

COMITE NATIONAL DES PECHES MARITIMES ET DES ELEVAGES MARINS  
COMMISSION NATIONALE DE L'ANCHOIS, DE LA SARDINE ET DU SPRAT



*Eusko Jaurlaritzia*  
Industria, Nekazaritza eta Arrantzu Saila



*Eoliermo Vasco*  
Departamento de Industria, Agricultura y Pesca

EVALUATION DE LA BIOMASSE D'ANCHOIS  
(*Engraulis encrasicolus*)

DANS LE GOLFE DE GASCogne EN 1994

CAMPAGNE BIOMAN 94



I.M.A.  
INSTITUT DES MILIEUX AQUATIQUES Sud Aquitaine



Instituto Tecnológico Pesquero y Alimentario

EVALUATION DE LA BIOMASSE D'ANCHOIS  
(*Engraulis encrasicolus*)

DANS LE GOLFE DE GASCOGNE EN 1994

CAMPAGNE BIOMAN 94

Auteurs :

L. MOTOS (AZTI)  
K. METUZALS (IMA)  
A. URIARTE (AZTI)  
P. PROUZET (IFREMER)

L'EVALUATION DE LA BIOMASSE D'ANCHOIS (*Engraulis encrasicolus*)  
DANS LE GOLFE DE GASCOGNE EN 1994  
CAMPAGNE BIOMAN 94

1. INTRODUCTION.	2
2. ASPECT THEORIQUE DE L'ESTIMATION DE LA QUANTITE DE GENITEURS D'ANCHOIS A PARTIR DE L'EVALUATION DE LA PRODUCTION JOURNALIERE D' OEUFs.	2
2.1 Bases sommaires de la méthode.	2
2.2 Avantages et contraintes de la méthode d'évaluation de la biomasse.	4
3. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE BIOMAN 94 ET ZONE GEOGRAPHIQUE CONCERNEE.	4
4. MATERIELS ET METHODES.	6
4.1 Récolte et analyse des échantillons.	6
4.2 Traitement des données obtenues.	8
5. RESULTATS.	12
5.1 Couverture de la zone d'échantillonnage.	15
5.2 Abondance et distribution des oeufs d'anchois dans le golfe de Gascogne en 1994.	15
5.3 Distribution spatiale de la population d'anchois suivant la taille et l'âge.	15
5.4 Estimation des paramètres pour le calcul de la fécondité journalière de la population.	15
5.5 Evaluation de l'abondance de la population des géniteurs d'anchois durant les mois de mai et juin 1994.	19
6. DISCUSSION ET PERSPECTIVES.	19
6.1 Précision des résultats obtenus.	19
6.2 L'année 1994 par rapport à la série d'observations disponible.	20
6.3 Perspectives.	23
REMERCIEMENTS.	24
REFERENCES.	25
ANNEXE I	

ANNEXE 2

ANNEXE 3

PHOTOS

## 1. INTRODUCTION.

De 1989 à 1992 dans le cadre d'un programme FAR financé en partie par l'Union Européenne, l'Institut Technique des Pêches et de l'Alimentation (AZTI), de San Sébastien, l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) et l'Institut Espagnol d'Océanographie (IEO), de Santander ont étudié l'abondance et les caractéristiques de la population d'anchois du golfe de Gascogne. Les résultats obtenus ont permis de montrer la répartition et le comportement de cette ressource, mais également la grande variabilité de son abondance qui a fluctué durant cette période d'étude entre 15 000 tonnes environ en 1989 et 100 000 tonnes en 1990.

Cette évaluation, faute de moyens, a été arrêtée en 1993. Face à l'importance grandissante de cette ressource pour les flottilles espagnoles et françaises du golfe de Gascogne, l'Institut des Milieux Aquatiques Sud-Aquitaine (IMA), l'AZTI et l'IFREMER ont proposé à la demande, des élus de l'Association Grand Littoral Atlantique (AGLIA), du Gouvernement Autonome Basque et des professionnels français, un programme visant à estimer aussi précisément que possible la quantité d'anchois adultes dans le Golfe.

## 2. ASPECT THEORIQUE DE L'ESTIMATION DE LA QUANTITE DE GENITEURS D'ANCHOIS A PARTIR DE L'EVALUATION DE LA PRODUCTION JOURNALIERE D' OEUFS.

Cette méthode a été utilisée, à maintes reprises, par les scientifiques de l'AZTI sur l'anchois du golfe de Gascogne, mais également par d'autres laboratoires sur de nombreuses populations d'anchois et de sardines dans le monde (tableau 1).

### 2.1 Bases sommaires de la méthode.

La méthode de l'évaluation de la production journalière des oeufs appelée encore DEPM (DAILY EGG PRODUCTION METHOD), a été utilisée par Lasker (1985) aux Etats-Unis, d'après les travaux de Parker (1980, 1985), pour la gestion du stock d'anchois de Californie (*Engraulis mordax*).

Cette méthode est issue des travaux de Moser (1967) sur la reproduction des poissons de la famille des Sébastes. Hunter et Goldberg (1980) et Hunter et Macewicz (1980), à partir de ces travaux, ont défini des critères pour déterminer l'âge des follicules post-ovulatoires de l'anchois de Californie et en déduire la fréquence de ponte chez cette espèce. Des expériences d'élevage d'anchois en captivité ont permis de confirmer cette interprétation de l'évolution des follicules (Leong 1971). Grâce à ces connaissances, il a été possible d'utiliser comme mesure de la fréquence de ponte, la proportion de femelles présentant des follicules post-ovulatoires ou des oeufs hydratés. On a pu définir également une fécondité partielle<sup>1</sup> pour cette espèce ; c'est-à-dire le nombre d'oeufs qu'une femelle expulse en une fois. Ainsi le rapport de l'abondance des oeufs, à un moment donné, pour une aire déterminée et de la fécondité partielle relative - exprimée en nombre d'oeufs par gramme de femelle - corrigée par la proportion de femelles matures et la fraction journalière de femelles en ponte, permet de définir la taille de la population.

<sup>1</sup> Que l'on appelle également fécondité par lot, en anglais *batch fecundity*.

Ainsi, l'équation de base du modèle peut être définie de la manière suivante :

$$B = \frac{(P_0 \cdot A \cdot k)}{(R \cdot S) \left( \frac{F}{W} \right)} \quad (1)$$

Le dénominateur de (1) représente la fécondité partielle relative de la population en ponte, c'est à dire le nombre d'oeufs par gramme expulsé en une fois par un adulte.

- B = biomasse des géniteurs en tonnes
- P<sub>0</sub> = production journalière estimée en nombre d'oeufs par unité de surface
- A = superficie de la zone échantillonnée en unités de surface<sup>2</sup>
- W = poids moyen des femelles matures (en g)
- R = proportion en poids des femelles dans la population
- F = fécondité par lot (nombre moyen d'oeufs expulsés en une fois par une femelle)
- S = proportion de femelles qui pondent par jour
- k = facteur de conversion des grammes en tonnes

Tableau 1 : Application de la méthode d'évaluation de la production journalière d'oeufs aux stocks d'anchois et de sardines dans le monde (d'après Alheit 1993).

Espèce	Ecosystème	Année	Référence
<i>Engraulis mordax</i> anchois de Californie	Californie	1980-1985	Bindman, 1986
<i>Engraulis ringens</i> anchois du Pérou	Pérou	1981, 1985, 1990	Santander <i>et al.</i> , 1984
<i>Engraulis capensis</i> anchois d'Afrique	Afrique du sud	1985-1990	Shelton <i>et al.</i> , 1993
<i>Engraulis encrasicolus</i> anchois commun	golfe de Gascogne	1987-1992	Motos et Santiago, 1990 Motos et Uriarte, 1993
<i>Engraulis encrasicolus</i> anchois commun	Méditerranée	1990	Palomera, comm. pers.
<i>Encrasicholina</i> <i>purpurea</i> anchois tropical	Hawaï		Somerton <i>et al.</i> , 1993
<i>Sardinops sagax</i> sardinops du Chili	Pérou	1985, 1990	Carrasco, comm. pers.
<i>Sardina pilchardus</i> sardine commune	Espagne	1988, 1990	Perez <i>et al.</i> , 1989
<i>Sardina pilchardus</i> sardine commune	Portugal	1988	Cunha <i>et al.</i> , 1989
<i>Sardinella brasiliensis</i> sardine du Brésil	Brésil	1987	Matsuura, comm. pers.

<sup>2</sup> Une unité de surface = 0,05m<sup>2</sup>.

## 2.2 Avantages et contraintes de la méthode d'évaluation de la biomasse.

Cette méthode utilise des productions journalières d'oeufs et des fécondités spécifiques<sup>3</sup> journalières (exprimées en nombre d'oeufs par gramme d'anchois<sup>4</sup>) afin d'estimer la biomasse des géniteurs. Ainsi, il n'est pas nécessaire d'avoir un suivi durant toute la saison de ponte. Une seule campagne d'échantillonnage durant la période du maximum de ponte suffit à évaluer la quantité d'adultes présents (figure 1).

Cependant, la méthode implique la définition de cinq paramètres biologiques dont la précision n'est pas si simple à déterminer, et dépend fortement des processus d'échantillonnages mis en oeuvre. Globalement, la variance de la biomasse est estimée par la méthode delta (Seber 1982) (cf. annexe 1). Mais la précision de l'estimation de la biomasse est conditionnée par la détermination de la variance des autres paramètres qui entrent dans l'équation de base (1). Des travaux devraient être entrepris à ce sujet de manière à évaluer aussi précisément que possible l'intervalle de confiance des estimations de biomasse ainsi réalisées.

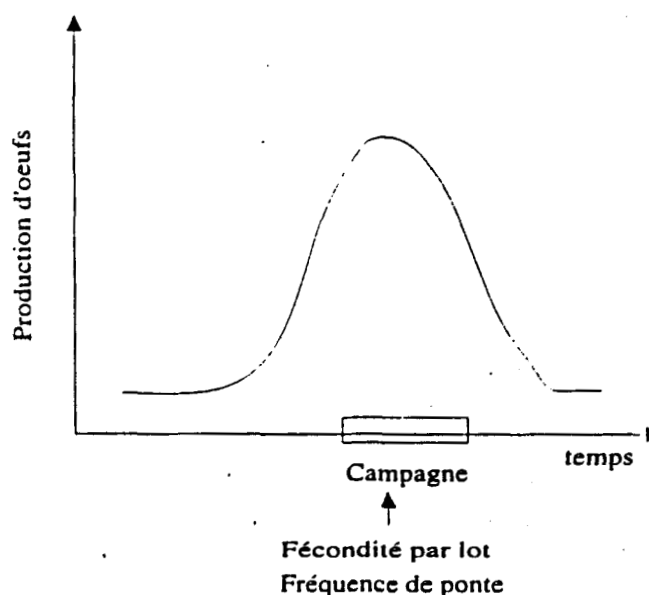


Figure 1 : Evolution théorique de la production journalière d'oeufs et positionnement dans le temps de la campagne d'échantillonnage pour l'estimation de la fécondité journalière et de la fréquence de ponte des géniteurs.

### 3. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE BIOMAN 94 ET ZONE GEOGRAPHIQUE CONCERNEE.

La campagne s'est déroulée dans les eaux françaises et espagnoles du 17 au 28 mai 1994, ce qui correspond à la saison principale de ponte de l'anchois dans le golfe de Gascogne. Celle-ci s'étend du début du mois d'avril jusqu'à la fin du mois de juillet.

Au total 2036 milles nautiques ont été parcourus. La zone française a été prospectée par le chalutier pélagique MEFI et la partie espagnole par le navire océanographique l'EXPLORADOR (figure 2).

<sup>3</sup> Appelée également fécondité relative

<sup>4</sup> Tous sexes confondus puisque la correction est faite à partir de l'évaluation du rapport des sexes.

La zone prospectée par le MEFI était située entre la côte et les points 46°15'N - 4°20'W au nord et 43°41'N - 1°30'W au sud. La distance parcourue était approximativement de 1414 milles nautiques.

Le MEFI est un chalutier pélagique du port d'Hendaye, mis à l'eau en 1976, de longueur totale 19,48 mètres et de jauge brute 49,58 tonneaux. L'équipage était constitué de deux matelots, du patron, de six scientifiques pour la première partie (17 mai au 24 mai) et de cinq pour la seconde (24 mai au 28 mai).

Des chalutages pélagiques étaient prévus pour la capture des géniteurs. Compte tenu des conditions météorologiques défavorables, sur les 12 chalutages prévus, un seul a été réalisé. Cependant, la présence de la THALASSA, navire océanographique de l'IFREMER, a permis de réaliser les échantillonnages nécessaires à cette partie de la campagne.

Le navire de recherche espagnol l'EXPLORADOR, bateau de 31 m, immatriculé au port de Gijon, a sillonné du 20 au 25 mai la zone comprise entre la limite territoriale franco-espagnole, la côte espagnole et le point nord-ouest situé par 44°N - 4°16'W. L'équipage était constitué de huit marins accompagnés de cinq scientifiques. Un total de 622 milles nautiques a été parcouru par cette unité. L'échantillonnage des anchois adultes dans les eaux espagnoles et dans la zone non couverte par le bateau français a été réalisé grâce à l'aide des senneurs de la Cantabrique et de la collaboration du laboratoire de l'Institut Espagnol d'Océanographie (IEO) de Santander.

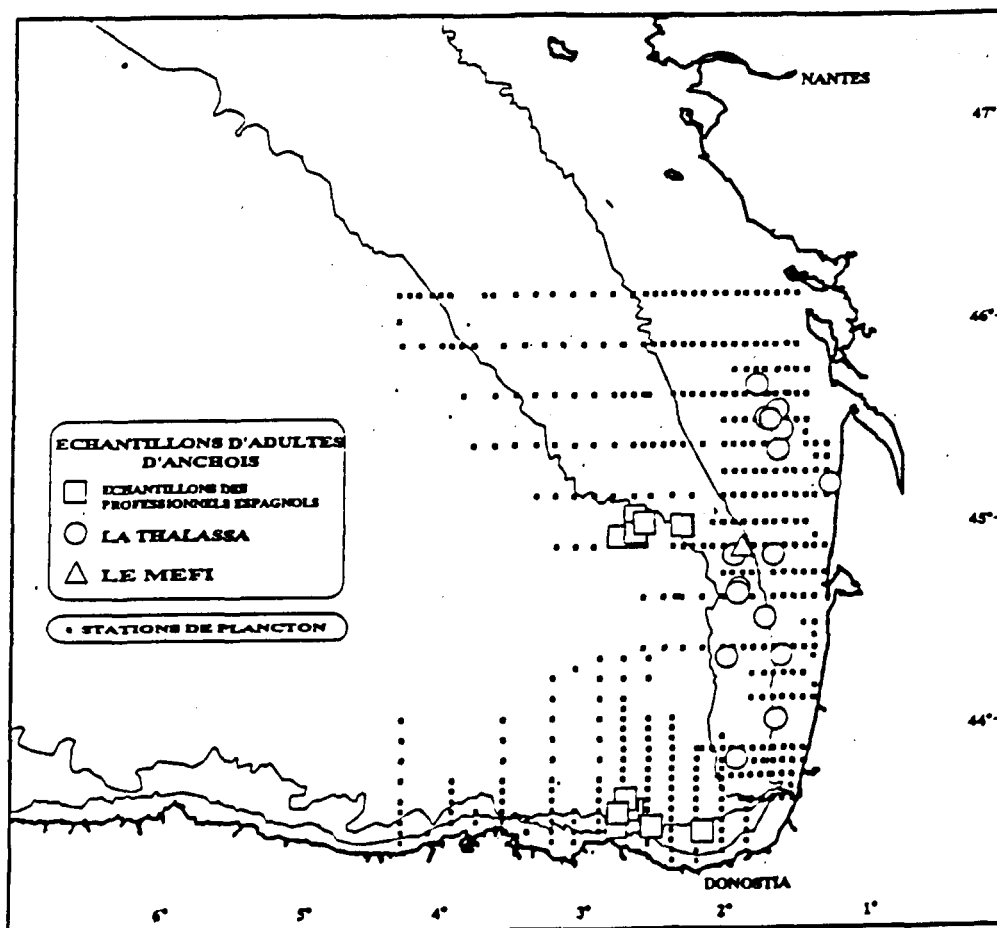


Figure 2 : Distribution géographique des divers prélèvements effectués dans le cadre de la campagne BIOMAN94



#### 4. MATERIELS ET METHODES.

##### 4.1 Récolte et analyse des échantillons.

###### □ Récolte du plancton pour l'estimation de la densité des oeufs d'anchois.

La prospection a été réalisée selon des transects déterminés au préalable par les scientifiques, tracés perpendiculairement à la côte et séparés généralement par une distance de 15 milles. La fréquence des stations de prélèvements de plancton était d'une tous les 3 ou 6 milles en fonction de la présence ou de l'absence d'oeufs. Le schéma d'échantillonnage prévu visait à couvrir l'aire de ponte en ayant une plus petite maille dans les zones côtières où par expérience, on prévoyait l'existence de plus fortes densités d'oeufs d'anchois. Ainsi des inter-transects ont été réalisés dans le secteur côtier du plateau continental et dans la zone de Capbreton.

Le suivi a été réalisé 24 heures sur 24. A chaque station le navire s'est arrêté. Un relevé de la température de l'eau en surface a été pris. Les prélèvements d'oeufs ont été effectués en utilisant un filet à plancton du type PAIROVET (figure 3). Ce filet en nylon est plus petit que les filets à plancton traditionnels, mais double, ce qui permet d'obtenir deux échantillons à la fois. Pour une unité (le filet en compte deux) le diamètre de l'ouverture est de 0,25 m et la longueur de 1,50 m environ. Il constitue un bon compromis entre le volume filtré et la taille de l'échantillon de plancton récolté. On peut détacher le collecteur pour en vider le contenu.

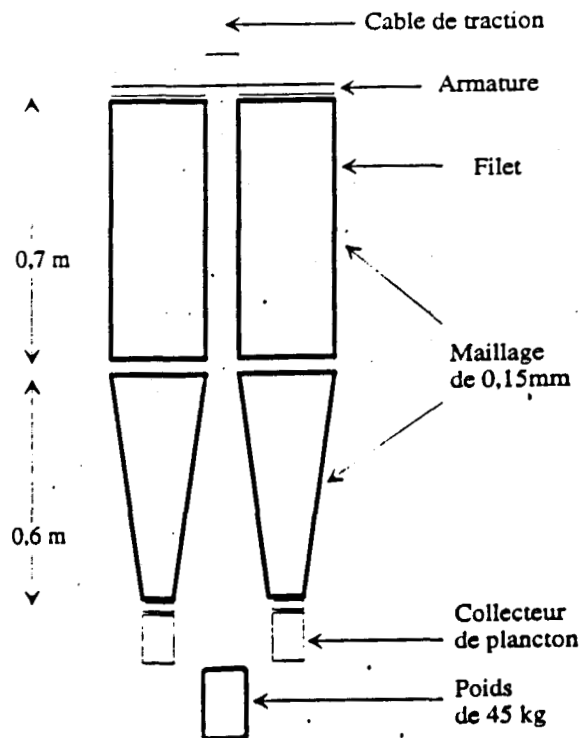


Figure 3 : Plan sommaire du filet de type "Pairovet" utilisé pour l'échantillonnage du plancton.

Pour échantillonner le plancton, le filet a été amené à une profondeur maximale de 100 mètres et récupéré verticalement après une stabilisation de dix secondes. Pour des profondeurs inférieures à 100 mètres, le filet était descendu à la sonde moins cinq mètres.

Un prélèvement de l'eau de surface était effectué toutes les cinq stations pour déterminer la salinité. Pour certaines stations un profil thermique a été réalisé à l'aide d'une sonde de type MICREL. La température est un paramètre important qui sert à définir l'âge des stades de développement de l'embryon. Au total, 431 échantillons ont été récoltés dans les eaux françaises et espagnoles (cf. figure 2 et tableau 2).

Tableau 2 : Dénombrement des stations d'échantillonnage par période et par zone pour la campagne BIOMAN 94.

Zones	Bateaux	Périodes	Nbre de stations oeufs	Nbre de stations adultes
française	Méfi	17 - 28 mai	300	1
	Thalassa	17 mai - 3 juin		22
espagnole	Explorador flottille senneurs	20 - 25 mai	131	
		24 mai - 3 juin		39
total		17 mai - 3 juin	431	62

□ Récolte des échantillons d'anchois adultes.

Pour cette partie de la campagne, l'aide de la THALASSA et des pêcheurs espagnols de la côte cantabrique a été primordiale. La THALASSA est un navire de pêche arrière de 67 m de l'IFREMER. Il a effectué 22 prélèvements d'anchois durant la campagne ERAG94 (Ecologie et Recrutement de l'Anchois du golfe de Gascogne en 1994) qui a eu lieu du 17 mai au 3 juin 1994. Du côté espagnol, les échantillonnages ont été réalisés à partir des captures effectuées par des senneurs de la flottille de pêche commerciale qui ont fourni 39 échantillons d'adultes (figure 2).

Des ovaires d'anchois ont été analysés à partir d'échantillons directement formolés sur les bateaux. Ces échantillons formolés ont servi à l'évaluation du rapport des sexes. Des prélèvements d'adultes ont été congelés pour l'analyse de la structure d'âge. L'estimation de la distribution des longueurs totales des individus capturés a été effectuée sur des anchois frais mesurés à bord, ainsi qu'au laboratoire à partir des échantillons formolés après application d'un facteur de correction afin de tenir compte du changement de structure des tissus lié à l'immersion dans la solution de formol (tableau 3).

Tableau 3 : Répartition des échantillons selon les types d'observations effectués.

Type d'échantillon	Estimation	Nbre échantillons	Nbre individus
plancton	tri oeufs d'anchois	431	12209 oeufs
ovaires hydratés	fécondité par lot		103 femelles
ovaires	fréquence de ponte	27	724 femelles
femelles matures	poids des femelles	28	932 femelles
adultes	rapport des sexes	28	2114 adultes
adultes	tailles moyennes et répartition en âge	35	2555 adultes
adultes	clé taille-âge	25	749 otolithes (*)

(\*) 311 otolithes ont été étudiées à partir des échantillons récoltés sur la côte françaises et 438 sur la strate océanique-Cantabrique

*Tri du plancton pour le dénombrement des oeufs d'anchois et la détermination de leurs stades de développement.*

La séparation des oeufs d'anchois du reste du plancton récolté est facilitée par la forme ovoïde de ces oeufs. Les oeufs de sardine ou de chinchard, par exemple, présents au même moment dans le plancton, sont ronds.

Les oeufs ont été dénombrés pour chaque station (cf. détail des dénombrements en annexe 2) et le stade de développement de chaque oeuf a été déterminé en utilisant une grille définie par Moser et Ahlstrom (1985) (cf. annexe 3). Les oeufs sont ainsi classés en onze stades (photos).

L'âge des stades de développement de l'oeuf est ensuite déterminé en fonction d'une relation liant la température et la vitesse de développement embryonnaire. Cette relation a été établie pour l'anchois commun (*Engraulis encrasicolus*) du golfe de Gascogne par Motos (1994), en partant de l'hypothèse que la température de surface relevée à chaque station représente une bonne estimation de la température d'incubation des oeufs récoltés par le filet à cette même station.

*Analyse des otolithes pour la détermination de l'âge.*

Les otolithes (petites concrétions calcaires logées dans l'oreille interne du poisson) ont été étudiées pour la détermination de l'âge. Le schéma de lecture utilisé pour l'anchois du golfe de Gascogne a été adopté après concertation entre différents chercheurs français et espagnols travaillant sur cette espèce suivant un protocole de lecture établi par A. Uriarte (communication personnelle). Ce schéma de lecture assimile le dédoublement du premier anneau hivernal à une marque de frai (cf. photo page 9).

*Analyse des ovaires pour la détermination de la fécondité par lot.*

Chez l'anchois, comme chez beaucoup de poissons des zones tropicales ou tempérées, la fécondité annuelle est saisonnièrement indéterminée. Il y a, au moment de la saison de ponte, une maturation continue avec apparition de lots d'oeufs selon une fréquence bien déterminée (figure 4).

Par exemple, l'anchois du golfe de Gascogne pond environ 20 à 25 fois par saison (Motos 1994). C'est pour cela qu'au lieu d'utiliser la fécondité globale, on estime le nombre d'oeufs produits à chaque émission (fécondité par lot) ainsi que le nombre de pontes qu'effectue, en moyenne, une femelle.

En pratique, l'étude se fait sur des ovaires conservés dans une solution de formol à 10%. Seuls les ovaires hydratés qui n'ont pas perdu d'ovocytes sont utilisés pour l'estimation de la fécondité. L'examen de l'ovaire se fait à partir du prélèvement de trois fragments localisés dans la partie médiane et aux deux extrémités de l'organe. Environ 30 à 50 mg de tissu ovarien sont utilisés pour le comptage des ovocytes hydratés puis ce nombre est ramené au poids total des deux ovaires.

#### 4.2 Traitement des données obtenues.

*Stratification des données collectées dans le Golfe.*

Les précédentes campagnes menées dans le golfe de Gascogne avaient mis en évidence des différences entre les caractéristiques biométriques des anchois des zones côtières et celles des poissons résidant plus au large.

De ce fait, les observations récoltées ont été stratifiées selon deux régions. La première est la région "côtière française", qui s'étend de Capbreton jusqu'à la limite nord de la

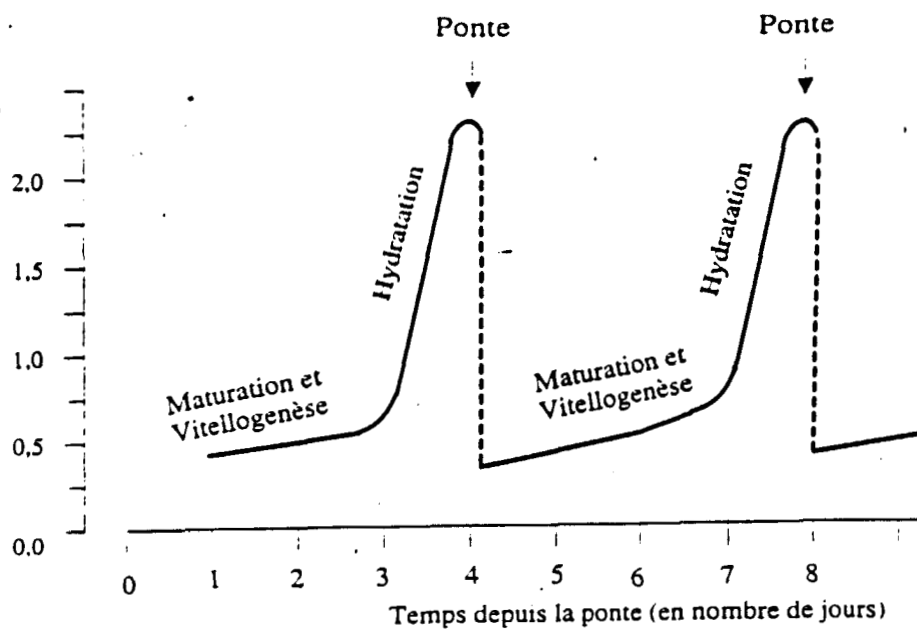


Figure 4 : Schéma montrant le déroulement des principales phases du cycle de maturation des ovaires chez l'anchois (d'après Hunter, Lo et Leong 1985).



Photo représentant des otolithes d'anchois avec des anneaux d'arrêt de croissance hivernaux et un dédoublement du premier anneau correspondant à une marque de frai.

zone d'échantillonnage entre la côte et la sonde des 100 mètres environ. Dans cette zone, les anchois sont de plus petites tailles, et la densité d'oeufs estimée est généralement plus importante que dans les autres parties de l'aire de ponte de l'anchois. L'autre strate est donc constituée par les régions plus océaniques et les régions situées le long de la côte cantabrique. Cette stratification permet de diminuer la variance des observations et donc d'avoir des estimations d'une précision plus grande pour une strate déterminée.

□ *Estimation de la production journalière d'oeufs d'anchois (P).*

L'utilisation de l'équation (1) implique la définition de la production journalière d'oeufs (P). Celle-ci est définie par une équation de forme exponentielle exprimant la décroissance du nombre d'oeufs au cours du temps et telle que :

$$P_{ijk} = P_i \cdot e^{-Zt_{ijk}} + \varepsilon_{ijk}$$

avec :  $P_{ijk}$  : nombre d'oeufs de catégorie d'âge k à la station j de la strate i  
 $t_{ijk}$  : âge en jours entre l'heure estimée de ponte  $t_0$  et le moment de l'échantillonnage à la station j de la strate i  
 $P_i$  : production journalière d'oeufs par unité de surface dans la strate i  
 $Z$  : taux de mortalité journalier des oeufs  
 $\varepsilon_{ijk}$  : terme d'erreur

L'estimation de Z et de  $P_i$  est fournie par l'utilisation d'une méthode de régression non-linéaire à partir des valeurs réduites de  $P_{ijk}$  et  $t_{ijk}$ .

Les formules décrivant le calcul de la variance des estimateurs sont données par Picquelle et Stauffer (1985).

□ *Estimation du poids des individus formolés et du poids total des femelles hydratées (W).*

Les échantillons récoltés sont formolés, ce qui provoque un gain de poids, et une diminution de la taille. Pour corriger cette variation artificielle du poids, un facteur de correction de 0,971 a été appliqué aux données.

Au lieu d'utiliser le poids observé des femelles ayant des ovaires hydratés, on utilise un poids ajusté, calculé à partir du poids sans gonade et du poids total des femelles matures non hydratées. Pour homogénéiser la distribution des résidus, les valeurs utilisées ne sont pas absolues, mais réduites.

□ *Estimation de la fécondité par lot (F).*

Pour estimer la fécondité par lot de l'anchois (fécondité partielle ou *batch fecundity*), on ne prend en compte que les observations récoltées sur les femelles dont les ovaires sont en phase d'hydratation ; c'est-à-dire à une période de leur cycle de maturation située juste avant la ponte. Les femelles dont les ovaires présentent des follicules post-ovulatoires, indiquant que ces poissons ont déjà en partie pondu avant la capture, sont retirées de l'analyse. La fécondité par lot, estimée par le nombre d'ovocytes hydratés dans les ovaires est exprimée en fonction du poids corporel sans gonade des femelles ( $W_{ij}$ ) et selon le modèle linéaire suivant :

$$F_{ij} = \alpha + \beta W_{ij} + \varepsilon_i$$

avec :  $F_{ij}$  : fécondité par lot  
 $W_{ij}$  : poids des femelles sans gonade

$\varepsilon_i$  : terme d'erreur du modèle  
 $\alpha$  et  $\beta$  sont des paramètres du modèle linéaire

Une régression linéaire est utilisée pour estimer la fécondité par lot de chaque femelle présentant des ovaires en phase d'hydratation ou pas. Elle nous permet d'avoir, par échantillon, une fécondité moyenne par lot.

Les formules décrivant les estimateurs de la variance sont données par Picquelle et Stauffer (1985).

□ *Estimation de la proportion de femelles en ponte (S).*

Elle se fait par examen histologique des gonades qui présentent des follicules post-ovulatoires d'un jour. On définit ainsi, pour chaque échantillon de femelles matures, une proportion d'individus en phase de ponte au moment de l'échantillonnage du plancton.

Compte tenu du comportement des femelles en ponte, les femelles de jour 0<sup>5</sup> apparaissent sur-représentées dans les captures réalisées en période de ponte (Santiago et Sanz 1992). Pour corriger ce biais, les poissons de cette catégorie n'ont pas été prises en compte pour le calcul de la fréquence de ponte ( $S_i$ ) :

$$S_i = N_{1_i} / (2N_{1_i} + N_{2_i} + N_{2+_i})$$

où

- $S_i$  = proportion de femelles de jour 1 dans l'échantillon  $i$  ;
- $N_{1_i}$  = nombre de femelles de jour 1 dans l'échantillon  $i$  ;
- $N_{2_i}$  = nombre de femelles de jour 2 dans l'échantillon  $i$  ;
- $N_{2+_i}$  = nombre de femelles de plus de 2 jours dans l'échantillon  $i$ .

Dans l'estimation de l'effectif total on remplace  $N_{0_i}$  par  $N_{1_i}$ .

□ *Estimation du rapport des sexes (R).*

Le rapport des sexes est établi à partir du poids des femelles et du poids total des adultes échantillonnés<sup>6</sup>. et le poids de chaque sexe ( $W^F$ ) et ( $W^M$ ) est estimé pour chaque coup de chalut d'où :

$$R = (W^F) / (W^F + W^M)$$

□ *Estimation de la composition en tailles et en âges.*

Pour les estimations des distributions de la population d'anchois par tailles et par âges, on a ajouté sept échantillons biologiques aux 28 retenus pour les estimations de la fécondité journalière de la population (cf. tableau 3). Six de ces échantillons proviennent de l'échantillonnage complémentaire effectué avec la flotte commerciale cantabrique, et le septième de la campagne ERAG94. Ils renforcent la couverture spatiale dans l'aire océanique-cantabrique, pour améliorer la précision des estimations du poids moyen et de la proportion de chaque âge dans la strate.

<sup>5</sup> Pour la définition "d'une femelle de jour  $i$ ", voir annexe 1.

<sup>6</sup> Si des poids manquent pour les individus échantillonnés, on utilise les relations taille-poids de chaque sexe pour leur en affecter un.

Pour l'estimation de la distribution par tailles et de la composition par âges des anchois dans chaque strate, on fait la somme des répartitions par tailles ou par âges des échantillons individuels, en les pondérant par un indice d'abondance en nombre, assigné en fonction de la zone de la strate d'où provient l'échantillon (cf. annexe 1).

Par la suite, ces proportions d'anchois en nombre par tailles et par âges sont multipliées par le nombre d'anchois présents dans la strate pour obtenir le nombre correspondant d'anchois par tailles et par âges dans celle-ci. D'un autre côté, l'estimation du nombre total d'anchois ( $N_j$ ) présents dans la strate  $j$  est obtenue comme le quotient de la biomasse totale dans la strate ( $B_j$ ) par le poids moyen des anchois dans la strate ( $W_j$ ) (mâles et femelles confondus). Ainsi on obtient :

$$N_j = B_j / W_j \quad \text{et} \quad N_{aj} = N_j \cdot E_{aj}$$

où

$N_{aj}$ : le nombre d'anchois de taille ou d'âge  $a$  présents dans la strate  $j$  ;

$E_{aj}$ : la proportion en nombre d'anchois de taille ou d'âge  $a$  présents dans la strate  $j$ .

Les variances de ces paramètres sont estimées en appliquant la méthode delta (Seber, 1982) aux formules précédentes.

## 5. RESULTATS.

### 5.1 Couverture de la zone d'échantillonnage.

La surface totale échantillonnée est de 60 330 km<sup>2</sup>. Dans cette zone, l'aire de ponte effective des anchois (A), couvre une superficie de 48 735 km<sup>2</sup>.

En fait, compte tenu des difficultés de navigation liées au mauvais temps, le plan d'échantillonnage projeté n'a pu être totalement suivi. En particulier, les transects 44°30'N et 44°N n'ont pas été réalisés et un transect non prévu a été effectué à la latitude 44°48'N.

Dans les zones côtières, au nord, à la latitude 46°07'N, et au sud-ouest, à la longitude 4°20'W, apparaissent quelques stations où l'on trouve des oeufs d'anchois, mais en faibles densités : généralement moins de cinq oeufs par unité de surface<sup>7</sup>. Cela permet d'affirmer que la surface de ponte a été délimitée du manière satisfaisante.

### 5.2 Abondance et distribution des oeufs d'anchois dans le golfe de Gascogne en 1994.

De très fortes densités d'oeufs sont observées en zone côtière et proche de la côte espagnole jusqu'à l'embouchure de la Gironde (figure 5). Les estimations par zone (tableau 4) montrent que la densité d'oeufs d'anchois est plus du triple en zone côtière que dans la zone située plus au large. On peut observer également qu'au nord de la latitude 45°N, les oeufs d'anchois sont trouvés en deçà de la sonde des 80 mètres alors qu'au sud, la présence d'oeufs est détectée jusqu'au talus continental (figure 6). La zone de ponte située le plus au large se rencontre à la latitude du Gouf de Cap Breton.

Les résultats obtenus (tableau 4) sur l'évaluation des taux de mortalité instantanés (Z) font apparaître une précision très faible de ces estimations (CV<sup>8</sup> de 0,63 et 0,84 pour les deux aires étudiées) qui relativise la forte différence trouvée entre les deux strates étudiées.

<sup>7</sup> Une unité de surface = 0,05m<sup>2</sup>.

<sup>8</sup> CV = coefficient de variation

Au total, la production journalière d'oeufs est estimée à près de 4500 milliards d'oeufs, 61% de cette production se faisant dans une zone côtière située principalement de l'embouchure de l'Adour à celle la Gironde.

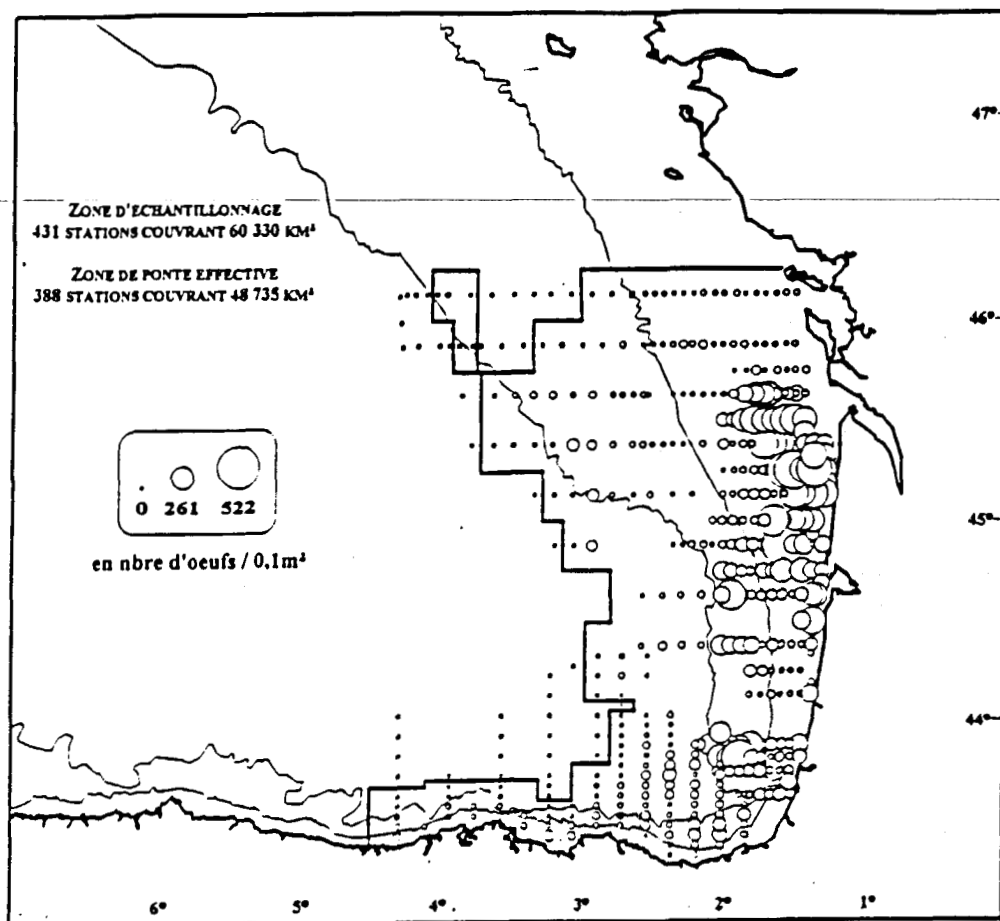


Figure 5 : Estimation des densités d'oeufs d'anchois par station dans le golfe de Gascogne au mois de mai 1994.

Tableau 4 : Estimation des différents paramètres liés à la production journalière d'oeufs d'anchois dans le golfe de Gascogne en mai 1994. (coefficients de variations).

Paramètres	Côte française	Zone océanique et Cantabrique	Aire totale
Aire échantillonnée en km <sup>2</sup>	14 586	45 744	60 330
Aire de ponte en km <sup>2</sup>	14 586	34 149	48 735
Densité (P <sub>0</sub> ) en nbre d'oeufs/ 0,1m <sup>2</sup>	18,77 (0,20)	5,09 (0,20)	8,77 (0,17)
Taux de mortalité journalier (Z)	0,153 (0,84)	0,222 (0,63)	0,148 (0,74)
Production d'oeufs (P)	2,74 • 10 <sup>12</sup> (0,21)	1,74 • 10 <sup>12</sup> (0,15)	4,48 • 10 <sup>12</sup> (0,14)



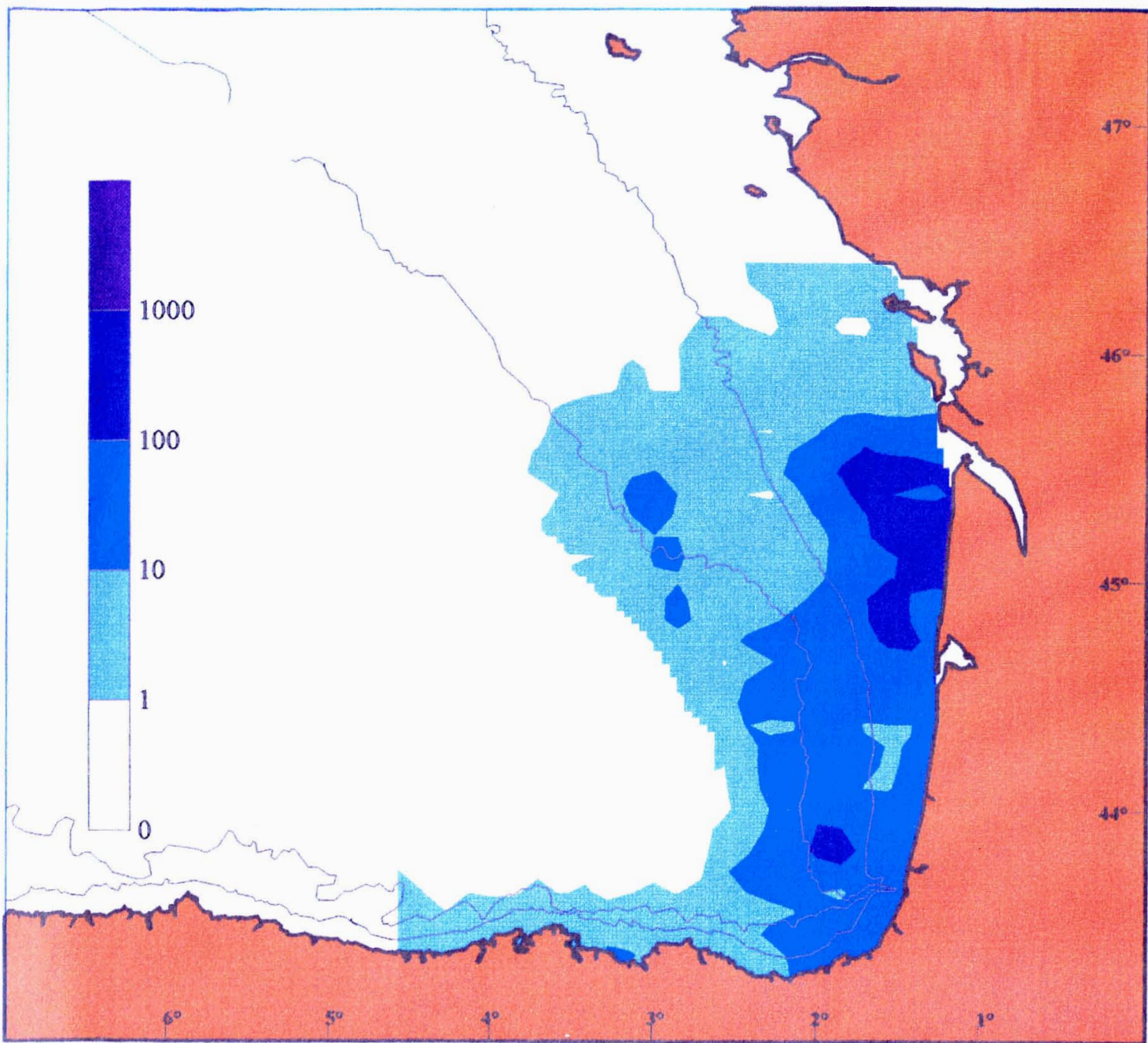


Figure 6 : Estimation de la distribution des oeufs d'anchois (en nombre par unité de surface) dans le golfe de Gascogne au mois de mai 1994.

### 5.3. Distribution spatiale de la population d'anchois suivant la taille et l'âge.

La figure 7 permet de mettre en évidence la distribution des poids échantillonnés dans le golfe de Gascogne. Les anchois les plus lourdes se situent au-delà de la sonde des 100 mètres et sur le bord du plateau continental. La distribution des tailles confirme cette distribution des poids et la figure 8 montre bien cette différence des longueurs totales moyennes entre les anchois de la zone côtière (14,1 cm et 18,2 g en moyenne) et ceux de la zone plus océanique 15,5 cm pour 25,1 g en moyenne (tableau 5).

Tableau 5 : Caractéristiques et répartition en nombre des anchois selon les zones inventoriées. (Les nombres entre parenthèses représentent les coefficients de variations).

Zones	Groupe d'âges	%	Poids (en g)	Taille (en cm)
Côte française	1 an	84,2 (0,07)	16,8 (0,21)	13,8 (0,06)
	2 ans	15,8 (0,35)	22,7 (0,22)	15,1 (0,07)
	Total	100	18,2 (0,06)	
Zone océanique et Cantabrique	1 an	34,2% (0,15)	18,7 (0,21)	14,2 (0,06)
	2 ans	60,4% (0,08)	27,8 (0,23)	16,0 (0,07)
	3 ans	5,4% (0,27)	32,3 (0,20)	16,8 (0,06)
	Total	100	25,11 (0,04)	
Aire totale	1 an	69,9 (0,06)	17,1 (0,18)	13,8 (0,06)
	2 ans	28,6 (0,15)	25,8 (0,17)	15,7 (0,05)
	3 ans	1,5 (0,27)	32,3 (0,20)	16,8 (0,06)
	Total	100	20,2 (0,04)	

La distribution des tailles correspond, en fait, à une répartition en âge différente suivant les zones inventoriées dans le golfe de Gascogne. La figure 9 montre que les poissons les plus âgés se trouvent plus au large ou près des côtes cantabriques : 65% d'anchois âgés de deux ans dans la strate dite "océanique" alors que les anchois échantillonnés près des côtes françaises sont surtout des anchois d'un an : 85% de l'effectif étudié.

### 5.4 Estimation des paramètres pour le calcul de la fécondité journalière de la population.

□ Estimation du poids total des femelles présentant des ovaires hydratés à partir du poids des femelles sans gonade.

La relation entre les poids des femelles non hydratées ( $W_t$ ) et leurs poids sans les ovaires ( $W_{so}$ ) estimée à partir d'un lot de 700 individus est la suivante :

$$W_t = 1,094 * W_{so} - 0,127 \quad r = 0,99$$

Cette équation a permis d'estimer le poids total corrigé des femelles hydratées<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Les observations utilisées sont effectuées sur les femelles qui ont des ovaires non hydratés. De cette manière, on corrige le biais lié à l'accroissement temporaire de poids du poisson dû à l'accumulation d'eau dans les tissus au moment de cette phase du cycle de la reproduction.

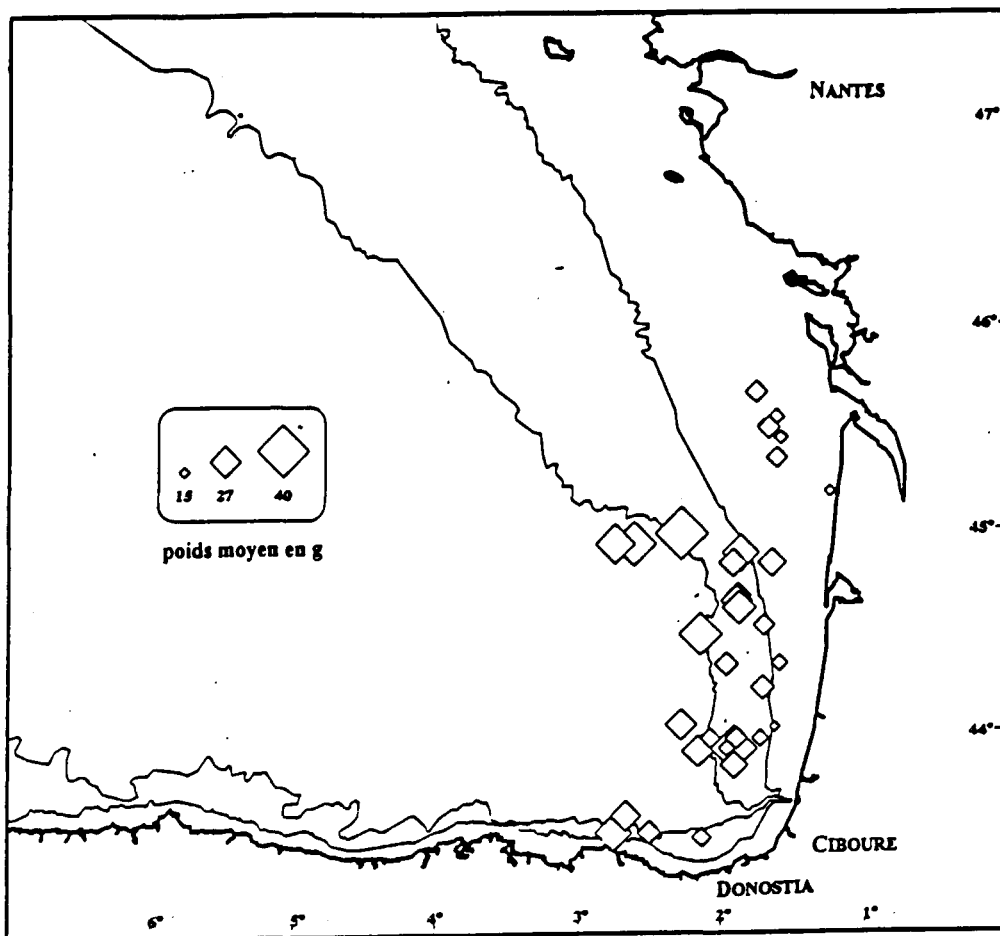


Figure 7 : Distribution géographique des poids moyens des échantillons d'anchois récoltés dans le cadre de la mission BIOMAN94

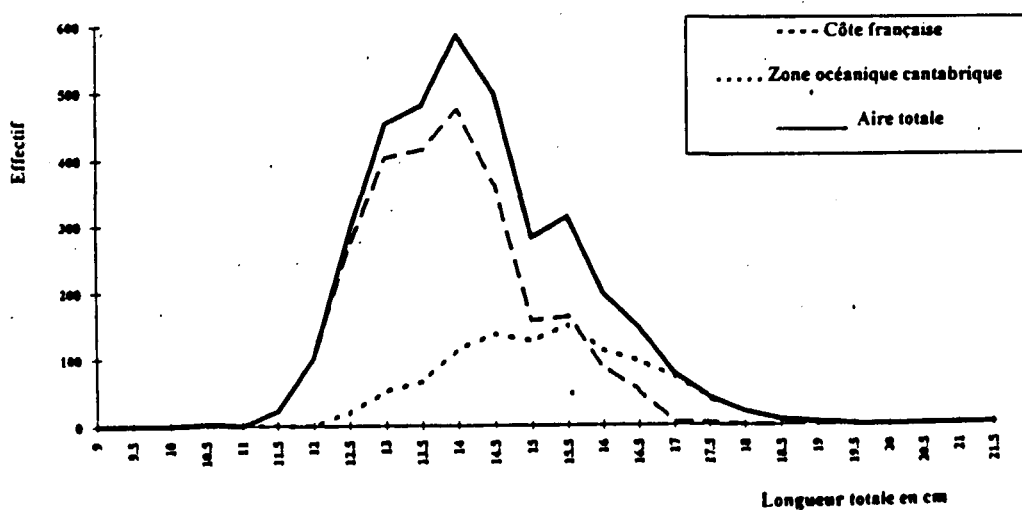


Figure 8 : Distribution des tailles des anchois échantillonnés dans le cadre de la campagne BIOMAN94.

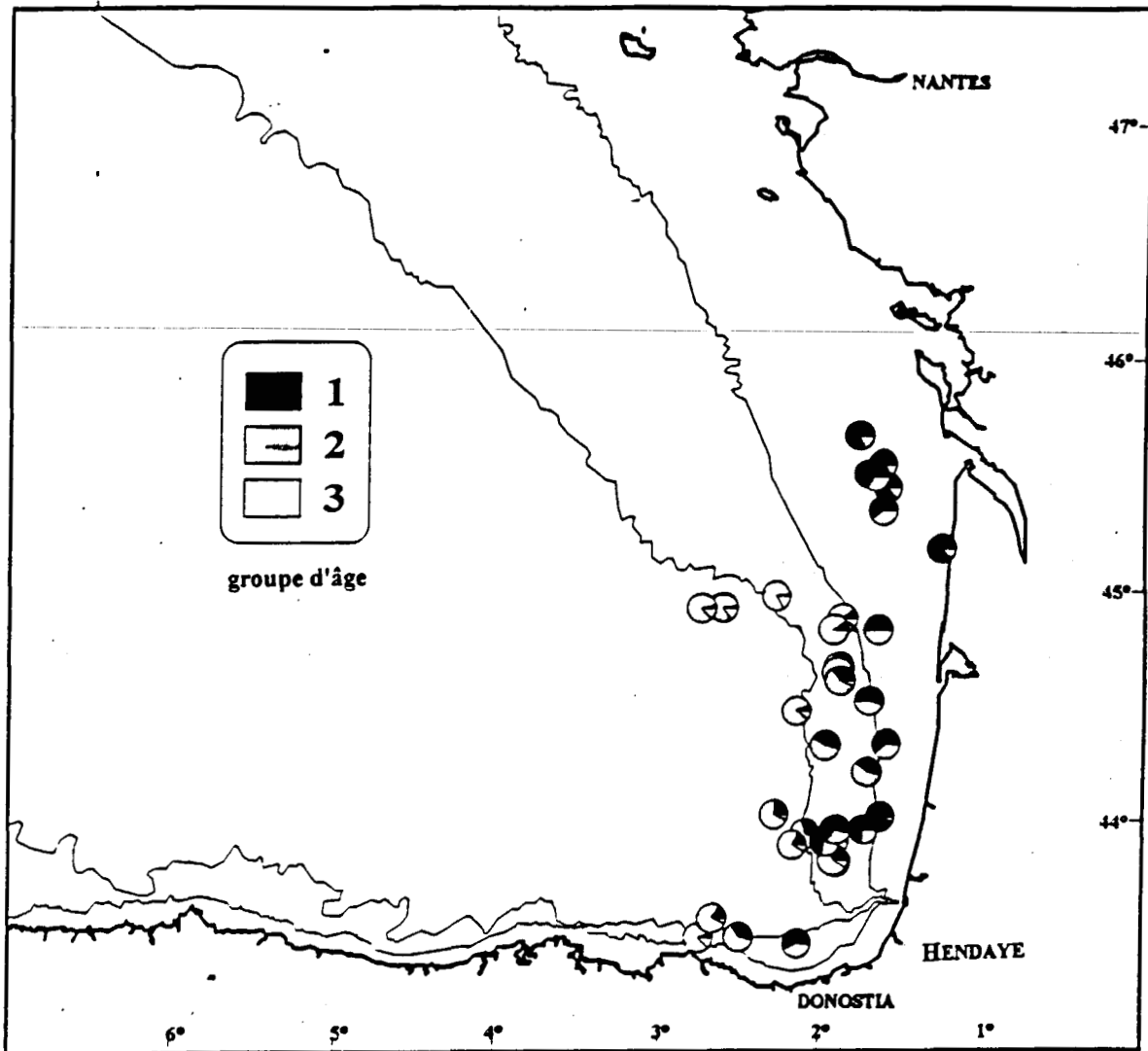


Figure 9 : Répartition des âges (proportions en nombre) dans les échantillons récoltés durant la campagne BIOMAN94.

□ Relation entre la fécondité par lot ( $F$ ) et le poids des femelles hydratées sans gonade ( $W_{50}$ ).

$$F = 607,7 * W_{50} - 1416,04 \quad r = 0,85$$

L'estimation de la fécondité par lot en fonction du poids sans gonade a été obtenue à partir des observations récoltées sur un lot de 103 femelles en phase d'hydratation. Leurs poids sans gonade étaient compris entre 14 et 48 g.

Les estimations ont été faites pour chaque zone : côtière et océanique. Comme aucune différence significative n'a été trouvée entre les paramètres des différentes équations, les relations globales ont été utilisées pour l'estimation des poids des femelles et des fécondités par lot.

□ Estimation des paramètres caractérisant la reproduction de l'anchois et sa ponte.

■ poids moyen des femelles (W):

Les poids moyens des femelles observés pour la zone côtière sont inférieurs (20,6 g) à ceux observés dans la zone océanique et Cantabrique (30,4 g). En moyenne, l'estimation du poids est de 23,3 g (tableau 6).

■ le rapport des sexes (R):

A partir des échantillons récoltés, on obtient des proportions en poids de femelles de 52,9 % pour la zone côtière française et de 49,4 % pour le reste de l'aire échantillonnée. Si l'on prend comme hypothèse l'égalité des sexes (rapport des sexes d'un) et compte tenu du poids supérieur des femelles en moyenne, les valeurs obtenues auraient été de 54,2 % sur la côte française et de 55,1 % pour la partie plus océanique. Comme ces valeurs sont comparables à celles obtenues antérieurement (Motos 1994), ce sont celles que nous retiendrons pour l'estimation de la biomasse.

■ la fécondité par lot (F):

Les valeurs des fécondités partielles sont largement inférieures dans la zone côtière : 10 217 oeufs par ponte pour 15 498 oeufs par ponte plus au large, compte tenu du poids moyen inférieur des femelles près des côtes. Par contre la fécondité par lot relative (pondération par le poids) est comparable : 497 oeufs pour la zone côtière française et 510 oeufs pour la zone restante, et voisine, quelle que soit la zone, de 500 oeufs par ponte et par gramme de femelles en phase de ponte.

■ la proportion des femelles en ponte (S):

Globalement, 23% des femelles sont journalièrement en activité de ponte. Chaque jour durant la saison de ponte, dans la zone côtière française, 22,6 % des femelles pondent. Cette proportion augmente dans la zone océanique 24,6%, mais les différences entre ces régions ne sont pas significatives.

Tableau 6 : Caractéristiques biologiques de la population de géniteurs d'anchois échantillonnés dans le golfe de Gascogne durant la campagne BIOMAN94. (entre parenthèses figure le coefficient de variation).

Caractéristiques	Côte française	Aire océanique et cantabrique	Aire totale
poids moyen des femelles matures en g	20,56 (0,07)	30,38 (0,05)	23,27 (0,06)
rapport des sexes en poids	0,54 (0,01)	0,55 (0,01)	0,54 (0,01)
fécondité par lot en nombre d'oeufs / ponte	10217 (0,08)	15498 (0,05)	12767 (0,05)
proportion de femelles en ponte	0,23 (0,11)	0,25 (0,08)	0,23 (0,10)
fécondité journalière en oeufs / g / jour	60,83 (0,12)	69,07 (0,08)	63,78 (0,11)

□ *Estimation de la fécondité journalière de la population (P):*

Compte tenu, de la fécondité par lot, du rapport des sexes, de la fréquence de ponte et du poids moyen des femelles, l'estimation de la fécondité journalière de l'anchois<sup>10</sup> dans le golfe de Gascogne est de 64 oeufs par gramme d'anchois. Les valeurs observées pour les deux grandes strates d'échantillonnage déterminées : 60,8 oeufs par gramme d'anchois pour la zone côtière et 69,1 pour la zone océanique ne diffèrent pas significativement.

**5.5 Evaluation de l'abondance de la population des géniteurs d'anchois durant les mois de mai et juin 1994.**

L'estimation des fécondités journalières et des productions d'oeufs chaque jour dans le golfe de Gascogne permet d'évaluer le stock d'anchois à 71 000 tonnes. Le coefficient de variation de cette estimation est de 16%, ce qui correspond à une valeur de 11 700 tonnes. Cette biomasse se répartit en 45 622 tonnes le long de la côte française et 25 400 tonnes pour le reste de l'aire de ponte (eaux françaises et espagnoles réunies). Les coefficients de variation sont respectivement de 24 et 17%. Le tableau 7 indique la répartition en âge de cette population et les caractéristiques des différents groupes d'âge. Au total, la population d'anchois âgés d'une année représente 2 500 millions d'individus. Il forme la fraction principale, 71% en nombre, de la population. Ces anchois nés au printemps 1993 constituent le recrutement de l'année 1994. Le groupe de poissons âgés de 2 ans ou plus est loin d'être négligeable et atteint près du tiers de la population totale (1 060 millions de poissons). Ce groupe d'âge est particulièrement important dans la partie océanique de la zone de ponte.

**Tableau 7 : Répartition en nombre des groupes d'âge d'anchois selon les zones inventoriées (entre parenthèses figure le coefficient de variation).**

Groupe d'âges	Côte française 45 622 tonnes	Zone océanique 25 318 tonnes	Aire de ponte 70 940 tonnes
1 an	2 112 (0,26)	345 (0,28)	2457 (0,23)
2 ans	396 (0,41)	610 (0,17)	1006 (0,19)
3 ans		54 (0,28)	54 (0,28)
total	2 508 (0,24)	1 009 (0,18)	3517 (0,18)
2+ (*)	396 (0,41)	664 (0,15)	1059 (0,18)

(\*) Il s'agit ici de la sommation des individus des groupes d'âges 2 et 3.

**6. DISCUSSION ET PERSPECTIVES.**

**6.1 Précision des résultats obtenus.**

Le non échantillonnage de quelques stations, en particulier à proximité de l'embouchure de l'Adour, a pu augmenter l'imprécision concernant l'estimation de la production journalière d'oeufs d'anchois car les productions journalières de ces stations ont été estimées à partir des productions des zones adjacentes sur la même isobathe. Cependant, la

<sup>10</sup> Tous sexes confondus.

simple omission de celles-ci aurait abouti à sous-estimer de 12% la production totale d'oeufs, ce qui aurait diminué de 2500 à 3000 tonnes la biomasse totale d'anchois pour l'ensemble du golfe de Gascogne.

L'utilisation d'une technique d'échantillonnage stratifiée a permis d'améliorer la précision sur l'estimation globale de la production journalière d'oeufs, même si on ne note pas de différences significatives entre les fécondités spécifiques journalières exprimées en nombre d'oeufs par gramme d'anchois. En effet, cette stratification - strates "côtière" et "océanique-cantabrique" permet de diminuer la variabilité des poids et des fécondités partielles qui interviennent fortement sur la précision des fécondités relatives et donc des biomasses. En outre, la constance de la fécondité relative en fonction du poids moyen (Motos *et al.* 1991) permet d'obtenir des estimations de la fécondité journalière peu sensibles à la variabilité spatiale des poids.

Il conviendra, cependant, d'analyser avec plus de finesse la répercussion des fortes indéterminations sur le taux de mortalité  $Z$  qui entre dans l'équation de calcul de la production d'oeufs journalière et le modèle mathématique utilisé pour la détermination de  $Z$  et  $P_0$ .

## 6.2 L'année 1994 par rapport à la série d'observations disponible.

L'analyse des données disponibles pour la période 1987-1994 (tableau 8) montre que la production journalière d'oeufs d'anchois ( $P$ ) peut varier d'un facteur 9 selon les années (730 milliards d'oeufs par jour en 1989 contre 6700 milliards en 1990). Pour différentes campagnes réalisées la même année, la production varie très peu (1,3 au maximum pour l'année 1990). Cela confirme bien la pertinence de l'estimation de la biomasse à partir d'une seule campagne réalisée durant la période principale de ponte.

En 1994, la production journalière, estimée à 4500 milliards d'oeufs, est voisine de celle observée en 1988, mais inférieure à celles recensées dans le Golfe en 1990 et 1992.

La fécondité spécifique,  $F/W$  (en nombre d'oeufs par gramme d'anchois et par jour) estimée entre 60 et 70, se situe dans la moyenne des valeurs observées, et comprises entre 50 et 90 environ sur la période d'observation 1987 à 1994.

La biomasse de géniteurs d'anchois en 1994 est inférieure à celles estimées en 1992 ou en 1990, mais très supérieure aux biomasses que nous avons pu recenser en 1991 ou en 1989 (figure 10).

L'année 1994 est caractérisée par une structure d'âge de la population de géniteurs assez particulière. En effet, alors que l'abondance des géniteurs d'un an issus de la ponte de l'année 1993 se situe dans des valeurs moyennes (2500 millions d'individus<sup>11</sup>), celle des géniteurs âgés de deux ans (environ 1000 millions de poissons) est 3 à 5 fois plus importante que les valeurs recensées durant la période 1987 à 1992. Malheureusement, l'interruption des campagnes en 1993 ne permet pas de savoir si cette importante population de poissons de deux ans est liée à une très forte abondance d'anchois en 1993, très supérieure à celles observées en 1990 et 1992, ou à une variation du taux de mortalité naturelle des anchois entre les deux pontes successives<sup>12</sup>. En revanche, on note, comme les années précédentes, un gradient de taille et de l'âge de la côte vers le large (Motos et Uriarte 1991, 1992, 1993, Cendrero 1995).

Enfin, les observations effectuées en 1994 renforcent la relation établie entre la biomasse de géniteurs et l'étendue de l'aire de ponte et confirment bien que les variations de l'extension de la zone de ponte correspondent aux fluctuations de la population de géniteurs d'anchois (figure 11). L'extension de cette aire peut être qualifiée de moyenne en 1994.

<sup>11</sup> Les extrêmes observés sont 246 millions d'individus de 1 an en 1989 et plus de 5 500 millions en 1990 et 1992.

<sup>12</sup> Il semble cependant peu probable que la population d'anchois en 1993 ait été 5 fois supérieure en abondance à celles recensées en 1990 et 1992.

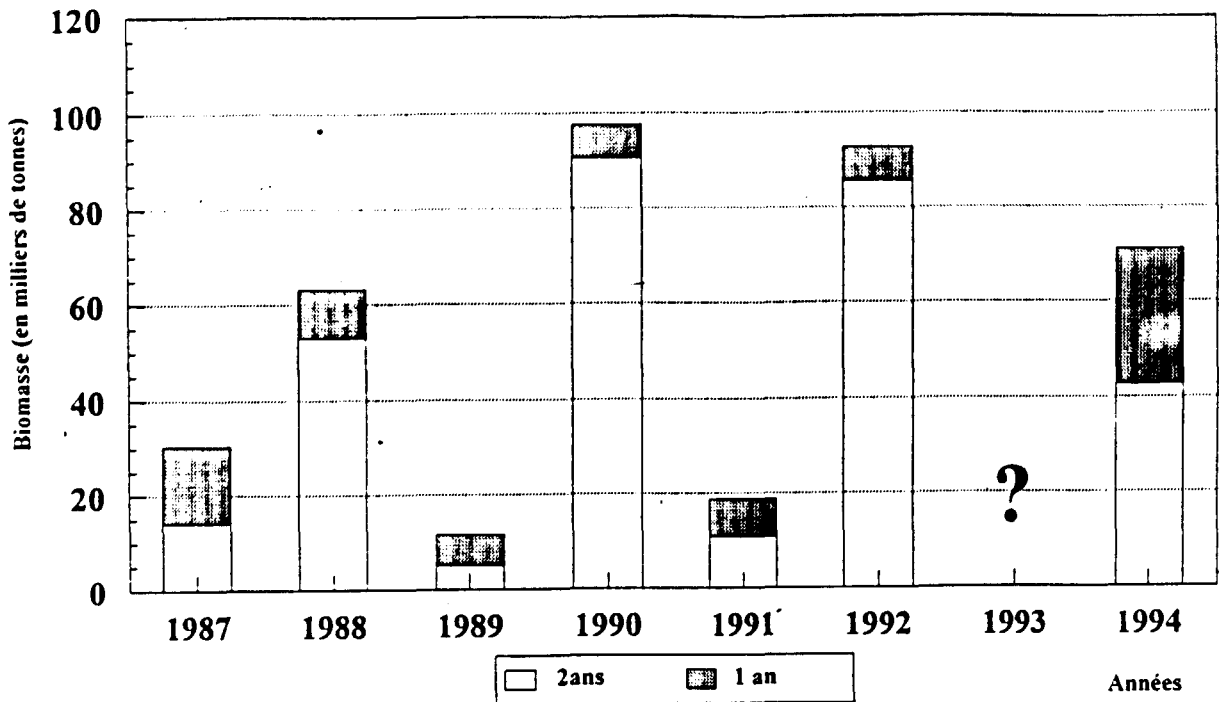


Figure 10 : Variation de la biomasse d'anchois dans le golfe de Gascogne estimée par la méthode de la production journalière des oeufs.

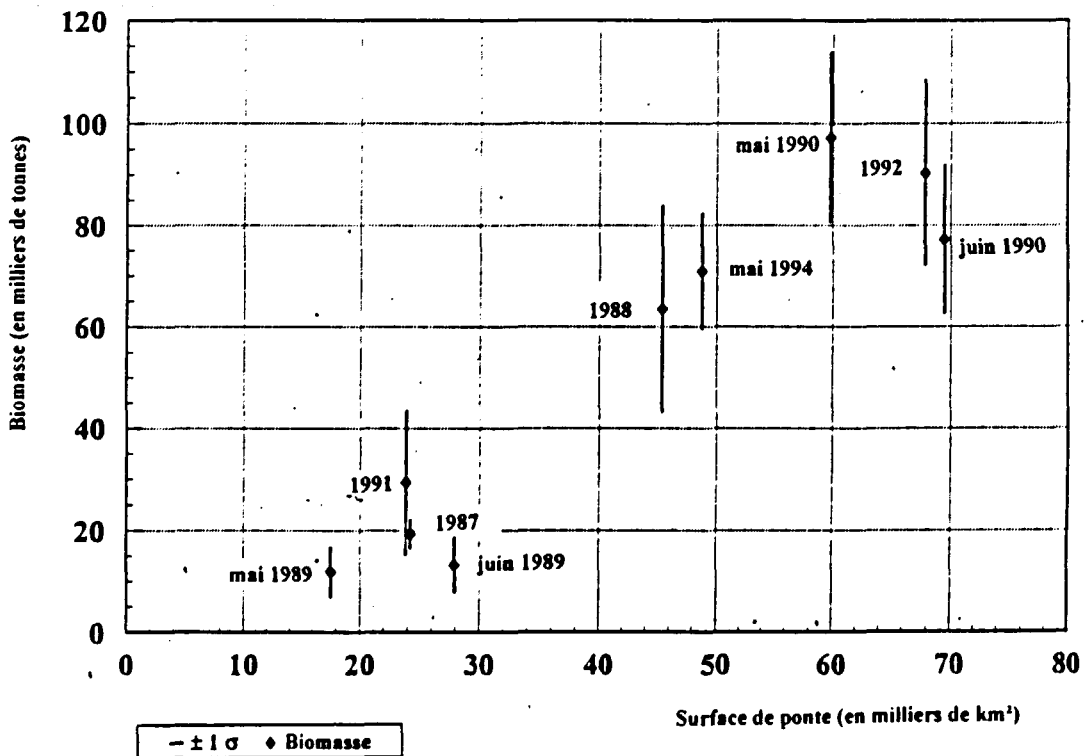


Figure 11 : Relation entre la surface de la zone de ponte et l'importance de la biomasse chez l'anchois du golfe de Gascogne.



**Tableau 8 : Sommaire des observations effectuées sur les populations d'anchois du golfe de Gascogne de 1987 à 1994. (Les nombres entre parenthèses représentent les coefficients de variations).**

	1987 2 au 7 juin	1988 20 au 28 mai	1989 10 au 21 mai	1989 14 au 25 juin	1990 4 au 15 mai	1990 29 mai au 15 juin	1991 16 mai au 7 juin	1992 16 mai au 13 juin	1994 17 au 28 mai
Temp. en °C	16,4	16,5	16,6	20,8	17,0	17,9	15,6	17,8	15,8
Echantillons	196	358	337	437	525	536	538	617	431
Zone échantillonnée (km <sup>2</sup> )	34 934	59 840	37 930	69 814	79 759	79 478	84 032	92 781	60 330
Zone de ponte (km <sup>2</sup> )	23 850	45 384	17 546	27 917	59 757	69 471	24 264	67 796	48 735
Production (P0)	4,61 (0,32)	5,52 (0,21)	2,08 (0,27)	1,48 (0,30)	3,78 (0,20)	4,86 (0,09)	2,55 (0,20)	3,12 (0,14)	8,77 (0,17)
Mortalité (Z)	0,26 (0,78)	0,18 (0,68)	0,18 (1,08)	0,94 (0,41)	0,51 (0,63)	0,68 (0,75)	0,22 (0,65)	0,22 (0,64)	0,15 (0,74)
Prod. jour.	2,20* 10 <sup>12</sup> (0,32)	5,02* 10 <sup>12</sup> (0,21)	0,73* 10 <sup>12</sup> (0,27)	0,83* 10 <sup>12</sup> (0,48)	5,02* 10 <sup>12</sup> (0,20)	6,7* 10 <sup>12</sup> (0,25)	1,27* 10 <sup>12</sup> (0,10)	5,81* 10 <sup>12</sup> (0,09)	4,48* 10 <sup>12</sup> (0,14)
Poids moyen en g	33,8 (0,03)	29,2 (0,01)	29,7 (0,03)	23,7 (0,06)	19,7 (0,03)	17,1 (0,03)	22,6 (0,04)	17,9 (0,03)	23,3 (0,06)
Sex ratio (R)	54 (0,06)	52 (0,05)	54 (0,07)	51 (0,12)	53 (0,04)	58 (0,11)	59 (0,05)	56 (0,03)	55 (0,01)
Fécondité (F)	15 904 (0,06)	15 783 (0,05)	12 977 (0,04)	15 307 (0,07)	7 039 (0,03)	8 993 (0,03)	11 761 (0,05)	9 246 (0,13)	11 767 (0,06)
Fécondité spéc.	470	540	438	646	357	525	520	517	506
(S)	32 (0,18)	29 (0,07)	26 (0,10)	17 (0,23)	28 (0,04)	30 (0,06)	23 (0,12)	25 (0,30)	23 (0,10)
Prod. rel. jour.	81,3 (0,36)	81,4 (0,23)	62,3 (0,13)	54,8 (0,28)	52,2 (0,36)	90,1 (0,12)	67,5 (0,15)	71,6 (0,24)	63,8 (0,11)
Biomasse en tonnes	29 365 (0,48)	63 500 (0,32)	11 861 (0,41)	10 058 (0,55)	97 239 (0,17)	77 254 (0,19)	19 276 (0,14)	90 270 (0,20)	70 940 (0,16)

### 6.3 Perspectives.

L'association des élus de l'AGLIA, du Département de l'Industrie, de l'Agriculture et de la Pêche du Gouvernement Basque, des professionnels français, des scientifiques espagnols et français de l'AZTI, de l'IMA et de l'IFREMER et la collaboration technique des professionnels espagnols ont permis de mener à bien cette évaluation de la biomasse d'anchois dans le golfe de Gascogne. Ceci constitue une avancée très importante dans la gestion de cette espèce qui est une des toutes premières ressources économiques du Golfe.

Le suivi des pêcheries et des débarquements constituait le minimum nécessaire pour évaluer ce qui est prélevé (catégories de tailles et d'âges) et quand, où et dans quelles conditions l'espèce est exploitée. Parallèlement à ces études, des campagnes océanographiques sont venues compléter et relativiser ces observations en permettant d'accroître les connaissances sur les fluctuations de la population, sur la répartition des groupes d'âges et sur le comportement de l'anchois dans le golfe de Gascogne.

Ces travaux ont permis la définition de garde-fous (moule limite, zones d'interdiction temporaire, calendriers de pêche) qui ont été validés par le Conseil International pour l'Exploitation de la Mer. L'accroissement très important des débarquements et de l'effort de pêche dès la fin des années quatre-vingts et le début de cette décennie obligent les gestionnaires à maintenir ce niveau d'études pour prendre leurs décisions en connaissance de cause. L'interruption du suivi de l'évolution en 1993 liée à l'arrêt du programme européen FAR pouvait conduire à une exploitation intense de cette ressource complètement menée à l'aveuglette. La décision prise par les décideurs politiques et les professionnels pour la reprise de ces études intervient à un moment particulièrement propice. Elle permettra enfin, grâce à l'utilisation de la technique de la production journalière d'oeufs d'anchois, d'obtenir des renseignements quantitatifs sur le devenir de cette population et ainsi de mieux renseigner les exploitants sur des situations de pénuries qui restent toujours possibles.

Outre l'intérêt pour les gestionnaires, la poursuite de ces campagnes est importante au plan de l'amélioration des connaissances sur les relations entre l'environnement et la variabilité de cette ressource. Elle est le complément indispensable aux études déjà réalisées par l'AZTI, l'IEO, et l'IFREMER dans le cadre du programme FAR et poursuivies par IFREMER sur l'écologie de cette espèce (programmes ERAG) qui permettront de mieux comprendre pourquoi d'une année à l'autre la productivité de cette population peut fluctuer considérablement.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Productivité exprimée en nombre d'anchois d'un an produits par 1000 tonnes de biomasse ( d'après Anonyme 1993).

## REMERCIEMENTS .

Ce travail a reçu l'appui financier de l'Association Grand Littoral (AGLIA), des professionnels de la Commission Anchois du Comité National des Pêches et des Elevages marins et du Département de l'Agriculture et de la Pêche du Gouvernement Basque.

Le travail à la mer a été assuré par N. Caill, F.-X. Cuende, J. Martinez, G. Morandeu, K. Metuzals, L. Motos et T. Nielssen à bord du MEFI; par S. Arego, L. Cuesta, I. Martin, I. Rico, et A. Uriarte à bord de l'EXPLORADOR ; par D. Guérault et J. Massé à bord de la THALASSA (en ordre alphabétique).

La compétence et l'esprit de collaboration des patrons et matelots du MEFI et de l'EXPLORADOR doivent être soulignés. Ce travail n'aurait pu voir le jour sans l'aide des patrons et matelots des senneurs basques et cantabres pour la récolte des échantillons qui a été coordonnée par B. Villamor de l'IEO de Santander.

Les photographies des oeufs d'anchois ont été prises par G. Choubert de l'INRA. Tous nos remerciements au personnel de la Station de l'INRA de Saint-Pée sur Nivelle pour son aide.

Enfin, I. Martin, I. Rico, L. Chauchat, F. Vial et V. Prouzet ont participé à l'analyse des échantillons en laboratoire.

## REFERENCES.

- Anonyme, 1993. Report of the Working Group on the Assessment of Mackerel, Horse Mackerel, Sardine, and Anchovy. Int. Coun. Explor. Sea C. M. 1993/ Assess:19.
- Alheit, J. 1993. Applications of daily egg production method to Clupeoid fish. In J.R. Hunter and N. C. H. Lo (eds), Ichthyoplankton Methods for estimating Fish Biomass. Sci. Ser. Bull. Sc., Vol 53(2): 754-764.
- Armstrong, M. P., Shelton, I. Hampton, G. Jolly et Y. Melo. 1988. Egg production estimates of anchovy biomass in the Southern Benguela system. Cal. Coop. Fish. Invest. Rep. 25: 43-52.
- Cendrero, O. (ed). 1994. Improvement of Stock Assessment by direct methods. Its application to the Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Bay of Biscay. Programme FAR. U. E. 86 pp.
- Cochran, W.G., 1977. Sampling techniques. John Wiley, New York. 428 pp.
- Draper, N. R. et H. Smith, 1981. Applied Regression Analysis. John Wiley, New York. Second Edition.
- Garcia, A., N. Perez, N. C. H. Lo A, Lago de Lanzas et Sola, A. 1992. The egg production Method applied to the spawning biomass estimation of sardine, *Sardina pilchardus* (Walb.), on the North Atlantic Spanish coast ( El Método de Produccion de Huevos aplicado a la estimacion del stock reproductor de sardina, *Sardina pilchardus* (Walb.), en aguas noratlanticas espanolas). Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 8(1): 123-138.
- Hunter, J.R. 1985. Preservation of Northern Anchovy in Formaldehyde Solution . In Lasker, R. (ed) 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS. 36, 79-93.
- Hunter, J. R. et S. R. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. Fish. Bull. ( 77 ) 3.
- Hunter, J. R. et B. J. Macewicz. 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency and temporal pattern of spawning for the northern anchovy *Engraulis mordax* during the 1979 spawning season. Cal. Coop. Fish. Invest. Rep., 21:139-149.
- Hunter, J. R. et B. J. Macewicz. 1985. Measurement of Spawning Frequency in Multiple Spawning Fishes. In Lasker, R. (ed) 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS. 36,79-93.
- Hunter, J. R., N. C. H. Lo et R. J. H. Leong. 1985. Batch Fecundity in Multiple Spawning Fishes. In Lasker, R. (ed) 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS. 36, 67-77.
- Hunter, J. R. et R. J. H. Leong. 1981. The spawning energetics of female northern anchovy, *Engraulis encrasicolus*. Fish. Bull., U. S. 79:215-230.
- Lasker, R. (ed) 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS. 36.
- Leong, R. 1971. Induced spawning of the northern anchovy. *Engraulis mordax* Girard. Fish. Bull. U. S. 69: 357-360.

- Martin, I. et A. Uriarte. 1989. Stock assessment of the Bay of Biscay anchovy and catch predictions for 1989. ICES CM 1989/ H:24pp. mimeo.
- Massé, J. et N. Retière. 1993. Effect of the number of transects and identification hauls on acoustic biomass estimates when several species are present in an area. Int. Coun. Expl. Sea, C. M. 1993/ H:32.
- Moser, H.G. 1967. Seasonal histological changes in the gonads of *Sebastes paucispinis* Ayres, an ovoviviparous teleost ( Family Scorpaenidae) J. Morphol. 123: 329-354.
- Moser, H. et Ahlstrom, E. 1985. In Lasker, R. (ed) 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS. 36, 37-41.
- Motos, L. 1994. Estimacion de la biomasa desovante de la poblacion de anchoa del Golfo de Viscaya, *Engraulis encrasicolus* a partir de su produccion de huevos. Bases metodologicas y aplicacion. Tesis Doctoral. UPV/ EHU, Leioa, Espagne, 1994.
- Motos, L. et A. Uriarte. 1991. An egg production estimate of the biomass of the Bay of Biscay anchovy in 1990. Int. Coun. Expl. Sea / C. M. 1991/ H:26.
- Motos, L. et A. Uriarte. 1992. An egg production estimate of the biomass of the Bay of Biscay anchovy in 1991. Int. Coun. Expl. Sea / C. M. 1991/H:32. Poster.
- Motos, L. et A. Uriarte. 1993. An egg production estimate of the biomass of the Bay of Biscay anchovy in 1992. Int. Coun. Expl. Sea / C. M. 1991/H:32 Poster.
- Motos, L., J. Santiago et A. Uriarte. 1991. Assessment of spawning biomass of the Bay of Biscay anchovy population, *Engraulis encrasicolus* L. , using the daily egg production method. Int. Coun. Expl. Sea. / C. M. 1991/ H:33.
- Palomera, I. 1989. Primeras fases del desarrollo de la anchoa, (*Engraulis encrasicolus*) en la Costa Catalana. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, Espagne.
- Parker, K. 1980. A direct method for estimating northern anchovy, *Engraulis mordax*, spawning biomass. Fish. Bull., U. S. 78:541-544.
- Parker, K. 1985. Biomass model for the egg production method. In Lasker, R. (ed) 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS. 36, 5-6.
- Picquelle, S. 1985. Sampling requirements for the adult fish survey. In Lasker, R. (ed) 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS. 36, 55-57.
- Picquelle, S. et R. P. Hewitt. 1984. Estimates of the spawning biomass of the northern anchovy for the 1983-84 California fishing season. Calif. Coop. Fish. Invest. Rep. 25:16-27.
- Picquelle, S. et G. Stauffer. 1985. Parameter estimation for an egg production method of anchovy biomass assessment. In Lasker, R. (ed) 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS. 36, 7-16.
- Regner, S. 1985. Ecology of planktonic stages of the anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), in the central Adriatic. Acta Adriatica, 26(1): 1-113.

Santander, H., J. Alheit et P.E. Smith. 1984. Estimado de la biomasa desovante de la anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, con el metodo de produccion de huevos en 1981. Bol. Inst. Mar. Peru, Callao. 8 (6) 213-249.

Santiago, J. et A. Sanz. 1992. Daily fecundity of the Bay of Biscay anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) population in 1988 (Fecundidad diaria de la poblacion de anchoa, *Engraulis encrasicolus* (L.) dell golfo de Viscaya en 1988). Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 8(1) 215-224.

Sanz, A. et A. Uriarte. 1989. Reproductive Cycle and Batch Fecundity of the Bay of Biscay Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) in 1987. Cal. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep. 1989.

Sanz, A., L. Motos et A. Uriarte. 1992. Daily fecundity of the Bay of Biscay anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) population in 1987 (Fecundidad diaria de la poblacion de anchoa, *Engraulis encrasicolus* (L.) del golfo de Viscaya en 1987). Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 8(1), 203-214.

Seber, G. 1982. Estimation of animal abundance and related parametres. Macmillan, New York, Second Edition.

Smith, P. E. et R. H. Hewitt. 1985. Sea Survey Design and Analysis for an Egg Production Method of Northern Anchovy Biomass Assessment. In Lasker, R. (ed) 1985. An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report. NMFS. 36, 17-26.

Stauffer, G. et S. Picquelle. 1980. Estimates of the 1980 spawning biomass of the subpopulation on northern anchovy. NOAA Technical Report. NMFS, CA, Adm Rep. LJ-80-09, 41p.

## ANNEXE 1 : BASES METHODOLOGIQUES .

### 1 . Traitement des échantillons de plancton.

Dès que le filet à plancton est sorti de l'eau, il est rincé avec un peu d'eau de mer afin de récupérer dans le collecteur la totalité du plancton filtrée par le filet. Grâce à un tamis de vide de maille identique à celui du filet, le plancton est séparé de l'eau de mer restant dans le collecteur puis est recueilli dans un flacon de 250 ml contenant une solution de formaldéhyde à 4% tamponnée par du tétraborate de sodium. Chaque flacon est numéroté et une étiquette indélébile reprenant le numéro du récipient est introduite dans la solution contenant le plancton.

Au laboratoire, les oeufs d'anchois sont dénombrés sous loupe binoculaire en lumière réfléchie. Ils se reconnaissent par une forme ovoïde. Les oeufs d'anchois ainsi triés sont ensuite conservés dans une solution permettant leur conservation<sup>14</sup> à l'intérieur de tubes étiquetés en conséquence.

Après le comptage des oeufs d'anchois, la détermination des stades de développement embryonnaire à partir d'un échantillon maximum de 50 oeufs est effectuée selon une grille établie par Moser et Ahlstrom (1985) (cf. annexe 3).

### 2. Traitement des échantillons d'anchois adultes.

Les échantillons utilisés sont ceux qui ont été récoltés durant la période de la campagne et dans l'aire échantillonnée pour l'estimation de la production journalière d'oeufs. Sur les bateaux de la flottille commerciale, les poissons sont ouverts ventralement puis introduits dans un flacon contenant une solution de formol à 4%. Sur les bateaux de recherche, les poissons sont mesurés, leur sexe est déterminé et seules les femelles sont conservées. L'échantillonnage est arrêté dès que 60 individus ont été mesurés et que 35 femelles ont été identifiées.

Au laboratoire, les individus sont mesurés et sexés. Les otolithes sont prélevées sur les poissons congelés. Les ovaires sont extraites et pesées à 0,01g près puis conservées dans une solution de formol.

Pour l'estimation de la fécondité partielle, les femelles présentant des follicules post-ovulatoires sont écartées de l'analyse car elles ont pondu au moment de leurs captures (sous-estimation de la fécondité). Le comptage des ovocytes hydratés se fait à partir de trois morceaux d'un ovaire immergés dans de la glycérine. Le comptage se fait en répertoriant les ovocytes de grandes tailles et translucides.

Pour l'estimation de la fréquence des femelles en ponte, une analyse histologique a été effectuée avec le protocole suivant :

- préparation d'une coupe de la zone centrale de l'ovaire sur 0,25 à 0,50cm. Celle-ci est fixée dans une solution de formol durant 24 heures ;

- déshydratation des tissus ovariens dans de l'éthanol à différentes concentrations : 32 heures dans l'éthanol à 70%, 16 heures dans l'éthanol à 90% et 8 heures dans de l'éthanol à 96% ;

- les tissus sont ensuite traités avec un kit d'inclusion "Historesin" et maintenus au minimum 2 jours dans une solution de 50% de résine et d'éthanol à 96%. Puis ils sont passés dans une solution de même nature, mais de concentration 100% durant également 2 jours.

- les coupes fines sont ensuite effectuées et colorées dans une solution standard d'hématoxiline-éosine selon le protocole suivant : 20 minutes d'immersion dans l'hématoxiline, puis 5 minutes de rinçage à l'eau courante ; 15 minutes dans une solution aqueuse d'éosine à 1% puis rinçage à l'eau courante. Cette coloration permet de colorer en bleu les structures membranaires et en rouge le vitellus.

La grille d'âge définie pour les ovaires des femelles en ponte est la suivante :

- ovaire de jour 0 : follicules post-ovulatoires entre 0 et 6 heures d'âge ;

- ovaire de jour 1 : follicules post-ovulatoires entre 6 et 30 heures ;

- ovaire de jour 2 : follicules post-ovulatoires entre 30 et 54 heures ;

- ovaire de plus de 2 jours : follicules post-ovulatoires de plus de 54 heures d'âge.

Les critères d'affectation de l'âge aux follicules post-ovulatoires pour l'anchois du golfe de Gascogne ont été précisés par Motos en 1994.

<sup>14</sup> Pour un litre de solution : 92,5% d'eau distillée ; 2,5% de formol ; 0,5% de phénoxy-éthanol et 4,5% de glycol.

Compte tenu du comportement des femelles en ponte, les femelles de jour 0 apparaissent sur-représentées dans les captures réalisées en période de ponte (Santiago et Sanz 1992). Pour corriger ce biais, les femelles de cette catégorie n'ont pas été prises en compte pour le calcul de la fréquence de ponte (S).

### 3. Calcul de la densité par stade de développement embryonnaire et par âge.

Une fois la répartition en stades  $i$  trouvée pour une station  $j$  déterminée, on calcule la densité d'oeufs par station et par stade par  $m^2$  ( $D_{ij}$ ) de la manière suivante :

$$D_{ij} = C_{ij} \cdot (\pi \cdot r^2)^{-1} \cdot Pr_j \cdot (l_j)^{-1}$$

où :

- $C_{ij}$  = nombre d'oeufs de stade  $i$  à la station  $j$  ;
- $Pr_j$  = profondeur en mètres de la colonne d'eau échantillonnée à la station  $j$  ;
- $r$  = rayon du cercle d'ouverture du filet en mètres ;
- $l_j$  = distance effectivement parcourue par le filet à plancton en mètres déduite des valeurs affichées sur le fluxmètre.

Le terme  $Pr_j \cdot (l_j)^{-1}$  représente un facteur de correction entre la distance affichée par une poulie compteuse et les indications données par le fluxmètre.

Ensuite, à partir de la distribution des stades de développement et de la température de surface de l'eau de mer à la station (considérée comme la température moyenne d'incubation), on définit une distribution de l'âge puisque la vitesse de développement embryonnaire est fortement dépendante de la température du milieu ambiant. Des expériences effectuées sur l'incubation des oeufs d'anchois du golfe de Gascogne ont permis d'établir, en fonction de la température, une correspondance entre le stade et la durée de vie de l'oeuf depuis la ponte (Motos 1994).

L'utilisation du programme informatique STAGEAGE (Lo 1985) permet de transformer les distributions des stades en âges grâce à une table de référence qui prend en compte les données d'abondance des oeufs, la température d'incubation et l'heure de capture en prenant comme hypothèse que la ponte s'effectue entre 22 heures et 6 heures du matin avec un pic de ponte à 2 heures (heure locale).

La formule de conversion utilisée est la suivante (Lo 1985) :

$$Y_{itk} = Y_{it} + k + T_{est}$$

où :

- $Y_{itk}$  = âge moyen d'un stade  $i$  à la température  $t$  et pour une heure de capture  $k$  ;
- $Y_{it}$  = âge moyen du stade  $i$  à la température  $t$  ;
- $k$  = heure de capture ;  $h$  = heure de ponte
- $T_{est}$  = le reste de  $[(Y_{it} + h) / 24]$  appelée heure estimée de la capture.

De cette manière il est possible de définir un âge à plus ou moins  $2 \sigma$  de l'heure estimée de capture. Le problème se pose lorsque l'on capture des stades dont l'âge est en décalage de plus ou moins 12 heures par rapport à l'heure estimée de capture. Dans ces conditions, le programme affecte de manière aléatoire un âge choisis entre 2 cohortes consécutives.

Compte tenu des températures d'incubation existant à cette époque dans le golfe de Gascogne, on peut trouver jusqu'à 4 cohortes d'oeufs. Dans le cas où une cohorte est prévue par le modèle, mais non répertoriée dans les échantillons, une abondance nulle lui est octroyée automatiquement (Armstrong *et al.* 1988 ; Lo comm. pers.).

### 4. Estimation de la production d'oeufs par jour et du taux de mortalité journalière.

Cette méthode prend comme hypothèses une production d'oeufs et une mortalité constantes durant la période de ponte. Picquelle et Stauffer (1985) décrivent le plan d'échantillonnage nécessaire à



l'estimation de ces paramètres. Chaque station est affectée d'un poids proportionnel à l'aire qu'elle représente. On scinde la zone inventoriée en deux strates : la strate 0 ne contenant pas d'oeufs d'anchois et la strate délimitant l'aire de ponte. Cela permet de diminuer la variance intra-strate et de limiter l'impact des stations se situant en dehors de l'aire de ponte effective.

L'équation de base permettant de relier la production journalière au nombre d'oeufs par unité de surface est définie par une relation de type exponentielle et telle que :

$$P_{i,j,k} = P_i \cdot e^{-Zt_{ijk}} + \varepsilon_{ijk}$$

- avec :  $P_{ijk}$  : nombre d'oeufs de catégorie d'âge  $k$  à la station  $j$  de la strate  $i$   
 $t_{ijk}$  : âge en jours depuis le temps estimé de ponte  $t_0$  et le moment de l'échantillonnage à la station  $j$  de la strate  $i$ .  
 $P_i$  : production journalière d'oeufs par unité de surface dans la strate  $i$ .  
 $Z$  : taux de mortalité journalier des oeufs.  
 $\varepsilon_{ijk}$  : terme d'erreur.

$Z$  le taux de mortalité instantané est défini à partir des observations de  $P_{ijk}$  et  $t_{ijk}$ . Son estimation est obtenu par ajustement non linéaire et tient compte de la décroissance du nombre d'oeufs d'une cohorte déterminée au cours du temps (nombre d'oeufs en fonction de l'âge). La définition de ce paramètre est cependant très imprécise et les coefficients de variations obtenus sont très élevés de l'ordre de 70 à 90%. (figure A1).

La pondération pour le calcul de  $P$  se fera de la manière suivante :

$$P = (A_1 / A) \cdot P_1 + (A_0 / A) \cdot P_0$$

ici  $P_0 = 0$  puisque la production est nulle dans cette strate.

La variance de l'estimation de  $P$  sera définie par la relation suivante (Jessen 1978) :

$$\text{Var}(P) = (1 + 1/n) \cdot [ (A_1 / A) \cdot \text{Var}(P_1) + (A_0 / A) \cdot \text{Var}(P_0) ]$$

- où  $A_1$  = l'aire de la strate 1 pour la zone de ponte  
 $A_0$  = l'aire de la strate 0 pour la zone de production nulle  
 $A = A_1 + A_0$   
 $n$  = nombre total d'observations effectuées dans la zone échantillonnée  
 $\text{Var}(P_1)$  = variance pour la strate 1 estimée par l'a table d'analyse de variance du modèle  
 $\text{Var}(P_0) = 0$  par définition.

Pour prendre en compte une sous estimation du recrutement des oeufs au plancton, on ne considère que les oeufs pondus après la période journalière de ponte qui s'étend approximativement de 22 heures à 6 heures et dont l'âge est inférieur à 90% du temps d'incubation estimé pour une température qui correspond à la moyenne enregistrée durant la campagne.

##### 5. Estimation de la moyenne et de la variance des caractéristiques des adultes.

La caractérisation des adultes repose sur l'analyse d'échantillons collectés suivant 2 stratégies bien différentes. La première utilisée par les navires océanographiques reposent sur un échantillonnage de l'ensemble de l'aire de ponte avec un prélèvement adapté aux connaissances que l'on a sur la distribution de la population présente. La deuxième liée au comportement de la flottille de pêche est plutôt du type opportuniste et entraîne le choix de zones de pêche caractérisées par des individus de grandes tailles généralement.

Dans le premier cas, la moyenne et la variance de l'estimateur sont définies par les relations suivantes (Cochran 1977) :

$$\bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{\bar{y}_i}{n} \text{ et } V\hat{a}r(\bar{y}) = \sum_{i=1}^n \frac{(\bar{y}_i - \bar{y})^2}{n(n-1)}$$

Dans le second cas et si l'échantillonnage n'est pas proportionnel à la taille de la population, alors il vaut mieux se référer aux estimations données par les formules suivantes :

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot \bar{y}_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$V\hat{a}r(\bar{y}) = \frac{\sum_{i=1}^n m_i^2 \cdot (\bar{y}_i - \bar{y})^2}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n} \right)^2 \cdot n \cdot (n-1)}$$

où  $n$  est le nombre de stations et  $m_i$  est le nombre d'individus sous-échantillonnés à la pêche  $i$ .

En fait, si  $m_i$  est inférieur à 25 individus alors on pondère par  $m_i = n_i / 25$  ou 1 si  $m_i$  est  $\geq$  à 25.

#### 6. Facteurs de pondération des échantillons pour le calcul des effectifs d'anchois par âge.

On a utilisé comme indicateur de l'abondance de l'anchois dans une zone, la production d'oeufs répertoriée dans cette zone. Cela est tout à fait fondé dans la mesure où les résultats ont montré que la fécondité spécifique de l'anchois (en nombre d'oeufs par gramme d'anchois et par jour) était comparable pour toutes les zones.

Chaque strate (côte française et aire océanique) est divisée en 2 secteurs séparés par la latitude 44°30'N. Ainsi le facteur de pondération utilisé est le rapport de la production d'oeufs du secteur sur celle de la strate entière .

#### 7. Estimation de la précision de l'estimation de la biomasse.

Elle est basée sur l'utilisation de la méthode delta (Seber 1982) et définie par Stauffer et Picquelle (1980) et telle que :

$$E[B] = B_{\text{est}} + b \quad \text{avec } B_{\text{est}} = \text{estimateur de la biomasse et } b = \text{biais.}$$

Le biais est approximativement défini par la formulation suivante :

$$b \cong B_{\text{est}} (CV(R)^2 + CV(F)^2 + CV(S)^2 + COVS)$$

$$\text{d'où } \text{Var } B \cong B_{\text{est}}^2 (CV(P)^2 + CV(W)^2 + CV(F)^2 + CV(S)^2 + 2COVS).$$

**ANNEXE 2 : LISTE DES ECHANTILLONS UTILISES POUR LES ESTIMATIONS DE BIOMASSE ET D'EFFECTIFS PAR AGE.**

**Signification des codes utilisés pour les estimations d'abondance et de biomasse :**

B/O : bateau  
Origen : origine  
Long : longitude  
Lat : latitude  
Fecha : date  
Hora : heure  
Capt : poids des captures  
Gr : moule  
Estrato : strate  
Edad 1 : âge 1  
Edad 2 : âge 2  
Edad 3 : âge 3  
FP : facteur de pondération  
N\_ind : nombre d'individus  
N\_hem : nombre de femelles  
N\_cor : nombre de femelles corrigé  
R : rapport des sexes  
R2 : rapport des sexes en partant de l'hypothèse d'un équilibre entre sexes  
W : poids moyen des individus  
WH : poids moyen des femelles  
P\_SG : poids des femelles sans gonade  
WM : poids moyen des mâles  
F : fécondité  
S0 : fréquence de ponte à partir des individus en ponte de jour 0  
S1 : fréquence de ponte à partir des individus en ponte de jour 1  
S2 : fréquence de ponte à partir des individus en ponte de jour 2  
S : fréquence de ponte à partir des individus en ponte de jours 1 et 2 ensemble.

**Signification des codes utilisés pour l'estimation de l'abondance des oeufs et la distribution des âges :**

Est : station d'échantillonnage  
Long : longitude  
Lat : latitude  
Fe : date  
Hora : heure  
Ts : température de surface  
Sond : sonde à la station d'échantillonnage  
P : poids  
E : strate  
Ni...NXi : stades de développement  
No : nombre de stades présents dans l'échantillon  
Nt : nombre total d'oeufs dans l'échantillon  
F\_01 : facteur de conversion à  $Nt/0,1m^2$   
Reg : région



























FICHERO PARA ASIGNACIÓN DE EDADES

EST	LONG	LAT	FE	HORA	TS	P	E	NI	NII	NIII	NIV	NV	NVI	NVII	NVIII	NIX	NX	NXI	DIS	NO	NT	REG	
376	-2.5278	44.0306	940523	1505	15.6	1.25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
377	-2.3583	44.0306	940523	1605	14.9	0.50	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	4	21
378	-2.3583	43.9806	940523	1643	15.6	0.50	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	21
379	-2.3583	43.9306	940523	1716	14.7	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
380	-2.3583	43.8806	940523	1744	15.7	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
381	-2.1778	43.8806	940523	1856	15.7	0.50	1	0	2	0	0	3	0	0	5	0	0	0	0	0	3	10	21
382	-2.1778	43.8306	940523	1947	15.5	0.50	1	0	1	3	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	4	8	21
383	-2.1778	43.7806	940523	2020	15.6	0.50	1	7	5	1	0	1	2	1	2	0	1	1	0	9	23	21	
384	-2.1778	43.7306	940523	2055	15.7	0.50	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	21
385	-2.1778	43.6806	940523	2128	15.5	0.50	1	0	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14	21
386	-2.1778	43.6306	940523	2218	15.5	0.50	1	0	0	4	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	3	10	21
387	-2.1778	43.5806	940523	2251	15.5	0.50	1	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3	4	21
388	-2.1778	43.5306	940523	2325	15.4	0.50	1	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	5	21
389	-2.1778	43.4806	940524	16	15.3	0.50	1	5	8	13	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	6	35	21
390	-2.1778	43.4306	940524	52	15.3	0.50	1	3	11	8	0	2	0	1	1	3	0	1	0	8	31	21	
391	-2.1778	43.3806	940524	122	15.2	0.50	1	0	4	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	8	21	
392	-2.1778	43.3306	940524	212	15.3	0.50	1	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	2	4	21	
393	-2.0000	43.3806	940524	315	15.1	0.75	1	0	2	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	3	9	21	
394	-2.0000	43.4306	940524	357	15.0	0.50	1	0	6	4	2	0	31	0	3	5	2	0	0	7	50	21	
395	-1.8306	43.4306	940524	517	15.0	0.75	1	0	1	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	5	7	21	
396	-1.8306	43.4806	940524	601	15.2	0.50	1	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	6	21	
397	-1.8306	43.5306	940524	635	15.4	0.50	1	0	3	0	6	4	16	1	0	2	1	0	0	7	34	21	
398	-1.8306	43.5806	940524	722	15.5	0.50	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	3	21	
399	-1.8306	43.6306	940524	808	15.4	0.50	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2	21	
400	-2.0000	43.7806	940524	1014	15.2	0.50	1	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	5	21	
401	-2.0000	43.7306	940524	1046	15.1	0.50	1	0	17	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	19	21	
402	-2.0000	43.6806	940524	1121	15.0	0.50	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	21	
403	-2.0000	43.6306	940524	1155	15.0	0.50	1	0	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	9	21	
404	-2.0000	43.5806	940524	1231	15.1	0.50	1	0	3	0	1	0	0	4	1	0	1	0	0	5	11	21	
405	-2.0000	43.5306	940524	1307	14.9	0.50	1	0	3	1	1	0	0	2	1	3	2	0	0	7	12	21	
406	-2.0000	43.4806	940524	1347	14.9	0.50	1	0	6	0	0	9	0	8	2	5	5	0	0	6	35	21	
407	-2.3583	43.3306	940524	1609	15.0	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
408	-2.3583	43.3806	940524	1638	14.9	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
409	-2.3583	43.4306	940524	1707	15.0	0.50	1	0	5	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	4	10	21	
410	-2.3583	43.4806	940524	1741	15.0	0.50	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	3	21	
411	-2.3583	43.5306	940524	1815	14.9	0.50	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	3	21	
412	-2.3583	43.5806	940524	1846	14.8	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
413	-2.3583	43.6306	940524	1918	15.3	0.50	1	0	4	0	0	4	1	1	0	0	1	0	0	5	12	21	
414	-2.3583	43.6806	940524	1950	15.3	0.50	1	0	7	2	0	4	2	2	0	0	0	0	0	5	15	21	
415	-2.3583	43.7306	940524	2024	15.3	0.50	1	0	24	7	1	5	0	0	0	0	1	0	0	5	38	21	
416	-2.3583	43.7806	940524	2054	15.3	0.50	1	0	5	8	0	0	5	0	0	0	0	0	0	3	18	21	
417	-2.3583	43.8306	940524	2125	15.5	0.50	1	0	2	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	4	11	21	
418	-2.7056	44.1306	940525	39	14.8	0.75	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
419	-2.7056	44.0806	940525	115	14.6	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
420	-2.7056	44.0306	940525	140	14.8	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
421	-2.7056	43.9806	940525	218	14.9	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
422	-2.7056	43.9306	940525	250	14.9	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
423	-2.7056	43.8806	940525	325	14.8	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
424	-2.7056	43.8306	940525	401	14.8	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
425	-2.7056	43.7806	940525	437	14.7	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
426	-2.7056	43.7306	940525	510	14.8	0.50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
427	-2.7056	43.6806	940525	544	14.9	0.50	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	21	
428	-2.7056	43.6306	940525	618	14.9	0.50	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	21	
429	-2.7056	43.5806	940525	640	14.9	0.25	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	3	21	
430	-2.7056	43.5306	940525	723	15.0	0.25	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	21	
431	-2.7056	43.4806	940525	755	15.0	0.50	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3	4	21	



ANNEXE 3 : STADES DE DEVELOPPEMENT DE L'OEUF D'ANCHOIS D'APRES MOSER ET AHLSTROM  
1985.

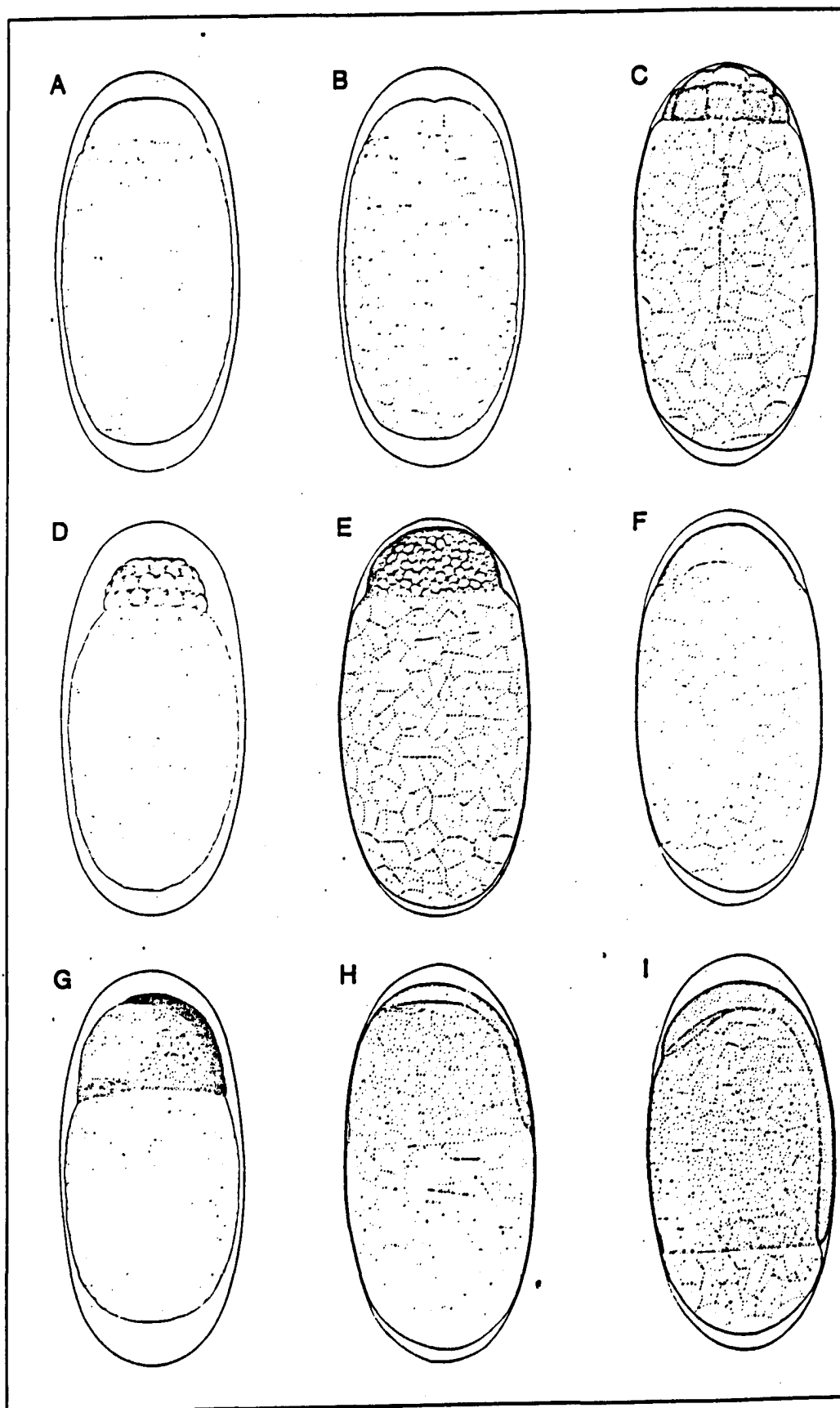


Figure 1.—Stages of northern anchovy eggs. A. Stage I; B. Stage II (2 cells); C. Stage II (16 cells); D. Stage II ("Mulberry"); E. Stage II (late); F. Stage III (mid); G. Stage III (late); H. Stage IV (mid); I. Stage V (mid). Original illustrations of A, B, D, G, by G. Matsson; C, E, F, H, I from Bölin (1936).



Photo d'un oeuf d'anchois, stade de développement 2 : début de la formation de la blastula.

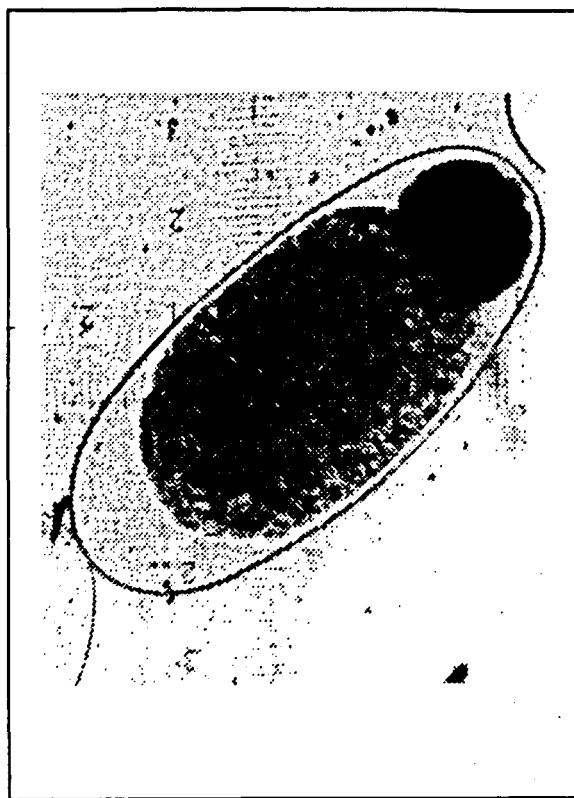


Photo d'un oeuf d'anchois, stade de développement 3 : début de la gastrulation.

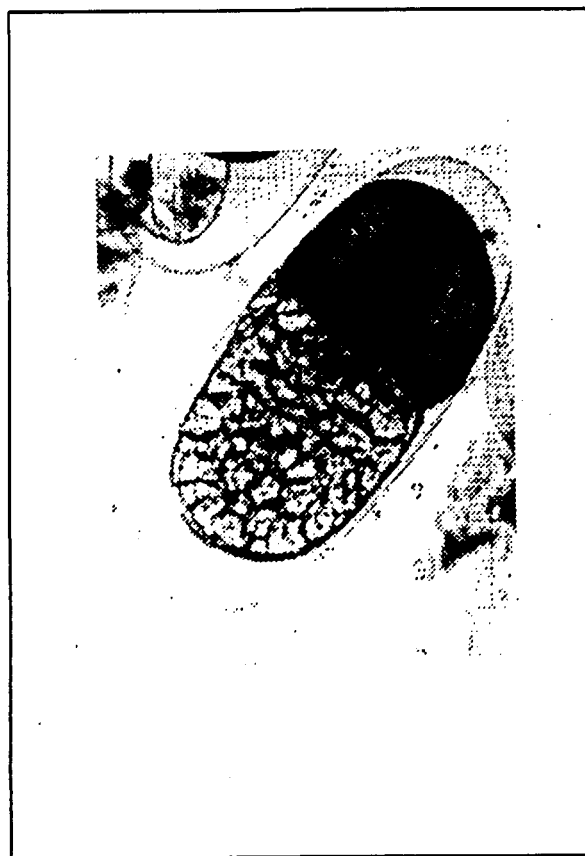


Photo d'un oeuf d'anchois, stade de développement 4 : début de la formation de la notochorde .



Photo d'un oeuf d'anchois, stade de développement 8 : embryon juste avant l'éclosion.

ANNEXE 3 : STADES DE DEVELOPPEMENT DE L'OEUF D'ANCHOIS D'APRES MOSER ET AHLSTROM  
1985.

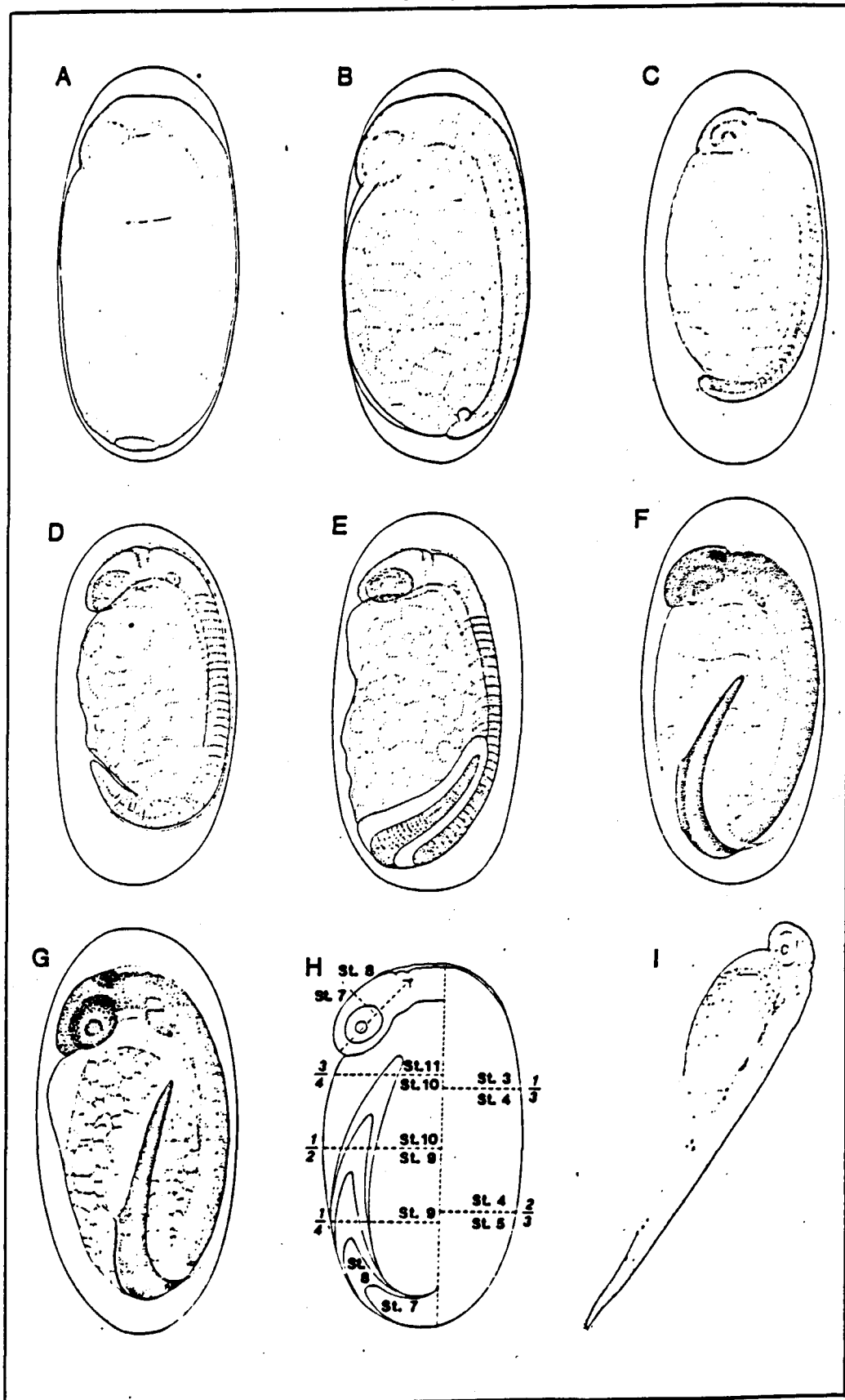


Figure 2.—Stages of northern anchovy eggs. A. Stage V (late); B. Stage VI; C. Stage VII; D. Stage VIII; E. Stage IX; F. Stage X; G. Stage XI; H. Diagrammatic egg showing relationship of epiboly and tail length to stage; right side indicates fraction of the yolk mass covered by the blastoderm in Stages III, IV, and V; left side shows tail length/head length proportions which define Stages VII and VIII and tail length/yolk mass length proportions which define Stages IX, X, and XI; I. Newly hatched anchovy. Original illustrations of A, C, and F by G. Mattson; B from Botin (1936); original illustrations of D and E by H. Orr; original illustration of G by G. Moser; H prepared by B. Sumida; I from Kramer and Ahlstrom (1960).