fait que selon les espèces 1/4 à 1/3 de l'azote et 1/3 environ du phosphore, introduits dans le système d'élevage sous la forme d'aliment composé, sont intégrés dans la chair du poisson (Holby et Hall 1991; Hall et al. 1992). Si aucune précaution n'est prise, les 2/3 à 3/4 de l'azote restant sont renvoyés dans l'environnement, sous forme principalement de matière dissoute (azote ammoniacal, urée), et dans une moindre mesure de matière particulaire (fèces, aliment non consommé).

Pour envisager un développement plus durable dans les pays développés, l'aquaculture s'oriente aujourd'hui dans deux directions (Milstein 2005) : (i) la réduction de l'intensification en développant les concepts d'aquaculture biologique (Brister 2007) ou d'aquaculture écologique (Costa-Pierce 2002), (ii) la recirculation de l'eau (Blancheton et al. 2004;2009; Piedrahita 2003) et le traitement des rejets des piscicultures intensives (Bergheim et Brinker 2003; Hussenot 2003). Différentes techniques sont envisageables selon le système d'élevage (Blancheton et al. 2004; Hussenot 2003; Hussenot et al. 1998; Crab et al. 2007), mais elles entraînent des coûts supplémentaires inévitables, par l'installation de filtres mécaniques, décanteurs, marais artificiels ou autres systèmes spécifiques. D'autres solutions marquent un retour vers le concept de la polyculture ou plus exactement de la co-culture (Billard 2003) ; elles reposent sur le principe de chercher à transformer les "déchets" en ressources (Lightfoot et al. 1993). Il devient alors possible de couvrir les charges de traitement de l'eau par la vente de produits aquacoles supplémentaires. Ces systèmes d'élevage sont appelés « systèmes intégrés » ou parfois encore « systèmes multi-trophiques ». Le concept du système intégré a été bien décrit par Schneider et al. (2005) qui identifient cinq modules principaux, reliés par des flèches représentant les flux de nutriments azotés et phosphorés (figure 1)

La terminologie de Hargreaves (2006) des systèmes photosynthétiques en suspension est une forme particulière de système intégré, développée en bassin artificiel ou étang. Elle concerne les systèmes d'élevage « eau verte » ou « échange zéro ». Le renouvellement d'eau est réduit au minimum, de façon à ce que la matière organique et les nutriments rejetés par l'élevage soient digérés et assimilés par des bactéries et/ou par des organismes photosynthétiques, en agitant et en aérant les eaux et les particules. Ces systèmes sont plus particulièrement développés en eau douce pour le tilapia ou le poisson chat, et en eau de mer pour les crevettes péneïdes.

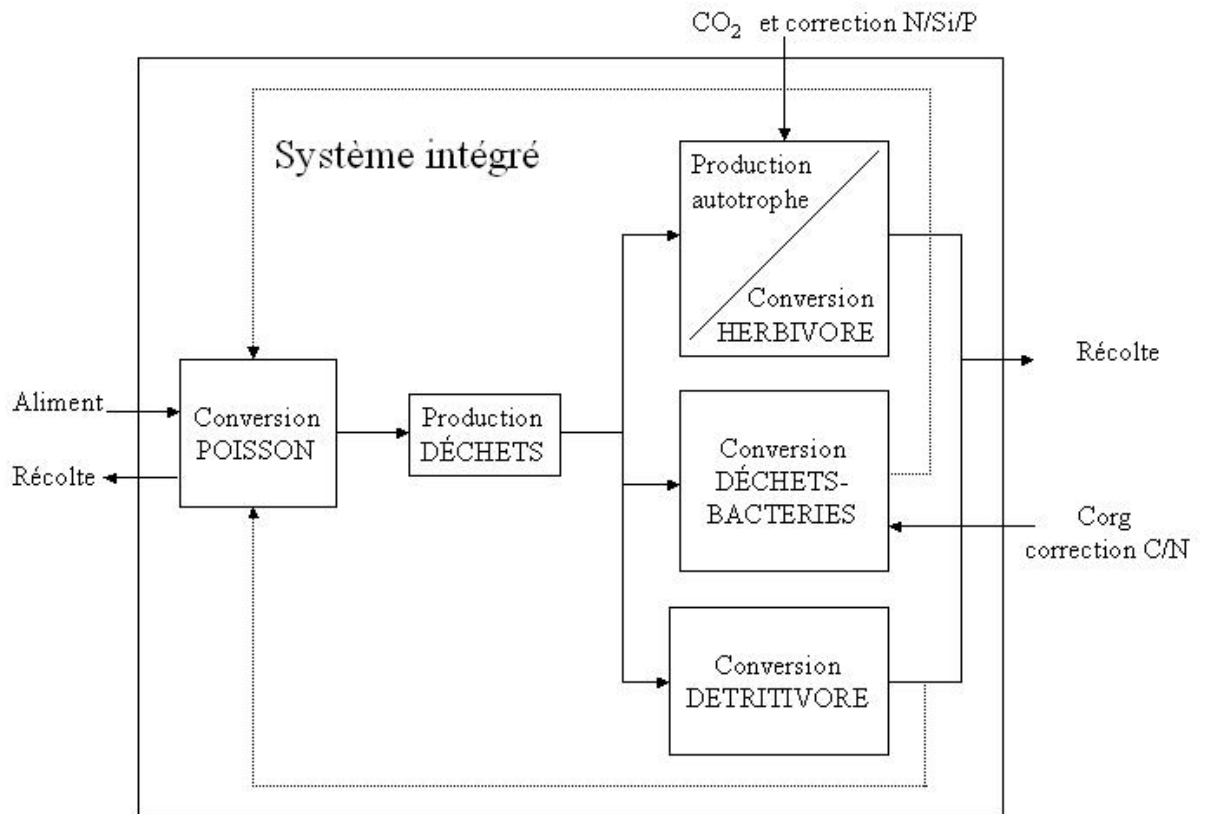


Figure 1 : Concept du système intégré illustrant les flux de macronutriments (N et P), et identifiant les cinq modules possibles d'une aquaculture intensive intégrée. Les lignes pointillées correspondent à des flux possibles dans le futur, les lignes pleines aux flux des systèmes existants (source projet ZAFIRA et Schneider et al., 2005)

Ainsi en choisissant plusieurs espèces occupant différentes niches, il peut être construit un système d'élevage dans lequel les différentes cultures interagissent entre elles, et auront pour effet de diminuer les rejets de carbone, azote, et phosphore d'une culture principale, via des espèces autotrophes (micro- ou macro-algues) ou hétérotrophes (bactéries de l'eau et du sédiment). La chaîne trophique simplifiée mise en place, conduira à une production extensive complémentaire d'animaux herbivores, détritivores, ou carnivores, diversifiant la production aquacole de l'exploitation (Hussenot et al. 1998; Shpigel et Neori 1996; Neori et al. 2004; Hussenot 2006; Chopin et al. 2001). La réduction de l'impact sur l'environnement aquatique est alors très significative. D'après une récente synthèse effectuée sur 6 études de systèmes intégrés par Schneider (2005), 60-85% de l'azote et 50-90% du phosphore peuvent être retenus par ce type de système, alors que la seule

conversion en biomasse de poisson, ne retient en monoculture intensive que 14-30% de l'azote et 20-42% du phosphore apporté par l'aliment.

## Références

- Bergheim A, Brinker A. Effluent treatment for flow through systems and European environmental regulations. *Aquacultural Engineering* 2003; 27: 61-77.
- Billard R. Les systèmes de production aquacole : un continuum de l'exploitation en milieu ouvert aux élevages hors environnement. In: Hussenot J, Buchet, V., ed. *Marais maritimes et aquaculture : activité durable pour la préservation et l'exploitation des zones humides littorales, Rochefort, France*. Actes de Colloques 19: IFREMER, 1998: 40-52.
- Billard R. From polyculture to co-culture in fish farming. In: Lee C-S, ed. *Aquaculture: retrospective and outlook - An aquaculture summit*. Manila & Baton Rouge: Asian Fisheries Society & World Aquaculture Society, 2003: 169-200.
- Blancheton JP, Dosdat A, Deslous-Paoli JM. Minimisation des rejets biologiques issus d'élevages de poissons. *Dossiers de l'environnement de l'INRA* 2004; 26: 67-78.
- Blancheton JP, Bosc P, Hussenot J, Roque d'Orbcastel E, Romain D. Tendances pour la pisciculture européenne de demain : cages au large, systèmes en eau recirculée et systèmes intégrés. *Cahiers Agricultures* 2009; 18: 227-234.
- Brister DJ. *Organic Aquaculture: The Emergence of a New Sustainable Industry*. Oxford: Blackwell Pub Professional, 2007.
- Chopin T, Alejandro H, Buschmann AH, et al. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key toward sustainability. *Journal of Phycology* 2001; 37: 975-86.
- Costa-Pierce BA. *Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution*. Oxford (UK): Blackwell Science, 2002.
- Crab R, Avnimelech Y, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture* 2007; 270: 1-14.
- Hall POJ, Holby O, Kollberg S, Samuelson M-O. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. IV Nitrogen. *Mar Ecol Prog Ser* 1992; 89: 81-91.
- Hargreaves JA. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquacultural Engineering* 2006; 34: 344-63.
- Holby O, Hall POJ. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. II Phosphorus. *Mar Ecol Prog Ser* 1991; 70: 263-72.22: 483-90.
- Hussenot J, Lefebvre S, Brossard N. Open-air treatment of wastewater from land-based marine fish farms in extensive and intensive systems: current technology and future perspectives. *Aquatic Living Resources* 1998; 11: 297-304.
- Hussenot JME. Emerging effluent management strategies in marine fish-culture farms located in European coastal wetlands. *Aquaculture* 2003; 226: 113-28.
- Hussenot JME, Shpigel M. Marine land-based integrated aquaculture systems for European countries and the EU innovation project " Genesis ". In: Chopin T, Reinertsen, H., ed. *Aquaculture Europe 2003: Beyond monoculture, Trondheim, Norway*. EAS Special Publication 33: European Aquaculture Society, 2003: 31-6.
- Hussenot J. Les systèmes intégrés en aquaculture marine : une solution durable pour un meilleur respect de l'environnement littoral. In: Chaussade J, Guillaume J, eds. *Pêche et Aquaculture : pour une exploitation durable des ressources vivantes de la mer et du littoral*: Presses Universitaires de Rennes, 2006: 191-202.
- Lightfoot C, Bimbao MAP, Dalsgaard JPT, Pullin RSV. Aquaculture and sustainability through integrated resources management. *Outlook on Agriculture* 1993; 22: 143-50.
- Milstein A. Polyculture in aquaculture. *Animal Breeding Abstracts* 2005; 73: 15N-41N, CABI Publishing, UK.
- Neori A, Chopin T, Troell M, et al. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture* 2004; 231: 361-91.
- Piedrahita RH. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture* 2003; 226: 35-44.
- Schneider O, Sereti V, Eding EH, Verreth JAJ. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquacultural Engineering* 2005; 32: 379-401.
- Shpigel M, Neori A. The integrated culture of seaweed, abalone, fish and clams in modular intensive land-based systems: I. Proportions of size and projected revenues. *Aquacultural Engineering* 1996; 15: 313-26.



**AQUAD**

**Les systèmes intégrés d'élevage: une voie possible pour l'aquaculture durable**

Jérôme Hussonot  
AGSAE- LGP Bouin

Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable – Journée Seacase Rochefort – 8 Octobre 2009

**L'AQUACULTURE MONDIALE AUGMENTE**

EXEMPLES

FRANCE

Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable – Journée Seacase Rochefort – 8 Octobre 2009

**LE TAUX DE CONVERSION PROTEIQUE DE LA MONOCULTURE INTENSIVE**

- La monoculture intensive transforme l'aliment composé avec un taux de conversion protéique de :
  - Naliment → Nprotéine**
  - 20 à 30 %**
  - en chair de poisson/crevette
- Le reste est rejeté dans l'eau sous forme de déchets particuliers (MO), ou dissous (NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>).
- Rejet : 70 à 80 % N**
- Les effluents non traités ont un impact environnemental

Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable – Journée Seacase Rochefort – 8 Octobre 2009

**UN DEVELOPPEMENT ECOLOGIQUEMENT DURABLE**

- par des techniques de traitement de l'eau :
  - Traitements des effluents
  - Valorisation des effluents
  - Systèmes recirculés
  - Echange zéro
- en système multi-trophique :
  - par co-culture
  - par polyculture
  - par AIMT

**Mieux transformer c'est moins rejeter**

Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable – Journée Seacase Rochefort – 8 Octobre 2009

**CO-CULTURE AU MEXIQUE DE LA GREVETTE (*L. vannamei*) AVEC L'ULVE (*U. clathrata*)**

En réduisant de 10 à 45% la quantité d'aliment, la croissance est augmentée de 60% et la qualité améliorée.

(D'après Cruz-Suarez 2008)

Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable – Journée Seacase Rochefort – 8 Octobre 2009

**CO-CULTURE AU MEXIQUE DE LA GREVETTE (*L. vannamei*) AVEC L'ULVE (*U. clathrata*)**

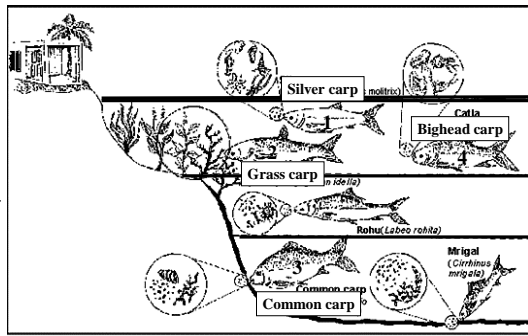
Shrimp after cooking for 5 minutes.

%Growth rate

(D'après Cruz-Suarez 2008)

Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable – Journée Seacase Rochefort – 8 Octobre 2009

## LE CONCEPT DE LA POLYCULTURE EST PRATIQUE DEPUIS DES SIECLES



Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable - Journée Seacase Rochefort - 8 Octobre 2009

## LE CONCEPT DE LA POLYCULTURE EST PRATIQUE DEPUIS DES SIECLES

- Associer **plusieurs espèces** pour occuper les différentes niches écologiques de l'écosystème bassin (exemple de l'étang à carpe)
- Favoriser les **espèces herbivores et omnivores** (mulets, tilapias)

*« Donne à un homme un poisson et tu le nourris un jour, Apprends-lui à faire grandir ce poisson et tu le nourris pour la vie. »*  
Vieux Proverbe Chinois (-500 AC)



Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable - Journée Seacase Rochefort - 8 Octobre 2009

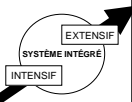
## DE LA POLYCULTURE AU SYSTEME INTEGRE

### POLYCULTURE EXTENSIVE FERTILISEE

- Difficulté à intensifier et optimiser les paramètres de l'eau pour les besoins de chaque espèce
- Difficulté à équilibrer les biomasses au cours de l'élevage, à effectuer des récoltes partielles
- Apports nutritifs massifs et discontinus

### SYSTEME INTEGRE MULTI-TROPHIQUE

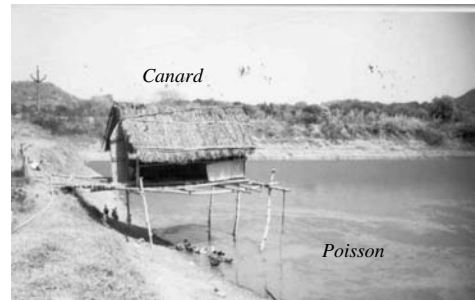
- Associer plusieurs espèces mais dans des unités d'élevage séparées (intensif + extensif)
- Pouvoir ainsi les gérer indépendamment, chacune avec les conditions optimales,
- Apports nutritifs limités et continus



Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable - Journée Seacase Rochefort - 8 Octobre 2009

## SYSTEME INTEGRE A TERRE

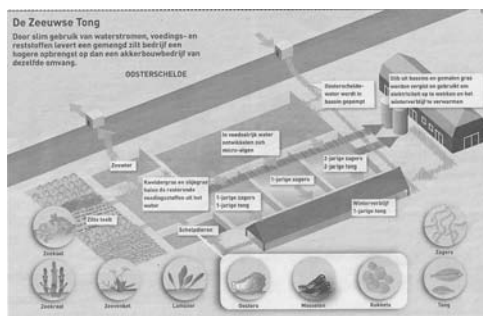
- Système intégré traditionnel Nayagarh, Indes



Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable - Journée Seacase Rochefort - 8 Octobre 2009

## SYSTEME INTEGRE A TERRE

- Système intégré hollandais en cours d'étude : projet Zeeuwse Tong

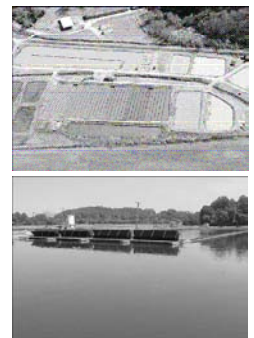


Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable - Journée Seacase Rochefort - 8 Octobre 2009

## SYSTEMES INTEGRES EN EAU DOUCE

### Partitioned Aquaculture System

- University of Clemson (USA)
- Algae culture populations (cell ages of 2/3 days)
- Fish production of catfish and tilapia (max rate 17 to 19 Mt/ha per season)



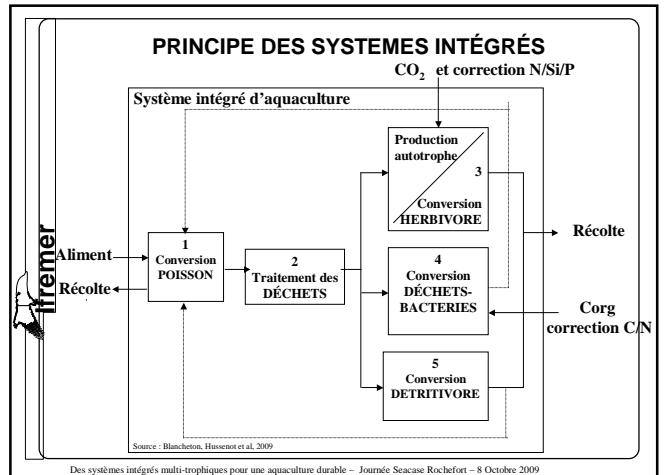
### SYSTÈME INTÉGRÉ EN MER

- AIMT/IMTA Baie de Fundy, Canada

*Laminaria saccharina*

*Salmo salar*                      *Mytilus edulis*

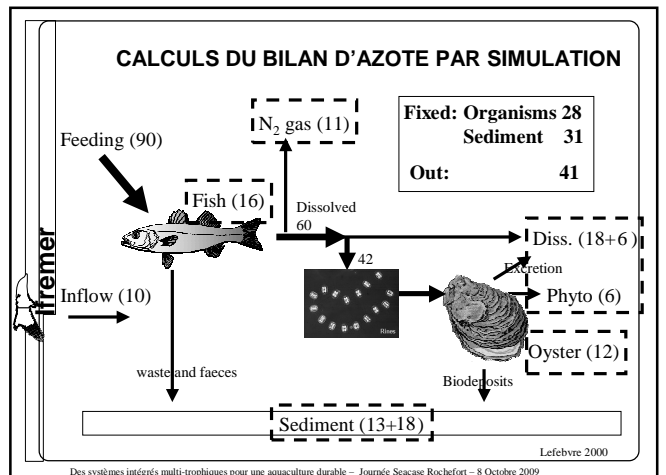
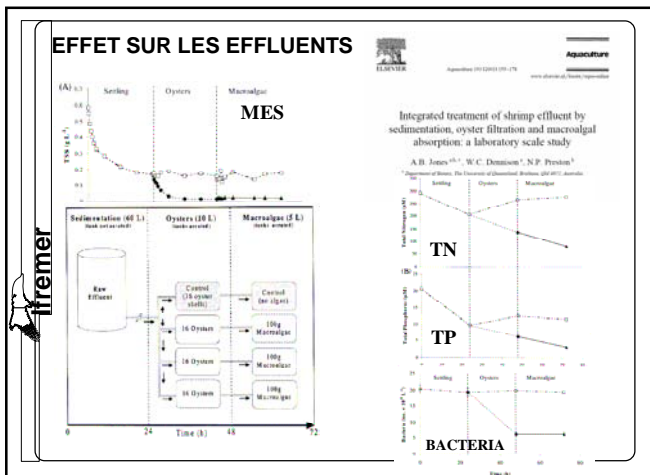
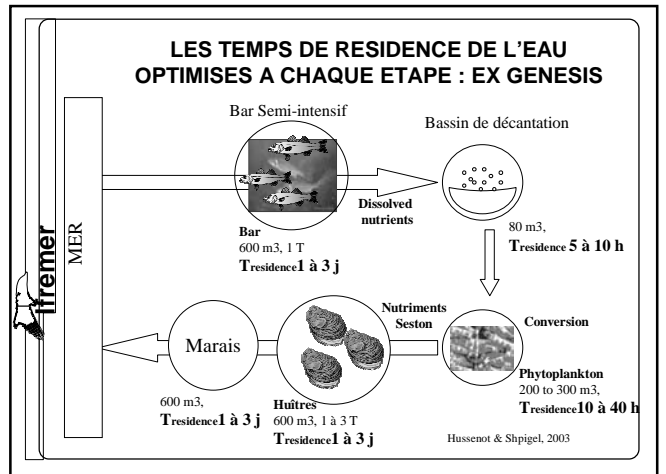
Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable – Journée Seacase Rochefort – 8 Octobre 2009

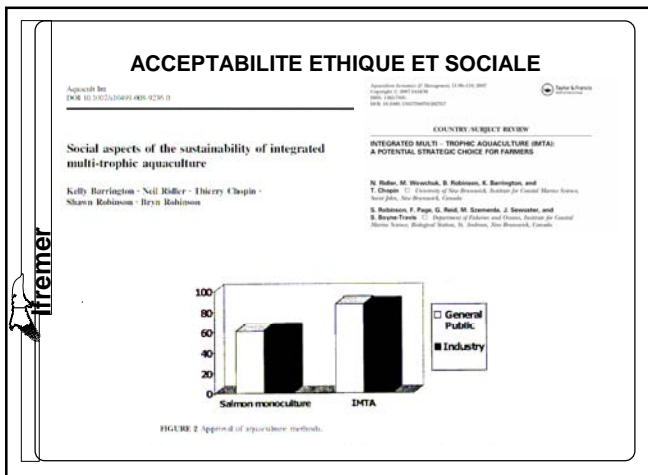
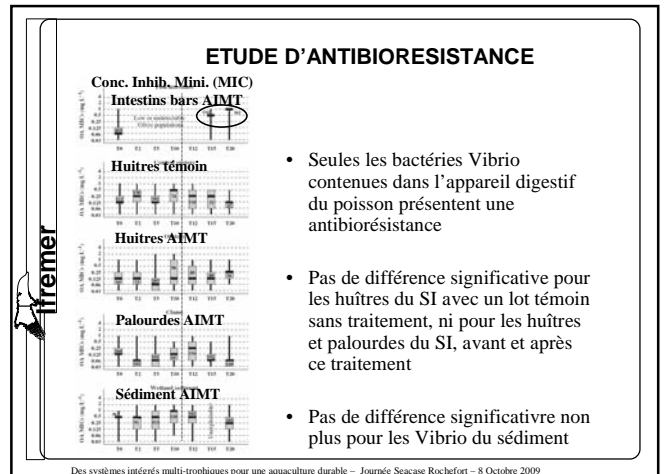
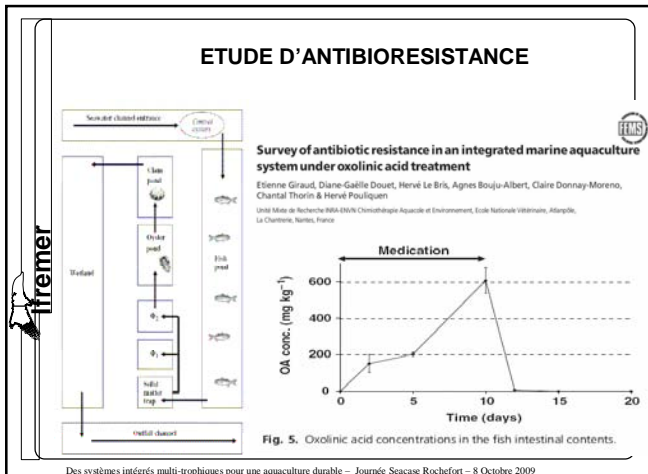
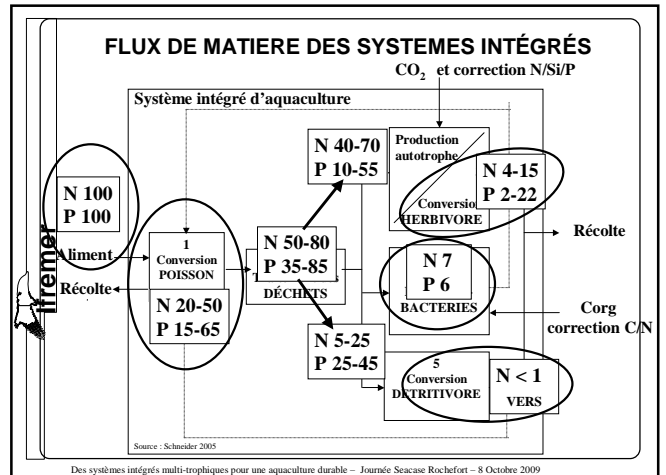
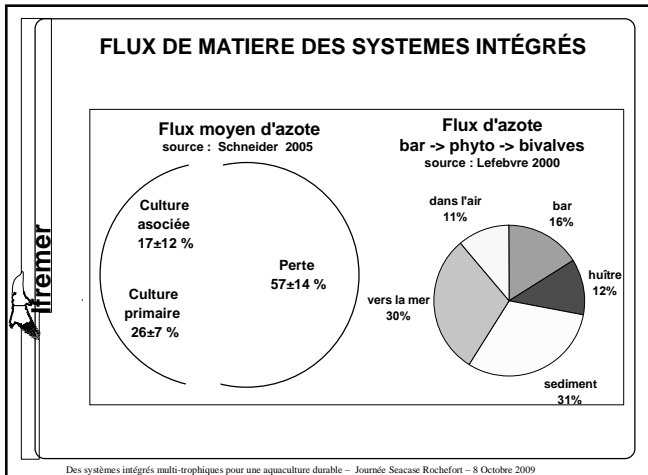


### EXEMPLES DE SYSTEMES INTÉGRÉS

- Polyculture traditionnelle (Asie, Europe)
- Saumon, macroalgues, moules (Canada, Norvège),
- Dorade royale, mulets (Israël),
- Macroalgues – Ormeau/oursin – Dorade royale (Israël),
- Poisson chat africain – Microalgues – Tilapia/carpes (Hongrie),
- Poisson chat – Microalgues – Tilapia (USA)
- Bar – Macroalgues en système recirculé (Ifremer-Palavas, France)
- Bar/Dorade – Microalgues – Bivalves (GENESIS, SEACASE, France)
- Eclos/Nurserie – Macroalgues – Crevette/Dorade (SEACASE, France)
- Dorade royale – Macroalgues (Portugal)
- Crevette péneïde – Macroalgue (Hawaï)
- Crevette péneïde – Mulets (AUS)
- Crevette péneïde – Huître – Macroalgue (AUS)
- Crevette péneïde – Tilapia/milkish – Salicorne – Sel/artemia (Erythrée)

Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable – Journée Seacase Rochefort – 8 Octobre 2009





### EN CONCLUSION POUR MAITRISER UN SYSTEME INTEGRE MULTI-TROPHIQUE

- **Associer** des espèces adaptées :
  - Photo-autotrophes
  - Herbivores
  - Détritivores (mulets, tilapias, vers...)
- **Développer** des techniques favorisant la productivité naturelle (algues fourrages, proies)
- **Fournir** des produits de qualité
- **Informer** sur l'intérêt de développer ces systèmes vis à vis de l'utilisation des ressources (farines et huiles de poisson), de l'impact sur l'environnement (réduction des effluents)

Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable – Journée Seacase Rochefort – 8 Octobre 2009

International Workshop on Sustainable Extensive And Semi-intensive Coastal Aquaculture in Southern Europe

**Seacase** project

Portugal • Tavira • Hotel Porta Nova  
20 and 21 January 2010

Abstract Submission: October 31  
Registration deadline: November 30  
Informations: [www.seacase.org](http://www.seacase.org)  
Contacts: [seacase@uabg.pt](mailto:seacase@uabg.pt) | tel: +351 289 800 900 Ext: 7595

Themes Themes Themes Themes

- SEMI-EXTENSIVE NURSERIES
- SEMI-INTENSIVE SYSTEMS
- INTEGRATED SYSTEMS
- EXTENSIVE SYSTEMS IN PONDS AND LAGOONS
- STATUS OF EXTENSIVE AND SEMI-INTENSIVE AQUACULTURE
- TECHNICAL IMPROVEMENTS
- PRODUCT QUALITY & CERTIFICATION

ifremer

## Espèces

- Phytoplankton
- Macroalgues
- Zooplancton
- Polychetes
- Mollusques
- Crevettes
- Mulets, Athérine
- Sole, Anguille

Merci

Seiche

## Questions-Réponses :

Denis Bailly demande à Jérôme Hussenot s'il existe un risque d'élever différentes espèces dans un système intégré.

Jérôme Hussenot répond qu'au niveau économique, il n'y en a pas. La difficulté vient de la technique. Il est difficile par exemple parfois de maîtriser la production de masse des microalgues en bassin extérieur. Pour ce qui est d'élever des moules, des huîtres et des macroalgues, c'est assez simple. Une des difficultés de la polyculture est, qu'en pratique, un pisciculteur sait élever des poissons mais ne sait pas et ne souhaite pas élever des moules et des huîtres en plus. L'idée serait d'associer différents corps de métiers sur ce type de système.

Une auditrice demande à Jérôme Hussenot si la position consommateur par rapport à ce type d'élevage a été étudiée ?

J.H. : Au cours du programme européen GENESIS, des enquêtes orales avaient été réalisées sous forme de « focus groups » sur les systèmes intégrés d'élevage en France et en Grande Bretagne. Les consommateurs anglais étaient plus intéressés par les impacts possibles sur l'environnement et sur le bien-être des animaux que sur la qualité du produit lui-même. En France, les consommateurs étaient plus réfractaires à l'idée de manger de la moule et de l'huître nourries sur les effluents de poissons. Il faut sensibiliser la population au fait que des analyses sanitaires sont effectuées sur la qualité des produits en amont.

Patrick Hervé (Lycée Professionnel de Guérande) se demande si ce type de culture ne permettrait pas de favoriser le développement de systèmes intensifs.

Jérôme Hussenot répond que ce type de question pourrait être posé au cours du débat final.



## L'AQUACULTURE INTEGREE MULTI-TROPHIQUE [AIMT] AU CANADA

Chopin T.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>University of New Brunswick, Institute of Coastal Marine Science, Centre for Environmental and Molecular Algal Research, P.O. Box 5050, Saint John, New Brunswick, E2L 4L5, Canada

\*contact: [tchopin@unbsj.ca](mailto:tchopin@unbsj.ca)

### [A] VIDEO :

***L'AQUACULTURE INTEGREE, UN CONCEPT ANCIEN DE RECYCLAGE POUR RENOUER AVEC LA DURABILITE***  
AQUANET 2004 12' 34''

La vidéo est visible sur l'audio-vidéothèque du laboratoire de T. Chopin :

<http://www.unbsj.ca/sase/biology/chopinlab/av/index.html>



### [B] EXTRAIT DE PRESSE :

***POUR UNE AQUACULTURE DURABLE : UN CHANGEMENT S'IMPOSE.***  
*par Thierry Chopin et Shawn Robinson*

PRINTEMPS 2008 | Vol. 5, No. 2

**FrancVert**  
LE WEBZINE ENVIRONNEMENTAL

### **Si la pêche ne suffit plus, l'aquaculture est la solution**

L'industrie des produits de la mer est à une croisée des chemins bien particulière. Alors que les pêches stagnent en volume et perdent en profitabilité, elles ne répondent plus à la demande mondiale qui augmente et a, en fait, doublé durant les trois dernières décennies. L'aquaculture devient donc de plus en plus importante pour procurer la différence entre la demande et la biomasse disponible. L'aquaculture produit déjà 40% des produits de la mer consommés au niveau mondial et a eu un taux de croissance de 10% par an durant ces dernières décennies (comparé à 2.8% pour l'agriculture). C'est le secteur agricole au plus fort développement, produisant 40 millions de tonnes en 2004 et sans doute 70 millions de tonnes en 2015 [1]. La majorité de la production aquacole provient toujours de systèmes extensifs et semi-intensifs, mais la croissance rapide de la monoculture de nourrissage (par exemple des poissons carnivores et des crevettes), même si elle ne représente que 10.7% en volume, est associée à un certain nombre de problèmes environnementaux, économiques et sociaux, particulièrement dans les régions où elle est fortement concentrée géographiquement.



### **Développer des systèmes d'aquaculture appropriés**

Pour continuer à répondre à la demande en produits de la mer, l'aquaculture doit donc croître, mais elle doit développer de nouvelles méthodes de culture innovatrices, responsables, durables et rentables qui optimiseront son efficacité, l'aideront à se diversifier et feront en sorte que les impacts de ses activités seront atténués [2]. L'une de ces pratiques est l'aquaculture intégrée multi-trophique (AIMT), qui associe la culture des

espèces de nourrissage (par exemple les poissons) avec celle des espèces extrayant les substances inorganiques dissoutes (par exemple les algues) et celle des espèces extrayant la matière organique particulaire (par exemple les invertébrés) pour développer l'aquaculture dans le cadre d'une approche équilibrée de la gestion des écosystèmes [3, 4, 5, 6, 7]. Dans le monde occidental, l'aquaculture est souvent pratiquée sous la forme de monocultures occupant des baies ou des régions différentes : par exemple, sur la côte Est canadienne, le saumon en Baie de Fundy au Sud du Nouveau Brunswick et les moules et les huîtres au Nord-Est du Nouveau Brunswick et à l'île du Prince Edouard [8]. Les deux types d'aquaculture (de nourrissage et d'extraction) ne s'équilibrent donc pas au niveau local ou régional. Ces dernières années, on a parlé de diversification de l'aquaculture en développant, après l'aquaculture du saumon, celles de la morue, de l'aiglefin ou du flétan. Mais ce sont toutes des espèces de poissons et d'un point de vue écologique, cela n'est pas vraiment une diversification : des synergies entre espèces complémentaires ne sont pas créées et, en fait, cela ne peut qu'accentuer les impacts sur l'écosystème. La vraie diversification écologique suppose de cultiver des espèces de différents niveaux trophiques en incluant la culture des algues, des invertébrés, des vers polychètes, etc. pour recréer un écosystème simplifié en équilibre. Grâce à l'AIMT, une partie de la nourriture et de l'énergie considérée comme des déchets et perdue dans les monocultures de poissons est réutilisée et convertie pour la croissance d'autres espèces à valeur commerciale tandis que la bioremédiation s'opère et que des économies substantielles sur la nourriture sont réalisées. De cette manière, tous les composants du système de culture ont un rôle dans les procédés et services de recyclage de l'écosystème. En utilisant les espèces extractives pour la bioremédiation des activités des espèces de nourrissage, les externalités environnementales de l'aquaculture de nourrissage sont internalisées, augmentant ainsi la profitabilité globale d'une ferme aquacole [3]. De plus, la diversification en produits apporte une stabilité économique et réduit les risques (c'est bien connu et cela s'applique aussi à l'aquaculture: il ne faut pas mettre tous ces oeufs dans le même panier!). Les avantages environnementaux et économiques de l'AIMT devraient ainsi participer à une meilleure acceptation sociétale d'une aquaculture améliorée [9]. Le concept de l'AIMT est très souple et peut être utilisé aussi bien dans les systèmes ouverts d'aquaculture en mer que dans les systèmes fermés (ou en recirculation) à terre, en eau de mer comme en eau douce (parfois appelés systèmes aquaponiques) et avec différentes combinaisons d'espèces [7]. Ce qui est important c'est de choisir les organismes appropriés, basé sur les fonctions qu'ils remplissent dans l'écosystème, leur valeur économique et leur acceptabilité par le consommateur (soit directement comme nourriture ou indirectement comme produits extraits ou bioactifs). Le terme "multi-trophique" signifie que les espèces cultivées doivent faire parti de différents niveaux trophiques ou nutritionnels, par opposition à "polyculture" qui peut signifier, par exemple, la culture de plusieurs espèces de poissons de même niveau trophique [10]. Le terme "intégrée" signifie que les espèces sont cultivées en proximité les unes des autres (mais pas forcément exactement sur le même site) et qu'elles sont reliées par le flux de nutriments et d'énergie véhiculés par l'eau.

### **Le développement de l'aquaculture intégrée multi-trophique au Canada**

Au Canada, un projet d'AIMT est actuellement développé par une équipe interdisciplinaire de chercheurs de l'Université du Nouveau Brunswick à Saint John et du Département des Pêches et des Océans à St. Andrews, en association avec les partenaires industriels Cooke Aquaculture Inc. et Acadian Seaplants Limited et le support financier de l'Agence de Promotion Économique du Canada Atlantique (APECA). Pour l'instant le projet, qui approche la phase commerciale, cultive le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*), les grandes algues brunes laminaires (*Saccharina latissima* et *Alaria esculenta*) et les moules



(*Mytilus edulis*); d'autres espèces (concombres de mer, oursins, vers polychètes, et d'autres espèces d'algues) avec des rôles trophiques complémentaires seront bientôt ajoutées. La croissance des algues et des moules cultivées à proximité des cages de saumons augmente de 46% et 50%, respectivement, en comparaison à des algues et des moules croissant sur des sites de références, ce qui souligne bien l'augmentation de la disponibilité en nourriture et énergie [6, 11]. La question de la contamination potentielle des espèces extractives par recyclage de la nourriture et des déchets des espèces de l'aquaculture de nourrissage a été analysée. Le système de surveillance en place depuis six ans, en coopération avec l'Agence Canadienne d'Inspection des Aliments (ACIA), a démontré qu'aucun des produits thérapeutiques utilisés par l'industrie de l'aquaculture du saumon n'est détecté dans les algues et moules récoltées sur les sites d'AIMT. Toutes les concentrations en métaux lourds, arsenic, PCBs et pesticides sont soit indétectables ou toujours très en deçà des limites réglementaires de l'ACIA, de la Food and Drug Administration des USA et des Directives de la Communauté Européenne. Les moules provenant des sites d'AIMT ont été testées: elles n'ont pas le goût de poisson et leur rendement en chair (rapport du poids en chair au poids total) est supérieur à celui des moules que l'on trouve actuellement chez les marchands. Comme partout ailleurs dans le monde, il faut aussi surveiller les taux de toxicité dus aux algues phytoplanctoniques toxiques, mais à l'aide d'un bon réseau de surveillance il suffit de respecter quelques périodes de fermeture [12].

Une étude socio-économique a démontré que le public est en faveur de l'AIMT [13]. La plupart des participants ont indiqués les faits suivants : 1- l'AIMT peut réduire les impacts environnementaux de l'aquaculture du saumon (65%), 2- l'AIMT peut être bénéfique pour l'économie et l'emploi dans les régions côtières (93%) et 3- elle peut améliorer la compétitivité de l'industrie (95%) et sa durabilité (73%). Tous les participants ont indiqué qu'ils trouvaient que les produits provenant de production d'AIMT étaient bons à manger et 50% étaient prêts à payer 10% de plus pour des produits clairement identifiés comme provenant de tels systèmes de production. Ceci permet donc d'envisager le développement d'un label pour les produits d'AIMT ou leur désignation comme produits organiques.

Un modèle bioéconomique préliminaire a été développé [8] et il montre que l'addition de la culture des algues et des moules à celle du saumon est plus lucrative et diminue les risques économiques par la diversification. Un scénario économique préliminaire pour la Baie de Fundy montre que le développement de l'AIMT pourrait ajouter 44,6 millions de dollars de revenus et 207 emplois dans un secteur valant actuellement 225 millions et employant 1683 personnes directement et 1322 indirectement [14]. Nous travaillons aussi avec le Département des Pêches et Océans à Ottawa afin de mettre en place une réglementation appropriée au niveau national pour supporter le développement de l'AIMT au Canada. Un projet d'AIMT existe également en Colombie Britannique, sur l'île de Vancouver [15]. Sur un même site d'aquaculture, l'initiative de recherche "Pacific SEA-Lab", dirigée par le Dr. Stephen Cross de l'Université de Victoria, prévoit de cultiver des moules, des huîtres, des pétoncles, des algues laminaires, des concombres de mer et des oursins avec la morue charbonnière.

### **L'aquaculture intégrée multi-trophique n'est en réalité pas une idée nouvelle. Pourquoi met-elle donc tant de temps à se développer dans le monde occidental?**

Le paradoxe est qu'en réalité l'AIMT n'est pas un concept nouveau. Les pays d'Asie, qui procurent plus des deux tiers de la production aquacole mondiale, pratiquent l'AIMT depuis des siècles, souvent de manière empirique et artisanale. On peut donc se demander pourquoi cette méthode d'aquaculture pleine de bon sens n'est pas plus fréquemment utilisée dans le monde occidental? D'une part les concepts de recyclage sont beaucoup plus ancrés dans la mentalité asiatique et d'autre part les sociétés ont du mal à modifier leurs

habitudes, même si la logique indique qu'elles devraient le faire. Les pays occidentaux réinventent régulièrement le fil à couper le beurre! Des recherches sur l'aquaculture intégrée ont été conduites dans les années soixante dix, notamment aux États-Unis [16]. L'intérêt pour l'AIMT a refait surface au début des années quatre vingt dix, basé sur l'idée que la solution à la nutrification n'est pas la dilution mais la conversion. La détermination à développer l'AIMT à grande échelle ne viendra que lorsque des changements politiques, sociaux et économiques seront effectués par des gens de vision au niveau des centres de recherches, des gouvernements, de l'industrie, du public et des organisations environnementales non gouvernementales. Ils devront tous unir leurs efforts et résoudre leurs différences pour développer des systèmes de production alimentaire efficaces et durables, basés sur la rentabilité à long terme et la gestion responsable des écosystèmes côtiers, afin de répondre à la demande toujours croissante en produits de la mer. Pour cela, il faudra modifier certaines réglementations actuelles basées trop souvent sur des modèles de gestion monospécifique des pêches et qui ont démontré la limite de leur fiabilité. Il faudra aussi que le consommateur modifie ses habitudes, afin de consommer des produits de la mer cultivés écologiquement et pour lesquels il accepte déjà les concepts de recyclage et de production organique, même à un prix plus élevé.

### **Internaliser les coûts des externalités environnementales par la bioremédiation rendra l'aquaculture intégrée multi-trophique encore plus attrayante**

Si l'on pouvait également calculer les coûts de traitement épargnés par la bioremédiation, la démonstration des avantages environnementaux, économiques et sociétaux de l'AIMT serait encore plus convaincante. Les modèles économiques actuels ne considèrent pas la valeur économique des services de bioremédiation rendus par les espèces extractives car il n'y a aujourd'hui aucun coût associé au traitement des décharges et des effluents des systèmes d'aquaculture. Des mesures incitatives au niveau réglementaire et financier devront être mises en place pour clairement reconnaître les avantages d'inclure les composants extractifs dans les fermes d'aquaculture pour la santé des écosystèmes et la société en général. De même qu'un système de crédits de carbone se met progressivement en place, on peut imaginer un système de crédits pour l'azote, le phosphore et d'autres éléments pour ceux qui investiront dans le développement de l'IMTA non seulement comme une méthode profitable de production mais aussi comme une méthode responsable de bioremédiation des effluents de l'aquaculture de nourrissage. Il semble que les conditions soient enfin réunies pour que ce changement se produise au Canada et dans d'autres pays. Cela prendra certainement encore du temps, à moins que l'on y soit poussé de manière urgente... Comme disait Jules Verne "tout ce qui est impossible reste à accomplir"

### **Références**

- [1] FAO. 2006. State of world aquaculture, 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Fisheries Technical Paper 500, Rome.
- [2] Neori, A., Troell, M., Chopin, T., Yarish, C., Critchley, A. et Buschmann, A.H. 2007. The need for a balanced ecosystem approach to blue revolution aquaculture. *Environment* 49: 36-43.
- [3] Chopin, T., Buschmann, A.H., Halling, C., Troell, M., Kautsky, N., Neori, A., Kraemer, G.P., Zertuche-Gonzalez, J.A., Yarish, C. et Neefus, C. 2001. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key towards sustainability. *Journal of Phycology* 37: 975-986.
- [4] Mazzola, A. et Sarà G. 2001. The effect of fish farming organic waste on food availability for bivalve molluscs (Gaeta Gulf, Central Tyrrhenian, MED): stable carbon isotopic analysis. *Aquaculture* 192: 361-379.
- [5] Troell, M., Halling, C., Neori, A., Chopin, T., Buschmann, A.H., Kautsky, N. et Yarish, C. 2003. Integrated mariculture: asking the right questions. *Aquaculture* 226: 69-90.

- [6] Lander, T.R., Barrington, K.A., Robinson, S.M.C., MacDonald, B.A. et Martin, J.D. 2004. Dynamics of the blue mussel as an extractive organism in an integrated multi-trophic aquaculture system. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 19-28.
- [7] Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A.H., Kraemer, G.P., Halling, C., Shpigel, M. et Yarish, C. 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture* 231: 361-391.
- [8] Chopin, T. et Robinson, S. 2004. Defining the appropriate regulatory and policy framework for the development of integrated multi-trophic aquaculture practices: introduction to the workshop and positioning of the issues. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 4-10.
- [9] Ridler, N., Wowchuk, M., Robinson, B., Barrington, K., Chopin, T., Robinson, S., Page, F., Reid, G., Szemerda, M., Sewuster, J. et Boyne-Travis, S. 2007. Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA): a potential strategic choice for farmers. *Aquaculture Economics and Management* 11: 99-110.
- [10] Chopin, T. 2006. Integrated Multi-Trophic Aquaculture. What it is and why you should care... and don't confuse it with polyculture. *Northern Aquaculture* 12 (4): 4.
- [11] Chopin, T., Robinson, S., Sawhney, M., Bastarache, S., Belyea, E., Shea, R., Armstrong, W., Stewart, I. et Fitzgerald, P. 2004. The AquaNet integrated multi-trophic aquaculture project: rationale of the project and development of kelp cultivation as the inorganic extractive component of the system. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 11-18.
- [12] Haya, K., Sephton, D.H., Martin, J.L. et Chopin, T. 2004. Monitoring of therapeutants and phycotoxins in kelps and mussels co-cultured with Atlantic salmon in an integrated multi-trophic aquaculture system. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 29-34.
- [13] Barrington, K., Ridler, N., Chopin, T., Robinson, S., Page, F., MacDonald, B. et Haya, K. 2005. Social Perceptions of Integrated Multi-Trophic Aquaculture. Final report for the Atlantic Canada Opportunities Agency, Saint John, Canada. 80 p.
- [14] Chopin, T. et Bastarache, S. 2004. Mariculture in Canada: finfish, shellfish and seaweed. *World Aquaculture* 35: 37-41.
- [15] Cross, S.F. 2004. Finfish-shellfish integrated aquaculture: water quality interactions and the implication for integrated multi-trophic aquaculture policy development. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 44-55.
- [16] Ryther, J.H., Goldman, J.C., Gifford, J.E., Huguenin, J.E., Wing, A.S., Clarner, J.P., Williams, L.D. et Lapointe, B.E. 1975. Physical models of integrated waste recycling – marine polyculture systems. *Aquaculture* 5: 163-177.

## Questions-Réponses après la projection de la vidéo:

Jérôme Hussenot spécifie que cette vidéo a été réalisée en 2004.

Catherine Mariojouis : Ce projet a-t-il engendré un développement d'activités à l'échelle économique ?

Jérôme Hussenot : Thierry Chopin n'est pas présent pour pouvoir répondre à cette question, mais J.H. précise que les aspects commerciaux auraient été étudiés depuis 2006, ces recherches ayant été aidées financièrement dans le cadre d'AQUANET, le réseau de centre d'excellence en aquaculture du Canada. Pour leurs travaux, MM Chopin et Robinson ont été récompensés par un Prix d'excellence en recherche de l'Association aquacole du Canada en 2009.

Raymond Kaas (IFREMER Nantes) répond que selon Thierry Chopin, le développement de ce type de systèmes pose plus de problèmes administratifs que techniques.

Une auditrice demande s'il existe des problèmes administratifs en France.

Jérôme Hussenot répond qu'il existe une législation précise pour les algues alimentaires.

Raymond Kaas indique qu'il existe 12 sortes d'algues alimentaires. Différentes espèces peuvent être associées aux systèmes intégrés.

Un auditeur demande si l'usage des macro algues peut parer à la dystrophie, et aux marées vertes de Bretagne par exemple.

R.K.: Ce serait envisageable mais ce type de système demanderait une surface d'élevage très importante sur l'estran. Ce type de système rentrerait ainsi en compétition spatiale avec d'autres activités. De plus, il existe peu de valorisation des algues en France.

Un auditeur demande comment se présentent ces systèmes d'élevage de macro algues et s'ils entraînent un impact environnemental.

R.K. : Les macro algues poussent sur des filières suspendues entre 1 et 2 mètres de profondeur. Ces filières ne perturbent pas le développement des algues laminaires situées sur le fond. Peu de tonnage sont produits en France. Par contre, quatre millions de tonnes de laminaires sont produites en Chine et aucune étude d'impact environnemental n'est entreprise sur ces sites.

Denis Bailly relate qu'au Japon, le stock de laminaires diminue à cause du broutage des oursins. Ainsi une expérience a été développée afin d'augmenter la production de ces macro algues. Un tuyau de purin de porcs est directement acheminé dans l'eau pour développer une biomasse importante de laminaires. Denis Bailly ajoute que ce type de système d'aquaculture peut être financé via l'enveloppe budgétaire des systèmes d'épuration dans certains pays.

Jérôme Hussenot ajoute sur le ton de la plaisanterie que l'élevage d'huîtres en Bretagne pourrait être considéré comme un exemple de gigantesque système intégré puisqu'il intègre le lisier de porc déversé par les bassins versants.

# LE SYSTÈME AQUACOLE A RECYCLAGE INTÉGRAL (SARI), UN ÉCOSYSTÈME ARTIFICIEL, POISSON / PLANCTON, EN CIRCUIT FERMÉ

Gilles S.<sup>1\*</sup>, Blancheton J.P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IRD, UR 175, Gamet c/o Cemagref, BP 5095, 34033, Montpellier cedex.

<sup>2</sup>Ifremer, Station Ifremer de Palavas, Chemin de Maguelone, 34250, Palavas les Flots.

\*contact : [Sylvain.Gilles@ird.fr](mailto:Sylvain.Gilles@ird.fr)

En milieu naturel, le tilapia euryhalin ouest-africain, *Sarotherodon melanotheron heudelotii*, est un poisson essentiellement filtreur de phytoplancton et détritivore. Lorsqu'il est élevé en bassin avec des rations appropriées d'aliments composés, *S. m. heudelotii* consomme également le sédiment constitué essentiellement de fèces, d'algues mortes et de bactéries. Il contribue à minéraliser la matière organique, à nettoyer l'environnement, et finalement à stimuler la croissance algale en remettant en circulation les sels nutritifs. Si ce tilapia reçoit une alimentation artificielle exogène en quantité suffisante pour assurer ses besoins, il est à l'origine d'une augmentation de la concentration en phytoplancton du milieu.

Partant de ces observations un système d'élevage en circuit fermé et en eau saumâtre, qui associe ce poisson à un écosystème phyto-zooplanctonique, a été conçu et mis en œuvre au Sénégal. Selon un modèle déjà testé en Israël et aux USA, il est constitué d'un volume d'élevage intensif, où les poissons reçoivent des granulés et de bassins d'élevage extensif où les poissons ne sont pas alimentés et qui joue le rôle de lagunage, le tout fonctionnant en circuit fermé (Figure 1). Un volume annexe sans poissons est installé en dérivation du circuit principal, et produit du zooplancton alimenté par le phytoplancton (Figure 1). L'expérience acquise à l'aide d'un prototype montre que ce volume doit fonctionner en discontinu, par vidanges et remplissages successifs afin de réguler efficacement la biomasse phytoplanctonique.

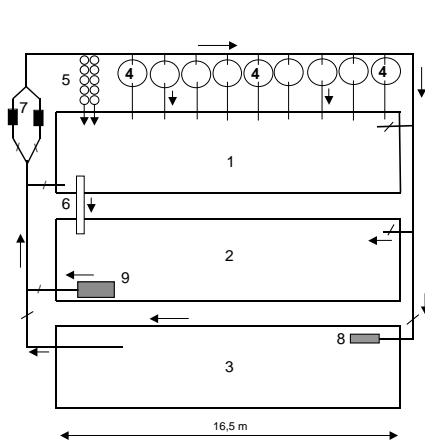


Figure 1 : plan du prototype SARI tilapias

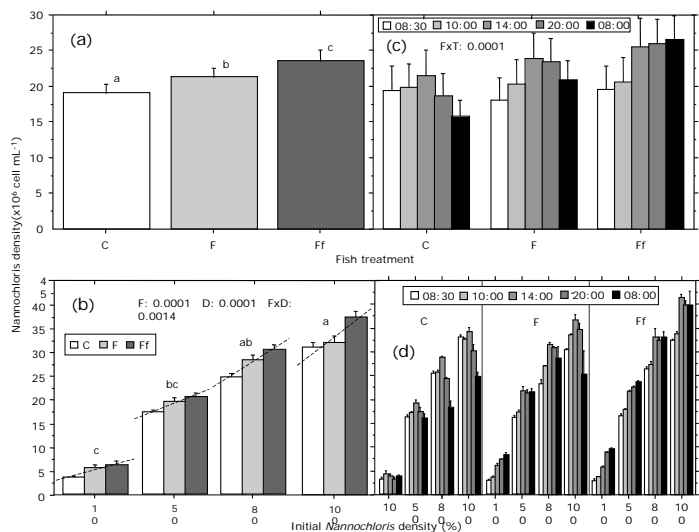


Figure 2 : production des algues par les

Légende de la figure 1 : (1) bassin de lagunage digesteur, (2) bassin de lagunage de production phytoplanctonique, (3) bassin de lagunage de production zooplanctonique, (4) bacs de grossissement intensif, (5) bacs d'alevinage, (6) communication entre les bassins 1 et 2, (7) pompes de circulation, (8 et 9) filtres à poissons.

Légende de la figure 2 : (C) témoin sans poisson, (F) poisson non alimenté, (Ff) poisson alimenté, (a) réponses moyennes de la densité en chlorelles au traitement poisson, (b) interactions entre le traitement poisson x la densité initiale en chlorelles exprimée en pourcentage de la concentration en algues de l'eau du prototype, (c) interactions entre le traitement poisson x le temps, (d) interactions entre le traitement poisson x le temps x la densité initiale en chlorelles.

Après plusieurs tentatives infructueuses d'ensemencements du prototype en phyto- et zoo-plancton à partir de souches cultivées, et après avoir ajusté la salinité du milieu à 15 g/L, une population de

micro-algues du genre *Chlorella*, et une autre de rotifères de l'espèce *Brachionus plicatilis*, se sont implantées naturellement. La présence constante et quasi-exclusive de cette algue serait due à la forte concentration en carbone inorganique liée à la biomasse importante en poissons (Brune, 2003).

Plusieurs expérimentations ont été menées en microcosmes, en utilisant le matériel biologique du prototype, afin d'étudier chaque maillon de cet écosystème : la production des algues (Fig. 2), la consommation des algues par les rotifères, et celle des rotifères par les poissons (alevins et adultes). La figure 2 montre bien, que dans le témoin sans poisson la population algale chute, que le poisson non alimenté la maintient constante, et que le poisson alimenté la fait augmenter. Ainsi une biomasse de 15 tonnes de *S. m. heudelotii*, nourrie à un taux d'alimentation journalier de 3%, peut produire un peu plus d'une tonne d'algues (poids humide) par hectare et par jour !

Puis l'étude du fonctionnement du prototype a permis de mettre en évidence :

- l'absence de renouvellement de l'eau du circuit, seule l'évaporation est compensée,
- la régulation de la biomasse algale par le bassin à zooplancton,
- l'absorption quasi totale de l'azote ammoniacal et des nitrates par les algues,
- l'absence de perte d'azote par le système,
- la résilience du système après un incident de fonctionnement.

Accidentellement d'autres espèces d'algues ont pu apparaître dans le système en provoquant un pic de concentration en ammoniacale, mais avec un retour rapide des chlorelles. Avec une alimentation des poissons équilibrée ce phénomène n'apparaît plus. De même un déséquilibre entre les biomasses poisson/phyto/zooplancton peut provoquer une invasion du système par les rotifères, ce qui implique une disparition momentanée des chlorelles, remplacées par d'autres algues. Mais, après la consommation totale de *B. plicatilis* par les poissons, les chlorelles occupent à nouveau le milieu en exclusivité : l'écosystème artificiel est résilient.

L'indice de conversion global du système au cours des derniers tests a été de 1,6 avec un aliment flottant titrant 32% de protéines, la productivité de 18,5 T/ha/an. Ces rendements peuvent être améliorés avec l'utilisation systématique de lots de tilapia monosexé mâle et d'aliment plus adapté au système.

Les perspectives qu'offrent les écosystèmes artificiels en circuits fermés dits en "eau verte" sont celles qu'apportent les systèmes d'élevage intégrés, c'est à dire la réduction des intrants et des rejets, mais avec la possibilité d'atteindre l'isolement complet de l'élevage.

On peut imaginer aussi un changement d'écosystème au cours du cycle d'élevage, avec la régulation du phytoplancton :

- par du zooplancton au cours de l'alevinage et du prégrossissement,
- par des huîtres au cours du grossissement.

Ce principe d'élevage peut être appliqué à d'autres espèces de poissons, dans la gamme de salinité qui va de l'eau douce à l'eau de mer, mais toujours associées au couple chlorelle/rotifère, qui semble être le plus adapté à ce type d'écosystème artificiel.



Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable  
- Journée SEACASE Rochefort - 6 Octobre 2009

le Système Aquacole à Recyclage Intégral (SARI)  
Un écosystème artificiel poisson/plancton en circuit fermé.



Sylvain GILLES



*Sarotherodon melanotheron heudelotii*

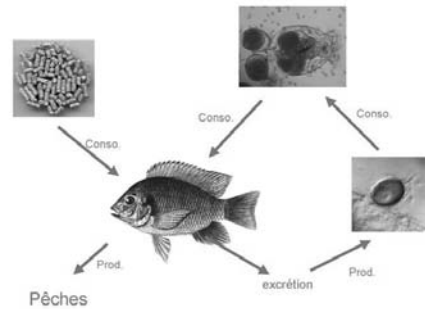
Alevin de 30 jours

Monosexisme mâle de 7 mois



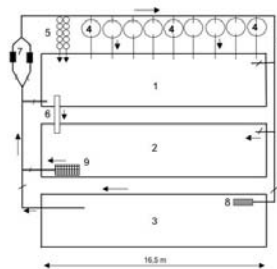
### *Sarotherodon melanotheron heudelotii* comportement alimentaire

- Alevin zooplanctonophage
  - Juvénile consomme le périphyton, phytoplancton et zooplancton
  - Adulte détritivore, brouteur, filtreur, consomme le sédiment
  - Nettoie son milieu d'élevage avec un rationnement adapté,
- pas d'impasse trophique dans le SARI



### Principe de fonctionnement du SARI

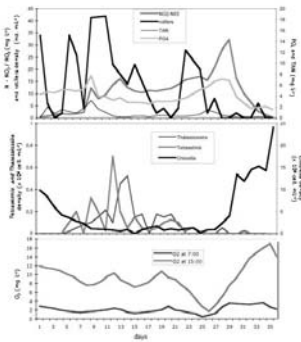
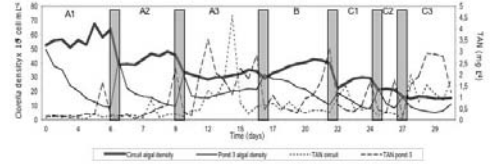
- \* Associer, en circuit fermé, un volume d'élevage intensif à un volume de lagunage dans un rapport  $\pm 1/8^{ème}$
- \* Minéralisation aérobie des effluents (fèces)
- \* Production phytoplanctonique qui épure le milieu (urine)
- \* Production zooplanctonique qui régule la biomasse phytoplanctonique et qui est consommée par les poissons



## Opérations de recherche

- 1- Fonctionnement du bassin à zooplancton
- 2- Production des algues par les poissons
- 3- Ingestion des algues par les rotifères
- 4- Prédation des rotifères par les tilapias alevins et adultes
- 5- Suivi du fonctionnement du prototype, régulation de la biomasse algale, épuration de l'AAT, bilan azoté, résilience du système.
- 6- Composition et rations de l'aliment à utiliser (N/C/P)

**Objectifs :** connaître précisément l'équilibre entre les biomasses, les proportions à accorder aux différents volumes, les capacités maximales d'accueil, la quantité et la composition optimale de l'aliment



### Mise en évidence de :

- l'absence de renouvellement de l'eau du circuit, seule l'évaporation est compensée,
- la régulation effective de la biomasse algale par le bassin à zooplancton,
- l'absorption quasi totale de l'azote ammoniacal et des nitrates par les chlorelles,
- l'absence de perte d'azote par le système,
- la résilience du système après un incident de fonctionnement.

### Les derniers tests de fonctionnement en routine ont montré :

- les rotations du bassin à zooplancton sont réduites à 48 h, avec peu de sédimentation,
- la productivité en poissons de l'ensemble atteinte a été de 18,5 T/ha/an,
- l'indice de conversion de l'ensemble a été 1,69 avec un aliment contenant 32% de protéines,
- croissance des lots très hétérogène avec monosex femelle, nécessité utiliser monosex mâle,
- acclimatation de *Oreochromis niloticus* au système.



## Questions-Réponses :

Agnès Joly (Jolymer Conseil EURL) demande à Sylvain Gilles si dans ce type de système, l'apport d'aliment représente un coût important. Elle demande également si ce système permet de faire baisser le coût de production.

Sylvain Gilles indique que ce système permet d'économiser deux tiers du coût de production. Il ajoute qu'en terme d'azote, tout se recycle. Il n'y a pas d'échappée d'azote gazeux car il n'existe pas de dégradation anaérobie. Sylvain Gilles spécifie que l'eau est toujours dans le système. Il n'y a donc pas de problème à l'ajout d'hormones dans ce système fermé.

Sylvain Gilles explique à Jérôme Hussenot que ces bassins sont remplis aux deux tiers ce qui permet la vidange et le nettoyage de certains bassins. En effet, lorsqu'un bassin est nettoyé, l'eau est transférée dans les bassins adjacents.

Marion Richard (Université de la Rochelle) demande si les hormones prescrites aux juvéniles se retrouvent dans la chair des adultes consommés.

Sylvain Gilles explique que ces hormones sont imbibées dans l'aliment des juvéniles au départ de l'élevage afin d'effectuer un élevage monosexé. Ce procédé évite la reproduction des poissons en élevage. L'élevage de mâles est préféré à celui des femelles car les mâles ont une meilleure croissance que les femelles. Ces hormones ne sont pas retrouvées en fin de chaîne d'élevage.

## ATELIER III. Les systèmes intégrés d'aquaculture : les recherches européennes

### SYSTEME INTEGRE EN BASSIN DE TERRE ASSOCIANT POISSONS, MICRO-ALGUES ET MOLLUSQUES FILTREURS : RESULTATS ET PERSPECTIVES

**Blachier Ph.** \*<sup>1</sup>, Buard E.<sup>1</sup>, Lefebvre S.<sup>2</sup>, Mille D.<sup>1</sup>, Hussenot J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CREAA, prise de Terdoux, 17480 le Château d'Oléron, France

<sup>2</sup>Université de Lille Nord de France, CNRS, UMR 8187 LOG, 62930 Wimereux, France

<sup>3</sup>IFREMER, Dépt Amélioration Génétique, Santé Animale, Environnement, 85230 Bouin, France

contact : [Creaa@wanadoo.fr](mailto:Creaa@wanadoo.fr)

L'aquaculture en marais salé s'est spécialisée en France vers des productions traditionnelles extensives de coquillages alors que la production semi-intensive de poissons marins se développe dans les marais des pays du sud de l'Europe. Le CREAA et l'IFREMER ont étudié en 2002 et 2003, dans le cadre du programme européen d'innovation GENESIS (Development of a generic approach to sustainable integrated marine aquaculture for European environments and markets, figure 1), le fonctionnement d'un pilote intégrant ces deux élevages.

Le principe du pilote comprenait un élevage principal de bars en bassin de terre dont les effluents étaient utilisés pour entretenir après décantation et complémentation en certains éléments nutritifs une production continue de microalgues utilisée pour l'alimentation de mollusques filtreurs.

Le bassin poisson (1 à 2,1 kg/m<sup>3</sup>) d'un volume de 600 m<sup>3</sup> était renouvelé à hauteur de 20 à 55 % chaque jour en fonction des besoins du système (poissons, culture d'algues). Les effluents du bassin poisson étaient décantés dans un bassin de 81 m<sup>3</sup>, puis enrichis d'une solution de silice et de phosphore afin d'obtenir un ratio N/P/Si de 10/1/5 (atome/atome), l'azote étant exclusivement apporté par l'élevage de poissons. Ces effluents étaient déversés dans deux bassins de 125 m<sup>3</sup>, à fond recouvert d'une bâche PVC, dans lesquels un bloom de microalgues diatomées était favorisé en système continu. L'eau chargée en microalgues était récupérée dans un bassin en terre avec fond béton, mis en circulation par des grands airlifts, dans lequel se trouvaient des huîtres (densité de 3 à 6 kg par m<sup>3</sup>) disposées en clayettes superposées. Les effluents de ce bassin intensif mollusque alimentaient un dernier bassin en terre de 445m<sup>3</sup> dans lequel étaient placés des huîtres et des palourdes à faible densité (0,1 à 0,3 kg/m<sup>3</sup>). La productivité annuelle d'un tel système était de 517 kg de poissons, 900 kg de chlorophylle et 637 kg de mollusques (2003). Le recours à ce système intégré permettait de diminuer par deux les quantités d'azote relâchées dans le milieu. Cependant, les difficultés rencontrées pour maintenir une production d'algues en continu au delà de 2 à 3 semaines nécessiteraient de poursuivre l'effort de recherche-développement d'un tel système afin de réduire les temps de travail pour la maintenance (nettoyage et remise en eau) des bassins de microalgues. En parallèle, un effort de modélisation a été entrepris pour mieux comprendre et gérer ce type de système. Le modèle est correctement validé par rapport aux observations pour les compartiments poissons et bivalves mais reste perfectible en ce qui concerne les microalgues. Les prévisions sont relativement fiables à l'échelle mensuelle et le développement de ce modèle devra être poursuivi pour en faire un outil opérationnel d'aide à la gestion du système au jour le jour.

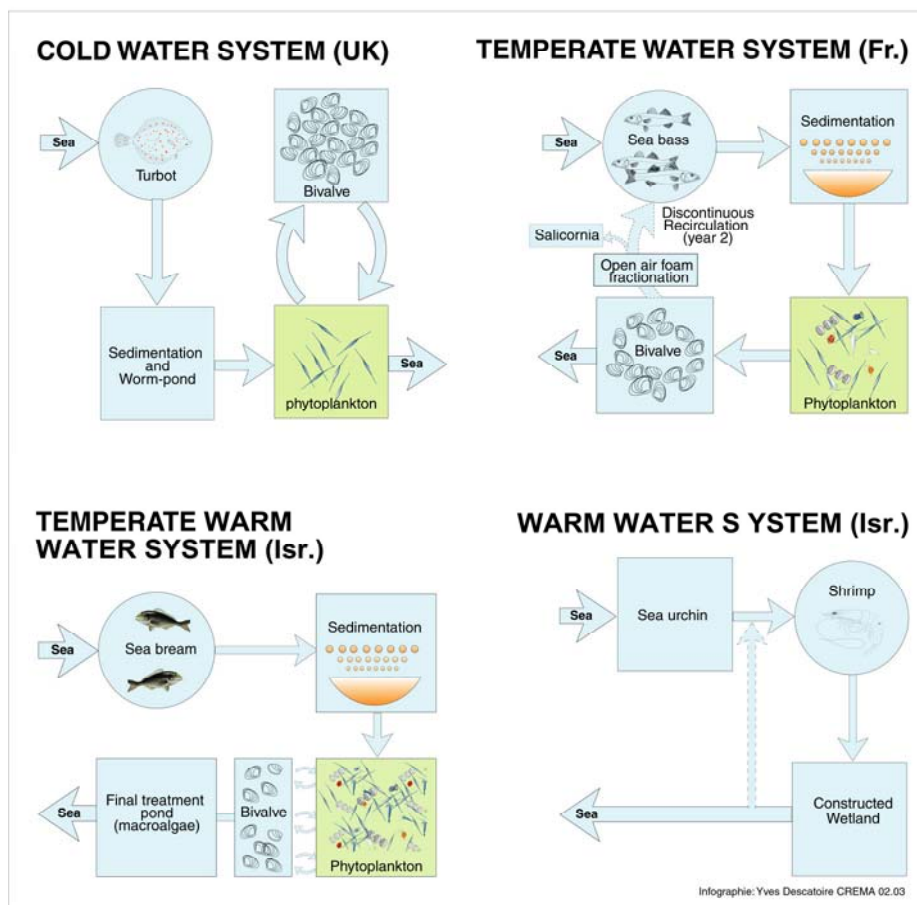


Figure 1 : Les 4 prototypes de systèmes intégrés mis en place dans le cadre du projet européen « Genesis », en Grande-Bretagne, France et Israël (Husssenot et Shpigel, 2003).

Pour en savoir plus sur les travaux de Genesis :

Husssenot J. et Shpigel M., 2003. Marine land-based integrated aquaculture systems for European countries and the EU innovation project “Genesis”. In: T. Chopin and H. Reinertsen, Editors, *Aquaculture Europe '06 — Beyond Monoculture*, Special Publication vol. 33, European Aquaculture Society, Bredene, Belgium (2003), pp. 31–46.

Giraud E., Douet D.-G., Le Bris H., Bouju-Albert A., Donnay-Moreno C., Thorin C., Pouliquen H., 2006. Survey of antibiotic resistance in an integrated marine aquaculture system under oxolinic acid treatment. *Fems Microbiology Ecology*, 55 (3): 439-448.




### Questions-Réponses :

Un participant demande à Philippe Blachier (CREAA) si ce type de système engendre de craintes en local ? Ces huîtres vont-elles être vendues selon une classification de type huîtres de Claires, huîtres de Marennes-Oléron ou autres ?

P.B. : Le programme GENESIS ne s’est pas préoccupé à ce stade de cette problématique. Les huîtres élevées n’ont pas été commercialisées.




## Système intégré en bassins de terre associant poissons, microalgues et mollusques filtreurs

### Résultats et perspectives

**The Fifth EC Framework Program Innovation Project : GENESIS (2002-2004)**

Philippe BLACHIER, Dominique MILLE, Éric URVILLE, Benoît HUSSON, Sébastien LEFEBVRE, Jérôme HUSSENOT

Seacase- Rochefort 2009

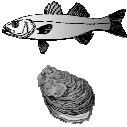
## Contexte

- L'aquaculture en marais salé (bassin de terre)
  - La culture de bivalves :
    - Production extensive (1-2 t/ha) à faible rentabilité
    - Traditionnelle et généralement monospécifique (huîtres palourdes et parfois associée à des crevettes)
  - L'élevage de poissons :
    - Production semi-intensive (1-3 kg/m<sup>3</sup>) dans le sud de l'Europe (Espagne, Portugal...)
    - Freins : techniques (disponibilité de l'eau et de l'énergie), contraintes environnementales

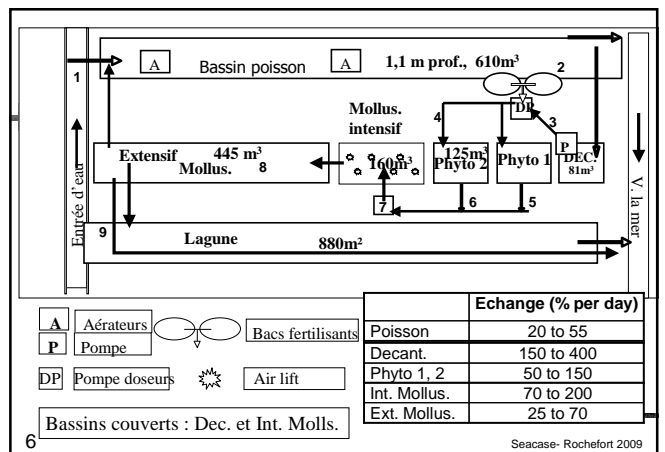
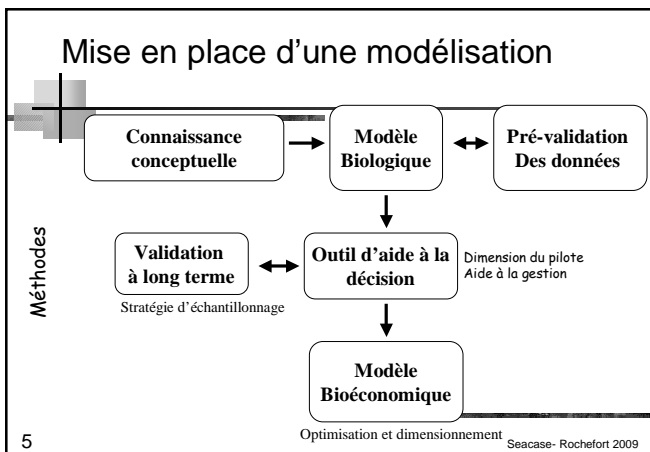
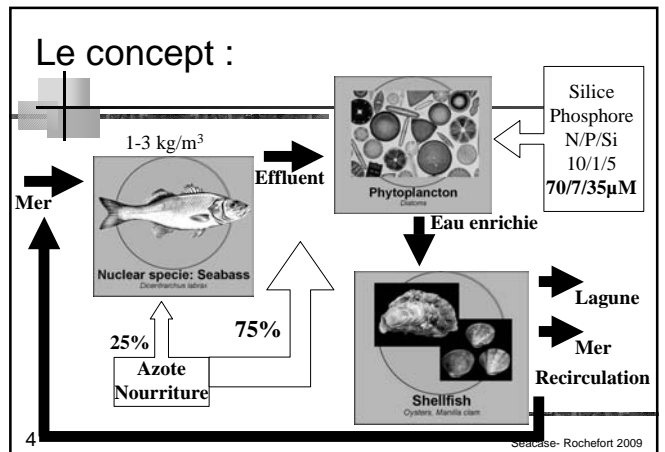
Seacase- Rochefort 2009

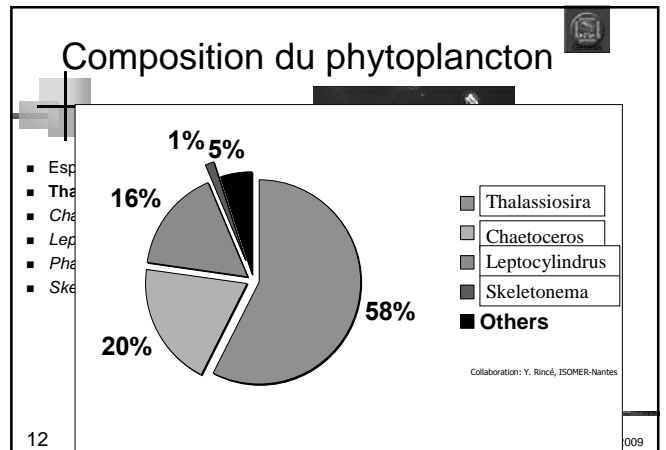
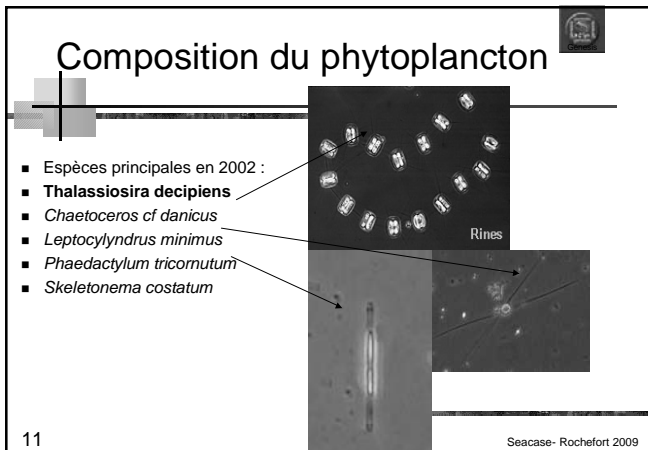
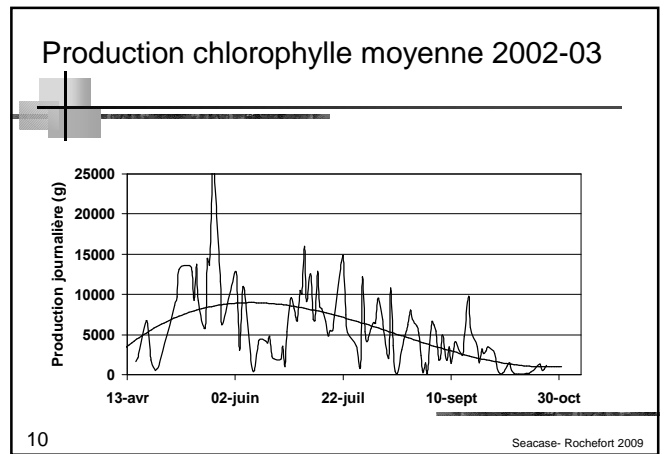
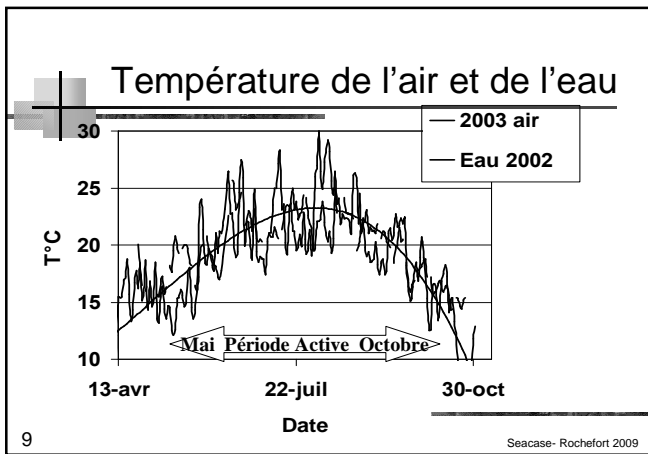
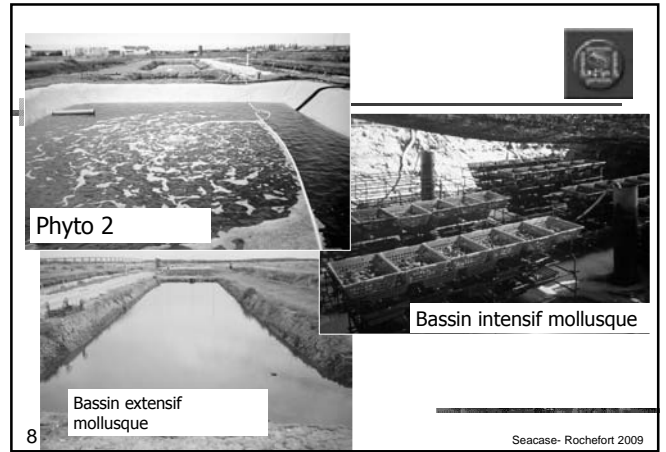
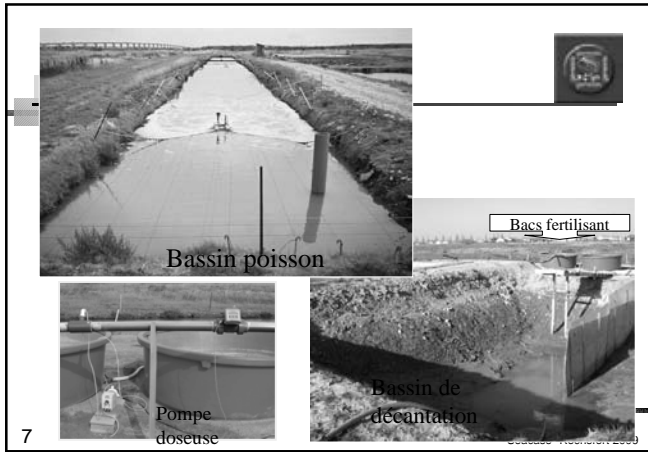
## GENESIS : Le système intégré

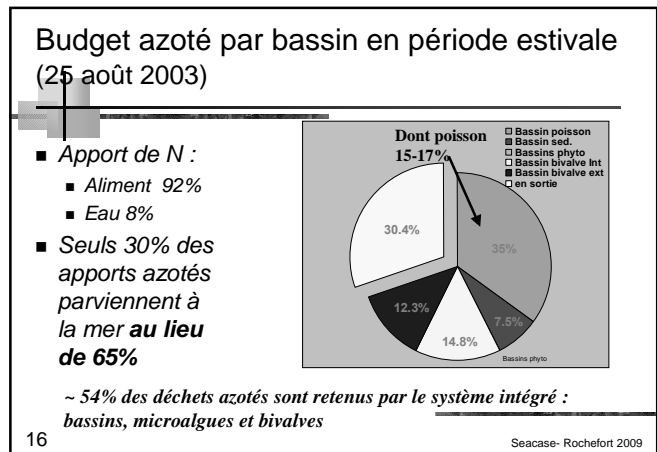
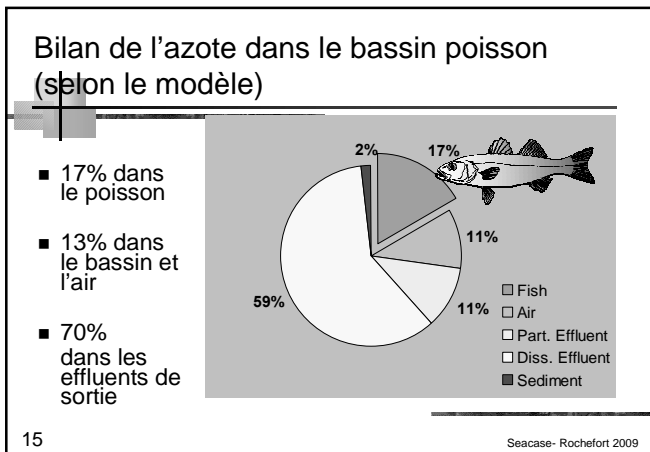
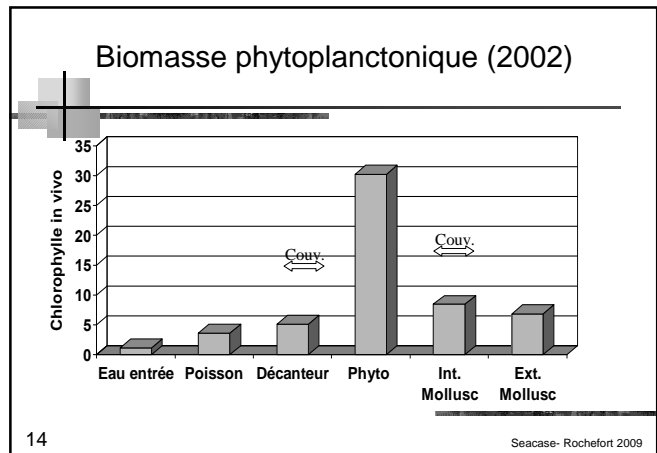
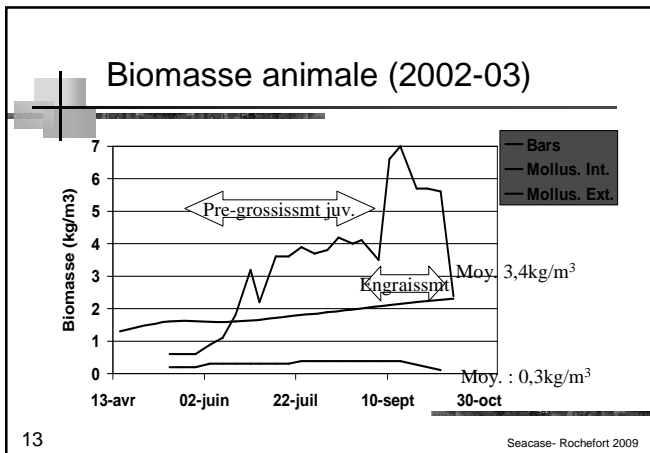
- La recherche d'une complémentarité de deux productions
  - Élevage de poissons : Coller aux exigences environnementales (rejets, énergie)
  - Culture de mollusques : Augmentation de la productivité
- Contraintes
  - Respect de l'environnement
  - Respect des normes sanitaires et de qualité
  - Être économiquement viable



Seacase- Rochefort 2009







### Résultats zootechniques (2002-03)

Animal	Date	Durée	Poids (g)	Biomasse kg/m³	Ind. Conv.
Bar	Mi avril - mi sept.	150 j	175-310	1,3-2,1	2,05

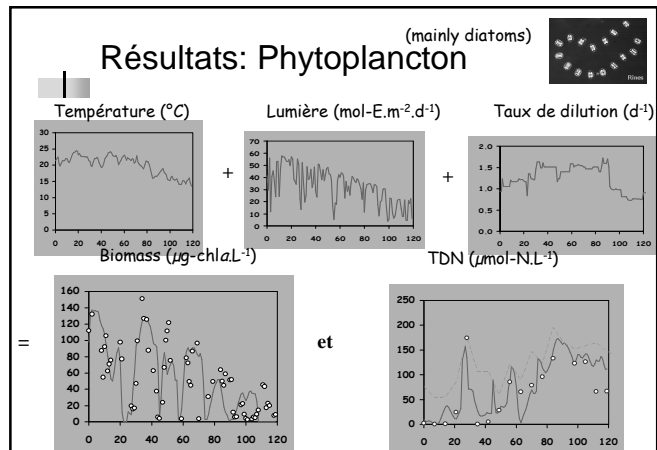
Huître intensif	Date	Essais	Durée	Poids (g)	Survie%	Ind. Qual.
Pre-grossis.	mai - sept.	12	94 j	2,7 to 15,16	65,7	
Engraisssmt	mi août-sept	2	12 j	75 -75	95	9,5 -14

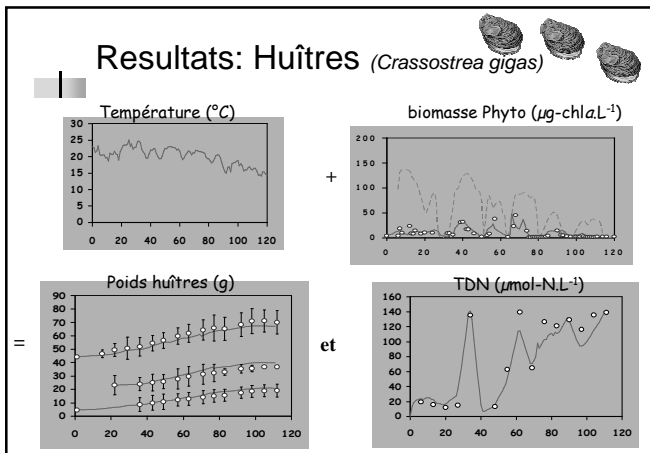
  

Extensif	Date	Essais	Durée	Poids (g)	Survie%	Obs.
Palourde	mai - sept.	1	96 j	0,7 to 3,3	76 %	2002
Huîtres Juv.	mai - sept.	5	87 j	2,9 to 8,4	80,4 %	2002-03

Pas de prise de biomasse pour du 1/2 élevage d'huîtres (20-40g) du fait des mortalités estivales.

17 Seacase- Rochefort 2009





### Principaux freins techniques

- La production de microalgues en continu n'est actuellement pas totalement maîtrisée :
  - Chute des blooms
  - Production de macrophytes
- Mortalité des mollusques
  - Semble pouvoir être partiellement résolue par le prégrossissement estival et la finition à l'issue de l'été

20 Seacase- Rochefort 2009

### Conclusions

- Le système intégré permet de limiter par deux l'impact lié à l'azote
- Le système intégré est hautement productif:
  - 517 kg de poissons produits 900 kg de chlorophylle, 637 kg de mollusques (2003)
  - Les produits ont un haut niveau de qualité
- Le développement doit continuer afin :
  - De sécuriser la production de phytoplancton
  - Diminuer les coûts (main d'oeuvre)
- Ce concept pourrait être mis en application dans le sud de l'europe

21 ochefort 2009

Merci de votre attention

## UTILISATION DES ALGUES EN AQUACULTURE INTEGREEE

**Kaas R.**<sup>1\*</sup>, Golven P.<sup>2</sup>, Dion P.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Ifremer PBA, rue de l'île d'Yeu, 44311 Nantes, France

<sup>2</sup>Ceva, Presqu'île de Pen-Lan, 22610 Pleubian, France

\*contact : [raymond.kaas@ifremer.fr](mailto:raymond.kaas@ifremer.fr)

Selon les données FAO portant sur l'année 2006, la production d'algues par le biais de la culture atteignait 12 600 000 tonnes quand la récolte par cueillette ne donnait que 800 000 tonnes (poids humide), ce qui les place à égalité avec les productions de mollusques à l'échelon mondial quand celle des poissons tourne autour de 50 millions de tonnes. L'aquaculture des espèces animales est encore principalement mono-spécifique avec un poste principal au niveau de l'alimentation caractérisé par des pertes très importantes de matériels biologiques qui ajoutés aux déjections contribuent fortement à l'eutrophisation du milieu. L'utilisation de plantes permet aussi bien au niveau terrestre que marin et dulçaquicole de réduire cet impact tout en générant une valeur ajoutée. Ces organismes photo-autotrophes sont susceptibles à l'aide du rayonnement solaire de transformer les rejets riches en azote sous forme d'ammoniacale, de nitrate voire de petites molécules organiques comme l'urée pour assurer leur croissance, et rétablir la qualité de l'eau.

Les essais actuels d'intégration consistent à créer des modules de productions en associant l'élevage de poissons, de crevettes, de microalgues, de mollusques et de macroalgues. A terre le schéma généralement admis (Figure 1) permet d'atteindre des productivités qui n'ont rien à envier à celles des systèmes mono-spécifiques. Les systèmes en mer sont essentiellement basés sur la proximité des différentes sous-unités en prenant en compte la courantologie du lieu.

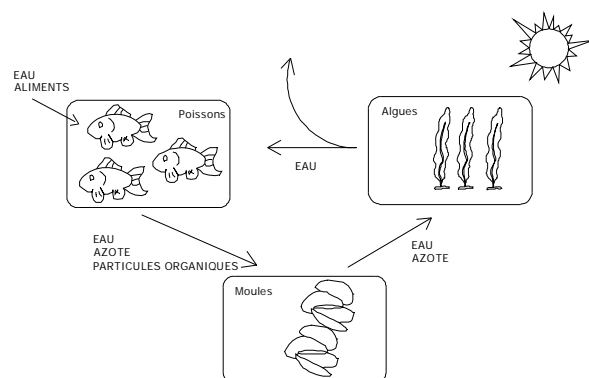


Figure 1: Schéma de principe d'un système intégré à terre. Les rejets des différentes sous



En Europe les objectifs du projet SEAPURA (2001-2003), étaient de développer des systèmes à coûts modiques pour produire des algues marines présentant une haute valeur ajoutée, de déterminer les capacités de certaines espèces d'algues à pousser même en saison estivale, de les utiliser comme éléments épurateurs d'eaux aquacoles et d'étudier les possibilités offertes par ces espèces dans le domaine de la pharmacopée et de l'alimentation animale en portant l'accent sur des effets alicamenteux<sup>2</sup> liés à des activités bactériostatiques sur la flore pathogène piscicole. Parmi les espèces retenues dans le cadre de ces études retenons *Gracilaria cornea*, *Halopityis incurvus*, *Grateloupia dichotoma* et surtout *Falkenbergia rufolanosa* qui a montré des capacités d'assimilation de l'azote remarquable, associé à un taux de croissance journalier exceptionnel.

### Questions-Réponses :

Raymond Kaas indique que la Norvège a l'obligation d'épurer les rejets d'aquaculture par sa législation.

Jean Sébastien Bruant (Ferme Marine du Douhet) répond à cette remarque en précisant qu'il a visité un site d'aquaculture en Norvège où les rejets n'étaient pas épurés. Il indique qu'en France, il existe également ce type d'obligation

---

<sup>2</sup> Un alicament est un aliment qui combine les effets nutritionnels avec celle d'un médicament.

# UTILISATION DES ALGUES EN AQUACULTURE INTEGREE

Kaas R.<sup>1\*</sup>, Golven P.<sup>2</sup>, Dion P.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Ifremer PBA, rue de l'île d'Yeu, 44311 Nantes, France  
<sup>2</sup>Ceva, Presqu'île de Pen-Lan, 22610 Pleubian, France

Rejets industriels



Rejets urbains



Effluents aquacoles



Engrais



Norvège  
(Songnefjord)



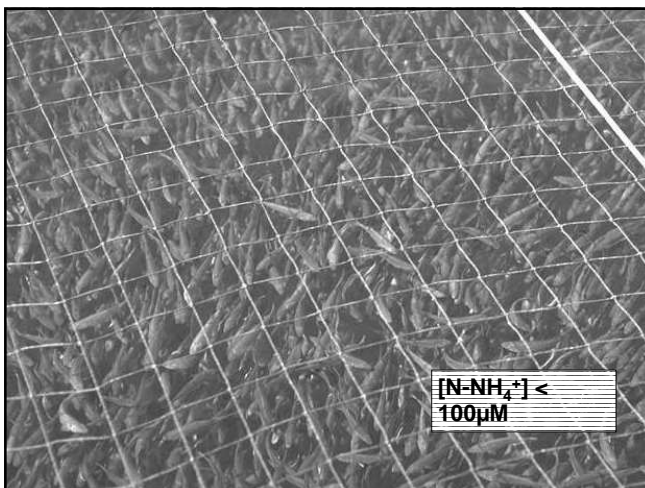
France  
(Nice)

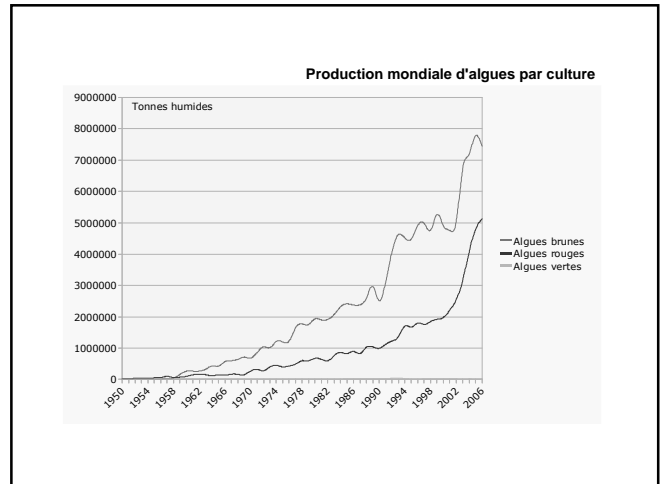
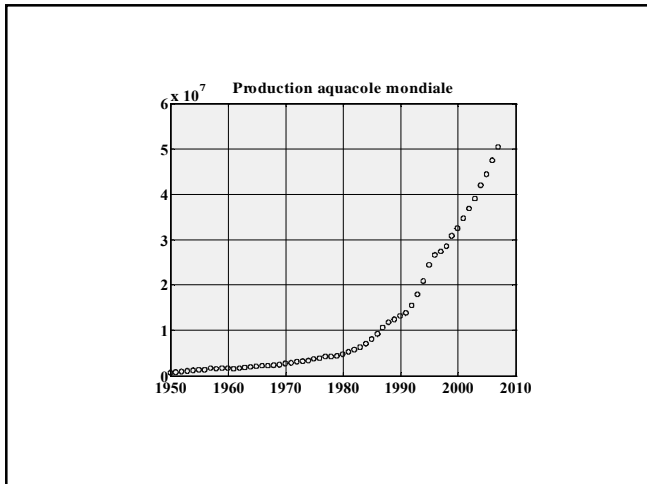


Aquanor (France  
Gravelines)



$[N-NH_4^+] <$   
 $100\mu M$





**Caractéristiques des algues**

**Absorbent et accumulent de grandes quantités de sels nutritifs**  
**P, N (ammoniaque, nitrate)**

**Concentrent les métaux lourds**  
**Arsenic, Cadmium**

**Croissance rapide**

**Cultures intégrées**

« la sortie de chaque sous-système devient une entrée valorisable pour le sous-système suivant »

*En systèmes clos ou semis clos*

Systemes intégrés combinant poissons, coquillages et algues

Israël, îles Canaries, Chili, Norvège, Espagne, Portugal

*En systèmes ouverts*

Canada, Chine, Corée

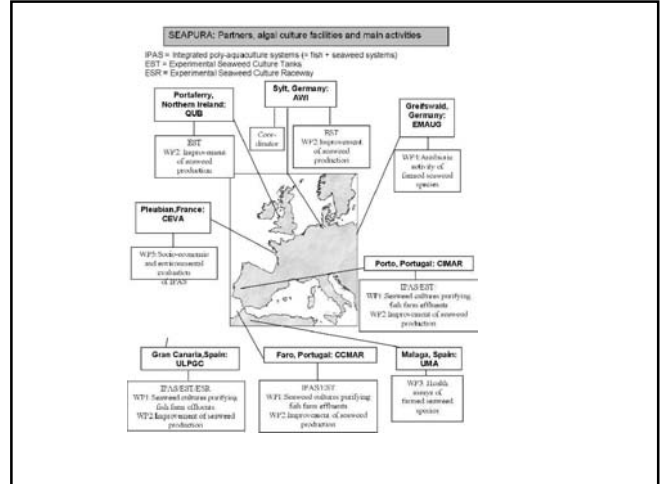


Systèmes à coûts modiques et algues marines à valeur ajoutée

Capacités des espèces à pousser même en saison estivale

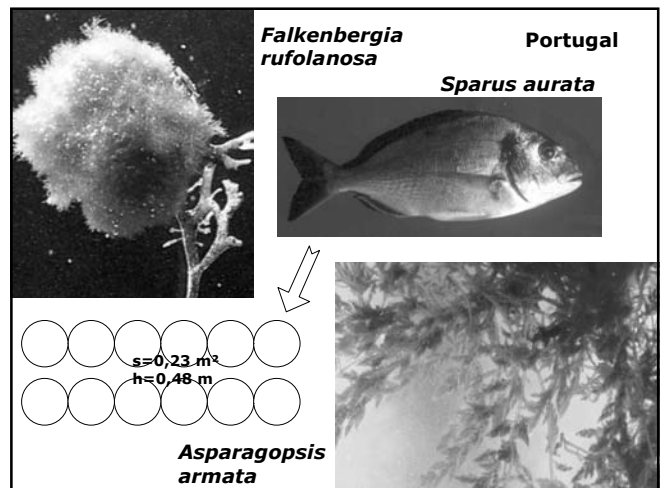
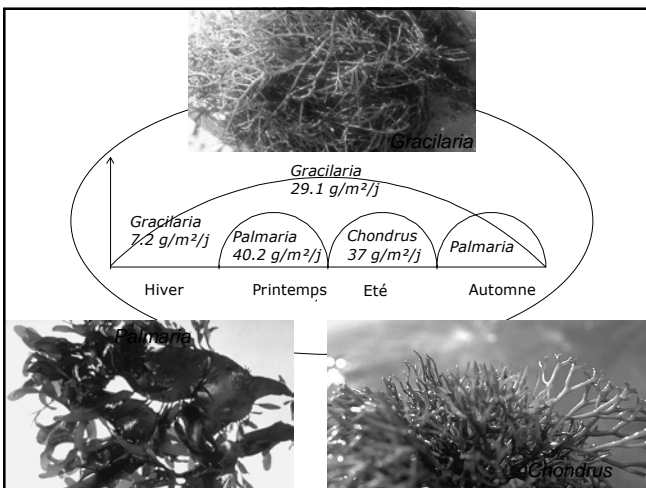
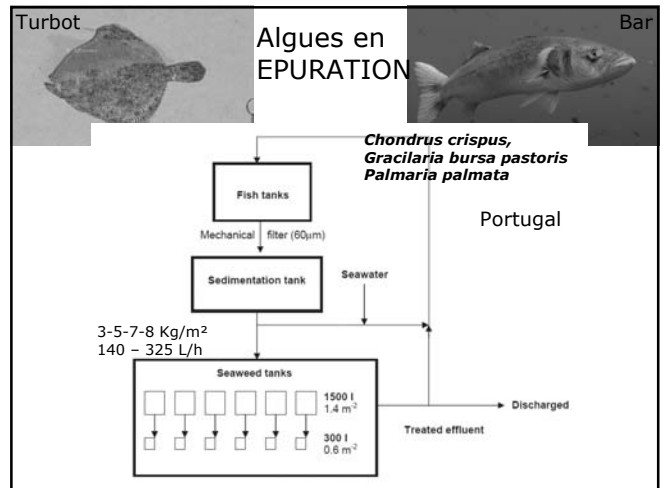
Utilisation en épuration d'eaux aquacoles

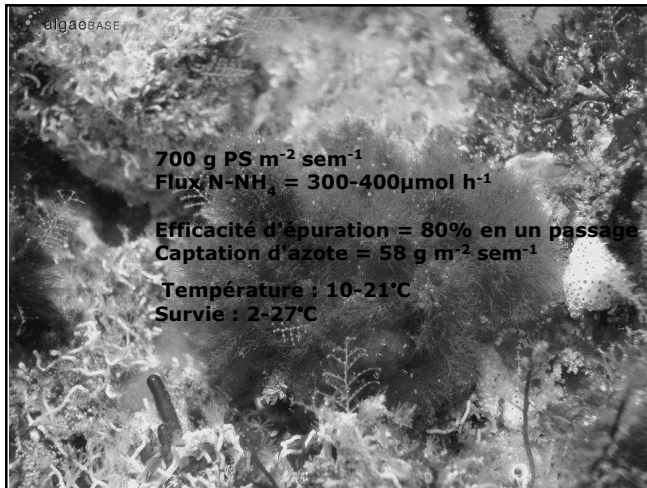
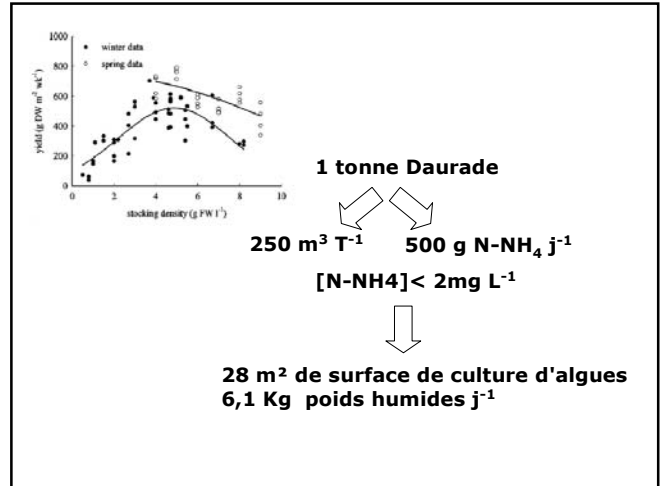
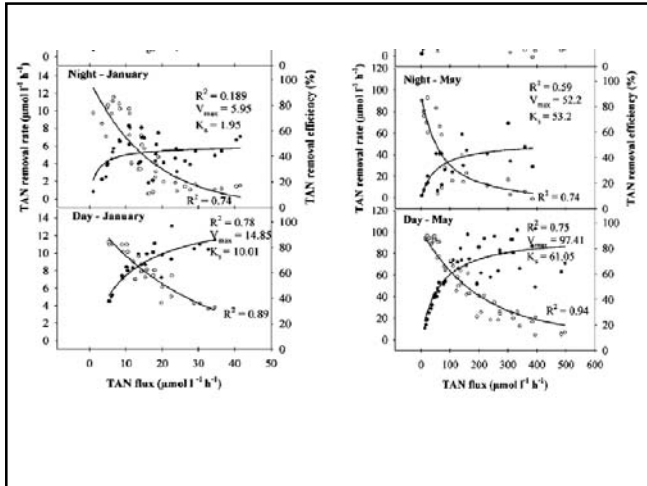
Utilisation en pharmacopée et en alimentation animale (aliment)



Algues intéressantes :

- Gracilaria cornea,***
- G. verrucosa,***
- G. bursa pastoris,***
- Hypnea musciformis,***
- Falkenbergia rufolanosa,***
- Chondrus crispus,***
- Ulva rigida,***
- Halopityx incurvus,***
- Palmaria palmata***






**Algues en ALIMENTATION ANIMALE**

**Essais isoazotés (50% protéines) et isolipidiques (15%), 5 et 10% des hydrolysats de protéines de poissons remplacés par des algues dans les granulés**

***Gracilaria cornea*,  
*G. bursa pastoris*,  
*Ulva rigida*,**



**Pas de variations dans les performances de croissances des poissons pour :**  
***G. bursa pastoris* et *Ulva rigida* à 10%**  
***G. cornea* à 5%**

**Algues et antibiotiques**    **Test = CIM**  
**Concentration inhibitrice minimale**

**33 ESPECES TESTEES (19 rouges, 3 brunes, 4 vertes)**  
**Extraits - eau - méthanol - dichlorométhane**

**Poissons**  
***Vibrio anguillarum***  
***Asparagopsis armata*, < 100 µg/ml;**  
***Falkenbergia rufolanosa*, *Gracilaria cornea*,**  
***Ceramium rubrum*, *Halopitys incurvus* et**  
***Anotrichum furcellatum*, < 400 µg/ml**  
oxytetracycline 0.5 µg/ml

***Pseudomonas anguilliseptica***  
***Gracilaria cornea* et *Falkenbergia rufolanosa***  
**< 400 µg/ml**  
oxytetracycline 0.08 µg/ml

**Composés biologiquement actifs**

***Laurencia chondrioides***  
Deux composés anti-microbiens (extrait dichlorométhane)  
Elatol et 10,15-dibromochamagra-3(15),4,7(14)-trien-9-ol;

***Ceramium rubrum***  
Cholesterol, phytol et un mélange d'acide gras actifs (extrait dichlorométhane)

***Halopitys incurvus***  
Mélange d'acides gras saturés et insaturés

### Conclusions

#### Epuration des systèmes à terre :

Prévoir 1 m<sup>2</sup> de culture d'algue pour  
10 Kg de poissons



Conséquence : augmentation d'un  
facteur 2 à 5 de la surface de  
culture totale

Les cultures de macroalgues  
abattent plus efficacement l'azote  
que les culture de phytoplancton

### Conclusions

#### La législation

Exigences trop faibles sur qualité des eaux de rejé

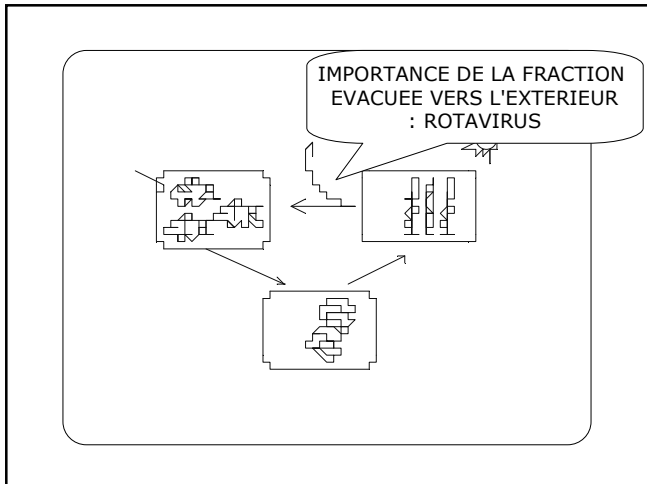
Taxes sur l'eau trop faibles

#### Image de marque

Associer coculture à l'idée de purification de l'eau

#### Avantages des systèmes multi trophiques

Associer l'épuration de l'eau à la production de  
produits à valeur ajoutée



## TRAITEMENT DES EAUX DE REJETS DE PISCICULTURE MARINE PAR PRODUCTION DE SALICORNES EN MARAIS ARTIFICIELS ET OPTIMISATION DES COÛTS : LE PROJET ENVIROPHYTE

Husson B.<sup>1\*</sup>, Shpigel M.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Idee, 39 Rue Jean Giroux 34080 Montpellier, France

<sup>2</sup>IOLR, P.O.B. 1212, Eilat 88112, Israël.

\*contact : [bhusson@ideequaculture.com](mailto:bhusson@ideequaculture.com)

Le projet UE Envirophyte (projet CRAFT, nov2006-mai2009,) avait pour objectif l'évaluation technique et économique de traitement des eaux de rejets aquacoles par passage en marais artificiels avec production de *Salicornia* pour valorisation économique (<http://envirophyte.ocean.org.il/index.html>).

3 sites pilotes ont été réalisés en Israël, Pays de Galles et Portugal, avec construction de plusieurs marais artificiels sur chacun des sites pilotes.

Le traitement d'eaux de rejets aquacoles a ensuite été analysé durant 2 années avec suivi de la qualité d'eau (entrée et sortie de marais artificiels), suivi de la production de *Salicornia* sous différents régimes hydrauliques et différentes conduites agronomiques, puis identification de sous-produits issus de *Salicornia sp.* (3 différentes variétés, espèce annuelle) et *Sarcocornia sp.* (espèce pérenne) pour commercialisation (cosmétique, compléments alimentaires,...).

Les 3 sites pilotes concernaient des conditions climatiques différentes conduisant à une saison de production de seulement 5 mois par an en Pays de Galles contre 12 mois par an en Israël.

Les problématiques de rejets étaient également différentes entre les sites pilotes avec traitement des eaux de rejets :

d'un élevage de dorade royale en circuit ouvert au Portugal,

d'un élevage de dorade royale en circuit recirculé en Israël,

d'un élevage de turbot en circuit fermé en Pays de Galles, avec débit de rejet extrêmement limité (7 m<sup>3</sup>/h) mais des concentrations en azote et phosphore plus fortes.

Les résultats d'épuration d'eau par les marais artificiels avec production de *Salicornia* montrent un abattement de 95% de l'azote et de 55% du phosphore sur les sites (ou les périodes) de fonctionnement hydraulique adapté (débit, hauteur d'eau, disponibilité oxygène pour les racines de *Salicornia*). Ces abattements en marais artificiels avec *Salicornia* correspondent au traitement de 60 à 100 g d'azote par m<sup>2</sup> de marais artificiel et par an.

Le site du Portugal a par contre présenté des résultats médiocres. L'analyse comparative des 3 sites et des différentes périodes de production a permis de mieux cerner les limites acceptables pour la charge hydraulique maximale (m<sup>3</sup>/h d'eau à traiter par m<sup>2</sup> de marais).

Plusieurs organisations hydrauliques (épaisseur de lame d'eau, alternance inondation/assec, traitement en plusieurs passages,...) ont été testées, montrant le rôle primordial de la gestion de l'eau pour optimiser l'épuration de l'eau par les *Salicornia* mais aussi par le compartiment bactérien. Une charge hydraulique trop forte ou une gestion hydraulique inadaptée conduisent à un effondrement de l'efficacité du traitement pouvant aller jusqu'au relargage de N et P.

Les coûts de construction et de fonctionnement s'élèvent à environ 200 €/m<sup>2</sup>/an pour une unité pilote de très petite taille (300m<sup>2</sup>) et avec un suivi scientifique quotidien.

La production de salicorne obtenue sur Envirophyte est comprise entre 10 et 40 kg de salicorne (poids frais) /m<sup>2</sup> /an selon les sites et les conditions climatiques. La récolte était faite toutes les 3 semaines, ne concernant que les jeunes pousses sur environ 5 cm. Des extraits de salicorne ont été réalisés, puis testés sur 4 crèmes cosmétiques. Avec un prix de vente estimé à 3,5 €/kg, la commercialisation des salicornes peut couvrir environ 65% des coûts de traitements d'eau (construction et fonctionnement) sur les sites les plus efficaces. L'analyse détaillée des coûts montre que la construction et la conduite de marais artificiels à plus grande échelle permettraient d'envisager de ramener les coûts (construction et fonctionnement) à environ 100 €/m<sup>2</sup>/an du fait des économies d'échelle et d'un simple suivi technique, moins lourd que le suivi scientifique du projet.

Une simulation des coûts de traitements d'eau pour le traitement de débits de rejets de l'ordre de 20 m<sup>3</sup>/h a été réalisée pour un traitement « classique » par filtration tambour, filtration biologique et dénitrificateur. Le coût global du traitement (investissement+ fonctionnement) est évalué à 0.20 €/m<sup>3</sup> traité.

Sur la base des données Envirophyte, la modélisation de traitement d'eau en marais artificiel avec commercialisation de salicornes permettrait sur les sites productifs (Israël, Portugal) de descendre en dessous de 0.20 €/m<sup>3</sup> traité, avec, dans certaines configurations, un revenu dégagé par la commercialisation des salicornes dépassant les coûts du traitement d'eau.

La construction à plus grande échelle et la conduite de marais artificiels avec production de salicornes est nécessaire pour valider les premières données d'Envirophyte, mais ce type de traitement s'avère efficace techniquement et économiquement pour le traitement des eaux de rejets aquacoles.

Du fait des limites rencontrées en terme de débit traité par m<sup>2</sup> de marais, le traitement en marais artificiels apparaît trop demandeur de surface pour les fermes travaillant en circuit ouvert (débits à traiter trop importants).

Le traitement en marais artificiels avec production de *Salicornia* est par contre très prometteur pour les rejets de fermes aquacoles en circuit fermé, présentant un débit à traiter plus faible et une concentration en nutriments plus élevée.

### Questions-Réponses :

Philippe Blachier (CREAA) demande à Benoit Husson (IDEE Aquaculture) si au cours de cette expérience, la culture de salicornes n'a pas agi comme piège à sédiment ?

B.H. : Au départ de l'expérience, il était prévu d'utiliser un décanteur pour parer à ce problème. Finalement, il n'a pas été nécessaire de l'utiliser et de se soucier de ce problème. L'accumulation de sédiment dépend de la gestion de l'eau et dans ce cas pratique, les débits utilisés étaient faibles.

Catherine Mariojous demande si la récolte de salicornes est laborieuse et si cette dernière est mécanisable ?

B.H. : Le projet a réalisé de essais sur des petites surfaces. Ainsi la salicorne pouvait être récoltée à la main. Dans le futur, il serait important de mécaniser la récolte et la coupe.



## Traitement des eaux de rejets de pisciculture marine par production de salicornes en marais artificiel et optimisation des coûts : le projet ENVIROPHYTE



National workshop SEACASE 2009, 8 octobre 2009



www.ideocean.org  
58000 BODAC  
TEL : 04 80 21 51 51 - FAX : 04 80 21 51 70  
21 rue des Grands Bains - 58000 BODAC  
pchevreuil@ideocean.org

Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable - Journées Seacase Rochefort - 8 Octobre 2009

## Sommaire

1. PRESENTATION DU PROJET
2. CONSTRUCTION ET SUIVI DES MARAIS ARTIFICIELS
3. EVALUATION BIOECONOMIQUE
4. SYNTHESE

Projet ENVIROPHYTE  
Workshop SEACASE 2009



## PRESENTATION DU PROJET



Projet ENVIROPHYTE  
Workshop SEACASE 2009



## Objectifs du projet

Evaluation technique et économique du traitement des eaux de rejets aquacoles par passage en marais artificiels avec production de *Salicornia* pour valorisation économique

<http://envirophyte.ocean.org.il/index.html>

Projet ENVIROPHYTE  
Workshop SEACASE 2009



## Démarche

- Construction de 3 sites pilotes
- Suivi pendant 2 années des eaux de rejets aquacoles sur les 3 sites pilotes avec :
  - Analyse de la qualité d'eau (entrée et sortie de marais artificiels)
  - Suivi de la production de *Salicornia* sous différents régimes hydrauliques et différentes conduites agronomiques
  - Identification de sous-produits issus de *Salicornia sp.* et *Sarcocornia sp.* pour commercialisation → cosmétique, compléments alimentaires, ...

Projet ENVIROPHYTE  
Workshop SEACASE 2009



## Partenaires du projet

- 11 partenaires sur 4 pays
- ISRAEL :
  - Site pilote : ARDAG
  - Instituts scientifiques : IOLR (National Center for Mariculture) et BEN-GURION UNIVERSITY OF THE NEGEV
- PAYS DE GALLES :
  - Site pilote : LYNN
  - Institut scientifique : UNIVERSITY OF BANGOR
- PORTUGAL :
  - Site pilote : AQUAMARIM
  - Institut scientifique : CCMAR
- FRANCE :
  - Valorisation des Salicornes: AGRIMER - BCM - CEVA
  - Ingénierie : IDEE

Projet ENVIROPHYTE  
Workshop SEACASE 2009



## Methodologie

- 1 – Bibliographie scientifique, en particulier sur :
  - L'adaptation du savoir-faire en eau douce à la gestion des marais artificiels en eau de mer,
  - La conception et le rendement d'un système de biofiltre à base de *Salicornia*,
- 2 – Echanges techniques entre les partenaires pour une approche technique cohérente entre les 3 sites pilotes
- 3 – Définition, conception et ingénierie de chacun des 3 sites pilotes
- 4 – Construction puis mise en eau des 3 sites pilotes
- 5 – Suivi sur 2 années avec comparaison des résultats techniques obtenus sur les 3 sites
- 6 – Définition des améliorations à apporter à la conception et à la gestion des marais artificiels:
  - Rendement du traitement d'eau,
  - Productivité et qualité du produit lors des récoltes de *Salicornia*,
  - Pratiques agronomiques,
  - Rendements économiques.

Projet ENVIROPHYTE  
Workshop SEACASE 2009



## ETUDE ET CONSTRUCTION DE MARAIS ARTIFICIELS



Projet ENVIROPHYTE  
Workshop SEACASE 2009



## Caractéristiques des sites

- 3 sites pilotes avec des conditions climatiques différentes :
  - 1- ARDAG - Mer Rouge, Israël (eau chaude),
  - 2- AQUAMARIM - Côte Atlantique, Portugal (eau tempérée),
  - 3- LLYN - Pays de Galles (eau froide).
- Saison de production de 4 mois en Pays de Galles contre 12 mois par an en Israël
- Problématiques du traitement des eaux de rejets différentes entre les 3 sites :
  - élevage de dorade royale en circuit recirculé en Israël,
  - élevage de dorade royale en circuit ouvert au Portugal,
  - élevage de turbot en circuit fermé en Pays de Galles.

Projet ENVIROPHYTE  
Workshop SEACASE 2009



## Construction d'un site pilote

ARDAG



Projet ENVIROPHYTE  
Workshop SEACASE 2009



## Comparaison de l'efficacité du traitement des eaux de rejet entre les 3 sites pilotes

	ARDAG	LLYN	AQUAMARIM
<b>Nitrogen level data</b>			
Ammoniacal Nitrogen level - Inlet wetland (mg/L)	0.20 mg/L	3.24 mg/L	1.10 mg/L
Ammoniacal Nitrogen level - Outlet wetland (mg/L)	0.01 mg/L	0.21 mg/L	1.04 mg/L
NO <sub>3</sub> Nitrogen level - Inlet wetland (mg/L)	0.37 mg/L	1.16 mg/L	0.27 mg/L
NO <sub>3</sub> Nitrogen level - Outlet wetland (mg/L)	0.013 mg/L	0.18 mg/L	0.32 mg/L
Total Nitrogen level - Inlet wetland (mg/L)	0.57 mg/L	4.40 mg/L	1.37 mg/L
Total Nitrogen level - Outlet wetland (mg/L)	0.023 mg/L	0.39 mg/L	1.36 mg/L
<b>P-Phosphate level data</b>			
P-Phosphate level - Inlet wetland (mg/L)	0.002 mg/L	2.26 mg/L	0.08 mg/L
P-Phosphate level - Outlet wetland (mg/L)	0.001 mg/L	1.01 mg/L	0.13 mg/L
<b>TSS level data</b>			
TSS level - Inlet wetland (mg/L)	4.60 mg/L	- mg/L	- mg/L
TSS level - Outlet wetland (mg/L)	2.70 mg/L	- mg/L	- mg/L
<b>Nitrogen level decrease efficiency and cost</b>			
Ammoniacal Nitrogen decrease efficiency (g/year per m <sup>2</sup> wetland)	22.64 g/yearm <sup>2</sup>	77.86 g/yearm <sup>2</sup>	11.3 g/yearm <sup>2</sup>
Ammoniacal Nitrogen decrease efficiency (%)	95 %	93.6 %	8.0 %
NO <sub>3</sub> Nitrogen decrease efficiency (g/year per m <sup>2</sup> wetland)	42.07 g/yearm <sup>2</sup>	23.10 g/yearm <sup>2</sup>	- g/yearm <sup>2</sup>
NO <sub>3</sub> Nitrogen decrease efficiency (%)	96 %	84 %	- %
Total Nitrogen decrease efficiency (g/year per m <sup>2</sup> wetland)	64.72 g/yearm <sup>2</sup>	100.94 g/yearm <sup>2</sup>	1.39 g/yearm <sup>2</sup>
Total Nitrogen decrease efficiency (%)	96 %	91 %	0 %
<b>P-Phosphate level decrease efficiency and cost</b>			
P-Phosphate decrease efficiency (g/year per m <sup>2</sup> wetland)	0.15 g/yearm <sup>2</sup>	31.12 g/yearm <sup>2</sup>	- g/yearm <sup>2</sup>
P-Phosphate decrease efficiency (%)	57 %	55 %	- %
<b>TSS level decrease efficiency and cost</b>			
TSS decrease efficiency (g/year per m <sup>2</sup> wetland)	26.45 g/yearm <sup>2</sup>	- g/yearm <sup>2</sup>	- g/yearm <sup>2</sup>
TSS decrease efficiency (%)	41.08 %	- %	- %

- Fonctionnement hydraulique adapté → abattement de 95% de l'azote et de 55% du phosphore
- Ces abattements correspondent au traitement de 60 à 100 g d'azote/m<sup>2</sup> de marais artificiel / an

Projet ENVIROPHYTE  
Workshop SEACASE 2009



## Comparaison de la charge hydraulique, de la vitesse horizontale et du temps de résidence de l'eau entre les 3 sites pilotes

- Site du Portugal → Résultats médiocres pouvant être expliqués par :
  - Un charge hydraulique et une vitesse horizontale trop élevées
  - Un temps de résidence de l'eau trop court
- Gestion de l'eau = Rôle primordial pour optimiser l'épuration de l'eau par les *Salicornia* et par le compartiment bactérien
- Charge hydraulique trop forte ou gestion hydraulique inadaptée → effondrement de l'efficacité du traitement voire relargage de N et P

Projet ENVIROPHYTE  
Workshop SEACASE 2009



## Modifications apportées à la conception des marais d'Envirophyte

- Absence de collecte et de prétraitement de la matière organique
- Maîtrise de la charge hydraulique
- Augmentation de la quantité d'oxygène disponible pour les racines de *Salicornia*
- Temps de résidence de l'eau maintenu entre 8h (flux continu) et 24h (drainage séquentiel)



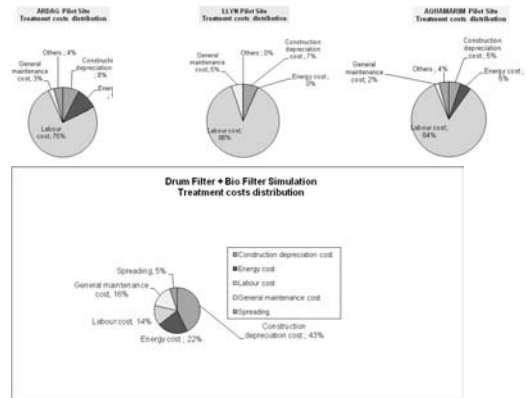
## EVALUATION BIOECONOMIQUE



## Méthodologie

- Analyse économique → évaluer les coûts d'investissement et les coûts de fonctionnement sur les 3 sites pilotes.
- Simulation N°1 → calculer les coûts de traitement d'eau avec un système classique : filtre tambour, biofiltre et dénitrateur.
- Simulation N°2 → évaluer les coûts de traitement des eaux dans le cadre d'un projet de type Envirophyte à plus grande échelle afin de pouvoir faire des comparaisons

## Comparaison des coûts entre les 3 sites



## Simulation des coûts à plus grande échelle

- Coûts de construction :
  - 200 €/m<sup>2</sup>/an pour une unité pilote de très petite taille (300m<sup>2</sup>) + suivi scientifique quotidien
  - 100 €/m<sup>2</sup>/an pour un projet à plus grande échelle + simple suivi technique
- Production de salicorne : 10 à 40 kg/m<sup>2</sup>/an selon les sites et les conditions climatiques
- Prix de vente estimé : 3.5 €/kg → Commercialisation peut couvrir ±65% des coûts de traitement d'eau (construction et fonctionnement)

## Simulation des coûts à plus grande échelle

- Traitement « classique » : coût du traitement d'eau (investissement + fonctionnement) = 0.20€/m<sup>3</sup> traité
- Traitement d'eau en marais artificiel avec commercialisation des salicornes = <0.20 €/ m<sup>3</sup> traité
- Dans certaines configurations : revenu dégagé par la commercialisation des salicornes > coûts du traitement

## Valorisation des salicornes

- Protocoles effectués par 3 organismes en France :
  - CEVA
  - BCM
  - AGRIMER
- Analyse de la composition, identification de molécules intéressantes pour compléments alimentaires et pour cosmétique
- Extraits de salicorne réalisés → Tests sur 4 crèmes cosmétiques

## SYNTHESE



➤ Traitement efficace économiquement et techniquement pour le traitement des rejets aquacoles

➤ Nécessité d'une construction à plus grande échelle de marais artificiels avec production de *Salicornia* pour valider les résultats d'Envirophyte

➤ Traitement des rejets de fermes aquacoles en marais artificiels avec production de *Salicornia* :

- Trop demandeur de surfaces pour les fermes travaillant en circuit ouvert (débits à traiter trop importants)
- Très prometteur pour les fermes travaillant en circuit fermé (débits à traiter plus faibles et concentration en nutriments plus élevée)

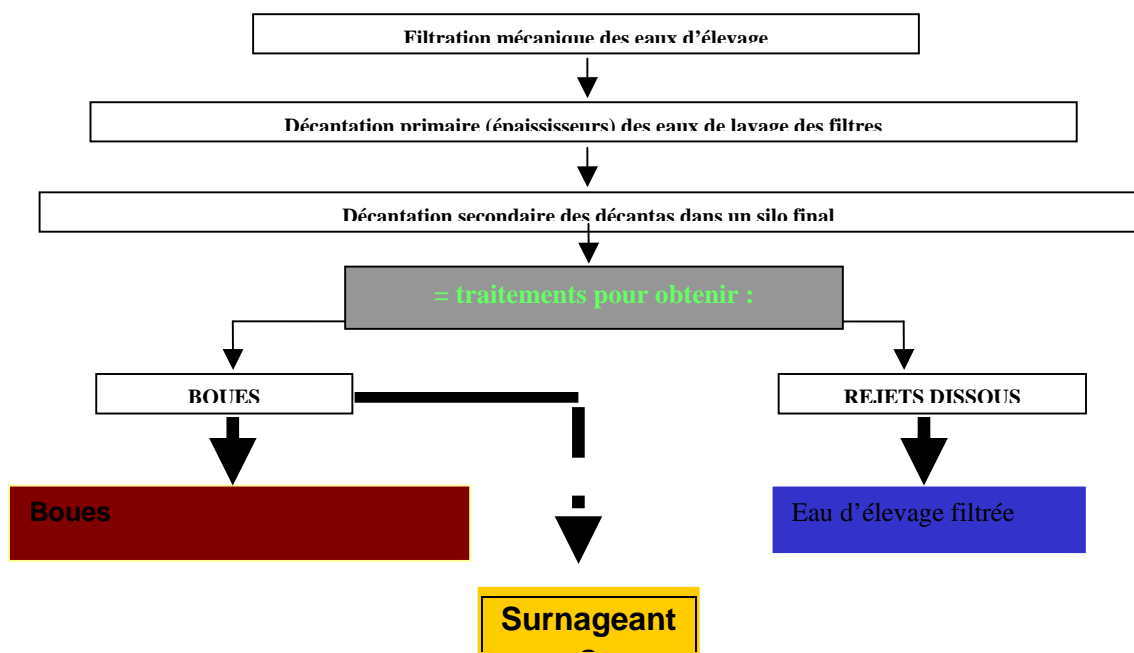
## DU TRAITEMENT DES REJETS VERS LES SYSTEMES INTEGRES : QUELQUES RESULTATS DU PROJET AQUAETREAT

Blancheton J-P.<sup>1</sup>, Roque d'Orbcastel E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ifremer, Station de Palavas, Chemin de Maguelone, 34250 Palavas les Flots, France.

\*contact : [jpblanch@ifremer.fr](mailto:jpblanch@ifremer.fr)

Le projet Aquaetreat – Improvement and innovation of AQUAculture Effluent TREATment Technology, qui s'est déroulé de 2004 à 2007, était un "collective research project" financé par l'union Européenne dans le cadre du "6<sup>th</sup> framework programme" et coordonné par la FEAP. Son objectif était d'améliorer la gestion des effluents issus de différents types de piscicultures marines et d'eau douce intensives utilisant des systèmes ouverts ou en recirculation. 4 fermes européennes étaient partenaires du projet et représentaient les 4 principaux types de systèmes possibles : systèmes ouverts marin (bars et daurades en Italie) et d'eau douce (salmonidés en France) et systèmes en recirculation marin (turbots au Royaume uni) et d'eau douce (salmonidés au Danemark). Au cours de ce projet, des solutions techniques concernant le traitement des effluents de ces différentes fermes et leur éventuelle valorisation ont été recherchées et mises en œuvre. L'impact de la mise en fonction des outils de traitement sur la qualité du milieu récepteur des effluents a été évalué et une estimation économique du coût des systèmes mis en place a été fournie. Quelque soit le type de ferme, l'objectif premier a été de séparer aussi complètement que possible les rejets liquides des rejets solides. Le schéma général des traitements mis en œuvre dans les fermes partenaires est présenté ci-dessous.



La possibilité de valoriser **les boues** issues d'élevages de poissons marins et d'eau douce a été abordée à travers l'évaluation de leur valeur agronomique et des essais de fertilisation de différents types de culture (légumes, prairies essentiellement). Leur valeur agronomique est bonne quelque soit le système qui les produit, mais, comparées à d'autres fertilisants agricoles, leur utilisation nécessite des précautions particulières.

Compte tenu des forts débits d'eau utilisés par kg de poisson produit (proche de 100 m<sup>3</sup>/kg), la composition des **eaux d'élevage filtrées** issues des fermes d'eau douce ou d'eau

de mer en circuit ouvert et la législation en vigueur permettaient qu'elles soient rejetées directement dans l'environnement sans autre traitement. L'application de la DCE va remettre en question cette possibilité dans les années qui viennent et des projets sont en cours pour définir des outils de traitement techniquement et économiquement adaptés.

Après filtration mécanique, l'eau issue d'élevages marins en recirculation peut être traitée dans un lagunage à haut rendement algal (LHRA) par une culture d'algues associée. Des études portant sur le fonctionnement du LHRA, déjà engagées dans le cadre d'autres actions de recherches, ont été poursuivies et ont démontré la possibilité de réutiliser l'eau dans le système d'élevage, après passage dans la culture d'algues. Les perspectives de valorisation de la biomasse algale produite se précisent



actuellement, ce qui permettrait une valorisation complète de l'effluent dans des systèmes intégrés et le passage de systèmes en recirculation à des systèmes en circuit fermé.

Les débits des **surageants** issus des processus de concentration des boues sont relativement faibles, mais leur concentration en MES et en N et P sont élevées. Les essais de traitement réalisés dans le cadre du projet Aquaetreat ont porté sur l'utilisation de marais construits plantés de roseaux, qui associent des processus bio-géochimiques dans le lit filtrant à un prélèvement des nutriments par les végétaux, et constituent, dans un système de production intensif en monoculture, un espace naturel propice à l'installation d'une faune diversifiée.

Le tableau ci-dessous synthétise les solutions de traitement testées dans le cadre du projet Aquaetreat.

Système piscicole	Eau douce		Eau de mer	
	Ouvert	Fermé	Ouvert	Fermé
Boues	Fertilisant – Marais construit			
Eau d'élevage filtrée	Rejet dans le milieu naturel			Lagunage algal
Surnageants	Marais construits			

Les résultats du projet Aquaetreat sont actuellement utilisés dans le cadre de nouveaux projets qui seront présentés et discutés.

### Questions-Réponses :

Jérôme Hussnot demande à Jean Paul Blancheton s'il y a eu une évaluation économique de ce type de traitement pour en faire une comparaison avec les systèmes intégrés ?

Jean Paul Blancheton répond qu'il existe un manuel disponible (en anglais) sur le site du projet AQUAETREAT<sup>3</sup> décrivant les aspects économiques de ces systèmes (p143-148). Le coût de traitement revient à 0,2 à 0,4 €/par kilo de poissons produits.

<sup>3</sup> Manual on effluent treatment in aquaculture: science and practice  
[http://www.finefish.info/aquaetreat/manual\\_en.asp](http://www.finefish.info/aquaetreat/manual_en.asp)

DU TRAITEMENT DES REJETS VERS LES SYSTEMES INTEGRES  
QUELQUES RESULTATS DU PROJET AQUAETREAT



**AQUAETREAT**

**Improvement and Innovation of  
Aquaculture Effluent Treatment  
Technology**

**JP. Blancheton et E. Roque d'Orbcastel**  
Ifremer, Station de Palavas

Des systèmes intégrés multi-trophiques pour une aquaculture durable – Journée SEACASE Rochefort – 8 Octobre 2009


**Le Consortium Aquaetreat**

**Coordination:**  
Università di Lecce (It)  
Federation of European  
Aquaculture Producers (B)

**PME:**  
STM Aquatrade (It), Maribrin (It),  
Comité Interprofessionnel des  
Produits de l'Aquaculture (F),  
Hoghoj Trout farm (Dk)

**Instituts de recherche:**  
Università di Lecce (It),  
IFREMER (F), University of Wales  
Swansea (UK), Institute of  
Grassland and Environmental  
Research (UK)

**Partenaires associés:**  
Hydrotech (S), Blue Water Flat  
Fish farm (UK)

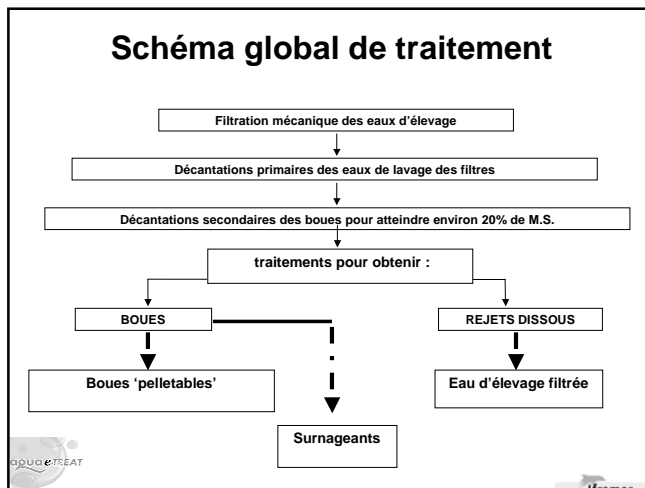


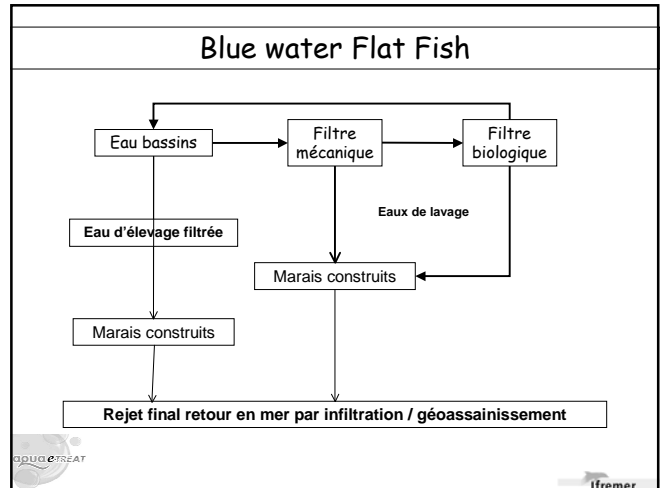
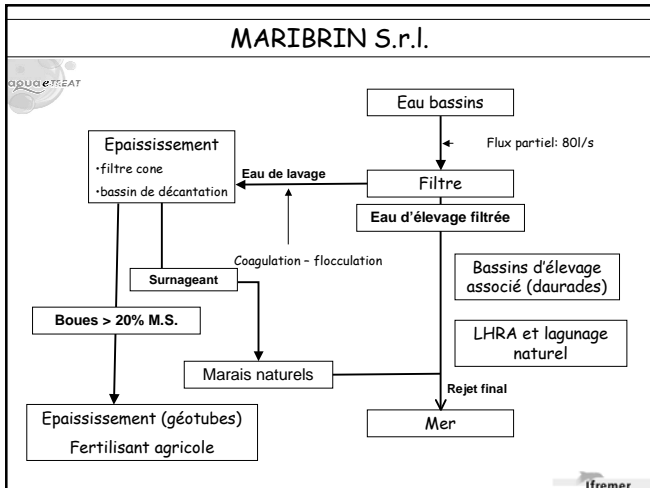
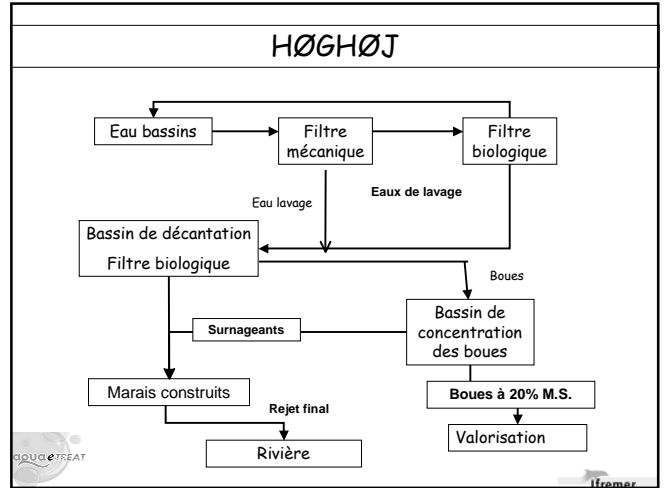
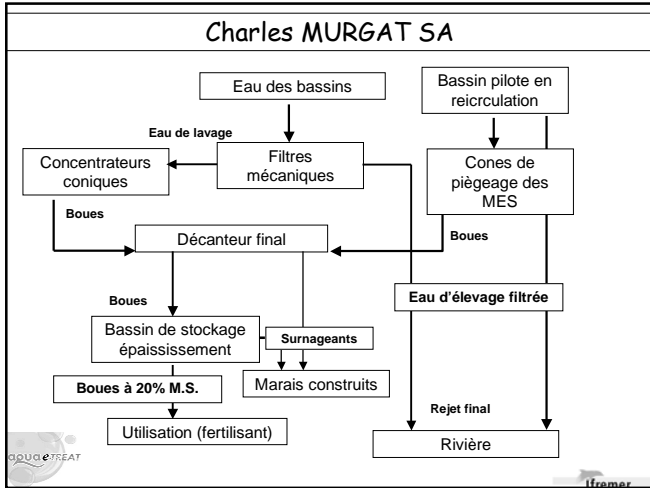
**Différentes tâches**

- Conception et optimisation des systèmes de traitement
- Caractérisation des rejets (avant et après traitement)
- Valorisation des rejets (eau et boues)
- Evaluation de l'effet du traitement sur l'environnement
- Faisabilité économique et impact sur la ferme
- Dissémination [www.aquaetreat.org](http://www.aquaetreat.org)
- Formation

**4 piscicultures partenaires**

- Eau douce / ouvert (France, Murgat, 650 t, truite saumon de fontaine et omble chevalier)
- Eau douce / recirculé (Danemark, Hoghoj trout farm, 85 t, truite)
- Eau de mer / ouvert (Italie, Maribrin, 150 à 200 t, bar daurade)
- Eau de mer / recirculé (G.B., BFF, 150 t, turbot)





### Caractéristiques des effluents

	MES g/l	DBO5 mg/l	N total g/l	P Total g/l	K total g/l	Débits L/jour*T stock
Eau filtrée	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup> 510 <sup>-2</sup>	10 <sup>-5</sup> 510 <sup>-4</sup>		500 000 1 à 10 %
Surnageant	0.5-10	200	0.01-0.1	0.02-0.2	0.8	100
Boue piscicole	200	5000	2-10	2-12	0.4	30
Lisier de porc	60	10 <sup>4</sup>	6	6	4	150

Grandes variations de composition selon le type de poisson, l'aliment utilisé et le temps de stockage

## Les boues



**Evolution dans le temps**


	Sortie décanteur	+ 3 mois	+ 6 mois
MES %	0.3	10	35
M. orga. % MS	70	60	45
M. miné. % MS	30	40	55
COT g/kg MS	600	400	250
N T g/kg MS	80	35	28

**Valorisation des boues**

Bonne valeur agronomique théorique: contient les principaux nutriments nécessaires aux récoltes.  
 Na<sup>+</sup> n'est pas un Pb si filtres lavés à l'eau douce (turbot)  
 Application comme fertilisants agricoles (5-150 m<sup>3</sup>/ha) en préparation des sols pour laisser aux nutriments (forme organique) le temps nécessaire à leur bio- disponibilité.  
 Compostage

Autres utilisations possibles:


- Bio-fertilisation d'étangs aquacoles (microfaune Détritivore valorisable) pour élevage d'espèces à haute valeur (post-Larves de péneïdes...)
- Elevage de vers marins (fermes existantes)



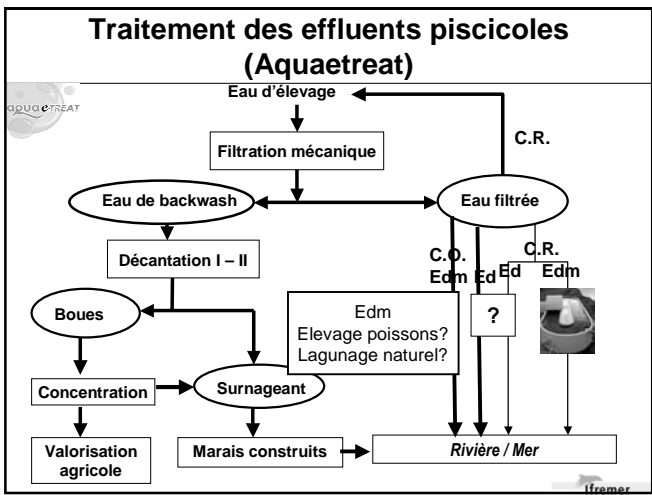
**Les surnageants**

**Traitement des surnageants**

Truiculture en C.O. débit de surverse: 13 m<sup>3</sup>.j<sup>-1</sup>  
 Chargée en MES (350 mg.l<sup>-1</sup>) et en éléments dissous (N-NH<sub>4</sub>: 4 mg.l<sup>-1</sup>, P-PO<sub>4</sub>: 1.5 mg.l<sup>-1</sup>, N-NO<sub>2</sub> N-NO<sub>3</sub><1mg.l<sup>-1</sup>)  
 Traitement par marais construits avant rejet en rivière



**L'eau filtrée**



## Lagunage à haut rendement algal

99% de macroalgues (Ulves) toute l'année  
 50% d'efficacité moyenne annuelle d'épuration sur N et P  
 Réutilisation de l'eau traitée sans effet négatif sur les poissons (performances ou qualité de la chair)



Une biomasse de 2T de bars nécessiterait 300 m<sup>2</sup> de lagunage qui produiraient environ  
 - 1 T de macro algues  
 - 50 kg de phytoplancton par an (poids sec).

## Les nouveaux projets



**PRO**duction piscicole responsable et durable dans un environnement **PRE**servé

2006-2008  
IDAqua (ADAR)

Outil d'évaluation de la durabilité (entreprise)

2004-2007  
AquaETreat (UE)

Outils de traitement des effluents

Projet PROPRES - 2008-2011 - (CASDAR)

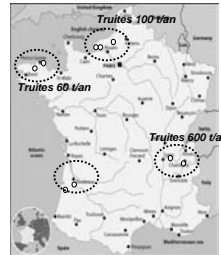
Phase 1: Évaluation des rejets et de l'état des milieux récepteurs  
 Phase 2: Test de systèmes de traitements des effluents  
 Phase 3: Analyse et diffusion des résultats

## Partenariat du projet PROPRES

**Coordination:** CIPA - ITAVI

**Partenaires:** INRA Rennes, IFREMER, Agrocampus Rennes

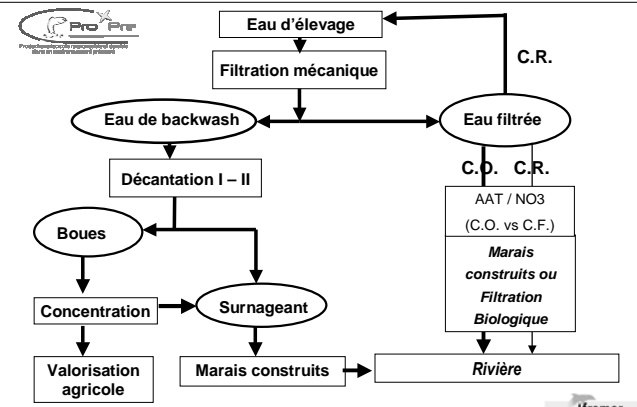
**Autres partenaires:** SYSAAF, BET, Consultants, syndicats de salmoniculteurs



	Suivi environnemental	Systèmes de traitement
Bretagne	X X	X
Normandie	X X X	X
Landes	X X	
Sud Est	X X	X



## Traitement des effluents piscicoles (PROPRES)



## Perspectives

### Bio-remédiation du CO<sub>2</sub>: projet VASCO2

Des milliers de tonnes de CO<sub>2</sub> produit industriellement à biore médier en produisant du phytoplancton... sur des effluents aquacoles?

### Ulves de qualité contrôlée: projet Novapharm

Intérêt fort pour des ulves de composition biochimique contrôlée  
 Développement d'une méthode basée sur le LHRA?  
 Couplage avec des piscicultures marines?

## POUR TRAITER LES EFFLUENTS D'UNE ECLOSERIE DE POISSONS MARINS : LAGUNAGE OU SYSTEME INTEGRE ?

Bruant J-S.<sup>1\*</sup>, **Fabre R.**<sup>1</sup>, Hamdaoui M.<sup>1</sup>, Cariou S.<sup>1</sup>, Hervé A.<sup>2</sup>, Kaas R.<sup>2</sup>, Dupuy B.<sup>3</sup>, Richard M.<sup>4</sup>, **Hussenot J.**<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Ferme Marine de Douhet LGP, Port du Douhet 17 840 La Brée Les Bains, France

<sup>2</sup>Ifremer PBA, Rue de l'île d'Yeu, BP 21105 44311 Nantes cedex 3, France

<sup>3</sup>IFREMER, Dépt Amélioration Génétique, Santé Animale, Environnement, 85230 Bouin, France

<sup>4</sup>CNRS-Université de La Rochelle, UMR 6250 LIENSs, 17042 La Rochelle Cedex 01, France

\*contacts : [bruant@douhet.com](mailto:bruant@douhet.com) ; [jerome.hussenot@ifremer.fr](mailto:jerome.hussenot@ifremer.fr)

Parmi les études de cas examinées dans le cadre du projet européen SEACASE, l'Ifremer avait proposé pour la France, les systèmes intégrés d'élevage. Pourquoi ? Parce que contrairement aux autres pays sud-européens plus privilégiés du point de vue climatique et hydrologique, l'aquaculture extensive et semi-intensive *sensu stricto*, en marais et lagunes n'est viable que sur des cycles courts (la crevette impériale), mis à part chez les poissons une espèce particulière, l'anguille, laquelle peut résister aux froids hivernaux rigoureux sans difficulté. Par contre associer des élevages extensifs secondaires en aval des fermes intensives qui rejettent à la fois (i) des eaux riches en azote, phosphore et gaz carbonique, et (ii) des eaux thermorégulées permettant la survie, et même la croissance des poissons marins, paraît un assemblage intéressant. Car ces élevages secondaires avec l'aide de l'énergie solaire peuvent à la fois traiter les effluents des élevages primaires, et produire des microalgues ou des macroalgues valorisables directement ou dans une chaîne alimentaire simplifiée.

C'est cela que nous avons examiné dans une collaboration étroite entre profession (FMD) et recherche (Ifremer). La Ferme Marine de Douhet disposait de 12 bassins de terre de 500 m<sup>2</sup> chacun (profondeur 1m20), en aval de la ferme et qui recevait les effluents de la ferme (débit d'environ 3800 m<sup>3</sup>/jour) pour un traitement par lagunage naturel (non aéré) déjà en place. Mais pouvait-on améliorer les performances d'épuration des éléments azotés et phosphorés contenus dans les effluents ?

Pour ce faire, faut-il favoriser une production primaire microalgale associée à des filtreurs (huîtres en finition), ou préférer des macroalgues ? Doit-on les ramasser ou les laisser croître et mourir « naturellement » ? Quelle espèce favoriser, entre les Ulvacées ou les Chaetomorphes qui se développent d'elles-mêmes dans ces bassins ? Ou peut-on introduire une espèce de Gracilariacées, qui aurait peut-être plus de possibilités de valorisation ? Quelles conditions hydrologiques favoriser pour optimiser telle ou telle espèce végétale, sachant que l'hydrodynamisme (courant), l'irradiance solaire reçue (transparence de l'eau), les éléments nutritifs disponibles (concentration en azote et phosphore minéral) sont des facteurs importants dans le développement des algues ?

Pour avoir une réponse globale nous avons fait varier le temps de résidence dans les 4 blocs de bassins de lagunage qui comportent chacun 3 bassins reliés en série. En 2008 nous avons comparé un système à renouvellement lent (3 jours de temps de résidence), nécessaire pour favoriser la production de blooms de microalgues (phytoplancton marin), et un système à renouvellement rapide (1 jour de temps de résidence) favorisant plus les macroalgues. Il apparaît que le régime lent est le seul qui permette un bilan d'oxygène compatible avec la survie des espèces aquatiques animales (poissons, crevettes), mais que les blooms phytoplanctoniques à diatomées ne se sont bien développés qu'au printemps. Ils sont ensuite probablement gênés avec la montée de température des eaux, par les flux des éléments nutritifs provenant du sédiment, et le développement inévitable en été de macroalgues qui sont connues pour ralentir et bloquer la croissance des microalgues. Le

régime rapide par contre favorise bien les ulves, mais provoque ensuite un auto-ombrage limitant la lumière reçue, lorsque les biomasses augmentent démesurément (4kg/m<sup>2</sup>). Il s'en suit des phénomènes de dystrophie avec réduction jusqu'à zéro des concentrations en oxygène dissous (anoxie) durant la nuit, et même, à certaines périodes, jusqu'en fin de matinée. Ces bassins ne sont donc pas gérables dans un système intégré pouvant comporter des espèces aquatiques animales, puisque nous avons des successions rapides de production et de sénescence des ulves. La détermination de l'espèce indigène a été faite par des techniques bio moléculaires ; il s'agit de l'espèce *Ulva rigida*. En 2009, sachant que la voie microalgue/bivalve n'était pas envisageable (trop grand nombre de bassins nécessaires pour traiter tous les effluents de la ferme, irrégularité des blooms, fréquence rapprochée des vidanges totales pour redémarrer un bloom) malgré des succès dans la qualité des huîtres affinées, la voie « macroalgues » a été retenue. Le débit a été réduit à un niveau intermédiaire par rapport à l'an passé (1 renouvellement tous les 2 jours), et la gestion passive ou active vis à vis des macroalgues a été comparée. L'objectif était de voir si le ramassage journalier des ulves produites avait un effet positif sur le traitement, ou si les bassins contenant d'autres espèces (chaetomorphes ou gracilaires) dont le cycle de vie plus long ne nécessite pas un ramassage rapproché, pouvaient avoir les mêmes performances. Les résultats montrent que encore une fois le débit reste trop rapide pour cultiver des espèces animales (crevettes, daurades) sans risque de mortalité par hypoxie. La respiration et la dégradation bactérienne font baisser durant l'été les taux d'oxygène dissous en dessous des seuils limites lorsque les ulves sont en phase de sénescence. Au taux de résidence choisi en 2009 (2 renouvellements par jour), seul le bassin où les algues sont quotidiennement récoltées présente un niveau d'oxygène élevé et stable durant toute la période estivale. Egalement, il est apparu dans les calculs des bilans azotés, que le bassin récolté journalièrement en ulves, éliminait beaucoup mieux l'azote des effluents, et bien au delà du seul azote contenu dans la biomasse algale extraite du bassin. Des phénomènes de dénitrification en zone hypo- ou an-oxiques ou de volatilisation de l'ammoniac, sont probablement à l'origine de pertes dans l'atmosphère d'azote gazeux (N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>). Des études détaillées sur l'échappement de ces gaz seraient intéressantes à entreprendre pour en vérifier le type, et le volume échappé.

La FMD est en train de réaliser une étude de faisabilité technico-économique sur les moyens de valoriser les ulves qu'elle pourrait collecter. La qualité des algues obtenues durant l'été 2009, apparaît de grande qualité, d'après les transformateurs interrogés : fraîcheur, qualité sanitaire (bactéries et métaux). Une unité de collecte mécanisée et de séchage avant expédition est à l'étude.

Si ce projet se concrétise, c'est bien un système intégré d'élevage produisant des alevins et des macroalgues marines qui sera mis en place à la FMD.

### Questions-Réponses :

Jérôme Hussenot demande à Jean Sébastien Bruant (Ferme Marine de Douhet) s'il envisage d'utiliser une solution parmi celles proposées par le programme SEACASE.

Jean-Sébastien Bruant répond que dans un premier temps il trouvait que l'idée de valoriser les rejets de sa ferme piscicole lui semblait surprenante, au final, il est assez content des résultats de ces expériences. Ce type de système engendre une double gratification en protégeant l'environnement, en valorisant l'ulve et en créant un emploi. Avec 50 000 € de revenus (production de 10 tonnes en sec), il serait favorable à l'idée d'épurer les rejets de la Ferme Marine du Douhet par la production d'ulves. Il ajoute qu'il pourrait créer un nouvel emploi.

Jérôme Hussenot indique qu'il faudrait faire un bilan d'azote plus complet sur le site. Il a remarqué qu'il y a une perte d'azote très importante dans le système, supérieure au transfert dans l'algue extraite du système. Selon lui, cette perte serait due à des processus de dénitrification en milieu anaérobie et à l'échappement d'azote gazeux dans l'atmosphère. Il faudrait faire des analyses pour vérifier ces hypothèses.

Jérôme Hussenot conclut le débat en spécifiant que les ulves récoltées en système intégré sont de très bonne qualité comparativement à celle des ulves issues de marées vertes.



## POUR TRAITER LES EFFLUENTS D'UNE ÉCLOSERIE DE POISSONS MARINS : LAGUNAGE OU SYSTEME INTEGRE ?

Bruant J-S.<sup>1</sup>, Fabre R.<sup>1\*</sup>, Hamdaoui M.<sup>1</sup>, Cariou S.<sup>1</sup>,  
Hervé A.<sup>2</sup>, Kaas R.<sup>2</sup>, Dupuy B.<sup>3</sup>, Richard M.<sup>4</sup>,  
Hussenot J.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Ferme Marine de Douhet LGP, Port du Douhet 17 840 La Brée Les Bains, France  
<sup>2</sup> Ifremer PBA, Rue de l'île d'Yeu, BP 21105 44311 Nantes cedex 3, France  
<sup>3</sup> IFREMER, Dépt Amélioration Génétique, Santé Animale, Environnement, 85230 Bouin, France  
<sup>4</sup> CNRS-Université de La Rochelle, UMR 6250 LIENSs, 17042 La Rochelle Cedex 01, France



Des systèmes intégrés multi-impliques pour une aquaculture durable - Journée Seacase Rochefort - 8 Octobre 2009



## Partie 1 Traitement des effluents d'une écloserie de poissons marins par lagunage et production de macroalgues

Rémy Fabre

Ecole d'ingénieur ENITA Bordeaux



### Acteurs et objectifs du projet

- Ferme Marine de Douhet
  - Production :
    - 25 Millions d'alevins
    - 1 milliard d'œufs
- Traitement des effluents de l'écloserie / loi sur l'eau de 2015
  - 3 espèces de macroalgues :

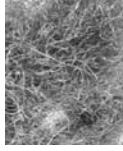
*Ulva rigida*



*Gracilaria vermiculophylla*



*Chaetomorpha sp.*



### I Matériel

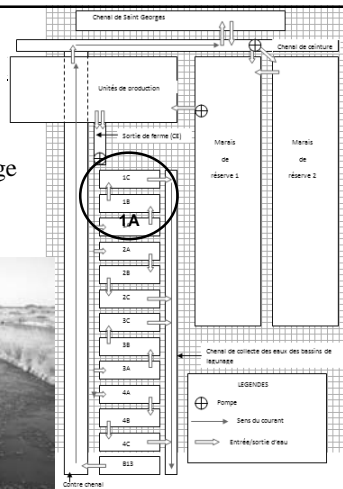
#### Le circuit d'eau

- ✓ En amont : les unités de production



#### Le circuit d'eau

- ✓ En aval : le lagunage

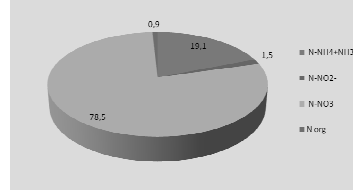


#### Les effluents de la ferme

- ✓ Quantité : 3670 m<sup>3</sup> / j

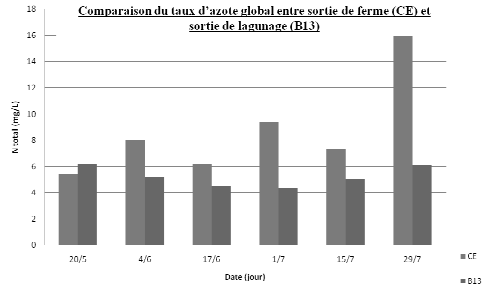
Année	Séries	Temps de résidence par série	Taux de renouvellement journalier
2008	Débit lent	3 jours	33%
	Débit rapide	1 jour	100%
2009	Débit moyen	2 jours	66%

Répartition des différentes formes des 7.2 mg/L d'azote en sortie de ferme



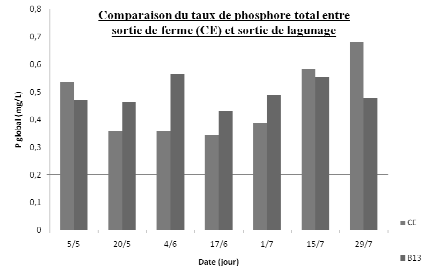
## Epuración de l'azote global

- 40% d'épuration en N global
- Epuration 2009 = 2008
- Meilleur potentiel épuratoire avec les débits appliqués en 2009
  - Curage en Mars 2008 - pas de flux azoté du sédiment vers la colonne d'eau
  - 2009 pas de curage : stockage de l'azote dans le sédiment l'hiver et rejets dans la colonne d'eau l'été



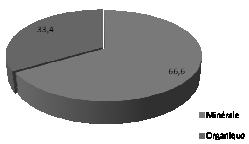
## Epuración de Phosphore total

- 6 % de P produits par le lagunage
- 29% d'épuration en 2008 avec curage
- Nécessité de curer les bassins
- Faire des analyses régulières du sédiment



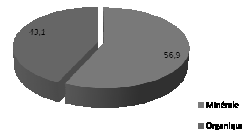
## Epuración des Matières En Suspension (MES)

Répartition des 23,2 mg/L de MES en sortie de ferme



- Réduction de 71 % des MES
- Plus forte réduction de la part minérale

Répartition des 6,7 mg/L de MES en sortie de lagunage



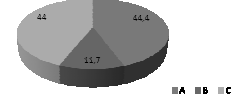
## Epuración en N Inorganique Dissous (NID) des séries 1, 2 et 4

	1A	2A	4A	CE
NID (mg/L)	4,02	6,22	7,22	8,17
% d'épuration	50,8	23,9	11,6	0,0

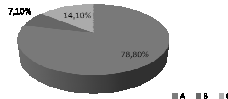
  

Bassins	1C	2C	4C	CE
NID (mg/L)	2,8	4,2	5,5	7,8
Taux d'épuration (%)	64,4	16,0	29,3	0

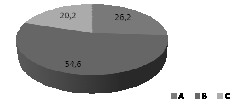
Part de chaque bassin dans l'épuration en NID de la série 2



Part de chaque bassin dans l'épuration en NID de la série 1



Part de chaque bassin dans l'épuration en NID de la série 4

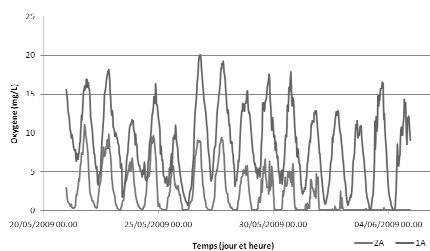


## Variations nyctémérales en oxygène des bassins 1A et 2A

### A Comparaison des concentrations en oxygène entre le bassin

#### 1A (récolte d'ulves) et 2A (sans récolte) durant 15 jours

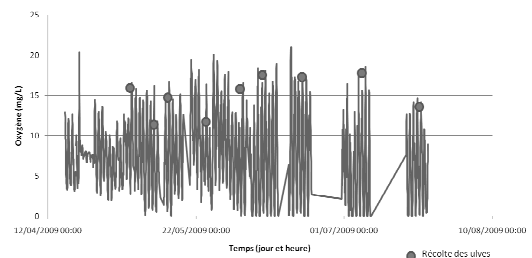
- Plus grande amplitude dans le bassin 1A
- [O<sub>2</sub>] > 0 dans le bassin 1A
- Récolte des ulves favorable au maintien d'un meilleur taux d'oxygène
- Meilleure photosynthèse dans le bassin 1A = meilleure croissance algale
- La récolte d'ulves stimule leur croissance en réduisant l'auto-ombrage



## B Comportement du 1A

### - Cycles

- Augmentation du taux d'oxygène avant la récolte
- Baisse après la récolte puis ré-augmentation
- Si l'intervalle entre 2 récoltes > à 1 semaine : baisse du taux d'oxygène
- Il faut récolter au moins toutes les semaines



Variations nyctémérales de la concentration en oxygène dans le bassin 1A durant 4 mois

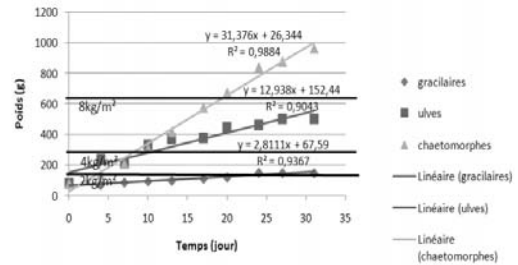
## Production en macroalgues du lagunage



## Production en macroalgues du lagunage

### A Croissance expérimentale en paniers : densité = 1kg/m<sup>2</sup>

- Croissance **chaetomorphes** > Croissance **ulves** >> Croissance **gracilaires**
- Doublement de la densité en :
  - 2 j pour les chaetomorphes puis 6 j puis 12 j
  - 4 j pour les ulves puis 6 jours. Densité > 7kg/m<sup>2</sup> = perte de biomasse
  - 25 j pour les gracilaires
- Croissance linéaire = facteurs limitant (densité, photoinhibition, nutriments...)



Croissance des trois espèces de macroalgues avec une densité initiale de 1kg/m<sup>2</sup>

### ✓ Calcul de la production correspondante

Algues	Production Juin – Septembre (t)
Ulves	95
Gracilaires	26
Chaetomorphes	118

### ✓ Calcul de l'épuration azotée correspondante

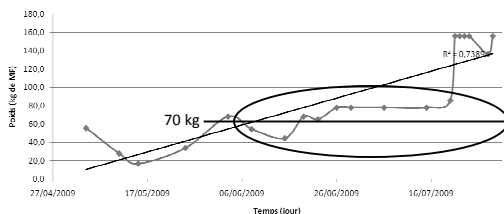
Algues	Teneur en N (%)	Teneur en eau (%)	Taux de croissance à 1 kg.m <sup>-2</sup> (%/j)		Gain de biomasse journalier en PS à 1 kg.m <sup>-2</sup> (g.m <sup>-2</sup> )	Epuration en N par bassin (g/j)
			Calculé	Théorique		
Ulves	3,25	90,0	10,2	18 – 28	13,2	210
Gracilaires	7,1	85,6	2,4		4,4	155
Chaetomorphes	1,8	92,3	12,7	8,7 - 13	12,7	115

- L'ulve a le meilleur potentiel épuratoire
- Sous-estimation de la production d'ulves puisque chaque bassin retient entre 2 et 4 kg d'N/j
- Ou autre facteurs majeurs responsables de l'épuration

## B Récolte d'ulves dans le bassin 1A



## B Récolte d'ulves dans le bassin 1A



- **70 kg d'ulves** produites en moyenne chaque jour sur les 4 mois (hors récolte quotidienne)
- **100 t de MF** d'ulves de Juin à Septembre sur le lagunage
- Une récolte quotidienne **double** la production
- Tester à l'avenir l'effet d'une récolte quotidienne sur l'épuration azotée
- Récolte hebdomadaire double ou quadruple déjà l'épuration en NID
- Effet indirect des ulves sur l'épuration en N

## Valorisation de l'ulve


- ✓ L'espèce à favoriser
  - Meilleur potentiel épuratoire
  - Facilité de récolte
  - Plus compatible avec l'élevage extensif de daurades
  - Eradication des gracilaires
  - Mauvaise épuration des chaetomorphes mais cycle de vie plus long
- ✓ Méthanisation
  - Techniquement possible
  - Production saisonnière
  - Production de méthane non rentable / lourds investissements
  - Intérêt supplémentaire à la simple production de méthane : subventions
  - Dépollution des côtes bretonnes ?
  - Peu de nuisances en Charente-Maritime
  - Faibles quantités pour justifier l'élaboration d'un tel projet



✓ **Algue alimentaire**

- Propriétés


- Riche en protéines et fibres
- Riche en acide gras essentiels
- Riche en fer
- Riche en iode



✓ **Pharmaceutique**

- Propriétés

- Antioxydantes
- Antiradicalaires
- Anti-inflammatoires
- Photoprotectrices



✓ **Qualité des ulves**

Eléments	Teneurs en mg/kg de matière sèche		
	Ulves en Juin 2008 (CEVA)	Ulves en Septembre 2008 (CCMAR)	Réglementation française pour les algues alimentaires
Arsenic minéral	0.7	2.1	3
Cadmium	0.14	0.034	0.5
Mercuré	0.026	<SD	0.1
Plomb	< 0.9	0.075	5
Etain	< 1.7	Non mesuré	5
Iode	70		7000



  

Analyses	Résultats	Unités	Réglementation
Flore mésophile aérobie à 30°	5000	UFC/g	10000
Anaérobies sulfito-réducteurs à 46°C	<10	UFC/g	100
Staphylocoques	<10	UFC/g	100
Coliformes thermo tolérants à 44°C	<10	UFC/g	10
Clostridium perfringens à 37°C	<1	UFC/g	1
Salmonelles à 37°C	Absence/25g	UFC	Absence/25g
Listéria monocytogenes (recherche)	Absence/25g	UFC	Absence/25g
Listéria monocytogenes (dénombrement)	<100	UFC/g	100

*Seacase*

**Recherche d'espèces animales pouvant être associées dans les bassins de lagunage**





Jérôme Husenot et al.

*Seacase*

**ESSAIS 2008**

- **Microalgues-bivalves**
  - Bonne stimulation de blooms de diatomées au printemps, et automne
  - Finition d'huîtres en 4-5 semaines
  - Echec en été
  - Nécessité d'un traitement lent (TR 3j)

**Index de Qualité**

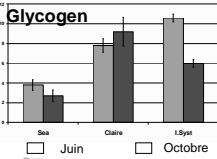
QUALITE DU PRODUIT

	Time	O-Mer	O-Claire	O-AïMT
Avril	41(2N)	11.5 <sup>a</sup>	13.5 <sup>a</sup>	18.5 <sup>b</sup>
Juin	35(3N)	10.2 <sup>a</sup>	18.6 <sup>b</sup>	14.1 <sup>b</sup>
Octobre	40(2N)	6.5 <sup>a</sup>	11.3 <sup>b</sup>	12.7 <sup>b</sup>

**Microbiologie (E.coli)**

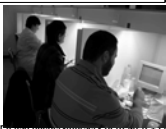
	O-Mer	O-Claire	O-AïMT
Juin	< 230 E coli / 100 g		
Oct	< 230 E coli / 100 g		

**Glycogène**



**Tests sensoriels**

Résultats proches pour les huîtres O-Claire et O-AïMT




Ifremer WP 3.3 - Integrated system as an effluent treatment pond system for...

*Seacase*

**ESSAIS 2008-2009**

- **Macroalgues-crevettes**
  - Très bonne croissance
  - 520 crevettes pm 3,1g (01/07/08)
  - 141 crevettes pm 43,1g (10/10/08)
  - survie >27%, bp restées dans le bassin
- Seul le système lent (A : microalgues, B: macroalgues + crevettes, C: macroalgues + dorades) permet l'élevage d'animaux marins
- Mortalité par anoxie avec TR = 2j
- Faible impact sur la réduction de N

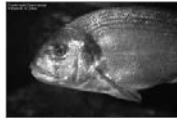




## ESSAIS 2008 et 2009

### • Dorades en extensif

- 2008 (6/05) 0,1i/m<sup>2</sup> (pm: 285g)
- 2009 0,5/m<sup>2</sup> (≈300g)
- Déficit en oxygène -> mortalité
- Seul le système lent (A : microalgues, B: macroalgues + crevettes, C: macroalgues + dorades) permet l'élevage d'animaux marins
- Qualité exceptionnelle des dorades
- 2 mois suffisent pour modifier la qualité de la chair en une qualité sauvage
- Poids final 2008 (27/11): 465g
- Croissance plus lente à 0,5i/m<sup>2</sup>



## CONCLUSION

- Les ulves avec récolte permettent la meilleure élimination de l'azote global,
- Un temps de résidence de 2 jours suffit,
- L'association d'espèces animales n'est pas envisageable en raison de risques d'anoxie en été,
- L'ulve (*U. rigida*), espèce opportuniste indigène donne les meilleurs résultats si les biomasses présentes ne dépassent pas 4kg/m<sup>2</sup>



## L'INTEGRATION MULTI-TROPHIQUE EN AQUACULTURE N'EST PAS UN LONG FLEUVE TRANQUILLE EN EUROPE : POSITIONS DU PROJET EUROPEEN AQUAGRIS

Lefebvre S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université de Lille Nord de France, CNRS, UMR 8187 LOG « Laboratoire d'Océanologie et Géosciences » Station Marine de Wimereux, 28 avenue Foch, 62930 Wimereux, France

\*contact : [sebastien.lefebvre@univ-lille1.fr](mailto:sebastien.lefebvre@univ-lille1.fr)

Tous les indicateurs montrent que l'aquaculture est en fort développement au niveau mondial et les considérations environnementales sont maintenant un point d'achoppement pour permettre une croissance future de ce secteur de production. Réduire les impacts environnementaux des activités aquacoles doit être pensé et mis en application à toutes les échelles d'espace et d'intensification en utilisant des procédés écologiques comme l'aquaculture intégrée multi-trophique. Les systèmes aquacoles intégrés sont des systèmes multi-trophiques dans lesquelles les organismes cultivés (i) sont interconnectés à travers les transferts de matière et d'énergie (ii) sont cultivés de manière optimale et (iii) peuvent être valorisés à la vente. De nombreux exemples existent dans la littérature scientifique dont certains ont été transposés à une échelle commerciale. Les différents systèmes utilisés à l'heure actuelle dans le monde ont été recensés par la FAO dans leur document *Integrated Agriculture-Aquaculture: A Primer*<sup>4</sup>. En Asie, ces systèmes sont très répandus, mais leur gestion est souvent empirique ou traditionnelle. En Europe, leur utilisation est limitée et techniquement éloignée des pilotes proposés dans la littérature scientifique. Des projets menés par des instituts comme SAMS<sup>5</sup> ou Ifremer sont néanmoins en cours pour transférer ce type de technologie aux producteurs.

Le projet Aquagris<sup>6</sup> (projet collaboratif européen 6<sup>ème</sup> PCRD de 26 partenaires européens et indiens) cherche à identifier les freins à l'utilisation de ce type de système en Europe notamment. A ce jour plusieurs raisons ont été identifiées.

En premier lieu, un ensemble de considérations scientifiques a été évoqué. Elles concernent l'acquisition de nouvelles connaissances sur l'écologie des espèces à interconnecter (associer) et le développement d'outils prédictifs de gestion (modélisation) afin de maximiser la conversion des nutriments. A ce titre, la diversité des associations possibles entre organismes doit être respectée et doit être recherchée en fonction des contraintes environnementales au sens large (écologiques, sociale, économique); imposer une solution unique et globale serait une grave erreur et une imposture à notre sens. Le contrôle des masses d'eau est nécessaire pour optimiser la conversion des nutriments et est facilité lorsque les systèmes sont basés à terre. Cependant, la compétition pour les surfaces émergées disponibles est forte en Europe et oblige les aquaculteurs à implanter leur système en milieu côtier ouvert où le contrôle des masses d'eau est encore impossible<sup>7</sup>. Des modèles hydrodynamiques peuvent être utilisés pour optimiser la position spatiale des différentes cultures mais ceci obligerait les autorités locales à une gestion intégrée de la bande côtière entre plusieurs aquaculteurs mais aussi plus largement au niveau du bassin

<sup>4</sup> <http://www.fao.org/docrep/005/y1187e/y1187e00.HTM>

<sup>5</sup> Scottish Association for Marine Science

<sup>6</sup> Environmental management reform for sustainable agriculture, aquaculture and fisheries (<http://www.aquagris.org/>)

<sup>7</sup> Des solutions technologiques sont en cours de développement (Bag pens, Tampere University of Technology, Finlande)

versant et en connexion avec l'agriculture (intégration aquaculture-agriculture à grande échelle).

En second lieu, il apparaît que l'information scientifique et technologique n'est pas disponible pour les producteurs sous la forme de guide et de manuel. De même, la création de pilote de démonstration et de centre de formation doit être également privilégiée pour promouvoir une approche multi-disciplinaire (technique et économique) et multi-trophique des systèmes intégrés en faveur des producteurs mais aussi des consommateurs. La monoculture intensive doit être englobée dans une approche pour la « polyculture ». Ces avancées technologiques doivent être également relayées dans les centres de formation universitaire et académique. Les petites unités de production plutôt que les grands systèmes sont les plus à même à appliquer ce type de technologie. Les autorités locales et les gouvernements ont nécessairement un rôle d'incitation financière à jouer pour promouvoir ce type de systèmes.

Enfin, les points de vue législatif et marketing ne doivent pas être oubliés et doivent même accompagner les mesures scientifiques et technologiques. En Asie mais aussi dans certaines régions de l'Europe méditerranéenne (Israël, sud de l'Espagne), l'intérêt pour l'aquaculture intégrée est directement lié à la limitation des ressources (eau, nourriture) alors qu'en Europe l'intérêt coïncide avec les pressions environnementales. Autrement dit, le législateur doit contraindre les producteurs à la gestion de leur déchet et ainsi favoriser le développement des systèmes intégrés par exemple. Au Danemark, une loi est en projet pour obliger les pisciculteurs à implanter des filières à moule dans leur bassin de production afin de valoriser et d'exporter les rejets dissous et particuliers produits. Une démarche associée en marketing via des éco-labellisations doit permettre aussi de favoriser les produits issus d'aquaculture propre. D'autre part, certaines législations actuelles empêchent le développement des systèmes intégrés. A titre d'exemple en France, les législations pour les pisciculteurs et les ostréiculteurs sont différentes ce qui rend difficile l'association des deux types de produits dans le même système. De même, Au Royaume-Uni, des distances minima entre types de production doivent être respectées.

A l'image des systèmes aquacoles intégrés qui sont multi-trophiques et multi-disciplinaires, les points de blocage pour le développement de ces systèmes de production sont de plusieurs natures : scientifique, technologique et législatif ; ils nécessitent donc une approche intégrée du problème.

### **Questions-Réponses :**

Directement en raison de l'horaire le débat final a été engagé



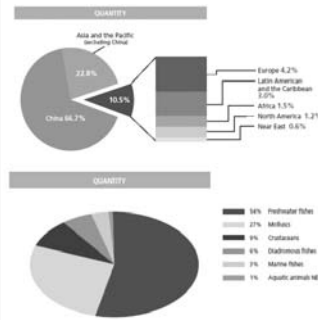
## L'intégration multi-trophique en aquaculture n'est pas un long fleuve tranquille en Europe: positions du projet européen AquAgris

Sébastien Lefebvre  
Professeur (écologie marine)



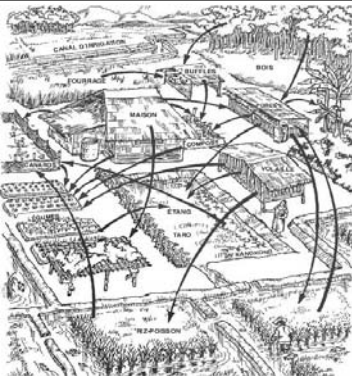
Communication Workshop National Seacase 8 octobre 2009 Rochefort

## Aquaculture dans le monde en 2006 (FAO 2008)



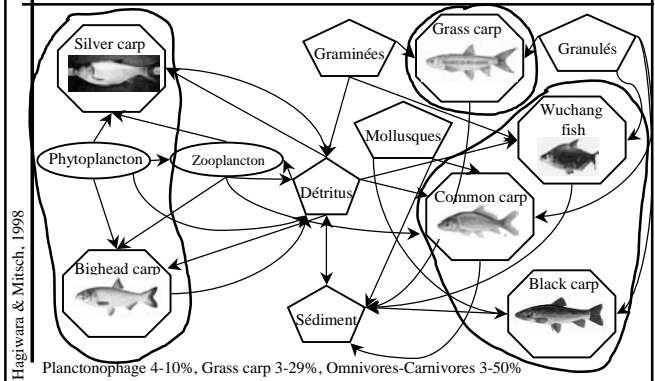
- Asie produit 90% (essentiellement poissons eau douce et mollusques)
- Le reste du monde produit 10% dont mollusques et poissons marins carnivores pour l'Europe

## Système intégrée agriculture-aquaculture (Asie aussi Afrique)



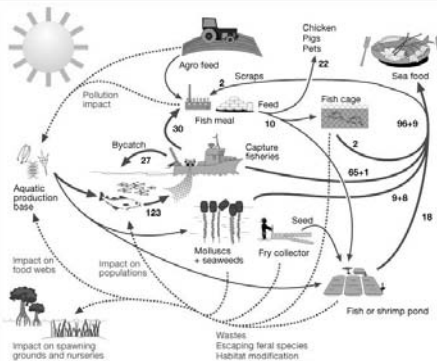
- Intégration avec production de poissons en étang
- Graminées (dt Riz)
  - Déchets animaux
  - Détritus divers

## Aquaculture bottom-up (stimulation productivité naturelle étang, intégré à l'agriculture, Chine continentale)



## L'aquaculture des mollusques et poissons marins dépend entièrement de la production aquatique naturelle

Et impacte nécessairement le milieu...



Naylor et al., 2000

## Définition du terme aquaculture intégré multi-trophique (AIMT)

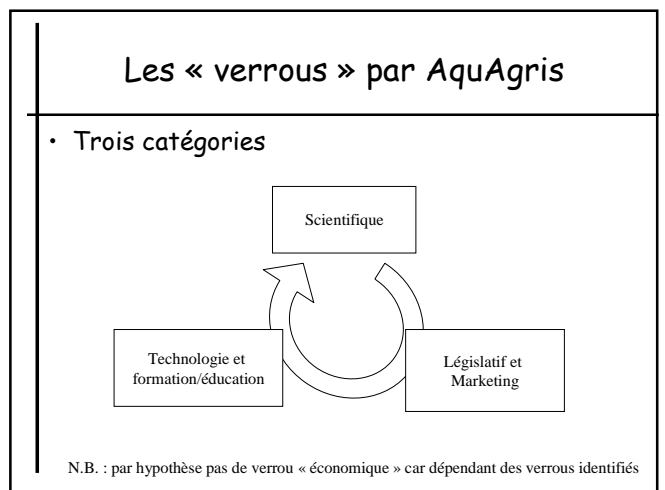
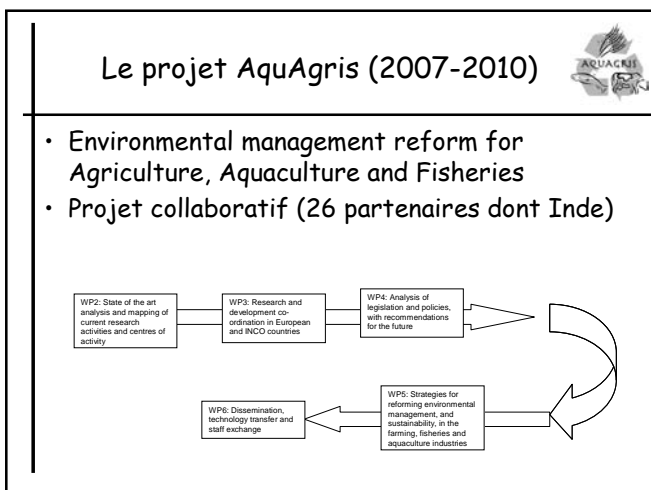
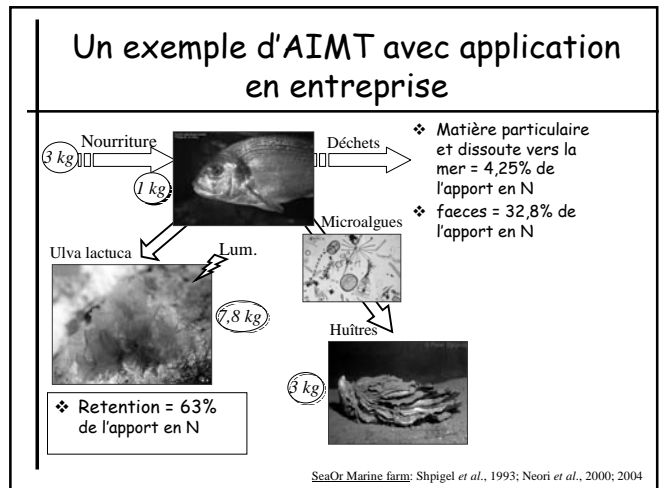
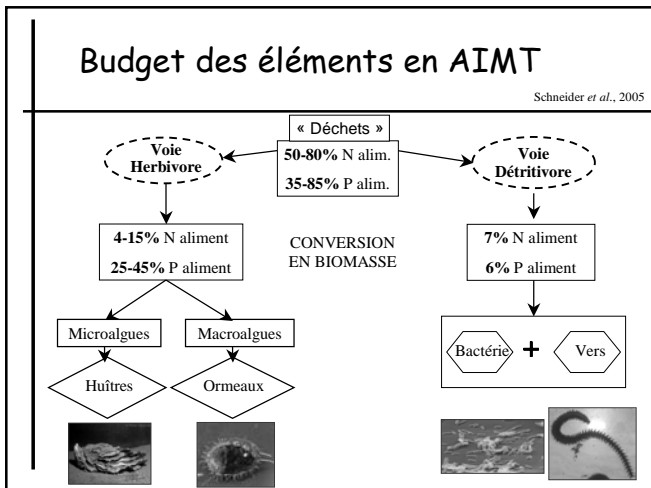
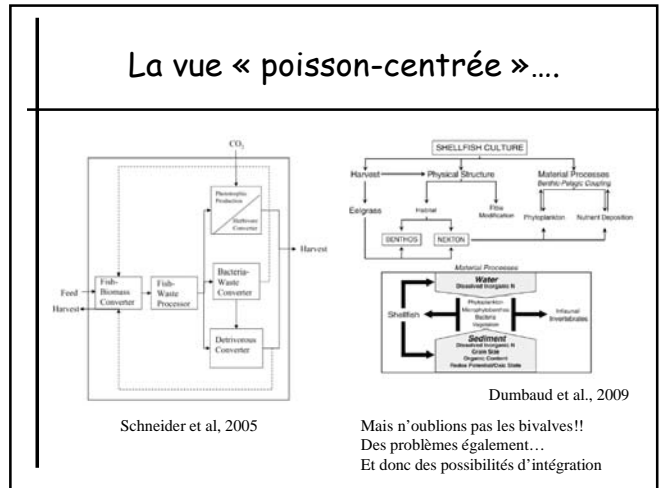
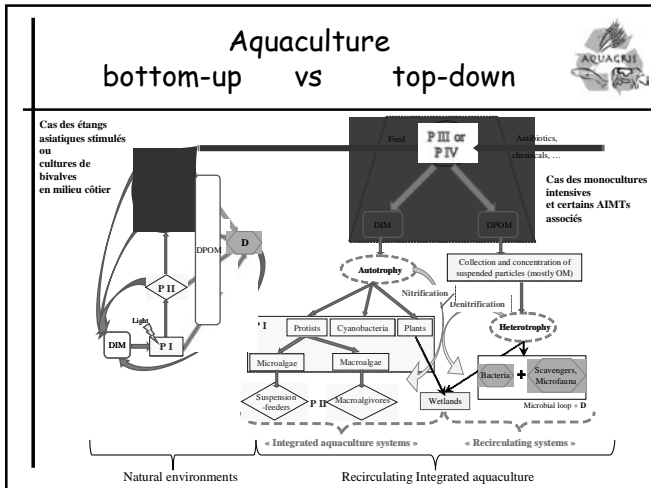
Chopin et al., wikipedia

« L'aquaculture intégrée multi-trophique (AIMT) est une culture pour laquelle les déchets d'une espèce sont recyclés pour devenir les entrants d'une autre ».

En résumé, un réseau trophique classique en milieu naturel

« L'aquaculture intensive de poissons ou crevettes est combinée avec des organismes autotrophes (macroalgues) extracteurs de sels nutritifs et des organismes filtreurs (e.g. bivalves) extracteurs de matière organique pour créer un système équilibré d'un point de vue environnemental, économique, et social »

Je rajouterai qu'il y a contrôle partiel ou total du cycle de vie de chacun des organismes (contenu dans le terme aquaculture) et qu'ils sont négociables à la vente. La définition ne s'applique qu'à l'aquaculture intensive (fed aquaculture en anglais).



## Verrou scientifique

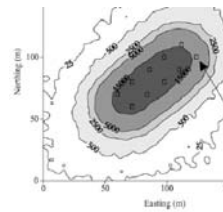
- Au-delà de la biologie d'un organisme son écologie
- Biodiversité= diversité de connections (prise en compte du contexte socio-économique)
- Modélisation outil de choix (gestion/compréhension)
- Contrôle des flux d'eau= contrôle des flux de matière mais:
  - Zones humides et étang peu utilisés
  - Aquaculture marine à terre limitée
- D'où une gestion par modélisation hydrodynamique
- Gestion intégrée des bassins versants et zone côtière?
- Alternative à la production de piscivores
- Des systèmes existent pourtant...(Schneider et al., 2005)

## Modélisation des écosystèmes côtiers exploités

biologie+hydrodynamique+géochimie+physique

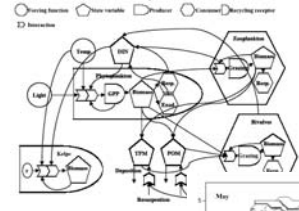
Exemples de modélisation

Evaluer la dispersion des déchets solides autour des cages



Cromey et al., 2002.

Poly-aquaculture dans la baie de Sungo (Chine)



Duarte et al., 2003.

## Verrou technologique

- Passage de la monoculture à la polyculture
- Guide méthodologique indisponible (AIMT pour les « nuls »)
- Développement technologique compatible avec l'économie
- Centre de démonstration
- Producteur mais aussi consommateur
- Education/formation à tous les niveaux (Académique/professionnel/continu: universitaire, BTS, CAP...)

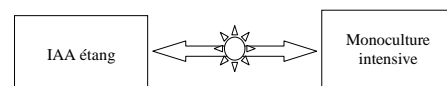
## Verrou législatif et marketing

- Une législation adaptée à la polyculture ? Non!!
  - Cas en France (deux législations séparées pour pisciculture et conchyliculture)
  - Cas au R-U (distance minimale entre cultures)
- Taxe azote, bilan carbone (verrou économique) ?
  - Cas du Danemark (implantation de culture de moules obligatoire lorsque implantation de poissons)
- Eco-labélisation (coup de pouce incitatif mais sans création d'une niche! cf produits bio car AIMT doivent devenir la norme)

## Conclusions

- AIMT oui mais... bottom-up (du bas vers le haut)
- Verrous pluri-disciplinaires
- Maximisation de la conversion d'énergie et de matière
- Etat d'esprit au-delà de la monoculture
- Gestion intégrée des bassins ET des zones côtières (Intégration Agriculture/Aquaculture) en Europe
- Incitation/taxe carbone
- Education/formation

## Conclusion bis: Rechercher et développer une solution intermédiaire



Forte production relative  
Productivité aléatoire  
Intégrée à l'agriculture  
Pour pallier aux manques de ressources

Faible production relative  
Productivité forte  
Dépendant des pêche  
Par pression environnementale

## **LE DEBAT « Demain des systèmes intégrés en Europe : vue de l'esprit ou réalité ? »**

### **compte rendu du débat**

R.D. fait remarquer à Sébastien Lefebvre (Université de Lille), qu'au cours de sa présentation, il a omis de discuter des problèmes sanitaires que pourraient engendrer les systèmes intégrés. Selon R.D., les problèmes sanitaires sont un des verrous les plus forts du développement des systèmes intégrés en Europe.

Sébastien Lefebvre : Les problèmes sanitaires sont plutôt dus à la monoculture intensive plutôt qu'à la polyculture où le système s'équilibre de lui-même. Dans le cas d'une ferme associant l'élevage de bar, de diatomées et d'huîtres, certaines diatomées sont connues pour lutter contre certains pathogènes.

R.D. insiste sur le fait qu'il faut rassurer le consommateur en démontrant ceci. Sébastien Lefebvre indique que ceci est possible en s'associant avec des microbiologistes.

R.D. soulève le problème des mortalités de naissains d'huîtres en France et se demande si le développement de virus est lié à la monoculture.

S.L. répond que ceci n'est pas lié à la monoculture.

Emmanuel Bonpunt (pisciculteur d'esturgeon) indique qu'il n'y pas de problème pour élever des poissons avec des algues mais qu'il lui paraît difficile d'élever différentes espèces de poissons en polyculture car ceci augmenterait les risques de pathologies.

Raphaëla Le Gouvello (Stermor, vétérinaire) indique que le problème est lié à un dépassement de la capacité de charge du milieu que ce soit en monoculture ou en polyculture. ? Elle fait remarquer qu'une approche écosystémique de ces systèmes de culture est un bon challenge pour la recherche future.

Catherine Mariojouis (AgroParisTech) indique qu'il faut être prudent quant à la santé du consommateur. Il faut faire attention au devenir des pathogènes d'un hôte à l'autre mais qu'il faut également surveiller l'accumulation des métaux tout au long de la chaîne alimentaire. Cependant, C.M. pense qu'il n'y aura pas de problèmes sanitaires puisque selon elle, il existera beaucoup de législation quant à l'innocuité des produits des systèmes intégrés (ex. certification) avant leur mise en marché.

Raphaëla Le Gouvello stipule qu'en Chine, dans les années 80, les élevages de canards, porteurs de salmonelles, étaient souvent couplés aux élevages de poissons. Cependant, après vérification, les études ont montré que ces élevages n'avaient aucune incidence sur la santé des consommateurs.

Un participant indique qu'il existe des outils de surveillance pour vérifier ce type de risque sanitaire.

Patrick Hervé (Lycée professionnel de Guérande) indique que le problème de risque sanitaire est plutôt du à un problème de concentration d'espèces plutôt qu'à la monoculture, comme cela a pu être le cas pour des élevages intensifs de poissons ou des élevages extensifs d'huîtres, élevés en grande densité.

P.H. soulève une nouvelle question. SEACASE propose de valoriser les zones humides par l'élevage de poissons mais quant est-il du sel ?

Jérôme Hussenot (IFREMER Bouin) indique que la culture de sel a tout à fait sa place dans ces milieux et même peut être associée dans des élevages intégrés. Il existe des cultures qui associent l'élevage de sel et d'Artemia, ou encore de sel et d'halophytes (eg. Israël). J.H. fait remarquer que pour protéger ces zones, il est souhaitable de favoriser le



développement de multi-activités maritimes. En Andalousie, il existe une grande ferme aquacole extensive « *Veta la Palama*<sup>8</sup> » située dans la zone d'un parc naturel qui élève des poissons pour nourrir l'homme (bassins protégés des oiseaux prédateurs) mais également pour nourrir les oiseaux (bassins sans protection oiseaux).

Denis Bailly (Université de Brest) se demande comment construire un projet de gestion de territoire. Selon lui, il faut commencer par savoir par quel moyen valoriser ces zones. Il donne comme exemple, la production de sel, l'aquaculture, l'agriculture, l'élevage de vaches ... Puis il ajoute qu'il faut se demander par quel moyen d'ingénierie peut-on arriver à développer un tel projet. Il indique qu'il existe beaucoup de solutions de valorisations de ces zones mais qu'au contraire, il existe très peu d'activités sur ces zones. Il en conclut qu'il existe un manque d'entrepreneurs et se demande pourquoi.

Jean-Sébastien Bruant (Ferme Marine du Douhet) indique que le problème numéro un est dû à l'accès au foncier et non à un manque de financement. Il remarque qu'il existe un conflit d'intérêt sur ces zones comme l'élevage d'huîtres, le tourisme et la protection de l'environnement. Il indique que depuis les années 90, aucune ferme piscicole ne s'est développée sur le littoral. Il déclare que 2,5 milliards d'euros sont utilisés chaque année pour acheter des produits étrangers. Il pense qu'au lieu de ceci, cet argent pourrait être utilisé pour la création d'emplois dans le domaine en France.

Jérôme Hussenot demande au responsable de la Ferme Marine des Baleines s'ils ont finalement obtenu le droit de construire une serre pour améliorer le pré-grossissement de leurs poissons en circuit fermé, ce qui réduirait les effluents.

Alexandre Peron (chef d'exploitation de la Ferme Marine des Baleines) indique qu'il n'a pas pu obtenir cette autorisation.

Jean-François Giese (Domaine de Certes) indique qu'il existe peu d'entrepreneurs car l'activité n'est pas rentable. Selon lui, cette discipline demande beaucoup de travail et offre peu de rendement. J.F.G. remarque que SEACASE a pour objectif de développer les activités des zones humides pour élever des poissons. Il se demande pourquoi ne pas utiliser ces zones humides pour développer le grossissement de juvéniles d'espèces en voie de disparition (ex : alevins d'anguille)<sup>9</sup>.

Florence Cornette fait la remarque que ce type de milieu, (ex : esteros espagnol) présente à l'origine beaucoup de juvéniles. F.C. va dans le sens de ce qu'a exprimé JF Giese et se demande pourquoi ne pas alimenter ces étangs de juvéniles et ainsi augmenter la productivité du milieu.

JF Giese indique qu'il souhaiterait élever des civelles, ce qui permettrait de repeupler le milieu d'adultes.

Deny Bailly indique qu'il faut qu'il y ait une volonté globale de gestion intégrée de ces zones humides.

R.D. indique que l'aquaculture a une image assez négative. Il faut demander aux décideurs de revaloriser la profession. R.D. pense qu'il existe un problème de formation des conchyliculteurs. Il faut former différemment les conchyliculteurs pour que ces derniers réagissent mieux face aux problèmes environnementaux. Selon lui, les conchyliculteurs considèrent que leur activité n'a aucun impact sur l'environnement. Pourtant, selon lui, la conchyliculture a forcément une influence sur l'environnement.

Denis Bailly approuve cette remarque et indique que la conchyliculture a un impact sur l'environnement, ne serait ce que sur le paysage.

---

<sup>8</sup> <http://www.vetalapalma.es/>

<sup>9</sup> NDLR : Seacase inclut un autre atelier qui effectivement travail sur l'aquaculture extensive de l'anguille en marais dans un objectif de sauvegarde de l'espèce, et de gestion favorisant le retour en mer des géniteurs (anguille argentée). Un meeting de présentation de ces travaux a eu lieu le lendemain de ce proper meeting (9 octobre 2009) sur le même lieu (FMA Rochefort), organisé par le Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole de Poitou-Charentes.

Catherine Mariojouis se demande si ces zones ne sont pas oubliées en France et dans les autres pays. Elle demande également à l'assemblée si ces zones humides ont du mal à être valorisées.

Deny Bailly (économiste UBO) répond qu'au Portugal, les baies semi-fermées et les lagunes avec marais sont mises en valeur grâce à l'élevage de coquillages. Il explique que dans certaines régions, des palourdes sont élevées à l'initiative des femmes. Ces fermes sont familiales. Dans le sud du Portugal et en Andalousie, les zones humides produisent beaucoup de coquillages. Le poisson est élevé de façon plus industrielle. Ces élevages sont confrontés à la protection de l'environnement. Il existe une taxe sur l'eau au Portugal. Quelle que soit la façon dont vous utilisez l'eau, vous êtes taxés sur la quantité utilisée. Dans ces régions, il existe une pression fantastique du tourisme. Il remarque que des projets de Parc naturel commencent à avoir le vent en poupe. Il relate, qu'en Italie, les zones humides sont exploitées par la valliculture. Ces vallicultures sont des systèmes intégrés couplant différents types d'utilisations (élevage de poissons, pêche, chasse, activités récréatives...). Pour finir, il indique que l'aquaculture extensive s'est effondrée en Grèce.

Loïc Anras (Forum des Marais Atlantiques) indique que selon le pays, la gestion des zones humides est soit privée soit publique. Selon lui, la gestion de ces zones est très complexe en Italie. Sur 70 000 hectares exploités, seulement 22 000 tonnes de poissons sont déclarées. Au Portugal, 500 tonnes de poissons sont déclarées, ce qui est très faible. Toutes les fermes ne déclarent pas leur production. En Italie, 90 000 tonnes de mollusques sont cultivées par an. En France, 16 000 tonnes sont produites en lagune. Au Portugal et en Espagne, 4500 t et 3000 t respectivement, sont déclarées pour l'élevage extensif. Loïc Anras indique que tous ces chiffres correspondent à de petits volumes déclarés. Pour finir, il pense que ces chiffres masquent sûrement des marchés parallèles non professionnels.

Jérôme Hussenot indique qu'il faut changer l'image des zones humides qui ont été considérées comme des décharges pendant longtemps. Comme pour l'élevage des huîtres en claires, il faut donner une bonne image de ces marais.

Raphaëla Le Gouvello indique qu'il faut insister sur les services rendus par les zones humides. Il faut garder les paysages côtiers, marins, conserver la biodiversité.

Denis Bailly, remarque que tant qu'un objectif de conduite (ex : conserver les anguilles, protéger les oiseaux...) ne sera pas donné au niveau d'un territoire, il sera difficile de mettre en place une politique cohérente d'aménagement

Jérôme Hussenot fait la remarque qu'il ne faut pas développer une seule et unique activité sur ces zones mais diversifier les productions aquatiques et l'utilisation du territoire.

Denis Bailly indique qu'en effet ces zones peuvent être valorisées par l'aquaculture, la pêche, l'alevinage, la protection de la nature, des marina etc...

Jérôme Hussenot en conclut qu'il faut gérer ces milieux de manière intégrée en associant les différents partenaires. En effet, les méthodes actuelles d'approche participative devraient faciliter l'établissement d'un consensus pour la gestion future de ces zones à l'échelle d'un territoire

Jérôme Hussenot clôture la journée en remerciant l'assemblée pour les échanges nombreux faits entre les participants, et leur contribution à cet événement. Il rappelle qu'il aimerait que les participants remplissent le questionnaire distribué sur les systèmes intégrés avant leur départ.

## Annexe 1 : Revue de presse relatant tout ou partie de l'événement

Deux articles dans des revues spécialisées concernant le monde de l'aquaculture et de produits de la mer ont rapporté tout ou partie de la manifestation, ainsi qu'une émission télévisée.

L'article Aquaflia « L'aquaculture intégrée multitrophique pour une aquaculture durable » a été rédigé par Marion Richard et Jérôme Hussenot. Il contient les résultats du questionnaire distribué durant la meeting qui indique que 85% des 54 personnes interrogées trouvent que le concept d'aquaculture intégrée multi-trophique est une solution intéressante ou très intéressante pour le développement durable de l'aquaculture européenne.



L'article de la revue « Produits de la Mer » par Céline Astruc, rédactrice en chef du journal, invitée à assister à l'ensemble de la journée.



L'extrait du reportage de l'équipe télévisée de « A bon entendeur » de la Télévision Suisse Romande qui est venue interroger Jérôme Hussenot à Bouin et Jean-Baptiste Bruant à Oléron



03/11/2009



Saumons d'élevage : du bio dans le bassin ?

Lien web pour regarder la séquence de l'émission « La polyculture, une piste à défricher pour l'aquaculture » : <http://www.tsr.ch/tsr/index.html?siteSect=311201&sid=11445166&page=3#title>

## ■ L'AQUACULTURE INTÉGRÉE ● MULTI-TROPHIQUE POUR ● UNE AQUACULTURE DURABLE

Le 8 octobre dernier, professionnels, scientifiques, enseignants, gouvernants et associations (75 participants) se sont rencontrés dans le cadre d'une journée d'information sur le développement durable de l'aquaculture. Cet événement a eu lieu au Forum des Marais Atlantiques (FMA) de Rochefort-sur-Mer. Il a été organisé par l'Ifremer avec l'appui des autres participants français du projet européen SEACASE (Sustainable Extensive And semi-intensive Coastal Aquaculture in Southern Europe). Les thèmes développés lors de cette journée ont été l'aquaculture extensive et semi-intensive côtière sud-européenne et les systèmes d'aquaculture intégrée multi-trophique (AIMT).

Le début de matinée de cette journée a été consacré à présenter les objectifs du projet de recherche SEACASE. L'aquaculture extensive et semi-intensive sont traditionnellement développées dans les zones humides littorales d'Europe du Sud. Le maintien de ces activités est devenu difficile avec l'augmentation de la compétition pour l'espace littoral et la chute des prix de l'aquaculture marine intensive en Europe.

Le programme SEACASE a été mis en œuvre en janvier 2007 pour 3 ans afin de développer des outils performants pour une meilleure compétitivité, productivité, rentabilité, et durabilité de ce type d'élevage. En effet, le maintien et le renouveau de pratiques culturales durables dans ces zones semblent être des étapes primordiales pour protéger et restaurer les eaux et les zones humides côtières, améliorer la productivité et la compétitivité de ces systèmes, et développer économiquement ces zones rurales et côtières.

Plus concrètement, ce projet est fondé sur plusieurs études de cas couvrant une grande variété de systèmes de production et de localisations géographiques (Portugal, Espagne, France, Italie et Grèce). Ces dernières portent sur : les nurseries extensives de poissons marins (France, Grèce, Portugal); la polyculture extensive (Espagne); les systèmes d'aquaculture intégrée (France); la valliculture (Italie); la polyculture semi-intensive (Portugal) et la gestion des anguilles en marais (France).

Ainsi dans le cadre de la première étude de cas, Jérôme Hussenot (IFREMER, Bouin) et Marion Richard (Université La Rochelle) ont testé l'efficacité de nouvelles techniques d'élevages extensifs de juvéniles de poissons (dorades, mulets) et de crevettes (voir *Aquafilia* n°33), basées sur le périphyton, en marais salés. La dissémination des résultats de chacune de ces études de cas est effectuée à l'aide d'un site web ([www.seacase.org](http://www.seacase.org)), de rencontres nationales d'informations, d'articles scientifiques ou de vulgarisation. Enfin, une conférence scientifique internationale en langue



anglaise est prévue les 20-21 janvier 2010 à Tavira (Portugal) pour clôturer le projet.

Au cours de cette matinée, quelques résultats d'études de cas développées en France ont été présentés par les participants français de SEACASE. Loïc Anras (Forum des Marais Atlantiques) a donné un état des lieux de l'aquaculture extensive et semi-intensive des zones humides côtières en Europe du Sud. Denis Bailly & Pascal Raux (économistes à l'Université de Bretagne Occidentale) ont présenté un bilan de la pisciculture semi-intensive en Espagne et au Portugal. Ils ont noté que ce type d'aquaculture pourrait être mieux rentabilisé en labellisant les produits issus de ce type d'aquaculture, en valorisant le caractère respectueux de ces pratiques d'élevages qui impactent positivement les milieux en les entretenant, en combinant cette activité à des services multi-fonctionnels (tourisme, sensibilisation à l'environnement, éducation etc.). Jérôme Hussenot a défini le principe des systèmes intégrés comme l'association de plusieurs espèces cultivées (élevage multi-trophique) appartenant à différentes niches écologiques. Dans ce contexte, les déchets produits par une espèce servent d'intrants aux autres espèces. Dans ces systèmes comme dans la nature, rien ne se crée, tout se transforme.

Dans les pays du Sud (Asie, Afrique), l'aquaculture intégrée et la polyculture sont des pratiques ancestrales. Elles sont souvent associées aux pratiques agricoles. Le lisier des élevages de volailles ou de porcs, établis sur pilotis, enrichit les étangs à poissons. Dans les pays du Nord (Europe, Amérique du Nord), ce type de système est en développement.

Les effluents des systèmes de monoculture intensive (truite, saumon, bar, dorade...) sont valorisés par des cultures d'algues (micro ou macro-algues) et de consommateurs primaires (huîtres ou moules par exemple). Ces systèmes sont réalisés en mer ou à terre, en système ouvert ou recyclé. Dans ce cadre, Rémy Fabre (étudiant de l'ENITA de Bordeaux) a tenté de réduire les effluents d'un élevage intensif de dorades (Ferme Marine du Douhet FMD, Oléron) en les valorisant par une production de macro-algues, de dorades et de crevettes impériaux.

Il est apparu dans les calculs des bilans azotés que le bassin à production de laitue de mer (*Ulva rigida*) éliminait mieux l'azote des effluents à condition de récolter

régulièrement cette macro-algue. Les mesures de qualité réalisées durant l'été 2009 ont montré une grande qualité (fraîcheur, qualité sanitaire chimique et bactérienne). Une unité de collecte mécanisée et de séchage avant expédition est à l'étude par Jean-Sébastien Bruant, le directeur de la ferme piscicole. Si ce projet se concrétise, un premier système intégré d'aquaculture durable produisant des alevins de poissons marins et des macro-algues marines sera mis en place en France. Selon les résultats de Mireille Cardinal (IFREMER Nantes), la qualité des produits issus de ce type d'élevage diffère de celle des produits issus de systèmes intensifs. En effet, ces systèmes permettent aux dorades de conserver l'apparence externe des poissons sauvages (couleur jaune-orangée au niveau de la tête).

La chair de ces poissons est moins grasse et contient plus d'acides gras essentiels de la famille des omégas 3. Leur chair est moins ferme et plus facile à mastiquer. Finalement, le goût et l'odeur des dorades issues du système intégré de la Ferme du Douhet ont été définis par une note marine/iodée plus marquée que ceux des produits issus des systèmes intensifs, définis comme gras.

En fin de matinée, la projection d'un court métrage (visible aussi sur internet : [http://www.aquanet.ca/French/media/video/int\\_aqua\\_f.wmv](http://www.aquanet.ca/French/media/video/int_aqua_f.wmv)) présentait un projet de recherche effectué sur un type d'AIMT développé au Canada par Thierry Chopin (Université du Nouveau Brunswick) et Shawn Robinson (Ministère des Pêches et Océans).

Ce système couple l'élevage de saumons en cages, de grandes algues brunes (laminaires) et de moules en pleine mer. Les résultats de ces études montrent que la croissance des algues et des moules cultivées à proximité des cages de saumons augmente respectivement de 46% et 50%, en comparaison avec des algues et des moules cultivées sur des sites de références. Ils spécifient qu'aucun des produits thérapeutiques utilisés par l'industrie de l'aquaculture du saumon n'est détecté dans les algues et moules récoltées sur les sites d'AIMT. Finalement, leurs études démontrent que les moules provenant des sites d'AIMT n'ont pas le goût de poisson et que leur rendement en chair est supérieur à celui des moules du marché.

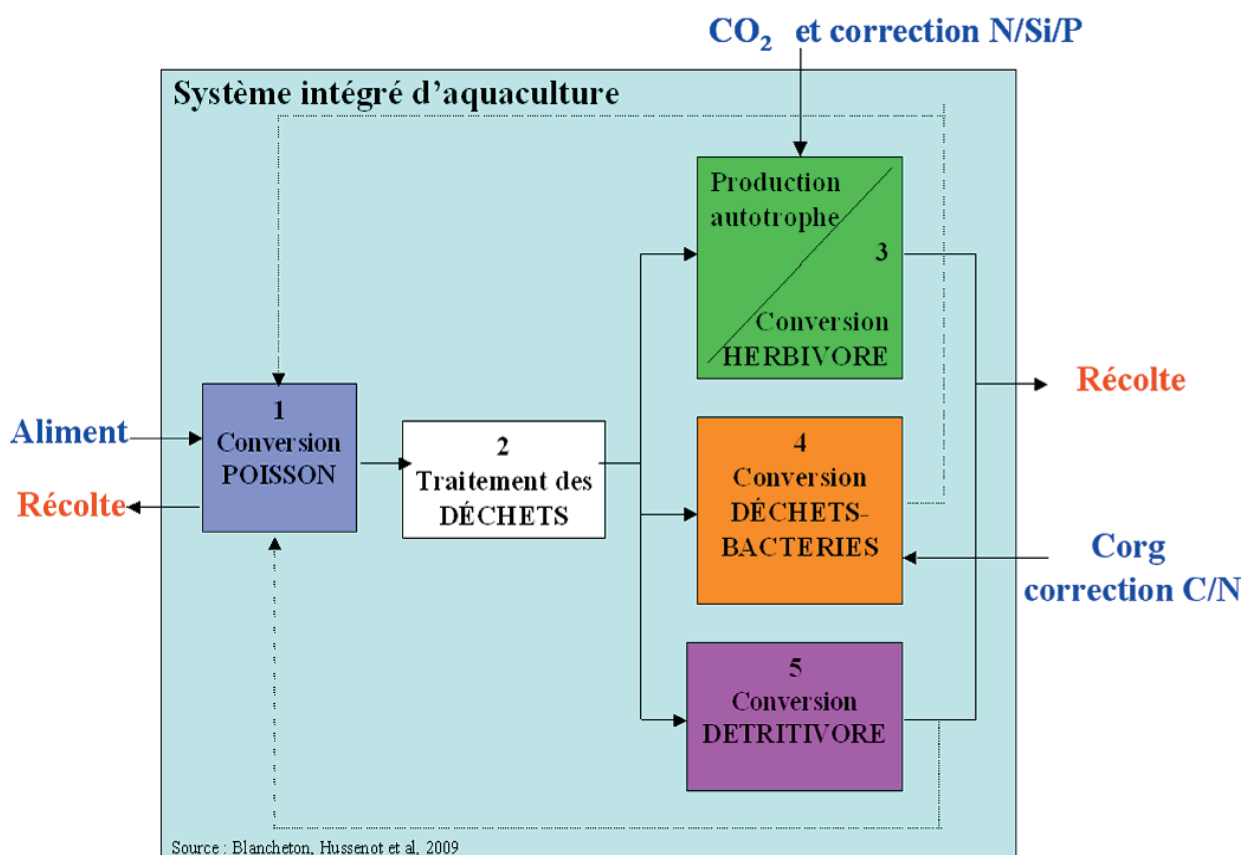
Ce type de système pourrait permettre d'augmenter la productivité, de limiter les impacts environnementaux et de favoriser son développement durable. A ce titre, leurs

# ...Recherche

travaux ont été récompensés en 2009 par un Prix Synergie pour l'Innovation, décerné par le Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada.

L'après-midi de cette journée d'information a été consacrée à présenter d'autres systèmes d'AIMT développés en Europe. Ainsi, Sylvain Gilles (IRD Montpellier) a présenté ses travaux menés au Sénégal dans une ferme de tilapias élevés en circuit fermé. Ce système couple l'élevage intensif de tilapias adultes, la production de phytoplancton (chlorelles), de zooplancton (rotifères) et de juvéniles de tilapias en extensif. Ce système, appelé SARI (Système Aquacole à Recyclage Intégral), permet d'utiliser intégralement l'azote ajouté dans le système. Philippe Blachier (CREAA, Château d'Oléron) a quant à lui présenté un système d'AIMT développé au cours du programme européen GENESIS. Le principe du pilote développé au Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole de Poitou-Charentes (Île d'Oléron)

comprenait un élevage principal de bars en bassin de terre. Les effluents de ce dernier étaient utilisés pour entretenir une production continue de micro-algues (diatomées), elles-mêmes utilisées pour l'alimentation de mollusques filtreurs. La productivité annuelle d'un tel système était de 517 kg de poissons, de 900 kg de chlorophylle et de 637 kg de mollusques. Le recours à ce système intégré permettait de diminuer par deux les quantités d'azote relâchées dans le milieu. Raymond Kaas (IFREMER, Nantes) a présenté les résultats du projet SEAPURA (2001-2003). Son objectif était d'utiliser les algues comme épurateur des systèmes aquacoles intensifs. Les espèces retenues dans le cadre de ces études sont *Gracilaria cornea*, *Halopitys incurvus*, *Grateloupia dichotoma* et surtout *Falkenbergia rufolanosa*. Cette dernière espèce a montré des capacités remarquables d'assimilation de l'azote, associées à un taux de croissance journalier exceptionnel. Benoit Husson (IDEE, Montpellier) a présenté le projet européen ENVIROPHYTE. Son objectif





était d'évaluer techniquement et économiquement le traitement d'eaux des rejets piscicoles marins par la production d'une plante halophyte en marais artificiel: la salicorne. Les résultats ont montré que la gestion de l'eau détient un rôle primordial dans l'optimisation de l'épuration. Une charge hydraulique trop forte ou une gestion hydraulique inadaptée peut par exemple conduire à un effondrement de l'efficacité du traitement, cela pouvant aller jusqu'au relargage d'azote et de phosphore. Jean-Paul Blancheton (IFREMER, Palavas) a présenté le projet AQUAETREAT. Son but était d'améliorer la gestion des effluents issus de différents types de piscicultures marines et d'eau douce intensives utilisant des systèmes ouverts ou en recirculation. Les solutions de traitement testées dans le cadre du projet étaient l'utilisation des boues comme fertilisant agricole, le traitement des eaux filtrées par lagunage algal et enfin le traitement de surnageant issu des processus de concentration des boues par des marais construits plantés de roseaux. Enfin Sébastien Lefebvre (Université de Lille) a identifié les freins à l'utilisation des systèmes d'aquaculture intégrée multi-trophique en Europe menés dans le cadre du projet AQUAGRIS sur la valorisation des déchets (agriculture, pêche, aquaculture). Selon lui, les points de blocage pour le développement de ces systèmes de production sont de plusieurs ordres: scientifique, technologique et législatif. En premier lieu, il est nécessaire d'acquérir de nouvelles connaissances sur l'écologie des espèces à associer et de développer des outils prédictifs de gestion afin de maximiser la conversion des nutriments. Dans un deuxième temps, il apparaît indispensable que l'information scientifique et technologique soit disponible pour les producteurs sous forme de guide, de manuel et de formation, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui. D'un point de vue législatif, les pisciculteurs et les ostréiculteurs ne sont pas contraints aux mêmes lois ce qui rend difficile l'association des deux types de produits dans le même système. Pour promouvoir ce type de système, il faudrait que les autorités locales et les gouvernements aient un rôle d'incitation financière, de sensibilisation à la gestion des déchets et de valorisation de l'activité en développant un label de ces produits issus d'une aquaculture durable.

La fin de la journée a été clôturée par un débat au cours duquel différents points ont été évoqués. Dans un premier temps, les auditeurs se sont questionnés



sur les problèmes sanitaires que pourrait engendrer ce type d'aquaculture. Raphaëla Le Gouvello (vétérinaire) a indiqué que les problèmes sanitaires sont généralement liés à un dépassement de la capacité de charge du milieu que ce soit en monoculture ou en polyculture. Ils ne sont pas spécifiques aux AIMT. De plus, Catherine Mariojous (Agroparitech) a ajouté qu'il est peu probable que la consommation de ces produits engendre des problèmes sanitaires puisque l'innocuité de ces aliments sera probablement très contrôlée à l'aide de certification avant leur mise en marché. L'assemblée s'est également interrogée sur la meilleure façon de valoriser les zones humides. Jérôme Hussenot a conclu qu'une gestion intégrée des diverses activités des zones humides variées (aquaculture, culture de sel, tourisme, chasse et pêches, éco-tourisme, conservation...) serait la meilleure solution pour un développement durable de ces zones.

Un questionnaire sur les systèmes intégrés à été distribué au cours de la journée. Sur 75 personnes, 54 y ont répondu dont 7 aquaculteurs, 9 conseillers ou personnels de bureaux d'études, 15 scientifiques, 15 enseignants ou étudiants, et 8 autres personnes de professions non référencées. 85% des personnes interrogées trouvent que le concept d'aquaculture intégrée multi-trophique est une solution intéressante ou très intéressante pour le développement durable de l'aquaculture européenne. Ils considèrent majoritairement que la mise en place de ces systèmes se ferait plutôt selon eux dans les 10 ans à venir (vers 2020) plutôt qu'en 2010 ou 2030. 85% des aquaculteurs seraient prêt à promouvoir à leur niveau le concept d'une unité

# ...Recherche

AIMT. 83% des personnes interrogées se disent prêtes à acheter tous les produits issus de ces systèmes d'élevages (poissons, crevettes, bivalves, macro-algues) avec une préférence pour le poisson et les crevettes alors que 2% n'en achèteraient pas, et que 15% n'ont pas pris leur décision à ce stade. Ce sondage a été réalisé au sein d'une population avertie. En effet, 92% d'entre eux connaissaient le principe de système intégré en aquaculture. Pour avoir une idée plus réaliste de l'avis des professionnels et des consommateurs, il faudrait rendre ce sondage public.

Si vous souhaitez vous aussi donner votre avis sur ce type de système, merci de répondre à deux questions posées aux adresses suivantes en y indiquant votre activité professionnelle : <http://www.doodle.com/veukiafkpgxep8wf>, <http://www.doodle.com/8zbhmy8ib2n3iy6x>

Au Canada, une étude socio-économique menée sur un public non spécialisé a démontré que celui-ci est en faveur de l'AIMT. La plupart des participants a mentionné les faits suivants :

1- l'AIMT peut réduire les impacts environnementaux de l'aquaculture du saumon (65%) ;

2- l'AIMT peut être bénéfique pour l'économie et l'emploi dans les régions côtières (93%) ;

3- l'AIMT peut améliorer la compétitivité de l'industrie (95%) et sa durabilité (73%).

Tous les participants ont indiqué qu'ils trouvaient que les produits provenant de production d'AIMT étaient de bonne qualité et 50% étaient prêts à payer 10% de plus pour des produits clairement identifiés comme provenant de tels systèmes de production. D'après Thierry Chopin et Shawn Robinson, cela permet d'envisager le développement d'un label pour les produits d'AIMT au Canada. Ce type de système verra-t-il le jour au cours de la prochaine décennie en Europe ? En France ? A vous de juger...

Pour en savoir plus

Le compte-rendu complet de la réunion sera prochainement téléchargeable sur le site de SEACASE : [www.seacase.org](http://www.seacase.org)

seafood  
choices  
ALLIANCE

seafood  summit

Paris  
January 31  
February 2  
2010

seafood  summit

[www.seafoodchoices.org](http://www.seafoodchoices.org)



# La polyculture, c'est propre

Accusée de toutes les pollutions, la pisciculture stagne en Europe. Pour la relancer, les chercheurs imaginent un retour à la polyculture : algues, coquillages et poissons.

L'avenir de l'aquaculture en Europe tiendrait-il au développement des systèmes intégrés multitrophiques ? C'est ce que laissent entendre la plupart des chercheurs de l'Ifremer et autres centres de recherches européens, réunis à Rochefort, au début du mois d'octobre 2009. Derrière les mots savants, se cache une idée simple : reproduire en format réduit ce qui existe dans la nature, à savoir une chaîne alimentaire. Cette vision propose la mise en place de la polyculture, système vieux comme le monde qui associe l'élevage de poissons, de coquillages et d'algues. Chaque espèce disposerait de son propre bassin, mais l'eau circulerait au travers de chacun des bassins. Dans les eaux sales des uns, les autres espèces trouveraient ainsi de quoi s'alimenter tout en purifiant l'eau au passage.

Les défenseurs du système décrivent un cercle vertueux. Primo, les apports extérieurs de nutriments nécessaires à la croissance des poissons pourraient diminuer de moitié, augmentant la rentabilité de l'élevage. Deuzio, l'association de cultures pour traiter les boues d'élevage permet d'amortir l'investissement par la vente de coquillages et d'algues.

Depuis une dizaine d'années, les systèmes intégrés multitrophiques font l'objet d'études. Au Canada, Scott McKinley, directeur scientifique d'Aquanet constate que « la quantité de granulés nécessaires pour élever les saumons avait diminué, tandis que les moules grossissaient deux fois plus vite. »



Dans le cadre du projet Seacase, la Ferme marine du Douhet teste la polyculture.

Par ailleurs « les moules ont été considérées par les instances de contrôles alimentaires comme parfaitement aptes à la consommation. Enfin, les algues, de la famille des laminaires, s'épanouissent dans l'environnement. Des débouchés auprès de l'Acadian Seaplants Ltd, spécialisé dans l'alimentation animale, ont été trouvés pour elles ».

En France, la Ferme marine de Douhet, teste dans le cadre du projet Seacase, un système pour traiter les effluents de son éclosier de daurades avec l'aide d'ulves, d'huîtres et même de crevettes. « Les résultats d'analyses sont très positifs, tout était apte à la consommation humaine, insiste Jean Sébastien Bruant, son dirigeant. Si nous par-

venons à trouver des débouchés pour nos ulves, et que nous sommes autorisés à vendre les huîtres et les crevettes, en tant que chef d'entreprise, je tente ma chance. »

Côté algues, NovaPharm s'est montré intéressé, côté huîtres et crevettes, il faudra attendre l'avis des services vétérinaires. De son côté, l'Ifremer a testé la qualité sensorielle et nutritive des daurades élevées dans ces conditions. Il ressort qu'en l'espace de deux mois, les poissons n'ont rien à envier aux daurades sauvages. Mais pour voir la polyaquaculture se développer, il faudra d'abord lever de nombreux freins.

Céline ASTRUC

## QUATRE FREINS MAJEURS

### ► HUMAINS

Passer de l'élevage de moules ou d'huîtres, à celui de poissons ou d'algues, exige des compétences différentes. Rares aussi sont les fermes marines disposant de scientifiques pour expérimenter des systèmes empiriques.

### ► RÉGLEMENTAIRES

Les contraintes sur les élevages de poisson diffèrent de celles de la conchyliculture. S'engager dans de la polyculture

risque de virer au casse-tête juridique. Dans d'autres pays d'Europe, comme au Royaume-Uni, il est obligatoire que la mytiliculture se pratique loin des zones de salmoniculture.

### ► POLITIQUES

Les systèmes intégrés multitrophiques nécessitent de l'espace. Or les autorisations pour développer l'aquaculture en France sont rarissimes, tant sur le littoral que dans les zones humides. Le foncier est un frein majeur.

### ► MARKETING ET ÉCONOMIQUE

La rentabilité des systèmes ne vaut que par la valorisation des algues et des coquillages. Comment seront perçues par les clients, des moules ou des huîtres élevées en tant que filtres « biologiques » ? Si l'aspect « bon pour l'environnement » et « naturel » de la démarche est brouillé par un discours trop technique, les consommateurs risquent d'avoir peur. Enfin pour les algues, les débouchés sont à créer.

## Annexe 2 : Liste des participants

### JOURNEE AQUACULTURE INTEGREE MULTI-TROPHIQUE - LISTE DES PARTICIPANTS - ROCHEFORT 8 OCTOBRE 2009

NOM	PRENOM	ORGANISME	ADRESSE MAIL
ALLOU	JEROME	RESERVE NATURELLE DES PRES SALES D'ARES ET LEGE	jerome.allou@oncis.gouv.fr
ANRAS	LOIC	FORUM DES MARAIS ATLANTIQUES	lanras@forum-marais-atl.com
AUDOR	CEDRIC	AQUAFILIA	aquafilia@wanadoo.fr
AUVRAY	JEAN FRANCOIS	SATMAR	satmarmarenes@wanadoo.fr
BAILLY	DENIS	UNIV DE BREST UMR AMURE	denis.bailly@univ-brest.fr
BLANCHIER	PHILIPPE	CREAA	creaa@wanadoo.fr
BLANCHETON	JEAN-PAUL	IFREMER PALAVAS	jean.paul.blancheton@ifremer.fr
BLIN	JEAN-LOUIS	SMEL	jblin@smel.fr
BONPUNT	EMMANUEL	ESTURGEONNIERE SAS	emmanuelb@caviarfrance.com
BOULLAGUET	GILLES	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
BREGEON	CHANTAL	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
BRESSY	GUILAUME	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
BROSSARD	NICOLAS	SRC POITOU CHARENTES	marennes.olon.src@wanadoo.fr
BRUANT	JEAN-SEBASTIEN	FERME MARINE DE DOUHET	bruant@douhet.com
CALLARD	AURELIE	SOCIETE ESDB énergies renouvelables	aureliecallard.esbd@gmail.com
CARDINAL	MIREILLE	IFREMER NANTES	mireille.cardinal@ifremer.fr
CAZAUBON	DAVID	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
CRIELOUE	HUBERT	CONSULTANT INTERNATIONAL EN ASIE DU SUD	hubert.crielooue@gmail.com
DE VALENCE	PHILIPPE	CONSEIL GENERAL / DIRECTION DE LA MER	mer@cg17.fr
DEWILDE	NICOLAS	AQUACULTURE?	nicolas.dewilde@gmail.com
DUCCI	LILIAN	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
EFOLE EWOUKEM	THOMAS	UMR AGROCAMPUS INRA SAS RENNES	Thomas.Efole-Ewoukem@rennes.inra.fr
FABRE	REMY	FERME MARINE DE DOUHET	remyfabre7@hotmail.fr
FOLIE	JULIEN	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
FORTIER	CLEMENT	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
GALUCHON	PIERRE	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
GARNERO	LAURA	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
GARSI	PIERRE	LYCEE PROFESSIONNEL DE GUERANDE	pierre.garsi@educagri.fr
GAYET	VINCENT	INRA/PEIMA	vincent.gayet@rennes.inra.fr
GERVASONI	ERIKA	CEPRALMAR	gervasoni@cepralmar.org
GIESE	JEAN-FRANCOIS	DOMAINE DE CERTES	
GILLES	SYLVAIN	IRD	Sylvain.Gilles@ird.fr
GLIZE	PHILIPPE	SMIDAP	smidap@wanadoo.fr
GOLVEN	PATRICK	CEVA	patrick.golven@ceva.fr
GOMBEAU BOUFFENIE	CATHERINE	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
GRANDPIERRE	ALDE	DRAM POITOU CHARENTES	alde.grandpierre@developpement-durable.gouv.fr
HERVE	PATRICK	LYCEE PROFESSIONNEL DE GUERANDE	patrick.herve@ac-nantes.fr
HUSSENOT	JEROME	IFREMER BOUIN	jerome.hussenot@ifremer.fr
HUSSON	BENOIT	IDEE AQUACULTURE	bhussenon@ideeaquaculture.com
IMBERT-AUVRAY	NATHALIE	LIENSs UMR 6250 UNIV DE LA ROCHELLE	nathalie.imbart@univ-lr.fr
JEANNES	CYRILLE	LYCEE PROFESSIONNEL DE GUERANDE	ce.0441550w@ac-nantes.fr
JOLY	AGNES	JOLYMER CONSEIL EURL	aj@jolymer.fr
KAAS	RAYMOND	IFREMER NANTES	raymond.kaas@ifremer.fr
KALI-TCHIKATI	EDOUARD	DIRECTION GENERALE DE L'AQUACULTURE CONGO	edokalitchik@yahoo.fr
KARPOFF	NICOLAS	SARL VIVIERS DU GOIS BEAUVOIR/MER	nicolas.karpoft@wanadoo.fr
KISIELEWSKI	ISABELLE	CONSERVATOIRE DU LITTORAL BORDEAUX	i.kisielewski@conservatoire-du-littoral.fr
LAPEGUE	SYLVIE	IFREMER LA TREMBLADE	slapegue@ifremer.fr
LEDoux	JUSTINE	BUREAU DE REPRESENTATION PAYS DE LOIRE	justineledoux@gmail.com
LE GOUVELLO	RAPHAELA	STERMOR	raphaela.legouvello@wanadoo.fr
LEJEUNE	ARMAND	EMYG AQUACULTURE	armandlejeune@orange.fr
LE MENACH	CESAR	ADEONIA	cesar@adeonia.com
LE MOINE	OLIVIER	IFREMER LA TREMBLADE	olemoine@ifremer.fr
LEFEBVRE	SEBASTIEN	UNIVERSITE DE LILLE - LABO DE WIMEREUX	Sebastien.Lefebvre@univ-lille1.fr
LEFRANCOIS	CHRISTEL	LIENSs UMR 6250 UNIV DE LA ROCHELLE CNRS	clefranc@univ-lr.fr
LOIZEAU	PHILIPPE	SAULNIER	loizeau.phil@wanadoo.fr
LUBRANO LAVADERA	JULIEN	TAMBAK	lubranoju@gmail.com
MARCUCILLI	THOMAS	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
MARIOJOLS	CATHERINE	AGROPARISTECH	catherine.mariojols@agroparistech.fr
MASSE	JACQUES	CEMAGREF	jacques.masse@cemagref.fr
MAURICE	JULIEN-THOMAS	UNIVERSITE DE LA ROCHELLE	maurice.julien1@aliceadsl.fr
MAUVIOT	JEAN-CHARLES	SRC ARCACHON	srcarcachon@yahoo.fr
MIMOSA	SYLVIE	LYCEE DE LA MER SETE	sylvie.mimosa@wanadoo.fr
MULTON	BERTRAND	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
NGAM A KOWO	PIERRE VALENTIN	INSTITUT DE RECHERCHE AGRICOLE POUR LE DVLPMT	ngamakowo@yahoo.com
NICOULEAU	BRUNO	EARL LES CLAIRES DE BONSONGE	nicouleau.bruno@wanadoo.fr
PARACHE	ALAIN	LYCEE DE LA MER ET DU LITTORAL	alain.parache@educagri.fr
PERON	ALEXANDRE	FMB AQUACOLE	alex.peron@fmbaquapole.com
PETTIT	MARION	SRC PAYS DE LA LOIRE	src.mpetit@orange.fr
PIEN	SEBASTIEN	SMEL	spien@smel.fr
POITEVIN	PIERRE	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr
PUYO	PASCAL	VENDEE AQUACULTURE	aqua.vendee@orange.fr
RAUX	PASCAL	UNIV DE BREST UMR AMURE	pascal.raux@univ-brest.fr
RICHARD	MARION	UNIVERSITE DE LA ROCHELLE	marionrichard_fr@yahoo.fr
RICHARD	OLIVIER	SMEL	orichard@smel.fr
RIOU	KAREN	IFREMER BOUIN	karen.riou@ifremer.fr
SELLIER	LUCILE	ETUDIANTE	lucile.sellier@yahoo.fr
THOMAS GUYON	HELENE	LIENS CNRS LA ROCHELLE	hthomas@univ-lr.fr
TOGNETTI	DANIEL	UFC QUE CHOISIR	secretariat-ufc.quechoisir@wanadoo.fr
TRINTIGNAC	PASCAL	SMIDAP	smidap@wanadoo.fr
UTIA	MATAIVA	LYCEE BOURCEFRANC ROCHEFORT	chantal.bregeon@educagri.fr





Quelques vues du workshop national SEACASE du 08 octobre 2009 organisée par l'Ifremer dans les locaux du Forum des Marais Atlantiques à Rochefort-sur-mer.