

Estimation du stock d'huîtres creuses, *Crassostrea gigas*, en élevage en Baie de Cancale, en octobre 2002

Dans le cadre du PNEC Baie du Mont Saint-Michel et de la restructuration conchylicole



Photo P.G.Fleury, 2002

Résumé : A titre de contribution à l'estimation de la capacité trophique de la Baie du Mont Saint-Michel, le stock (ou biomasse) d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*, cultivées sur estran en Baie de Cancale, a été estimé en octobre 2002. Des photos aériennes à 2 échelles (1/10 000 et 1/2000 environ), non orthoréférencées, mises à disposition par le syndicat conchylicole de la Baie du Mont Saint-Michel, ont été utilisées pour estimer les longueurs de tables ostréicoles en place et le taux d'occupation de ces tables par des poches. Une campagne de terrain a mobilisé durant 3 jours (7 au 9 octobre 2002) une vingtaine de personnes, agents de l'Ifremer aidés d'élèves et d'enseignants du Lycée Maritime de Saint-Malo. Malgré la difficulté d'accéder à de nombreux parcs envasés, un échantillon de 35 stations tirées aléatoirement au sein du cadastre ostréicole (DDAM 35) a pu être visité, et 3 poches sous-échantillonnées par station, afin d'en déterminer le contenu en nombre et poids d'huîtres de différentes classes d'âge.

309 ha parmi les 333 ha concédés ont été considérés comme exploités (concessions inoccupées exclues). Le nombre d'emplacements de poches par ha a été estimé 4567, avec un taux d'occupation de 77%, ce qui amène à un taux effectif d'occupation de 3500 poches par ha en moyenne. Toutes classes d'âge confondues, une poche moyenne contient 245 huîtres et pèse 8.8 kg. La biomasse présente en octobre serait alors de l'ordre de 9500 tonnes (plus ou moins 20%). La fraction d'huîtres de poids supérieur à 50 g doit avoisiner 4700 tonnes, en grande partie vendables en fin d'année.. Ces estimations du stock en place au mois d'octobre 2002, peu précises en raison des difficultés rencontrées (imprécision des photos et difficultés d'accès aux parcs), ont été complétées d'informations recueillies par enquête en automne 2003 auprès de 10 concessionnaires : elles révèlent en particulier l'existence de ventes estivales supérieures à la plupart des autres secteurs.

Abstract : in order to estimate the carrying capacity of Mont Saint-Michel Bay, the stock (or biomass) of cupped oysters, *Crassostrea gigas*, cultivated intertidally, in Cancale Bay, has been estimated in october 2002. Aerial photographs, at 2 scales (1/10 000 and 1/2000), provided by the mollusc farmers union, have been used to estimate the cumulative length of surelevaged trestles (« tables ») and the occupation rate by oyster bags. A field survey, between the 7th and 9th of october 2002, has been conducted by Ifremer with the help of « Lycée Maritime de Saint-Malo », on 40 sampled stations : 3 subsample bags per station were examined (counts and weights of different age-class oysters).

309 ha out of 333 leased ha were considered exploited (after elimination of unoccupied concessions). The number of surelevaged places par ha was estimated to 4567, occupied at a rate of 77%, which leads to 3500 effective oyster bags per ha. All sizes together, a mean bag contains 245 oysters, and weighs 8.8 kg. The oyster biomass in october would so approximate 9500 tons (more or less 20%). From this stock, about 4700 tons of oysters exceed 50g mean weight. These estimations of oyster stock in october 2002, are rather unprecise, due to the insufficient quality of photographs and access difficulties to muddy oyster parks. They have been completed by direct inquiry about 10 oyster farmers, in autumn 2003.

Mots-clés : stock, biomasse, production, huîtres creuses, *Crassostrea gigas*, Cancale, baie du Mont Saint-Michel.

Keywords : biomass, production, cupped oysters, *Crassostrea gigas*, Cancale, baie du Mont Saint-Michel,.

Commentaire : estimations à actualiser après restructuration (transfert d'une partie du stock plus à l'est (2006-2007)).

Estimation du stock d'huîtres creuses *Crassostrea gigas*
cultivées sur estran, en baie de Cancale, en octobre 2002

Joseph Mazurié, Jean-François Bouget

avec l'aide de :

J. Barret, E. Bedier, S. Claude, P.G. Fleury, R. Gabellec, M. Rougerie, R. Taraud..., de l'Ifremer

Mlle Loirat, Mr Merlina, Rivière, Le Calvez, enseignants au Lycée Maritime de Saint-Malo et 20 élèves de BEP aquacole

Remerciements :

Cette étude a bénéficié du soutien de la profession conchylicole (mise à disposition des photographies aériennes, informations et accès aux parcs) et de l'administration des Affaires Maritimes (DDAM 35) (cadastre ostréicole en particulier).

Les opérations de terrain ont été facilitées par la participation d'étudiants et d'enseignants du Lycée Maritime de Saint-Malo.

Un grand merci pour ce soutien.

1.	Introduction.....	3
2.	L'ostréiculture en Baie du Mont Saint-Michel.....	4
2.1.	historique	4
2.2.	Productions et structures de production ostréicole	5
2.3.	Schémas d'élevage	7
2.4.	Commercialisation	8
3.	Méthode d'estimation du stock d'huîtres creuses en élevage	9
3.1.	Le contexte et ses contraintes.....	9
3.2.	Moyens et organisation	9
3.2.1.	Le cadastre ostréicole (Direction Départementale des Affaires Maritimes).....	9
3.2.2.	Des photos aériennes	9
3.2.3.	Moyens humains	12
3.3.	Calculs et estimations du stock en élevage surélevé	12
3.3.1.	Principe, stratégie.....	12
3.3.2.	Les surfaces concédées ou exploitées	14
3.3.3.	Estimations du nombre de poches potentielles.....	15
3.3.4.	Estimation du taux d'occupation des tables	16
3.3.5.	estimation des "densités" ou poids et nombre d'huîtres par unité échantillonnée	16
4.	Résultats des estimations de stock global	18
4.1.	Surface concédée (Sc) ou exploitée (Se) :	18
4.2.	Nombre d'emplacements de poches par ha concédé (Dp).....	18
4.3.	Taux d'occupation des tables par des poches.....	19
4.4.	Contenu des poches (Poids, Nombres)	20
4.5.	Estimations globales.....	21
5.	Analyse plus fine du contenu des poches : mortalité et dispersion des tailles.....	22
5.1.	Les taux de mortalité	22
5.2.	Estimation de la fraction d'huîtres commercialisables	22
5.3.	Dispersion des poids individuels	23
6.	Essai de séparation en classes d'âge et de dynamique de stock.....	25
7.	Le stock d'huîtres « naturelles » fixées sur les tables ostréicoles	28
8.	Discussion, conclusion.....	30
9.	Bibliographie.....	31

1. Introduction

La Baie du Mont Saint-Michel est un écosystème remarquable, qui fait l'objet d'une exploitation conchylicole diversifiée et productive : environ 10 000 tonnes de moules, *Mytilus edulis*, 4000 tonnes d'huîtres creuses, *Crassostrea gigas*, et 1000 tonnes d'huîtres plates, *Ostrea edulis*, y sont produites annuellement

Cette étude du stock d'huîtres creuses cultivées sur 350 ha de concessions en zone intertidale en baie de Cancale contribue à 2 objectifs :

- Un objectif scientifique d'analyse de l'écosystème de la Baie du Mont Saint Michel, et en particulier de sa capacité trophique, que s'est donné le PNEC (Programme national environnement côtier), sur la période 2002-2005.
- Un objectif plus appliqué, de suivi scientifique des effets de la restructuration conchylicole (déplacement vers l'est d'une partie des concessions ostréicoles et mytilicole), sollicité par l'administration gestionnaire du Domaine Public Maritime (Affaires Maritimes) et les bailleurs de fond publics (région en particulier) et professionnels (Section régionale de la conchyliculture), sur la période 2003-2006.

Dans ce cadre, une estimation des stocks (ou biomasses) des principales espèces qui interagissent au sein du réseau trophique de la Baie du Mont Saint Michel est nécessaire, afin d'évaluer les transferts d'énergie entre échelons (producteurs primaire tels que le phytoplancton et consommateurs secondaires comme les filtreurs en particulier) et la compétition éventuelle au même niveau trophique (entre huîtres et moules ou entre espèces cultivées et crépidules par exemple).

Une méthodologie d'estimation des stocks d'huîtres en élevage intertidal a été élaborée à partir de 1986, au laboratoire Ifremer de La Tremblade (Bacher *et al.*, 1986), puis appliquée dans les principaux bassins ostréicoles nationaux, en priorité ceux suspectés d'être en surcharge : Baud *et al.*(1987), Kopp *et al.* (2000), Gagnery (1999), Le Moine *et al.* (2002).

La méthode retenue s'appuie sur une estimation de surfaces cultivées ou de longueurs de tables ostréicoles, sur photographie aérienne, complétée d'estimation de densités (nombre, poids) par échantillonnage et prélèvements sur le terrain.

La méthode et les résultats acquis lors de cette étude sur le secteur ostréicole intertidal de la baie de Cancale sont présentés et discutés ici.

2. L'ostréiculture en Baie du Mont Saint-Michel

L'ostréiculture occupe le secteur de plus à l'ouest de la Baie du Mont Saint-Michel, avec l'huître plate *Ostrea edulis* élevée en « eau profonde » (zone subtidale proche) sur près de 1000 ha et l'huître creuse *Crassostrea gigas*, cultivée sur 350 ha d'estran, au sud de Cancale (figure 1).

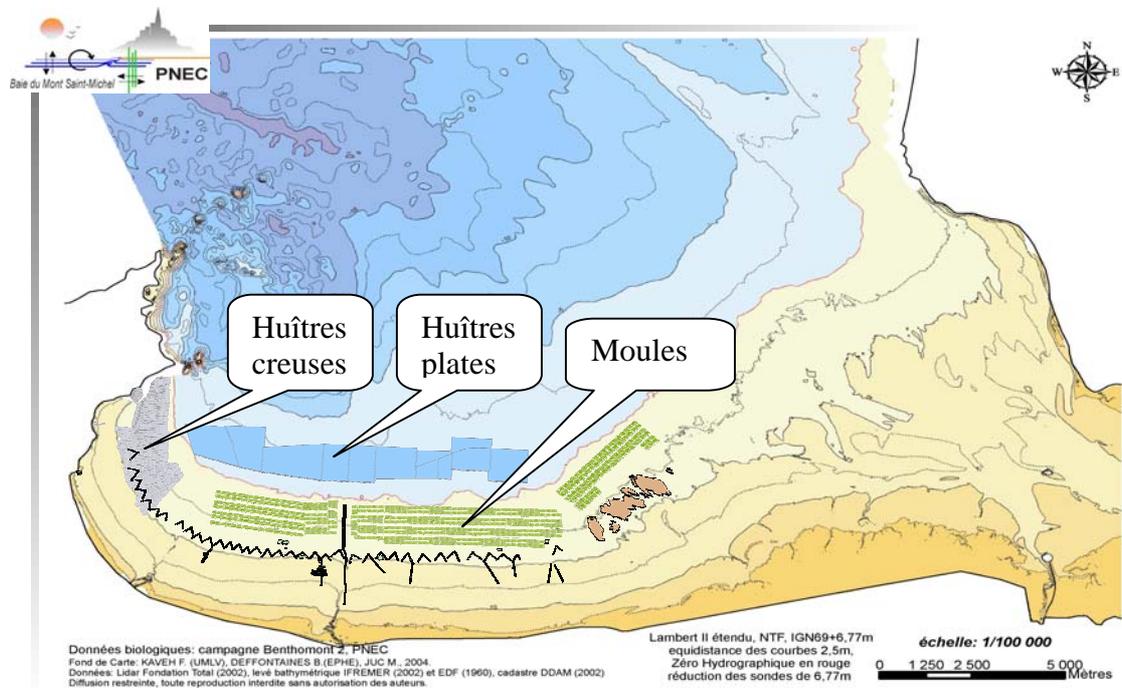


Figure 1 : carte de la conchyliculture en Baie du Mont Saint-Michel, en fin 2002, avant restructuration (cadastre Affaires Maritimes)

2.1. historique

R. Gasquet (1996) rapporte la succession d'étapes qui caractérisent l'évolution de la conchyliculture en Baie du Mont Saint-Michel.

- L'exploitation des gisements naturels d'huîtres plates, mentionnée sous le règne de François 1^{er}, s'est poursuivie activement jusqu'en 1974, pour décliner par la suite, le rendement annuel passant de quelques centaines de tonnes par an (575 t en 1968) à quelques tonnes par an.
- L'élevage de l'huître plate sous forme de finition et stockage d'huîtres de pêche date du XVIII^{ème} siècle, et a perduré sous cette forme jusqu'avant guerre, avec des hauts (172 ha en 1877) et des bas (20 ha en 1941).
- Après guerre, l'ostréiculture cancalaise a pris son essor, tout en subissant périodiquement des agressions biologiques ou climatiques ; maladie du pied et ver *Polydora* en 1952, pullulation de pieuvres, attaques de bigorneaux perceurs jusqu'en 1963 (dont l'hiver très froid débarrassa les parcs). Les années 1965 puis 1972 sont marquées par l'extention des parcs en eau profonde, pour l'élevage des huîtres

plates : elles y subiront successivement les attaques de *Marteilia refringens* vers 1975 puis *Bonamia ostreae* à partir de 1980

- l'huître creuse portugaise, *Crassostrea angulata*, interdite jusque là en Bretagne a été autorisée en 1959, et s'est développée en surélévation à partir de 1968, à l'initiative d'ostréiculteurs charentais et vendéens : en 1970, 367 ha de terrain découvrant sont concédés, occupés pour moitié par l'huître plate et pour moitié par l'huître creuse portugaise. Les transferts d'huîtres creuses ont été aussitôt le vecteur de la maladie des branchies (iridovirus), qui provoquera une mortalité de 70% des huîtres portugaises en 1971.
- A partir de 1969, l'huître creuse japonaise *Crassostrea gigas*, insensible à l'iridovirus, remplace la portugaise à Cancale. La filtration plus active de cette espèce et le développement de l'élevage sur tables vont accentuer l'envasement de la partie sud des parcs, qui a commencé de se manifester à partir des années 60. Les conditions de l'hiver 1977-78 accentueront brutalement cet envasement provoquant la mortalité des huîtres au sol.

2.2. Productions et structures de production ostréicole

(sources : Gasquet, 1996 et Monographie des cultures marines par la DDAM 35)

La surface concédée en terrain découvrant à Cancale a progressé de 1945 à 1970 pour s'établir depuis à 350 ha environ. Sur cette surface, la production d'huîtres creuses a crû régulièrement pour atteindre 3000 à 5000 tonnes ces dernières années.

Jusqu'aux années 1980, la surface moyenne par concessionnaire était inférieure à 1 ha. Elle a progressé ensuite, grâce à l'instauration d'un schéma des structures (dimensions minimales et maximales de référence) et à la professionnalisation de l'activité (décrets de 1983-87). Entre 1983 et 1996, le nombre de concessionnaires en terrain découvrant est passé d'environ 500 à 200, la surface moyenne par concessionnaire atteignant alors 2 ha.

Pour passer du nombre de concessionnaires au nombre d'entreprises, il faut regrouper les concessions co-détenues par plusieurs membres d'une même famille (ou se limiter aux chefs de file des concessions) et les groupements éventuels de chefs de file concessionnaires au sein d'une même entreprise.

Cette tâche réalisée par Gasquet (1996), avec l'aide de l'administration des Affaires maritimes, a permis d'établir la typologie d'occupation ostréicole suivante, sur estran :

Tableau 1 : typologie des entreprises ostréicoles sur estran (Gasquet, 1996)

TYPLOGIE DES ENTREPRISES	Nombre d'entreprises	Dont expéditeurs	Surface (ha)	Ha /entreprise
Petits parqueurs	20		3.28	
Entreprises d'autres bassins	29		95.84	
Entreprises ostréicoles locales	42	23	166.01	4.0
Entreprises conchylocoles locales	18		54.36	3.0
TOTAL	109		319	

En 1996, le nombre d'entreprises locales pratiquant l'ostréiculture sur estran était de 50 (42 strictement ostréicoles et 18 mixtes, ostréicoles-mytilicoles), les surfaces occupées par entreprise allant de 0.9 à 13.1 ha. (moyenne 4 ha). Sur ces 42 entreprises, 23 étaient agréées pour l'expédition.

En 2001, selon la Monographie des cultures marines 2000-01 par la DDAM d'Ille et Vilaine, on retrouve 103 chefs de file ostréiculteurs (78 ostréiculteurs stricts, 24 ostréiculteurs-mytiliculteurs), dont 47 disposent d'un établissement localement. Ils occupent 344 ha d'estran en baie de Cancale. Près de la moitié des entreprises disposent d'une surface de concessions supérieure à 3 ha. Parmi eux, 34 établissements ostréicoles et 22 établissements conchylocoles sont détenteurs de l'agrément sanitaire des Services Vétérinaires.

La répartition des établissements ostréicoles locaux par implantation géographique s'établit comme suit :

Tableau 2 : implantation géographique des établissements ostréicoles locaux (source : Affaires Maritimes)

St Méloir-des-ondes (Les Nielles)	15 (sur DPM)
Vilde-la-marine	4 sur DPM, 4 sur terrain privé
Le Vauhariot, Cancale	21 (terrain privé)
Cancale	2
St Benoit	1
Etablissements ostréicoles locaux	47 (Total)

Le schéma des structures instauré en 1988 et actualisé par l'arrêté préfectoral du 11 juillet 2000 pour le département d'Ille et Vilaine, autorise l'élevage de l'huître creuse sur table sur toute la zone ostréicole de Cancale, et limite l'occupation des parcs à 670 tables par ha, soit 4020 poches par ha à raison de 6 poches par table



2.3. Schémas d'élevage

Une brève enquête, réalisée les 14 et 15 octobre 2003 auprès de 9 concessionnaires (Messieurs M.Le Moal, C.Virloup, J.Gleron, D. Maison, P. Brevault, T. Daniel, G. Goudé, L.Simon, J.Pichot-Louvet), par 3 agents Ifremer (J. Mazurié, JF Bouget, E. Bedier), a permis d'éclairer les traits principaux du schéma d'élevage.

En matière d'approvisionnement en huîtres à cultiver, on trouve 3 sources principales :

- du naissain de captage naturel (poids moyen de l'ordre de 1g), soit capté par le concessionnaire lui-même, à Arcachon ou en Charentes, soit acheté. Ce naissain est classiquement détrocqué et mis en poches en début d'année 1 (suivant l'année 0 de captage), entre février et mai, mais plusieurs éleveurs privilégient un détrocage précoce (vers septembre-octobre de l'année 0), de manière à ce que le naissain profite au mieux de la pousse printanière.
- Du naissain d'écloserie, diploïde ou plus souvent triploïde : il semble qu'une majorité de concessionnaires l'ait expérimenté, mais le pourcentage actuel d'huîtres d'écloserie en élevage à Cancale n'a pas été estimé. Les appréciations portées sur ce naissain ont été très diverses.
- Du « 18 mois », d'un poids individuel classiquement compris entre 10g et 20g, quand il provient du Morbihan, mais que l'on peut aussi trouver plus petit, à moins de 5 g de poids moyen (« petit 18 mois ») notamment d'Arcachon les années faisant suite aux années de fort captage, ou plus gros vers 20-35 g de poids moyen.
- Du petit 30 mois (aux alentours de 30-40g de poids moyen), correspondant à des « retours », notamment de Normandie.

La durée de l'élevage sur les parcs de Cancale va dépendre principalement de la taille (plutôt que l'âge) des animaux mis en élevage et secondairement de la densité des huîtres à l'intérieur des poches.

- à partir de naissain ou de très petit 18 mois, les huîtres séjourneront classiquement 3 ans sur les parcs jusqu'à la vente principale (une fraction de « retours » y séjournant tout ou partie de la 4^{ème} année).
- A partir de naissain d'écloserie, souvent disponible dès l'automne, mieux calibré et plus poussant, il apparaît possible de gagner un an d'élevage
- A partir de 18 mois ou a fortiori de 30 mois, la durée d'élevage est écourtée, se ramenant à 1 ou 2 ans (+ retours d'une fraction de la récolte).

En matière de densité (nombre d'huîtres par poche) :

- au stade naissain (la première année suivant celle du captage), il y a un relatif consensus autour de 1000 naissain par poche. Certains cependant tirent bénéfice (en termes de croissance) de densités plus



faibles : les poids moyens atteints en 18 mois peuvent varier assez largement (entre 10g et 30g) selon les conditions, la nécessité étant toujours présente de calibrer en groupes homogènes à ce stade.

- la 2^{ème} année d'élevage, les densités par poche vont varier entre 500-1000 par poche pour les petites tailles à 180-200, pour les plus gros 18 mois
- la dernière année d'élevage, les éleveurs s'accordent sur une densité de 180 à 200 huîtres par poche.

Au bilan, l'élevage type dure typiquement 3 ans, mais peut aller de 1 an au minimum (rarement, et seulement si l'on part d'huîtres de 30-40g) à 4-5 ans au maximum (ensemencement en petites tailles et fortes densités).

2.4. Commercialisation

La même enquête, si elle ne permet pas d'élaborer des statistiques précises (échantillon trop petit), indique les traits essentiels de la commercialisation des huîtres creuses de Cancale.

De par son ancienneté, l'ostréiculture cancalaise bénéficie d'une image de tradition, de nature à soutenir les prix et les débouchés. Comme en plus les performances de croissance et les coûts de production ne sont pas des plus compétitifs, les éleveurs sont incités à accroître leur marge en prenant en charge l'expédition, la livraison, et souvent la vente directe depuis leur établissement ou dans un magasin qu'ils détiennent.

La saisonnalité de la vente s'en trouve moins marquée que pour la moyenne nationale. Le pic de vente reste nettement la fin de l'année (décembre notamment), mais pour une fraction de l'ordre de 30% seulement (entre 25 et 35% selon les déclarations des producteurs enquêtés). Les 70% restant s'étalent tout au long de l'année. Curieusement, des déclarations divergent à propos des ventes d'huîtres en été : plus faibles que les autres mois de l'année, décembre excepté, selon certains (la clientèle privilégierait les moules l'été), plus fortes selon d'autres. Dans un modèle de production, on considérera les estimations moyennes issues de cette enquête (27.5% de la production annuelle vendue en décembre ; 6.59% de vente chacun des les autres mois)

3. Méthode d'estimation du stock d'huîtres creuses en élevage

3.1. Le contexte et ses contraintes

Le protocole d'étude a été influencé par 4 caractéristiques principales :

- petitesse et compacité du secteur : environ 350 ha concédés (à comparer à 2700 ha dans le bassin de Marennes-Oléron où a été élaborée la méthode). Cette dimension est l'une des raisons de l'absence de recours à la stratification.
- large dominance d'un mode d'élevage : en poches plastique grillagées, disposées sur des « tables » surélevées de 50 à 70 cm ; les élevages au sol sont très minoritaires (négligeables en première approximation), ainsi que les huîtres sur collecteurs (communication des professionnels). La stratégie est axée sur l'estimation du groupe principal d'huîtres cultivées en poches.
- présence d'un stock minoritaire mais non négligeable d'huîtres creuses naturelles (mais issues de la reproduction du stock cultivé), fixées essentiellement sur les pieds métalliques des tables ostréicoles. Une estimation a été tentée de cette catégorie d'huîtres, à l'occasion de la campagne de terrain.
- fort envasement d'au moins 50% de la zone, dans la partie sud et ouest : les accès à un certain nombre de parcelles tirées au sort en a été perturbé, les temps de déplacement rallongés et le nombre de mesures réduit par là-même.

3.2. Moyens et organisation

3.2.1. Le cadastre ostréicole (Direction Départementale des Affaires Maritimes)

Le Centre Administratif des Affaires Maritimes gère les fichiers de concessions et de concessionnaires. Les documents cartographiques traditionnellement sous forme de cartes papier, ont été récemment numérisés et intégrés à un Système d'Information Géographique (Map Info), au niveau de chaque Direction départementale des Affaires Maritimes. Mises à disposition de l'Ifremer par la DDAM 35 et transférées sous Arcview, elles ont servi de support de positionnement et de localisation des parcelles.

3.2.2. Des photos aériennes

Des photos aériennes récentes, ont été mises à disposition par le syndicat conchylicole de la baie du Mont Saint-Michel. Elles ont été prises en août 2002, par un photographe professionnel non spécialisé en photo aérienne, avec un cahier des charges insuffisant pour l'exploitation des stocks (photos inclinées, à échelle variable, absence de géoréférencement...) :

- 2 photos au 1/50 000 environ, offrant une couverture d'ensemble, prises l'une du nord et l'autre du sud . (cf photo 1 ci-dessous)
- 7 photos couvrant l'ensemble du secteur (1/ 10 000 environ) , sur lesquelles on distingue les alignements de tables, mais pas leur occupation (vides ou occupées par des poches) : exemple photo 2
- 200 photos de détail, au 1/2000 environ, représentant des concessions entières ou des parties de concessions, sur lesquelles on distingue les poches (ou l'absence de poches sur les tables), mais sans information exploitable de localisation : exemple photo 3



photo 1 : vue d'ensemble des concessions ostréicoles (Cancale au Nord)

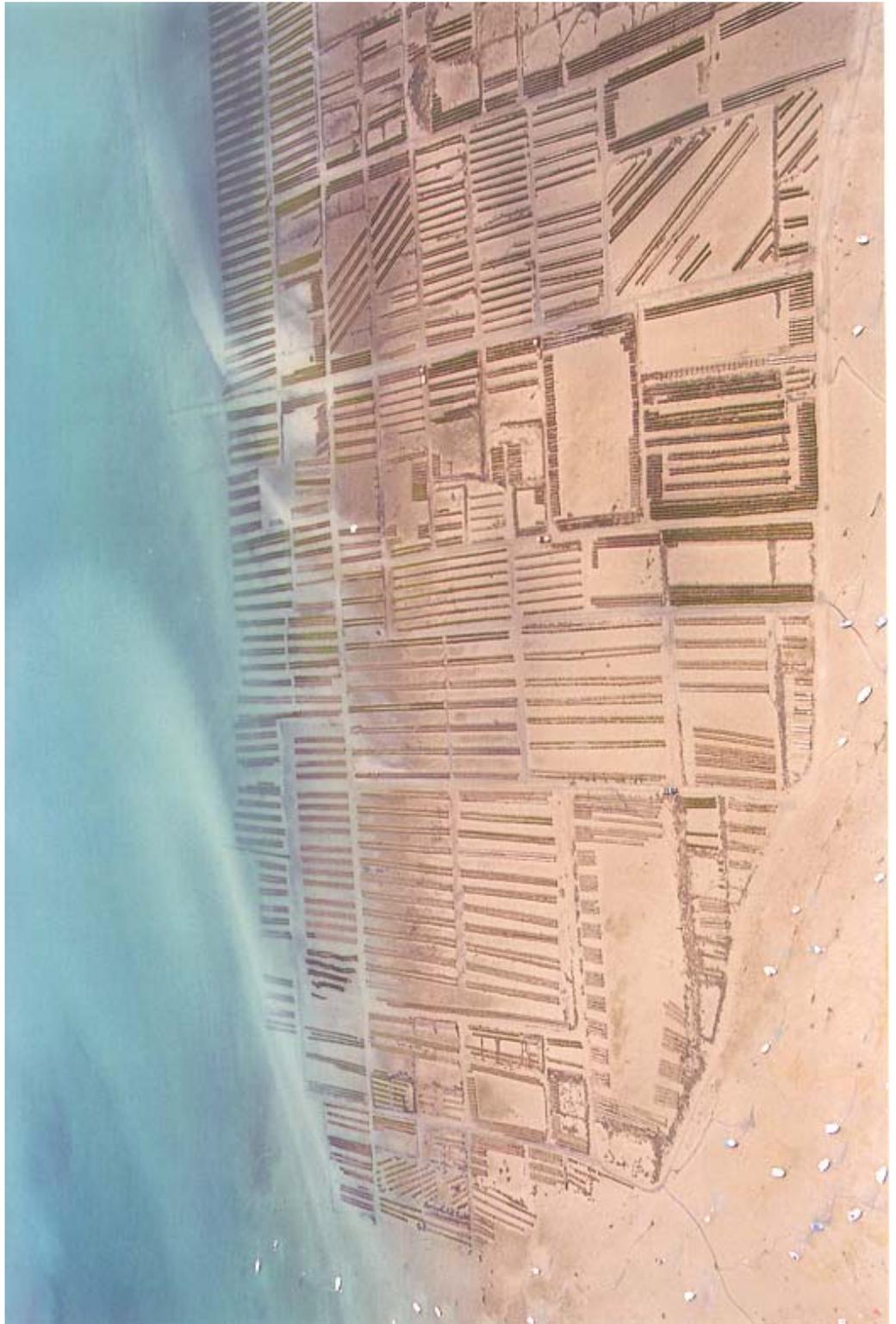


photo 2 : vue partielle de la partie nord des concessions ostréicoles





photo 3 : vue de détail, montrant l'occupation des tables

3.2.3. Moyens humains

L'opération de terrain s'est déroulée du 7 au 9 octobre 2002, par coefficients de marée compris entre 109 et 115.

Elle a mobilisé chacune de ces journées environ 25 personnes, constituées d'agents d'Ifremer de La Trinité-sur-mer, Saint-Malo et Brest, et d'enseignants (sous l'égide de Jean-Charles Le Calvez) et d'élèves de BEP du Lycée Maritime de Saint-Malo, qui avaient accepté d'apporter leur concours à cette opération, dans le cadre de travaux pratiques.

3.3. Calculs et estimations du stock en élevage surélevé

3.3.1. Principe, stratégie

Les variables d'intérêt sont le nombre total d'huîtres, le poids total d'huîtres, globalement ainsi qu'éventuellement par sous-ensemble catégoriel (classes de taille ou classes d'âge) ou spatial (strates géographiques).

En l'absence d'informations préalables sur la répartition du stock au sein des 350 ha concédés, aucune stratification spatiale n'a été entreprise : le domaine concédé a été traité comme un seul ensemble pour les dénombrements et l'échantillonnage.

L'estimation du stock repose sur sa décomposition en unités dénombrables et accessibles par échantillonnage (les poches en élevage), dont il faut estimer le contenu (nombre, poids total, poids individuels).

Stock = Nb de poches x Quantité par poche (poids, nombre)

Stock = Np x Qp

Le premier facteur (nombre de poches) sera estimé à partir des données cadastrales (surfaces concédées) et des photos aériennes aux 2 échelles.

Le deuxième facteur (contenu des poches) sera estimé par comptage-pesée d'un échantillon de poches, sur le terrain.

Ces estimations (photos d'une part, terrain de l'autre) étant faites indépendamment, l'estimation de la variance du produit peut s'écrire :

$$\text{Var}(\text{Stock}) = \text{Np}^2 \times \text{Var}(Qp) + Qp^2 \times \text{Var}(\text{Np}) + \text{Var}(\text{Np}) \times \text{Var}(Qp)$$

Le terme en produit de variance étant négligeable, on obtient une formulation simplifiée des intervalles de confiance ou des précisions (intervalle de confiance en pourcentages de l'estimation) :

Précision²(Stock) = Précision²(Np) + Précision²(Qp)

Ce principe de sommation des carrés des précisions s'appliquera à tous les produits de variables estimées indépendamment.

En réalité, on n'accède pas directement aux poches, ni sur les photos aériennes, ni sur le terrain :

Les photos à petite échelle permettent de distinguer les tables (et donc le nombre de poches potentiel), mais pas leur occupation effective. Ces photos seront utilisées pour estimer les longueurs de tables en place, et donc le nombre d'emplacements de poches. Initialement envisagée de manière exhaustive, cette estimation a dû être faite sur un échantillon de 45 parcs repérés à la fois sur photo (pour observation des longueurs de tables) et sur le cadastre (fournissant la surface du parc).

L'extrapolation à l'ensemble du secteur sera obtenue en multipliant cette densité (tables ou emplacements de poches par ha) par la surface concédée ou exploitée (définie plus bas).

Les 200 photos de détail sur lesquelles les poches peuvent être distinguées sur les tables, permettront d'estimer un taux d'occupation réel des tables (ou rapport entre le nombre de poches en place et le nombre d'emplacements de poches sur tables).

Les seules listes accessibles au tirage aléatoire étant la liste des concessions ou la liste des points ou stations spatiales repérées par leurs coordonnées géographiques, on procédera à un tirage par degrés pour accéder aux poches.

La formulation de l'estimation qui en résulte est la suivante :

Poids d'huîtres en poches = Sp x Dp x Tp x Pp

Nombre d'huîtres en poches = Sp x Dp x Tp x Np

avec :

Sp : surface exploitée en poches (en surélévation)

Dp : Densité en nombre d'emplacements de poches sur tables par ha



Tp : Taux d'occupation effective des emplacements de poches

Pp : Poids d'huîtres par poche

Np : Nombre d'huîtres par poche

Ces variables sont-elles estimées indépendamment ?

Les surfaces sont exhaustives.

Les densités d'emplacements de poches, sont estimées sur un échantillon de 45 parcelles repérées sur les 7 photos au 1/10 000.

Les taux d'occupation des tables relèvent d'un échantillon indépendant de 200 photos au 1/2000.

La précision sur le produit de ces 3 composantes indépendantes peut donc utiliser la règle de sommation des Précisions²

Il peut exister par contre une liaison statistique entre les densités de poches et les poids moyens des poches, puisque le même échantillonnage de concessions a été utilisé en partie. Cette contrainte pourrait être résolue en effectuant les produits des variables liées au niveau de chaque concession. Pour simplifier les calculs et la présentation, on conservera la sommation des carrés de précision, jugée maximiser l'erreur (car la corrélation entre densité de poches et poids de poches est négative).

Il doit y avoir cohérence entre les surfaces prises en compte globalement et localement (densités), ce qui amène 2 options :

- l'une considérant surfaces et densités sur la totalité des parcelles concédées
- l'autre excluant les parcelles totalement inexploitées des surfaces et des densités, solution a priori susceptible de réduire la variance.

3.3.2. Les surfaces concédées ou exploitées

Le cadastre des Affaires Maritimes fournit les surfaces et type d'occupation (espèce, mode d'élevage) de chaque concession, ainsi que leur localisation (accessible sur Système d'information Géographique Map Info, compatible ArcView) : il permet donc d'accéder aux surfaces concédées.

Il a ainsi permis de repérer sur les photos aériennes à petite échelle les limites de concessions. Ces limites repérées, chaque concession a été observée sur photo, de manière à exclure les concessions entièrement vides (essentiellement dans le secteur sud-ouest, peu poussant et envasé) : on a ainsi défini une surface exploitée.

3.3.3. Estimations du nombre de poches potentielles

On appelle poche potentielle un emplacement de poche sur une table existante (emplacement occupé ou non par une poche).

Le projet initial reposait sur une estimation exhaustive des longueurs de tables (et donc du nombre de poches potentielles) sur l'ensemble des concessions représentées sur les 7 photos aériennes à petite échelle.

Le manque de netteté ou de précision de ces photos a conduit à limiter cette estimation à un échantillon de concessions au nombre de 45, correspondant pour l'essentiel à celles sur lesquelles ont été faites les mesures de terrain (*ce qui introduit une liaison potentielle entre les estimations de nombre de poches et celles du contenu des poches*).

Pour estimer sur ces 45 concessions le nombre d'emplacements de poches, on a eu recours à l'observation simultanée du cadastre ostréicole figuré sur l'écran d'ordinateur, et de l'observation minutieuse (souvent à la loupe) des mêmes concessions, sur photo. Le cadastre a permis d'une part de délimiter les limites de la concession étudiée sur photo, et d'autre part de disposer d'une échelle métrique constante :

- le nombre de rangs de tables a été dénombré directement sur photo aérienne
- l'échelle des photos étant variable (photos non verticales), la longueur de ces rangs était lue sur le cadastre de la concession agrandi sur écran de l'ordinateur, en utilisant l'outil métrique du logiciel Arcview (calcul de distance entre 2 extrémités de rangs positionnées à la souris sur l'écran)
- le produit du nombre de rangs par leur longueur permettait d'obtenir la longueur cumulée de tables sur la concession (et donc le nombre de poches potentielles à raison de 2 poches par mètre).
- En divisant pour chaque concession sa longueur de tables (définie précédemment) par sa surface (source cadastrale), on accède à une variable quotient : la longueur de tables (ou le nombre de poches potentielles) par ha

Une méthode plus rapide a été utilisée sur quelques parcs, en particulier quand l'orientation diagonale des lignes de table leur conférait une longueur différente à chacune : on a simplement défini un transect perpendiculaire aux rangées de tables, et divisé le nombre de rangées de tables traversées (compté sur photo) par la longueur du transect (mesurée sur l'écran au curseur métrique) qui est le nombre de rangées de tables potentielles sur ce transect, à raison d'une rangée au mètre : le coefficient d'occupation surfacique ainsi obtenu extrapolé à la surface exploitée de la concession permet d'obtenir le nombre d'emplacements de poches par ha.

Exemple : transect de 80 m coupant perpendiculairement 17 rangées de tables => rapport d'occupation surfacique de 0.21 ; Ce coefficient appliqué aux 20 000 poches / ha maximum (1 poche = 0.5 m²) aboutit à une estimation de $20\ 000 \times 0.21 = 4250$ emplacements de poches / ha.

3.3.4. Estimation du taux d'occupation des tables

Les photos à petite échelle permettent d'accéder par échantillonnage à une estimation du nombre de tables (ou d'emplacements de poches) par ha. L'analyse des photos de détail peut préciser le taux d'occupation des tables (le pourcentage d'emplacements de poches réellement occupé).

Environ 200 photos ont ainsi été observées, l'estimation étant faite par comptage exhaustif sur les premières photos puis par estimation globale, une fois l'œil de l'observateur exercé. Pour compenser la subjectivité de cette estimation globale, les mêmes photos ont été passées en revues par 2 observateurs différents.

Les quelques cas où les estimations des 2 observateurs divergeaient largement, attribuables à la lecture de 2 parcelles différentes de la photo, ont été écartés de l'estimation finale. De même, les photos correspondant à des parcelles totalement inexploitées n'ont pas été retenues.

3.3.5. estimation des "densités" ou poids et nombre d'huîtres par unité échantillonnée

Cette estimation relève du volet « terrain ».

L'échantillonnage réalisé est à 2 degrés (dans l'impossibilité de tirage direct de poches) :

- tirage de 1er degré : tirage de coordonnées géographiques en latitude et longitude, qui définissent 64 points repérables sur le cadastre (figure 2). L'unité primaire sera définie arbitrairement comme le groupe de 240 poches (40 tables de 6 poches) le plus proche du point tiré.
- Tirage de 2^{ème} degré : au sein de chaque unité primaire de 240 poches, 3 poches sont choisies au hasard, dont les huîtres seront comptées (mortes et vivantes), les huîtres vivantes pesées, et un échantillon de 10 huîtres prélevé.

Une formulation des moyennes et variances est fournie par Scherrer dans Frontier (1983), pour les variables quantitatives ou les variables quotient :

- La moyenne globale pour les variables quantitatives (nombre ou poids d'huîtres par poche) s'estime par la moyenne (inter-unités primaires) des moyennes (intra-unités primaires, c'est à dire entre les 3 poches), dans la mesure où les unités primaires sont de même taille, par définition.
- La variance d'une telle estimation peut s'approximer par la variance inter-unités primaires (=entre les moyennes des poches de chaque unité primaire), un second terme de variance intra-unité primaire étant négligeable aux faibles fréquence d'échantillonnage.
- Les estimations et variances pour une variable telle que le poids moyen des huîtres (ratio du nombre d'huîtres au poids total d'huîtres) reposent sur les formulations applicables aux variables quotient.

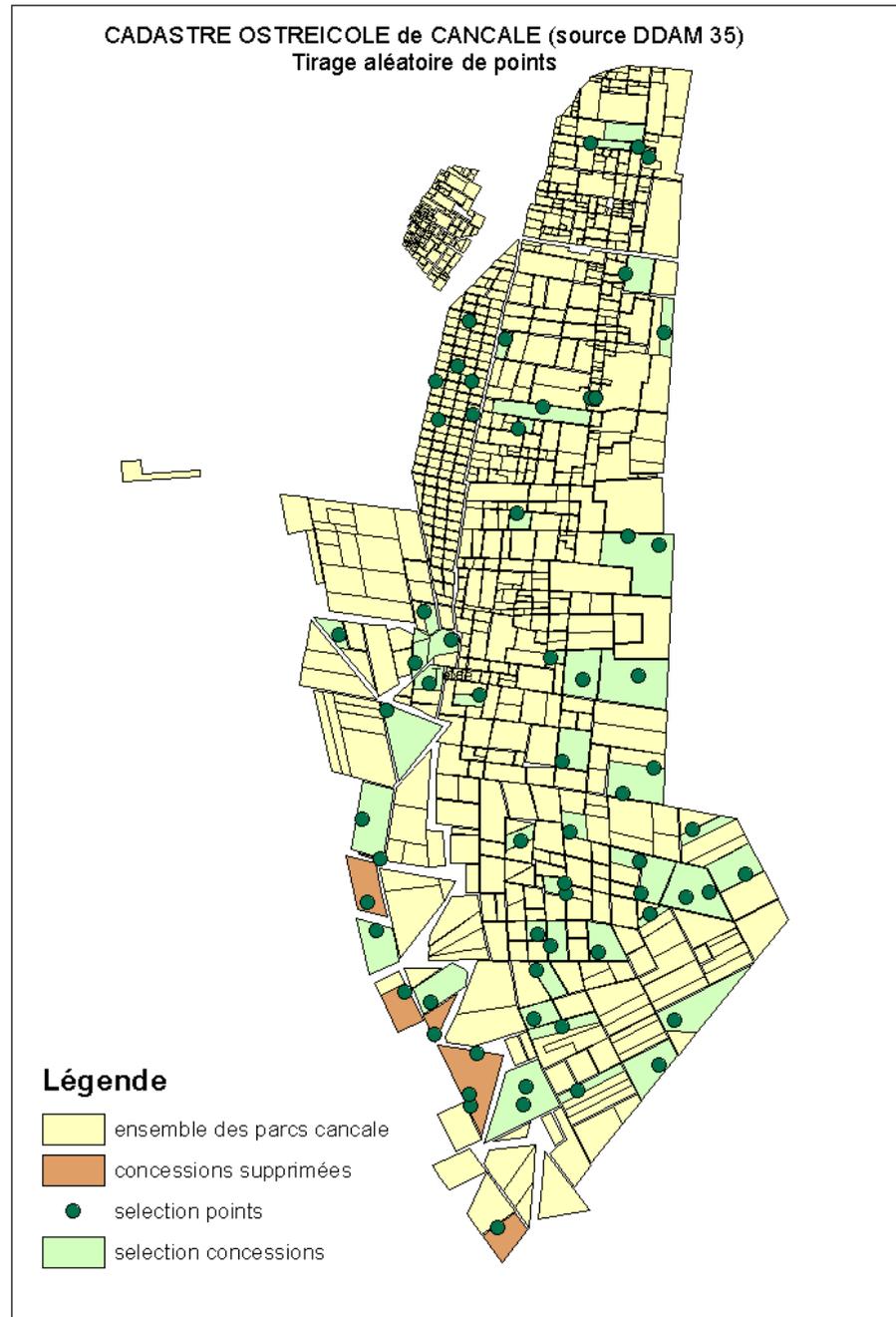


Figure 2 : tirage aléatoire des unités primaires d'échantillonnage

4. Résultats des estimations de stock global

Rappel de la formulation

$$\text{Stock en Poids} = \text{Sp} \times \text{Dp} \times \text{Tp} \times \text{Pp}$$

avec :

Sp : surface exploitée (en surélévation)

Dp : Densité en nombre d'emplacements de poches sur tables par ha

Tp : Taux d'occupation effective des emplacements de poches

Pp : Poids d'huîtres par poche

Np : Nombre d'huîtres par poche

4.1. Surface concédée (Sc) ou exploitée (Se) :

La superficie concédée en huîtres creuses, en terrain découvrant, à Cancale se monte à 344.36 ha (source DDAM, monographie 2000-2001).

La somme des concessions (en excluant les concessions supprimées encore référencées) au sein du cadastre de l'automne 2002 aboutit à **333 ha**

La surface exploitée en surélévation (définie par l'exclusion des concessions totalement vides) est estimée à **309 ha**

4.2. Nombre d'emplacements de poches par ha concédé (Dp)

En excluant la seule concession vide de l'échantillon, on obtient les estimations suivantes :

Nb de concessions exploitées sur photos aériennes :	44
Nb moyen de tables par ha exploité :	761
(schéma des structures : 670 maximum)	
Nb moyen d'emplacements de poches / ha exploité :	4567
(schéma des structures : 4020 max)	
Ecart type :	1514
Intervalle de confiance 95% :	447
Précision :	11%

On peut également observer sur la figure 3 la distribution statistique de ce nombre : le mode se situe nettement entre 4000 et 5000 par ha, le maximum trouvé étant de 8600 emplacements de poches / ha.

En termes de nombre de tables par ha, on observe statistiquement un dépassement de la norme inscrite au schémas des structures. Cependant, on ne dispose pas pour chacune des concessions observées du nombre réel de poches en place dans la mesure où le taux d'occupation réel des tables a été effectué sur un échantillon de photos de détail différent et non référencées spatialement.

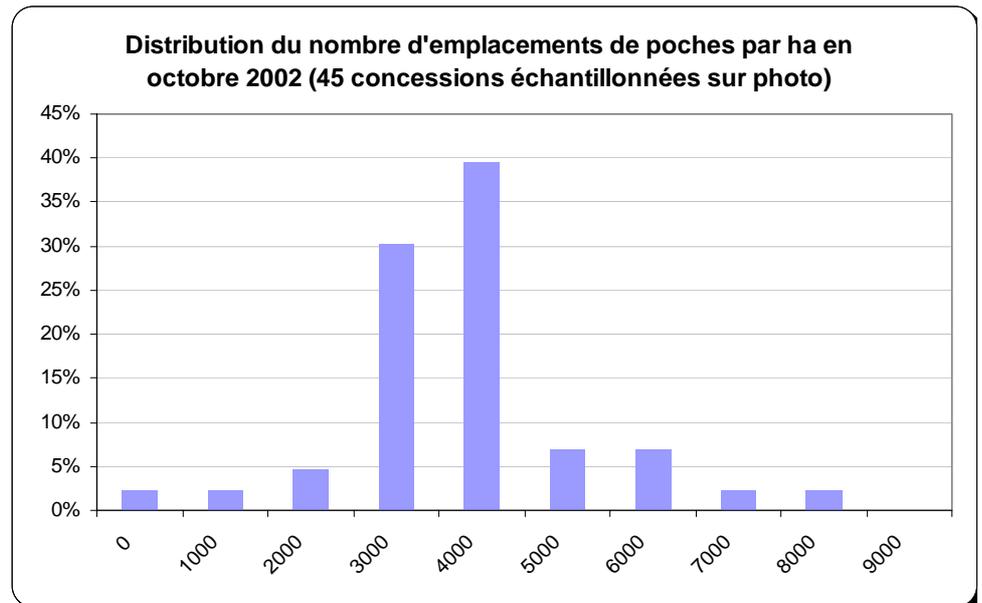


Figure 3 : nombre d'emplacements de poches par ha

4.3. Taux d'occupation des tables par des poches

Sur la base des observations effectuées en double, les erreurs d'appréciation de cette estimation visuelle, se révèlent en moyenne assez faibles : la variance supplémentaire intra-parcelle, générée par cette « erreur de mesure » ou variation de 2^{ème} degré, apparaît négligeable devant la variance inter-parcelles

Série de photos	Nb de photos	Taux d'occupation moyen 1 ^{er} observateur	Taux d'occupation moyen 2 ^{ème} observateur
A	20	73,3	75,6
B	25	65,4	68
C	19	77,6	76,3
D	20	72	72,8
E	13	86,6	88,1
F	15	96	97,8
Moy.	112	78,5	79,8

Tableau 3 : estimation du taux d'occupation des tables

Nb de parcelles échantillonnées	111
Taux d'occupation moyen (poches par 100 emplacement de poches)	77,3
Ecart-type	28.4
Précision 95%	7%

4.4. Contenu des poches (Poids, Nombres)

Du fait des fortes contraintes de déplacement et d'accès aux parcs, en particulier dans les zones les plus envasées, seulement 35 unités primaires ont pu être échantillonnées.

Les estimations résultantes sur le contenu d'une poche moyenne sont présentées ci-dessous (toutes classes d'âge confondues), basées sur les calculs d'échantillonnage par degrés, à fréquence d'échantillonnage de 2^{ème} degré fixe.

Tableau 4 : estimation du contenu des poches

variable	unité d'éch.	Nb unités	estimation	Ecart-type (moy)	IC95 (moy)	précision %
Poids moyen d'une poche (kg)	grappe (3 poches)	35	8,79	0,51	1,00	11%
Nb huîtres par poche	grappe (3 poches)	35	245	25,97	50,89	21%

La distribution statistique des 99 poids de poches individuelles, est présentée à titre d'illustration dans la figure 4 : elle présente une allure en cloche, qui ne permet pas de distinguer les classes d'âge.

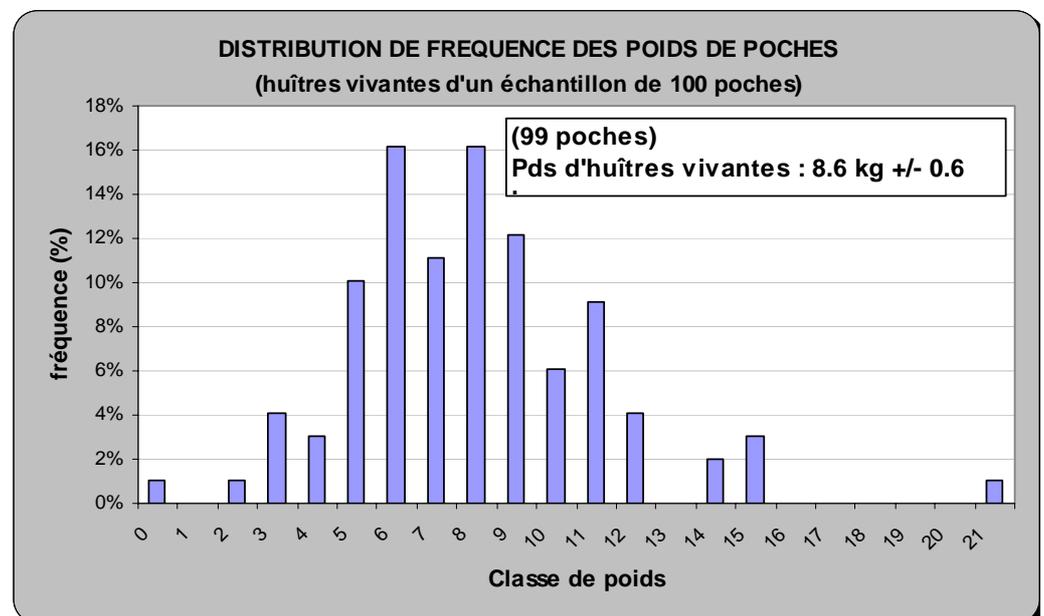


Figure 4 : distribution statistiques des poids individuels de poches *

Remarque * : les calculs de moyenne et de variance prennent en compte l'échantillonnage en grappes (par degrés). Cette représentation graphique par contre considère l'échantillon de poches comme un échantillonnage aléatoire simple (E.A. S.), ce qui induit un léger biais (8.6 au lieu de 8.8 kg pour la moyenne).

La distribution statistique des nombres d'huîtres par poche à l'inverse, est nettement dissymétrique, le nombre d'huître par poches pouvant être très élevé

la première année d'élevage. Le mode est nettement compris entre 150 et 200 (voir aussi figure 10)

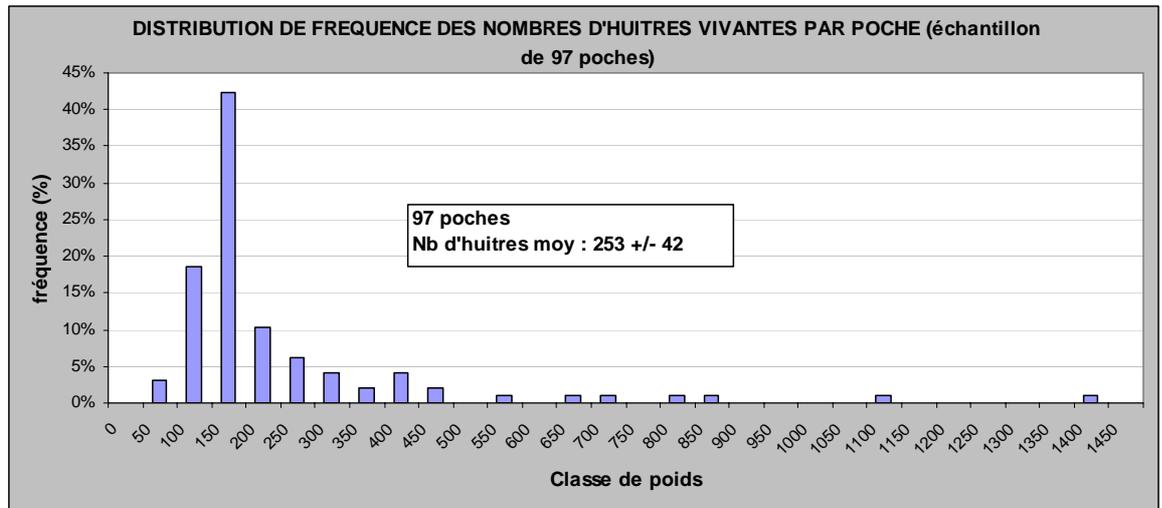


Figure 5 : nombre d'huîtres par poche*

* moyenne figurée par E.A.S un peu biaisée (253) par rapport au calcul par degrés (245)

4.5. Estimations globales

Il est possible à ce stade de fournir une estimation de stock dérivant des précédentes estimations par composante :

Tableau 5 : estimations globales de poids et nombre d'huîtres en poches

<i>VARIABLE ESTIMEE</i>	<i>Estimation</i>	<i>Précision estimée</i>
Surface concédée (ha)	333	
Surface exploitée (concessions inoccupées exclues)	309	5%
Nombre d'emplacements de poches par ha (sur tables)	4 567	11%
Taux d'occupation en poches, sur ces tables	77%	7%
Nombre de poches totales	1 086 626	14%
Poids moyen d'une poche (kg)	8,79	11%
Nombre d'huîtres par poche	245	21%
Poids total d'huîtres en octobre 2002 (tonnes)	9 551	18%
Nombre total d'huîtres (millions)	266	25%
Poids moyen d'une huître	35,9	



5. Analyse plus fine du contenu des poches : mortalité et dispersion des tailles

Des données complémentaires peuvent être analysées :

5.1. Les taux de mortalité

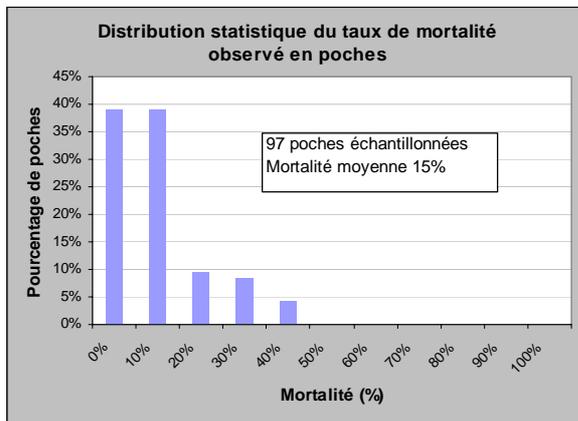


Figure 6 : taux de mortalité

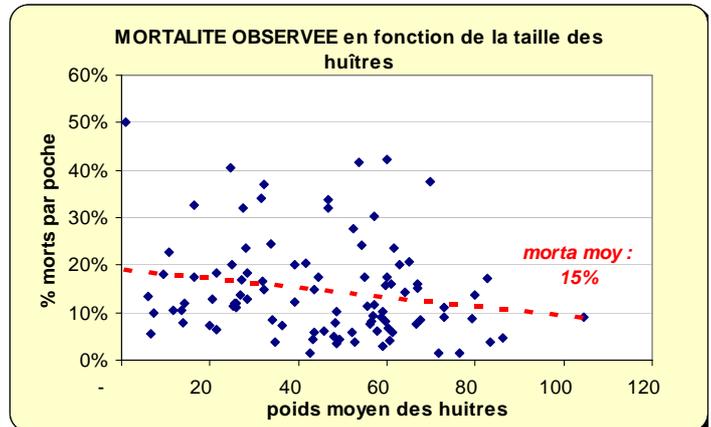


Figure 7 : mortalité et taille des huîtres

Ces mortalités observées en poches, correspondent pour la plupart à des mortalités cumulées depuis le printemps, date à laquelle ont été constitués les lots. Elles sont en moyennes de 15%, et logiquement plus élevées en tendance chez les plus jeunes huîtres. Quelques poches, même d'huîtres adultes, contenaient cependant plus de 40% d'huîtres mortes.

Ce niveau moyen de mortalité de 15% concorde avec la moyenne observée depuis 10 ans (1993-2002) dans la station du réseau Remora de Cancale (huîtres de 18 mois-2 ans).

5.2. Estimation de la fraction d'huîtres commercialisables

La distribution statistique des poids moyens d'huîtres en poches, sans considération de leurs poids individuels, est représentée ci-dessous (figure 8).

Elle ne permet pas de distinguer clairement les classes d'âge, mais elle peut fournir une première estimation du tonnage commercialisable, en considérant que l'intégralité du contenu des poches est relevé au-delà d'un poids moyen seuil.

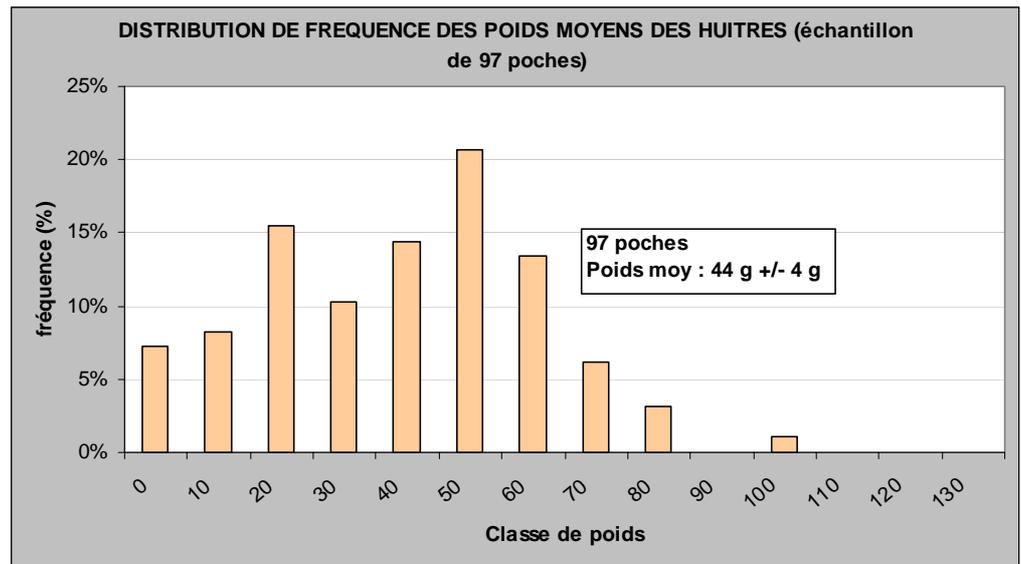


Figure 8 : poids moyen des huîtres des poches échantillonnées

Tableau 6 : tonnage d'huîtres cumulé en poches dont le poids moyen d'huîtres dépasse le seuil indiqué

	Echantillon de 96 poches	Echantillon de 96 poches, avec nombre d'huîtres simulé *
Poids moyen d'huître > 50 g	5055 tonnes	4700 tonnes
Poids moyen d'huître > 60 g	2885 tonnes	2640 tonnes

* nombre d'huîtres simulé selon tableau 7 et figure 12

Pour fournir une indication des ventes potentielles de fin d'année, cette estimation devra être minorée de la fraction d'huîtres non commercialisables de ces poches relevées, et augmentée de la croissance entre octobre et la fin d'année (faible). Pour une estimation de production commercialisée annuellement, il faut y rajouter les ventes le reste de l'année (très significatives).

Pour que ce prélèvement annuel soit réalisable chaque année, il faut en outre vérifier que les ventes réalisées sur la classe d'huître la plus âgée sont compensées chaque année par l'introduction et la production des classes plus jeunes (dynamique de stock).

5.3. Dispersion des poids individuels

Pour une distribution statistique des poids individuels, l'échantillon constitué par le cumul des prélèvements de 10 huîtres dans chacune des poches traitées, n'est pas représentatif sans pondération, dans la mesure où c'est un échantillon par degrés : il sous-représente les petites huîtres et sur-représente les grosses huîtres : la moyenne de cet échantillon global est

d'ailleurs de 44 g, au lieu de 35 g (estimation non biaisée de la variable quotient).

On peut reconstituer une distribution approximative des poids individuels à partir de la distribution des poids moyens, pondérée des effectifs des poches :

Tableau 7 : distribution reconstituée des poids individuels d'huîtres

Poids moyen huîtres poche (g)	Nb huîtres par poche simulé*	Frequence poche	Frequence huîtres
5	800	7%	23%
15	369	8%	12%
25	271	15%	17%
35	221	10%	9%
45	190	14%	11%
55	168	21%	14%
65	152	13%	8%
75	139	6%	3%
85	129	3%	2%
95	121	0%	0%
105	114	1%	0%
115	107	0%	0%

* modèle tiré de la figure 12

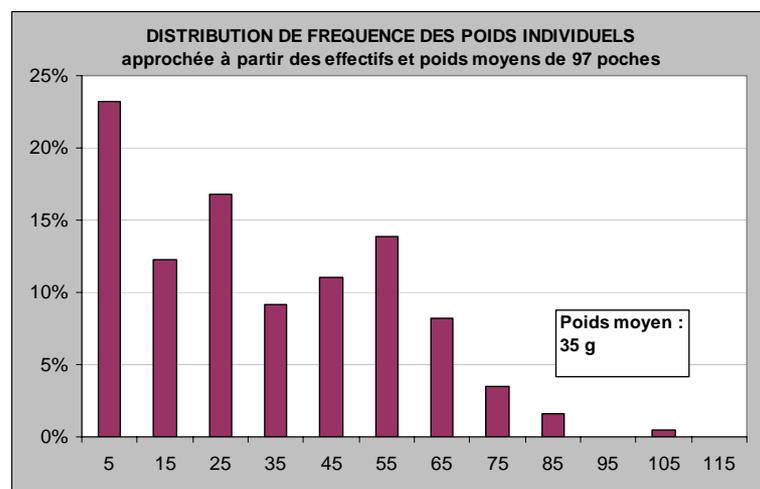


Figure 9 : distribution statistique approximative des poids individuels

Cette distribution est approximative car elle ne prend pas en compte réellement la dispersion des poids individuels au sein de chaque poche.

L'analyse des échantillons constitués des lots de 10 huîtres révèle l'évolution de la dispersion des poids individuels d'huîtres au fur et à mesure de la croissance, de la mortalité et des tri-dédoublés opérés. L'écart type absolu augmente nettement, mais la dispersion relative, appréciée par le coefficient de variation décroît régulièrement, de plus de 40% du poids moyen environ dans les petites tailles (moins de 20g) à moins de 20% du poids moyen environ dans les grandes tailles (plus de 80g).

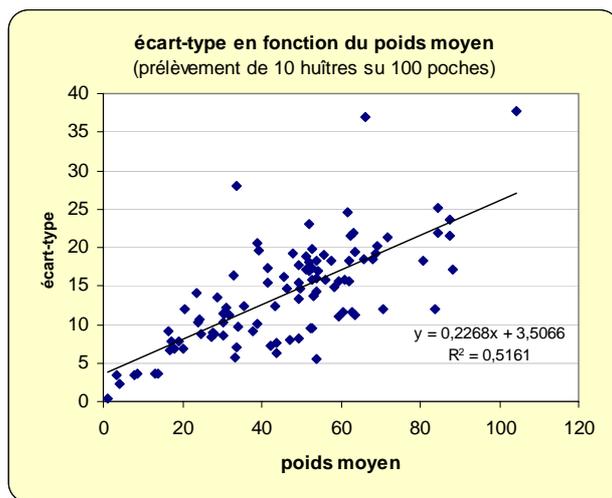


Fig. 10 : écart-type des poids d'huîtres

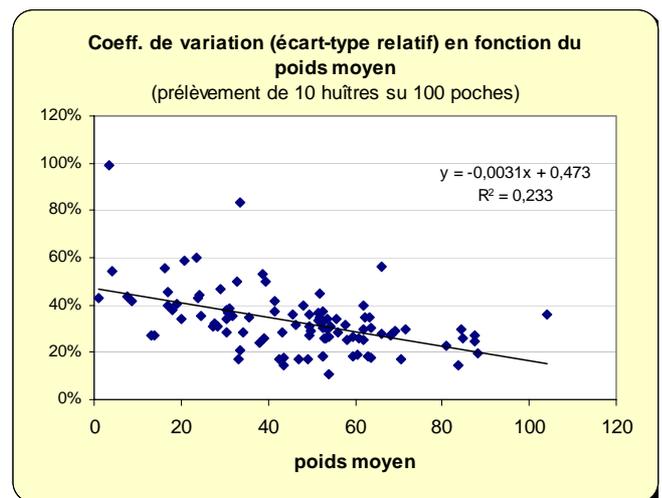


Fig. 11 : coefficient de variation des poids d'huîtres

Ces dispersions de taille individuelle ne sont-elles pas minorées par le faible effectif des échantillons (10) ? On peut les comparer à celles obtenues dans les poches Remora de Cancale en 2002 : les coefficients de variation sur les huîtres issues des juvéniles non triés sont les mêmes (38%, 37%), tandis que la dispersion au sein des poches d'adultes professionnelles est plus importante que dans la poche Remora, cette dernière étant calibrée assez strictement au départ (29% contre 19%).

Tableau 8 : Coef. de variation des poids individuels de différents lots

2 lots	30g	60g
CV stocks 2002	38%	29%
CV Remora 2002	37%	19%

- CV = coefficient de variation (écart-type relatif)

Cette variation individuelle (intra-poche) pourrait être ajoutée à la variation inter-poche des poids moyens, pour reconstituer une distribution représentative des poids individuels d'huîtres, utile par exemple pour appliquer les modèles de croissance à une distribution initiale de tailles aussi réaliste que possible.

6. Essai de séparation en classes d'âge et de dynamique de stock

La répartition statistique des seuls poids moyens d'huîtres des poches ne permet pas de distinguer clairement les différentes classes d'âge, même si les modes attendus à cette saison sont de l'ordre de 10-20g pour les huîtres de 1 an, 40-50 g pour les huîtres de 2 ans et 70-80 g pour les huîtres de 3 ans. Un croisement avec les effectifs des poches apporte un éclairage complémentaire et permet d'esquisser une hypothèse de répartition en classes d'âge.

Selon le **schéma typique d'élevage**, le naissain naturel est introduit au printemps sur collecteurs ou en poches (plusieurs centaines d'individus par poche au printemps ; 400 à 1200 d'individus par poche en automne, après dédoublement éventuel). Il semble manifester une croissance en relation avec la densité : à 800 huîtres par poche, le poids moyen atteint en octobre avoisine 10g, tandis qu'à 400 huîtres par poche, il peut atteindre 20g.

Après dédoublement, au printemps de l'année suivante, les huîtres de « 18mois » sont généralement mises en poche de plus gros maillage à une densité de l'ordre de 200 huîtres par poche.

En fin de 2^{ème} année, ce poids moyen n'est généralement pas suffisant, et une troisième année de pousse est nécessaire pour qu'une majorité d'huîtres atteigne un poids moyen le mieux valorisable commercialement (70-80 g).

On a tenté de retrouver ces différentes classes d'âge (ou cohortes) dans la représentation de la figure 12 ci-dessous.

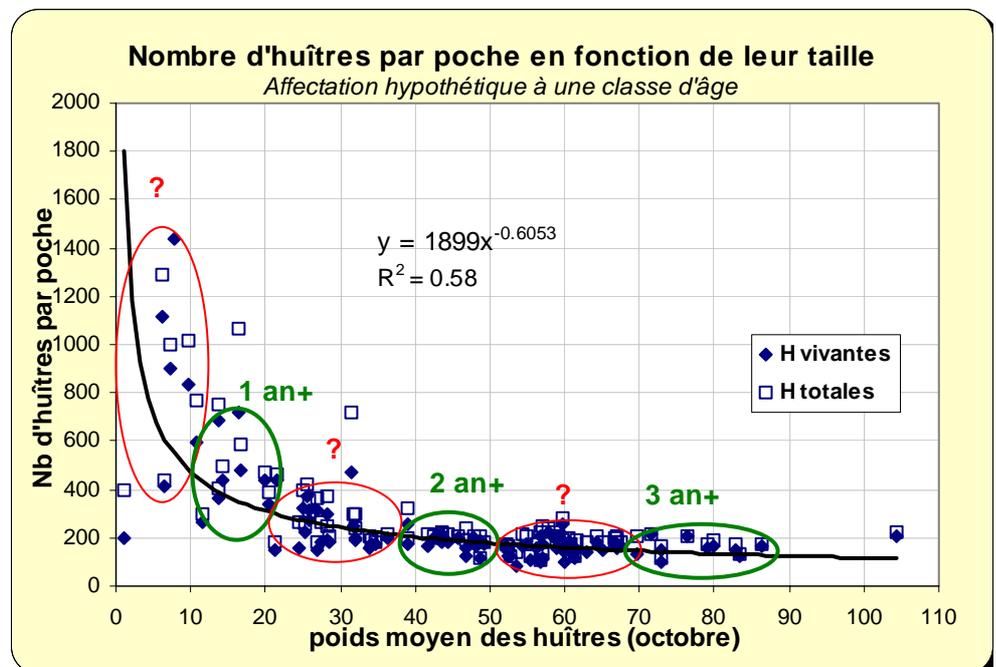


Figure 12 : nombre et poids moyen des huîtres en poches

On attendrait typiquement une répartition en classes d'âge telle que représentée en vert dans la figure ci-dessus ; on est surpris d'observer des fréquences élevées d'huîtres de plus petit calibre (figurées en rouge), dont l'âge et le parcours devra être explicité : pour partie, il pourrait s'agir d'huîtres d'écloserie, logiquement intercalées (car plus jeunes d'environ 6 mois) : une enquête auprès des concessionnaires aidera à préciser ces hypothèses.

Tableau 9 : classes d'âge observées et attendues

Cohortes de poids moyen typiques (observées et attendues)	Cohorte de poids moyen plus faible (à interpréter)

Classe 1 an	10-20 g	0-10 g
Classe 2 ans	40-50 g	20-30 g
Classe 3 ans	70-80 g	50-60 g

La production est réalisée annuellement sur la dernière classe d'âge (3 ans), mais elle est issue en régime régulier de la production de chacune des 3 classes d'âge, elle-même fonction des effectifs initiaux, de la croissance et de la mortalité. Il est intéressant d'examiner l'influence d'hypothèses, notamment de densité, de croissance et de survie, sur la production par classe d'âge, et la production commercialisable. Les hypothèses ci-après (parmi différentes possibles testées sur tableur) conduisent au tableau 10 ci-dessous :

- entrées dans le stock uniquement au stade juvéniles
- croissance de 20 g par an la première année et de 30 g par an les années suivantes (en accord avec les résultats expérimentaux disponibles),
- mortalités respectives de 40%, 25%, 15% les 3 années successives
- Relevage des poches quand leur poids moyen dépasse 50 g, et commercialisation de tous les individus supérieurs à 60 g.

Tableau 10 : Scenario hypothétique simplifié de production par classe d'âge

Classe d'âge	=>	1	2	3	Estimation totale	Observation (cette étude)
Hypothèses techniques	Stade d'ensemencement	100%				
	récolte	0	+	++		
	nb poches / ha	3 500	3 500	3 500		3500
	nb huîtres / poche	400*	220	180		
Hypothèses biologiques	croissance pondérale (g/an)	19	30	25		
	Taux de survie	60%	75%	85%		
	moyens requis					
début de saison	nb poches	460 000	501 818	257 527	1 219 345	
	Surface requise (ha)	131*	143	74	348	
	nb huîtres (millions)	184	110	46	341	
fin de saison	Pm (g)	1	20	39		
	Pt (t)	184	2 208	1 826	4 218	
	nb huîtres (millions)	110	83	39	233	266
	Pm (g)	20	50	64	38	35.9
	Pt (t)	2 208	4 140	2 537	8 885	9551
Résultats	Production (t)	2 024	1 932	711	4 667	4700
	Production (t/ha)	15	13	10	13	
	Pt vendu	0	2 314	2 283	4 597	
	P/B (Prod. / Biomasse)	1.69	0.61	0.33	0.71	

* Un dédoublement des densités est réalisé en général, la première année : dans le tableau, il est tenu compte directement des densités après dédoublement, ce qui induit une surestimation des nombres de poches et des surfaces.

Selon ces hypothèses simplifiées, le bassin de production aurait une capacité de production de l'ordre de 4500 tonnes par an : environ 1 million de poches et 300 ha seraient requis, à la densité de 3500 poches par ha.

On retrouve très simplement ce résultat à partir des hypothèses suivantes :

	Rendement annuel par huître (g)	25		
x	nb huîtres par poche	160	=>	rendement annuel par poche (kg) 4.00



x	nb poches par ha	4 000	=>	rendement annuel (t/ ha /an)	16
x	nb ha productifs	280	=>	rendement annuel (t/an/280 ha)	4500

7. Le stock d'huîtres « naturelles » fixées sur les tables ostréicoles

Au nord de la Loire, les huîtres creuses développent leur gonade et pondent, mais les larves ne survivent pas ou se dispersent et ne se fixent pas en quantité significative. Cependant, quand les conditions hydrologiques et thermiques s'y prêtent (particulièrement depuis quelques années), on observe dans quelques secteurs et notamment à Cancale une certaine fixation de naissain, essentiellement sur les pieds de tables ostréicoles qui jouent le rôle de « collecteurs ».

L'observation des pieds de table, effectuée sur 65 tables parmi les 35 points échantillonnés (59 tables garnies d'huîtres et 6 tables vides), révèle des densités très disparates (représentées ci-dessous), avec 35% de tables sans fixation (particulièrement dans le secteur nord) et parfois plus de 100 huîtres par table. La moyenne arithmétique est de 28 huîtres par table.

Il existe également dans le secteur ostréicole de Cancale, en particulier au niveau des parcs les plus au large, un recrutement naturel d'huîtres plates : il n'a pas fait l'objet d'évaluation ici.

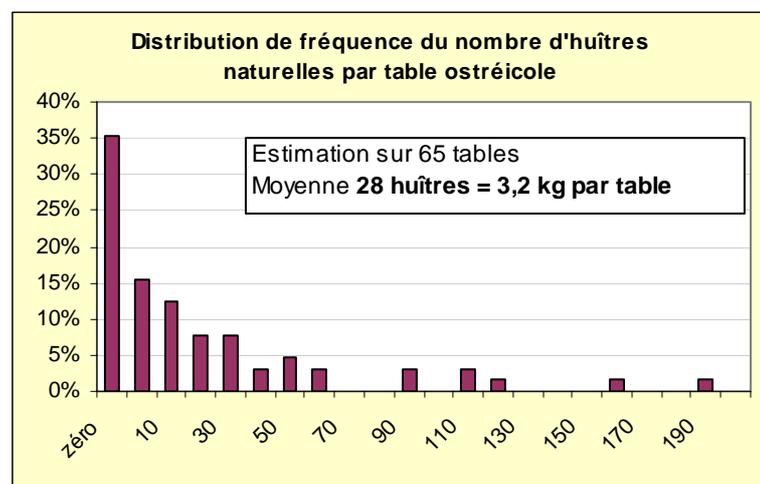


Figure 13 : densité d'huîtres captées naturellement sur les tables ostréicoles

Ces huîtres sont de taille supérieure aux huîtres d'élevage, à la fois en raison de leur forte croissance (huîtres fixées à faible densité) et d'une récolte irrégulière.

L'histogramme des poids individuels laisse penser qu'au moins 4 classes d'âge sont représentées (sans compter le naissain de l'année, qui n'a pas été estimé).

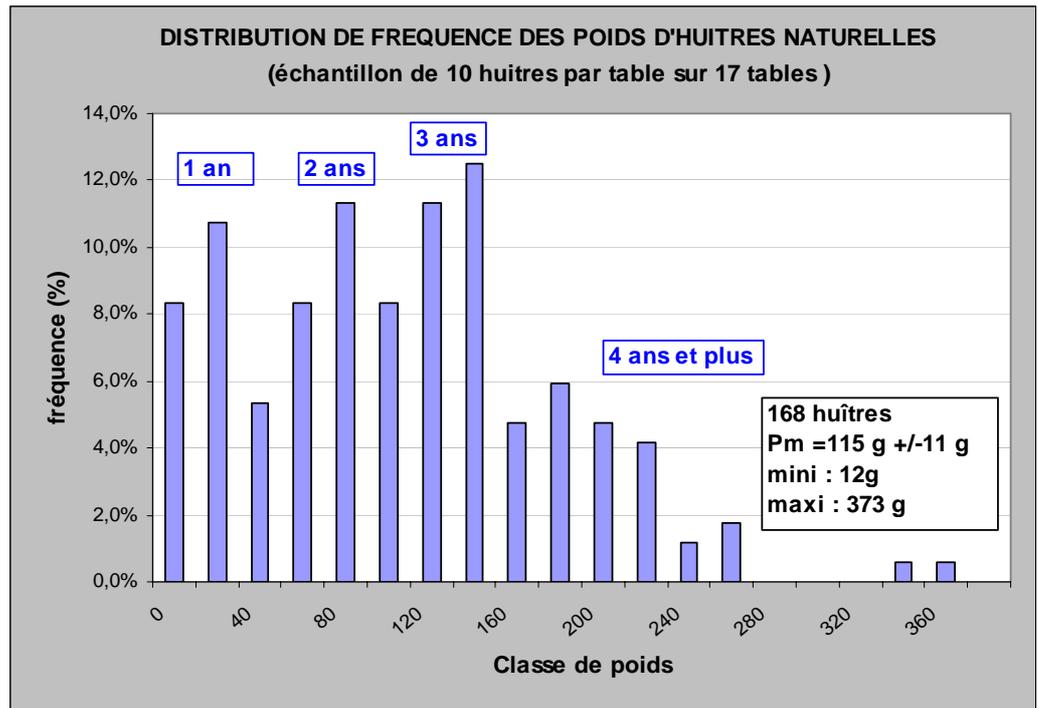


Figure 14 : distribution statistiques d'huîtres creuses fixées sur les tables

Une estimation du tonnage d'huîtres creuses naturelles en place au mois d'octobre est faite ci-dessous : elle aboutit à un tonnage de **750 tonnes**.

Tableau 11 : estimation des huîtres fixées sur les pieds de table ostréicole en octobre 2002 (ordres de grandeur)

	nb tables	nb huîtres par table	Pm des huîtres (g)	Pt par table (kg)	Pt secteur (tonnes)
Total	235 201	28	115	3,2	757

Il faudrait mieux connaître le mode d'exploitation de ces huîtres (ramassées probablement au moment du nettoyage des tables tous les 2 ou 3 ans ?) pour en déduire l'évolution du stock et de la production.

8. Discussion, conclusion

Cette estimation du stock d'huîtres creuses en secteur découvrant a bénéficié d'une **méthodologie** élaborée dans les laboratoires côtiers de l'Ifremer. En particulier, les derniers développements à La Tremblade, permettent d'estimer les longueurs de tables ostréicoles par un traitement automatisé (analyse d'image) d'ortho-photos aériennes numérisées (Raspail 2000).

En baie de Cancale, les photos aériennes mises à disposition par le syndicat conchylicole n'étaient pas adaptées à ce type d'exploitation, mais ont permis cependant, alliées au cadastre ostréicole (Affaires Maritimes), une estimation des longueurs de table et du nombre de poches par observation directe d'un échantillon de parcs : un peu plus de 1 million de poches a été estimé en place au début du mois d'octobre 2002, sur les 300 ha exploités.

Malgré le concours d'un grand nombre de participants, l'accès aux points expérimentaux tirés aléatoirement, a été rendu difficile par le très fort envasement de la partie sud-ouest de la zone concédée. Les poches de 35 points seulement parmi les 64 prévus ont pu être observées et échantillonnées, fournissant des estimations statistiques de nombre et poids d'huîtres par poche. Le croisement de ces estimations sur photos et sur le terrain aboutit à une estimation de **9500 tonnes en place au mois d'octobre** avec **une précision de 20%**.

Pour passer d'une vision statique à une vision **dynamique des stocks et productions**, il faut réaliser un modèle de dynamique de population cultivée, intégrant les pratiques des professionnels, en particulier en matière d'ensemencement et de récolte. En prenant en compte un schéma simplifié (ensemencement au stade naissant, récolte en fin d'année), on peut retrouver des estimations proches des observations (stock de 9000 tonnes, production de 4500 tonnes par an). Cependant, le schéma de production réel est moins simple, car l'ensemencement ne se fait pas seulement au stade naissant, et la récolte pas seulement en fin d'année. L'ensemencement d'huîtres plus âgées (moins productives), pour un élevage en cycle plus court, diminue paradoxalement la productivité (récoltes moins ensemencements), mais augmente les ventes. L'étalement de la récolte est plutôt favorable au rendement, car il permet de récolter à la taille optimale. Pour connaître la résultante de ces 2 facteurs de différenciation de la réalité par rapport au modèle, il faudrait une information plus précise sur les pratiques culturelles. (Les éléments d'information acquis par enquête auprès de 10 ostréiculteurs, en automne 2003, fournissent des renseignements utiles, mais insuffisamment précis pour être intégrés à un modèle de dynamique de population).

Dans le cadre du PNEC (Programme National Environnement Cotier) 2002-2006, sur le site-atelier Baie du Mont Saint-Michel, ces estimations de stock et de production ont vocation à être intégrées dans un modèle de capacité trophique élargi à l'ensemble de l'écosystème et prenant en compte la production primaire et sa mise à disposition aux différents compartiments trophiques. Elles serviront aussi au suivi scientifique de la restructuration conchylicole engagée, au terme de laquelle cette estimation devrait être réévaluée.



9. Bibliographie

Bacher C., Baud J.P., Bodoy A., Deslou-Paoli J.M., Dréno J.P., Héral M., Maurer D., Prou J. (1986). A methodology for the stock assessments of cultivated oysters along the French Atlantic coast. *ICES CM 1986/K* : 36, 14 p.

Berthomé J.P., Le Mao P., Rey H., Nguyen D. (1987). Aménagement de la baie du Mont Saint-Michel. Les possibilités de développement de la vénériculture. *Rapport Ifremer DRV-87-011-CSRU/Ntes.* 213p.

Baud J.P., Haure J., (1987). Estimation des stocks d'huîtres cultivées dans la baie de Bourgneuf en 1986. *Rapport Ifremer Bouin 1987,* 31p.

Fleury P.G., Goyard E., Mazurié J., Claude S., Bouget J.F., Langlade A. et Le Coguc M.J. (1999) : Le réseau Remora de suivi de la croissance des huîtres creuses *Crassostrea gigas* : analyse des premières tendances (1993-98) en Bretagne. *Rapport Ifremer DRV/RA/RST/99-07*

Frontier (1983). Stratégies d'échantillonnage en écologie. Chapitre 2 : techniques de sondage en écologie par B. Scherrer. *Masson,* 1983, 492 pages.

Gagnery A., (1999). Estimation des stocks de bivalves en élevage et des épibiontes dans la lagune de Thau et modélisation de la dynamique des populations d'huîtres creuses (*Crassostrea gigas*, Thunberg). *Mémoire de DEA. Un. Paris 6-Ifremer Palavas.* 35 pages

Gasquet R., (1996). Historique et évolution de la conchyliculture dans la baie du Mont Saint-Michel. *Rapport de stage INA-PG,* 123 pages.

Kopp J., Messian G., Le Gagneur E., Cornette F., Ropert M. (2001). Etat des stocks conchyliques normands en 2000. *Rapport Ifremer RINT.DRV/RA/LCN/2001.08,* 50p.

Le Moine O., Geairon P. Razet D. (2002). Elaboration d'une technique d'évaluation rapide des stocks conchyliques. *Contrat Organisation des Producteurs de Marennes-Oléron. Rapport Ifremer La Tremblade 2002,* 18p.

Raspail L. (2000). Création d'une base de données Access et réalisation d'un traitement automatique d'orthophotos aériennes. *Ifremer La Tremblade. Mémoire DESS Ing.Sys.Inf. La Rochelle 2000,* 43p.



ANNEXE

FICHE DE PROCEDURE

I- Par point (ensemble du groupe) = 120 tables (360 m = 720 poches)
ou parc entier en cas d'élevage au

sol

- Rejoindre le point
- si problème choisir un autre point : noter ses coordonnées GPS et son emplacement sur plan
- Repérer la zone à prospecter et affecter un tiers de la zone à chaque sous-groupe
 - . surélevé : 3 sous-groupes traitant chacun 40 tables
 - . sol : 3 sous-groupes traitant chacun 1/3 du parc (surface totale à estimer)
- *faire un schéma d'ensemble* (1 seul pour les 3 sous-groupes) de l'occupation autour de ce point, indiquant les limites de concessions et celles du secteur traité par chaque sous-groupe (pouvant chevaucher plusieurs concessions)

II- Par sous-point (sous-groupe) = 40 tables (120 m = 240 poches)
ou 1/3 de parc pour élevage au sol

PARC SURELEVE

- **1^{ème} personne estime les huîtres sauvages** sur 2 types de tables (une seule table représentative par type):
 - . tables exploitées : estimer nombre, taille et poids des huîtres naturelles
 - . tables inexploitées (peuvent être choisies dans le voisinage, en dehors du point) : idem
 - . prélèvement d'une dizaine d'huîtres là où elles sont suffisamment nombreuses (*10 par point suffisant*)
- **2^{ème} personne recense l'occupation des 40 tables par huîtres cultivées**, en notant (cf fiche saisie)
 - impérativement : les nombres d'unités des différentes catégories, et nombre par m linéaire (2 pour poches, ? pour tubes)
 - si possible les maillages de chaque catégorie
 - éventuellement (précisions par le professionnel): age/poids des huîtres, nb d'huîtres par poche
- **3^{ème} personne commence à détacher et vider une poche**, à trier vivantes et mortes et à peser les vivantes dans la manne.
Prélever 10 huîtres au hasard et les mettre dans sachet (*numéroté au nom du point et de la catégorie*)
Bien refermer la poche et la remettre en place, attachée

poursuivre avec éventuellement 2^{ème} poche ou 3^{ème} poche (si plusieurs catégorie)
- pour les **collecteurs**, en détacher un (tube) représentatif, le détacher en entier, compter-peser les huîtres, en prélever 10 (*dans un sachet numéroté point et catégorie*)

PARC AU SOL (rares) :

- Estimer la surface totale de la parcelle, et observation de l'occupation par 3 sous-groupes
- composition de la surface en différentes catégories (1 seule probablement)
- comptage pesée de 1 prélèvement de 1m² par catégorie et par sous-groupe (prélever 10 huîtres)

Faire un schémas du secteur traité par le sous-groupe

