

Rapports scientifiques et techniques
de l'IFREMER

LE TRAITEMENT DE L'EAU DE MER EN AQUACULTURE

Septembre 1987

RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL

Volume 1 : Rapport de synthèse



LE TRAITEMENT DE L'EAU DE MER

EN AQUACULTURE

SEPTEMBRE 1987

RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL

VOLUME 1 : RAPPORT DE SYNTHESE

AVANT-PROPOS

La grande stabilité et la clémence naturelle du milieu aquatique marin ont évité aux animaux qui y vivent de dresser des défenses tégumentaires et physiologiques très élaborées comme celles des mammifères ou des oiseaux, lesquels doivent résister à des conditions de milieu infiniment plus défavorables. Le caractère primitif des défenses de l'animal aquatique implique, en retour, une dépendance particulièrement grande vis à vis de son milieu : toute altération des qualités de ce dernier, à laquelle l'animal lui-même contribue d'ailleurs, se répercute immédiatement en termes de survie et de croissance.

Dans les conditions naturelles, les altérations subies par le milieu aquatique sont maintenues à des niveaux acceptables par des mécanismes physico-chimiques régulateurs. Mais ces mécanismes d'épuration sont lents, et parfois impuissants à venir à bout rapidement de certaines altérations. C'est le cas en élevage intensif où les populations animales, trop denses, saturent le pouvoir épurateur du milieu et le rendent domma-geable pour la vie aquatique elle-même.

La solution consiste alors à renforcer les mécanismes naturels ou à leur substituer d'autres mécanismes physiques ou chimiques plus puissants par des techniques de traitement de l'eau appropriées.

Les techniques de traitement de l'eau de mer connaissent des applications de plus en plus nombreuses à l'aquaculture, dans les écloseries notamment, mais aussi pour le pré-grossissement, le grossissement, et le transport. Elles intéressent non seulement la préservation des conditions de vie de l'animal en élevage, mais aussi, à terme, la protection de l'environnement aquatique naturel.

Ayant rarement fait l'objet de recherches particulières aux applications en aquaculture, les techniques de traitement de l'eau de mer en usage à l'heure actuelle sont souvent issues du transfert à partir d'autres domaines d'application. Et, avant d'engager un effort de recherche technologique particulier dans ce domaine essentiel de l'aquaculture, il convenait de faire le point de l'état de l'art afin de préciser la nature et l'importance des besoins ressentis par les praticiens. C'est l'objet du travail collectif dont ce document est le fruit.

Je remercie vivement tous ceux qui ont bien voulu prêter leur concours à cette réflexion préliminaire indispensable. Elle permettra de distinguer l'essentiel de l'accessoire et ainsi, d'asseoir les travaux à venir sur des bases actuelles tout en utilisant au mieux les moyens disponibles.

BREST, LE 4 SEPTEMBRE 1987

Arnaud MULLER-FEUGA
Service Technologie Aquacole
de l'IFREMER

Le groupe de travail à l'origine de ce document rassemble les compétences des différents services de l'IFREMER en charge des questions relatives à l'aquaculture. Le Service Technologie Aquacole de la Direction de l'Ingénierie et de la Technologie en a assuré la coordination et l'animation pendant la durée des travaux qui se sont déroulés de 1984 à 1987.

LISTE DES PARTICIPANTS

Jean-Paul BLANCHETON	Station Méditerranéenne de Recherche Aquacole Chemin de Maguelone 34520 PALAVAS-les-FLOTS
Jacques CALVAS	Station AQUALIVE B.P. 59 85330 NOIRMOUTIER en L'ILE
Hervé CHARTOIS	Centre de Brest DRV/AP B.P. 337 29273 BREST Cédex
Christian DANIOUX	Centre de Brest DIT/IPCM/TA
Pascal DIVANACH	Station Méditerranéenne de Recherche Aquacole
Jérôme HUSSENOT	Centre de Recherches en écologie et Aquaculture de l'HOUMEAU B.P. 5 17137 NIEUL-sur-MER
Didier LECLERCQ	SEFA ZIP des Huttes 59820 GRAVELINES
Arnaud MULLER-FEUGA	Centre de Brest DIT/IPCM/TA

SOMMAIRE

I - LES OBJECTIFS

II - LA METHODE

- II.1 - Un découpage par fonction
- II.2 - Un recensement des acquis technologiques
- II.3 - Un recensement des besoins biologiques
- II.4 - Des moyens spécialisés.

III - LE DECOUPAGE PAR FONCTION

IV - LES CONCLUSIONS

- IV.1 - Les Commentaires Généraux
- IV.2 - Les Recommandations.

I. LES OBJECTIFS

— Parmi les besoins technologiques de l'aquaculture, nombre d'entre eux se réfèrent à la maîtrise de la qualité physico-chimique des eaux et mettent en oeuvre des traitements de l'eau de mer. Ils ont pour objet, à l'heure actuelle, de ménager des conditions favorables aux organismes en élevage. Ils peuvent aussi répondre, à terme, aux besoins liés à la préservation de l'environnement et intéresser alors l'effluent aquacole avant rejet. Seul le premier aspect fait actuellement l'objet de demandes. —

Les domaines d'application de ces technologies sont :

- les écloseries,
- les nurseries,
- les unités de grossissement,
- le transport d'animaux vivants,
- l'épuration des coquillages,

et concernent plus généralement la plupart des organismes aquatiques, objets d'élevage.

Une action spécifique visant à harmoniser les efforts en vue du développement des procédés et outillages adaptés est rendue nécessaire par l'importance des besoins et, surtout, le manque de cohérence constaté actuellement dans l'approche de ces problèmes : les études sont conduites au coup par coup, en fonction des besoins pratiques attachés à chaque réalisation. Ce manque de cohérence se traduit, dans la pratique, par :

- un développement épars de solutions souvent originales et rarement fondées sur les meilleurs acquis antérieurs,
- une diffusion insuffisante des résultats et enseignements dégagés,
- l'absence de relais sur le plan industriel pour le développement de produits commerciaux.

Il est probable que l'harmonisation des actions dans ce domaine prioritaire pourrait se traduire par des gains sensibles en temps et en argent.

La création d'un groupe de travail pour cet objet a correspondu au souci de renforcer, en les regroupant, les compétences et les moyens de l'Etablissement dans ce domaine. Une première réunion s'est tenue au Centre de Brest le 27 septembre 1984 pour jeter les bases d'une réflexion sur la méthode à mettre en oeuvre pour conduire une approche globale et cohérente.

II. LA METHODE

Il a été proposé au cours de cette réunion un certain nombre de principes méthodologiques de nature à améliorer l'approche des questions relatives au traitement de l'eau de mer.

II.1 Un découpage par fonction

Les besoins liés au traitement de l'eau de mer couvrent différentes fonctions auxquelles correspondent des procédés et des outillages. Ceux qui sont mis en oeuvre pour chaque application doivent différer par les dimensionnements et non par les solutions techniques retenues, lesquelles doivent faire l'objet d'un choix préalable au développement des procédés et outils.

Ce découpage par fonction s'oppose au découpage par application ou par espèce, retenu jusqu'à présent. Il permet les économies d'échelle en évitant les doubles emplois : un système donné d'oxygénation pourra être appliqué aussi bien au turbot qu'à la crevette, moyennant quelques adaptations de second ordre (nombre d'oxygénateurs, par exemple).

Il est donc convenu d'examiner séparément chaque fonction et de prendre en considération, pour chacune d'entre elles, tous les domaines d'application et, en particulier, toutes les espèces d'élevage.

II.2 Un recensement des acquis technologiques

Pour chaque fonction, il convient de faire le point des acquis technologiques par l'analyse bibliographique et le rassemblement des résultats épars non publiés. Une synthèse met ensuite en évidence les points de faiblesse, les solutions technologiques les plus prometteuses et les travaux de nature à faire progresser la définition des procédés et outillages, puis l'ingénierie correspondante.

II.3 Un recensement des besoins biologiques

Le développement des connaissances relatives aux besoins biologiques des organismes d'élevage ou de culture doit aller de pair avec celui des outils de production. La connaissance de ces besoins biologiques est, en effet, essentielle pour bien dimensionner ces outils pour une installation donnée et conduire leur exploitation de façon correcte. Par exemple, c'est la connaissance de la concentration minimale en oxygène en sortie de bassin qui permet de bien gérer les ressources en eau d'une installation ; c'est la connaissance de la demande en oxygène de l'espèce élevée qui permet de bien dimensionner les pompes et les canalisations d'une installation. Cette connaissance est trop souvent fragmentaire.

Parmi les besoins biologiques à recenser ou à étudier figurent notamment :

- les seuils limitants au delà ou en deçà desquels un facteur donné présente un caractère limitant sur le plan de la croissance ou sur d'autres plans tels que la survie ou la saturation sexuelle (par exemple, il faut au moins 4,5 ppm d'O₂ en sortie de bassin pour le grossissement de la truite en eau douce) ;

- la variation de chaque facteur dans le temps rapporté à la biomasse : il s'agit des productions (NH₄, MES, etc...) ou des consommations (O₂, calories, etc...) liées à l'activité métabolique ou au renouvellement du milieu d'élevage.

Certains besoins on déjà fait l'objet d'études : il convient alors d'en regrouper les résultats par application et par espèce. D'autres sont inconnues, et les actions de recherche qui devront être engagées pour les préciser sont alors décrites.

II.4 Des moyens spécialisés

Le développement des procédés et outils de traitement de l'eau doit faire l'objet d'actions spécifiques mettant en oeuvre des moyens budgétaires et en personnel particuliers. Le rôle du personnel ayant en charge ces problèmes sera de faire la synthèse des acquis technologiques antérieurs, de conduire les essais d'évaluation comparés des solutions techniques mises en oeuvre, d'élaborer les règles d'ingénierie correspondantes et de transmettre le savoir ainsi acquis, d'une part aux utilisateurs, d'autre part aux industriels en vue du développement des produits commerciaux. Ce personnel n'est pas encore en place à l'IFREMER, et le présent groupe de travail a pour objet de préparer sa venue par un bilan préalable.

III. LE DECOUPAGE PAR FONCTION

Les principales fonctions mises en évidence sont les suivantes

- le contrôle des matières en suspension (flottation, décanation, filtration)
- le contrôle thermique de l'eau (chauffage, refroidissement, isolation)
- le contrôle des produits azotés du métabolisme (nitrification)
- le contrôle des gaz dissous (dégazage, oxygénation, le chlore dans l'eau de mer)
- la métrologie des différents paramètres (mesures, méthodes d'analyses, prises d'échantillons, etc...)
- le contrôle des agents pathogènes (stérilisation, neutralisation des antiseptiques ou antibiotiques)

D'autres fonctions plus spécifiques sont également examinées :

- contrôle de la salinité,
- contrôle de la teneur en sels minéraux divers (fer en particulier)

Afin de répartir le travail, celui-ci a été découpé en neuf thèmes qui correspondent à chacune de ces fonctions.

Pour chaque thème abordé, le travail consiste à :

- établir une synthèse des acquis,
- dresser un inventaire des besoins,
- proposer les actions à entreprendre,
- définir les priorités.

Le découpage est arbitraire, les problèmes étant souvent interdépendants.

Le groupe s'est refusé à établir des priorités entre les thèmes, chacun étant important en lui-même.

IV. LES CONCLUSIONS

IV.1 Les Commentaires Généraux

L'identification des problèmes importants à résoudre figurant dans les tableaux de synthèse relatifs à chaque thème a permis de dégager quelques idées maîtresses valables pour l'ensemble des sujets abordés.

- La nécessité de diffuser l'information est apparue pratiquement dans tous les thèmes, reprenant et confirmant ainsi les conclusions du Rapport final du Groupe de Travail sur la Technologie Aquacole animé par le Secrétariat d'Etat chargé de la Mer paru en 1984. En particulier, l'établissement de DOSSIERS TECHNIQUES s'est avéré INDISPENSABLE.

- La nécessité de tester et d'évaluer des matériels et des systèmes permettant de définir les conditions exactes d'utilisation. En particulier le besoin d'une ou plusieurs STATIONS D'ESSAIS adaptées à l'évaluation du matériel d'aquaculture, se fait plus pressant. Il paraît être une condition de déblocage d'un certain nombre de verrous.

IV.2 Les Recommandations

Le groupe de travail souligne clairement la nécessité de mettre en oeuvre sans tarder des moyens financiers et en personnel pour faire avancer l'état de l'art en matière de traitements de l'eau de mer en aquaculture.

En effet, il apparaît que de nombreux points de blocages de l'aquaculture sont liés à des lacunes de connaissance ou à des matériels inadaptés dans les domaines des traitements de l'eau de mer. Il n'est pas surprenant que le développement de l'aquaculture dépende en grande partie de l'aptitude de l'éleveur à maîtriser la qualité du milieu d'élevage.

La spécificité attachée au milieu marin implique, le plus souvent, un développement de solutions originales en matière de traitement de l'eau : le simple transfert des solutions en usage pour l'eau douce est insuffisant. Dans le meilleur des cas, ces solutions doivent être adaptées.

C'est pourquoi le groupe de travail convient qu'il appartient à l'IFREMER de prendre les initiatives adaptées à l'étude et au développement des techniques de traitement de l'eau de mer à usage aquacole.

Aujourd'hui, les efforts doivent porter en priorité sur les traitements destinés au maintien de la qualité du milieu d'élevage. Mais il apparaît inéluctable que l'on demandera à l'aquaculteur de préserver l'environnement littoral, et donc de traiter ses rejets.

Dès lors, on peut prévoir que la mission de l'IFREMER sera un jour étendue :

- à la mise au point des techniques de traitement des eaux de rejet dans l'environnement marin,
- à l'élaboration des normes de qualité en matière d'effluents aquacoles marins aux niveaux nationaux et communautaires,
- au contrôle de la qualité des effluents aquacoles marins.

Il importe que l'IFREMER se prépare à remplir ces tâches dans de bonnes conditions.

Le caractère fondamentalement pluridisciplinaire des traitements de l'eau de mer devra guider le choix des moyens à mettre en oeuvre au sein de l'Etablissement. Mais il pose aussi, à une autre échelle, le problème de la coordination avec les organismes publics et privés déjà impliqués dans des sujets de nature voisine :

- l'INRA et le CEMAGREF pour l'aquaculture en eau douce,
- les Ministères de l'Agriculture et de l'Environnement pour les rejets en eau douce,
- les Services du Ministère de la Santé Publique,
- l'industrie du traitement des eaux,
- etc...

La coordination avec ces partenaires devra également être envisagée.

A N N E X E S

- Liste des thèmes

- Tableaux de synthèse des actions
à mener par thème

LISTE DES THEMES

Thème 1 : La stratégie du renouvellement de l'eau

Responsable : Pascal DIVANACH

Thème 2 : Le contrôle thermique

Responsable : Jacques CALVAS

Thème 3 : Le contrôle des matières en suspension

Responsable : Christian DANIOUX

Thème 4 : Le contrôle des produits azotés

Responsable : Jean-Paul BLANCHETON

Thème 5 : Le contrôle des matières organiques dissoutes

Responsable : Pascal DIVANACH

Thème 6 : Le contrôle des gaz dissous

Responsable : Jérôme HUSSENOT

Thème 7 : Le chlore

Responsable : Didier LECLERCQ

Thème 8 : La métrologie

Responsable : Hervé CHARTOIS

Thème 9 : Le contrôle des agents pathogènes

THEME 1

STRATEGIE DU RENOUELEMENT DE L'EAU

<u>Activité</u>	<u>Identification des problèmes</u>	<u>Moyens</u>	<u>Priorités</u>	<u>Opérateurs potentiels</u>
Diffusion de l'information Toutes formes d'aquaculture	Vulgarisation des résultats pour accessibilité aux professionnels Essais de matériels	Dossiers techniques Revue Station d'essais et d'évaluation	1 1	IFREMER IFREMER (moyens d'essais)

<u>Activité</u>	<u>Identification des problèmes</u>	<u>Moyens</u>	<u>Priorités</u>	<u>Opérateurs potentiels</u>
Toutes formes d'aquaculture	Etude des effets à long terme des eaux souterraines sur la croissance des animaux. Effets notamment des métaux lourds	Laboratoire	1	Station AQUALIVE (IFREMER)
Aquaculture en marais	Evaluation des niveaux de risques liés aux températures extérieures en zone de marais. Détermination des cycles.	Enquêtes Statistiques	1	Bureau d'études
Transport et Stockage haute densité	Diminution du métabolisme par refroidissement Consommation d'énergie Compacité	Station d'essais	1	INDUSTRIELS
Aquaculture : Intensif et 1/2 intensif	Définition d'un modèle mathématique sur la gestion de l'eau souterraine en fonction des températures de l'eau, de l'air, de la superficie des bassins, des débits.	Logiciel	1	Bureau d'études
"	Régulation des débits en fonction des températures de l'eau (intérieures-extérieures)	Régulateurs de débits asservis	2	INDUSTRIELS ARTISANS
Toutes formes d'aquaculture	Essais de matériels (échangeurs, abris transhivernaux, etc...)	Station d'essais et d'évaluation	2	IFREMER (moyens d'essais)
Intensif éclosionerie et nurserie	Utilisation de l'énergie solaire. Conception d'appareils pour le préchauffage de l'eau.		3	INDUSTRIELS

<u>Activité</u>	<u>Identification des problèmes</u>	<u>Moyens</u>	<u>Priorités</u>	<u>Opérateurs potentiels</u>
Intensif	Flottation des Fécès :		1	UNIVERSITE
Ecloserie + Nurserie	définition et détermination d'un tensio-actif Décantation des particules. Mise au point d'appareillages Essais de matériels (filtres, etc...)		1	UNIVERSITAIRES + INDUSTRIELS IFREMER (Moyens d'essais)
Transport et Stockage haute densité	Filtration - Pompage	Station d'essais	2	INDUSTRIELS

THEME 4

CONTROLE DES PRODUITS AZOTES

<u>Activité</u>	<u>Identification des problèmes</u>	<u>Moyens</u>	<u>Priorités</u>	<u>Opérateurs potentiels</u>
toutes formes d'aquaculture	Détermination des seuils de toxicité de l'ammoniaque	Laboratoire	1	IFREMER BREST Station GRAVELINES Autres Stations
Transport et Stockage haute densité	Traitement chimique ou physique (résines échangeuses d'ions)	Laboratoire + Essais	1	
toutes formes d'aquacultures	Détermination du minimum de saturation en O ₂ en dessous duquel le poisson ne grossit plus			
	- approche pragmatique		1	IFREMER
	- approche systématique (détermination de la formule générale qui régit la transformation de l'O ₂ chez les animaux)		2	IFREMER

THEME 5

CONTROLE DES MATIERES ORGANIQUES DISSOUTES

<u>Activité</u>	<u>Identification des problèmes</u>	<u>Moyens</u>	<u>Priorités</u>	<u>Opérateurs potentiels</u>
Transport et Stockage haute densité	Mise au point et développement d'un système combiné Oxygénation - Ecumage		1	
Intensif Ecloserie			2	

<u>Activité</u>	<u>Identification des problèmes</u>	<u>Moyens</u>	<u>Priorités</u>	<u>Opérateurs potentiels</u>
Diffusion information	Vulgarisation des informations: existence de la sursaturation et moyens de la supprimer	- Cahiers techniques - Revues diverses Dégazage	1	IFREMER
Aquaculture nouvelle : intensif écloserie	Recherche des sursaturations Détermination des seuils	Dégazage	1	IFREMER
Aquaculture nouvelle : intensif grossissement	Désaturation des eaux chaudes de centrales (gros débits)		1	
Aquaculture nouvelle : 1/2 intensif marais	Conception d'aérateurs autonomes de secours (zones non électrifiées)		1	INDUSTRIELS
Aquaculture nouvelle : 1/2 intensif	Conception d'aérateurs-circulateurs pour usage continu en période de circuit fermé		1	BUREAUX D'ETUDES INDUSTRIELS
Toutes formes d'Aquaculture	Essais de matériels (aérateurs, saturomètres, etc...)	Station d'essais et d'évaluation	1	IFREMER (Moyens d'essais)
Transport et Stockage haute densité	Consommation d'énergie Compacité	Station d'essais	1	INDUSTRIELS
Aquaculture nouvelle : Intensif grossissement	Pilotage automatique des systèmes d'aération à partir de capteurs situés dans les bassins d'élevage	Electronique + Capteurs Fiabiles sur longues périodes	2	
"	Comparaison des types d'aération et détermination de leur efficacité		2	
Aquaculture nouvelle : 1/2 intensif marais	Bilan de l'oxygène dans un bassin de terre (eau - animaux - sédiment)		2	
Aide au développement Ostréiculture	Transfert des méthodes de mesure et des techniques au privé Aération en stockage Seuils et dimensionnement des installations		2 3	IFREMER

THEME 7

LE CHLORE

<u>Activité</u>	<u>Identification des problèmes</u>	<u>Moyens</u>	<u>Priorités</u>	<u>Opérateurs potentiels</u>
Aquaculture dans rejets de centrales électriques	Recherche du moindre coût des systèmes de déchloration Essais des méthodes et matériels		3	IFREMER + INDUSTRIELS + station GRAVELINES
"	Automatisation d'une chaîne de mesure en continu - Automatisation des interventions par injections de produits	Cahier de prescriptions	3	INDUSTRIELS

THEME 8

METROLOGIE

<u>Activités</u>	<u>Identification des problèmes</u>	<u>Moyens</u>	<u>Priorités</u>	<u>Opérateurs potentiels</u>
Toutes formes d'aquaculture	Essais de matériels en général Adaptation ou création des capteurs d'O ₂	Laboratoire	1	IFREMER (moyens d'essais) et INDUSTRIELS
Aquaculture de grossissement	Trousses de dosage rapide pour terrains (ammoniaque, etc..)		1	INDUSTRIELS
Intensif écloserie et nurserie	Adaptation et simplification des méthodes de dosage existantes	Laboratoire	2	IFREMER + INDUSTRIELS