

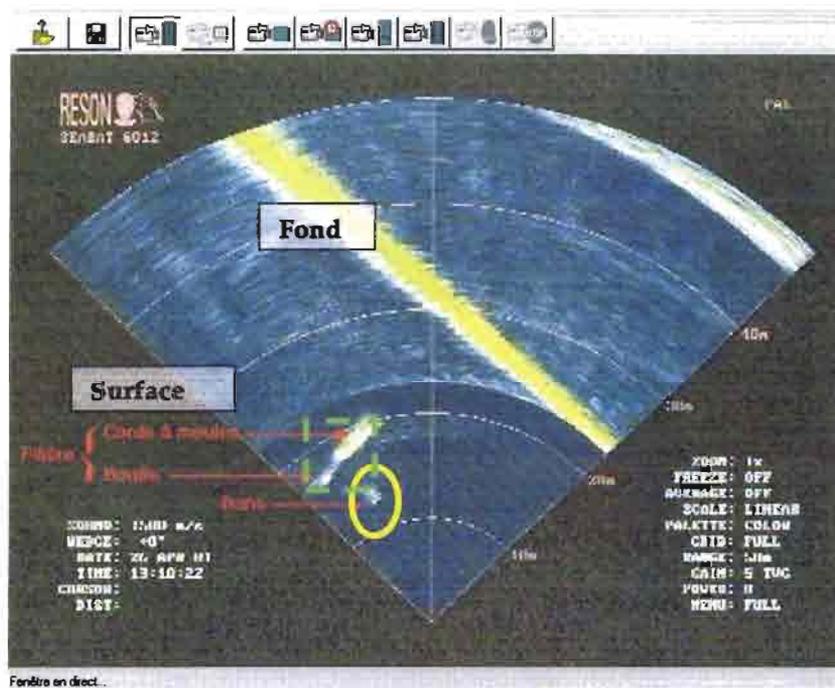


REGION LANGUEDOC
ROUSSILLON



A.S.A.
des
cultures
en mer

**Observations acoustiques de bancs de poissons
autour de filières à moules en mer ouverte
à l'aide d'un sonar multi-faisceaux à haute résolution (455 kHz) ;
application au lotissement conchylicole de Sète-Marseillan**



**Mesure 13/4/4 ; Contrat de Plan Etat Région 2000-2006
(SRCM-ASA)**

Rapport de fin d'activité

Rédigé le 1/07/2001 par
Brehmer Patrice

Brehmer Patrice

Ingénieur de recherche (ASA)

Du 1/05/2001 au 1/07/2001

Eco-ethologie/hydroacoustique

s.r.c.mediterranee@free.fr

Tél : 04-67-43-90-53

Fax : 04-67-43-59-50

brehmer@ird.fr

Tél : 04-99-57-32-41

Tél : 04-99-57-32-00

Programme :

Contrat de Plan Etat Région LR 2000-2006, mesure 13/4/4 ;

« Problème de prédation de moules sur filière en mer ouverte par des bancs de poissons ».

ASA des cultures en mer ouverte©, juillet 2001
Maison de la Mer – Quai Guitard - Mèze

(Document engageant la responsabilité de son auteur ne peut être cité ou diffusé sans son accord préalable)

Sommaire :

- 1. Objectif**
- 2. Personnel impliqué dans les campagnes de détection sonar**
- 3. Méthode**
- 4. Matériels embarqués
Le sonar Reson Seabat 6012**
- 5. La Daurade royale « *Sparus aurata* »
Biologie générale et débarquements**
- 6. Résultats**
 - 6.1. Méthodologie**
 - 6.2. Caractéristiques des bancs observés**
 - 6.2.1 Définitions des variables**
 - 6.2.2 Morphologie des bancs**
 - 6.2.3 Position des bancs**
- 7. Discussion**
- 8. Conclusion**
- 9. Remerciements**
- 10. Bibliographie**
- 11. Annexes**
 - A. Propositions d'action de l'IFREMER et de l'IRD en 2001 concernant le problème de la prédation des daurades sur filières
 - B. Comte rendu de la réunion sur la prédation des moules par les daurades (travaux acoustiques à partir du navire « Chlamys »)
 - C. Photographies de campagnes
 - D. Modèle de feuille de quarts de la mission « Daudo »/Visibilité du Soleil-Lune 04-06/2001 Sète
 - E. Méthode de reconnaissance spécifique :
 - a. Caractéristiques de l'hydrophone
 - b. Caractéristiques du Sondeur EY 500
 - c. Les Plongées
 - F. *Nature science update*, Juin 2001
 - a. Dolphin deterrents could also be scaring fish away from nets.
 - b. Underwater racket keeps eiders down
 - G. Calibration du sondeur EY500
 - H. Extrait du quotidien Midi libre "Sète" 22/06/2001
 - I. La conchyliculture en mer ouverte par SANGUINEDE Fabien, mai 2001, fin DESS 09/2001
 - J. Catalogue des images sonar de bancs détectés
 - K. Données brutes/Statistique élémentaire
 - L. Structures de bancs
 - M. Paramètres recueillis sur l'image sonar
 - N. Standardisation des mesures du sonar Reson Seabat 6012 pour un inventaire des filières à moules : localisation géographique et état de remplissage

Copie à : Y. Morran (président de l'ASA), et M. Regler (directeur SRCM) et M. Archimbeau (président SRCM).
Et pour information : D. Petit (IRD, Chercheur au CRHMT de Sète), F. Gerlotto (IRD/directeur UR-061), D. Buestel, (Ifremer/RA/Sète, coordinateur du programme), B. Voituriez (Directeur du CRHMT de Sète).

1. Objectif :

L'objectif de la convention de prestation de service était la mise en œuvre du sonar multi-faisceaux RESON Seabat 6012 dans le cadre du problème de prédation subit par les mytiliculteurs sur leurs filières de moules en mer, par des bancs de prédateurs indéterminés. De forts soupçons (témoignages de professionnels et d'amateurs) pèsent sur la Daurade royale (*Sparus aurata*) grande consommatrice de lamellibranches (59% de son régime alimentaire). Pour ce faire nous avons participé à l'ensemble des missions proposées par l'Ifremer pour répondre à ce problème (annexe : A, Buestel D., 2001). Nous avons participé à la mise en place du matériel acoustique (sonar multi-faisceaux, sondeur à faisceaux partagés). Nous avons aussi mise en œuvre la méthodologie de dépouillement des données issues d'un sonar multi-faisceaux au laboratoire Ifremer Ressources Halieutiques de Sète. Enfin les données du sonar des campagnes « daudo » (Guennégan, Brehmer, 2001) ont été dépouillées (Sanguinède F., 2001) et analysées¹ au laboratoire du CRHMT. Rappelons que le but premier des missions « daudo » était de prospecter par technique acoustique les filières de moules de la concession de Sète-Marseillan afin de détecter la présence/absence de bancs de prédateurs de moules (daurades en particulier) sur les filières et aux alentours immédiats de celles-ci. En cas de détection « suspecte » un hydrophone (annexe E) était placé sous le navire afin d'essayer d'enregistrer le bruit des moules broyées par les daurades. Par ailleurs, nous avons mené une étude de type comportementale sur les bancs observés à proximité directe des filières. Pour valider les observations acoustiques il a été envisagé, en l'absence de pêche d'identification, de réaliser une observation spécifique des détections par plongeurs équipés de caméra vidéo. Nous présentons ici les résultats obtenus grâce au sonar Reson seabat 6012, qui renseigne sur « l'absence/présence » de bancs, leurs caractéristiques morphologiques élémentaires et leur position.

2. Personnel impliqué dans les campagnes de détection sonar:

Le personnel embarqué à bord du « Chlamys » :		« Gryphéa » :	
Yvon Guennégan	(Ifremer, chef de mission)	Dominique Buestel	(Ifremer/RA, aquaculture)
Patrice Brehmer	(IRD/ASA, eco-éthologie)	Jocelyne Oheix	(Ifremer/RA, plongée)
Jean Paul Lagardère	(CNRS, écoute acoustique)	Patrick Legal	(Ifremer/RA, plongée)
Bernard Liorzou	(Ifremer, halieute acousticien)	-	-
Didier Petit	(IRD, halieute acousticien)	-	-
Fabien Sanguinède	(Université de Corte, stagiaire)	-	-

Y. Guennégan, chef de mission est aussi pilote du Chlamys. Didier Petit halieute acousticien, comme B. Liorzou, est responsable du stage de DESS de F. Sanguinède (Sanguinède F., 2001). Brehmer P. est en charge de la détection sonar des bancs. JP Lagardère était en charge de l'écoute sous-marine par hydrophone. Dominique Buestel coordinateur du programme est aussi plongeur pour les missions Daudo, ainsi que J. Oheix et P. Legal.

3. Méthode

La partie Méthode a déjà été traitée lors de la mission Daurade 2000 (Gerlotto, F., P. Brehmer, 2000) et revue en détail par Gerlotto F., P. Brehmer, & D. Buestel, 2001. Pour plus de détails on se reportera au rapport précédent. La procédure choisie a été de prospecter des radiales côte-large sur la partie des filières où avait été observé, par des professionnels, un début de prédation sur certaines filières. Le transducteur du sonar

¹ En l'absence de carte d'acquisition vidéo adéquate, il ne nous a pas été possible de faire d'analyse à partir de *Sbi viewer* 5.01 (Gerlotto F., Brehmer P., 2000)

était positionné sur le côté bâbord du navire à environ un mètre d'immersion en position verticale. L'angle d'ouverture de 90° de l'ensemble des 60 faisceaux était parallèle à la surface (-1m) et perpendiculaire au fond (fig.2). Le sonar balaie donc la masse d'eau de la surface au fond perpendiculairement à la route du navire. Les filières ont été attaquées latéralement. Des coupes longitudinales ne favorisant pas la détection des bancs cachés par les filières (fig. 2), nous avons opté pour des coupes latérales (annexe J) de ces filières d'où l'orientation des radiales terre large.

Enfin des « reconnaissances spécifiques » par observations visuelles devaient être menées (cf. annexe, F) en parallèle de nos détections acoustiques. Elle n'ont pas été possible. La mise en forme des données sonar est donc restée « élémentaire » et n'a pas pu être couplée à des données de pêche ou d'observation visuelle directe par plongée. Le jeu de données à notre disposition (concernant la prédation constatée par les mytiliculteurs sur leurs concessions), du fait d'une activité réduite des prédateurs, ne nous a pas permis de cerner une zone particulièrement affectée par ce phénomène de prédation. De plus au cours de nos investigations, l'absence d'enregistrement via hydrophone du phénomène de la prédation (le broyage des coquilles de moule par l'appareil pharyngé des prédateurs devrait être facilement discriminé du bruit ambiant), a limité nos investigations à l'analyse de deux campagnes, sans station fixe (la méthode d'analyse des données est reprise au §6.1 et §6.2.2). En résumé il n'a pas été possible de localiser précisément une zone de travail. La zone prospectée a donc été choisie à partir de critères peu précis (prédation exercée en début d'année).

4. Matériels embarqués

Les missions à la mer se sont réalisées à partir d'une logistique principalement Ifremer (Labo RH Sète), IRD (Sète) et CNR (écluse de Ballaruc) pour le sondeur.

Le bateau, « Chlamys », unité de 9 mètres possède de 2 moteurs de 110 CV, et équipé de matériel acoustique :

- un sonar multi-faisceaux (455khz) Reson (enregistrement vidéo)
- un sondeur split-beam EY500 (70khz)(enregistrement numérique)
- un GPS portable
- un sondeur de bord (avec thermomètre).

L'alimentation du matériel électrique était assurée par un convertisseur 24v-220v. Les sauvegardes pouvaient se réaliser par un graveur de CD, mais la capacité des disques durs du PC « sondeur » s'est avérée suffisante.



Figure 1 : Le Chlamys (2*110CV, 9m) à quai au CRHMT de Sète (IRD, Ifremer, UM2), à bord B. Liorzou et Y. Guénégan durant l'installation du « PC scientifique » et du tube articulé conçu pour fixer le transducteur du sonar. A droite : Bras articulé soutenant la base du sonar multi-faisceaux.

Le sonar Reson Seabat 6012 :

Le sonar multi-faisceaux du CRHMT dont c'était la première mise en œuvre en campagne a donné entière satisfaction et est tout fait opérationnel. Notons que l'absence de carte d'acquisition vidéo ne nous pas permis de lancer² (DibuffPG2.exe) un exécutable permettant un enregistrement des données sonar directement en numérique à partir d'un *buffer* continu dans l'unité centrale du sonar, sur un pas de 30 secondes à rebours. Il n'est donc pas possible de présenter ici des reconstitutions en trois dimensions par le biais du logiciel SBViewer 5.01 (Gerlotto F. et al., 1999).

Les réglages standards utilisés durant la mission sont résumés dans le tableau 1 ci après. Le bras articulé soutenant le sonar s'est avéré très fonctionnel (fig. 1 ; annexe C). Les données ont été dépouillées à partir des bandes vidéo S-VHS enregistrées à bord. Un re-jeu total de la campagne a été réalisé au laboratoire et a permis de numériser (à partir de la carte ISVR3, IRD/URo61) les séquences utiles inventoriées en annexe J, pour un traitement direct de l'image.

Menu full	Power	Gain	Zoom	Freeze	Average	Scale	Palette	Grid	Range	celerity
Setting	07-août	37015	*1	Off	Off	linear	color	full	50-100m	1500m/s

Tableau 1 : Les réglages standards du sonar durant les missions

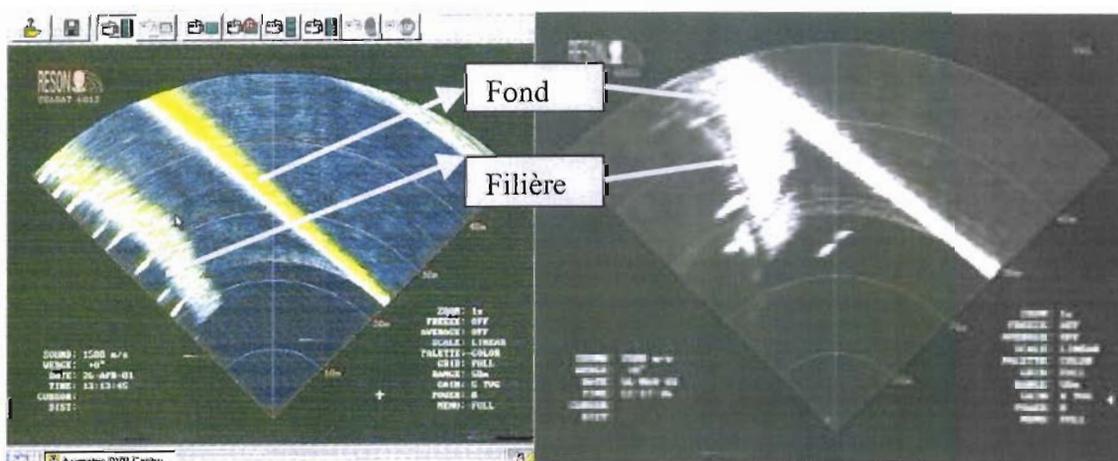


Figure 2 : image brute du sonar multi-faisceaux Reson Seabat 6012 numérisée au laboratoire par la carte ISV3. L'image est à l'envers : la surface est en bas et le fond au milieu matérialisé par une ligne jaune continue et intense. A 5 m de profondeur, une filière à moules est vue en deux dimensions, en coupe longitudinale (méthodologie de prospection : coupe latérale). A droite une filière observée par mauvais temps.

Les campagnes « Daudo »

Deux types de travaux ont été réalisés à partir du « Chlamys » :

- radiales de prospection acoustique le long des filières, par observation latérale du sonar et verticale du sondeur (Gerlotto F. & Brehmer P., 2001)
- enregistrement acoustique par hydrophone, le bateau étant mouillé. Transducteur sonar en position fixe.

L'ensemble de ces travaux ont été réalisés de jour. Les mesures de TS ont été affectées par un problème technique résolu dès la seconde campagne. Des plongées ont été effectuées sur 3 sites où des détections de poissons avaient été observées au sonar, mais sans reconnaissance spécifique possible, que ce soit sur les bancs ou sur des cibles individuelles. Le déroulement d'une campagne « Daudo », peut se résumer par une succession de trois étapes :

² « Freezer » les images fournies par le sonar

- mise en place du matériel acoustique à bord du « Chlamys », essais de fonctionnement du matériel et d'acquisition des données
- travaux de prospection acoustiques sur zone
- démontage et débarquement du matériel/archivage des données.

Par mauvais temps, ce qui a été particulièrement le cas pour la campagne Daudo2 du 16/05/2001, il n'est pas possible de travailler correctement. La force et l'orientation des courants inclinent les filières et dévient le navire de sa route (route en crabe 40°). Les filières sont observées sous divers angles de détection et il devient très difficile d'obtenir une coupe latérale exploitable par l'opérateur sonar (fig. 2). De plus la navigation devient assez hasardeuse et il est difficile de maintenir le cap sur une radiale prédéfinie et impossible d'obtenir une coupe latérale des filières. L'ensemble de ces problèmes d'échantillonnage nous indique que le travail à la mer en condition de petite mer (1.5-2m) ne peut être réalisé à partir du Chlamys (fig. 1), si ces conditions de mer sont accompagnées de fort courant inclinant les filières. Les travaux de prospection ont été réalisés en priorité dans les secteurs où des faibles prédatations ont été observées par les professionnels (résultats de l'enquête de terrain, annexe A, Buestel D., 2001). Il s'agit des concessions de Sète-Marseillan, côté « Nord » (fig. 3).

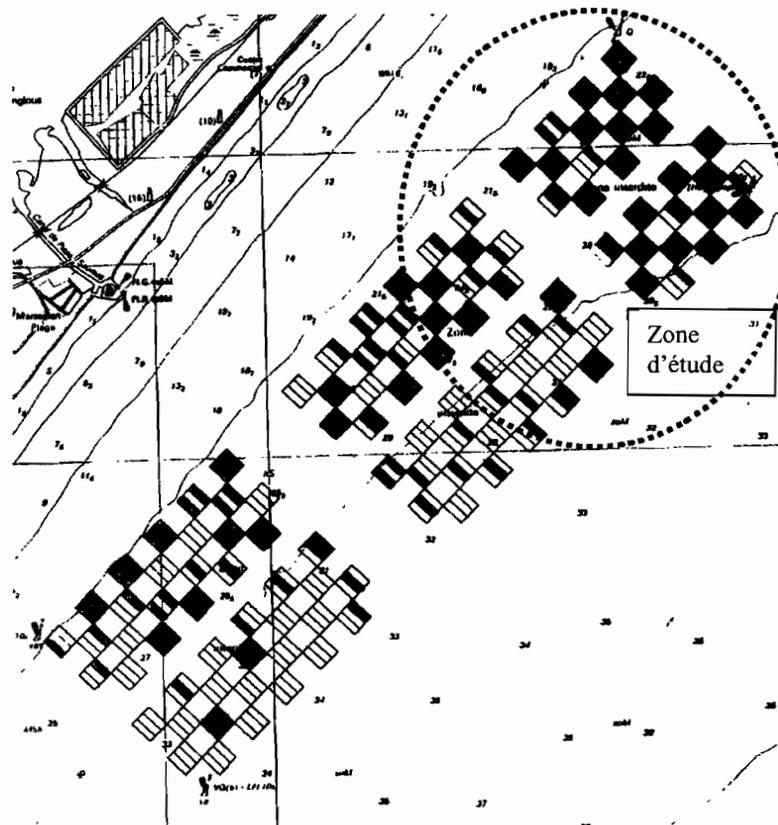


Figure 3 : Lotissement conchylicole de Sète-Marseillan, la zone d'étude s'est concentrée sur les concessions encadrées où avaient été constatées les premières prédatations de l'année.

Le lotissement conchylicole s'étend sur une superficie de 2754 ha pour 348 concessions disponibles dont 171 sont attribuées pour un nombre total de 95 concessionnaires (production de 7 à 8000 t /an, données 1992). Une concession de base a une superficie de 3 ha (300*100m). Les concessions sont regroupées par trois formant une surface de 9 ha. . La production d'une filière (si elle n'est pas attaquée par des prédateurs, allant d'un simple « grignotage » à l'élimination complète de cordes) est de 25 Tonnes par an pour 500 cordes sur une longueur utile de 250m et totale de 300m à 5

mètres de fond (le coût financier d'une filière est d'environ 70.000 Frs, pour plus de détails, voir annexe I, Sanguinée, 2001).

5. Biologie générale de *Sparus aurata* et débarquements:

En l'absence d'échantillonnage scientifique d'individu, nous présentons une revue rapide de littératures halieutiques classiques sur la daurade royale.

Caractères distinctifs (d'après Fischer W., et al., 1987): Corps ovale, assez élevé, comprimé. Profil de la tête régulièrement convexe; oeil petit; joues écailleuses; préopercule nu; lèvres épaisses; bouche basse, très peu inclinée; 4 à 6 dents caniniformes antérieures à chaque mâchoire, doublées et suivies sur les côtés de dents plus obtuses, devenant rapidement molariformes en 2 à 4 rangées; chez les individus de plus de 20 cm, une très large molaire postérieure à chaque demi mâchoire; branchiospines courtes: 11 à 13 sur le premier arc branchial dont 7 ou 8 inférieures; 4, 5 ou 6 supérieures. Nageoire dorsale à 11 épines et 12 ou 13 rayons mous; anale à 3 épines et 11 ou 12 rayons mous. Ecailles de la ligne latérale: . 73 à 85. **Coloration:** gris argenté; grosse tache noire à l'origine de la ligne latérale, débordant sur le sommet de l'opercule et soulignée sur l'opercule par une zone rougeâtre; bande dorée entre les yeux bordée de deux zones sombres (moins nette chez les jeunes). Souvent, des lignes longitudinales sombres sur le corps; une ligne noire sur la dorsale; fourche caudale et pointes caudales bordées de noir.

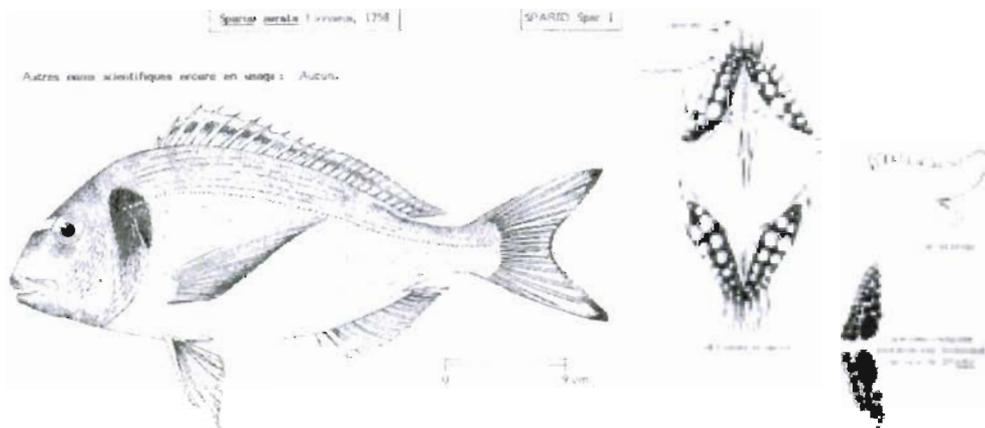


Figure 4 : *Sparus aurata*, Anglais: Gilthead seabream, Espagnol: Dorada, Français: Dorade royale. A droite, appareil pharyngé de la daurade mâchoires et dents (d'après Fischer W., et al., 1987).

Localement appelée ourade (nom vernaculaire Régional) et plus particulièrement saouguena à Sète. *Sparus aurata* a pour habitude de vivre sur la bande littorale jusqu'à des profondeurs de 30m pour les juvéniles et 150m pour les adultes. Sa répartition est large ; sur toute la Méditerranée, elle s'étend en Atlantique des îles Britanniques à celles du Cap Vert au large du Sénégal. La taille maximale observée par pêche en Méditerranée est de 70cm mais commune entre 20 et 50cm. Sa pêche est autorisée à partir de 19cm en Europe (Quéro et al., 1997), et l'individu dépasse rarement les 11 ans (Campillo A., 1992). Poisson euryhalin, la dorade royale supporte les écarts de salinité de son environnement, mais pas les écarts de température, de grandes variations peuvent lui être létales (Quéro et al., 1997). En hivers elles sont normalement éloignées des cotes. Localement les jeunes ont tendance à pénétrer les eaux saumâtres des étangs et lagunes par les graus et en sortent au début de l'automne quoi que le flux migratoire ne soit pas bien connu. Son déterminisme paraît lié au changement climatique influant rapidement sur la température des étangs locaux caractérisés par leur très faible profondeur moyenne (P. Brehmer, 2001b). Sédentaire et assez solitaire elle vit seule (pour les grands individus) ou en petit groupe d'après la littérature scientifique (Fischer W., Schneider M. et Bauchot M.L., 1987 ; Quéro et al., 1997). Son habitat peut se caractériser par des fonds sableux entourés de roche couverte d'algues ou des fonds coquilliers vaseux (Quéro et al., 1997), les herbiers à Posidonie en font aussi partis. En règle générale hermaphrodite protandrique (femelle #3ans, à une taille >30cm), elle se reproduit de novembre à décembre dans la région. On observe une migration de reproduction vers l'Est pour la daurade de Provence et de la région de Sète, vers le sud

pour celle du Roussillon (Quéro et al., 1997). La ponte aurait lieu dans l'Est et l'Ouest du golfe de Gascogne de 30 à 50m de fond (Quéro et al., 1997). Sa croissance est plus rapide dans les étangs qu'en mer et plus rapide en Atlantique qu'en Méditerranée. Les courbes de croissance sont donc difficiles à valider en Méditerranée (Poids max. #5.5Kg). Son régime alimentaire est carnivore, accessoirement herbivore, en Méditerranée : principalement des mollusques bivalves et en particulier des moules, crustacés, poissons et même parfois d'algues (pour plus d'information voire la Thèse d'université de Lasserre (Lasserre G., 1974) sur la dynamique des populations de (*Sparus aurata*) la daurade royale.

Pêches et débarquements locaux

La daurade se pêche sportivement à Sète, mais principalement de façon artisanale à semi-industrielle. Les différents métiers qui pratiquent cette pêche utilisent différents types d'engins : sennes de plage et coulissantes, chaluts, filets maillant et palangres de fond. Elle se pêche aussi à l'aide de nasses, de barrages et de ligne de main (Fischer W., et al., 1987), dans les étangs locaux à la capétchade (Brehmer P., 2001) et au gangui (Lasserre, 1974).

Variations saisonnières des débarquements dans les criées d'Agde et de Sète

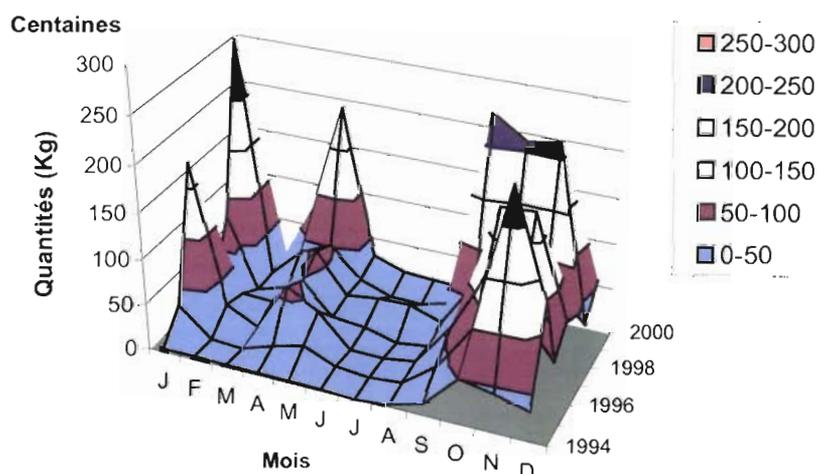


Figure 5 : débarquements de daurades par mois en centaines de kilogrammes, faits à la criée de Sète et à celle d'Agde de 1994 à 2000 (source : Perodou JB, 1999 et Réseaux inter-criée, 2000).

Nous présentons (fig. 5) les débarquements de daurades à la criée de Sète et d'Agde. Elle est principalement pêchée de septembre à janvier et on observe un second pic de mars à mai sauf en 1994. On observe aussi une variation annuelle des prises avec un maximum en 1995-97 et 1999 et un minimum en 1994 et 1998, reflétant une certaine périodicité. La disponibilité de l'espèce paraît de prime abord liée aux changements de température, ce qui est confirmé par les connaissances empiriques des pêcheurs et mytiliculteurs professionnels. Une étude plus approfondie des débarquements (comprenant Sar et Pageot) est en cours (Sanguinede F., 2001), elle sera couplée aux données de prédation de l'ASA-SRCM et de l'IFREMER (D. Buestel, 2001).

	Prédation En tonnes	Pêche criée de Sète et d'Agde, en Tonnes	Tonnage pêche totale dans la région
1997	553.4	44,6 + 13,3	=57,9 t
1998	852.45	37,2 + 4,6	= 41.8 t
1999	900.46	98,3 + 10,5	= 108.9 t
2000	1157.15	54,8 + 18,6	= 73.4 t

Les débarquements se font principalement à la criée de Sète (98 tonnes en 1999), il n'existe pas de lien direct entre l'abondance des débarquements et les niveaux de pertes subit par les mytiliculteurs.

6. Résultats:

6.1.Méthodologie des campagnes

Le sonar nous a permis d'observer les filières et les bancs de diverses concessions du lotissement conchylicole de Sète-Marseillan. La mise en place du sonar multi-faisceaux le long de la coque du « Chlamys » par un système de bras articulé s'est révélée très adaptée à ce type de mission et a permis un meilleur échantillonnage comparativement à la mission « Dorade 2000 » (Gerlotto F., & Brehmer P., 2000). L'idéal est de laisser les filières à 20-25 m sur bâbord (où se trouve le transducteur) afin d'avoir le meilleur échantillonnage possible, surface et fond perpendiculaire, des bancs autour de la filière, dans le champ de détection sonar le moins parasité. De plus on peut ainsi utiliser les portées de 50 ou 100m pour détecter respectivement une filière ou deux filières successives (distance <100m) . Nous n'avons pas enregistré à l'hydrophone de bruit de prédation sur les filières (sans doute du aux eaux froides, et à la faible probabilité³ de rencontre d'un banc en situation d'alimentation sur les filières). Les paramètres physiques pendant la prospection étaient : température de surface 14°C et une salinité de 37 ‰ et une immersion de la base du transducteur à un mètre. A partir du programme « ASM » de Lurton X. (ifremer, Brest), et en utilisant le modèle de François, on obtient les paramètres acoustiques suivants:

Coefficient d'absorption de 25.26 dB/Km

Célérité de 1505.82 m/s

Distance insonifiée $C\tau/2 = 0.045\text{cm}$

Les prospections se sont bien déroulées, il apparaît opportun de se servir d'un GPS en naviguant au travers des concessions (identification des filières suivie des radiales). Durant les campagnes nous avons rencontré 79 bancs en traversant 63 filières (cf. tableau3). Au cours de nos prospections acoustiques nous avons mis le navire au mouillage sur des bouées de filières lors de détection de bancs de poissons pélagiques « suspects » à proximité des filières. Leur détermination spécifique n'a pas été possible en l'absence de pêche d'identification ou de reconnaissance par plongeur. Les observations sonar effectuées en station fixe destinées à enregistrer « des bruits de prédatons » à l'aide d'un hydrophone n'ont pas été exploitées car aucun banc de daurade n'a pu être identifié. Cependant, les opérations « bateau en station fixe » sonar et hydrophone en acquisition, ont permis à J.P. Lagardere d'établir un point zéro en mesurant le niveau de bruit ambiant dans les filières (tableau 2) compte tenu de l'agitation importante du milieu et de la présence à proximité de bancs de taille conséquente sans que ces derniers soient a priori détectables à l'écoute par l'hydrophone. La très faible visibilité en plongée n'a pas permis de prendre d'image sous-marine, ni d'effectuer d'observation visuelle de bancs de poissons sur ces zones.

Date	Horaire UTC	Plongée	Ecoute hydrophone	Détection sonar
26/04/2001	9 :07	Oui ⁴	Non	Oui
26/04/2001	13 :16	Oui	Non	Oui
26/04/2001	14 :07	Oui	Non	Oui
26/04/2001	14 :27	Non	Non	Oui

Tableau 2 : récapitulatif des actions menées hors prospection acoustique : écoute in situ du milieu à l'aide d'un hydrophone (Bruit prédation) et reconnaissance spécifique plongée + caméra.

³ On ne connaît pas le comportement de nutrition des bancs de prédateurs sur les cordes. Certains témoignages font état de phénomène très rapide (50 tonnes perdu par prédation en moins de 48h00, (Alleguede, 2001)).

⁴ forte turbidité du milieu, visibilité nulle.

Il n'a pas été possible de comparer les résultats de deux campagnes décalées temporellement et au niveau de l'intensité de la prédation (augmentation des relations trophiques prédateurs-moules). La campagne daudo2 a dû être écourtée en raison du mauvais temps, ce dernier diminuant considérablement la probabilité de détection ou/et de rencontre des bancs (tableau 3). La campagne daudo1 est présentée en deux parties, le premier jour (J1) avec houle et le second (J2) par temps calme. La campagne daudo 2 a eu lieu dans des conditions de mer formée avec un courant fort. L'ensemble des observations est regroupé dans le tableau ci-dessous.

Campagne	Daudio1 J1	Daudio1 J2	Daudio2	Total
Temps d'observation (mn)	130	402	104	532
Nombre de filières	19	32	12	63
Nombre de bancs	26	47	6*	79
Sur filière	3	16	0	19
Hors filière	23	31	6	60
Probabilité ⁵ de détection de bancs (nb de banc/mn)	0.2	0.1169	0.057*	0.124

Tableau 3 : récapitulatif des détections de bancs sur la concession de Sète-Marseillan durant les campagnes Daudio. (*) Les mauvaises conditions météo ne permettent pas un échantillonnage correct du milieu, de plus les bancs semblent plus petits en moyenne.

La probabilité de détection de banc de poissons pélagiques sur les filières de la concession a été la plus élevée le premier jour (tableau 3). Le second jour nous avons une probabilité de détection (et/ou de rencontre) un peu plus basse. Enfin, pour la campagne daudo 2 de sérieux problèmes méthodologiques (la météo ne permettait pas d'obtenir de coupes latérales des filières) ne nous ont pas permis de détecter les bancs de façon satisfaisante d'où la faible probabilité de détection (0.057).

6.2. Caractéristiques des bancs observés

6.2.1. Définitions des variables

Les mesures se font directement sur l'image sonar (annexe M) en rejeu complet de nos enregistrements sonar S-VHS au laboratoire via un PC. Nous pouvons distinguer les variables morphologiques (dimensions relatives des bancs) et les variables de position. Les variables morphologiques (les distances sont converties en mètre):

- Lw ou « Largeur sonar » :

Représente la mesure de la détection prise le long des faisceaux, parallèlement au fond

- Cw ou « hauteur sonar » :

Représente la mesure de la détection prise transversalement aux faisceaux, perpendiculairement au fond.

- Long. ou « longueur sonar » :

Représente la durée ou le temps d'observation du banc (« T » en seconde) ou Longueur sonar. Le navire faisant route, temps en seconde d'observation du banc au sonar, relativement à la vitesse du navire (estimé constante à 3 Knots). D'où

Longueur = $[(1852 \times 3) / 3600] \times T$

⁵ donné à titre informatif, nous ne tenons pas compte ici des coupures pour impondérables techniques.

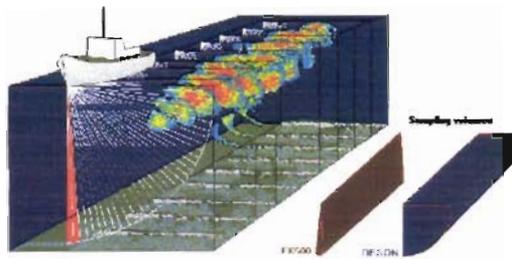


Figure 6 : champ de détection des appareils acoustiques, le sonar Reson permet un découpage en tranche des bancs (d'après Gerlotto et al., 1994), le sondeur échantillonne la tranche d'eau sous le navire.

Les variables de position (exprimées en mètre) :

- ALT : Altitude du banc

Distance séparant le fond de la mer du centre de gravité du banc

- Dboat : Distance au bateau

Distance entre le navire et le centre de gravité du banc

- Dfile : Distance à la filière

Distance minimale entre le centre de gravité du banc et la filière

- Bath : Sonde locale

Distance perpendiculaire du fond à la surface en partant de la position du transducteur (« sommet » du cône de détection). La zone de prospection est située sur des isobathes croissantes côte large 28-30m. Cette variable renseigne sur la localisation, côte ou large, (relativement au lotissement) des bancs dans les filières.

A partir des variables mesurées, on peut calculer, en supposant les bancs de forme rectangulaire et la vitesse du bateau constante, la « Surface relative »: $lw*cw$ et le Volume relatif : $lw*cw*long$.

L'ensemble de ces variables caractérise chaque banc, de chaque campagne. Les deux jours de campagne daudo1 ont été séparés. Un jour (J1) avec faible houle, l'autre sans houle (J2). La faiblesse des effectifs rencontrés lors de la deuxième campagne (daudo2) ne nous permet pas de faire une analyse statistique inter-campagne convenable (tableau 3 ; annexe K). Nous présentons tout de même des analyses inter-campagne Daudo 1 (J1-vs J2, présence/absence de houle, température et zone de prospection constante) à titre indicatif tout au moins. L'état de la mer ne peut être raisonnablement comparé entre daudo2 et daudo1 J1. En effet, si une petite houle était formée pour daudo1-J1, nous n'y avons pas constaté cependant de déformation des filières par les courants marins comme lors de la campagne Daudo2. Par ailleurs nous avons faute d'effectif suffisant, regroupé les données obtenues à une portée de 50 et 100m.

	N Actifs	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum	Variance	Ec-Type	Asymétr.
LW	79	5.4	4.7	0.9	24.0	11.4	3.4	2.5
CW	79	3.4	2.9	0.5	11.6	3.7	1.9	1.4
longueur	79	13.7	10.8	3.1	67.9	118.5	10.9	2.4
LW_CW	79	20.9	12.0	0.8	157.1	505.0	22.5	3.3
VOL	79	360.7	132.7	2.4	2595.0	300361.0	548.1	2.5
ALT	79	7.9	6.2	0.4	24.9	33.7	5.8	1.3
BATH	79	27.0	28.0	20.7	32.7	10.5	3.2	-0.3
DBOAT	79	35.4	30.4	8.0	93.8	314.3	17.7	1.4
DFILE	19	15.3	12.72	0.18	48	148.1	2.79	1.15

Tableau 4: statistiques descriptives de l'ensemble des variables caractéristiques des bancs détectés au cours des missions d'observations acoustiques (daudo1 J1-J2 et daudo2).

La période d'observation diurne à été séparée en 3 périodes d'observation en fonction de la position du soleil au zénith à l'heure UTC (annexe D) [matin codé 1, midi codé 2 et soir

codé 3]. Ici encore, la faiblesse des effectifs (période 1, annexe K) ne nous permet pas de tester convenablement cet effet sur les variables caractéristiques des bancs. Nous nous bornerons donc à une analyse descriptive élémentaire.

Les résultats pour chaque journée de mer (ou campagne) sont détaillés dans les tableaux ci-dessous, par leurs statistiques élémentaires (tableau 5-7). On note une forte variabilité des formes de bancs mis à part de leur mesure de hauteur (CW) qui sont les plus homogènes. Quelques gros bancs remarquables ont été identifiés les deux jours de Daudo 1 (n°:7-11-15, annexe K).

DAUDO 1 – J1	LW	CW	ALT	DBOAT	BATH	LW_CW	Long.	VOL
Moyenne	7.08	3.94	5.75	40.87	27.79	29.84	18.05	612.52
Erreur-type	0.88	0.38	0.44	4.18	0.33	5.95	2.98	142.00
Médiane	6.55	3.64	5.82	32.73	28.27	24.99	13.89	241.07
Mode	8.00	2.55	6.18	30.91	28.36	#N/A	7.72	#N/A
Écart-type	4.48	1.94	2.24	21.31	1.68	30.32	15.20	724.05
Variance de l'échantillon	20.03	3.76	5.00	453.98	2.82	919.58	231.09	524244.95
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	7.54	-0.85	1.18	1.01	4.05	12.60	3.57	1.42
Coefficient d'asymétrie	2.11	0.37	0.50	1.36	-1.75	3.14	1.83	1.51
Plage	22.91	6.91	10.55	78.73	8.00	156.30	64.82	2592.60
Minimum	1.09	0.73	1.09	15.09	22.18	0.79	3.09	2.45
Maximum	24.00	7.64	11.64	93.82	30.18	157.09	67.91	2595.04
Somme	184.00	102.36	149.45	1062.55	722.55	775.90	469.17	15925.57
Nombre d'échantillons	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00
Niveau de confiance(95.0%)	1.81	0.78	0.90	8.61	0.68	12.25	6.14	292.45

Tableau 5 : statistiques descriptives des variables caractéristiques des bancs détectés au cours de la mission Daudo 1- Jour1 (mer peu agitée).

Le premier jour de la campagne « Daudo1 » a été la journée de plus forte probabilité de rencontre des bancs. La mer peu agitée, n'influait pas la forme et l'inclinaison des filières. Le nombre de bancs rencontré a été de 26, on a observé un banc de taille LW (largeur sonar) importante, égale à 24m (Banc 19, annexe K). Au niveau de leur répartition ce jour là, les bancs étaient principalement situés sur des bathymétries du côté « large » des concessions (fig.3).

DAUDO 1 – J2	LW	CW	ALT	DBOAT	BATH	LW_CW	Long.	VOL
Moyenne	4.60	3.33	7.83	33.87	26.37	17.12	11.59	247.85
Erreur-type	0.36	0.28	0.79	2.21	0.54	2.43	1.04	59.48
Médiane	4.00	2.91	6.73	28.00	24.73	10.91	9.26	111.43
Mode	4.00	2.18	4.00	27.27	24.73	14.55	6.17	111.43
Écart-type	2.44	1.93	5.44	15.16	3.69	16.67	7.13	407.79
Variance de l'échantillon	5.95	3.71	29.61	229.71	13.65	278.02	50.83	166295.48
Kurstosis (Coefficient d'aplatissement)	2.03	6.83	-0.99	1.37	-1.43	2.43	3.13	14.01
Coefficient d'asymétrie	1.50	2.07	0.55	1.17	0.27	1.79	1.48	3.49
Plage	11.45	11.09	19.45	68.36	12.00	67.64	35.50	2275.87
Minimum	0.91	0.55	0.36	13.45	20.73	2.18	3.09	9.80
Maximum	12.36	11.64	19.82	81.82	32.73	69.82	38.58	2285.66
Somme	216.18	156.36	367.82	1591.82	1239.27	804.86	544.80	11649.18
Nombre d'échantillons	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00	47.00
Niveau de confiance(95.0%)	0.72	0.57	1.60	4.45	1.08	4.90	2.09	119.73

Tableau 6 : statistiques descriptives des variables caractéristiques des bancs détectés au cours de la mission Daudo 1- Jour2 (mer calme).

Le second jour de la campagne daudo1 nous avons rencontré 48 bancs, la probabilité de détection était moins forte que le premier. C'est ce jour là que nous avons observé le banc ayant la dimension CW la plus haute : 11.6m. Les bancs étaient plus petits, en moyenne, pour la deuxième journée que lors de la première (un seul gros banc, n°: 63, annexe K). Mais c'est pour la campagne daudo2 que nous avons observé les plus petits bancs en moyenne, et avec la plus grande variance des altitudes.

DAUDO 2	LW	CW	ALT	DBOAT	BATH	LW_CW	Long.	VOL
Moyenne	4.64	2.27	17.45	24.36	28.36	11.48	10.80	153.87
Erreur-type	0.58	0.47	3.96	5.72	1.56	3.33	3.56	74.94
Médiane	4.64	2.18	22.82	23.55	30.00	10.07	6.95	69.72
Mode	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	30.00	#N/A	#N/A	#N/A
Écart-type	1.42	1.16	9.69	14.01	3.83	8.16	8.73	183.57
Variance de l'échantillon	2.02	1.35	93.88	196.27	14.64	66.51	76.22	33698.75
Kurtosis (Coefficient d'aplatissement)	0.22	1.17	-1.83	1.02	5.05	3.48	-0.67	2.35
Coefficient d'asymétrie	-0.54	0.59	-0.95	0.83	-2.23	1.39	1.04	1.64
Plage	4.00	3.45	20.55	40.00	9.82	24.89	21.61	487.54
Minimum	2.36	0.73	4.36	8.00	20.73	1.72	3.09	5.31
Maximum	6.36	4.18	24.91	48.00	30.55	26.61	24.69	492.85
Somme	27.82	13.64	104.73	146.18	170.18	68.89	64.82	923.19
Nombre d'échantillons	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Niveau de confiance(95.0%)	1.49	1.22	10.17	14.70	4.02	8.56	9.16	192.65

Tableau 7 : statistiques descriptives des variables caractéristiques des bancs détectés au cours de la mission Daudo 2 (mer très agitée).

Enfin on constate une opposition des deux jours de campagne Daudo 1 au niveau des surfaces bancs. Le décalage temporel peut en être la raison. On peut supposer par exemple l'arrivée d'une nouvelle espèce sur la zone ou l'influence des variations météorologiques (petite houle pour Daudo1-J1). Au niveau des paramètres de position il n'en va pas de même et on observe plutôt une opposition entre daudo1 Jour 1- daudo 2 d'une part et Daudo1-J2 d'autre part.

6.2.2. Morphologie des bancs

On a globalement observé une grande variabilité des différents types de structure rencontrée ; le traitement numérique des bancs (Gerlotto, F., 1999) n'étant pas possible (cf. § méthode) nous analysons donc les mesures des bancs prises directement par un opérateur à partir d'enregistrements S-Vhs (Sanguinede F., 2001) selon une méthodologie établie et décrite par Gerlotto et al, 1994. L'énergie acoustique réverbérée par le banc n'est donc pas analysée dans cette étude, mais nous étudions sa représentation en deux dimensions et sa reconstitution au laboratoire en trois dimensions via le calcul de sa longueur en fonction de la vitesse du navire. La vitesse du navire n'a pas pu être archivée faute de matériel adéquat (*loc* équipé d'une sortie *com* ou compatible PC). La vitesse fond était estimée au sondeur/GPS de bord. Les valeurs de volume que nous présentons sont donc calculées sous deux hypothèses: [H01] : la vitesse du navire est constante ; [H02] : les bancs sont rectangulaires. Pour les calculs de « surface », la valeur représente les dimensions centrales de « hauteur » et « largeur » du banc telle qu'elles sont représentées au sonar multi-faisceaux. On ne parlera pas de biomasse de poissons, les volumes et surfaces recalculés au laboratoire sont donnés à titre comparatif et ont une valeur très relative, ils ne reflètent en aucun cas un indice de biomasse absolue.

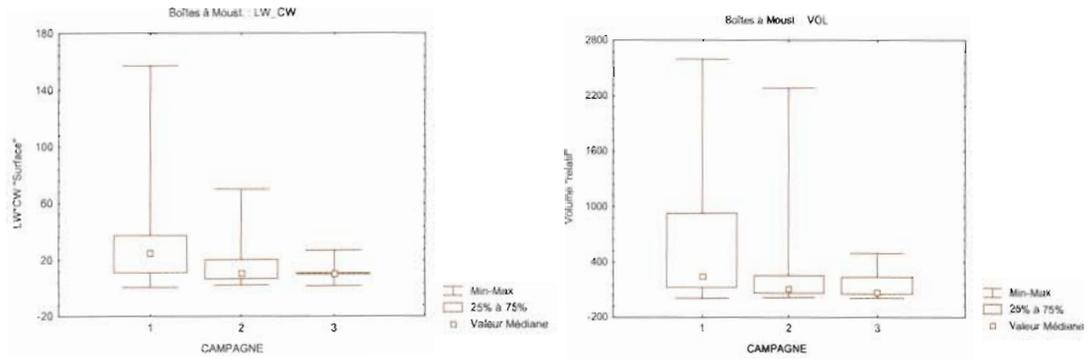


Figure 7 : Variation des caractéristiques de taille des bancs, surface (longueur * largeur) et volume relatif, pour les trois campagnes (Daudo1-J1 ; Daudo1-J2 et Daudo 2).

Pour la campagne (3) daudo2, les longueurs sont plus importantes que les tailles sonar Lw et Cw (largeur et hauteur sonar) proportionnellement aux deux autres campagnes. Cela peut être le fait d'un comportement de structuration spatiale interne des bancs sous l'effet d'un milieu perturbé (leur forme devient plus longiligne) ou simplement un artefact de mesure ou plutôt de calcul, l'hypothèse de la vitesse constante du navire par mer agitée est dès lors plus discutable.

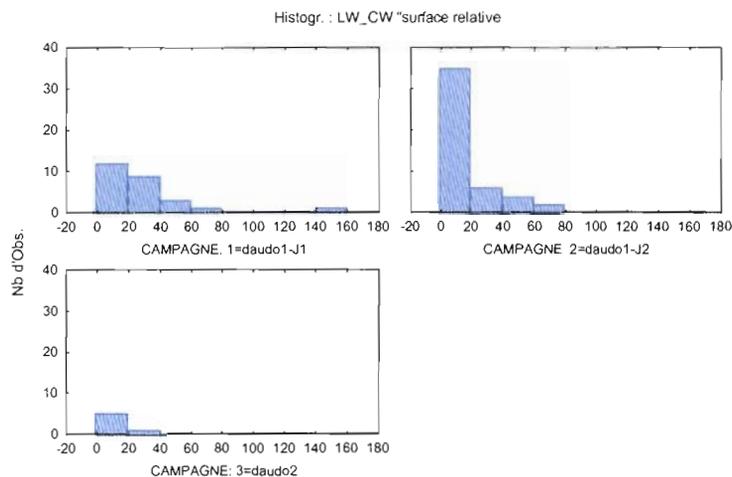


Figure 8 : distribution des surfaces relatives observées à partir d'une image sonar, pour chaque jour de mer.

Nous analyserons principalement des valeurs caractéristiques du banc : Lw sa largeur sonar, Cw sa hauteur sonar et dans un moindre mesure de sa longueur (durée*vitesse). Les bancs détectés durant les deux jours de Daudo1 ont les mêmes dimensions (fig.8), mais on observe plus de petits bancs [dimension lw et cw entre 2 et 4m, annexe K] lors du second jour et quelques gros bancs le premier jour. Pour la campagne daudo 2 nous n'avons pas détecté de gros bancs. On n'observe pas de variation significative des valeurs moyennes de hauteur sonar (Cw) des bancs pour les 3 périodes d'observation (Homogénéité des variances, Analyse des variances, annexe K). Au niveau des mesures de largeur sonar des bancs, il n'en va pas de même, les variances ne sont pas homogènes et une Analyse de Variance de Kruskal-Wallis nous indique une différence de ces valeurs pour les 3 campagnes (annexe K). Les variations de distribution des longueurs calculées suivent celles des largeurs (LW sonar), avec une sur-représentation des petites classes pour daudo1-J2 vis à vis de daudo1-J1 et toujours une valeur maximale pour le premier jour de campagne (Daudo1-J1). Pour le deuxième jour de campagne daudo1 (Daudo 2, mer calme), on observe une sur-représentation des bancs de petite surface ([0-20m²]) vis à vis des deux autres jours de mer. Les surfaces sont différentes pour les deux jours de daudo1, ce qui n'est pas le cas en comparant la

campagne daudo 2 aux deux jours de daudo1 (annexe K). Le premier jour de campagne de daudo1 (« campagne1 », fig. 8) un banc (numéro 19, annexe K) de surface importante (156m²) se démarque des autres. De plus ce banc a une structure interne différente (annexe L) des autres types de bancs rencontrés, et rappelle une forme d'agrégation plus que celle d'un banc de poissons plus compact et à la forme plus définie (annexe L). Enfin sa position à 6.9m du fond peut nous laisser penser à une agrégation particulière différente de celles des petits pélagiques (sardine, bogue etc..), S'agirait il de Daurade ? Remarquons aussi la présence de nombreuses cibles individuelles autour de la filière où a été détecté ce banc particulier. L'ensemble de nos résultats sur la morphologie des bancs rencontrés est synthétisé dans un graphique en 3 dimensions reprenant les 3 caractéristiques morphologiques des bancs : hauteur, largeur et longueur (fig. 9). On note tout de même une certaine homogénéité des descripteurs de bancs (surtout pour ceux de taille faible) à l'exception de quelques cas particuliers. Nous présentons aussi la même représentation mais cette fois-ci sans la longueur mais avec l'altitude des bancs (fig. 9). Globalement comme précédemment, on observe aussi une homogénéité de la représentation des individus « banc », à l'exception de quelques cas particuliers.

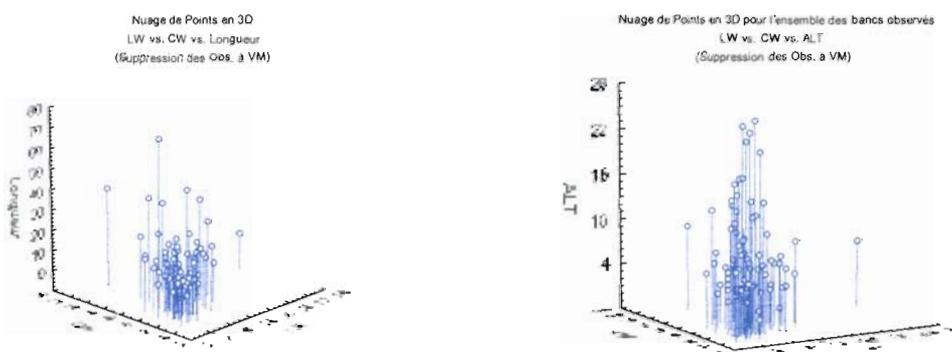


Figure 9 : représentation en 3 dimensions de la forme des bancs. a) en fonction de leurs paramètres morphologiques longueur, hauteur et largeur. b) en fonction de leurs paramètres hauteur, largeur et de leurs altitudes.

L'effet de la période d'observation nous indique que la surface des bancs est inférieure le matin (période 1) vis à vis des deux autres périodes (midi :2 et après midi : 3). Les surfaces des bancs observés le matin sont aussi plus homogènes que pour les deux autres périodes (annexe K, « effet de la période d'observation »), et malgré leur faible effectif (6 bancs) on en observe sur toute la largeur de la concession. C'est le midi (période 2), que l'on a observé le banc de plus grande surface ($lw*cw$) ; les distributions des surfaces de bancs étant sinon identiques l'après midi et le midi, mais avec une classe de petits bancs (0-20m²) plus abondante le midi proportionnellement à ces deux périodes. Au niveau de l'altitude des bancs (annexe K, « effet de la période d'observation »), ces derniers privilégient un comportement plutôt semi-demersale (2 à 6-8m) au alentour de la position du soleil à son zénith. Le soir on observe une répartition homogène des bancs sur toute la colonne d'eau. Enfin au niveau des distances au navire on distingue nettement un pic d'abondance de bancs à 35m du navire pour la période 2, indiquant un effet du phénomène d'évitement plus visuel (meilleure visibilité ?) Qu'acoustique (cf. § : 6.2.3.)

6.2.3. Position des bancs

Les variables de position : altitude, sonde locale, distance au navire et à la filière ; permettent d'appréhender le comportement des bancs détectés au sonar. Par temps calme (campagne 1 : Daudo1-J2) les bancs sont uniformément répartis sur le lotissement, à l'exception du chenal (la zone du chenal représente presque l'axe de

symétrie de la distribution bi-modale (fig. 10) des bancs en fonction de la sonde à laquelle nous les avons détectés et donc de leur position (cote-large fig.3)). Par mer plus agitée (#1.5m de houle), ce qui était le cas pour les campagnes Daudo 2 et de Daudo 1-J1, les bancs, au regard de nos effectifs (tableau 4-7), se répartissent sur les filières du large, (gradient croissant côte large au sein du lotissement). De manière générale, les bancs se répartissent à proximité directe des filières (Distance moyenne des bancs détectés en présence d'une filière sur l'image sonar : 15.3m ; Mini. :0.18m). La limite de ce résultat vient de son effectif (n=19^(*) sur 79 bancs), sachant que la distinction n'est ici pas faite en fonction de la dynamique du navire mais simplement sur un aspect visuel de présence absence de filière durant la détection d'un banc sur l'écran du sonar. En résumé, par temps agité on observe un gradient croissant côte-large du nombre de banc, qui disparaît par temps plus calme. Les bancs étant alors toujours localisés à proximité des filières, du moins dans les concessions et dès lors hors du canal. Ce résultat peut être imputé aux mouvements des filières (entraînées par les « forts » courants constatés sur place), qui ferait naturellement éviter par les bancs de poissons les obstacles mobiles aux déplacements erratiques, que constituent alors les filières.

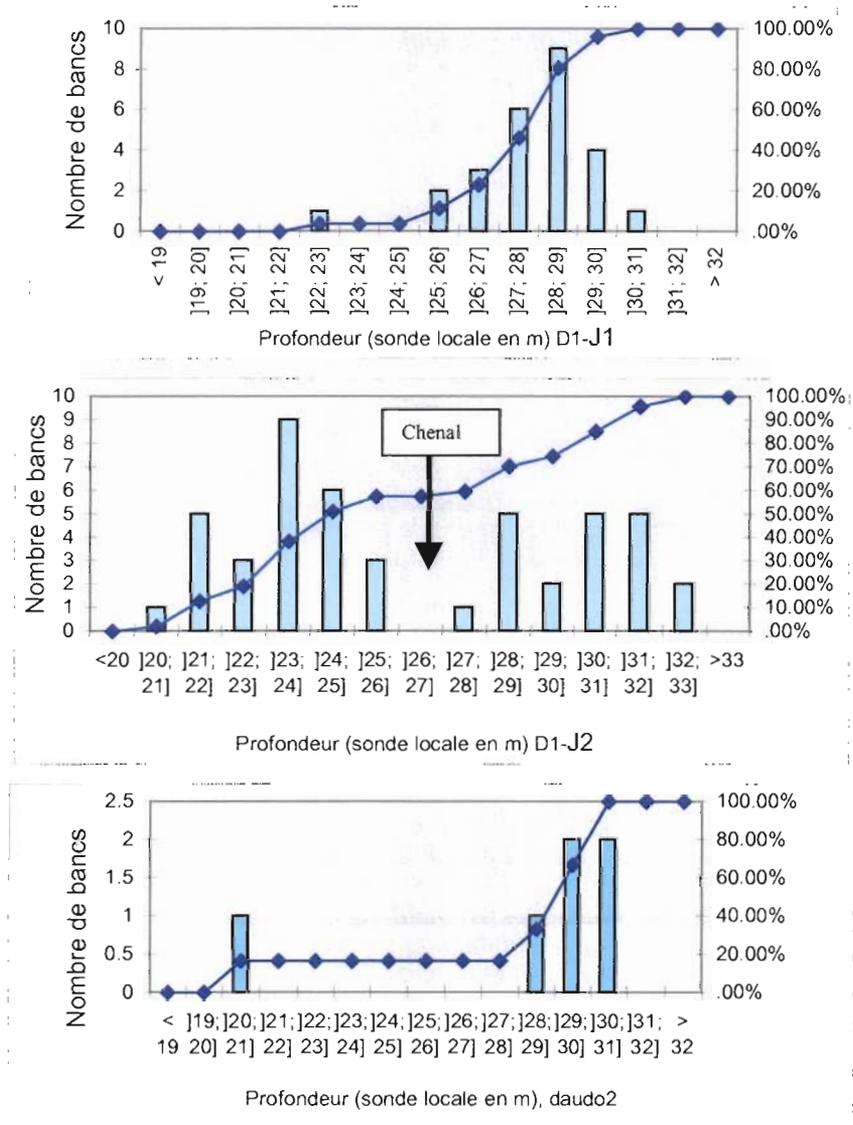


Figure 10: histogrammes de distribution des bancs sur la zone d'étude, pour les 3 campagnes respectivement daudo1-j1, daudo1-j2 et daudo2

Les faibles effectifs(*) observés ne nous permettent pas de conclure sur la variation des distances aux filières selon les campagnes. Pour D1-J2 on observe une répartition de toutes les distances entre 0 et 50m.

La distribution des altitudes des bancs observés au sonar (distance centre de gravité – fond) est assez variable (fig. 11- fig. 9b). Si l'on compare les deux jours de campagne daudo1, on observe une distribution plus dispersée des altitudes des bancs pour la campagne D1-J2, avec une sur abondance des bancs entre 2 et 4m du fond. Ces différences peuvent provenir de deux origines principales : une différence comportementale des bancs dans les filières par temps agité (courant sous-marin), les bancs se répartissent majoritairement en-dessous mais parfois aussi au-dessus des cordes des filières (fig. 11, Daudo2). Par temps calme (absence de houle : daudo1-j1), les bancs se répartissent sur toute la colonne d'eau, on en trouve donc sur toute la hauteur des filières. La présence d'une classe à fort effectif de poissons à faible altitude (donc au fond, § :6.2.1) nous permet de suggérer la présence d'une population grégaire semi-démarsale (daurade ?), ou simplement à un comportement naturel d'exploration des bancs sur une filière, quelque soit l'espèce ou sa classe de taille. Des compléments de données d'observations (acoustique, visuel-plongée, pêche) sont nécessaires pour statuer sur ces hypothèses. Des mesures de profil de températures sont aussi essentielles pour affiner les connaissances d'occupation de l'espace de ces bancs dans les filières. Par ailleurs, l'altitude des bancs ne semble pas être liée aux paramètres morphologiques (§ :6.2.1) des bancs (matrice des corrélations, annexe K).

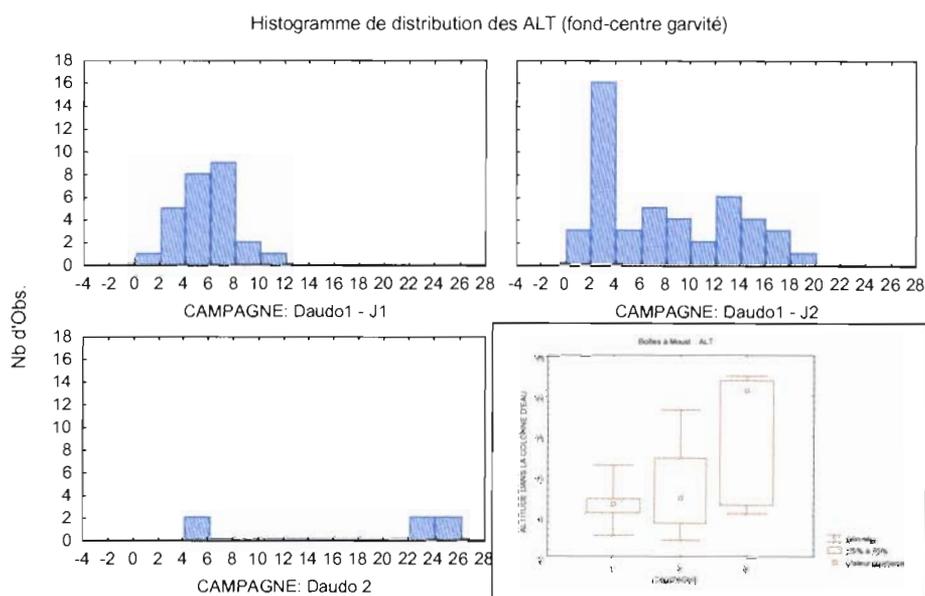


Figure 11 : Boîte à moustache (valeur médiane, max., min. et 2^{ème} et 3^{ème} quartile de la variable) et distribution des altitudes des bancs (distance fond centre de gravité du banc) pour les campagnes daudo 1 et daudo 2.

Les informations sur la forme et de la position des bancs de poissons ont été obtenues à partir d'une embarcation légère de 9m en coque aluminium, 2*110CV, générant une perturbation acoustique dans le milieu. Elle serait vraisemblablement différente pour un chalutier. L'étude de l'évitement d'un navire par des bancs de poissons pélagiques (Soria et al., 1996 ; Brehmer et al., 2000) à l'aide d'un sonar multifaisceaux est difficilement applicable dans le contexte des concessions du lotissement tant que nous ne maîtrisons pas le comportement dynamique des bancs vis à vis de ces filières (altitude et distance à la filière etc.). Le phénomène d'évitement s'il semble exister dans le cas présent peut être perturbé par l'importance de l'effet des « sphères » attractive/répulsive des filières et de leurs répartitions spatiales, sur le comportement d'occupation de l'espace des bancs. La description quantitative de ces effets dans des conditions météorologiques

identiques reste à réaliser par l'étude de leur comportement dynamique (vitesses direction des déplacements en fonction des distances aux filières) ou et statiques (hauteur/distance à la filière) à proximité directe des filières. Les distributions des distances au bateau sont relativement semblables spatialement pour les trois campagnes (fig. 12). Ces distributions, selon les conditions de nos prospections avec le Chlamys (onde acoustique, météo, effet visuel du navire, période biologique et environnementale), présentent un double pic à 25-30m et 45-50m, peuvent nous faire penser à un comportement d'évitement des bancs en deux composantes. L'une visuelle « directe », le banc fuit le navire activement et est détecté à 25-30m de ce dernier, et l'autre acoustique le banc évitant à non pas le navire mais la surface de bruit qu'il générerait dans le milieu, le stimulus est alors détecté à grande distance et les bancs se retrouvent sur-représentés dans la classe de distance au navire de 45-50m (fig. 12). Une autre hypothèse peut être que les bancs se répartissent naturellement à proximité directe des filières, ce qui explique leur sur-représentation dans la classe de distance 25-30m, où a été détectée la filière, mais le second pic à 45-50m est alors moins évident à expliquer biologiquement. L'architecture de chaque concession n'a pas été analysée dans notre étude, mais la distance moyenne théorique est de 50m. Ce qui n'explique donc pas le deuxième double pics d'abondance des distances au navire, dans l'hypothèse où la position des bancs serait directement dépendante de leurs distances aux filières.

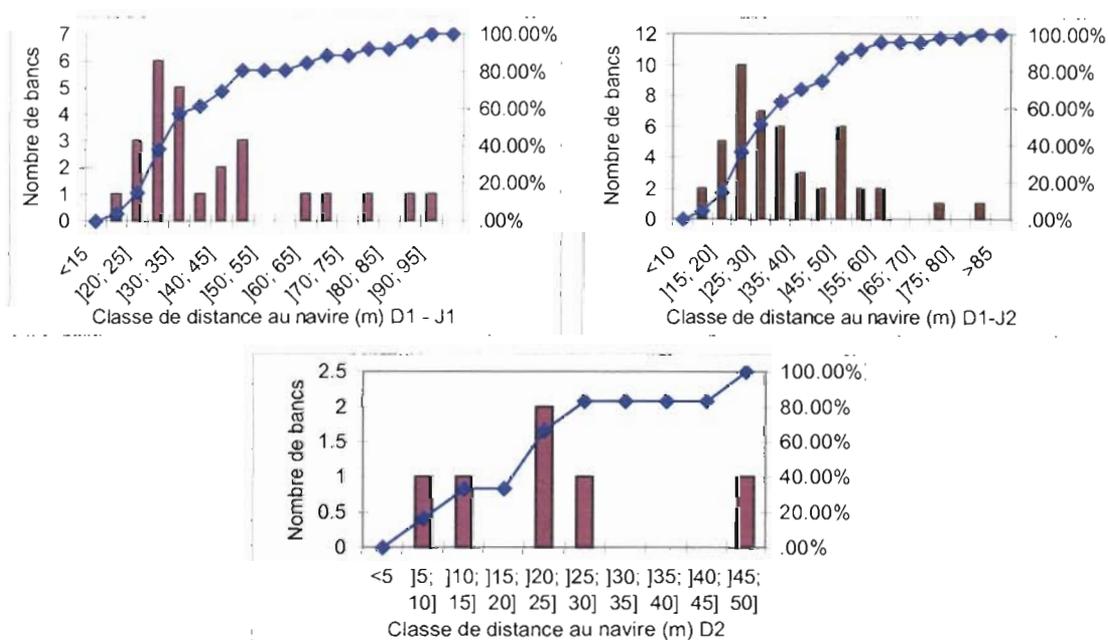


Figure 12 : distributions de fréquence de distance au navire des bancs de poissons détectés pour chaque jour de mer.

Il ne semble pas exister de corrélation entre nos variables de forme et position des bancs (Annexe K), mis à part évidemment pour les variables calculées à partir de nos variables observées. Il ne semble pas y avoir de lien entre les distances au bateau, distance à la filière, les altitudes des bancs ou leur position (cote-large) avec les paramètres morphologiques des bancs (observation sur l'ensemble des 79 bancs). Notons cependant une faible corrélation entre les distances au navire et les tailles C_w sonar (hauteur). Les bancs de faible taille C_w sont détectés à plus faible distance du navire que les bancs de plus grande hauteur (annexe K). Ce peut être aussi un artefact de mesure classique corrigé par Misund O.A. par la formule $C_{w\text{corrigé}} = C_w - 2(D_{\text{boat}}) \tan \theta/2$ ⁶

⁶ Avec θ égale à l'ouverture du canal acoustique d'un faisceau ici seulement 1.5° et « D_{boat} » la distance entre le transducteur et le banc.

Rappelons, que nous avons mesuré les paramètres des bancs selon une méthodologie (§ :6.2.1, annexe M) différente de celle de Misund, que la corrélation est faible ($r=0.59$, annexe K) et que le canal acoustique des faisceaux sonar resserré, nous n'avons donc pas appliquées cette formule de corrections. Les tailles CW sont les seuls paramètres identiques en moyenne pour les trois campagnes statistiques. Pour les deux jours de campagne daudo1 (à fort effectif) les distributions des distances au navire sont similaires (fig. 12), il est donc difficile de juger empiriquement de la validité de la fonction TVG (time variable gain) du sonar, qui semble cependant correcte.

7. Discussion:

Nos travaux ont confirmé que l'utilisation d'un sonar permettait de réaliser des prospections acoustiques opérationnelles dans les champs de filières et d'observer les bancs de poissons à proximité directe de celles-ci. Si nous n'avons pu avoir la certitude d'observer des bancs de daurades nous ne pouvons l'exclure. Le grégarisme de cette espèce et les classes de taille importante (jusqu'à Lf 60cm) relaté par différents témoignages et prises débarquées « garantissent » sa détection au sonar si elles étaient présentes sur la zone de prospection. Cependant notons que dans la littérature scientifique il n'est jamais fait mention de grandes agrégations comme celles signalées par la presse locale (Schlama O., 2001) ; plutôt solitaire, l'espèce paraîtrait former de petits regroupements d'individus (Fischer W., Schneider M. et Bauchot M.L., 1987 ; Quero JC et Vayne JJ. 1997). Ces informations de prime abord, nous laissent perplexes sur l'existence de grands regroupements, à moins d'une motivation éthologique forte et légitime, par exemple trophique (filières), ou pour des raisons de protection (récif artificiel, zone moins soumise au fort trafic maritime, ...), comme cela pourrait être le cas sur la concession de Sète Marseillan. En effet des témoignages de bonne foi (Buestel, communication orale) font état de l'observation directe en plongée, de bancs de Daurade de « grande dimension » en alimentation sur les filières à moule du lotissement. Notons qu'il a aussi été observé (Buestel communication orale) des accumulations de coquilles de moules broyées (sur le fond) où les filières avaient été attaquées par des prédateurs. Par ailleurs la littérature nous indique une migration de reproduction en hiver (il n'y a d'ailleurs pas de prédation en hiver). L'espèce serait particulièrement sédentaire dans ses mœurs (Fischer W., Schneider M. et Bauchot M.L., 1987 ; Quero JC et Vayne JJ. 1997) donc inféodé à certaine zone particulière hors période de migration. De forts soupçons pèsent donc sur la daurade en particulier dans ce phénomène de prédation.

Il faudrait intéresser les professionnels de la région à la pêche de la daurade en mer. L'intérêt d'orienter la pêche sur une espèce apparemment disponible et à forte valeur commerciale devrait permettre de travailler simultanément avec des navires équipés de sonar longue portée destiné à la pêche (Type *sr240 Simrad* par exemple). Les informations obtenues avec des moyens acoustiques supplémentaires, de certains navires professionnels [sonar omnidirectionnel traitement via Infobancs (Brehmer et al., 1999)] permettront d'appréhender le comportement dynamique des bancs présents sur les filières et de mieux cerner leurs motivations. Sont-ils inféodés à une concession ou à des filières particulières ? Quelle est leur comportement exploratoire etc. ? Une opération de « *marquage* » (Buestel, 2001) est aussi envisageable ; elle fournira au niveau individuel (micro échelle : poissons et non pas banc : méso échelle) des informations sur de plus larges échelles spatio temporelles, mais avec une définition beaucoup moins fine des déplacements collectifs.

Enfin il aurait sans doute été utile de comparer nos données de campagnes avec au moins une seconde couverture de la zone (répéter nos radiales « Daudo ») mais cette fois ci réalisée dans des conditions environnementales différentes (réchauffement des eaux) et à un stade plus avancé dans la « saison » de prédation (résultats enquête auprès des professionnels), à une période donc plus propice à la rencontre de prédateur (en alimentation sur les filières) et par mer calme. Des observations de nuit avec une attention particulière sur les périodes de transition (aube et crépuscules) doivent être envisagées, afin d'observer de possible variation comportementale des bancs de poissons

à proximité directe des filières (Gerlotto F., 1993, Fréon et al., 1999), voire les épisodes de prédation (?). Il est important de constituer une base de données à partir de campagnes d'observations acoustiques menées chaque année à différentes périodes de prédation, sur la concession et alentours. Les variations liées principalement aux changements de température et de force-direction du vent permettraient une étude de type comparative.

Au niveau de nos résultats, la faiblesse des effectifs de nos observations et la justification des effets mer calme et agitée peut être contestée en l'absence de validations de ces résultats par d'autres observations du même type. Enfin notons l'existence du même problème de prédation de moule sur filière rencontré par des mytiliculteurs écossais mais avec des canards comme prédateur ce qui change considérablement le problème. Dans ce cas précis l'emploi de simples hydrophones reproduisant le bruit d'un navire a permis de servir de système de répulsion (Ball P., 2001, Annexe : Fb), apparemment efficace pour le moment. Par ailleurs, les récents travaux de Mann (Mann D.A., 2001 ; Annexe Fa) sur les Clupeiformes peuvent paraître encourageants pour la solution de « répulsion acoustique » proposée par V. Aguilède (2001) et la société HYTEC, si les sensibilités auditives sont les mêmes pour les Sparidés, et qu'à l'usage l'effet répulsif reste efficace.

8. Conclusion :

La présence de daurade sur la zone durant nos observations acoustique peut être mise en doute, mais ne peut être exclue par les seules investigations que nous avons menées. Il paraît nécessaire de maîtriser d'un point de vue temporel le déterminisme de ce type de prédation avec plus de rigueur scientifique. Pour le moment nous avons agi à partir des connaissances empiriques des mytiliculteurs et pêcheurs locaux. Nos observations devraient être le point de départ pour établir une opération de plus grande envergure afin de maximiser les probabilités de rencontre des bancs de daurade en situation de prédation sur les filières. La mise en place de moyens de lutte efficace contre ce problème passe obligatoirement par une étude de type comportementale de la biomasse incriminée dans la prédation de moule sur filière dont on sait finalement peu de choses. De nombreuses questions liées à la présence des prédateurs restent en suspens :

La daurade est-elle la seule responsable ? Si non, quelles sont nos espèces cibles (Besoin d'échantillonnage par pêche de prédateurs : mensuration, observations contenus stomacaux etc.) ? Période(s) d'agrégation de ces prédateurs (formation en banc ?) ?

Quel est sa dynamique d'agrégation ? Quelle est la taille de ces bancs ou regroupements ? S'agit-il d'une migration trophique régulière à l'échelle spatiale et temporelle de la saison de prédation ? Combien de temps se maintiennent-ils sur le site ? Comment l'explorent-ils ? Aire(s) de répartition des daurades dans la région ?

Existe-t-il un ou des points de regroupement particulier (l'espèce est connue pour être plutôt sédentaire) ? Quel est le déterminisme (uniquement température ?) des déplacements et du grégarisme de(s) l'espèce(s) prédatrice(s) ? Quelle sont les variations comportementales nyctémérales ? etc.

Les champs d'investigations sont larges, l'intérêt scientifique (halieutique et acoustique) écologique (rôle de récif artificiel ?) et économique (en 53 MFRs de perte sur les 4 dernières années, 3000 tonnes de moules mangées en 2000; (Allèguède, 2001)) devrait motiver des études de moyen et long terme plus approfondies. Ces questions pourraient s'envisager dans une étude biologique de fond plus large (écologie, pêche) sur les prédateurs potentiels : principalement la daurade le sar et le pageot dans la région. Un effort doit être porté sur la pêche pour l'échantillonnage et la recherche de solution optimum (reste à définir : faire fuir les bancs ou les pêcher, la deuxième solution étant la plus rentable économiquement si les mytiliculteurs peuvent disposer de leur pêche à la vente). Les échantillonnages permettraient de connaître les classes de taille, les régimes alimentaires etc.. des bancs de poissons détectés au sonar et présents sur les filières. L'acoustique sous-marine dans notre cas ne peut être qu'un support à des études s'inscrivant dans le cadre d'investigations plus vastes, à la recherche d'une solution durable et rationnelle au problème de la prédation sur les lotissements conchylicole de la

région. Les informations fournies par un sonar multi-faisceaux pourraient aussi permettre d'étudier la capturabilité des prédateurs dans la concession plus en détail, principalement à l'aide de technique de pêche telle que la palangre de fond ou/et le lamparo. Si des essais infructueux de pêche au lamparo ont déjà été réalisés ce n'est pas pour autant que cette technique doive être définitivement abandonnée (travailler sur la puissance d'éclairage et la couleur,...). Un de nos résultats est l'absence de bancs dans le chenal, en tout cas à l'approche du Chlamys car aucun banc n'y a été détecté par temps calme. En l'état d'aménagement des concessions sur le lotissement, il est à supposer que l'ouverture à la pêche au chalut dans le chenal de la concession envisagée par les affaires maritimes (Schlama, 2001) sous pression des professionnels, soit mal adaptée. Cette opinion personnelle est à prendre avec précaution. En effet il ne nous pas été permis d'identifier spécifiquement des bancs de daurades durant nos observations, on ne peut donc confirmer leur présence dans le chenal ou à proximité des filières. Des analyses complémentaires à partir des données obtenues en août 2000 (Gerlotta, Brehmer, 2000) permettront peut-être de discriminer différents types de structures (clupeidés, sparidés ?) de bancs à partir des observations faites par plongée et des descripteurs de bancs obtenus par le sonar (en cours, F. Sanguinede, 2001). En l'état de nos connaissances, les bancs semblent ne pas avoir le même comportement d'occupation de l'espace selon les conditions météorologiques locales (condition de mer formée/courants). Par temps calme, ils se répartissent sur toute la colonne d'eau mais principalement au fond et à proximité des filières. Par mer agitée la distribution des bancs se concentre sur le côté situé au large de la concession, principalement au-dessus et en dessous des filières. La forte variance de nos variables « sonar » peut être expliquée par la présence de différentes espèces.

Au niveau de la dynamique d'agrégation des bancs, il semble bien qu'elle commence le matin pour atteindre un maximum sur la période où le soleil est localement au zénith, le début des scissions désagrégation commençant l'après midi (plus de gros bancs, diminution de classe des petits bancs (0-20m²)). Ces résultats sont en accord avec les observations faites par Gerlotta et Brehmer (2000) de nuit en août 2000, où les individus étaient dispersés de nuit et plus grégaire de jour et plus généralement avec (Fréon et al. 1996). Au niveau méthodologique un constat s'impose : On ne peut pas travailler en condition de mer formée, la probabilité d'observation de bancs au sonar devient alors très faible. L'idéal est de travailler avec une portée constante ; si on recherche uniquement des bancs de grande envergure l'échelle de 100m est efficace, pour de petites agrégations (\varnothing 2m) ou la détection de cibles isolées (Gerlotta, Brehmer, 2000), une portée maximum de 50m doit être utilisée. Enfin, un banc particulier a été détecté, plutôt démersal de structure assez lâche, ce pourrait être un banc de Daurades mais aucun moyen de reconnaissance spécifique ne nous a permis de le confirmer. L'état de nos données ne permet pas de caractériser un banc de daurade à partir d'information sonar uniquement. Le mauvais temps, les eaux froides, l'absence ou la faible abondance de daurades pendant les campagnes peut aussi expliquer les faibles niveaux de prédation signalés à cette période. Les dates de mission décidées en commun accord avec les professionnels ont dû être décalés sur le mois de mai. Les forts niveaux de prédation sont intervenus à partir de début juin correspondant à une augmentation de la température des eaux littorales. Il ne nous a pas été possible de travailler à cause de l'indisponibilité du matériel d'investigation (retour au constructeur Danois pour implantation d'une carte d'acquisition vidéo). De nouvelles campagnes peuvent être envisagées début juillet, en fonction de la météo et de la disponibilité du matériel (sonar, bateau, personnels). La probabilité d'observation du phénomène, dans les conditions d'investigations qu'étaient les notre, est conditionnée par la disponibilité rapide du matériel et du personnel et par la liaison constante avec les professionnels travaillant sur le lotissement (exemple : intervention en cas de constatation « en direct » par des observateurs, plongeur amateur, barge de mytiliculteur etc..., du phénomène de prédation). Enfin le sonar qui permet d'observer les bancs et filières du lotissement peut être employé pour cartographier les concessions au sein du lotissement en prévision d'un remembrement. Quelques essais méthodologiques complémentaires (annexe N) permettraient aussi de connaître l'état de remplissage relatif des cordes (vide, moyen, plein). Les données sonar

peuvent donc être utilisées conjointement, par une succession de radiale inter-radiale, pour observer le comportement des bancs dans le lotissement mais aussi pour faire un inventaire des concessions, repérer les filières abandonnées ou sauvages, positionner chaque filière et connaître son niveau de remplissage moyen.

9. Remerciements :

Je remercie Fabien Sanguinède pour sa participation « active » au mission et son travail assidu au laboratoire, Nathalie Tostin de la SRCM pour son engagement et sa disponibilité, Monique Simier (IRD/UR-Rap) et Jean Guillard (IRD/US acoustique) pour leur intérêt pour notre étude, Dominique Buestel pour sa coordination attentive et l'équipe acoustique du laboratoire RH de Sète, Yvon Guennégan et Bernard Liorzou, pour leur sympathie durant les missions « daudo » et les réunions de travail. Nous remercions aussi Lespagnol P., et Perodou J.B. pour leur informations sur les débarquements de daurades, et enfin la SMNLR pour leur place « à quai » au port de Sète. Un grand merci à A. Bakun (IRD) pour sa donation à point nommée d'un moniteur S-vidéo.

10. Bibliographie

- Alléguède V. 2001.** « Impact de la prédation par les daurades sur la production de moule en pleine mer et recherche de nouvelles solutions ». Rap. UM2/Creufop, 04-2001.
- Ball P. 2001** Dolphin deterrents could also be scaring fish away from nets. 13 June 2001, Nature science update
- Brehmer P., T. Lafont, and F. Gerlotto. 1999** Infobancs, user's manual, software version 2.0. Doc. IRD, Mtp, Jul. 1999. 28p.
- Brehmer P., Gerlotto F. and B. Samb, 2000** Measuring fish avoidance during acoustic surveys. ICES Annual conf., Bruges 27-30/09/2000
- Brehmer P., Y. Guennégan, 2001** Rapport de mission « Calidor 01 » 03/05/2001 (Ifremer, IRD), Rap. Sci. CRHMT.15p.
- Brehmer P. 2001** Rapport *Alpha Marine* de fin d'activité pour l'IRD, Flux migratoire de poissons pélagiques amphidromes sur 3 graux régionaux », XI Plan Etat Région - volet recherche environnement. (en cours).
- Buestel D. 2001** « Problème de prédation de moule sur filière en mer ouverte par des bacs de daurades ». Rap. Sci., 14/02/01, Ifremer RA, Sète.
- Campillo A., 1997** les pecheries françaises de Méditerranée : synthese des connaissances. Rapport interne Ifremer/RH, n° :92/109 RH Sete. 206p
- Freon P., Gerlotto F., Soria M. 1996** Diel variability of school structure with special reference to transition periods. ICES J.Mar. Sci.
- Fréon, P., and Misund, O.A. 1999.** Dynamics of pelagic fish distribution and behaviour : effects on fisheries and stock assessment, Blackwell, London.
- Fischer W., Schneider M. et Bauchot M.L., 1987** *Méditerranée et mer noire, zone de pêche 37 Révision 1*. Fiches FAO d'identification des espèces pour la peche.p1374-1375
- Gerlotto F., 1993** Méthodologie d'observation et d'évaluation par hydroacoustique des stocks tropicaux de poissons pélagiques côtiers: impact du comportement et de la distribution spatiale. *Thèse doc. Univ. de Brest Occi., Mars 1993.*
- Gerlotto F., Fréon P., Soria M., Cottais P-H., Ronzier L. 1994** Exhaustive observation of 3D school structure using multi-beam side scan sonar : potential use for school classification, biomass estimation and behaviour studies - *ICES C.M B :26, réf.D.*
- Gerlotto F., Soria M., Fréon P. 1999** From two dimensions to three : the use of multibeam sonar for a new approach in fisheries acoustics - Volume 56, number 1 - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* - 12 p.
- Gerlotto F., Brehmer P. 2000** Rapport *Dorade 2000*, Ifremer, IRD, SRCM. 24-26/08/2000, Rap. IRD HEA, 24p.

- Gerlotto F., Brehmer P. and Buestel D. 2001.** Acoustic monitoring of mussel longline grounds using vertical echo sounder and multi-beam sonar. ICES FAST W.G., Seattle , USA, 24-27 April, 2001.
- Lasserre G. 1974.** Recherche sur la dynamique des populations des daurades royales *Sparus aurata* des régions de Sète et d'arcachon. These Lab Hydrobiologie marine de Montpellier, 1974
- Schlama O., 2001.** Midi libre Edition de Sète, 1 quai Noel-Guignon Sète. 22/06/2001. p3
- Guénnegan Y., & al. 2001** Rapport de mission « daudo 01 » (Ifremer, IRD), Rap. Sci. CRHMT.(en cours)
- Perodou, J.B., 1999** Puissance de pêche et relations avec les caractéristiques techniques des navires. Exemple de flottille pratiquant le chalutage en Medit. Rap. Interne Direction RV Ifremer, n°DRV/RH/RST99-10.56pp.
- Quero JC et Vayne JJ. 1997** Les poissons de mer des pêches françaises. Encycl. Du naturaliste, édit. Delachaux et Niestlé SA, Lausanne, Suisse.
- Réseau Inter-Criées** extraction année 2000 par Ifremer labo. RH Sète
- Sanguinède F. 2001** « Contribution à l'étude de la prédation des moules sur filière exploitées en Mer ouverte ». Mémoire de DESS Univ de Corte (en cours).
- Simrad EY500., 1993** Instruction manual, Portable Scientific Echo Sounder, P2473E. Section 6, Calibration procedure, 36p.
- Soria M., Fréon P., and Gerlotto, F. 1996.** Analysis of vessel influence on spatial behaviour of fish schools using a multi_beam sonar and consequence for biomass estimates by echo-sounder. – ICES Journal of marine science, 53:45-458.
- Statistica 1995** Generale convention and statistics by Statsoft, Inc., 2325 east 13th Street, Tulsa, USA.
- Whitfield J. 2001.** Underwater racket keeps eiders down. Recorded boat noise deters ducks from devastating mussel farms. 14 June 2001, Nature science update

8. Annexes:

- A. Propositions d'action de l'IFREMER et de l'IRD en 2001 concernant le problème de la prédation des daurades sur filières
- B. Comte rendu de la réunion Ifremer, IRD, SRCM-ASA du 10/04/2001 sur la prédation des moules par les daurades et les travaux acoustiques à mener à partir du navire « Chlamys »)
- C. Photographies de campagnes
- D. Modèle de feuille de quarts de la mission « Daudo »/Visibilité du Soleil-Lune 04-06/2001 Sète
- E. Méthode de reconnaissance spécifique :

Caractéristiques de l'hydrophone
Caractéristiques du Sondeur EY 500
Les Plongées
- F. *Nature science update*, Juin 2001

Dolphin deterrents could also be scaring fish away from nets.
Underwater racket keeps eiders down
- G. Calibration du sondeur EY500
- H. Extrait de presse locale du quotidien Midi libre "Sète" 22/06/2001
- I. La conchyliculture en mer ouverte par SANGUINEDE Fabien, mai 2001, fin DESS 09/2001
- J. Catalogue Daudo1 Jours J1 & J2, des images sonar des bancs détectés
- K. Données brutes /Statistiques élémentaires
- L. Structures de bancs
- M. Paramètres recueillis sur l'image sonar
- N. Standardisation des mesures du sonar Reson Seabat 6012 pour un inventaire des filières à moules : localisation géographique et état de remplissage

Annexe A :

Propositions d'action de l'IFREMER et de l'IRD en 2001 concernant le problème de la prédation des daurades sur filières

Introduction

Depuis plusieurs années la position de l'IFREMER sur la question de la prédation des moules a été définie dans deux documents diffusés l'un en octobre 1998, l'autre en juillet 2000. Ces documents sont joints en annexe.

Jusqu'à présent, si certaines des actions préconisées n'ont été réalisées que de manière superficielle (enquêtes, pêche au filet tournant), d'autres n'ont pu être mises en place (marquage acoustique).

Un des gros problèmes rencontrés pour ce type d'action pluridisciplinaire est le besoin de préparer longtemps à l'avance les opérations dans la mesure où les différentes équipes susceptibles d'intervenir ont un calendrier chargé sur des programmes propres. Durant l'année 2000, une concertation des équipes concernées a eu lieu de manière à proposer une série d'interventions cohérente. Les actions proposées sont listées comme suit :

Evolution de la prédation

Il est indispensable de faire un suivi de l'évolution de la prédation dans le temps et dans l'espace. Les fiches enquêtes n'étant pas remplies, une solution consiste à faire une sortie tous les 15 jours sur site, à partir de mars en enquêtant les bateaux sur place. L'IFREMER dispose des bateaux nécessaires. En revanche un travail en commun avec la SRCM (mobilisation d'une personne tous les quinze jours) serait souhaitable.

Equipes impliquées : IFREMER LCM. Participation de la SRCM sollicitée.

En complément, nous essaierons au cours de quelques sorties de réaliser des images sous-marines pour identifier et illustrer les différents stades et processus de prédation pendant les périodes d'activité les plus fortes (IFREMER TMSI/TP – Serge Mortreux, LCM).

Campagne de détection au sonar latéral petit fond

Une première série de travaux acoustiques a été réalisée par une équipe de l'IRD (F. Gerlotto, P. Brehmer, D. Petit) avec la participation de l'IFREMER et de la SRCM sur les filières de moules immergées au large de Marseillan. Cette campagne qui a eu lieu fin août 2000 sur une durée de trois jours avait pour but de tester la faisabilité de l'utilisation du sonar petit fond sur la zone des filières.

Ces travaux ont confirmé que l'utilisation couplée d'un sondeur et d'un sonar permettait de réaliser des prospections acoustiques dans les champs de filières et d'observer les bancs de poissons à proximité de celles-ci.

Si les bancs de daurades n'ont pas été observés, d'autres espèces de petits pélagiques ont pu être parfaitement identifiées (bogues, sardines anchois, chinchards). Il est permis de penser que les bancs de daurades devraient pouvoir être repérés avec cette technique mais la brièveté du travail effectué ne permet pas de statuer.

Aussi une prospection plus élaborée et sur un temps plus long est nécessaire. Des travaux sont donc proposés et devraient être entrepris au cours du printemps 2001 autour de la nouvelle lune du 23 avril (19 au 26 avril). Ces travaux mettront en œuvre le nouveau sonar (sous réserve de son fonctionnement pour la mission d'avril) du pôle halieutique méditerranéen de Sète, qui équipera le bateau de l'IFREMER, Chlamys. Des prospections acoustiques de jour et de nuit seront réalisées le long des filières. Le choix des secteurs se fera à partir des dernières observations de prédation des filières indiquées par les professionnels. Des plongées et/ou des moyens d'observation sous-marins seront assurés pour identification des bancs repérés au sonar.

La prise en compte de la nouvelle lune devrait permettre un travail simultané avec les seneurs. Les informations obtenues avec les moyens acoustiques (sonar – sondeur) des navires professionnels mis à contribution seront également mises à profit pour aider à une meilleure utilisation du matériel scientifique.

Equipes impliquées : RH Sète (Y. Guenegan), LCM Sète (soutien logistique, plongées), TMSI Sète (plongées et film des bancs), IRD (D. Petit et P. Brehmer).

Suivi et accompagnement des pêches au filet tournant

Il s'agit de rechercher des techniques adaptées à la pêche dans les filières et conformes aux mesures techniques européennes de conservation. Un travail d'encadrement d'essais à réaliser par pêcheurs professionnels est proposé.

La pêche au filet tournant et à la lumière semble être une des techniques les plus efficaces, utilisées par la pêche professionnelle. Bien employée semble-t-il par les pêcheurs italiens, elle permet sous certaines conditions favorables de réaliser des captures importantes en un minimum de calées. Son application qui permettrait certainement de réduire la masse de prédateurs devra néanmoins respecter l'équilibre des activités halieutiques existantes, sans porter préjudice à aucune d'entre elles. Pour cela, l'opération proposée ici se limitera à l'examen de la faisabilité de cette technique.

Il s'agit donc ici :

- de vérifier l'efficacité de la technique sur les populations de prédateurs présents autour des filières,
- de définir les conditions techniques de faisabilité d'un éventuel développement de cette technique (dimensions des navires et des équipements nécessaires, discussions de l'éventualité d'un réaménagement du parc).

Un voyage d'information en Italie de 2 personnes (SRCM, ASA) accompagnées d'un technologiste des pêches sera indispensable pour identifier avec précision les équipements nécessaires et les conditions favorables à l'exercice de cette technique.

Une ou plusieurs opérations de pêche sont à programmer dans l'année. La première devrait se situer à la nouvelle lune de fin avril en même temps que l'opération sonar.

L'organisation des campagnes incombera à l'organisation professionnelle de la conchyliculture qui s'assurera de la coopération des organisations professionnelles représentatives locales et régionales et de l'affrètement des moyens nautiques nécessaires.

L'équipe IFREMER TMSI de Sète (J. Sacchi, S. Mortreux) contribuera à l'organisation des campagnes, assurera le suivi des essais et élaborera la rédaction des recommandations techniques qui en découleront.

D'autres techniques de pêche pourront être également examinées et testées (palangres, filets combinés), en collaboration avec des professionnels volontaires et après examen des possibilités de leur utilisation.

Autres solutions techniques

En collaboration avec la SRCM et en lien avec le point suivant, l'équipe TMSI/TP procèdera à une recherche documentaire et de contacts avec des laboratoires étrangers confrontés à ce problème (USA, Australie) et/ou susceptibles de pouvoir apporter des solutions techniques répulsives acoustiques (U. de Loughborough,...) ou visuelles (IMR Norvège, Gênes, ...). Cette recherche bibliographique aura pour objet immédiat de définir les processus expérimentaux qui pourraient être intégrés dans un projet ultérieur plus conséquent.

Etude du comportement des poissons :

Caractérisation des bruits émis au moment de la prédation

Le projet consiste à profiter de l'opération sonar pour essayer d'enregistrer les bruits de prédation (broyage des coquilles de moules). Une caractérisation de ces bruits *in situ* est primordiale pour envisager un développement concernant le repérage des bancs par hydrophone.

Equipe concernée : CREMA L'Houmeau (J.P. Lagardère).

Capture de poissons à la nasse

Les essais pratiqués en 2000 ont montré qu'il était possible de capturer des sars et pageots sans qu'il soit possible de statuer pour les daurades (les nasses sont restées toute la saison sur des filières non visitées). Les expériences de marquage nécessitent de disposer de poissons vivants provenant, si possible, de la zone des filières. La poursuite du travail sur les nasses permettrait de travailler sur les sars et pageots et de vérifier la faisabilité de capture des daurades. Les deux nasses existantes seraient remises en service et complétées de deux nasses supplémentaires. Des relevés réguliers et des changements de sites en fonction des données des enquêtes sont à prévoir pour augmenter la probabilité de rencontre des bancs de daurades.

Equipe concernée : LCM et TMSI Sète. Une aide significative de quelques professionnels est indispensable (mise en place des nasses sur les filières et visites régulières).

Marquage acoustique des poissons

Le projet de marquage acoustique détaillé ci après est proposé par l'équipe du CREMA L'Houmeau (J.P. Lagardère, M.L. Bégout Anras, A. Bodoy).

Les questions liées à la présence de ces bancs de poissons prédateurs de moules et auxquelles nous proposons d'apporter des éléments de réponse sont les suivantes :

- Peut-on préciser la ou les périodes de la journée où les poissons se regroupent dans les filières (heures d'arrivée et de départ) ?
- Combien de temps se maintiennent-ils sur ces sites conchylicoles et comment les explorent-ils ?
- Est ce que cette migration alimentaire est régulière (quotidienne) ou irrégulière ?
- Quelle est l'aire marine sur laquelle se dispersent les dorades lorsqu'elles s'écartent des filières ?
- Y a-t-il d'autres points de regroupements en dehors des filières : zone rocheuse du Cap d'Agde, port de Sète.....?
- Est ce que ces poissons suivent des routes régulières dans leurs déplacements entre zone de repos et zone de nourrissage ? Peut-on envisager de les y capturer ?

Nous proposons de traiter ce problème en utilisant les possibilités d'investigation offertes par la télémétrie acoustique. Cette technique consiste à marquer plusieurs poissons du banc de dorades à l'aide d'une marque acoustique émettant des pulses d'ultrasons de fréquences différentes. La distance de détection de ces marques est de 1 à 1,5 km en fonction des obstacles à la propagation. Les poissons ainsi marqués deviennent de véritables « espions » de leurs congénères.

Protocole expérimental :

Cette action, mission de deux semaines, sera menée dans la deuxième quinzaine de mai.

Marquage de 4 à 5 poissons (daurades, sars, pageots) avec des émetteurs acoustiques. Cela suppose la fourniture de poissons vivants soit récupérés chez les pêcheurs soit capturés par des nasses (résultats positifs en 2000 pour les sars et les pageots).

Recherche et localisation des poissons marqués à l'aide d'une embarcation munie d'un hydrophone directionnel permettant de capter le signal de la marque et de s'orienter par rapport à la direction de son maximum

d'émission. Le bateau épouse alors les déplacements du poisson qui sont restitués par un positionnement DGPS. la profondeur de nage du poisson est enregistrée en simultanée avec la route suivie par le bateau.

Conclusion

Si ces différentes actions ponctuelles, accompagnant les opérations de pêche, ne résoudre pas le problème de la prédation du jour au lendemain, elles nous semblent très importantes à mettre en œuvre rapidement pour prévoir par la suite une action à long terme permettant de sauvegarder l'activité de la mytiliculture en mer. De plus, les différents éléments de cette étude ont une portée conceptuelle plus large que le seul aspect prédation. Ils ouvrent en effet la voie à la mise au point d'outils performants pour l'étude des effets des aménagements côtiers de type récifs artificiels.

Mise a jour le 14/02/2001 par D. Buestel (Ifremer RA, Sète)

Annexe B:

Compte rendu de la réunion sur la prédation des moules par les daurades (travaux acoustique à partir du Chlamys)

Etaient présents : Nathalie Tostin (SRCM) , Dominique Buestel (RA), Didier Petit, Patrice Brehmer (IRD), Fabien Sanguinede (DESS Corte), Yvon Guennégan (RH).

L'objet de cette réunion était de préparer et programmer les travaux à la mer pour la mise en œuvre du sonar Reson et du sondeur petit fond EY500, dans l'optique de prospecter les filières de moules de la concession de Marseillan. Ces travaux devraient permettre de détecter des bancs de daurades soit sur les filières soit aux alentours immédiat de la concession.

En préambule sont soulignées les difficultés "intrinsèques" de cette opération dont la faisabilité dépend beaucoup de la météo : il nous faut un vent modéré qui ne vienne pas du Nord. Si la météo annoncée est vraiment mauvaise, il faudra décaler.

Mise en œuvre du Sonar

Matériel

Le bateau, « Chlamys », unité de 9 mètres équipé de 2 moteurs de 110 cv, supportera du matériel acoustique à savoir :

- un sonar multi-faisceaux petit fond Reson (enregistrement vidéo)
- un sondeur split-beam EY500 (enregistrement numérique sur un portable)

L'alimentation du matériel électrique sera assurée par un convertisseur 24v-220v. Les sauvegardes seront réalisées par un graveur de CD.

Travaux

Trois types d'observations sont programmées.

- Radiales de prospections acoustiques le long des filières, par observation latérale du sonar
- Radiales de prospections acoustiques aux alentours immédiat des filières, par observation frontale du sonar
- Position fixe du matériel acoustique, pour une observation d'un site particulier, le bateau étant mouillé.
- Ces observations seront complétées par l'acquisition des TS par l'EY500.
- L'ensemble de ces travaux seront d'abord réalisés de jour. Des travaux de nuit seront éventuellement programmés.

Programmation

Lundi 23 avril : Mise en place du matériel acoustique, essais de fonctionnement et d'acquisition.

Premiers travaux sur la concession de Marseillan.

De mardi 24 à samedi 28 avril : Travaux de prospection acoustiques sur zone (appareillage à l'aube à partir de la station).

Les travaux de prospection seront réalisés en priorité dans les secteurs où des prédatations auront été observées par les professionnels par une enquête sur le terrain.

Les travaux à la mer ne seront réalisés qu'avec des conditions météorologiques satisfaisantes. En cas de mauvais temps, ils seront décalés d'autant.

Personnel

Un pilote RA

Une personne de RH, Y.Guennégan pour le matériel et l'acoustique

Deux personnes de l'IRD pour l'acquisition acoustique (soit D.Petit, soit P. Brehmer , soit F.

Sanguinede).

Enregistrement des bruits de prédation

JP Lagardère propose de participer à l'opération dès le 24 avril. Le matériel se compose de deux appareils à installer sur paillasse (50x20x30cm et 40x20x20cm). Il amènera un transfo à brancher sur la batterie du bateau (12V-120V). V. Alléguede est intéressé et pourra participer dès que possible.

Plongée pour identification des bancs

Une équipe de plongeur en "stand by" doit être prévue à partir du mardi après midi. Le projet consiste à positionner le bateau Gryphéa à la marina des quilles, matériel de plongée prêt dans une voiture et à attendre le signal du Chlamys en cas "d'apparences" pour filer sur place. L'objectif est d'identifier les bancs repérés et de faire des images si possible.

Proposition de répartition des tâches

	Chef mission Pilote	Sonar	Hydrophone	Plongée
Lundi	YG	PB,FS ou DP		
Mardi	YG	PB,FS ou DP	JPL	JO,PL,DB
Mercredi	YG	PB,FS ou DP	JPL	JO,PL,DB
Jeudi	YG	PB,FS ou DP	JPL, VA	JO,PL,DB
Vendredi	YG	PB,FS ou DP	JPL,VA	JO,PL,DB (matin)
Samedi	YG	PB,FS ou DP	JPL	JO,PL,DB

VA : Vincent Alléguedes*

PB : Patrice Brehmer

DB : Dominique Buestel

YG : Yvon Guennegan

FL : Frank Lagarde

JPL : Jean Paul Lagardère

PL : Patrick Legall

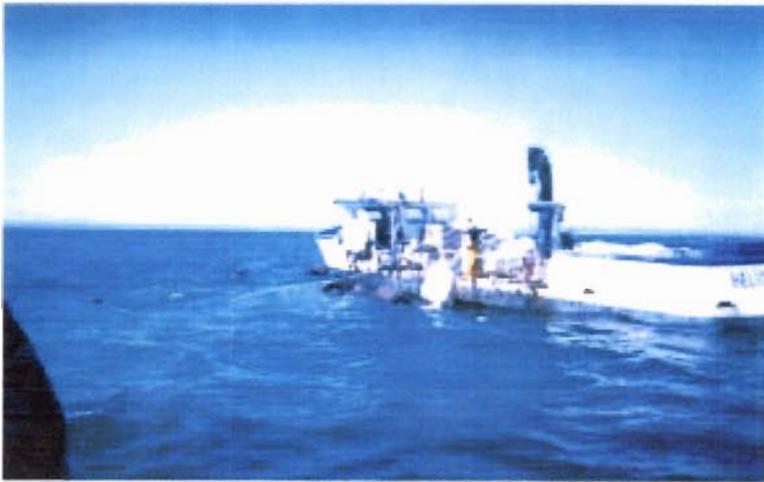
DP : Didier Petit

FS : François Sanguinede

*sous réserve de place à bord

En l'absence S. Mortreux, la caméra sous marine sera si possible mise en œuvre par JO et DB (prise en main le lundi matin avec J. Sacchi et essais l'après midi).

Y Guénegan Sete 15/04/2001



Annexe C : barge de mytiliculteur au travail sur la concession (des « paysans de la mer ») de Sète Marseillan. Installation d'un filet maillant autour de leurs filières par un plongeur seul et le pilote de la barge.



Annexe C : mise en oeuvre du sonar multi-faisceaux à bord du Chlamys, à l'aide de son bras articulé.



Annexe C : les caractéristiques du Chlamys (2*115CV et sa cabine « amovible ») devraient lui permettre d'intervenir rapidement sur un site local en étang ou sur le lotissement de Sète-Marseillan.



Annexe C : des essais et travaux ont été réalisés sur l'étang de Thau lorsque les conditions météo étaient défavorables en mer.



Annexe C : table de l'étang de Thau



Annexe C : équipe scientifique du Chlamys à quai à la SMNLR de Sète, de gauche à droite D. Petit, Y. Guennégan, B. Liorzou & F. Sanguinède (Photo : P. Brehmer, 2001)

Annexe D:

hh/mm/ss	n°:K7	n°:	nb	cible ind,	latitude	longitude	vitesse	temp.,°C	Action	Remarques
UTC	sonar	filière	bancs	(oui/non)	GPS	GPS	n/o	(surface)		

Figure : modèle de feuilles de quarts types mission « daudo ».

Visibilité du Soleil et de la Lune durant la période des observations

#

Lieu : SETE du 1/05 au 30/06/2001

(0h 14m 52s E 43d 25' 0" N 0.0 m)

#

Corps : Lune Passage au :

Date UTC	Lever	Az	Méridien	H	Coucher	Az
----------	-------	----	----------	---	---------	----

01 05 2001	01 11:39	65.6	01 19:	3.3 63.1	02 02:17	290.8
02 05 2001	02 12:53	72.0	02 19:	56.9 58.4	03 02:49	284.0
03 05 2001	03 14:06	79.4	03 20:	48.4 53.0	04 03:18	276.5
04 05 2001	04 15:19	87.3	04 21:	38.3 47.3	05 03:46	268.7
05 05 2001	05 16:31	95.3	05 22:	27.5 41.6	06 04:13	261.1
06 05 2001	06 17:43	103.0	06 23:	16.9 36.3	07 04:42	253.9
07 05 2001	07 18:53	109.9	07 23:	18.5 35.1	08 05:13	247.5
08 05 2001	07 18:53	109.9	08 00:	7.0 31.6	08 05:13	247.5
09 05 2001	08 20:02	115.7	09 00:	58.0 27.8	09 05:48	242.4
10 05 2001	09 21:08	120.1	10 01:	49.8 25.1	10 06:28	238.7
11 05 2001	10 22:08	122.7	11 02:	41.8 23.6	11 07:14	236.9
12 05 2001	11 23:02	123.4	12 03:	33.2 23.3	12 08:05	236.8
13 05 2001	12 23:49	122.3	13 04:	23.3 24.2	13 09:00	238.5
14 05 2001	14 00:29	119.6	14 05:	11.5 26.2	14 09:59	241.8
15 05 2001	15 01:03	115.7	15 05:	57.7 29.1	15 10:59	246.3
16 05 2001	16 01:32	110.7	16 06:	42.1 32.8	16 11:59	251.7
17 05 2001	17 01:58	104.9	17 07:	25.3 37.0	17 13:01	257.9
18 05 2001	18 02:22	98.5	18 08:	8.0 41.8	18 14:03	264.7
19 05 2001	19 02:46	91.7	19 08:	51.0 46.8	19 15:06	271.8
20 05 2001	20 03:10	84.7	20 09:	35.2 52.0	20 16:11	279.0
21 05 2001	21 03:36	77.8	21 10:	21.7 57.0	21 17:19	286.0
22 05 2001	22 04:05	71.1	22 11:	11.3 61.7	22 18:29	292.4
23 05 2001	23 04:39	65.3	23 12:	4.7 65.6	23 19:40	297.8
24 05 2001	24 05:20	60.6	24 13:	1.6 68.5	24 20:50	301.4
25 05 2001	25 06:10	57.9	25 14:	1.4 69.9	25 21:55	302.7
26 05 2001	26 07:09	57.4	26 15:	2.3 69.6	26 22:52	301.6
27 05 2001	27 08:17	59.5	27 16:	2.2 67.8	27 23:40	298.1
28 05 2001	28 09:29	63.8	28 16:	59.7 64.5	29 00:20	292.9
29 05 2001	29 10:43	69.7	29 17:	54.1 60.0	30 00:53	286.4
30 05 2001	30 11:56	76.8	30 18:	45.6 54.9	31 01:23	279.1
31 05 2001	31 13:08	84.5	31 19:	34.9 49.3	01 01:50	271.5
01 06 2001	01 14:19	92.4	01 20:	23.1 43.7	02 02:17	263.9
02 06 2001	02 15:29	100.1	02 21:	11.1 38.3	03 02:44	256.6
03 06 2001	03 16:38	107.3	03 21:	59.8 33.4	04 03:13	250.0

Annexe E :

Moyens de reconnaissances spécifiques (campagne « daudo »)

Matériel d'écoute, caractéristiques de l'hydrophone :

Le matériel utilisé comprend :

- un hydrophone de précision Bruël & Kjaer (type 8101) avec pré-ampli incorporé.
- un statif de fixation de l'hydrophone et une rallonge étanche de 100m.
- un amplificateur de mesure Bruël & Kjaer (type 2610)
- un enregistreur magnétique Nagra IV SJS utilisé à la vitesse de défilement de 19,05 cm/s pour couvrir la bande de fréquence de 25Hz à 20 kHz.

La mise en œuvre de l'hydrophone n'a pas posé de difficultés, notons tout de même une légère interférence avec le sondeur (70KHz). Les émissions du sondeur ont alors été coupées à chaque écoute de l'hydrophone. Le sonar MBS Reson quant à lui n'a pas causé d'interférence et donc pouvait continuer à émettre durant les enregistrements fait à l'hydrophone.

Le Sondeur EY 500 :

Le sondeur EY500 (Simrad, 1993) a présenté un problème technique engendré par un câble de connexion défectueux (ref. Simrad stock number 719-077844, dimension 0.9 metre, connection 1 :1). Le problème se matérialise sous forme d'un bruit important à partir de la sonde des 25 mètres. Les mesures de TS ont été sérieusement affectées par ce problème et la détection au-delà de 25m n'a pas été cependant possible. Comme les sondes maximums sont de 30m les effets de ce problème restent limités sur la détection des bancs. Le problème a été résolu par le remplacement du câble de connexion entre le PC et l'EY500.

Les plongées ; observation visuelle enregistrement caméra :

Elles ont été réalisées à partir d'un second navire (fig.) ; les plongeurs équipés de caméra sous-marine devaient s'occuper de la reconnaissance spécifique des bancs détectés, si les conditions de visibilité le permettaient, la turbidité du milieu ne l'a pas permis durant les missions d'observations acoustiques. Des plongées hors campagnes daudo, ont par contre constaté les restes de coquilles de moules broyées sous des filières attachées.



Figure : Plongeurs équipés de caméra vidéo sous-marine à bord du Gryphéa sur les filières à moule en mer après détection d'un banc de poissons au sonar multi-faisceaux.

Annexe Fa:

Dolphin deterrents could also be scaring fish away from nets.

13 June 2001, Nature science update

PHILIP BALL

Fishermen take note: frightening dolphins away from your nets could also scare off your catch. Some fish have better hearing than was suspected, say US marine biologists.

Menhaden, the second most important fish in the US fisheries business, can hear ultrasound, David Mann of the Mote Marine Laboratory, Florida, and co-workers have discovered¹. Sensitivity to these acoustic frequencies, which are too high for the human ear to detect, could see the fish frightened off by the high-frequency pingers used to deter dolphins.

In theory, pingers stop dolphins from catching fish or getting caught in nets themselves. But Mann's team suspects that the dolphins might not be responding to pingers at all. Instead, they may be avoiding the nets simply because they are chasing other fish that are scared off by the pinging noise. Given that 21% of all fish caught in the United States are menhaden, this could have big commercial implications.

Menhaden are not the first fish to be found capable of hearing ultrasound. American shad can also do this, as Mann and others discovered in 1997. Both are small, plankton-eating relatives of herring, sardine and anchovies.

But anchovies and sardines are deaf to ultrasound, Mann's team finds. This is surprising: all these fish have much the same hearing mechanism. They possess an air-filled buoyancy bladder, which resonates when sound waves pass through it. An inner ear, rather like our own, detects the resonance.

Most fish can hear sounds in a similar range to humans, from about 50 hertz (cycles per second) to several kilohertz. The upper range of bay anchovies, scaled sardines and Spanish sardines reaches around 4 kHz, say the researchers. But American shad and Gulf menhaden respond to frequencies as high as 80 kHz.

This special ability may be due to a difference in the structure of these fishes' inner ears. It might have arisen, Mann and his colleagues speculate, in response to predation by dolphins, which communicate and navigate using ultrasound. Now the ability to evade dolphins might also be enabling these fish to escape another predator: the fisherman.

picture ideas Clupeiform fish: herring, shad, anchovies, sardines. Or dolphins.

References

1. Mann, D. A., Higgs, D. M., Tavalga, W. N., Souza, M. J. & Popper, A. N. Ultrasound detection by clupeiform fishes. *Journal of the Acoustical Society of America* 109, 3048 - 3054, (2001).
2. Mann, D. A., Lu, Z. & Popper, A. N. A clupeiform fish can detect ultrasound. *Nature*, 389, 341. (1997).

Annexe B:

Underwater racket keeps eiders down

Recorded boat noise deters ducks from devastating mussel farms.

14 June 2001, Nature science update

JOHN WHITFIELD

It's not just the Belgians who have a taste for mussels. Eider ducks can eat 2.5 kilograms of the shellfish every day, bankrupting mussel farmers. Researchers have now found that playing recordings of boat noise under water is a humane and cost-effective way to keep birds off the crop.

Mussel farms present eider ducks (*Somateria mollissima*) with an irresistible temptation: cultivated mussels are bigger, juicier and thinner-shelled than their wild counterparts.

The traditional solution has been to chase the ducks off with a boat. This works, but takes a lot of time and fuel. Eiders also do most of their feeding around dawn, so they have often eaten their fill before the farmers arrive.

Robert Furness, of the University of Glasgow in Scotland, and colleagues used an underwater microphone to record the engine noise of the chase boat. They then played the noise back using a car stereo rigged up to some underwater speakers.

"It's very simple," says Furness. "Most mussel farmers could knock one up in their garage." The original system is powered by a 12-volt battery, but solar panels or a wind turbine are also options.

The researchers tested their set-up on mussel farms on the west coast of Scotland. The boat noise made the birds dive less frequently and for shorter periods. They also took longer to return to the mussel farms after being scared off, and became more wary of the boat when it was used.

The researchers estimate that the underwater playback cut the number of eiders in the mussel beds by about two-thirds. Over a year, this could equate to saving about 16 tonnes of mussels.

Some mussel farms protect their crop with nets. But, says Carter Newell, a marine biologist with Great Eastern Mussel Farms in Tenants Harbor, Maine, these are expensive, require a lot of maintenance and become clogged with seaweed and other detritus. "Some acoustic method [of keeping eiders away] would be a good idea," he says.

The ducks associate the noise of the boat with being chased. "It's not that the birds are scared by an engine, rather that they're fooled into thinking that a particular boat is chasing them," explains Furness. This has the advantage of not scaring other waterbirds that are not pests and not used to being chased.

Walter Spiers has run Muckairn Mussels, one of the farms used in the tests, for the past 15 years. In the first two years, he says, the farm lost its entire stock to birds. He would consider using a playback system, but has concerns about the cost and availability of underwater speakers.

"It's a battle for territory - the birds are determined, but I'm more determined," Spiers says. "They know it's not a free lunch any more."

References

1. Ross, B. P., Lien, J. & Furness, R. W. Use of underwater playback to reduce the impact of eiders on mussel farms. *ICES Journal of Marine Science* 58, 517 - 524 (2001)

Annexe G:

calibration du sondeur Ey500

Objectifs :

La mission avait pour but de calibrer un sondeur scientifique de type **EY500 Simrad** (provenance éclose de Ballaruc/CNR). Le sondeur doit être utilisé pour les campagnes « Daudo » d'observation directe par acoustique sous-marine des bancs de poissons sur les filières à moule au large de Sète-Marseillan en rapport avec le problème de prédation rencontré par les mytilculteurs sur leur concession (Buestel, 2001). Le second but de la mission était de détecter un problème d'acquisition des données rencontré durant la campagne Daudo 1 (Y. Guennégan et Brehmer P., 2001). Nombre de cible anormalement basse (en fréquence), et limite de détection à 25m.

Personnel :

Le personnel engagé dans cette mission est le personnel à compétence acoustique embarqué pour les campagnes « Daudo », chef de mission Y. Guennégan. Appuyé par Jean Guillard (Chercheur IRD/HEA/US Acoustique) pour sa connaissance approfondie du sondeur portable de type EY500 de chez Simrad et son aide apporté durant la mission Daudo 1 vis à vis du problème de détection sondeur déjà mentionné plus haut.

Tableau 8 :liste personnel embarqué de la mission

Nom	Institut d'origine
Liorzou Bernard	Ifremer RH
Guennégan Yvon	Ifremer RH
Brehmer Patrice	IRD/ASA
Guillard Jean	IRD

Matériel :

EY500 :

La calibration c'est faite à bord du Chlamys (Ifremer, Sète) utilisé pour les missions de petit fond. Le site était le quai dit des « roro » à la sortie du port de Sète (14m de fond). Note : éviter les heures de passages des chalutiers (vagues perturbe la calibration). Les références du sondeur sont données par le tableau 3.

Méthodologie :

Installation de la bille : la petite taille du navire nous a grandement simplifié la tâche. Nous avons directement plongé la bille sous le transducteur sans utiliser les classiques trois points de suspension. Pour ce qui est du principe même de la calibration nous avons suivie la procédure Simrad (Simrad , 1993).

Rappelons rapidement le but de la calibration. L' EY 500 est un sondeur scientifique conçu pour des mesures quantitatives (index de réflectivité du poisson/coefficient de biomasse [backscattering]). Pour calibrer le sondeur on se sert d'une cible de référence avec un index de réflectivité (TS) connue que l'on place sur la bissectrice de l'angle formé par le faisceau acoustique du transducteur du sondeur, afin de comparer nos mesures pratiques et théoriques. Il est nécessaire régler le sondeur en changeant un paramètre dans les équations mathématiques du logiciel *Simrad* car il n'y a aucun ajustement de gain analogique. La cible de référence est normalement une sphère en métal, nous avons utilisé une boule de cuivre (tableau 2). *Simrad* fournit les sphères de cuivre, une pour chaque fréquence. Le diamètre de la sphère est choisi pour sa dépendance minimum de la température. Pour des campagnes acoustiques où des mesures quantitatives précises sont exigées il est essentiel que le sondeur soit correctement calibré. Il est dans des habitudes sûres de calibrer les sondeurs avant et après une campagne (variation possible matériel mais surtout environnement). *Simrad* recommande que la calibration soit faite au moins une fois par an, et dans les zones de forte variation climatique (e.g. :Eté/hivers) au moins deux fois par an. Enfin, le programme de lobe fourni par Simrad permet de reconstituer le diagramme de directivité du sondeur en utilisant un PC supplémentaire relié à la ligne *serial line 1* de ey500.

Pour calibrer notre transducteur à faisceaux partagé il faut plonger la bille dans le champ de détection du sondeur afin de l'observer à l'écran et ainsi définir sa position (verticale et horizontale), une imprimante (et une seule) est connecté au sondeur et permet des sorties « listing ».

Réglage courant à l'EY 500 /procédure de calibration:

Intervalle De ping: 1 sec.

La Puissance transmise: normale (pour EK 500)

Longueur d'impulsion: Moyenne

Bande passante Transducteur: Large

Profondeur transducteur: 0,0 m

Note : réglage de la campagne daudo, si d'autres réglages doivent être employés pendant la campagne, la calibration doit être répétée avec ces derniers.

Transceiver menu

mode

test

Operation menu :

Ping mode

Normal

Noise margin

0 dB

Test Menu/Transceiver.

La mesure du test devrait être de $-55 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB}$ re 1W sur un sondeur de split-beam. Si l'amplitude est en dehors de ces limites, il faut débrancher le câble du capteur et vérifiez l'amplitude pour voir si le problème vient du capteur ou du récepteur. L'amplitude devrait maintenant être de -49 dB re 1 W. Si l'amplitude est immobile en dehors des limites, le problème est probablement lié au récepteur. S'il est à l'intérieur des limites, l'impédance de capteur devrait être vérifiée.

Select the Transceiver Menu and set:

Mode:	Active
Pulse Length:	Medium
Bandwidth:	Wide
Transducer Depth	0.0 m

Select the Operation Menu and set

Ping Mode:	Normal
Ping Interval:	1.0 sec.
Noise Margin:	0 dB

Select the Display/Echogram Menu and set

Range:	Select a range from the sea surface to well below the sphere
Range Start :	0 m
Auto Range:	Off
Bot. Range Pres.:	Off
Presentation:	Normal
Layer Lines:	On
Integration Lines:	10 000
TVG:	40 log r
TS Colour Min:	-50 dB

Select the Log Menu and set

Mode:	Ping
Ping Interval:	100

Select the Layer Menu and set

Super Layer:	1
--------------	---

Selection de Layer Menu/Layer-1

Type:	Surface
Margin:	0.0 m
Sv Threshold :	-80 dB
No. of Sublayers:	1
Range: 1	(**)
Range Starta	(**)

(**) la couche doit être suffisamment large pour couvrir l'écho de la sphère (et uniquement lui) pendant l'opération de « centrage » de la bille. Cependant il doit aussi être aussi étroit que possible pour éviter les perturbations engendrées par des échos de poissons.

Toutes les autres couches sont en position « off ».

Sélection du menu TS-Detection

Min. Value:	-50 dB
Min. Echo Length:	0.8
Max. Echo Length:	1.8
Max. Gain Comp.:	6.0 dB
Max. Phase Dev.:	2.0

La valeur mesurée pour la vitesse du son est placée dans le menu de « vitesse du son » pour une meilleure exactitude (faible variation) de la calibration.

Mesure de la valeur de TS (index de réflectivité)

Le menu de TS-Détection permet d'obtenir la fenêtre de « vue horizontale » du logiciel. Avec la sphère au centre du faisceau, les TS compensés et les non compensés devraient être identiques. Ces valeurs sont lues sur l'écran sous la fenêtre de vue horizontale. S'il y a une petite différence il faut prendre la valeur de TS compensée comme étant la valeur de TS mesurée. Il est recommandé que la valeur de TS mesurée soit notée (tableau 4). Si la valeur de TS mesurée ne diffère pas de la valeur de TS connue de la sphère, alors calculez un nouveau gain de TS pour le transducteur tel que:

$$G_N = G_V + [(TS_m - TS_s)/2]$$

TS_s : TS de la sphère théorique
TS_m : TS de la sphère mesurée
G_N : Nouveau gain TS transducteur
G_V : Ancien gain TS transducteur

Il reste alors à sélectionner le nouveau Gain de TS dans le *menu transceiver* et vérifiez que la TS mesurée soit correcte.

Mesure du Sa

La calibration par mesures de TS décrit dans le paragraphe précédent est la calibration primaire et c'est dans beaucoup de cas un étalonnage suffisant. La mesure de TS, cependant, est basée sur la valeur maximum l'écho de la sphère dans l'échantillon, tandis que la mesure du Sa est basée sur l'intégration (faire la moyenne, cf. annexe « mesure de Sa ») des échantillons de l'écho. L'écho reçu peut avoir une élévation douce ou/et un affaiblissement de sa valeur. Par conséquent l'algorithme pour le calcul de Sa dans le sondeur utilise une longueur d'impulsion efficace plutôt qu'une longueur d'impulsion nominale. Un essai, et au besoin, une calibration de calcul de Sa peut être effectuée selon une procédure particulière :

*Contrôlez la jonction de câble à la imprimante couleur
Alimentez colour-printer1.
Choisissez le menu de Printer1
selectionner
Integrateur table: Nombre de transducteur en service (si EK 500)
Echogram: Slave*

L'enregistrement de l'échogramme sera alors semblable à celui de l'affichage. Lisez la valeur de Sa mesurée (en rouge dans le tableau d'intégration après chaque intervalle de log, cf. annexe). Calculez la valeur du Sa théorique comme suit:

TS sphère = de cible de TS de la sphère
 $\sigma_{bs} = 10^{TS_{sphère}/10}$ (backscattering cross section de la sphère)
r = distance entre le capteur et la sphère (sous la fenêtre de vue horizontale).
 $\psi = 10^{dB_{value}/10}$ = angle équivalent de faisceau 2way (données fournies avec le transducteur).

$$Sa_{(théorique)} = [4\pi r_0^2 * \sigma_{bs} * (1852 \text{ m/nm})^2] / (\psi * r^2)$$

Où

r₀ = 1 mètre est la distance standard de référence pour le backscattering.

Si la valeur mesurée de Sa diffère de la valeur théorique, ceci peut être corrigé en changeant le gain de Sa dans le *menu transceiver*. Il faut alors calculer un nouveau gain pour le transducteur selon la formule :

$G_N = G_V + [(10 \log (Sa_m / TS_s))/2]$
Sa_s : Sa de la sphère théorique
Sa_m : Sa de la sphère mesurée
G_N : Nouveau gain Sa transducteur
G_V : Ancien gain Sa transducteur

Entrer le Sa gain du transducteur dans le menu transceiver, et la valeur mesurée de Sa sera correct.

Calcul des paramètres optimum pour la configuration du transducteur :

Mode opératoire:

Nous avons utiliser le logiciel LOBE fournie par Simrad (Simrad, 1993). Il est nécessaire de connecter le câble RS232 entre le PC et le port série 1 sur l'EK 500 et la « serial line » sur le PC pour l'EY 500. Les raccordements sont donnés sur le display. *Menu du sondeur Serial/USART, cf. menu du LOBE RS232.*

*Sondeur en marche :
menu de Serial/Telegram
Remote control sur On*

La méthode est la même que précédemment citée pour le faisceau partagé : centrage de la sphère dans le faisceau. Utilisation du programme de LOBE. Vérifiez que le raccordement serial line RS232 est en activité

(press F2). Le programme de LOBE calcul des " fenêtres " autour des valeurs de TS et de profondeur. La fenêtre de TS est le ± 4 dB et la fenêtre de profondeur de $\pm 10\%$. Les valeurs de TS échantillonnées en dehors des fenêtres sont rejetées. Il est nécessaire de déplacer la sphère de référence lentement dans le faisceau (beam pattern) pour enregistrer des valeurs de TS nombre suffisant (> 100) les échantillons doivent être également distribués à l'intérieur des 4 quadrants du faisceau. Si des TS de cibles non désirés comme des poissons sont enregistrés, notez numéro d'échantillon. Avant de traiter les données enregistrées, effacer les données enregistrées de ces échos non désirés (Suppression données suspectes). Au niveau du traitement des données, à environ approximativement 50 itérations, les données traitées demeureront égales.

Menu FIT (angle relatif donné en %).

150 % tous les échantillons sont utilisés dans le calcul.

Si l'opérateur voulait examiner la configuration du faisceau pour un angle réduit, on peut passer à une réduction de :

100 % : le calcul utilisera seulement des échantillons à l'intérieur des cercles de -3dB.

Menu Fit : déviation de RMS entre la configuration calculée du faisceau et les données récoltés. Le maximum et les valeurs minimales sont montrés par une croix rouge et bleue dans le diagramme polaire (figure 2 & 3). Les échantillons maximaux et minimaux enregistrés doivent être retirés. Les données finales de la calibration pour le gain de TS, le faisceau et les valeurs excentrées peuvent être alors calculées (affichées dans le menu Fit).

Cible de référence:

Bille de cuivre Simrad standard fournie pour un sondeur de 70 kHz (caractéristique: Cf. tableau ci dessous). Le diamètre de la bille est choisit afin d'offrir le minimum de variation de mesure de TS au changement de température (K. Foot, 1983) ; influence la célérité du son (cf. fig. ci dessous) sur la mesure de TS.

Tableau 9 :caractéristique de la sphère de cuivre

Fréquence kHz	Diamètre mm	TS à $c=1490\text{m/s}^*$ dB
70	32.1	-39.1

Résultats :

L'ensemble des résultats de la calibration sont résumé dans le tableau 6.

Mesure ASM :

Coefficient d'absorption de 25.26 dB. Km-1

Célérité de 1505.82 m. s-1

Résultats lobe: (cf figure 3 & 2)

TS gain = -21.63 dB

Athward beam = 11.42°

Along beam = 11.98°

Athwartships offset = 0.05 °

Alongship offset = 0.02 °

Mesure de TS:

$$G_N = G_V + [(TS_m - TS_s)/2]$$

TS_s :TS de la sphère théorique

TS_m :TS de la sphère mesurée

G_N :Nouveau. gain TS transducteur

G_V :Ancien gain TS transducteur

TS max. observée = -38.5 dB

TS théorique= -39.2 dB

Nouveau gain = $21.6 + [(-38.5 - (-39.2)) / 2]$

TS gain = 21.6 +0.35 = 21.95

Mesure de Sa:

$$S_a \text{ (théorique)} = [4\pi r_o^2 * \sigma_{bs} * (1852 \text{ m/nm})^2] / (\psi * r^2)$$

$$S_a = (12.56 * 10^{-3} * 1852) / [(6.45)^2 + 10^{-1.68}] = 5961$$

Sa mesuré = 3467 (moyenne sur 8 valeurs, cf annexe)

$$\text{Nouveau gain } S_v = 10 \log [(3467/5961) / -1.17^2] + 23.0 = 21.82$$

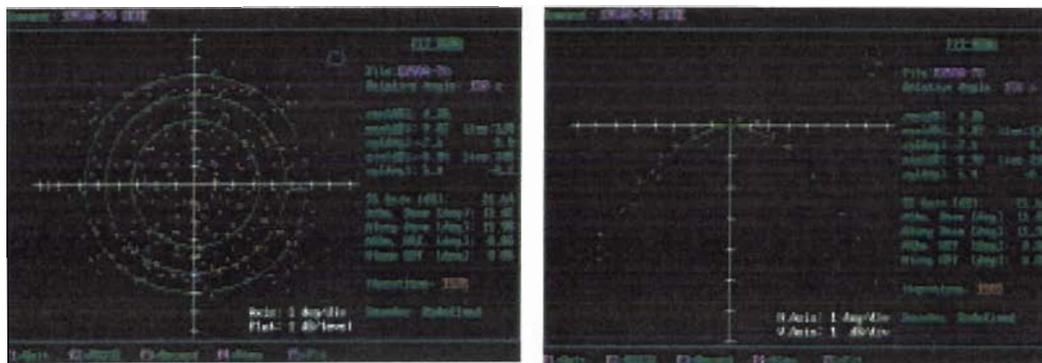
Tableau 10 :Tableau de présentation résultats de la calibration

Rapport de CALIBRATION de l' EY 500
VESSEL: . Chlamys
DATE: 03/05/2001
PLACE: sète France
EY 500 SERIAL NO: .
TRANSDUCER TYPE:

SERIAL NO.:		
FREQUENCY: 70 KHZ		
WATER TEMP: . 14°C		
SALINITY: #37.0%		
SOUND VELOCITY: . M/SEC.		
Ping Interval	1	sec.
Absorption Coefficient	25.26	dB//km
Pulse Length	MEDIUM	
Bandwidth	Large	
Maximum Power		W
Transmit Power		
Angle Sensitivity Alongship (fore and aft)*		
Angle Sensitivity Athwartships*		
TS of Sphere		dB
Default TS Transducer Gain	23	dB
Measured TS	-38.5	dB
Calibrated TS Transducer Gain	21.95	dB
Calibrated TS	-39.2	dB
Default 2-Way Beam Angle	-16.8	dB
Transducer data 2-Way Beam Angle	-16.8	dB
Measured Distance Transducer - Sphere	6.45	m
Default Sv Transducer Gain	23	dB
Theoretical SA	5961	m2/nm2
Measured SA	3467	m2/nm2
Calibrated Sv Transducer Gain	21.82	dB
Calibrated SA		m2/nm2
Default -3dB Beamwidth Along. *	11	degrees
Default -3dB Beamwidth Athw. *	11	degrees
Calibrated -3dB Beamwidth Along.*	11.98	degrees
Calibrated -3dB Beamwidth Athw.*	11.42	degrees
Alongship (fore-and-aft) Offset*	0.02	degrees
Athwartships Offset*	0.05	degrees

transducteur à faisceau partagé.

Figure 13 : La position de la sphère à l'intérieur du faisceau est matérialisée par des points de couleur. Les échantillons enregistrés en rouge sont ceux au-dessus de la configuration calculée du faisceau (beam pattern), les bleus sont ceux en dessous. A droite Le pattern du faisceau peut être représenté selon différentes coupes 0, 45, 90 et 135 degrés



Conclusion :

Le sondeur EY500 calibré, présente un « gonflement » au niveau du transducteur qui peut présenter des risques d'explosion (?). En revanche l'intégrité du sondeur ne souffre en rien de cette déformation. La réponse acoustique du sondeur à donnée entière satisfaction et permettra d'exploiter pleinement les données sondeur recueillit au cours des campagnes « daudo ».

Bibliographie :

Simrad EY500., 1993 Instruction manual, Portable Scientific Echo Sounder, P2473E. Section 6, Calibration procedure, 36p.

Foot K., 1983. *Maintaining precision calibration with optimal copper spheres.* Journal of acoustical society of America. March 1993.

ICES Cooperative research report. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES Report 144.

Annexe H:

Extrait de presse locale : Edition de Sète du *midi libre* 22/06/2001 page 3.

SETE

MYTICULTURE

Les concessionnaires des filières en mer, mobilisés, hier

Trente barges esquissent un barrage du port de Sète

Feu vert des Affaires maritimes pour pêcher les daurades voraces

■ Décidément, les contestations maritimes se conjuguent au pied de l'imposant Marrakech.

Hier, 14 heures, à Sète, une trentaine de barges d'exploitants des filières de moules en mer esquissent un barrage à la passe de la capitainerie. Vers 16 heures, la menace de blocus du port est levée, à l'issue d'une assemblée générale improvisée sur le quai. La centaine de mytiliculteurs présents se décripant lorsque Yves Mauran leur apporte de bonnes nouvelles. Au micro, le président de l'ASA (Association syndicale autorisée), représentant 105 entreprises et quelque 300 salariés directs du secteur (sans parler des sous-traitants), y explique que la délégation reçue quelques instants plus tôt par Pierre Sinquin, administrateur des Affaires maritimes, a l'espoir que l'on trouve une solution durable à la voracité des daurades. De 10 000 tonnes de moules en 1990, la production est tombée à 6 000 puis à 2 000 t cette année...

Ces poissons, dont les bancs peuvent faire plusieurs centaines de mètres de

▶ 105 entreprises et 300 salariés

▶ De 10 000 tonnes de moules en 1999 à 2 000 tonnes cette année

▶ Des facilités pour les crédits

▶ Des tétrapodes pour protéger les filières

long et 50 mètres de large, ravagent les filières en mer qu'elles devraient tranquillement

depuis des années. « La-bas, elles ont le gîte et le couvert ! On a tout essayé, y compris la pose de filets de protection... qu'elles arrachent. La seule solution est d'autoriser... »

la pêche pélagique par chaluts (à l'extérieur) et les sardiniers à l'intérieur des filières ».

defend un mytiliculteur (1). « Sur le principe, nous ne ferons pas d'obstruction. Mais il faut un minimum de consensus entre pêcheurs », dit Pierre Sinquin qui leur a aussi proposé de profiter de l'occasion pour remembrer leurs "parcelles" en mer.

Ces filières ont été créées à la fin des années 80 pour trouver un moyen de développer la profession hors de l'étang de Thau, « de façon à apporter un bolton d'oxygène à la profession », résume Denis Réglor, directeur de la section régionale de la conchyliculture (SRC) parmi la délégation d'Icier avec Jean-Claude Archimbeau, président de la SRC. Les



À 16 h, les exploitants des filières de moules ont levé la menace de blocus. Photos C. PALASZ

tempêtes et les voraces daurades ont mis à mal cette exploitation originale qui comptait 200 concessionnaires il y a dix ans et qui risque « de descendre en-dessous de la centaine l'an prochain, si l'on ne fait rien », souffle Jean-Paul Cousin, 49 ans.

« Les dégradations ont commencé en 1995. Aujourd'hui, sur les 8 filières que nous exploitons, 6 sont vides. On est dégoûtés... », dit-il. Il esquisse tout de même un sourire.

On importe près de 100 000 t de moules...

d'être aidés par l'État ». « Elles se montent à combien ces aides ? Car on ne peut pas mettre de l'argent à la mer », formule un mytiliculteur. Yves Mauran répond que « 80 % de la restructuration sera financée par l'État et le conseil régional. Il faudra que l'on crée des couloirs pour que les chalutiers puissent naviguer entre les filières. » Jean-Claude Archimbeau évoque aussi la possibilité, à plus

long terme, d'installer « des tétrapodes de 18 tonnes » pour protéger les filières d'éventuels accidents et bien les arrimer. Jean-Paul Cousin espère, lui, que les chaluts joueront le jeu. L'enjeu n'est pas mince : « En France, par an, sur 100 000 tonnes de moules, on en produit que 60 000 t. 100 000 t sont donc importées... »

Olivier SCHLAMA

▶ (1) Deux zones de filières en mer ont été définies. L'une au large de Sète-Marseillan représente un rectangle de 12 sur 3 km ; l'autre, aux Arrols, représente un rectangle de 2 sur 6 km.



La délégation sort des Affaires maritimes.

Annexe I :

La conchyliculture en mer ouverte (SANGUINEDE Fabien, mai 2001, fin DESS 09/2001)
Directeur de stage D Petit (IRD) et P Brehmer (ASA)

I. Le développement de l'activité conchylicole en Méditerranée

A. Introduction

L'élevage des coquillages en Méditerranée s'est longtemps cantonné dans les lagunes profondes (étangs de Thau et de Leucate) qui bordent le littoral. Les capacités spatiales et biologiques de ces milieux sont désormais saturées. L'expansion de l'activité n'a du donc être envisagée que hors du cadre exigu des lagunes : en mer ouverte.

B. Historique

En 1976, la conquête des espaces maritimes est entreprise par quelques pionniers sensibles à l'attrait du large. Ils ont rencontré de nombreux problèmes pour l'huître plate (*Ostrea edulis*) et se sont alors tournés très vite vers l'élevage de la moule : *Mytilus galloprovincialis*. Ayant l'habitude d'élever cette espèce en étang, les conchyliculteurs ont transposé leur savoir-faire en mer. Ils se sont dans un premier temps orientés vers la technologie des cadres, structures rigides ressemblant en plus petit aux tables utilisées en étang. Ces cadres reposaient sur le fond par -20 m et permettaient la suspension des cordes de moules. Les résultats obtenus ont été très positifs mais en 1979 une grosse tempête a détruit la totalité des cadres immergés. Cela a eu pour conséquence l'abandon définitif de cette technologie en mer et l'essai de nouvelles.

La phase de mise au point des techniques s'est déroulée de 1980 à 1987. Durant cette période, le dynamisme d'une cinquantaine de conchyliculteurs et le soutien des partenaires institutionnels ont permis d'établir les bases de la conchyliculture en mer ouverte avec :

- ✓ la conception d'une structure d'élevage adaptée : la filière de subsurface
- ✓ la mise au point d'embarcations spécialisées
- ✓ la fiabilisation des techniques d'élevage et l'abaissement des coûts de production.

En 1982, une nouvelle tempête a fait rage. Or seule la filière mise en place a résisté et a fait ainsi preuve de son efficacité. La première récolte de moules sur filière a donc été réalisée en 1983. En 1987, la phase de pré-développement s'achève avec une production de 1000 t de moules de mer. Ce succès technologique a incité l'ensemble des partenaires à poursuivre leurs efforts pour faire de la conchyliculture en mer ouverte une activité économique à part entière.

La phase de développement économique a débuté dès 1988 par l'organisation des structures de production : 4 lotissements en mer sont créés, une flottille de barges entre en activité tandis que 3 bases à terre sont construites.

Les techniques s'affinent et les volumes produits augmentent.

A l'heure actuelle, 340 filières sont exploitées sur les 4 lotissements en mer. 8 000 à 10 000 t/an sont produites ce qui génère un chiffre d'affaire de 45 Millions de francs à la production.

C. Le lotissement de Sète-Marseillan

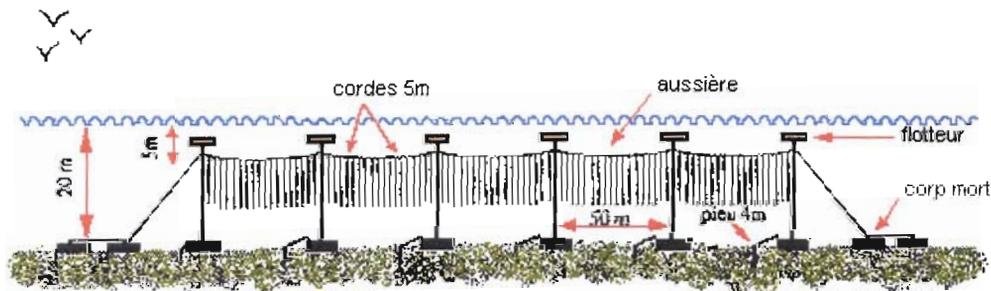
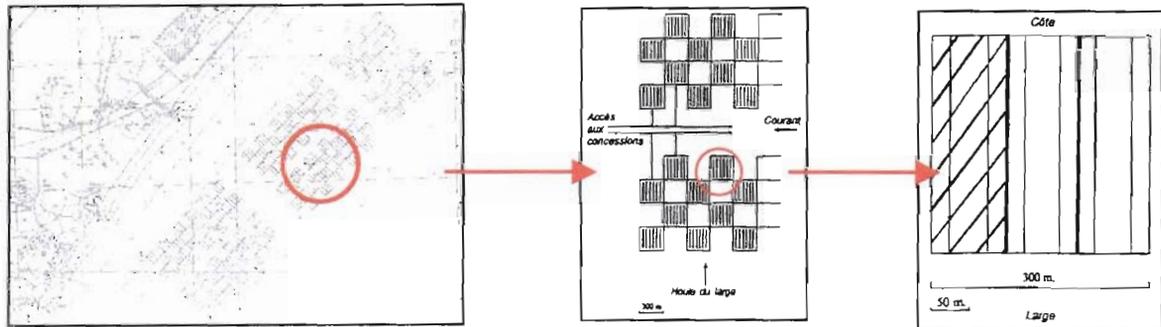
Le lotissement de Sète-Marseillan est le plus important (données 2000) :

- ✓ superficie : 2754 ha
- ✓ concessions disponibles : 348, concessions attribuées : 171
- ✓ taux d'occupation : 49.1 %
- ✓ nombre de concessionnaires : 95
- ✓ taux d'exploitation : 59.3 %

5 exploitants vivent uniquement de la production en mer.

Chaque concession a une superficie de 3 ha et possède 2 filières de 250 m de longueur utile. Les concessions sont regroupées par 3 formant des carrés de 9 ha disposés en damier permettant une meilleure circulation de l'eau.

Le principe de base de la filière de subsurface a été directement inspiré par des longues lignes utilisées au Japon pour la culture d'algues et de la coquille S^t Jacques.

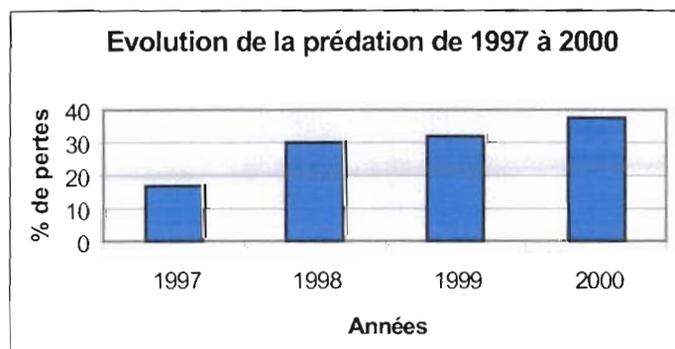


Shéma de la filière de subsurface

Elle est formée d'une corde maîtresse horizontale de 200 à 300 m appelée aussière. Elle est immergée à 5 m de profondeur pour la protéger de l'action de la houle. Cette aussière est fixée à des corps morts (blocs de béton posés sur le fond). Elle est également reliée au fond par d'autres cordes, appelées jambettes, pourvues d'un corps mort. La filière est ainsi séparée par des tronçons de 50 m. Des flotteurs disposés le long de l'aussière contribuent à la maintenir horizontale. C'est donc sur l'aussière que sont pendues les cordes à moule. Une filière contient 500 cordes et produit 25 à 30 t de moules par an. Le coût moyen d'une filière était en 1992 de 70 000 F HT auquel il fallait ajouter 10 000 F pour la pose si elle était sous-traitée.

II. La prédation des daurades sur filières

La prédation des daurades sur les moules s'observe dans l'étang depuis 1975. Ce phénomène a été signalé sur les filières installées en mer dès 1996. Depuis, les pertes occasionnées semblent de plus en plus importantes chaque année.



L'espèce incriminée est la daurade royale, *Sparus aurata*, mais il est vraisemblable que d'autres espèces soient impliquées au moins sur la prédation des naissains : sars et pageots.

Les connaissances actuelles du phénomène

Bien que ne disposant que de peu d'informations sur le phénomène de prédation (enquête 2000 SRCM, observations plongées), on peut avancer les éléments suivants :

- ✓ saisonnalité : la prédation s'observe de la fin du mois de février, qui correspond à un réchauffement des eaux, à la fin du mois d'octobre, qui correspond à la période de reproduction. On observe des pics en mai-juin et en septembre.
- ✓ taille des moules : si le naissain est plus particulièrement touché, les moules de taille commerciale sont aussi concernées ce qui implique une grande taille des poissons prédateurs
- ✓ les pertes de cheptel sont parfois très importantes : des pertes de 50 t en quelques jours ont été déclarées. En 2000, plus de 45 % des exploitations ont perdu entre 40 et 100 % de leur stock.

Alléguède V. (Impact de la prédation par les daurades royales sur la production de moule de pleine mer et recherche de nouvelles solutions, 2001) a estimé que 53 Millions de francs de chiffre d'affaire ont été perdus en 4 ans. De plus, 3 000 t auraient été "prédâtées" en 2000 et 10 exploitants auraient abandonné la production au cours de cette même année.



Annexe J :

« Catalogue » des bancs détectés et analysés au cours des campagnes « Daudo ». Ci-dessous daudo1 - J1.



Annexe J (suite):

« Catalogue » des bancs détectés et analysés au cours des campagnes « Daudo ». Ci dessous daudo1 -J2.



Annexe K:

Variables caractéristiques des bancs détectés au sonar.

Banc	CAMP.	PÉRIODE	DURÉE	RANGE	LW	CW	ALT	DBOAT	BATH	Surf.	long.	VOL	DFILE
1	1.0	2.0	10.0	100.0	8.0	1.8	1.1	26.9	27.6	14.5	15.4	224.5	
2	1.0	2.0	11.0	100.0	5.5	1.8	3.3	30.9	27.6	9.9	17.0	168.4	
3	1.0	2.0	6.0	100.0	10.9	2.5	9.1	27.3	28.0	27.8	9.3	257.1	
4	1.0	2.0	10.0	100.0	10.2	3.6	2.9	28.4	28.4	37.0	15.4	571.4	
5	1.0	2.0	7.0	100.0	9.1	3.6	6.2	30.9	28.4	33.1	10.8	357.1	
6	1.0	2.0	14.0	100.0	6.5	6.5	4.4	93.8	29.1	42.8	21.6	925.7	
7	1.0	2.0	44.0	100.0	6.2	6.2	6.2	41.5	28.7	38.2	67.9	2595.0	
8	1.0	2.0	26.0	100.0	4.7	6.5	2.9	89.8	29.1	30.9	40.1	1241.6	
9	1.0	2.0	3.0	100.0	2.2	2.9	5.8	46.5	28.4	6.3	4.6	29.4	
10	1.0	2.0	5.0	100.0	4.0	2.2	7.6	46.5	28.0	8.7	7.7	67.3	
11	1.0	2.0	22.0	100.0	8.7	7.3	6.5	34.5	26.9	63.5	34.0	2155.1	
12	1.0	2.0	29.0	100.0	8.0	4.0	5.8	45.1	26.5	32.0	44.8	1432.2	
13	1.0	2.0	2.0	50.0	1.1	0.7	11.6	15.1	25.1	0.8	3.1	2.4	
14	1.0	2.0	14.0	50.0	8.2	1.3	4.0	24.2	28.2	10.4	21.6	225.0	
15	1.0	2.0	24.0	50.0	11.6	4.5	4.9	22.9	28.0	52.9	37.0	1959.1	
16	1.0	2.0	8.0	50.0	9.1	4.5	9.6	30.4	28.7	41.3	12.3	510.2	
17	1.0	2.0	6.0	50.0	5.5	2.2	6.2	25.8	28.4	11.9	9.3	110.2	4.7
18	1.0	2.0	13.0	50.0	4.9	7.6	5.5	42.4	28.5	37.5	20.1	752.1	19.1
19	1.0	2.0	5.0	100.0	24.0	6.5	6.9	39.3	30.2	157.1	7.7	1212.2	18.9
20	1.0	2.0	5.0	100.0	3.6	4.7	5.8	68.7	29.5	17.2	7.7	132.7	
21	1.0	2.0	5.0	100.0	4.7	2.9	3.6	25.5	29.5	13.8	7.7	106.1	
22	1.0	2.0	10.0	100.0	8.7	2.5	6.5	25.5	28.7	22.2	15.4	342.8	
23	1.0	2.0	5.0	100.0	6.5	4.4	6.2	63.6	26.2	28.6	7.7	220.4	
24	1.0	2.0	5.0	100.0	2.9	3.6	4.7	34.9	25.1	10.6	7.7	81.6	
25	1.0	2.0	11.0	100.0	1.5	5.1	5.1	80.0	22.2	7.4	17.0	125.7	
26	1.0	2.0	4.0	100.0	7.6	2.5	6.9	22.2	27.6	19.4	6.2	120.0	
27	2.0	1.0	6.0	50.0	4.0	2.9	2.2	41.8	22.7	11.6	9.3	107.8	32.7
28	2.0	1.0	4.0	50.0	5.5	2.7	4.0	22.4	24.5	14.9	6.2	91.8	11.1
29	2.0	1.0	5.0	50.0	3.5	2.0	2.2	34.0	24.7	6.9	7.7	53.3	21.1
30	2.0	1.0	6.0	50.0	4.0	3.6	2.7	27.3	27.3	14.5	9.3	134.7	
31	2.0	1.0	5.0	100.0	3.6	2.2	10.2	38.2	29.8	7.9	7.7	61.2	25.8
32	2.0	1.0	8.0	100.0	3.6	2.5	8.0	22.2	30.5	9.3	12.3	114.3	10.9
33	2.0	2.0	15.0	100.0	3.3	2.9	13.5	33.1	24.7	9.5	23.2	220.4	6.2
34	2.0	2.0	4.0	100.0	7.3	4.7	2.9	22.5	25.5	34.4	6.2	212.2	48.0
35	2.0	2.0	7.0	50.0	4.5	4.2	3.1	26.0	22.0	19.0	10.8	205.4	6.2
36	2.0	2.0	14.0	100.0	9.8	4.7	2.9	46.9	21.5	46.4	21.6	1002.8	
37	2.0	2.0	14.0	50.0	2.4	2.2	12.2	31.5	22.0	5.2	21.6	111.4	17.1
38	2.0	2.0	4.0	50.0	4.7	1.8	13.1	20.0	23.1	8.6	6.2	53.1	
39	2.0	2.0	4.0	50.0	3.8	3.6	2.4	35.8	23.6	13.9	6.2	85.7	
40	2.0	2.0	3.0	50.0	2.5	1.8	17.8	21.8	23.1	4.6	4.6	21.4	
41	2.0	2.0	3.0	50.0	2.2	1.6	15.8	24.4	22.9	3.6	4.6	16.5	4.5
42	2.0	2.0	10.0	50.0	3.1	2.2	4.0	31.5	28.7	6.7	15.4	104.1	
43	2.0	2.0	8.0	100.0	2.9	1.8	4.0	34.9	31.6	5.3	12.3	65.3	
44	2.0	2.0	11.0	100.0	2.9	3.6	4.0	50.5	31.3	10.6	17.0	179.6	
45	2.0	2.0	13.0	50.0	4.4	2.9	4.7	27.3	30.4	12.7	20.1	254.7	0.2
46	2.0	2.0	11.0	50.0	9.8	6.2	19.8	17.8	29.8	60.7	17.0	1030.4	

47	2.0	2.0	5.0	50.0	3.5	2.7	6.2	18.7	24.0	9.4	7.7	72.7	
48	2.0	2.0	12.0	50.0	2.5	2.4	17.1	13.8	23.5	6.0	18.5	111.4	4.0
49	2.0	2.0	4.0	50.0	5.3	1.8	0.9	28.0	21.8	9.6	6.2	59.2	
50	2.0	2.0	4.0	50.0	3.1	0.9	6.9	13.5	20.7	2.8	6.2	17.3	
51	2.0	3.0	4.0	50.0	4.2	4.4	13.8	37.5	23.1	18.2	6.2	112.7	
52	2.0	3.0	7.0	50.0	2.5	4.7	2.5	48.9	23.6	12.0	10.8	130.0	
53	2.0	3.0	9.0	50.0	5.3	4.0	17.3	46.9	23.8	21.1	13.9	293.0	
54	2.0	3.0	5.0	100.0	4.7	4.4	5.1	44.7	23.6	20.6	7.7	159.2	
55	2.0	3.0	2.0	50.0	2.0	2.2	15.1	27.6	24.4	4.4	3.1	13.5	12.7
56	2.0	3.0	5.0	50.0	4.0	2.7	9.8	21.6	24.7	10.9	7.7	84.2	3.1
57	2.0	3.0	2.0	50.0	4.9	2.4	12.7	24.2	25.8	11.6	3.1	35.8	
58	2.0	3.0	5.0	50.0	4.9	1.5	8.2	21.1	28.7	7.1	7.7	55.1	
59	2.0	3.0	4.0	50.0	4.2	1.8	14.9	25.6	30.2	7.6	6.2	46.9	
60	2.0	3.0	4.0	50.0	0.9	3.3	8.4	47.5	30.9	3.0	6.2	18.4	
61	2.0	3.0	17.0	100.0	12.4	4.0	4.4	28.0	32.4	49.5	26.2	1297.5	
62	2.0	3.0	3.0	100.0	8.7	8.0	7.3	46.5	32.7	69.8	4.6	323.3	
63	2.0	3.0	25.0	100.0	5.1	11.6	9.1	57.8	32.0	59.2	38.6	2285.7	
64	2.0	3.0	12.0	100.0	3.6	4.0	10.9	56.0	31.6	14.5	18.5	269.4	
65	2.0	3.0	8.0	100.0	3.3	6.2	12.7	81.8	31.3	20.2	12.3	249.8	
66	2.0	3.0	9.0	100.0	2.9	3.6	1.8	49.1	30.9	10.6	13.9	146.9	
67	2.0	3.0	8.0	100.0	6.2	2.2	14.5	24.0	28.7	13.5	12.3	166.5	
68	2.0	3.0	10.0	100.0	2.2	2.9	3.6	53.5	28.7	6.3	15.4	98.0	
69	2.0	3.0	12.0	100.0	6.2	5.1	2.5	74.2	28.4	31.5	18.5	582.8	
70	2.0	3.0	7.0	50.0	8.2	3.3	2.9	30.4	25.1	26.8	10.8	289.3	
71	2.0	3.0	5.0	50.0	4.0	0.5	0.4	24.4	24.7	2.2	7.7	16.8	
72	2.0	3.0	8.0	50.0	10.7	4.4	6.7	17.5	22.9	46.8	12.3	577.9	28.5
73	2.0	3.0	2.0	50.0	2.9	1.1	2.5	19.3	21.1	3.2	3.1	9.8	15.3
74	3.0	2.0	12.0	50.0	6.4	4.2	22.9	48.0	30.0	26.6	18.5	492.8	
75	3.0	2.0	2.0	50.0	2.4	0.7	22.7	8.0	30.5	1.7	3.1	5.3	
76	3.0	2.0	16.0	50.0	5.8	1.6	5.6	24.2	30.5	9.5	24.7	235.1	
77	3.0	2.0	3.0	50.0	4.0	2.7	24.2	22.9	30.0	10.9	4.6	50.5	
78	3.0	2.0	5.0	50.0	4.9	2.0	24.9	13.3	28.4	9.8	7.7	75.8	
79	3.0	2.0	4.0	50.0	4.4	2.4	4.4	29.8	20.7	10.3	6.2	63.7	

Campagne 1 = daudol J1 ; 2= daudol J2 et 3 = Daudo 2

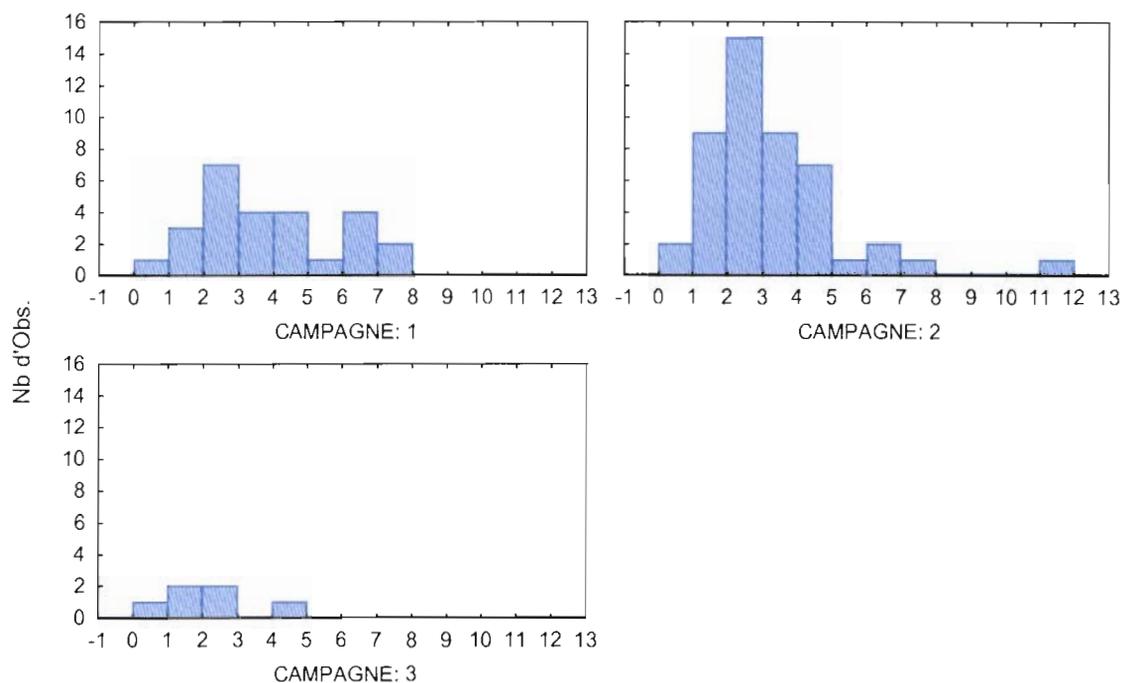
Période: en fonction de l'heure UTC et de la positions du soleil au zénith (+ ou - 3h00), 1 :
matin, 2 : midi, 3 : soir

Range : Portée sonar, 50m ou 100m (variation des portées, en fonction de la distance à la (les)
filière(s) en prospection)

Annexe K (suite) :

Statistiques complémentaires ; *Statistica 5.0®*, 1997.

Histogr. : CW = largeur sonar



Test de Levene d'Homogénéité des Variances (statistica.sta)

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

	Effet SC	Effet dl	Effet MC	Erreur SC	Erreur dl	Erreur MC	F	p		
CW	3.121874		2	1.560937		114.5916	76	1.507784		1.035252
	.360090									

Pour les 3 campagnes

Analyse de la Variance (statistica.sta)

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

	Effet SC	Effet dl	Effet MC	Erreur SC	Erreur dl	Erreur MC	F	p		
CW	15.19576		2	7.597879		271.3790	76	3.570776		2.127795
	.126141									

Sur les 3 campagnes

Analyse de la Variance (statistica.sta)

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

	Effet SC	Effet dl	Effet MC	Erreur SC	Erreur dl	Erreur MC	F	p		
CW	6.232469		1	6.232469		264.6517	71	3.727489		1.672029
	.200179									

Daudo 1- J1 et j2

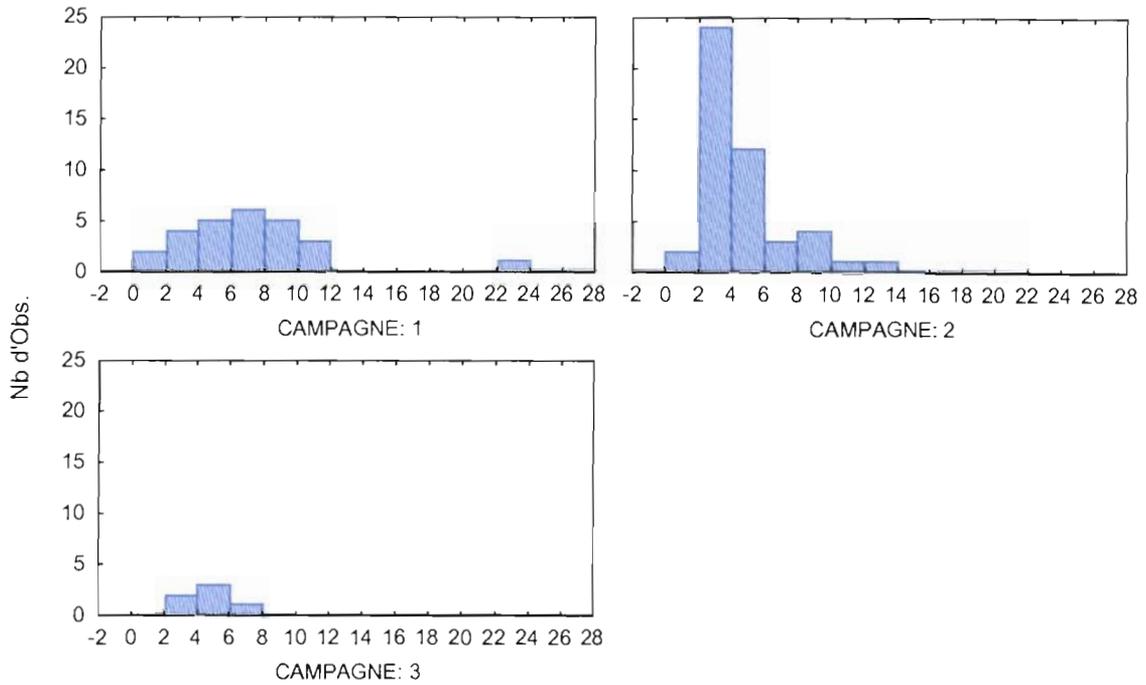
Analyse de la Variance (statistica.sta)

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

	Effet SC	Effet dl	Effet MC	Erreur SC	Erreur dl	Erreur MC	F	p		
CW	15.19576		2	7.597879		271.3790	76	3.570776		2.127795
	.126141									

J1 et daudo 2

Histogr. : LW = hauteur sonar



Test de Levene d'Homogénéité des Variances (statistica.sta)

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

	Effet	Effet	Effet	Erreur	Erreur	Erreur	F	p		
	SC	dl	MC	SC	dl	MC				
LW	33.76067		2	16.88034		394.3333		76	5.188596	3.253353
	.044088									

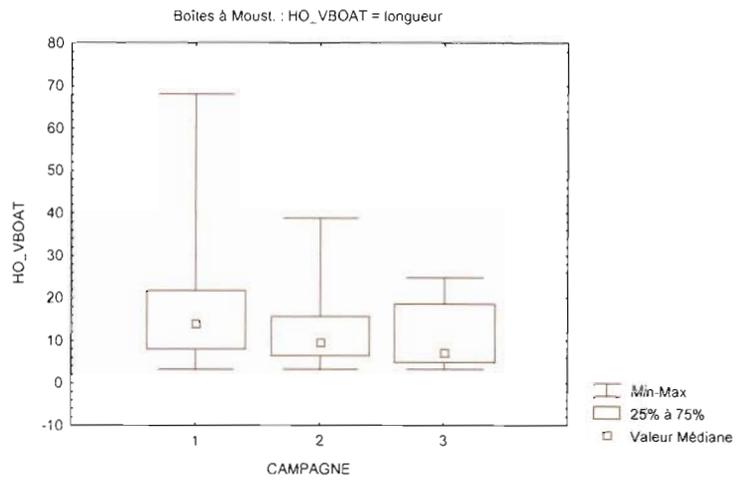
Lw pour les 3 campagnes

ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs (statistica.sta)

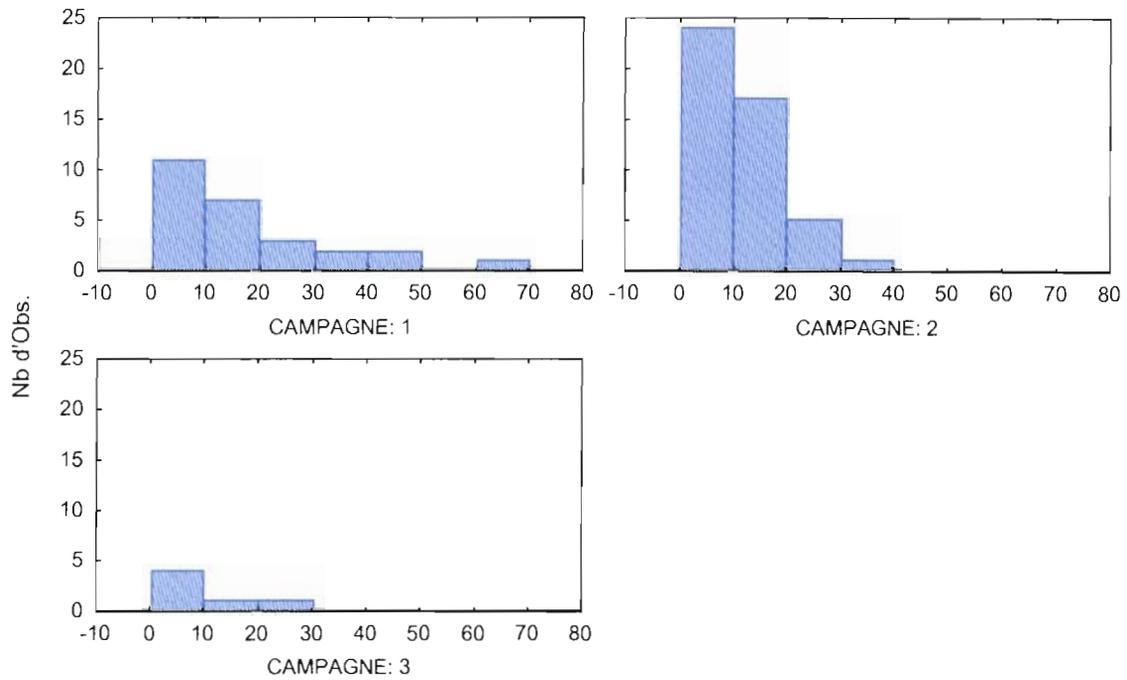
Var. Indépendante (classement): CAMPAGNE

Test Kruskal-Wallis: $H(2, N=79) = 9.313916$ $p = .0095$

	N	Somme
Code	Actifs	Rangs
Groupe11	26	1328.000
Groupe22	47	1597.000
Groupe33	6	235.000



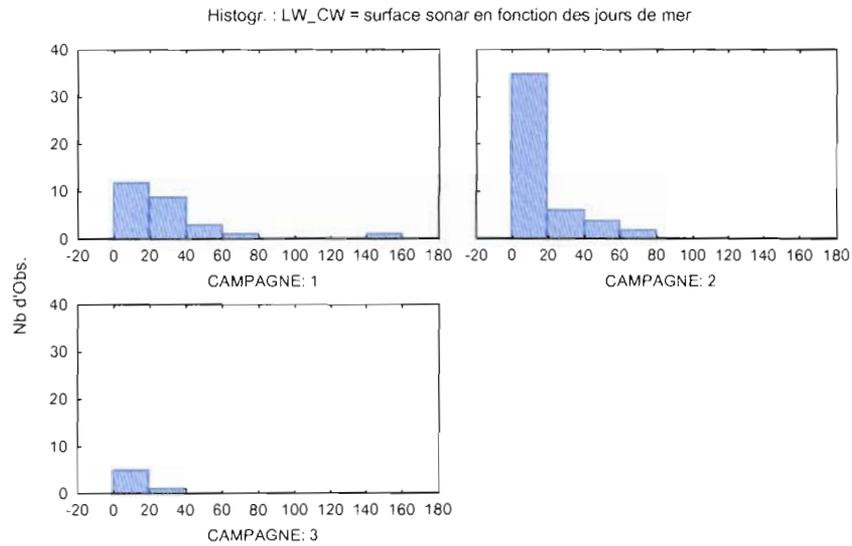
Histogr. : HO_VBOAT = Distribution des longueur de banc



Test de Levene d'Homogénéité des Variances (statistica.sta) des longueurs pour les 3 campagnes

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

	Effet	Effet	Effet	Erreur	Erreur	Erreur	F	p
	SC	dl	MC	SC	dl	MC		
HO_VBOAT	501.9879		2	250.9940		3629.725	76	47.75954
	5.255368		.007282					



Test de Levene d'Homogénéité des Variances (statistica.sta)

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

LW_CW	Effet	Effet	Effet	Erreur	Erreur	Erreur	F	p
	SC	dl	MC	SC	dl	MC		
	1121.80	2.00	560.90	20348.41	76.00	267.74	2.09	0.13

Effet campagne sur la surface relative des bancs

Analyse de la Variance (statistica.sta)

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

LW_CW	Effet	Effet	Effet	Erreur	Erreur	Erreur	F	p
	SC	dl	MC	SC	dl	MC		
D1-J1 ; D1-J2 ; D2	3281.15	2.00	1640.58	36110.88	76.00	475.14	3.45	0.04

Analyse de la Variance (statistica.sta)

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

LW_CW	Effet	Effet	Effet	Erreur	Erreur	Erreur	F	p
	SC	dl	MC	SC	dl	MC		
Daudo1 – J1 Daudoo2	1643.36	1.00	1643.36	23322.06	30.00	777.40	2.11	0.16

Analyse de la Variance (statistica.sta)

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

LW_CW	Effet	Effet	Effet	Erreur	Erreur	Erreur	F	p
	SC	dl	MC	SC	dl	MC		
Daudo1 – J2 Daudoo2	169.41	1.00	169.41	13121.36	51.00	257.28	0.66	0.42

Analyse de la Variance (statistica.sta)

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

LW_CW	Effet	Effet	Effet	Erreur	Erreur	Erreur	F	p
	SC	dl	MC	SC	dl	MC		
Daudo1 : J1 et J2	2707.47	1.00	2707.47	35778.36	71.00	503.92	5.37	0.02

(Matrices des) Corrélations significatives marquées à $p < .05000$								
N=79 (Suppression des Observ. à VM)								
	LW	CW	ALT	DBOAT	BATH	LW*CW	Long.	VOL
LW		0.34	-0.13	-0.07	0.21	0.87	0.22	0.51
CW	0.34		-0.10	0.59	0.29	0.69	0.48	0.70
ALT	-0.13	-0.10		-0.25	0.10	-0.08	-0.15	-0.11
DBOAT	-0.07	0.59	-0.25		0.23	0.19	0.31	0.25
BATH	0.21	0.29	0.10	0.23		0.27	0.24	0.26
LW_CW	0.87*	0.69*	-0.08	0.19	0.27		0.31	0.67
Long.	0.22	0.48	-0.15	0.31	0.24	0.31		0.84
VOL	0.51*	0.70*	-0.11	0.25	0.26	0.67*	0.84*	

Tableau : matrice des corrélations des variables caractéristiques des bancs. * lien de proportionnalité du au calcul des variables

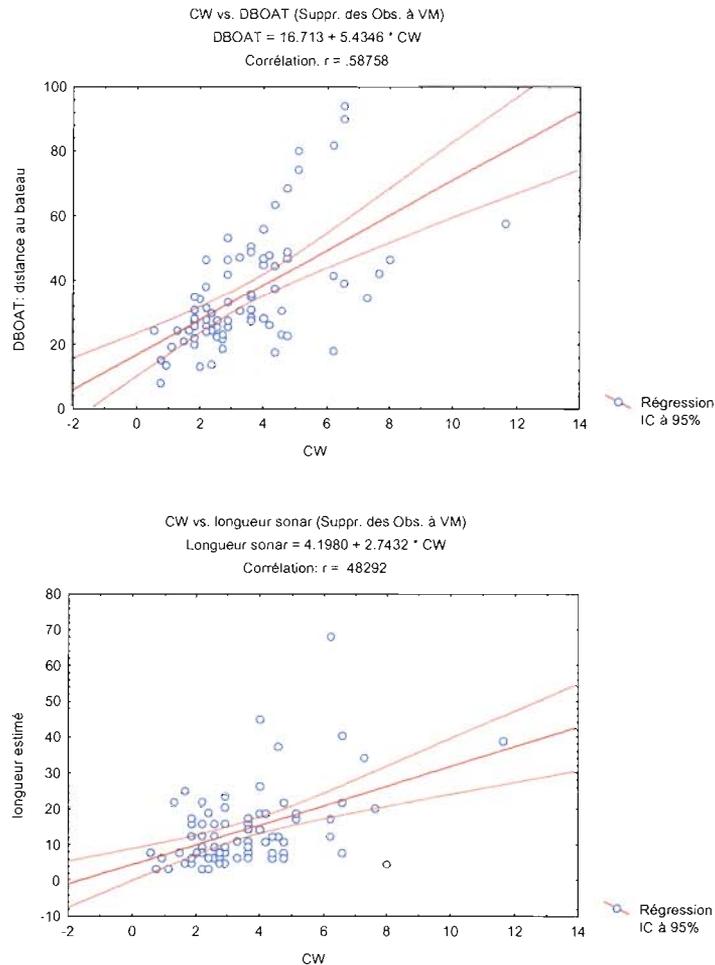
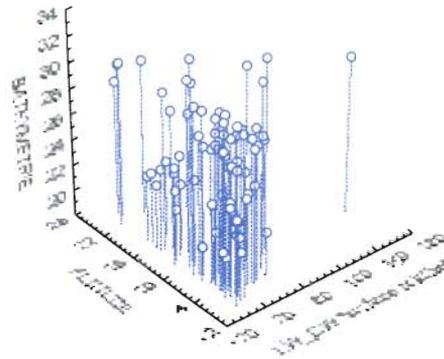


Figure : droite de régression de la distance au bateau des bancs en fonction de leur largeur et en bas celle de la longueur estimée des bancs en fonction de leur largeur.

Nuage de Points en 3D
LW_CW vs. ALT vs. BATH
(Suppression des Obs. à VM)



Nuage de Points en 3D
ALT vs. BATH vs. DBOAT
(Suppression des Obs. à VM)

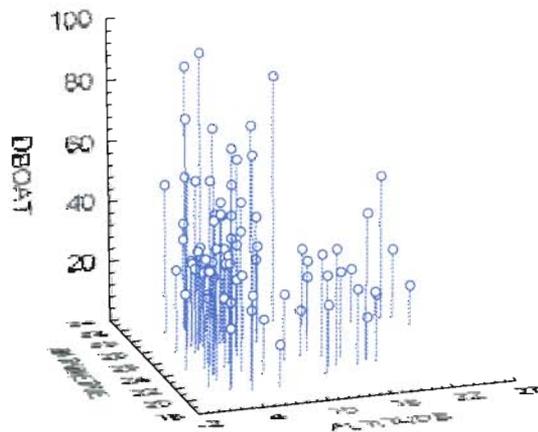
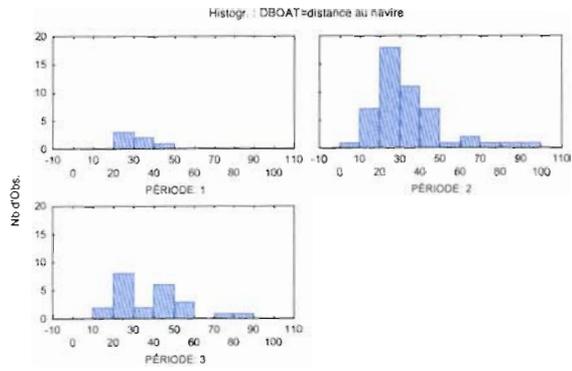
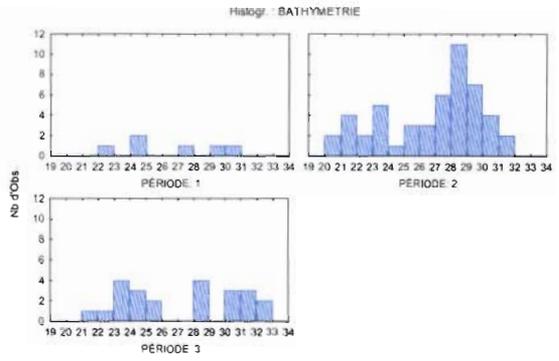
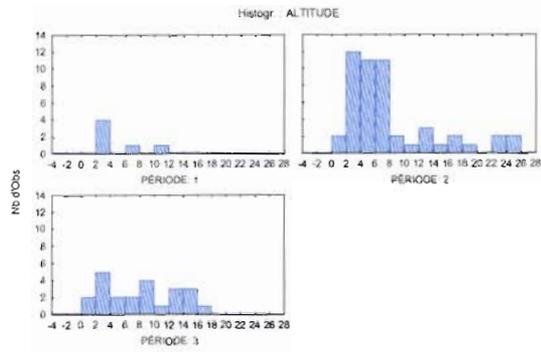
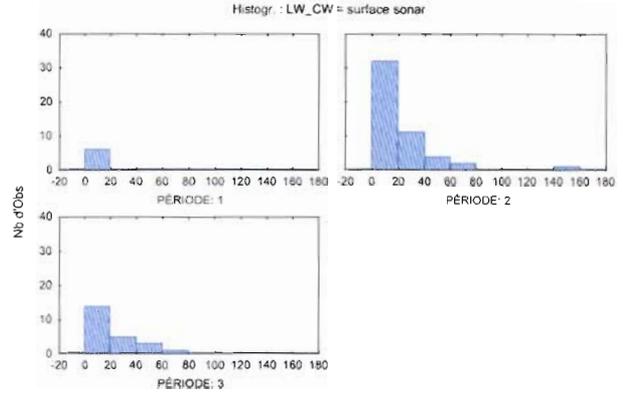
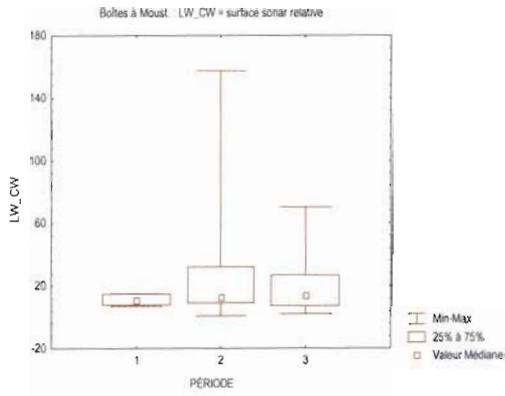


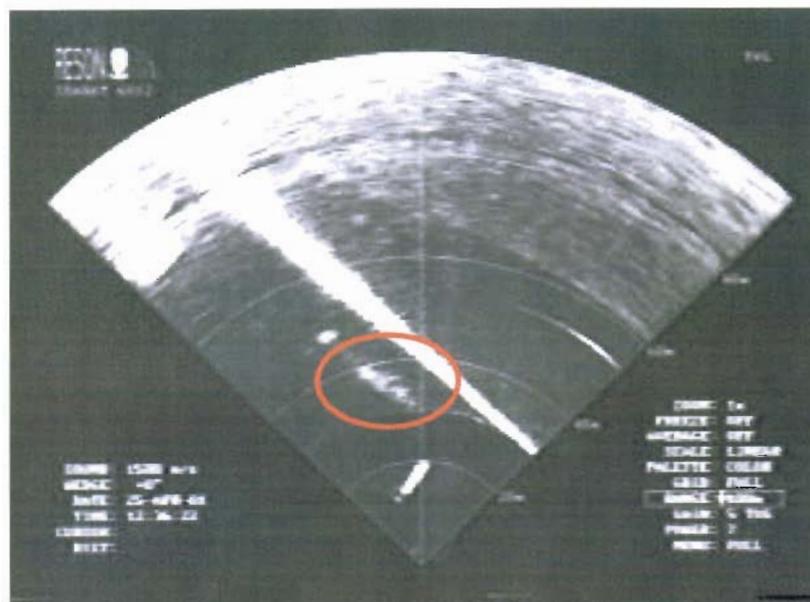
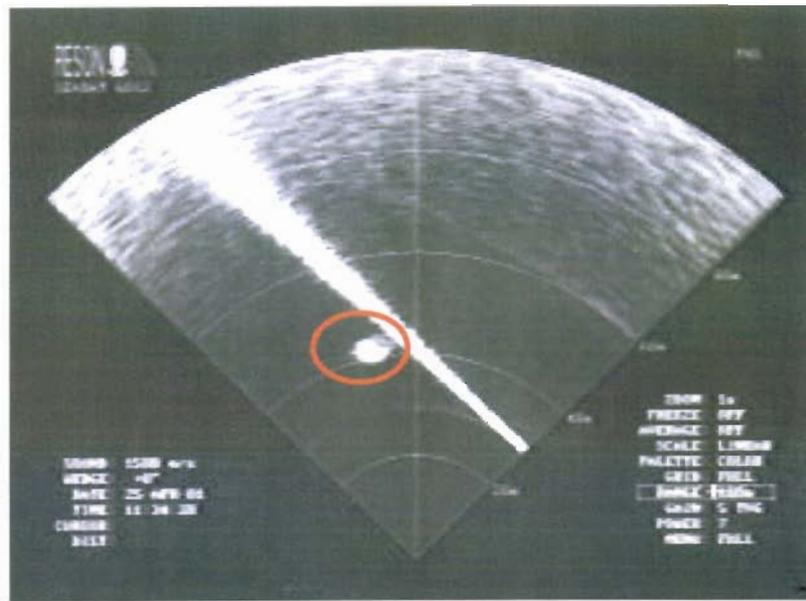
Figure : représentation en 3 dimensions des paramètres de banc sonar. En haut : surface, altitude et sonde locale des bancs ; en bas altitude, sonde locale, et distance au navire.

Effet de la période d'observation :



Annexe L :

La différence du comportement grégaire des individus (poissons) composant le banc peut s'observer visuellement. En haut : petit banc plutôt compact, en bas : banc de plus grande taille (L_w , C_w) et de structure interne plus relâché, moins dense en nombre d'individu par volume. Les deux bancs ont été observés à moins de 10 minutes d'intervalle.



Annexe : M

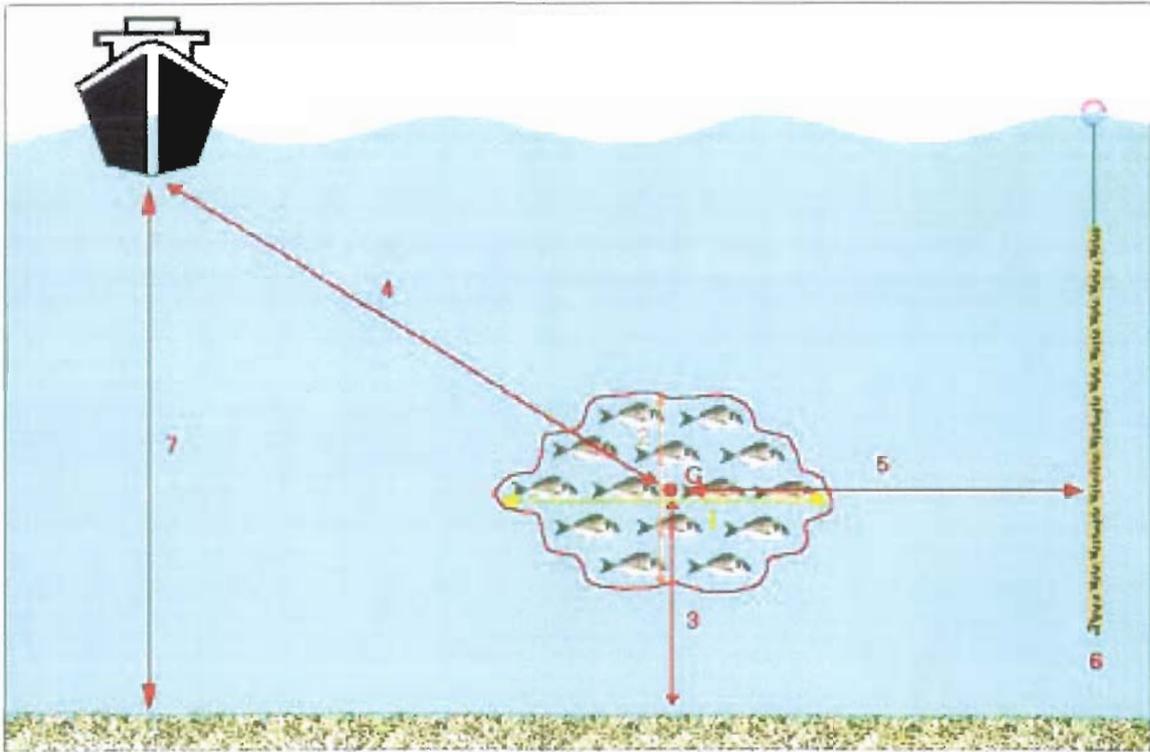


Figure : paramètres recueillis sur l'image sonar (figure Sanguinède F., 2001)

Les paramètres mesurés :

- 1 : L_w :
- 2 : C_w
- 3 : Altitude du banc (Alt)
- 4 : Distance au navire (Dboat)
- 5 : Distance à la filière (Dfil)
- 6 : Indice de remplissage de la filière (Rempl)
- 7 : Bathymétrie du fond (Bath)

Pour plus de détails § 6.2.1.

Annexe N :

Standardisation des mesures du sonar Reson Seabat 6012 pour un inventaire des filières à moules : localisation géographique et état de remplissage

Résumé méthodologique préliminaire (1/07/2001):

La logistique peut être supportée par le laboratoire RH/Ifremer du CRHMT de Sète. Le Chlamys spécialement équipé d'un bras articulé permettant la mise en œuvre du sonar multi-faisceaux (Fréquence : 455 MHz, 60 faisceaux de 1.5° d'ouverture chacun) Reson Seabat 6012 du CRHMT (IRD/Ifremer). Le laboratoire RH et RA de l'Ifremer dispose de personnels qualifiés et Fabien Sanguinède qui fini son DESS sur le sujet fin septembre est tout disposé et compétent pour dépouiller et traiter les données, dans un cadre qu'il reste à définir. Des plongeurs sont nécessaires à ce type d'investigation, il pourrait intervenir comme dans le cas des campagnes daudo (Guénnegan et al., 2001), à partir du Gryphéa. Il faudra envisager l'achat d'un courantomètre de surface (vitesse surface) d'un GPS et un gyrocompas précis permettant l'archivage numérique des données pour équiper le Chlamys.

L'ensemble de la couverture du lotissement nécessite de couvrir 171 concessions soit (171*2=) 242 filières de 250m de long chacune. La prospection se fera avec le support d'un gyrocompas (orientation des filières), d'un GPS (positionnement des filières) et de la carte du lotissement pour expertiser chaque filière (figure). Il faudra travailler en partenariat avec les 95 mytiliculteurs du lotissement. Une cartographie des concessions est clairement établit par la SRCM, un inventaire des stades d'évolution des filières (du premier stade naissant ou corde vide au stade moules matures, commerciales ou filière pleine) devra être communiqué par les professionnels. Les variations de stades de maturité des moules devront sans doute s'envisager sur les filières (liée au mode d'exploitation de la concession). La (les) filière(s) seront alors décomposées en tronçon de 50m supposé à un même stade d'évolution.

Si possible, il serait intéressant de faire la prospection avant la récolte du maximum de filières dans les semaines suivantes la prospection afin d'obtenir le poids de chaque corde et si possible leur longueur, de la part des professionnels. La période choisit, doit coïncider avec des prévisions de mer calme. Temps de prospection :

Les temps d'observation d'une filière sont estimés à partir des résultats des campagnes daudo (tableau). La fréquence d'observation d'une observation est en moyenne de 9.3 filières par minute et 6.8 (filières/mn) au minimum, soit une estimation en heure de prospection pour les 242 filières :

Moyen :	$9.3 \times 242 = 2250.6$	/60 = 37.5 heures
Minimum :	$6.8 \times 242 = 1645.6$	/60 = 27.4 heures

L'ensemble des opérations peut donc se faire sur une semaine de travail. La prospection de nuit n'est pas envisager, car il est nécessaire de passer à proximité directe des filières et de recueillir des informations par plongée. Les coupes devront être longitudinales pour positionner les filières à l'aide du GPS mais aussi latérale pour calibrer nos mesures de l'état de remplissage des filières. Le parcours de prospection des filières du lotissement de type classique *radiale inter-radiale* offrira les deux types de coupes de ces dernières si les inter-radiales sont faites directement à la fin de la filière et à moins de 30m. Il sera important de pratiquer des plongées sur le maximum de filières (242 en tout), de mesurer sur chaque filière une corde représentative pour chaque tronçon si les stades de remplissage diffèrent. Mesure des cordes : Longueur/périmètres (estimer les déformations verticales potentielles ?)/Bathymétrie.

Il est nécessaire d'évaluer un grand nombre de filières si l'on veut standardiser nos mesures au sonar multi-faisceaux Reson Seabat 6012. Si les résultats bruts obtenus empiriquement par simple mensuration/observation sonar s'avèrent suffisants, il n'est pas envisager de calibration du sonar comme l'on fait Gerlotto et al., 1999 (marine Lab, Aberdeen) au cours du programme Avitis. Si la prospection de localisation des filières dans la concession permet un grand nombre de mesures, il devra être fait un effort sur 3

types de filières (ou tronçon de 50m) qui se distinguent par leurs états de remplissage (Vide, demi, Plein). Des parcours répétés le long de ces filières seront exécutées sur les 4 faces de ces dernières et à différente distance du navire : 0(*)-15 - 20- 25 - 35 - 50 - 100m. l'ensemble de mesures obtenues sur l'image sonar permettra de relier les données empiriques obtenues par plongées et celle délivrées par le sonar. Il sera alors possible d'établir un coefficient de correction *ad hoc* des états de remplissage des filières, pour le sonar. Ou en cas de forte variabilité des résultats d'envisager une calibration du sonar et une simple localisation/orientation des filières à partir des images sonar. On devra alors se diriger vers un comptage des cordes des filières. Si des financements sont prévus il est conseillé de développer un logiciel de traitement de ce type de données, pour les administratifs comme les scientifiques. (*)Enfin des mesures sondeur peuvent être réalisées en complément des données sonar et à titre comparatif il sera intéressant de travailler avec les quantités d'énergie réverbérée par les filières pour estimer leur état de remplissage avec plus de finesse. Si le champ d'échantillonnage du sondeur reste réduit, dans le cas présent la cible est fixe (par temps calme pas de mouvement) devrait donc offrir une réponse acoustique moins variable que celle d'un poisson ou d'un banc (cela reste à démontrer) et homogène (pas de différence spécifique). Les fortes densités et dimensions des filières risquent cependant de biaiser nos mesures sondeur (ombre acoustique, piégeage d'énergie), il faudra alors faire des essais à différentes configurations des paramètres sondeur.

Campagne	Daudo1 J1	Daudo1 - J2	Daudo2	Total
Temps d'observation (mn)	130	402	104	532
Nombre de filières	19	32	12	63
Nombre de bancs	26	47	6*	79
Sur filière	3	16	0	19
Hors filière	23	31	6	60
Probabilité de détection de bancs (nb de banc/mn)	0.2	0.1169	0.057*	0.124

Tableau : récapitulatif des détections de bancs sur la concession de Sète-Marseillan durant les campagnes Daudo. (*) Les mauvaises conditions météo ne permettent pas un échantillonnage correct du milieu.

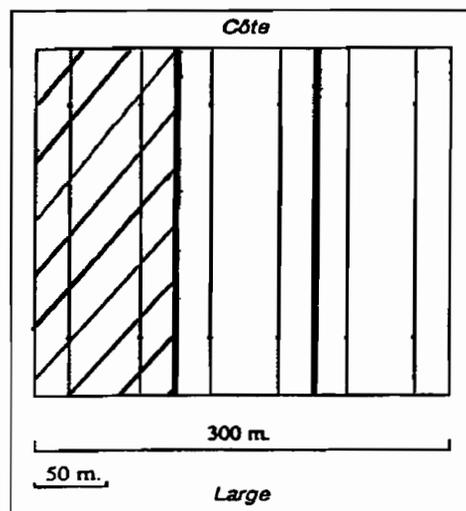


Figure : schéma de 3 concessions, constitué de 2 filières chacune.

Rappel sur l'architecture d'une filière (annexe I; Sanguinède, 2001):

Elle est formée d'une corde maîtresse horizontale de 200 à 300 m appelée aussière. Immergée à 5 m de profondeur pour la protéger de l'action de la houle. Cette aussière est fixée à des corps morts (blocs de béton posés sur le fond). Elle est également reliée au fond par d'autres cordes, appelées jambettes, pourvues d'un corps mort. La filière est ainsi séparée par des tronçons de 50 m. Des flotteurs disposés le long de l'alsoière contribuent à la maintenir horizontale. C'est donc sur l'alsoière que sont pendues les cordes à moule.

⁷ Donné à titre informatif, nous ne tenons pas compte ici des coupures pour impondérables techniques.