

L 17/1/82

# CREVETTES ET SÉDIMENT

## LE SÉDIMENT DES MARAIS SALÉS AQUACOLES DE LA CÔTE ATLANTIQUE. RECHERCHE DE PARAMÈTRES INDICATEURS DE LA QUALITÉ DES FONDS. L'EXEMPLE DES BASSINS D'ÉLEVAGE DE LA CREVETTE IMPÉRIALE.

Jérôme HUSSENOT et Michelle FEUILLET-GIRARD\*

L'éleveur en marais se trouve toujours confronté avec un dépôt vaseux plus ou moins important dans ses bassins, qui peut avoir sur les espèces à vie benthique un rôle déterminant. Il constatera parfois des mortalités massives, sans pouvoir apporter la moindre explication. Le seul critère d'appréciation pour lui est l'épaisseur de la vase fluide dans laquelle il s'enfoncera en marchant et, éventuellement, la coloration plus ou moins noirâtre s'il examine le sédiment en coupe, en réalisant une fouille. En surface la coloration est toujours claire, mais le plus souvent cela ne représente qu'une micro-couche oxydée, recouverte la plupart du temps d'un film de microalgues (diatomées).

Malgré l'importance sur l'ensemble du bassin de l'état de ce sédiment, un nombre restreint de travaux de recherche ont été effectués sur le sédiment des marais salés de la côte atlantique et sur leur évolution en fonction des pratiques culturales adoptées. Nous tenterons dans le premier chapitre de faire un rapide état des connaissances, qui pour l'essentiel proviennent des travaux de l'I.S.T.P.M. sur les claires ostréicoles de Charente-Maritime et Vendée (Feuillet et Goulean 1977, Feuillet 1980). Par contre, des études pédologiques assez nombreuses ont été réalisées sur les sols de marais asséchés, utilisés pour l'agriculture (Garnier 1975, Enjalbert 1960, Regrain 1980).

Le laboratoire du Crema-L'Houmeau entend développer et poursuivre ce type de recherches, tant du point de vue appliqué à l'aquaculture que du point de vue de la recherche fondamentale des mécanismes sur les échanges entre l'eau et le sédiment.

Pour une nouvelle filière d'élevage comme la crevette impériale, les dépôts organiques sur le fond sont d'autant plus importants que l'intensification est poussée. Des accumulations d'aliments non consommés, des excréments produits, enrichissent la vase en matière organique. Des phénomènes bactériens peuvent alors s'amplifier et provoquer de fortes consommations d'oxygène dissous, qui réduiront sa disponibilité dans la colonne d'eau. A l'extrême des phénomènes d'eaux blanches peuvent apparaître dans les marais mal renouvelés. L'éleveur dira parfois que « l'eau a tourné ».

### PRÉSENTATION DU SÉDIMENT DU MARAIS

Les marais à usage aquacole sont le plus souvent d'anciens marais salants désaffectés creusés dans des alluvions marines modernes du quaternaire de l'âge Flandrien, appelées encore « le Bri ». Celui-ci occupe l'emplacement d'anciens golfes où débou-

chaient rivières et estuaires. C'est un mélange d'alluvions marines et fluviales très semblables aux vases actuelles mais ayant subi des modifications (la Pédogenèse).

Les carottages effectués depuis une quinzaine d'années concernent essentiellement les marais à usage ostréicole, étudiés tant en Charente-Maritime (Ile d'Aix, Angoulins) qu'en Vendée (Olonnes-sur-Mer). Ils ont permis la mise en évidence de deux horizons principaux :

- la vase ;
- le bri.

Ces deux couches sont toujours présentes, mais leur épaisseur varie selon le marais considéré et selon le mode d'entretien pratiqué.

Nous avons dégagé trois profils type (*figure 1*, page suivante) dans les marais étudiés :

- Le premier profil est représentatif d'un *marais mal entretenu* (ni assec ni curage régulier) où la sédimentation est intense, et peut atteindre 5-10 cm par an sur bri « ancien ».

- Le second et le troisième profils figurent des marais qui subissent régulièrement une remise en état (curage, mise en humeur), l'un sur bri « ancien », l'autre sur bri « récent ».

### La couche vaseuse

La sédimentation est plus rapide dans les marais que dans les zones non endiguées. Dans le marais d'Angoulins (P2) après réfection, et après une année de mise en eau et culture, nous relevons 4 centimètres de vase noire. Cette couche peut ne pas être uniforme et être mélangée au bri gris, ce qui donne un aspect jaspé ou moucheté. La couche superficielle, d'une épaisseur de 2 mm, est jaunâtre. La vase devient plus compacte en profondeur, la teneur en eau décroît. L'épaisseur de la couche de vase varie d'un marais à l'autre, elle dépend :

- de la situation géographique du marais,
- de la qualité biologique du marais,
- de l'entretien effectué sur le marais.

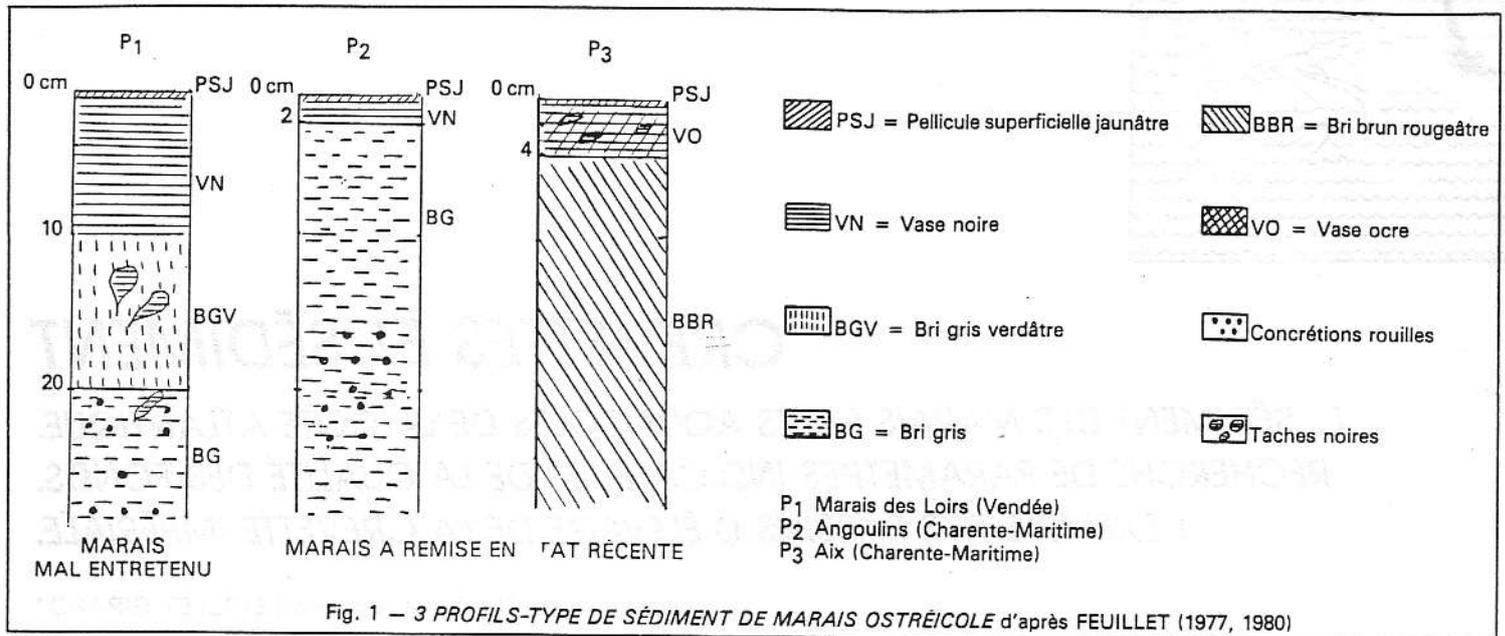
Certains marais abandonnés peuvent avoir accumulé des dépôts de plusieurs dizaines de centimètres, correspondant à des accumulations successives d'algues macrophytiques. Cette vase est toujours riche en matière organique, créant ainsi des phénomènes de réduction. La couleur noire est due à la combinaison des sulfures formés avec le fer (FeS).

### Le bri

Plusieurs études pédologiques ont permis de vérifier l'existence de trois faciès de bri :

- Un bri gris bleu qui constitue l'essentiel de la formation sédimentaire, et au-dessus nous retrouvons deux teintes selon les cas :

\* J. Hussenot et M. Feuillet-Girard, Centre de Recherche en Écologie Marine et Aquaculture (C.N.R.S. -IFREMER), L'Houmeau, B.P. 5, 17137 Nieul-sur-Mer.



un bri brun à brun rouge, le « bri récent », et un brun gris vert à vert olive, le « bri ancien ». A l'origine, lors de son dépôt, le bri est toujours gris bleu, en quelque sorte il constitue la roche mère du profil. C'est seulement ensuite qu'il évolue en surface soit vers le « bri ancien » ou le « bri récent ».

Regrain (1980) s'est basé sur l'âge du dépôt pour justifier l'appellation « récent » et « ancien » et il attire notre attention sur le degré d'oxydation du bri qui induirait telle ou telle couleur (figure 2). Par contre la présence quasi permanente d'eau semble s'opposer à la pédogenèse du bri.

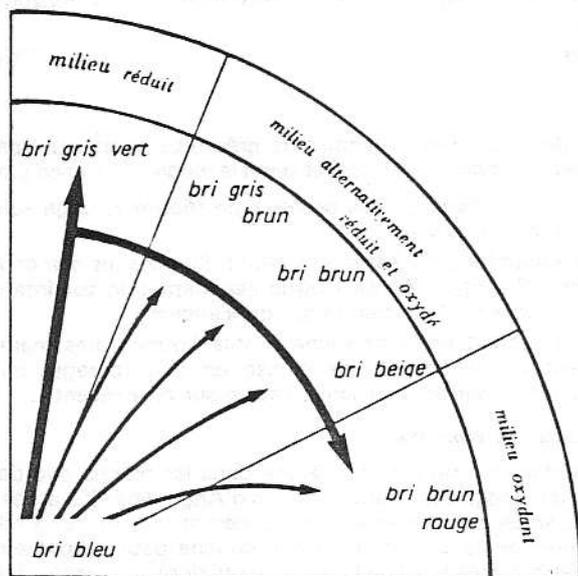


Fig. 2

Modèle explicatif des teintes du bri en surface et en profondeur

Les processus naturels seuls conduiraient à un bri gris-vert.

L'intervention humaine (drainage) dévie cette évolution vers le bri brun rouge mieux drainé. Les teintes actuelles du bri dépendent de l'intensité de l'intervention humaine et de la teinte du bri au début de cette intervention.

D'après REGRAIN R. (1980).

**CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA COUCHE VASEUSE ET DU BRI**

Différentes mesures couramment utilisées pour l'étude des sols sont reprises pour caractériser le sédiment en place, à savoir :

- la mesure de l'acidité ou pH, qui permet de donner une idée de l'homogénéité,
- le degré d'oxydo-réduction ou Eh nous renseigne sur les besoins en oxygène du sédiment,
- la granulométrie distingue les argiles (< 40 µ) des sables fins (> 50 µ),

- la teneur en carbonates,
- la teneur en matière organique.

Le pH du bri et de la couche vaseuse sont généralement légèrement basiques et ne dépassent pas 7,5 ; il y a toutefois une tendance à une certaine acidification dans les zones mal entretenues. Les particules constitutives du bri sont plus grossières que celles des dépôts actuels ; les éléments grossiers sont en effet piégés dans le réseau hydraulique précédant les claires. La teneur en calcaire est plus élevée dans la couche vaseuse (jusqu'à 10 %), que dans le bri qui peut être décarbonaté (< 1 %). La matière organique est plus abondante dans la couche vaseuse que dans le bri. Toutefois le bri gris-verdâtre conserve des teneurs en matière organique plus élevées que les autres bris.

**APPLICATION A LA CONNAISSANCE DES FONDS DE BASSINS D'ÉLEVAGE DE CREVETTE IMPÉRIALE COMME AIDE A LEUR GESTION**

Depuis 1985 une approche appliquée a été menée par le Crema-L'Houmeau sur les bassins d'élevage de crevette impériale. Elle a débuté pour tenter d'expliquer les mauvaises croissances obtenues dans les bassins surcreusés ou les bassins neufs, elle se poursuit pour trouver des solutions techniques à des surenrichissements liés à des élevages semi-intensifs, répétés plusieurs années de suite.

Parmi les analyses classiques qui viennent d'être décrites, deux d'entre elles nous paraissent dignes d'être dès maintenant prises en compte dans l'observation routinière des élevages en pré-développement dans les marais.

La première est l'épaisseur de la vase molle, accumulée par le dépôt des élevages pratiqués. Nous avons déjà décrit un appareil de terrain permettant d'en faire rapidement une évaluation lors des vidanges totales de l'eau du bassin (Hussenot 1986).

La deuxième est la teneur en matière organique détritique du sédiment superficiel (M.O.), et en particulier du premier centimètre, sur lequel s'opère l'essentiel de l'activité de minéralisation en aérobie (c'est-à-dire en présence d'oxygène apporté par l'eau sus-jacente). La transformation en sels minéraux de la partie plus profonde s'effectue beaucoup plus lentement par une action de bactéries anaérobies. La mesure de la matière organique peut être effectuée simplement, par une calcination au four de 4 heures à 550° C, encore appelée « perte au feu », à condition de respecter certaines précautions comme l'élimination de la matière vivante (filaments d'algues macrophytes, racines, coques...).

Récemment (Hussenot 1987), nous avons proposé une classification des bassins de la côte atlantique, utilisés pour l'élevage de la crevette impériale. En voici les principaux résultats, qui permettent de distinguer trois grands types :

- Le TYPE 1 de 5 % à 9 % de M.O. correspond à des bassins récemment approfondis ou curés, ou bien à des bassins maintenus souvent en assec. La productivité naturelle benthique restera faible

si des apports organiques importants ne sont pas effectués en début d'élevage pour apporter un enrichissement qui servira de nourriture aux animaux détritiques (bactéries, vers et larves d'insectes). Des problèmes de croissances lentes ou de blocages apparaîtront en bassins extensifs ou semi-extensifs si l'aliment apporté n'est pas de qualité suffisante et si les proies naturelles disponibles dans le sédiment superficiel sont rares.

- Le TYPE 2 de 9 % à 12 % de M.O. correspond à des bassins qui ont acquis un bon équilibre en matière organique. Ces sédiments peuvent donc être considérés comme des fonds de bonne qualité pour démarrer un élevage et espérer un développement rapide de la production benthique. Un apport léger organo-minéral pourrait toutefois favoriser l'accélération de la mise en place de la flore et de la faune benthique.

- Le TYPE 3 de 12 % à 20 % de M.O. correspond à des bassins où le sédiment est très réduit sous une microcouche oxydée. Les apports excessifs de matière organique proviennent soit d'amas de macrophytes décomposés, soit d'excès d'apports d'aliments. Une fertilisation organique dans ce type de bassin est déconseillée. Une activation de la minéralisation est nécessaire pour abaisser le taux de M.O. et revenir au TYPE 2. La mise en assec avec travail du fond est probablement le moyen le plus efficace. Un curage mécanique avec extraction risquerait de ramener le bassin à un état de TYPE 1. Des recherches sont à poursuivre pour optimiser cette technique culturale des fonds. L'analyse du sol en matière organique et celle des sels nutritifs libérés à la mise en eau permettront de définir les méthodes de travail les plus efficaces.

Il apparaît donc qu'un bassin où les apports organiques liés à l'élevage peuvent être importants passera plus ou moins vite à partir de sa création du premier au dernier type décrit ci-dessus.

### ÉVOLUTION SAISONNIÈRE DES BASSINS D'ÉLEVAGE DE CREVETTE

En élevage extensif les teneurs en M.O. diminuent d'avril à août, en raison de l'accélération de la minéralisation par augmentation des températures. En septembre, les teneurs remontent légèrement, probablement du fait de la diminution combinée des températures et de la luminosité, ce qui entraîne un excédent de matière détritique. Il s'agit effectivement d'une période où les algues macrophytes commencent à mourir en masse.

Au contraire, en élevage semi-intensif, les teneurs en M.O. peuvent augmenter au cours de l'été, notamment si les apports d'aliments sont excédentaires. Plus la charge sera élevée plus les augmentations de M.O. seront importantes (figure 3). Un bon rationnement en fonction de la biomasse présente est capital pour éviter des excédents organiques en fin de saison. Les bassins PT8-87 et PT-13-87 en sont un exemple ; pour des biomasses maxi par m<sup>2</sup> de 40-50 g, les teneurs en M.O. en fin de saison d'élevage atteignent 13 à 14 %. Les bassins pour lesquels il est envisagé chaque année une charge finale de 100 à 200 g/m<sup>2</sup> devront être préparés en début de saison de façon à éliminer au maximum l'excédent organique par une mise à sec et un travail du fond durant la période de repos hivernale. Une succession rapide de deux élevages semi-intensifs à apports organiques importants comme une filière truite-crevette entraîne des risques pour l'élevage : surconsommation en oxygène des fonds, accumulation pluriannuelle de la M.O. imposant inévitablement une jachère estivale tous les 2 ou 3 cycles, si tout se passe bien jusque-là !

### RECHERCHE DE GESTION AMÉLIORÉE DES FONDS DE BASSINS A CREVETTES

La poursuite de notre travail doit être dorénavant de sélectionner les pratiques culturales permettant avant chaque campagne de production de préparer le sol pour se trouver dans un état de type 2 de cette classification et limiter l'épaisseur de la couche vaseuse noirâtre. Il reste aussi à confirmer que pour ces teneurs en matière organique (9 % à 12 %) la macrofaune du fond est quantitativement, en proies potentielles, bien développée. Un élève chercheur nous apportera d'ici la fin de l'année des éléments plus complets dans le cadre d'un sujet de thèse sur le régime alimentaire et les proies disponibles de la crevette impériale. Ce travail fait suite à un premier mémoire de reconnaissance de la macrofaune de dix marais de la côte atlantique (Reymond 1985).

Un assec améliore considérablement la qualité organique du sédiment quand il peut être effectué durant plusieurs mois ensoleillés (photo 1, Massé 1987). Pour l'élevage de la crevette impériale cela voudrait dire la perte d'une production complète. Nous tentons donc de rechercher une autre solution, qui passerait par une

### RELATION CHARGE ET MATIÈRES ORGANIQUES

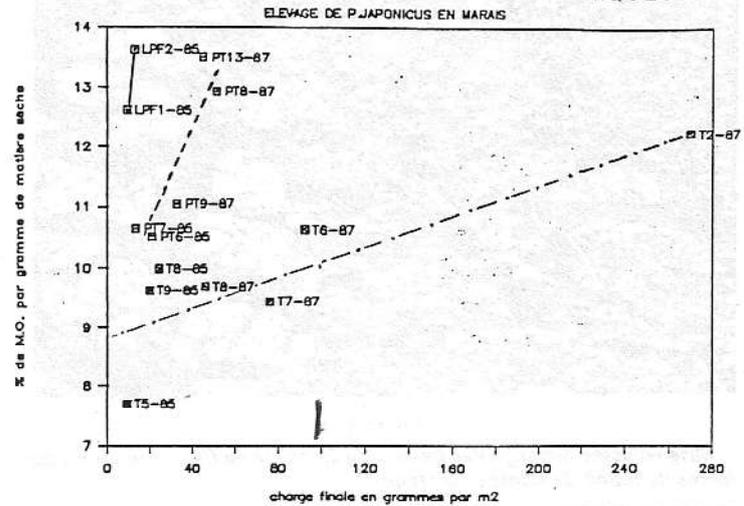


Fig. 3  
Quantité de matière organique dans le premier centimètre de sédiment, en fonction de la charge en élevage dans 3 exploitations différentes.  
D'après HUSSENOT (1987)

activation de l'oxydation des couches isolées par la croûte superficielle qui se forme au printemps, sans attendre la formation naturelle des fentes de retrait, qui sont beaucoup plus tardives dans la saison. Pour ce faire nous menons une collaboration avec le service Technologie Aquacole de l'IFREMER, qui doit permettre très prochainement de pratiquer des essais d'aération du sol avec un motoculteur chenillé (photo 2) équipé de différents outils de travail (lame nivelieuse, scarificateurs...). En Italie, où l'assèchement des vallicultures est une pratique difficile, en raison des grandes surfaces de bassin et du niveau des terrains, un appareil d'aération des fonds en eau a été mis au point par le groupe Ravagnan (photo 3). Celui-ci permet une activation de la dégradation de la matière orga-

## L'ALIMENT POUR L'AQUACULTURE

AQUALIM

DISTRIBUER MOINS PRODUIRE PLUS

\*MARIE-CATHERINE RICHIER\*

\*ERIC MACGRANGEAS\*

AQUALIM

B.P. N°1 Z.I. DE NERSAC Tél. 45 90 53 11

16440 ROULLET-ST-ESTEPHE France Telex 790162 F

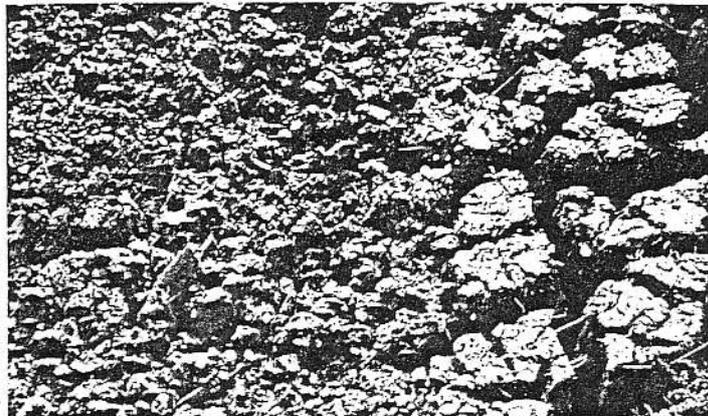


Photo 1

Mise en assec prolongé des bassins du Domaine de Certes montrant les fentes de retrait de forme prismatique.

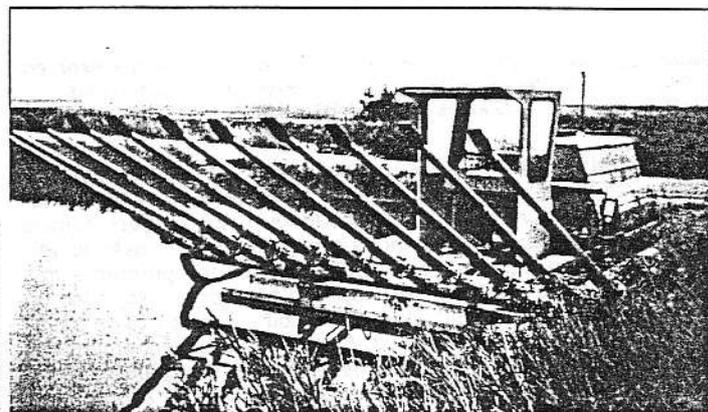


Photo 3

Hydrocultivateur italien utilisé en valliculture moderne pour l'aération en eau des fonds de bassins.



Photo 2

Premiers essais sur fond de marais d'un motoculteur chenillé d'origine japonaise récemment importé en France. L'adaptation d'outils pour le travail des fonds est en cours.

nique, essentiellement produite par les débris végétaux provenant des algues macrophytes.

Pour nos régions, où les assecs sont possibles, d'autres pratiques sont peut-être à rechercher au niveau d'amendements à l'image de ceux utilisés sur les sols agricoles. Des essais d'épandage de carbonate de calcium en poudre se sont traduits par une action physico-chimique abaissant le pH et le potentiel d'oxydo-réduction des vases, et une action minéralisatrice de la matière organique lorsque celle-ci est bloquée. Différentes expériences ont montré que le carbonate ne devait pas être ajouté à n'importe quelles claires, mais seulement aux vases présentant des difficultés dans la minéralisation de la matière organique (Feuillet et Gouveau 1977).

D'autre part nous engageons, en 1988, une collaboration avec l'I.N.R.A. de Saint-Laurent de la Prée, qui doit nous permettre de rechercher les possibilités d'application aux marais en eau des techniques d'amélioration des sols agricoles.

D'autres collaborations s'installent avec la division Aménagements Littoraux et Aquaculture du CEMAGREF sur les techniques d'analyse du milieu, et en particulier sur la qualité des fonds de bassin et les stratégies d'assecs.

### CONCLUSION

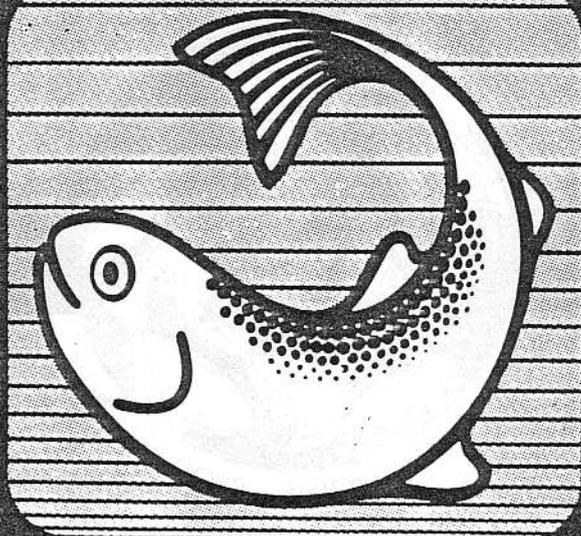
Une meilleure connaissance de la richesse organique des fonds des bassins de terre d'aquaculture devrait être entreprise dans les bassins d'expérimentation comme dans les bassins de production. A l'image de l'agriculture qui pratique en routine des analyses de sol, il faudra probablement, pour une bonne gestion, réaliser au moins annuellement une analyse printanière de la matière organique du sédiment et une évaluation de l'épaisseur des dépôts vaseux. Les résultats permettront d'évaluer l'efficacité de la préparation des bassins et le type d'enrichissements souhaitables, si les sédiments sont trop pauvres en matière organique.

Pour la saison 1988 d'élevage de crevette impériale en marais, il nous semble vivement souhaitable que les organismes régionaux qui effectuent une assistance auprès des éleveurs puissent assurer ce type d'analyses par deux prélèvements en début et fin de saison. Une adaptation de la charge à la richesse du bassin pourrait être proposée en début de saison. En particulier une attention devrait être portée sur les bassins à taux de croissance anormalement faibles. D'autre part, ce type d'analyse préparera l'éleveur aux amendements fertilisants qui sont en train d'être mis au point. Les résultats expérimentaux menés conjointement par le CREMA-L'Houmeau et IFREMER-Aqualive permettent déjà d'envisager le transfert d'un traitement de préparation et d'une gestion de l'eau dans la phase avant-semis. Il faudra par contre encore un an minimum de mise au point pour proposer aux éleveurs une technologie de fertilisation optimisée lorsqu'elle sera nécessaire, c'est-à-dire en particulier lors de la phase de démarrage (mai-juillet) des élevages semi-intensifs.

Manque de place !

Les lecteurs intéressés trouveront au début du « Bloc-Notes », page 41, une bibliographie sur ce sujet.

**SARB**  
L'ELEVAGE PISCICOLE PERFORMANT



aliments pour: **alevins, truitelles, truites et reproducteurs**

COFNA-SARB 37018 TOURS CEDEX. Tél. 47616167  
Hors métropole contacter notre service export : COFNA-SARB division export  
28 rue Legendre 75017 PARIS télex: 280519-tel: 142 2702 00-146 221181

**BIBLIOGRAPHIE**  
de l'article de J. Husenot  
et M. Feuillet-Girard sur  
« CREVETTES ET SÉDIMENT »

(page 25)

Duchaufour P., 1983. Pédologie et classification. Masson, Paris; 491 p.

Enjalbert H., 1960. Les pays aquitains. Le modelé et les sols. Imprimerie Brière, Bordeaux; 618 p.

Garnier D., 1975. Contribution à l'étude de la pédogenèse récente : les sols sur argile à Scrobiculaires du Marais Poitevin. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Poitiers; 91 p.

Feuillet M., 1980. Contribution à l'étude des fonds ostréicoles du marais des Loirs au nord des Sables d'Olonne. *Bulletin trimestriel de la Société de Géologie de Normandie et Amis du Muséum du Havre*; 67 (2) : 43-61.

Feuillet M. et Goulet D., 1977. Action des épandages de craie (ou CaCO<sub>3</sub>) sur les vases des claires et des parcs ostréicoles. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*; 41 (4) : 417-36.

Husenot J., 1986. Le vasomètre, un nouvel outil pour la mesure de l'envasement des étangs et marais aquacoles. *Aqua Revue*; 4 : 19-20.

Husenot J., 1987. Intérêt de l'étude de la matière organique du sédiment superficiel dans les élevages marins semi-intensifs en bassins de terre de *Penaeus japonicus*. Note H87-02 CREMA-L'Hourmeau; 8 p.

Massé J., 1987. Travaux de restauration des réservoirs à poissons du Domaine de Certes. *Bull Inst Géol. Bassin d'Aquitaine, Bordeaux*; 41 : 153-70.

Regrain R., 1980. Géographie et télédétection des marais charentais. Imprimerie Valade, Amiens; 512 p.

Reymond H., 1985. Contribution à l'étude de la macrofaune benthique des marais d'élevage de la crevette impériale (*Penaeus japonicus*). Mémoire de DESS Cultures Marines, Caen; 103 p.

SITES	COUCHE VASEUSE				BRI			
	ANGOULINS	AIX	LES LOIRS	ANGOULINS	AIX	LES LOIRS	(1) en grain (2) en grains végetale	
H	7,1 à 7,5	7,2 à 7,6	5,8 à 7,9	7 à 7,5	7 à 7,5	5,9 à 7,4		
E h mv	150 à 190	+50 à +370	-30 à +290	> 100	+180 à +310	-10 à +310		
ARGILES SL	95%	90 à 95%	85%	85%	85%	70%		
SABLES FINS	5%	5%	15%	15%	15%	30%		
CALCAIRE	3 à 10%	17 à 7,3%	0,21 à 6%	2 à 3%	4,2 à 6,7%	0,07 à 2,8%		
MATIERE ORGANIQUE	1 à 3%	1 à 3%	3,11 à 11%	1,03 à 1,8%	1,03 à 1,8%	0,5 à 3,4%		

Tableau I : DIFFERENTS FACTEURS PHYSICO - CHIMIQUES  
CARACTERISTIQUES DE LA COUCHE VASEUSE  
ET DU BRI ( Valeurs moyennes obtenues sur  
environ 300 carottes étudiées )