

AGE ET CROISSANCE

1. Méthodes de détermination de l'âge

1.1. Détermination individuelle de l'âge

1.2. Détermination collective de l'âge

1.3. Expression mathématique de la croissance linéaire

1.4. Expression mathématique de la croissance en poids

2. Résultats

2.1. La croissance linéaire

2.2. La croissance pondérale

3. Discussion

4. Conclusion

3. AGE ET CROISSANCE

La détermination de l'âge des poissons constitue une des étapes fondamentales de l'étude de la croissance. La connaissance de la loi de croissance elle-même est utile pour aborder l'étude de la dynamique des populations et proposer des mesures de réglementation en vue de leur exploitation rationnelle.

3.1. METHODES DE DETERMINATION DE L'AGE

Chez les poissons, la mesure de l'âge peut se faire suivant deux grandes catégories de méthodes :

- les méthodes de détermination individuelle qui donnent l'âge d'un individu à partir d'une marque naturelle ou expérimentale ;

- les méthodes de détermination collective qui donnent statistiquement l'âge moyen d'un groupe d'individus ou l'âge le plus probable d'un individu de taille donnée (DAGET et LE GUEN, 1975a).

3.1.1. Détermination individuelle de l'âge

La détermination individuelle de l'âge d'un poisson peut être abordée de deux façons distinctes :

- par marquage-recapture. Cette méthode est souvent difficilement applicable chez les espèces de petite taille et suppose une pêcherie organisée pour permettre le retour des marques ;

- par interprétation des marques naturelles présentes sur les éléments du squelette (rayons des nageoires, opercules, vertèbres) ou sur diverses structures dures, comme les otolithes ou les écailles. L'Anchois ayant la particularité de perdre facilement ses écailles, ce sont les otolithes qui ont été utilisés.

En zone tempérée, "la lecture" des otolithes se fait essentiellement par comptage des marques annuelles qui sont formées par ralentissement de la croissance en hiver. Par ailleurs, la période de ponte correspond à un certain bouleversement

dans le métabolisme de l'animal qui se traduit fréquemment par un ralentissement voire un arrêt de croissance, représenté également par une marque. Cependant, en milieu tropical, l'identification des marques annuelles est quelque fois difficile quand l'environnement marin reste stable et ne permet pas ou peu la formation de marques saisonnières dans la structure calcifiée de l'otolithe. C'est notre cas; aussi avons-nous utilisé la technique de compte des marques supposées journalières. Cette technique suggérée par PANELLA (1971, 1974) est maintenant couramment employée.

Préparation et interprétation des otolithes

Des trois paires d'otolithes (lapillus, sagitta, astériscus) que possèdent les poissons, la sagitta est la plus volumineuse et celle sur laquelle le dépôt journalier d'une couche calcifiée semble le plus régulier. C'est donc elle qui est systématiquement prélevée pour la détermination de l'âge par ce qu'il est convenu d'appeler "lecture" d'otolithes.

Après extraction, les otolithes sont placés sur une lame et inclus dans une résine synthétique et chauffés. Une fois que l'inclusion est sèche, l'otolithe est abrasé sur ses deux faces à la poudre de carborandum pour bien dégager les stries puis attaqué à l'acide chlorydrique (2 %) pendant 10-20 secondes afin d'augmenter le contraste. Après rinçage abondant à l'eau, l'otolithe est lu au microscope optique avec un grossissement de 400. Seules sont comptées les marques qui apparaissent comme l'association d'une bande claire et d'une bande sombre en assimilant le nombre de marques ainsi obtenu à l'âge exprimé en jours.

3.1.2. Détermination collective de l'âge

La méthode classique de détermination collective de l'âge des poissons est celle de PETERSEN (1891). Elle repose sur la recherche de modes présents dans les distributions des fréquences de tailles. Ces modes sont sensés représenter des poissons de classes d'âges successives. Il existe plusieurs méthodes de dé-

composition des histogrammes de fréquence de longueur: HARDING-CASSIE (1954), TANAKA (1956), BATTACHARYA (1967), GHENO et LE GUEN (1968). Ces méthodes marchent bien quand la période de reproduction est bien définie et de courte durée pour permettre l'identification des différents groupes d'âge. Or, en Mauritanie, la reproduction de l'Anchois s'étale sur une période très longue (avril-octobre). De plus, il y a toujours des individus en phase de reproduction hors saison. Il en résulte que les modes sont quasiment inséparables et par conséquent il n'y a pas de cohortes bien individualisées. Les distributions des fréquences de taille (Annexe 3) ne seront donc pas utilisées dans cette étude.

3.1.3. Expression mathématique de la croissance linéaire

Le modèle retenu pour décrire la croissance linéaire de l'Anchois de Mauritanie est celui de VON BERTALANFFY (1935), qui est de loin le plus employé dans les études de croissance. Il présente aussi l'avantage de pouvoir être facilement incorporé dans des méthodes d'évaluation des stocks et particulièrement celui de BEVERTON et HOLT (1957). Son expression est :

$$L_t = L_{\infty} (1 - \exp(-K (t-t_0)))$$

L_t est la longueur du poisson à l'instant t ;
 L_{∞} , la longueur asymptotique qui serait atteinte par le poisson à l'âge théorique infini. L_{∞} ne doit pas être confondue systématiquement à la taille maximale atteinte réellement par le poisson.

K , le coefficient de croissance caractérisant la vitesse avec laquelle, l'espèce croît vers sa taille asymptotique.

t_0 , l'âge théorique pour lequel la taille est nulle.

Deux remarques s'imposent :

-les paramètres L_{∞} , K , t_0 ne sont que des valeurs purement mathématiques, dont la réalité biologique n'est pas systématique (JOSSE et al. 1979 ; LAUREC et LE GUEN, 1981).

-l'ajustement de ce modèle aux données observées n'a de valeur que dans l'intervalle d'étude (LE GUEN, 1971; DAGET, 1972).

Les trois paramètres (L_{∞} , K , t_0) de l'équation de von Bertalanffy ont été estimés par la méthode d'ABRAMSON-TOMLINSON (1961). Cette méthode repose sur le principe général d'optimisation des estimations par le critère des moindres carrés des écarts entre la courbe estimée et les données de base. Cette méthode est théoriquement beaucoup plus satisfaisante que celles de FORD-WALFORD (1946) et de GULLAND (1969) entre autres, parce qu'elle donne les meilleures estimations statistiques de L_{∞} , K , t_0 et les écarts type moyens de ces estimations (DAGET et LE GUEN, 1975b). En outre, elle s'applique indifféremment aux intervalles de temps égaux ou inégaux.

3.2. CROISSANCE PONDERALE

Les lois et courbes de croissance de von Bertalanffy permettent également de décrire la croissance pondérale des poissons dont il est nécessaire de connaître la loi pour estimer les biomasses et les productions. Pour cela, il est nécessaire de déterminer la relation qui lie la longueur du poisson à son poids ou relation taille-poids.

3.2.1. Relation taille-poids

Chez la plupart des poissons, la longueur et le poids peuvent être reliés par une équation du type :

$$W = a.L^b$$

où

W = poids du poisson

L = longueur à la fourche

a = constante

b = coefficient d'allométrie

Suivant les espèces, le coefficient d'allométrie peut être compris entre 2.5 et 4 (LE CREN, 1951) ou entre 2.6 et 3.6 (DAGET et LE GUEN, 1975). Mais le plus souvent, il est très proche de 3. Si b n'est pas significativement différent de 3, la relation est dite isométrique. Par contre s'il est différent de 3, il y a allométrie majorante si $b > 3$, minorante si $b < 3$. La détermination de a et b se fait par transformation logarithmique de la relation précédente. On obtient :

$$\text{Log } W = \text{Log } a + b \text{ Log } L$$

TESSIER (1948), MAYRATT (1970), RICKER (1973) et FREON (1979) ont réalisé l'étude critique des différentes méthodes pour déterminer a et b. Etant donné que le taille et le poids ne dépendent pas l'un de l'autre, mais sont tous deux régis par les lois de croissance, la régression utilisée pour calculer a et b est l'axe majeur réduit connu également sous le nom de droite de Tessier. Pour cela, un nombre identique de couples poids-longueur a été tiré au hasard à l'intérieur de chaque classe de taille.

3.2.2. Expression mathématique de la croissance pondérale

L'équation de la croissance en poids s'obtient par combinaison de l'équation de la croissance linéaire et de la relation taille-poids. Elle s'écrit :

$$W_t = W_{\infty} (1 - \exp(-K (t - t_0)))^b$$

W_t = poids au temps t

W_{∞} = poids asymptotique correspondant à la longueur asymptotique L_{∞} .

$W_{\infty} = a \cdot L_{\infty}^b$; a et b étant les paramètres de la relation taille-poids.

K et t_0 sont les paramètres de croissance linéaire.

0.01	0.01	0.0	0.0
0.01	0.01	0.0	0.0
0.01	0.01	0.0	0.0
0.01	0.01	0.0	0.0

3.3. RESULTATS

3.3.1. Croissance linéaire

Le dénombrement des marques journalières sur les otolithes a permis d'obtenir pour chaque classe de taille un couple de données "nombre de marques - longueur" qui, en supposant qu'une marque se fasse chaque jour, correspond à un couple âge - longueur. Les paramètres de l'équation de von Bertalanffy ainsi obtenus sont :

$$L_{\infty} = 21.80 \text{ cm}$$

$$K = 1.056 \text{ (annuel)}$$

$$t_0 = 0.0675 \text{ (annuel)}$$

Ce qui permet d'écrire l'équation de la croissance linéaire en fonction du temps :

$$L_t = 21.8 (1 - \exp(-1.056 (t - 0.0675)))$$

Limites de validité : 4 à 13.5 cm L.F.

Les couples âge-longueur sont donnés dans le tableau 13 et la courbe de croissance linéaire correspondante à la fig. 17.

Tableau 13 : Couples âge-longueur de l'Anchois de Mauritanie.

Nb.marq. journal.	Age (an)	L.observ. (cm)	L.calc. (cm)
97	0.27	4.0	4.2
103	0.28	4.5	4.5
108	0.30	5.0	4.7
122	0.33	5.5	5.4
137	0.37	6.0	6.1
151	0.41	6.5	6.8
161	0.44	7.0	7.2
170	0.46	7.5	7.6
177	0.48	8.0	7.8
186	0.51	8.5	8.2
203	0.55	9.0	8.9
212	0.58	9.5	9.2
234	0.64	10.0	10.0
259	0.71	10.5	10.8
266	0.73	11.0	11.1
281	0.77	11.5	11.5
298	0.82	12.0	12.0
317	0.87	12.5	12.6
335	0.92	13.0	13.0
347	0.95	13.5	13.3

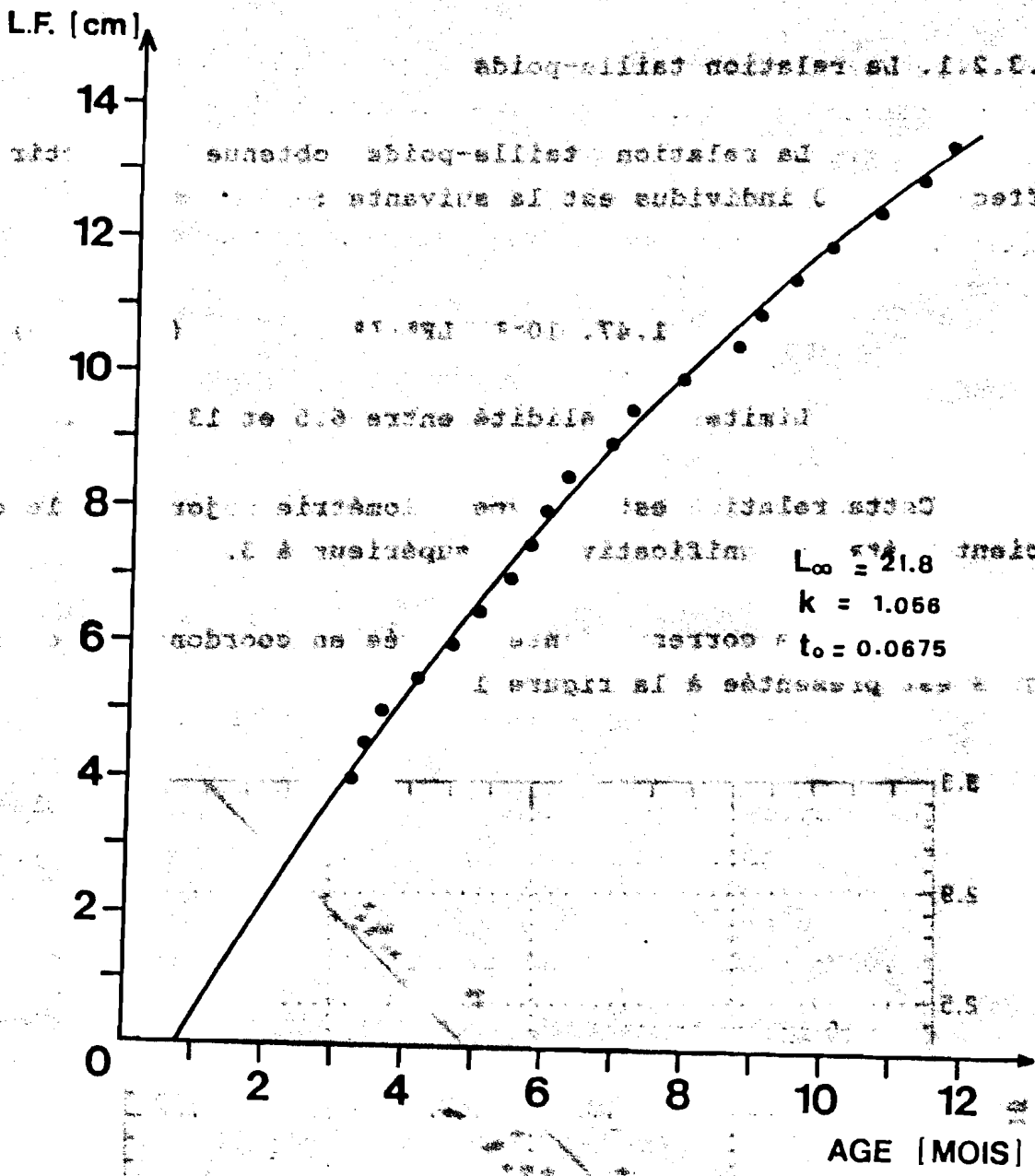


Figure 17 : Croissance en longueur d'*E. encrasicolus*.

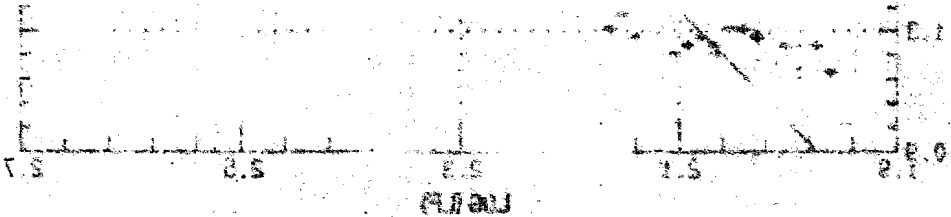


Figure 18 : Croissance en longueur d'*E. encrasicolus*.

3.3.2. Croissance pondérale

3.3.2.1. La relation taille-poids

La relation taille-poids obtenue à partir d'un effectif de 90 individus est la suivante :

$$W = 1.47 \cdot 10^{-3} LF^{3.75} \quad (r = 0.96)$$

Limites de validité entre 6.5 et 13 cm LF.

Cette relation est du type allométrie majorante, le coefficient b étant significativement supérieur à 3.

La courbe correspondante, tracée en coordonnées logarithmiques est présentée à la figure 18.

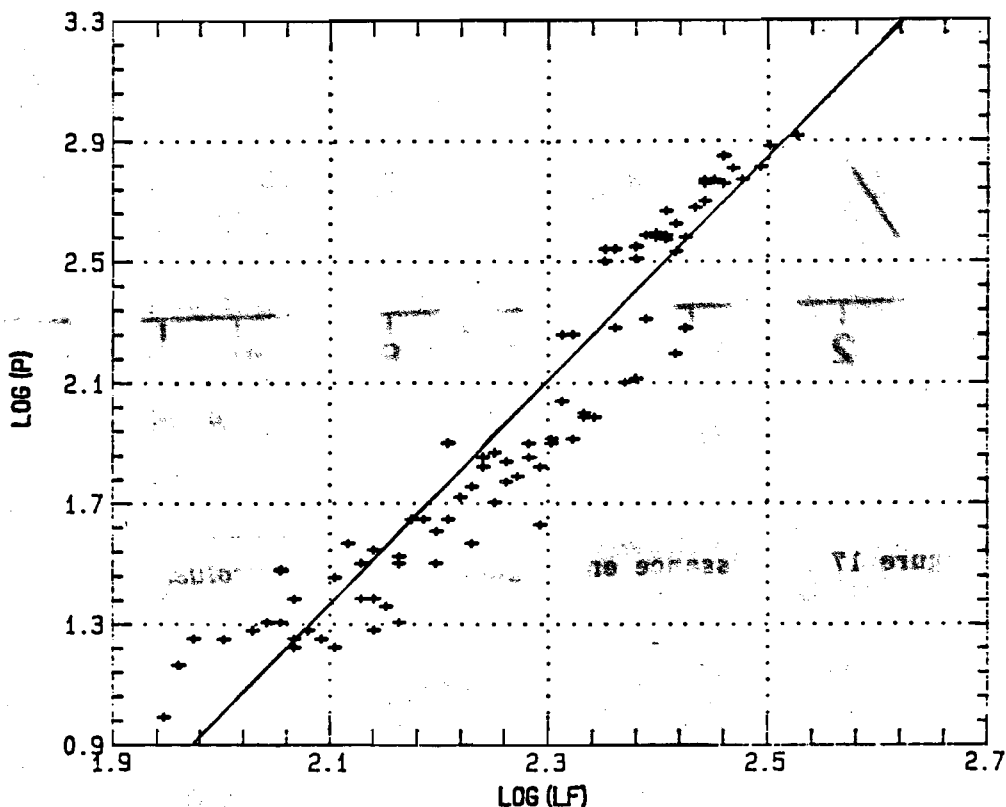


Figure 18 : Relation taille-poids d'*E. encrasicolus*.

3.3.2.2. Estimation de la croissance pondérale

L'équation de la croissance en poids est :

$$W_t = 153.6 (1 - \exp(-1.056 (t - 0.0675)))^{3.75}$$

Le tableau 14 donne les poids moyens calculés à chaque âge. Le graphique correspondant est présenté à la figure 19.

Tableau 14 : Correspondance âge-poids-longueur de l'Anchois de Mauritanie.

Age (mois)	Poids (g)	L.F. (cm)
3	0.2	3.8
4	0.8	5.3
5	1.9	6.7
6	3.6	8.0
7	5.9	9.2
8	8.9	10.2
9	12.6	11.2
10	16.8	12.1
11	21.5	12.9
12	26.6	13.6

Figure 19 : Croissance pondérale de l'Anchois de Mauritanie.

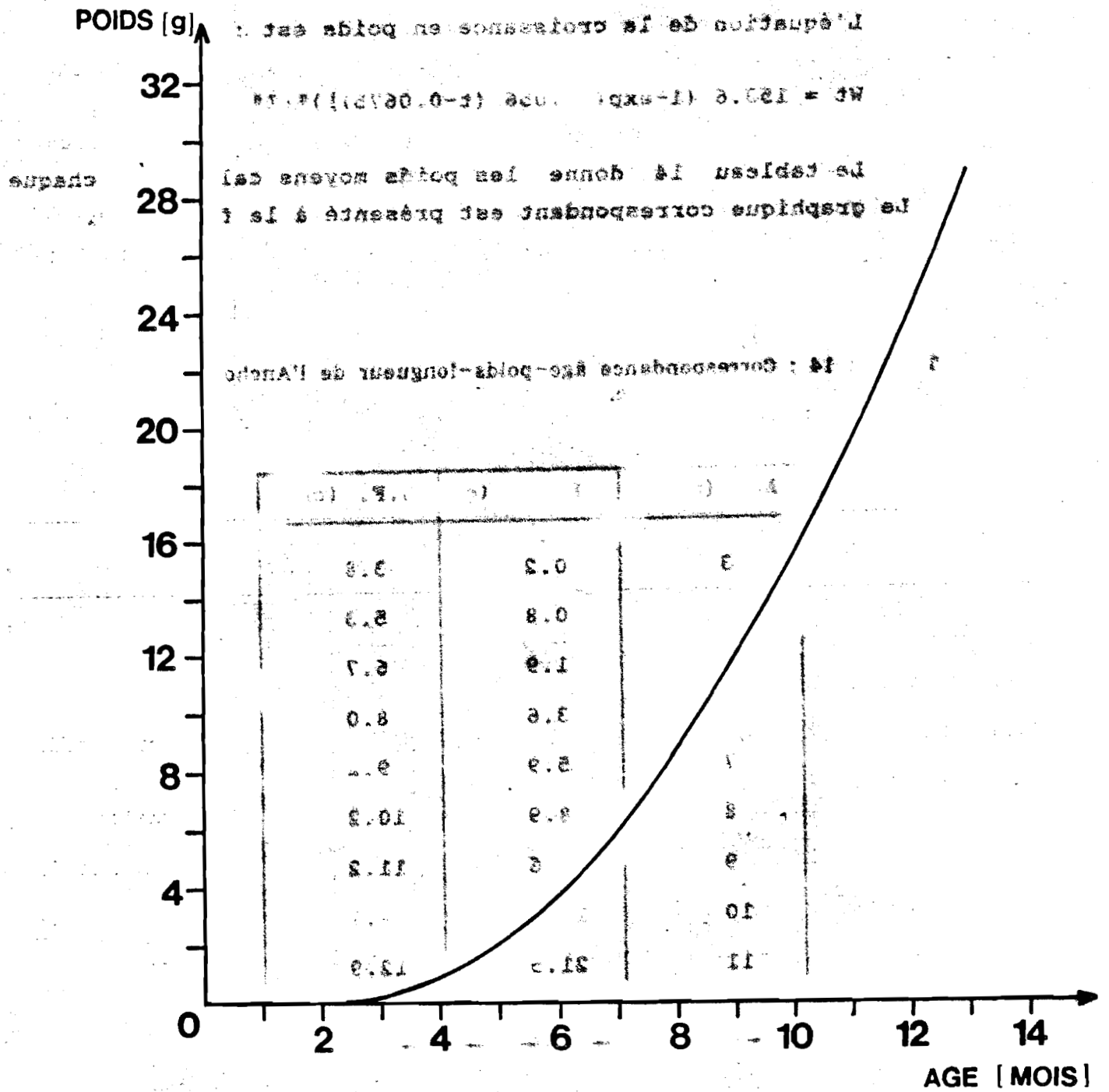


Figure 19 : Croissance pondérale d'*E. encrasicolus*.

3.4. DISCUSSION

En Mauritanie, *Engraulis encrasicolus* a une croissance très rapide. Sa longévité apparente est d'environ d'un an. Ces résultats diffèrent de tous ceux précédemment obtenus sur cette espèce en mer Méditerranée et dans le Nord Atlantique où, la longévité de cette espèce est estimée au moins à trois ans. Par ailleurs, la comparaison avec les études réalisées par différents auteurs montre qu'en Mauritanie, *E. encrasicolus* a une croissance plus élevée pendant la première année (tableau 15); ce qui pourrait s'expliquer par un environnement plus favorable.

Tableau 15 : Couples âge-longueur d'*E. encrasicolus* en mer Méditerranée et dans l'Océan Atlantique.

Régions	Auteurs	Longueur (cm)				Méthodes
		1 an	2 ans	3 ans	4 ans	
Méditerranée	Fage, 1920	9.5	15.0	18		Scalimétrie
Golfe de Gascogne	Furnestin, 1945	12	14.0	15.8		Scalimétrie
Oranie (Algérie)	Arrignon, 1966	10-12	13-15.9	>16		Fréquences de taille
Golfe de Gascogne	Guerrault et Avrilla, 1974	9.4	15.0	18.0		Otolithométrie
Castellon	Suau, 1974	10.0	14.5	17.5		Fréquences de taille
Golfe de Gascogne	Cort et al., 1976	10.5	14.4	17.2		Fréquences de taille
Golfe de Cadiz	Rodriguez-Roda, 1977	10.6	13.8	16.2		Scalimétrie
Golfe de Gascogne	Junquera, 1986	11.7	15.1	17.0	18.5	Otolithométrie
Golfe de Gascogne	Uriarte et Astudillo, 1987	10.8	16.3	17.4	18.7	Otolithométrie
Mauritanie	Présente étude	13.5	-	-	-	Otolithométrie

Faute de pouvoir contrôler l'âge lu sur les otolithes par une autre méthode et ne disposant d'aucune étude de croissance sur *Engraulis encrasicolus* effectuée dans des conditions similaires, une comparaison avec une espèce voisine, *Engraulis capensis*, a été effectuée. Cette espèce a été choisie parce qu'elle présente beaucoup de caractères communs avec l'Anchois de Mauritanie :

- les tailles maximales observées dans les pêches ne dépassent pas 13 - 14 cm ;

- la période de reproduction dure six mois: d'octobre à avril (KING, 1977) ;

- le milieu dans lequel vit cette espèce est très similaire à celui d'*Engraulis encrasicolus*, la région de Walvis Bay (23°S) étant soumise, comme celle du Cap Blanc (21° N) à un upwelling quasi permanent.

PROSCH (1986) estime que cette espèce, bien que l'on continue à l'appeler *Engraulis capensis*, est très vraisemblablement la même qu'*Engraulis encrasicolus* ou tout au moins très apparentée à elle.

MELO (1984) et PROSCH (1986), utilisant le comptage des marques journalières sur les otolithes obtiennent respectivement

MELO : $L_{\infty} = 13.5$; $K = 1.49$; $t_0 = 0.00033$

PROSCH: $L_{\infty} = 14.0$; $K = 1.58$; $t_0 = 0.0012$

pour des tailles comprises entre 5 et 14 cm. L'âge maximum observé est de trois ans pour un poisson de 13.2 cm. Si au départ L_{∞} n'est pas fixée, sa valeur est alors de 22 cm comme celle obtenue en Mauritanie sur *E. encrasicolus*. MELO (1984) et PROSCH (1986) jugent une telle valeur " biologiquement impossible" et fixent L_{∞} entre 13.5 et 14 cm correspondant à la taille maximale observée pour cette espèce. Rappelons toutefois que L_{∞} est un paramètre mathématique et non biologique.

Le tableau 16 présente les résultats des rétrocalculs âge-longueur à partir des équations établies sur les anchois de l'Afrique du Sud et de Mauritanie. L'on remarquera que les deux espèces ont la même croissance jusqu'à 10 cm, qui correspond à la taille de première maturité pour les deux espèces*. En revanche, dans les grandes tailles, la différence est grande. Cette différence pourrait être due à une surestimation de la croissance, dans le cas de l'Anchois de Mauritanie, après la première maturité où les arrêts de croissance ne seraient pas pris en compte.

Tableau 16 : Comparaison des croissances des anchois de l'Afrique du Sud et de la Mauritanie.

Age	Afrique du Sud (taille en cm)	Mauritanie (taille en cm)
3 mois	4.0	4.2
5 mois	6.5	6.5
8 mois	10.0	10.0
1 an	11.1	13.5
2 ans	12.5	--
3 ans	13.2	--

* *Engraulis capensis* atteint sa première maturité sexuelle à 9.5 cm de longueur standard (LE CLUS, 1979); ce qui correspond environ à 10 cm de longueur à la fourche (Annexe 2).

Ayant vu que la croissance des immatures d'*Engraulis capensis* était identique à celle d'*Engraulis encrasicolus*, nous admettrons qu'il en est de même pour les individus matures. En effet, BROTHERS et al. (1974) et LE GUEN (1976) avaient déjà montré que les marques journalières ne sont déposées régulièrement que chez les individus immatures, alors que chez les adultes des arrêts de croissance se produisent notamment au moment de la reproduction. Pour cette même raison, LE GUEN (1976) indique que l'âge d'un poisson adulte (par exemple *Pseudolithus elongatus*) pouvait être minoré de 30 %. Dans le cas d'*Engraulis encrasicolus*, cette sous-estimation peut aussi provenir de la difficulté de lecture des marques localisées près du nucléus et à la périphérie de l'otolithe, qui, dans la plupart des cas, sont difficilement identifiables.

3.5. CONCLUSION

Chez *Engraulis encrasicolus*, compte tenu de la longue période de ponte qui s'étale d'avril à octobre et de la présence d'individus en reproduction tout au long de l'année, il est très difficile de décomposer en modes distincts les distributions des fréquences de longueur pour l'étude de la croissance par la méthode des filiations modales. Nous avons donc eu recours aux otolithes pour déterminer l'âge de cette espèce, utilisant pour cela la technique des marques supposées journalières. Cependant, la lecture des marques a conduit à des résultats douteux surtout chez les poissons de longueur supérieure à 10 cm L.F.

Faute de ne pouvoir comparer ces résultats avec ceux obtenus par une autre méthode et à défaut de pouvoir vérifier directement la périodicité des marques, nous considérons, dans une première approche, que les paramètres de croissance obtenus par PROSCH (1986) *engraulis capensis* sont les mêmes que ceux de l'Anchois de Mauritanie. Ainsi, dans la suite du travail, ce sont les valeurs suivantes qui seront utilisées :

$$L_{\infty} = 14 \text{ cm}; K = 1.58 \text{ (annuel)} \text{ et } t_0 = 0.0012 \text{ (annuel)}.$$

L'équation de la croissance linéaire sera donc :

$$L_t = 14 (1 - \exp(-1.58(t - 0.0012)))$$

De la même façon, la croissance en poids en fonction de l'âge sera décrite par l'équation:

$$W_t = 29.19 (1 - \exp(-1.58(t - 0.0012)))^{3.75}$$

Toutefois, ces chiffres sont à prendre avec beaucoup de circonspection et doivent être considérés uniquement comme une première approximation qui doit être précisée par la suite par des études plus suivies.