

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

ESTIMATION DE LA BIOMASSE D'HUITRES Crassostrea Gigas
EN ELEVAGE DANS LE BASSIN D'ARCACHON
ETE 1985

par

D. MAURER, M. BOREL, J.P. DRENO

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

IFREMER Centre de NANTES
 Laboratoire R.A. ARCACHON
 Quai du Commandant Silhouette
 33120 ARCACHON

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES
 DEPARTEMENT RESSOURCES AQUACOLES - ARCACHON

AUTEUR (S) :		CODE :
D. MAURER, M. BOREL et J.P. DRENO		DRV-87.017 N° R.A./ARCACHON
TITRE		date : Décembre 87
ESTIMATION DE LA BIOMASSE D'HUITRES <u>Crassostrea gigas</u> EN ELEVAGE DANS LE BASSIN D'ARCACHON ETE 1985		tirage nb : 40
		Nb pages : 31 Nb figures : 2 Nb tableaux : 5
CONTRAT (intitulé)		DIFFUSION
N° _____		libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

RÉSUMÉ L'élaboration d'un modèle de gestion d'un bassin conchylicole nécessite, en particulier, la connaissance de l'évolution des stocks d'huitres d'une année à l'autre afin d'en apprécier l'influence éventuelle sur le rendement.

Le présent travail décrit la méthodologie utilisée et les résultats obtenus au cours de la première estimation du stock d'huitres Crassostrea gigas en élevage dans le bassin d'Arcachon en 1985.

Cette estimation nécessite l'utilisation simultanée de photographies aériennes (évaluation de la surface réellement exploitée) et de sondages-terrain (évaluation de la biomasse par unité de surface). Ces derniers ont également permis de valider les résultats obtenus par photographie.

En 1985, le taux d'exploitation variait, selon la zone considérée du bassin, de 35 à 82% de la surface concédée. Le stock d'huitres en élevage était compris entre 36 646 et 39 946 tonnes (précision 5,1%), dont 79% d'élevage au sol. Il faut y ajouter, au minimum, 6 674 tonnes correspondant aux huitres dites "sauvages" ou au stock présent sur une zone plus ou moins abandonnée non prise en compte dans l'échantillonnage.

Cette opération devra être reconduite les années suivantes en affinant la méthodologie de façon à distinguer, en particulier, les différents types d'élevage en surélevé (poches, collecteurs divers) et, si possible, séparer les huitres d'un an des huitres plus âgées.

mots-clés : Crassostrea gigas, biomasse, bassin d'Arcachon.

key words : Crassostrea gigas, biomass, bay of Arcachon.

© IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 1987.



SOMMAIRE

<u>REMERCIEMENTS</u>	4
<u>INTRODUCTION</u>	5
1 . <u>PRESENTATION DU MILIEU</u>	9
2 . <u>METHODES</u>	11
2.1. Période et date d'échantillonnage	11
2.2. Techniques d'échantillonnage	12
2.2.1. La stratification	14
2.2.2. L'échantillonnage à deux degrés	16
2.2.3. Echantillonnage systématique sur photo- graphies aériennes au 1/10 000 ^e	17
3 . <u>REALISATION PRATIQUE</u>	19
3.1. Tirage des points	19
3.2. Recueil de données sur le terrain	19
3.3. Difficultés rencontrées	20
4 . <u>RESULTATS</u>	22
4.1. Surfaces exploitées et taux d'exploitation (tabl. 4)	22
4.2. Biomasses (tabl. 5)	22
4.2.1. Densité à l'are exploité	24
4.2.2. Biomasse totale en élevage	24
4.2.3. Estimation sommaire des quantités d'huîtres non prises en compte dans l'échantillonnage	25

CONCLUSION

26

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

27

ANNEXE

28

Remerciements

Ce travail a été élaboré et réalisé en collaboration avec :

- le Quartier des Affaires Maritimes d'Arcachon, et en particulier J.M. GERMAIN, C. METZGER et B. STREIFF,
- l'ensemble du personnel du laboratoire R.A. de l'IFREMER de La Tremblade, et en particulier C. BACHER et J. PROU,
- l'ensemble du personnel de la station IFREMER d'Arcachon des laboratoires R.A. et C.S.R.U.

INTRODUCTION

Dans son ouvrage "L'ostréiculture et le bassin d'Arcachon", LABRID (1969) cite plusieurs déclarations éloquentes :

"Depuis 1870, la situation a complètement changé, et tout parqueur qui emploie les nouveaux appareils inventés pendant ces dernières années, est sûr d'arriver à produire des quantités d'huîtres suffisantes pour le rémunérer largement de son travail et de ses capitaux.", (LAFON, 1874).

"... nous nous croyons autorisés à dire que le bassin d'Arcachon est appelé, avec ses propres ressources, à alimenter de ses produits l'Europe entière.", (GARCIAS, 1887).

L'histoire récente ou plus ancienne de l'ostréiculture dans le bassin est en contradiction avec le bel optimisme qui régnait à la naissance d'une véritable ostréiculture arcachonnaise à la fin du siècle dernier.

Après l'épizootie qui décima l'huître plate en 1920, la culture de l'huître creuse a connu divers problèmes au cours des 50 dernières années :

- plusieurs périodes déficitaires en naissains, (1939 à 1951, 1960 à 1965, 1976 à 1981), déficits plus ou moins compensés par l'utilisation de naissain capté en Gironde;
- l'épizootie de 1970-71, qui anéantit l'huître portugaise *Crassostrea angulata* dans tous les bassins conchylicoles, rapidement remplacée par l'huître japonaise *Crassostrea gigas*;
- diverses perturbations du milieu, dont celles provoquées par les peintures anti-salissure, de 1976 à 1981, et qui affectèrent aussi bien, quoiqu'à des seuils différents, les adultes que la vie larvaire;
- des difficultés de commercialisation, parfois liées aux problèmes précédents, mais aussi aux caractéristiques propres du marché de l'huître (image de marque du bassin, concurrence entre centres producteurs, stagnation des prix...).

Mais, même en l'absence de conditions d'environnement ou économiques défavorables, l'ostréiculture a connu et pourrait connaître encore, si rien n'est fait pour l'éviter, des aléas divers dans la régularité de sa production. Cette activité est caractérisée par l'exploitation individuelle d'une ressource naturelle collective qui est la quantité de nourriture disponible dans le bassin. Faute de prise de conscience du caractère limité de cette ressource et en l'absence de règles de gestion, la tendance bien naturelle de chaque professionnel est d'exploiter au maximum la part du domaine public maritime qui lui est concédée. Par peur de la pénurie, et aussi parce qu'ils peuvent tirer un bénéfice commercial de la vente de naissains ou de juvéniles ("18 mois") à d'autres centres producteurs, les ostréiculteurs tendent à capter dans le milieu plus de naissains que ne l'exigerait leur seule production d'huîtres adultes.

Diverses perturbations du système (ralentissement de croissance, difficultés de commercialisation...) peuvent agir seules ou en se conjugant pour aboutir à une augmentation du stock d'année en année. Celle-ci a des conséquences analogues aux causes qui l'ont provoquée : diminution de la croissance et de la qualité, mévente et donc à nouveau augmentation du stock (Anonyme, 1986). En dehors de son impact socio-économique évident, ce phénomène peut aussi avoir d'autres effets biologiques. Un stock trop important est constitué d'huîtres physiologiquement affaiblies qui seront plus sensibles aux agressions (perturbations du milieu, agents pathogènes).

Il importe donc de mettre au point un modèle de gestion des bassins conchylicoles, dont l'un des objectifs principaux est de déterminer la valeur du stock maximal que le bassin peut supporter dans de bonnes conditions.

Pour ce faire, l'IFREMER mène deux programmes de recherche et de suivi parallèles et complémentaires .

- Une approche analytique consistant à étudier de façon fine les relations existant entre les besoins énergétiques de l'huître et la capacité d'un bassin à pouvoir fournir cette énergie, en fonction des divers facteurs qui peuvent l'influencer (climat, hydrologie, environnement ...). Cette approche prend également en compte les compétiteurs de l'huître, naturels ou cultivés (moules, coques, crépidules ...) et a pour objectif final de dresser le bilan énergétique d'un bassin et de déterminer la charge en consommateurs qu'il peut supporter. Compte-tenu des moyens importants qu'il nécessite, ce programme n'est mené qu'au laboratoire IFREMER de La Tremblade. Il faudra en tirer les enseignements essentiels pour les appliquer à un modèle analytique du bassin d'Arcachon.

- Une approche empirique, dans laquelle on considère que, toutes choses étant constantes par ailleurs, croissance, et donc production, sont directement liées à l'importance du stock en place. Il s'agit ici d'acquérir une connaissance globale des évolutions parallèles du stock d'une part, de la croissance et de la production annuelle d'autre part, afin de déterminer quelle est la valeur optimale du stock au delà de laquelle le rapport production/stock diminue. C'est un programme à court et/ou moyen terme nécessitant les actions suivantes :

- * recensement et analyse des données historiques disponibles permettant de reconstituer les évolutions parallèles du stock et de la production depuis l'essor de la culture de l'huître creuse (1920 environ). Cette analyse est en cours et fera l'objet d'un rapport particulier dans les mois à venir;

- * suivi de la croissance et de la mortalité sur des lots expérimentaux et chez les professionnels;

- * évaluation de la production commercialisable et/ou commercialisée chaque année;

- * estimation du stock d'huîtres en élevage, à un moment bien choisi de l'année, par photographie aérienne et échantillonnage sur le terrain. Cette action a été réalisée pour la première fois en 1985 (après un pré échantillonnage en 1984), et fait l'objet du présent rapport.

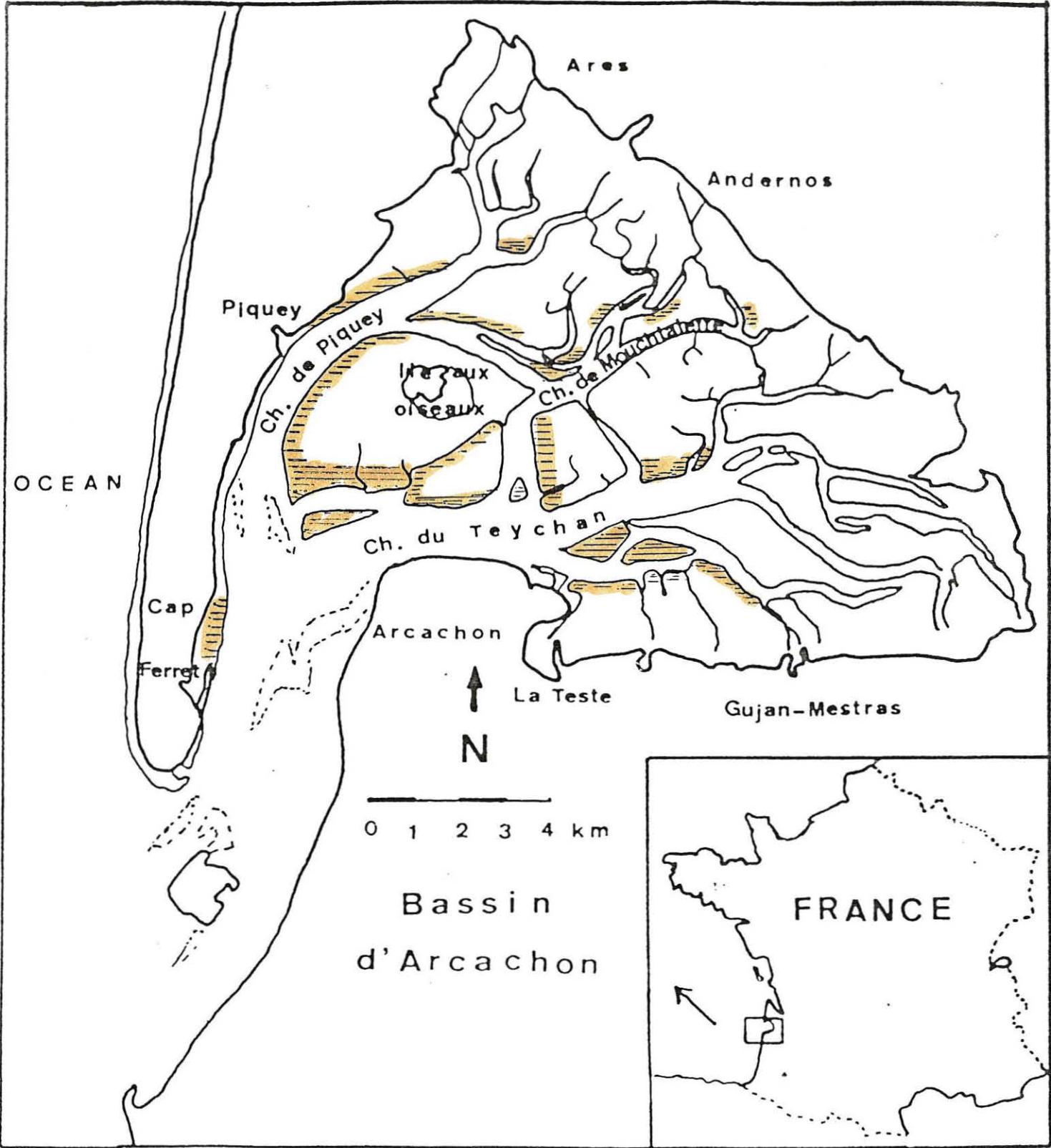


Fig. 1 - Le bassin d'Arcachon et les secteurs concédés à l'ostréiculture (zones hachurées).

1 - PRESENTATION DU MILIEU

Le bassin d'Arcachon couvre une superficie de 155 km² dont 115 km² de terrains exondables (LABRID, 1969). D'après les données du cadastre ostréicole, les terrains concédés se répartissent sur une surface d'un peu plus de 1 000 ha représentant environ 5 000 concessions.

L'utilisation des concessions est réglementée; quatre catégories de parcs sont ainsi définies, qui se répartissent de la façon suivante :

	Nombre de concessions		Surface concédée (ha)		Surface moyenne (ares)
Captage	1 146		122		11
Elevage plat	2 252	3 771	591	911	24
Elevage surelevé	1 519		320		21
Dépôts dégorgeoirs	254		19		7
Total	5 171		1 052		63

Les zones ostréicoles présentent trois caractéristiques importantes :

- elles sont surtout localisées dans la partie occidentale du bassin (les "bas"), la partie orientale (les "hauts") ayant été principalement affectée par la diminution de 40% du terrain concédé, observée au cours des 20 dernières années (fig. 1),
- elles sont très morcelées,
- elles présentent une imbrication des différentes catégories de parcs dans un même secteur géographique, contrairement à ce qui est imposé à Marennes-Oléron où les secteurs sont de ce point de vue homogènes.

Tabl. 1. - Calendrier des activités ostréicoles (d'après LABRID, 1969).

	TRAVAIL A TERRE (cabanes ostréicoles)	TRAVAIL SUR LES PARCS
Avril-mai ...	Détroupage du naissain.	De février à avril : transports de parc à parc avant la pousse de printemps.
Juin-juillet ...	Chaulage des tuiles (par de belles journées ensoleillées).	Mise en place des collecteurs (disposition des tuiles chaulées en cages le long des chenaux).
Août		Entretien des parcs avant la deuxième pousse.
Septembre ...	Peinture de la pinasse, entretien des outils.	Nettoyage des tuiles (brossage).
Octobre	Préparation des expéditions.	Pose des toiles métalliques.
Novembre ...		Transfert des huîtres marchandes dans les parcs les plus proches des cabanes ou dans les parcs d'engraissement.
Décembre ...	Tri et livraison pour les grosses expéditions de fin d'année.	Ramassage des huîtres marchandes qui sont amenées à terre pour la vente et stockées dans les bassins.
Janvier		Remise en place des collecteurs bousculés par les tempêtes d'hiver; désensabler les huîtres ensevelies par un coup de vent.
Février	Premier tri et désatroquage du « dix-huit mois ».	Entretien des parcs avant la première pousse annuelle et ramassage du « dix-huit mois ».
Mars	Détroupage.	Les collecteurs chargés de jeunes huîtres sont ramenés à terre.

2 - METHODES

Le but étant d'estimer la biomasse totale d'huîtres en élevage, la population étudiée est l'ensemble des parcs concédés pour l'élevage.

Les méthodes utilisées s'inspirent de celles mises en oeuvre en 1984 dans le bassin de Marennes-Oléron (BACHER, 1984). Nous ne développons ici que les aspects qui les différencient.

2.1. Période et date d'échantillonnage

Une seule estimation est réalisée dans l'année. Il faut donc approcher au mieux, à la date choisie, l'ensemble du stock et par ailleurs travailler à une époque où les huîtres sont peu manipulées et restent en place sur les parcs. La meilleure période se situe l'été, comme le montre le calendrier des activités ostréicoles établi par LABRID (1969) (tabl. 1). A cette époque, les jeunes huîtres captées l'été précédent ont été détroquées (naissains), les sujets âgés de près de 2 ans (encore appelés "18 mois") ont été désatroqués et les huîtres plus âgées, triées.

En fait, ce schéma théorique n'est plus tout à fait exact, pour diverses raisons. La vente, maintenant le plus souvent directe, s'effectue tout au long de l'année. La poche ostréophile et le tube collecteur ont fait leur apparition. Le détroquage concerne les tuiles chaulées mais non les tubes (ou barres) et les chapelets de coquilles (St. Jacques ou huîtres), pour lesquels cette opération s'effectue plus tardivement, ni les coquilles d'huîtres placées comme collecteurs dans des poches.

Ainsi peuvent se trouver simultanément sur les parcs :

- à plat : des huîtres âgées de 1 an ou plus, soit atroquées, soit une à une;
- en surélevé : des poches garnies d'huîtres de 1 an ou plus (quelquefois atroquées), des tubes et des chapelets de coquilles.

Une partie du naissain peut échapper à l'échantillonnage s'il est resté sur les parcs de captage.

Pour pouvoir effectuer le travail d'échantillonnage sur le terrain dans de bonnes conditions (accès à tous les parcs, temps de travail suffisant), il est nécessaire d'opérer au cours de périodes à forts coefficients de marée.

Compte-tenu de l'ensemble de ces impératifs, la période retenue, en 1985, a été les marées de vives-eaux du mois de juin, soit du 31 mai au 6 juin et du 17 au 21 juin.

2.2. Techniques d'échantillonnage

Le paramètre à estimer, avec la meilleure précision possible, est la biomasse d'huîtres en élevage dans la population échantillonnée. Compte-tenu du fait qu'il s'agissait d'un premier essai deux démarches ont été suivies afin d'en comparer les mérites :

- estimation de la biomasse moyenne par concession puis de la biomasse totale en multipliant par le nombre de concessions.

- estimation de la biomasse moyenne par unité de surface et par ailleurs de la surface réellement exploitée, le résultat final étant le produit de ces deux valeurs indépendantes.

Les estimations de biomasse passent obligatoirement par des sondages sur le terrain nécessitant un plan d'échantillonnage à deux degrés (on ne peut tirer aléatoirement dans une population de poches non recensées : il faut donc procéder en deux temps, tirage aléatoire de concessions puis dans ces concessions, second tirage aléatoire de poches ou de surfaces élémentaires). Un même plan donne les résultats de biomasse nécessaires aux deux démarches. La stratification de la population permet, de plus, d'augmenter la précision en la combinant à l'échantillonnage à deux degrés.

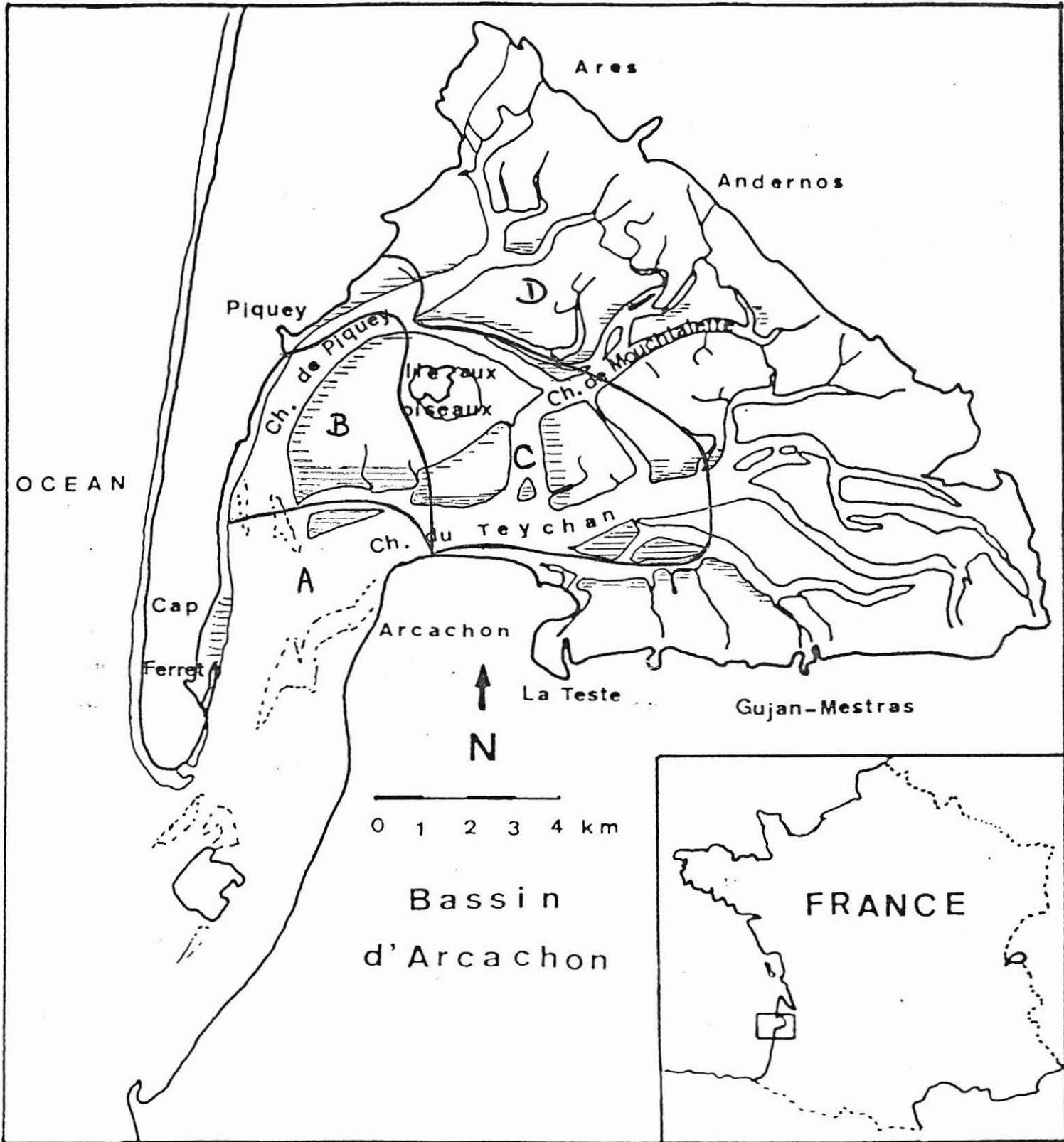


Fig. 2 - Découpage du bassin en quatre secteurs géographiques.

La surface exploitée peut être estimée soit par échantillonnage sur le terrain (selon le premier degré du plan précédemment cité et en considérant les résultats indépendants), soit par échantillonnage systématique d'une couverture photographique aérienne effectuée au 1/10 000^e. La comparaison des deux méthodes permet de contrôler la qualité de l'interprétation des photographies.

Les différentes techniques d'échantillonnage citées sont développées ci-dessous. Les calculs afférents sont présentés en annexe

2.2.1. La stratification

L'échantillonnage stratifié permet d'augmenter la précision et réduire le biais lorsqu'il porte sur une population hétérogène subdivisée en sous populations (strates) relativement homogènes et échantillonnées indépendamment les unes des autres (GUILLAND, 1966). A Arcachon, la stratification a été appliquée à la fois aux deux modes de culture (plat et surélevé), et à des zones géographiques choisies en fonction de connaissances empiriques sur leur taux d'exploitation. Quatre secteurs ont ainsi été définis (fig. 2) :

- secteur A : Cap-Ferret et Grand-Banc, le plus océanique;
- secteur B : bordant l'Ile aux Oiseaux; ces deux secteurs représentent la zone de pleine exploitation;
- secteur C : au centre du bassin et de moindre exploitation;
- secteur D : les "hauts" du bassin, faiblement exploités.

Le secteur D a été écarté pour ce premier échantillonnage du fait des difficultés de repérage, d'accès aux parcs et de son faible taux d'exploitation laissant supposer une biomasse en élevage peu importante. Ainsi la population échantillonnée représente 78% de la surface concédée pour l'élevage. Pour les autres secteurs, après un premier sondage sur le terrain, une partie des parcs a été considérée comme définitivement inexploitable et écartée (tabl. 2).

Les secteurs A et B ont été regroupés pour la culture en

Tabl. 2. - Stratification utilisée pour l'échantillonnage.

	Mode de culture	zone géographique	surface (ares)	Nombre de concessions	Nombre de concessions échantillonnées
Strate 1	plat	(A)	5 457	297	14
Strate 2	plat	(B)	23 055	865	41
Strate 3	surélevé	(A, B)	7 119	341	17
Strate 4	plat	(C)	18 078	595	28
Strate 5	surélevé	(C)	13 975	627	30
inexploitable	plat et surélevé	toutes zones	3 281	118	
Population échantillonnée	Plat et surélevé	toutes zones	70 965 78%	2 8433 75%	130
Population non échantillonnée	plat	"hauts"	10 330	423	
	surélevé		9 835	505	
Total	plat et surélevé	bassin d'Arcachon	91 130	3 771	

surélevé afin de ne pas travailler sur des strates de taille trop réduite.

On peut penser que les meilleures zones d'élevage (secteur A et B) sont toujours exploitées au maximum, et que la zone moyenne (secteur C) voit son taux d'exploitation varier en fonction du stock global présent dans le bassin. Elle pourrait, à elle seule, refléter les fluctuations annuelles de la biomasse en élevage, dans le contexte actuel.

L'allocation de l'effort d'échantillonnage à réaliser par strate est effectuée proportionnellement à la taille de celle-ci, c'est à dire au nombre de concessions qu'elle contient.

2.2.2. L'échantillonnage à deux degrés

La population comprend N unités, appelées unités primaires, qui se composent chacune de M_i unités plus petites, appelées unités secondaires. L'échantillonnage à deux degrés consiste à réaliser deux échantillons aléatoires : le premier d'effectif n se rapporte aux unités primaires, le second d'effectif m_i comporte m_i des M_i unités secondaires de chaque unité primaire sélectionnée.

Dans notre cas, les unités primaires sont les concessions; il est apparu mal adapté au bassin d'Arcachon de procéder avec des unités primaires qui soient des surfaces d'un hectare comme il avait été fait à Marennes-Oléron en 1984. Ceci aurait demandé, d'une part un travail supplémentaire pour délimiter les surfaces à la fois sur le cadastre et sur le terrain, et d'autre part aurait été difficilement réalisable du fait de l'imbrication et du morcellement des zones conchylicoles. De plus les concessions sont en général aisément repérables, et il semblait plus efficace d'utiliser cette facilité.

Le tirage des unités primaires, de tailles inégales, est

équiprobable dans chaque strate. L'effort a été fixé à 130 concessions.

Les unités secondaires sont :

- pour l'élevage à plat, une surface exploitée de 1 m²; pratiquement, ce sont les huitres réparties sur 0,5 m² qui sont pesées, puis ce nombre est ramené au m²;
- pour l'élevage en surélevé, un mètre linéaire de chantier exploité; pratiquement ce sont les huitres soit des poches soit des barres qui sont pesées, puis ce nombre est ramené au mètre linéaire de chantier selon les caractéristiques de chaque parc (nombre de poches au mètre ou nombre de barres au mètre), poches et barres étant prélevées au hasard.

Pour l'élevage à plat, les unités secondaires étant des surfaces, on obtient, par là même, la surface exploitée. Pour l'élevage en surélevé, dans chaque unité primaire, il a fallu, en plus des mesures nécessaires pour évaluer la biomasse, estimer la superficie exploitée.

Afin de déterminer le nombre d'unités secondaires à échantillonner, un pré-échantillonnage a été réalisé préalablement. Il a porté sur 3 strates (n° 2, 4 et 5) : 4 à 5 unités primaires (n), et dans chacune 3 unités secondaires (m) ont été échantillonnées. La fonction d'optimisation (COCHRAN, 1977 *in* FRONTIER, 1983), modifiée par BACHER (com. pers.) dans le cas d'un m constant (et non d'un taux d'échantillonnage constant) a permis de déterminer un m optimal égal à 3 pour les strates à plat et à 2 pour les strates en surélevé. Ces chiffres ont été retenus pour l'échantillonnage de juin 1985.

2.2.3. Echantillonnage systématique sur photographies aériennes au 1/10 000^e

Il permet d'obtenir, d'une autre manière, une estimation des surfaces exploitées (BACHER, 1984). Comme cette technique devrait être seule retenue par la suite, il nous a paru intéressant dans un premier temps de maintenir l'approche terrain afin de comparer les deux types de résultats.

Une couverture photographique aérienne du bassin a été effectuée. Elle devait l'être en même temps que l'échantillonnage terrain, mais des raisons météorologiques ont obligé à la reporter à la mi-août 1985. Ce décalage ne devrait pas introduire de biais, les huîtres n'étant pratiquement pas déplacées au cours de l'été.

L'estimation des surfaces exploitées sur les photographies est réalisée à partir d'une trame de points régulièrement espacés, plaquée sur la photographie étudiée. On dénombre alors, sous loupe binoculaire, le nombre de points correspondant à des superficies "visiblement" exploitées (BACHER, 1984). Plusieurs mailles ont été testées (3, 4 et 5 mm). La maille de 3 mm a été retenue, pour le gain de précision qu'elle permet. Les photographies ayant été réalisées à l'échelle de 1/10 000^e, chaque point est associé à une surface unitaire de 900 m².

L'interprétation de ce que l'on voit sous le point n'est pas toujours aisée. Ce problème sera discuté ultérieurement.

Cette technique permet d'estimer la surface exploitée, mais ne permet pas de s'affranchir du travail sur le terrain pour estimer les densités. Les variables "surface exploitée" et "densité d'huîtres par unité de surface" sont alors traitées comme deux variables indépendantes (BACHER, 1984). Pour le surélevé, l'unité secondaire étant un mètre linéaire de chantier, il faut pouvoir la rapporter à une surface. Dans le bassin d'Arcachon, il n'existe pas de règle technique d'exploitation permettant d'appliquer un coefficient constant. Il a donc été calculé, pour chaque strate en surélevé, le coefficient de conversion (rapport du nombre de mètres linéaires de chantier exploité à la surface exploitée) afin d'obtenir la charge par unité de surface.

3 . REALISATION PRATIQUE

3.1. Tirage des points

Le nombre de concessions à échantillonner par strate est défini en fonction de l'effort total (130 concessions échantillonnées sur l'ensemble des strates) et proportionnellement à l'importance de chaque strate.

A partir du fichier cadastral des Affaires Maritimes, un tirage aléatoire, sans remise, des concessions est effectué grâce à un générateur de nombres aléatoires.

3.2. Recueil de données sur le terrain

Réalisé pendant les deux périodes de vives-eaux du mois de juin 1985, il a nécessité 11 jours de travail sur le terrain, 130 personnes.jour et 22 bateaux.jour.

Deux personnes font équipe et sont munies du plan cadastral de la zone choisie, d'une fiche d'enquête, du matériel de pesée (balance romaine) et d'un cadre en bois de 0,5m² pour la mesure pondérale de l'élevage à plat.

En général bien balisés, les parcs sont assez aisés à repérer. La délimitation réelle du parc est vérifiée et, pour l'élevage à plat, on évalue la surface effectivement garnie d'huîtres. Puis trois prélèvements de 1/2 m² sont effectués au hasard pour pesée.

Pour l'élevage en surélevé, sont mesurées les surfaces avec chantiers (allées comprises), les longueurs de chantiers vides et garnis avec poches ou collecteurs, le nombre total de poches et le nombre de collecteurs par mètre de chantier.

Deux prélèvements sont enfin réalisés parmi les poches et/ou les collecteurs pour l'évaluation du poids.

3.3. Difficultés rencontrées

- Le parc tiré au sort ne correspond pas au mode de culture attendu : on en choisit un autre à proximité correspondant au mode retenu. Les concessions ainsi "inversées" sont peu nombreuses et touchent les deux modes de culture (tabl. 3).
- Le parc présente deux modes de culture : si le mode attendu est dominant on le prend en compte en éliminant le reste, ce qui introduit une légère sous-estimation; sinon on change de parc.
- Le parc est mal exploité : s'il est à plat, on le traite comme un parc exploité; s'il est en surélevé, il présente souvent des chantiers plus ou moins abandonnés couverts d'huîtres sauvages : il en est fait une estimation sommaire qui sera traitée à part dans les calculs.
- Les huîtres sont atroquées, une même troque comportant des âges différents (captage successifs) : le poids des coquilles vides ayant servi de support de captage est négligé, et le poids total des huîtres est pris en compte.

Tabl. 3 - Taux de concessions exploitées, inversées et mixtes.

	Taux de concessions exploitées	Taux de concessions inversées	Taux de concessions mixtes
Strate 1	100%	7%	14%
Strate 2	83%	5%	5%
Strate 3	88%	12%	12%
Strate 4	64%	0%	0%
Strate 5	70%	3%	3%

Strate	Surface concédée (ares)	ECHANTILLONNAGE TERRAIN				ECHANTILLONNAGE PHOTOS			
		Surface exploitée (ares)	Ecart-type	Taux d'exploitation	Ecart-type	Surface exploitée (ares)	Ecart-type	Taux d'exploitation %	Ecart-type
1	5 457	4 653	291	85,27	5,34	4 536	74	83,12	1,36
2	23 055	13 612	1 225	59,04	5,31	14 346	156	62,22	0,68
4	18 078	6 710	1 420	37,12	7,86	6 894	58	38,13	0,32
Total plat	46 590	24 975	1 898	53,61	4,07	25 776	182	55,32	0,39
3	7 119	3 631	554	51,01	7,78	5 238	140	73,58	1,97
5	13 975	4 872	837	34,86	5,99	8 037	91	57,51	0,65
Total surélevé	21 094	8 503	1 004	40,31	4,76	13 275	167	62,93	0,79
TOTAL	67 684	33 478	2 147	51,71	3,16	39 051	247	63,43	0,37

Tabl. 4 – Surfaces exploitées et taux d'exploitation dans chaque strate selon les deux types d'échantillonnage.

4. RESULTATS

4.1. Surfaces exploitées et taux d'exploitation (tabl. 4)

Pour une surface totale concédée de 67 484 ares, la surface exploitée a été estimée à 33 478 ares par la méthode terrain et à 39 051 ares par la méthode photo, ce qui correspond à des taux d'exploitation respectivement égaux à 51,7% et 63,4%.

La comparaison des deux méthodes par strate, par type d'élevage et sur l'ensemble, montre :

- une bonne concordance des résultats en ce qui concerne l'élevage à plat,
- la précision nettement meilleure apportée par l'échantillonnage sur photographies,
- le bien fondé du choix des secteurs géographiques qui s'individualisent en fonction de leur taux d'exploitation,
- une évaluation supérieure du taux d'exploitation de l'élevage surélevé par la méthode photographique.

Cette différence est certainement due au fait que, sur les photographies, il est difficile de faire la différence entre chantiers vides et chantiers occupés, ces derniers l'étant de plus souvent incomplètement. On peut donc considérer que l'échantillonnage sur photos surestime le taux d'exploitation de l'élevage surélevé. Ceci est confirmé si on applique aux surfaces mesurées sur photo le taux moyen d'occupation des chantiers (77,35% dans la strate 3 et 57,96% dans la strate 5) déterminé par l'échantillonnage terrain :

$$5\ 238 \text{ ares} \times 0,7735 = 4\ 052 \text{ ares contre } 3\ 631 \text{ ares.}$$

$$8\ 037 \text{ ares} \times 0,5796 = 4\ 658 \text{ ares contre } 4\ 872 \text{ ares.}$$

On retrouve alors pratiquement les résultats obtenus par l'échantillonnage terrain.

4.2. Biomasses (tabl. 5)

Les coefficients de conversion utilisés pour le passage

Tabl. 5 : Résultats des biomasses sur chacune des strates selon les deux types d'échantillonnage.

		Echantillonnage terrain				Echantillon- nage terrain	Echantillonnage photos après correction
Strate		Poids/u.s. (écart_type) kg	Poids/u.p. (écart_type) kg	Poids/are (écart_type) kg	Poids total (écart_type) t	Poids total (écart_type) t	Poids total (écart_type) t
1	N= 297	$\bar{y}=11,02$	$\bar{y}=17\ 904$	y=1 102	$\hat{Y}= 5\ 317$	$\hat{Y}= 4\ 999$	i
	n= 14	$(\bar{y})= 0,73$	$(\bar{y})= 3\ 574$	(y)= 73	$(\hat{Y})= 1\ 061$	$(\hat{Y})= 207$	n
2	N= 865	$\bar{y}=10,71$	$\bar{y}=16\ 688$	y=1 070	$\hat{Y}=14\ 435$	$\hat{Y}=15\ 365$	c
	n= 41	$(\bar{y})= 0,72$	$(\bar{y})= 2\ 353$	(y)= 72	$(\hat{Y})= 2\ 035$	$(\hat{Y})= 619$	h
4	N= 595	$\bar{y}=14,76$	$\bar{y}=16\ 670$	y=1 475	$\hat{Y}= 9\ 919$	$\hat{Y}=10\ 175$	a
	n= 28	$(\bar{y})= 1,19$	$(\bar{y})= 3\ 967$	(y)= 119	$(\hat{Y})= 2\ 372$	$(\hat{Y})= 481$	n
Plat	y=1 757	$\bar{y}=11,86$	$\bar{y}=16\ 887$	y=1 186	$\hat{Y}=29\ 671$	$\hat{Y}=30\ 539$	g
	(y)= 83	$(\bar{y})= 1,32$	$(\bar{y})= 1\ 878$	(y)= 132	$(\hat{Y})= 3\ 300$	$(\hat{Y})= 812$	é
3	N= 341	$\bar{y}=19,51$	$\bar{y}=11\ 460$	y=1 060	$\hat{Y}= 3\ 908$	$\hat{Y}= 5\ 554$	$\hat{Y}= 4\ 296$
	n= 17	$(\bar{y})= 4,10$	$(\bar{y})= 3\ 254$	(y)= 223	$(\hat{Y})= 1\ 110$	$(\hat{Y})= 690$	$(\hat{Y})= 534$
5	N= 627	$\bar{y}=18,12$	$\bar{y}= 5\ 084$	y= 679	$\hat{Y}= 3\ 188$	$\hat{Y}= 5\ 454$	$\hat{Y}= 3\ 161$
	n= 30	$(\bar{y})= 2,10$	$(\bar{y})= 1\ 110$	(y)= 79	$(\hat{Y})= 696$	$(\hat{Y})= 370$	$(\hat{Y})= 214$
Surélevé	N= 968	$\bar{y}=18,89$	$\bar{y}= 7\ 331$	y= 848	$\hat{Y}= 7\ 096$	$\hat{Y}=11\ 008$	$\hat{Y}= 7\ 457$
	n= 47	$(\bar{y})= 3,49$	$(\bar{y})= 1\ 353$	(y)= 157	$(\hat{Y})= 1\ 310$	$(\hat{Y})= 783$	$(\hat{Y})= 575$
Total	N=2 725	-	$\bar{y}=13\ 492$	y=1 101	$\hat{Y}=36\ 767$	$\hat{Y}=41\ 547$	$\hat{Y}=37\ 996$
	n= 130	-	$(\bar{y})= 1\ 303$	(y)= 106	$(\hat{Y})= 3\ 551$	$(\hat{Y})= 1\ 128$	$(\hat{Y})= 995$

u.s. : unité secondaire - m² pour l'élevage à plat et m de chantier pour l'élevage en surélevé.
 u.p. : unité primaire - concession.

des mètres linéaires de chantiers à la surface exploitée sont de 1,84 pour la strate 3 et 2,67 pour la strate 5, ce qui indique que dans le secteur bien exploité les chantiers sont beaucoup plus serrés que dans la zone intermédiaire (espacement moyen des lignes de chantiers de 0,80 m contre 1,67 m).

Ce coefficient de conversion constitue un paramètre supplémentaire dont il conviendra, dans les échantillonnages ultérieurs, de prendre en compte la variabilité.

4.2.1. Densité à l'are exploité

Dans les zones bien exploitées (strates 1, 2 et 3), les densités à l'are exploité sont voisines pour les deux modes de culture (1 100 kg); dans le secteur intermédiaire, elles sont supérieures (1 475 kg) pour l'élevage à plat (ce qui peut correspondre à la présence plus importante d'huîtres âgées plus ou moins abandonnées) et inférieures (680 kg) pour l'élevage en surélevé certainement en liaison avec l'espacement plus grand entre les lignes de chantiers.

Les normes retenues par la D.D.A. de 550 kgs à l'are d'huîtres marchandes et 370 kgs d'huîtres non marchandes, représentent une moyenne sur le terrain concédé. Si l'on rapporte ces normes au terrain exploité (taux d'exploitation moyen de 52%), on obtient des valeurs similaires à celles calculées à partir de l'échantillonnage terrain.

4.2.2. Biomasse totale en élevage

La mise en évidence d'une surestimation de la surface exploitée en surélevé, à partir des photos aériennes, nous a conduit à effectuer une correction de ces valeurs en fonction des résultats terrain (tabl. 5). Dans ces conditions, les résultats finaux sont les suivants :

estimation	$\hat{Y} = 36\ 767 \pm 6\ 960\ t$	$29\ 807\ t \leq \hat{Y} \leq 39\ 946\ t$
terrain	précision 18,4%	

estimation $\hat{Y} = 37\ 996 \pm 1\ 950\ t$ $36\ 646\ t \leq \hat{Y} \leq 39\ 946\ t$
 photo précision 5,1%

Les deux estimations sont très voisines de 38 000 t. Celle par photo est de plus beaucoup plus précise (5,1%) bien que légèrement sous-estimée (non prise en compte de la variabilité du coefficient de conversion mètre de chantier / surface). L'élevage à plat est largement dominant; avec environ 30 000 t, il représente 79% de la biomasse totale.

4.2.3. Estimation sommaire des quantités d'huîtres non prises en compte dans l'échantillonnage

L'objet de ce travail est double : évaluer les stocks en élevage, mais aussi approcher l'ensemble de la biomasse d'huîtres présente dans le bassin et intervenant dans le bilan trophique général. L'estimation faite précédemment n'a pas pris en compte les huîtres "sauvages" des strates échantillonnées, les huîtres des "hauts" du bassin, et celles des gisements naturels. Leur importance peut être évaluée à partir des données recueillies sur le terrain :

- les huîtres sauvages des secteurs échantillonnés constitueraient une biomasse de 1 876 t dans la strate 5 (présentes dans 6 concessions parmi les 30 échantillonnées) et seraient négligeables sur les autres strates,
- les huîtres des hauts du bassin, en considérant un taux d'exploitation de 15% des surfaces et les valeurs des densités calculées pour les strates 3 et 5, représenteraient une valeur de 2 285 t en plat et 1 002 t en surélevé,
- les huîtres sauvages de cette même zone, en appliquant les mêmes proportions que pour la strate 5, s'estimeraient à 1 511 t.

Quand aux gisements naturels, nous ne possédons actuellement aucun élément permettant d'évaluer leur importance.

Ainsi aux 38 000 t répertoriées précédemment, il faut au minimum ajouter $1\ 876 + 2\ 285 + 1\ 002 + 1\ 511 = 6\ 674\ t$, soit pres-

qu'autant que la part représentée par l'élevage en surélevé (7 457 t). Au total, 44 670 t d'huîtres seraient au minimum présentes dans le bassin d'Arcachon, sans tenir compte des gisements naturels.

CONCLUSION

L'estimation des surfaces exploitées à partir des photographies aériennes par échantillonnage systématique donne de très bons résultats tant du point de vue de la fiabilité que de la précision obtenue.

La méthode de calcul de la biomasse en élevage faisant appel à cette démarche conduit à la meilleure précision et sera donc seule retenue pour les années ultérieures.

Les estimations pourraient être affinées :

- en approchant la structure en âge de la population : il s'agirait dans un premier temps d'échantillonner séparément les huîtres âgées de 1 an car elles sont facilement identifiables sur le terrain contrairement aux huîtres plus vieilles;
- en séparant les différents types de culture en surélevé, poches et collecteurs. Il sera de plus nécessaire pour le surélevé, d'effectuer un 2^{ème} échantillonnage, éventuellement à partir de photographies aériennes à grande échelle, pour obtenir la proportion entre poches et collecteurs, le taux d'occupation des chantiers et le coefficient de conversion mètre linéaire de chantier/surface.

Ces séparations, par âge et mode de culture, permettraient de diminuer la variance sur les densités qui est la principale source d'imprécision des résultats. Enfin, il serait intéressant d'aborder de façon plus précise les biomasses d'huîtres non prises en compte dans l'échantillonnage et qui peuvent tenir une place aussi importante que celles cultivées en surélevé.

Les estimations de biomasse sont un des éléments essentiels à la mise en place d'une politique de gestion rationnelle

des bassins conchylicoles. C'est grâce au caractère répétitif de cette action, couplée au suivi du comportement du cheptel (croissance, mortalité) qu'une meilleure compréhension de la relation stock en élevage \longleftrightarrow rendement sera possible.

A terme il serait souhaitable que l'on arrive à déduire de l'estimation des stocks, une prévision de la production commercialisable de l'année en cours et/ou des deux années suivantes. Ceci nécessiterait un report de l'effort vers la composition du stock. Cependant une estimation de la production commercialisable n'aura d'intérêt que si on peut la rapprocher de la production réellement commercialisée dont la connaissance précise nécessite la mise en place d'un réseau fiable d'acquisition de statistiques conchylicoles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1986.-Evolution et état du cheptel ostréicole dans le bassin de Marennes-Oléron : intérêt d'une régulation. Rapport IFREMER DRV 86-06-AQ/TREM : 35 p.
- BACHER C., 1984.-Echantillonnage du stock d'huîtres du bassin de Marennes-Oléron. Rapport interne IFREMER, Oct 84 : 38 p.
- COCHRAN W.G., 1977.-Sampling techniques, John Wiley and Sons, 428 p.
- FRONTIER S., 1983.-Stratégies d'échantillonnage en écologie, Masson, 494 p.
- GULLAND J.A., 1966.-Manuel des méthodes d'échantillonnage et des méthodes statistiques applicables à la biologie halieutique, Mensuel F.A.O. de Sciences Halieutiques n° 3.
- LABRID C., 1969.-L'ostréiculture et le bassin d'Arcachon, Ferret et fils, Bordeaux : 215 p.

ANNEXENOTATIONS ET FORMULESNotations

- N : effectif de la population : nb d'unités primaires = nb de concessions par strate
- n : effectif de l'échantillon = nb de concessions échantillonnées
- Sc : surface totale concédée dans la strate
- Mi : nb d'unités secondaires de la i^{ème} unité primaire (en m² de surface exploitée ou m linéaires de chantier garni)
- Sci : nb de m² de surface exploitée (surélevé) de la i^{ème} unité primaire
- M'i : nb de m² de surface concédée (plat) de la i^{ème} unité primaire
- Sc'i : nb de m² de surface concédée (surélevé) de la i^{ème} unité primaire
- mi : nombre d'unités secondaires échantillonnées dans la i^{ème} unité primaire soit m² à plat, soit m linéaires de chantier en surélevé
- f=n/N : taux d'échantillonnage des unités primaires
- fi=mi/Mi : taux d'échantillonnage des unités secondaires dans la i^{ème} unité primaire
- $\hat{M} = \sum_{i=1}^n Mi/n$: estimation du nombre moyen d'unités secondaires par unité primaire

FORMULES

1 - SURFACE EXPLOITEE (Se) ET TAUX D'EXPLOITATION (P)

1.1. Echantillonnage terrain

Sur chaque strate

Plat

Surélevé

$$P = \sum_{i=1}^n M_i / \sum_{i=1}^n M'_i$$

$$P = \sum_{i=1}^n S_{ci} / \sum_{i=1}^n S_{c'i}$$

$$v(P) = N^2(1-f) \sum_{i=1}^n (M_i - PM'_i)^2 / Sc^2(n-1)n$$

$$V(P) = N^2(1-f) \sum_{i=1}^n (S_{ci} - PSc'i)^2 / Sc^2(n-1)n$$

$$Se = Sc \sum_{i=1}^n M_i / \sum_{i=1}^n M'_i$$

$$Se = Sc \sum_{i=1}^n S_{ci} / \sum_{i=1}^n S_{c'i}$$

$$v(Se) = N^2(1-f) \sum_{i=1}^n (M_i - PM'_i)^2 / (n-1)n$$

$$V(Se) = N^2(1-f) \sum_{i=1}^n (S_{ci} - PSc'i)^2 / (n-1)n$$

Les résultats sont légèrement biaisés si n est faible.

Sur l'ensemble des strates (l'indice h indique le numéro de la strate)

$$P = \sum_{h=1}^k [Seh Ph] / \sum_{h=1}^k Seh$$

$$v(P) = \sum_{h=1}^k [Seh^2 v(Ph)] / \sum_{h=1}^k S_{c}eh^2$$

$$Se = \sum_{h=1}^k Seh$$

$$V(Se) = \sum_{h=1}^k v(Seh)$$

1.2. Echantillonnage systématique sur photos

La mesure est effectuée trois fois sur chaque photo ce qui permet de calculer un écart-type (BACHER, 1984). Dans chaque strate, les différentes photos concernées sont exploitées séparément (Sp et v(Sp)/n), puis les résultats sont ajoutés :

$$Se = \sum_{1}^P Sp \quad \text{et} \quad v(Se) = \sum_{1}^P v(Sp)/n$$

Il en est de même pour le calcul sur l'ensemble des strates.

2 - BIOMASSE

2.1. Echantillonnage terrain

yij est la valeur de la j^{ème} unité secondaire dans la i^{ème} unité primaire.

Sur chaque strate

$$\bar{y}_i = \sum_{1}^{m_i} y_{ij}/m_i \quad \text{poids moyen d'une unité secondaire dans la } i^{\text{ème}} \text{ unité primaire}$$

$$\bar{\bar{y}} = \sum_{1}^n M_i \bar{y}_i / \sum_{1}^n M_i \quad \text{estimation du poids moyen d'une unité secondaire dans la strate}$$

$$v(\bar{\bar{y}}) = (1/n-1/N)(1/n-1) \sum_{1}^n [M_i^2 (\bar{y}_i - \bar{\bar{y}})^2 / \hat{M}^2] + 1/nN \sum_{1}^n [M_i^2 (1/m_i - 1/M_i) s_i^2 / \hat{M}^2]$$

$$\text{avec } s_i^2 = \sum_{j=1}^{m_i} [(y_{ij} - \bar{y}_i)^2 / (m_i - 1)]$$

$\bar{\bar{y}}$ est biaisé. Le biais de y décroît rapidement avec l'augmentation de n.

$$\bar{y} = \sum_{i=1}^n M_i \bar{y}_i / n \quad \text{estimation non biaisée du poids moyen par unité primaire}$$

$$v(\bar{y}) = [(1-f)/n] \sum_{i=1}^n (M_i \bar{y}_i - \bar{y})^2 / (n-1) + \sum_{i=1}^n (M_i^2 (1-f_i) s_i^2 / \min N)$$

$$\hat{Y} = N \bar{y} \quad \text{estimation non biaisée de la biomasse par strate}$$

$$v(\hat{Y}) = N^2 v(\bar{y})$$

Sur l'ensemble des strates (l'indice h indique le n° de la strate)

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= \hat{Y}_h & v(\hat{Y}) &= \sum v(\hat{Y}_h) \\ y &= \hat{Y} / \sum N_h & v(y) &= v(\hat{Y}) / (\sum N_h)^2 \\ y &= \hat{Y} / \sum N_h M_h & v(y) &= v(\hat{Y}) / (\sum N_h M_h)^2 \end{aligned}$$

L'allocation entre les strates étant proportionnelle, le nombre de degrés de liberté est approximativement égal à (SATTERTHWAITE, 1946 in COCHRAN, 1977) :

$$ne = [\sum (N_h - n_h) v(\hat{Y}_h)]^2 / \sum [(N_h - n_h)^2 v^2(\hat{Y}_h) / (n_h - 1)]$$

2.2. Echantillonnage photos

Sur chaque strate :

$$\hat{Y} = Se \bar{y} \quad v(\hat{Y}) = Se^2 v(\bar{y}) + \bar{y}^2 v(Se) + v(Se) v(\bar{y})$$

Sur l'ensemble des strates

$$\hat{Y} = \sum \hat{Y}_h \quad v(\hat{Y}) = \sum v(\hat{Y}_h)$$