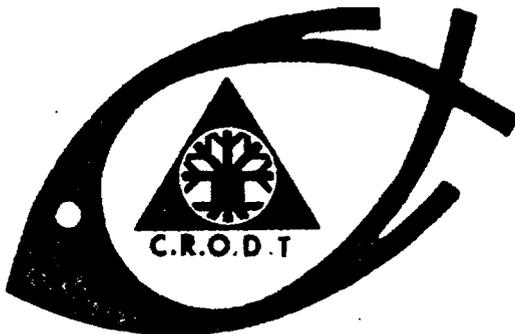


Modou THIAM

BIOLOGIE, ECOLOGIE ET
DYNAMIQUE DES CYNOGLOSSES
DU PLATEAU CONTINENTAL
SENEGAMBIEN : REPRODUCTION
BIOMETRIE ET CROISSANCE DE
CYNOGLOSSUS CANARTENSIS
(STEIND , 1882)



CENTRE DE RECHERCHES OcéANOGRAPHIQUES DE DAKAR - THIAROYE

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES *

DOCUMENT SCIENTIFIQUE

N° 78

DECEMBRE 80

BIOLOGIE, ÉCOLOGIE ET
DYNAMIQUE DES CYNOGLOSSES
DU PLATEAU CONTINENTAL
SÉNÉGAMBIEN : REPRODUCTION,
BIOMÉTRIE ET CROISSANCE DE
CYNOGLOSSUS CANARIENSIS
(STEIND, 1882)

par

Modou THIAM (1)

R E S U M E

Dans ce document, trois aspects de la biologie de Cynoglossus canariensis sont étudiés à partir d'échantillons provenant du navire océanographique "Laurent Amaro" et des chalutiers commerciaux, de janvier 1976 à juin 1977. Ce sont :

La reproduction.- La taille (Im 50%) et l'âge (Tm 50%) à la première maturité sexuelle sont déterminés pour les femelles. Les saisons principales de reproduction sont étudiées pour les secteurs nord et sud du plateau continental sénégambien; plusieurs indices de reproduction sont utilisés : les pourcentages mensuels de femelles mûres (stades VI et VII), le rapport gonado-somatique (RGS) et le rapport hépato-somatique (RHS). Les modalités de la ponte pour l'ensemble de la population et celles au niveau des individus sont analysées; les résultats sont comparés à ceux obtenus chez certaines espèces demersales du golfe de Guinée. Une hypothèse est émise sur la localisation bathymétrique des nurseries. Les relations entre la reproduction et les conditions du milieu (température, salinité) sont mises en

(1) Océanographe biologiste de l'ISRA, en fonction au Centre de Recherches océanographiques de Dakar-Tiaroye. B.P. 2241, Dakar (Sénégal)

évidence et discutées. Une analyse des variations du sex-ratio est effectuée par rapport à la taille des individus et les différentes saisons hydrologiques.

La biométrie.- Deux caractères biométriques sont étudiés en relation avec la longueur-totale (L_T) des poissons: la longueur-standard (LS) et la longueur de la tête (LT). Les équations biométriques sont établies par sexe, pour chaque secteur géographique.

La croissance.- Elle est étudiée sous deux aspects, linéaire et pondéral, pour chaque sexe. L'étude de la croissance linéaire est faite par lecture des écailles. Des essais de lecture d'otolithes sont aussi effectués mais sans résultats appréciables. La loi de croissance de C. canariensis est du type VON BERTALANFFY. La détermination des différents paramètres des équations de croissance a été faite par la méthode des moindres carrés de TOMLINSON et ABRAMSON (1961). Les résultats sont comparés à ceux obtenus en Côte d'Ivoire par CHAUVET (1970) sur la même espèce.

A B S T R A C T

In this paper, three aspects of the biology of Cynoglossus canariensis are studied with samples taken both from the oceanographic research vessel "Laurent Amaro" and the commercial bottom trawlers, from January 1976 till June 1977. These biological aspects are :

The reproduction.- The size ($L_m 50\%$) and the age ($T_m 50\%$) at first sexual maturity are determined for the females. The main spawning seasons are studied for the northern areas of the senegambian continental shelf; several reproduction indices are utilized: the monthly percentages of ripe females (i.e. at VI and VII stages), the gonad and liver indices. The spawning modalities for the whole population and those for the individuals are analysed; the results are compared to those obtained with some demersal species in the gulf of Guinea. An hypothesis is given about the bathymetric location of the nurseries, the relationships between reproduction and environmental conditions (temperature, salinity) are displayed and discussed. The analysis of sex-ratio variations is made with regard to the size of individuals and the different hydrological seasons.

The biometry.- Two biometric characters are studied in their relation with the total length (LT) of the fishes: the standard length (LS) and the length of head (LH). The biometric equations are calculated by sex for each geographical area.

The growth.- It is studied both in length and in weight, for each sex. The study of linear growth is made by means of scales reading technique. Some otoliths readings have also been tried but without any appreciable results. The growth pattern of Cynoglossus canariensis follows a VON BERTALANFFY type. The determination of the

growth parameters has been made by the TOMLINSON and ABRAMSON's least squares method (1961). The results are compared to those obtained in Ivory Coast by CHAUVET (1970) on the same species.

S O M M A I R E

INTRODUCTION

CHAPITRE I.- BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

1.- STADES DE MATURITE SEXUELLE

- 1.1. Description des gonades
- 1.2. Echelle de maturité sexuelle
- 1.3. Variations saisonnières des différents-stades sexuels

2.- DETERMINATION DE LA TAILLE A LA PREMIERE MATURITE SEXUELLE

- 2.1. Définition
- 2.2. Méthode et résultats
- 2.3. Discussion et conclusion

3.- DETERMINATION DES PERIODES DE REPRODUCTION

3.1. Méthodologie générale

3.1.1. Les principales méthodes

3.1.1.1. Les pourcentages mensuels de femelles mûres

3.1.1.2. Les variations du rapport gonado-somatique (RGS)

- Définition

- Méthode d'étude des variations du RGS avec la taille des individus

- Méthode d'étude des variations saisonnières du RGS

3.1.1.3. Méthode d'étude des variations saisonnières du rapport hépato-somatique (RHS)

- Définition

- Méthode d'étude

3.1.2. Discussion sur les différentes méthodes d'étude

3.1.2.1. Analyse des variations saisonnières du pourcentage de femelles mûres

3.1.2.2. Analyse des variations saisonnières du RGS et du RHS

3.2. Les résultats des différentes méthodes

3.2.1. Méthode des pourcentages de femelles mûres

3.2.2. Méthode des variations du RGS

3.2.2.1. Variations du RGS avec la taille

3.2.2.2. Variations saisonnières du RGS

3.2.3. Variations saisonnières du RHS

3.3. Discussions et conclusions générales

4.- DETERMINISME DE LA PONTE : INFLUENCE DES CONDITIONS HYDROLOGIQUES

- 4.1. Liaison apparente avec la température
- 4.2. Liaison apparente avec la salinité
- 4.3. Discussion et conclusion

5.- LES AIRES DE REPRODUCTION

- 5.1. Les résultats des chalutages
- 5.2. L'étude des larves du plancton

6.- LE SEX-RATIO

- 6.1. Sex-ratios globaux
- 6.2. Variations saisonnières du sex-ratio
- 6.3. Variations du sex-ratio avec la taille

CHAPITRE II.- BIOMETRIE ET CROISSANCE

1.- QUELQUES DONNEES BIOMETRIQUES SUR *C. CANARIENSIS*

- 1.1. Les caractères métriques
- 1.2. Méthodes de calcul des équations et résultats
- 1.3. Discussions et conclusions

2.- LA CROISSANCE

2.1. La croissance linéaire

- 2.1.1. Méthode d'étude
- 2.1.2. Description des écailles de soles
- 2.1.3. Prélèvement, préparation et conservation des écailles
- 2.1.4. Matériel et modalités de lecture ; relation longueur-poisson, longueur-écaille
 - 2.1.4.1. Matériel de lecture
 - 2.1.4.2. Modalités de lecture
 - 2.1.4.3. Mensuration des écailles ; relation longueur-poisson longueur-écaille
- 2.1.5. Interprétation des stries et des anneaux
 - 2.1.5.1. Périodes de formation des stries liées à la croissance
 - 2.1.5.2. Interprétation des anneaux (ou bandes) de croissance
- 2.1.6. Distribution des âges liés aux différentes tailles (ou clés âges-longueurs)
- 2.1.7. Equations et courbes de croissance linéaire
 - 2.1.7.1. Formulation mathématique de la croissance
 - 2.1.7.2. Détermination des paramètres K , L et t_0 : méthode des moindres carrés de TOMLINSON et ABRAMSON (1961)
 - 2.1.7.3. Paramètres, équations et courbes de croissance linéaire
 - Les paramètres de croissance
 - Les équations de croissance
 - Les courbes de croissance
 - La croissance par sexe
 - Comparaison de la croissance de *C. canariensis* au Sénégal et en Côte d'Ivoire
 - 2.1.7.4. Conclusion

2.2. La croissance pondérale

- 2.2.1. La relation taille-poids de *C. canariensis*
 - 2.2.1.1. Récolte des données
 - 2.2.1.2. Calcul des équations de la relation
 - 2.2.1.2. Résultats
- 2.2.2. Formulation mathématique de la croissance pondérale
- 2.2.3. Equations et courbes de croissance
 - 2.2.3.1. Equations
 - 2.2.3.2. Courbes
 - 2.2.3.3. Conclusion

INTRODUCTION

Les cynoglosses sont des poissons plats benthiques, de la famille des Cynoglossidae, de l'ordre des Pleuronectiformes.

Quatre espèces de cynoglosses sont pêchées sur le plateau continental sénégalais et débarquées sous la dénomination commerciale "soles langues" : Cynoglossus canariensis, Cynoglossus goreensis, Cynoglossus monodi, Cynoglossus browni.

Elles représentaient jusqu'en 1976, après la crevette blanche (Penaeus duorarum), l'une des ressources les plus importantes en poids et en valeur de la pêche chalutière sénégalaise. En 1977 et 1978, elles occupent le troisième rang avec respectivement 13,3 % et 11,7 % des débarquements chalutiers.

C. canariensis, qui fait l'objet du présent document est l'espèce la plus caractéristique et l'une des plus abondantes des soles débarquées à Dakar (plus de 50 % en poids) ; présente sans interruption de la Mauritanie à l'Angola, sur des fonds allant jusqu'à 100-200 mètres, c'est le cynoglosse qui connaît la plus vaste distribution géographique et bathymétrique du golfe de Guinée.

Dans la partie nord du plateau continental sénégalais, C. canariensis est très abondante entre 20 et 40 mètres, sur substrats vaso-sableux et sablo-vaseux ; sa limite bathymétrique inférieure y est de 75 mètres en saison froide (THIAM, 1978). Dans la partie sud, l'espèce se limite à l'isobathe des 50 mètres et est nettement moins abondante.

Les trois autres espèces sont plus côtières, leur limite bathymétrique inférieure ne dépassant guère 35 mètres.

La présente étude a pour principal objectif de déterminer certains paramètres biologiques et dynamiques nécessaires à l'établissement d'un modèle de gestion des stocks de soles langues ; elle est axée sur :

- La biologie de la reproduction ;
- La biométrie
- La croissance linéaire et pondérale.

Dans l'Atlantique Centre-Est, les seules autres études faites sur la biologie de Cynoglossus canariensis sont celles de CHAUVET (1970), réalisées en Côte d'Ivoire.

CHAPITRE I. - BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DE CYNOGLOSSUS CANARIENSIS

La connaissance du cycle de reproduction : de la taille à la première maturité sexuelle, des aires et périodes de ponte, du sex-ratio et de la taille au recrutement, est fondamentale en biologie des pêches comme en dynamique des populations. Cette présente étude repose sur l'analyse des gonades de 825 femelles de la zone nord et 276 femelles du sud ; ces zones d'étude sont représentées par la carte page 38

Les individus étudiés proviennent de deux sources d'échantillonnage :

- Les débarquements des chalutiers de pêche industrielle basés à Dakar.
- Les chalutages du navire de recherche océanographique "Laurent Amaro".

Dans le cadre de cette étude, nous n'avons pas analysé l'évolution des gonades mâles, leur aspect extérieur ne présentant pas de variations macroscopiquement apparentes ; nous supposons, d'une part, que la maturation des testicules est synchrone de celle des ovaires et, d'autre part, que la proportion des mâles matures n'est jamais un facteur limitant pour la reproduction.

1. STADES DE MATURITE SEXUELLE

1.1. DESCRIPTION DES GONADES

Chez les "soles langues" le gonochorisme est de règle ; on distingue :

- Chez les femelles une paire de gonades allongées, bien visibles, de couleurs variées, allant du blanc laiteux à l'orange foncé taché de violet ; la gonade de la face oculée (zénithale) est toujours plus volumineuse et plus allongée que celle de la face aveugle (nadirale).

- Chez les mâles une paire de testicules réniformes, de très petite taille, plaqués contre la cavité abdominale. La différenciation des colorations, en liaison avec la maturation, est beaucoup moins nette que pour les ovaires.

Il n'y a pas de dimorphisme sexuel externe ; c'est pourquoi, au cours de nos échantillonnages au port ou dans les usines, la détermination des sexes a été effectuée par transparence, sous la lumière : les gonades femelles apparaissent nettement opaques sur toute leur longueur alors que les gonades mâles restent invisibles. Ce procédé s'avère cependant délicat si l'examen porte sur de jeunes individus immatures, dont les ovaires sont encore transparents.

1.2. ECHELLES DE MATURITE SEXUELLE

Le stade de maturité sexuelle d'un poisson est le degré de développement de ses ovaires ou de ses testicules ; l'observation macroscopique des ovaires, suivie d'un examen à la binoculaire ou au microscope, permet l'établissement d'une échelle de maturité ; celle utilisée dans notre étude est empruntée à CHAUVET (1970) et comprend 7 stades.

Observation macroscopique :

Stade I : Sexe non identifiable macroscopiquement ;

Stade II : Ovaire transparent ;

Stade III : Ovaire blanc-laiteux ;

Stade IV : Ovaire jaune-beige et granuleux ;

Stade V : Ovaire jaune et granuleux ;

Stade VI : Ovaire jaune orange à gros oeufs ;

Stade VII : Ovaire orange foncé possédant quelquefois des taches violettes ; cet ovaire est coulant.

Il est utile de préciser que les ovaires ne sont jamais totalement épuisés.

Observation binoculaire

Stade II :: Ovaire parfaitement transparent ;

Stade III : Ovaire opaque sans ovocytes visibles

Stades IV/V : Ovaire contenant des ovocytes sans inclusions lipidiques ;

Stade VI : Ovaire contenant des ovocytes avec inclusions et d'autres sans inclusions, les seconds étant plus petits que les premiers ;

Stade VII : Ovaires contenant presque exclusivement des ovocytes possédant des inclusions.

S'il est exact que la combinaison des 2 échelles donne une bonne caractérisation des stades sexuels, il n'en demeure pas moins que l'appréciation de ces derniers, selon des critères de coloration, reste difficile. Ce problème s'est souvent posé pour la détermination des stades V et VI. Aussi, pour mieux appréhender l'évolution des gonades dans le temps, avons nous adjoint d'autres méthodes non basées sur l'utilisation des échelles précédentes : variations du rapport gonado-somatique et du rapport hépato-somatique.

Notons enfin que l'identification macroscopique des sexes a été possi-

sible sur tous nos cynoglosses ; le stade I n'a jamais été rencontré ; ce stade serait pélagique selon CHAUVET (1970).

1.3. VARIATIONS SAISONNIERES DES DIFFERENTS STADES SEXUELS

Nous avons regroupé tous nos sous-échantillons par mois et calculé les pourcentages des stades sexuels par rapport au nombre total de femelles rencontrées.

Les résultats exprimés graphiquement (fig. 1) montrent que :

- Exception faite du stade VII, presque tous les autres stades sont mensuellement représentés avec des fréquences très variables. Cela signifie que l'évolution sexuelle de la population de C. canariensis n'est pas synchrone.
- Les stades II et III, absents en août, sont abondants de février à juin et d'octobre à décembre. Les fréquences les plus élevées sont obtenues en février.
- Les stades IV et V, assez stables le reste de l'année, augmentent de juin à août ; les fréquences les plus élevées semblent se situer en août.
- Le stade VI augmente de février à avril-mai, pour baisser très lentement jusqu'en août-septembre ; un léger accroissement a lieu en octobre-novembre.
- Le stade VII, absent en avril, octobre, novembre et décembre, atteint sa fréquence maximale en juillet.

L'étude des fréquences mensuelles des différents stades sexuels semble montrer une évolution cyclique, saisonnière. Un fait important mérite d'être souligné : c'est la présence, pratiquement en toute saison, au sein de la population, de tous les stades sexuels (des immatures aux femelles en cours de ponte). Cela implique l'existence d'une ponte continue, tout au long de l'année.

Plusieurs auteurs ont déjà fait de pareilles observations (SCHEFFERS et al., 1972 ; QASIM, 1973 ; CHAUVET, 1970 ; SUN, 1975 ; STEQUERT, 1976) sur des espèces tropicales ou subtropicales.

2. DETERMINATION DE LA TAILLE A LA PREMIERE MATURITE SEXUELLE

2.1. DEFINITION

Plusieurs définitions existent dans ce domaine. Pour certains auteurs, la taille à la première maturité sexuelle représente la longueur à laquelle tous les individus de cette taille, dans la population, commencent leur premier cycle sexuel. D'autres donnent les tailles de la plus grande femelle immature et de la plus petite femelle mûre et la taille à partir de laquelle toutes les femelles sont mûres (Lm 100 %). Pour d'autres enfin, la taille à la première maturité sexuelle correspond à la longueur pour laquelle 50 % des individus sont matures (Lm 50 %).

Nous avons adopté cette dernière définition dans le cadre de cette étude. Lm 50 % est une donnée importante en biologie halieutique puisque, pour l'exploitation rationnelle d'un stock, elle intervient souvent avec d'autres paramètres dans la détermination de la taille minimale de capture.

2.2. METHODE ET RESULTATS

Nous avons calculé par classe de taille de 10 mm, le pourcentage de femelles (V + VI + VII) par rapport au nombre total de femelles de la classe ; nos calculs ont été effectués sur les sous-échantillons nord et sud obtenus pendant les périodes d'activité sexuelle.

Les résultats exprimant la relation entre la longueur de C. canariensis et le pourcentage des femelles matures, sont représentés graphiquement pour la zone nord sur la figure 2 ; la courbe est ajustée par la méthode des moyennes mobiles.

Il apparaît qu'en dessous d'une taille de 27 cm, aucune femelle n'atteint la maturité sexuelle.

Au dessus de 27 cm, les pourcentages de femelles aux stades V, VI et VII augmentent rapidement avec la taille pour plafonner à 43 cm, soit dans un intervalle de longueurs de 16 cm seulement.

Graphiquement, nous avons déterminé les longueurs caractéristiques (tabl. suivant) en comparaison avec les résultats obtenus en Côte d'Ivoire par CHAUVET (1970) :

	S E N E G A L		C O T E D ' I V O I R E	
	Longueurs (cm)	Ages (années)	Longueurs (cm)	Ages (années)
Lm 100 %	43-44	3,33-3,66	29-32	1,33-1,66
Lm 50 %	34	2	25-26	1
Lm 9 %	28	1,33	23-24	0,75

Nous avons considéré Lm 50 % = 34 cm comme étant la taille à la première maturité sexuelle, ce qui correspond à un âge de 2 ans (chap. II, deuxième partie).

Dans la zone sud, du fait du nombre insuffisant de données, les points observés sont très dispersés et aboutissent à des résultats légèrement inférieurs (de 1 à 2 cm) à ceux du nord ; les différences n'étant pas très grandes les tailles à la première maturité obtenues sont supposées égales dans les deux zones.

2.3. DISCUSSION ET CONCLUSION

Nos résultats sur l'étude de la croissance linéaire de C. canariensis nous ont permis d'indiquer, sur le tableau précédent, les âges correspondant aux longueurs ; ceux de CHAUVET sont aussi mentionnés.

Les tailles obtenues en Côte d'Ivoire sont nettement plus faibles ; la croissance linéaire des femelles de C. canariensis étant très voisine dans ces deux pays à partir de la deuxième année de vie, il apparaît clairement que la maturité sexuelle est plus précoce en Côte d'Ivoire : elle y intervient à l'âge d'un an, alors qu'elle a lieu à un peu moins de 2 ans au Sénégal.

Cette détermination de la taille à la première maturité sexuelle nous a aussi permis de connaître la composition en femelles non reproductrices de nos échantillons : nous avons calculé, à partir des distributions de

fréquences de tailles des échantillons de la pêche industrielle, les pourcentages de femelles dont la longueur totale est inférieure à Lm 50 %.

Au nord, sur 2 315 femelles mesurées, 972 immatures ont été observées, soit 42 % ; au sud 365 immatures ont été examinées sur 887 femelles, soit 41 %.

Cela signifie qu'un peu plus de 40 % en nombre, des femelles échantillonnées n'ont pas atteint l'âge à la première maturité sexuelle.

Si nos échantillons reflètent bien la composition des débarquements des chalutiers, il y aurait une nécessité évidente de protéger le stock non reproducteur. Les rejets opérés en mer par ces chalutiers étant quantitativement assez importants, il est clair que la mortalité par pêche des immatures s'avèrerait encore plus élevée si l'on ramenait les débarquements aux captures réelles.

3 . D E T E R M I N A T I O N D E S P E R I O D E S D E R E P R O D U C T I O N

3.1. METHODOLOGIE GENERALE

La détermination des périodes de reproduction en milieu tropical est souvent plus complexe qu'en zones tempérées. C'est pourquoi, dans cette étude, nous avons eu recours à plusieurs méthodes :

- Les variations du pourcentage de femelles mûres,
- Les variations du rapport gonado-somatique (RGS),
- Les variations du rapport hépato-somatique (RHS).

Une information supplémentaire sera apportée par les variations d'abondance des larves de Cynoglossidés dans le plancton.

3.1.1. Les principales méthodes

3.1.1.1. Les pourcentages mensuels de femelles mûres

L'existence de femelles immatures tout au long de l'année nous a amené à calculer par mois et par zone, le pourcentage de femelles (stades VI et VII) par rapport au nombre total de femelles dont la longueur totale est supérieure à la taille à la première maturité (Lm 50 % = 34 cm).

3.1.1.2. Les variations du rapport gonado-somatique (RGS) ou indice gonado-somatique (IGS)

La méthode précédente de détermination des périodes de ponte peut être sujette à des erreurs d'appréciation des stades de maturité, quand ceux-ci sont basés sur des critères de coloration.

Le rapport gonado-somatique ou RGS est par contre un indice pondéral dont les variations temporelles, au sein d'une classe de tailles, sont fonction de l'état de maturité sexuelle.

- Définition.- BOUGIS (1952) définit le RGS comme étant "égal à 100 fois le poids des gonades divisé par le poids total du corps et exprime le poids des gonades en pourcentage du poids du corps". Autrement dit, si W_T est le poids total du poisson (en grammes) et W_G le poids des gonades (en grammes), le RGS est égal à :

$$100 \frac{W_G}{W_T}$$

L'école anglaise adopte chez les femelles un autre indice appelé "OVARY INDEX" égal à :

$$\frac{W_G}{L^3} 10^n$$

où W_G est le poids des ovaires et L^3 le cube de la longueur du poisson.

- Méthode d'étude des variations du RGS avec la taille des individus.- Le RGS est un indice qui varie avec la taille, le sexe et l'état de maturité des gonades.

Afin de dissocier les effets sur le RGS, de la taille des individus de ceux liés à la maturité sexuelle, nous avons d'abord étudié les variations du RGS en fonction de la taille.

De janvier 1976 à juin 1977, 1 061 paires d'ovaires ont été prélevées à partir de nos sous-échantillons, puis pesées au dixième de gramme près sur une balance monoplateau de type Mettler, à lecture directe. Le poids des gonades mâles, trop faible (au plus quelques dixièmes de grammes) n'a pas été mesuré.

Les RGS sont calculés puis regroupés par mois et par classes de tailles de 1 centimètre.

Nous avons ensuite scindé, arbitrairement, tous les individus de nos échantillons biologiques en quatre grandes classes de tailles et calculé leur RGS moyen mensuel par zone.

Classe 1 : $L_T \leq 29$ cm

Classe 2 : $30 \text{ cm} \leq L_T \leq 38$ cm

Classe 3 : $39 \text{ cm} \leq L_T \leq 40$ cm

Classe 4 : $L_T \geq 41$ cm

La classe 1 a été ainsi définie afin de regrouper la plupart des femelles aux stades II, III et IV.

- Méthode d'étude des variations saisonnières du RGS.- Pour chaque zone géographique, nous avons regroupé en lots mensuels les RGS de toutes les femelles dont la taille est supérieure ou égale à 30 cm, et calculé les valeurs moyennes ; nous avons ainsi éliminé de nos calculs les femelles inférieures ou égales à 29 cm, dont les RGS sont très faibles (valeur maximale : 0,95) et ne montrent pas de variations saisonnières nettes : ce sont en fait toutes les femelles aux stades sexuels II, III et IV, donc peu avancés.

3.1.1.3. Méthode d'étude des variations saisonnières du rapport hépatosomatique (RHS) ou indice hépatosomatique (IHS)

- Définition.- L'étude du cycle hépatique par les variations pondérales du foie permet, chez certains téléostéens, de définir les périodes de pontes. Ces variations, estimées par le rapport hépatosomatique ((RHS) sont dues aux mouvements des graisses dans le foie. Ces mouvements (accumulation et libération de lipides) sont liés à l'alimentation et à l'activité sexuelle (MILLOT, 1928).

Selon BOUGIS (1952), le foie jouerait chez certains poissons un rôle important dans les phénomènes physiologiques qui président à l'élaboration des produits sexuels, et ses variations pondérales seraient essentiellement sous l'influence des conditions génitales.

Cet auteur définit le RHS comme étant "égal à 100 fois le poids du foie divisé par le poids total du corps et exprime le poids du foie (W_H) en pourcentage du poids du corps" (W_T).

Autrement dit :

$$RHS = \frac{100 \times W_H}{W_T}$$

(W_H et W_T étant exprimés en grammes).

- Méthode d'étude.- Les méthodes utilisées sont les mêmes que celles déjà décrites pour l'étude du RGS. L'étude des variations saisonnières a été faite dans les mêmes classes de tailles, c'est-à-dire chez les femelles de taille supérieure ou égale à 30 cm. Au total, 616 foies ont été prélevés et pesés au dixième de gramme près.

3.1.2. Discussion sur les différentes méthodes d'étude

En biologie halieutique l'on a souvent recours aux méthodes précédentes pour décrire le cycle de reproduction des espèces.

Cependant, l'on devra faire preuve de beaucoup d'attention quant aux conclusions tirées de l'utilisation de telle ou telle méthode en milieu tropical.

3.1.2.1. Analyse des variations saisonnières du pourcentage de femelles mûres

Cette méthode repose sur des échelles de maturité dont l'établissement est basé en général sur des critères de forme, de taille et de coloration des gonades, lesquels sont difficiles à apprécier avec précision.

L'expérience du biologiste réduit souvent la marge d'erreur sur l'appréciation des colorations.

Dans notre étude, nous avons contourné la difficulté par l'examen des ovocytes de certains ovaires à la loupe binoculaire.

Une autre difficulté de la méthode est l'existence, dans les échelles de maturité sexuelle, de nombreux stades ; QASIM (1973) a proposé une échelle de maturité à trois stades chez les Téléostéens à ponte continue des zones tropicales ou subtropicales :

- Stade I : Immature
- Stade II : Maturing
- Stade III : Ripening

3.1.2.2. Analyse des variations saisonnières du RGS et du RHS

Le RGS est une donnée quantitative dont les fluctuations sont fonction de la taille, du stade de maturité et de l'alimentation. Nous avons de ce fait supprimé toutes les femelles aux stades II, III et IV.

La réplétion (ou la vacuité) des estomacs de nos cynoglosses a sans nul doute modifié les résultats réels ; en effet, le poids total (W_T) qui a servi à nos calculs de RGS inclut celui des contenus stomacaux, ceux-ci n'ayant pas été extraits avant la pesée des poissons. Cependant, compte tenu du fait que chez les cynoglosses, le coefficient de vacuité des estomacs est très élevé, ces modifications peuvent a priori être considérées comme faibles.

Du fait des variations individuelles de maturité sexuelle dans une population de poissons (phénomène déjà décrit au paragraphe 1.3), QASIM (1973) propose pour les études de périodes de reproduction, la détermination des RGS moyens pour chaque stade sexuel. Le nombre total d'individus récoltés ne nous a pas permis de procéder par stade sexuel.

Ces difficultés liées à la méthode du RGS existent également pour l'étude du RHS.

FONTANA (1979) souligne que ces indices de reproduction (pourcentage de femelles mûres, RGS) indiquent des périodes préférentielles de ponte, mais ne peuvent en aucun cas rendre compte de l'intensité de la reproduction puisque celle-ci dépend également, et entre autres facteurs, de l'importance du stock reproducteur présent.

3.2. LES RESULTATS DES DIFFERENTES METHODES

3.2.1. Méthodes des pourcentages de femelles mûres

L'interprétation des résultats repose sur l'hypothèse selon laquelle la ponte suit de très près la période où la courbe des variations saisonnières du pourcentage de femelles mûres passe par un maximum, ce dernier étant alors considéré comme le maximum de ponte.

Les résultats sont représentés graphiquement aux figures 3 et 4.

- Pour la zone nord (fig. 3), deux saisons de reproduction se dégagent marquées par des pourcentages élevés de femelles mûres :

. Une période d'avril à fin juillet, avec un maximum de ponte en mai-juin,

. Une autre d'octobre à décembre, avec un maximum de ponte en novembre.

Entre ces deux saisons a lieu le repos sexuel marqué par un arrêt total de la ponte en février, et une diminution de l'activité reproductrice en août et septembre.

- Pour la zone sud (fig. 4), le cycle de ponte semble comparable à celui observé au nord, malgré l'insuffisance ou l'absence de données à certaines périodes de l'année.

On observe deux maxima de ponte en juin et novembre, et deux minima en janvier-février et en août-septembre. Les périodes de ponte semblent coïncider avec celles du nord, avec une première saison vers juin et une seconde d'intensité plus faible vers novembre.

- Discussion et conclusion.- Cette étude nous conduit à considérer l'existence de deux saisons de ponte chez Cynoglossus canariensis :

. La première, d'avril à juillet, correspondant au début de la saison chaude et à l'arrivée sur le plateau continental des eaux tropicales chaudes et salées ;

. La seconde d'octobre à décembre, coïncidant avec la fin de la saison chaude et au retrait des eaux guinéennes chaudes et dessalées.

La première saison connaît une intensité de ponte plus grande que la seconde et est plus longue ; c'est la période principale de reproduction.

CHAUVET (1970), dans son étude des périodes de ponte de Cynoglossus canariensis en Côte d'Ivoire, note aussi l'existence de deux saisons coïncidant avec la grande saison chaude et la petite saison chaude, et une diminution de l'intensité de ponte pendant les saisons froides.

3.2.2. Méthode des variations du RGS

3.2.2.1. Variations du RGS avec la taille

Les résultats ont été représentés sur les figures 5 et 6, respectivement pour les zones nord et sud :

- Au nord, l'influence de la taille des individus sur les valeurs moyennes obtenues ressort nettement entre les classes 1, 2 et 3 : le RGS augmente avec la longueur totale des poissons. Chez les grands individus ($L_T > 39$ cm), l'influence de la taille sur le RGS est beaucoup moins évidente entre classes.

On peut déjà noter des variations saisonnières du RGS, d'amplitude plus marquée chez les plus grands individus.

- Au sud, malgré le caractère fragmentaire des données (absence d'échantillons en février, mars, mai, juin et décembre), l'essentiel des observations précédentes est confirmé.

La presque identité des conditions hydrologiques et la coïncidence dans le temps des maxima et des minima de RGS dans les deux zones, jointes à l'irrégularité des données du sud, nous ont conduit à procéder à un regroupement

des valeurs obtenues dans les deux aires géographiques (fig. 7).

3.2.2.2. Variations saisonnières du RGS

Les résultats sont représentés sur les figures 8 et 9 et sur le tableau I

- Au nord, (fig. 8), les valeurs du RGS sont en moyenne plus élevées qu'au sud ; en mars-avril 1976, on assiste à un accroissement assez rapide du RGS parallèlement à la nette augmentation déjà observée de la proportion de femelles mûres

Compte tenu de l'absence d'échantillons en mai, il est difficile de situer le maximum qui se trouverait entre avril et juin ; la situation similaire observée en 1977 pourrait laisser supposer que le maximum est en mai pour l'année 1976.

. A partir de juin, la valeur du RGS baisse régulièrement pour atteindre sa valeur minimale en février (saison froide).

. A partir de mars 1977, le schéma se répète.

De ces observations semble se dégager l'existence d'une saison de reproduction avec un maximum en avril-juin ; du fait que le sens de variation du RGS n'est pas connu pour les mois de juillet et septembre, une seconde saison de ponte maximale ne peut être individualisée comme dans la méthode des pourcentages de femelles mûres.

- Au sud, les résultats (fig. 9), du fait du manque répété d'échantillons, sont plus difficiles à interpréter.

Des valeurs élevées du RGS sont cependant observées en avril et en octobre-novembre.

Deux maxima d'activité sexuelle semblent ainsi se dessiner : un premier vers avril et un second en octobre-novembre, de même que deux minima : l'un vers février, l'autre en juillet-août-septembre.

- Discussion et conclusion.- Les discontinuités que nous n'avons pu éviter dans la série des données rendent difficile une généralisation des résultats ; ces discontinuités sont dues soit à l'inexistence de femelles de taille supérieure ou égale à 30 cm dans les sous-échantillons traités, soit à l'absence totale d'échantillons.

Les résultats doivent, par conséquent, être considérés comme préliminaires. Néanmoins, des conclusions peuvent en être tirées :

. Au nord, une saison de ponte maximale est observée vers juin, coïncidant avec la saison chaude salée. L'intensité de la ponte diminue de juin à février. La période de repos se situe vers février-mars, donc en saison froide.

. Au sud, on observe une première saison de reproduction importante après avril, suivie d'une période de repos de juillet à septembre (saison marine de transition) ; une seconde période de ponte a lieu à partir de novembre, vers la fin de la saison chaude dessalée ; elle est suivie d'un ralentissement de l'activité sexuelle en février.

L'étude des variations du RGS, bien que portant sur des données incomplètes semble montrer l'existence de deux saisons de reproduction, tout au moins pour la zone sud.

3.2.3. Variations saisonnières du RHS

Les résultats, représentés en même temps que ceux du RGS (fig. 8 et 9) montrent que l'amplitude de variation du RHS est toujours inférieure à celle du RGS.

- Pour la zone nord (fig. 8), le RHS montre de faibles variations d'une saison à l'autre : les valeurs obtenues sont quasi stables autour d'une valeur moyenne de 0,60.

Le RHS varie dans une fourchette de 0,45 à 0,85.

- Pour la zone sud (fig. 9), les variations sont plus nettes et les valeurs obtenues varient de 0,45 à 0,90.

Les deux cycles du RGS et du RHS semblent analogues, bien que les amplitudes soient très différentes.

Comme pour le RGS, on peut distinguer :

- . Deux maxima ; l'un vers avril et l'autre vers novembre,
- . Deux minima correspondant à juillet-août-septembre et à février.

- Conclusion.- Si l'étude des variations du RHS ne donne pas de résultats concluants au nord, par contre au sud, elle semble montrer :

- . Une première saison de ponte, vraisemblablement après avril ;
- . Une période de repos sexuel en fin de saison chaude salée ;
- . Une seconde saison de ponte vers novembre suivie d'un repos en février.

Mais si la participation du foie dans le métabolisme des graisses en liaison avec l'activité sexuelle est évidente, il reste que son rôle semble assez faible. Cela signifie que l'accumulation et la libération des lipides au cours du cycle sexuel ne se font pas uniquement dans le foie mais également au niveau d'autres organes (mésentère, muscles, etc...) ; dans ce cas le foie n'est pas seul à intervenir dans le métabolisme des lipides, dont la mobilisation est lente ; cela s'observe très souvent chez les poissons gras. Au cours de nos études, nous n'avons malheureusement pas observé le degré d'adiposité des différents organes de nos poissons.

3.3. DISCUSSION ET CONCLUSION GÉNÉRALES

Les différentes méthodes que nous avons utilisées permettent de tirer quelques observations, leurs résultats respectifs étant assez proches.

D'une manière générale, il semble n'exister aucune différence au point de vue de la reproduction entre les zones nord et sud.

Les trois méthodes (pourcentage de femelles mûres, variations du RGS et du RHS) ont permis de distinguer :

- Une première saison de ponte d'avril à fin juillet, coïncidant avec l'envahissement du plateau continental par les eaux tropicales chaudes salées (saison chaude et salée).

Le maximum de ponte se situe en mai-juin (transition saison froide-saison chaude).

- Une période de ralentissement de la ponte en août et septembre pendant la transition entre la saison chaude salée et la saison chaude dessalée. Août et septembre sont les mois où la température des eaux est maximale et leur salinité minimale.

- Une seconde saison de ponte, d'intensité moindre, d'octobre à décembre ; elle correspond à l'arrivée des eaux guinéennes chaudes et dessalées (saison chaude dessalée).

Le maximum de ponte a lieu en novembre (transition saison chaude-saison froide).

- Une période de repos sexuel de janvier à mars, coïncidant avec la saison froide. Le minimum de ponte se situe en février, mois le plus froid de l'année.

La présence de femelles mûres pendant toute la période d'échantillonnage et la fréquence régulière de juvéniles dans les prises chalutières montrent que la ponte est continue toute l'année au sein de la population reproductrice de soles, quelle que soit la zone géographique.

Cependant, malgré cette continuité du phénomène biologique, il y a des variations cycliques nettement marquées des pourcentages de femelles mûres du RGS, et, à un degré moindre, du RHS ; ces variations permettent d'identifier les saisons principales de ponte.

Selon QASIM (1956 a), les espèces à saison de reproduction prolongée possèdent des ovaires contenant des lots d'ovocytes destinés périodiquement à la maturité puis à la ponte.

Ce processus de maturation a été décrit chez les sardinelles du Congo par FONTANA (1969) qui a montré la présence, dans les ovaires de ces espèces, de trois groupes d'ovocytes de tailles distinctes évoluant parallèlement vers la ponte.

Chez *Cynoglossus canariensis*, le même schéma de maturation semble exister ; nous avons en effet observé, au cours des déterminations de stades sexuels de plusieurs ovaires mûrs, des ovocytes translucides de grande taille à côté d'autres plus petits et non mûrs.

CHAUVET (1970), distinguant des ovocytes (de femelles VI et VII) ayant des tailles différentes et contenant ou non des inclusions lipidiques, en est arrivé à l'hypothèse d'une ponte par émissions successives.

Ce processus de maturation, où plusieurs stades se superposent dans une même gonade, permet donc un fractionnement de la ponte qui peut se produire plusieurs mois durant une même saison de reproduction.

DOMANEVSKY (1968) et GIRET (1974) sur *Pagrus erhenbergi*, POINSARD et TROADEC (1966) et SUN (1975) sur *Pseudolithus senegalensis*, ont déjà fait les mêmes observations sur les côtes ouest-africaines.

Le cycle de ponte que nous venons de décrire, en liaison avec les saisons marines, se rencontre fréquemment en milieu tropical : plusieurs espèces démersales du golfe de Guinée ont une ponte étalée sur une période plus ou moins longue de l'année, avec deux maxima coïncidant avec les intersaisons marines ; le tableau suivant donne quelques exemples de ces espèces répondant à ce schéma de reproduction dans le golfe de Guinée.

ESPECES	ZONES D'ETUDES	REFERENCES
<i>Pagellus coupei</i>	Libéria-Cameroun	RIJAVEK (1973)
<i>Pagellus coupei</i>	Sénégal	FRANQUEVILLE (1977), non publié
<i>Dentex angolensis</i>	Sénégal	DOMAIN (1977), non publié
<i>Penaeus duorarum</i>	Côte d'Ivoire	GARCIA (1976)
<i>Penaeus duorarum</i>	Sénégal	LHOMME (1977)
<i>Pseudolithus senegalensis</i>	Sénégal	SUN (1975)
<i>Brachydeuterus auritus</i>	Congo-Gabon	FONTANA et BOUCHEREAU (1976)
<i>Brachydeuterus auritus</i>	Libéria-Cameroun	RAITT et SAGUA (1969)
<i>Cynoglossus canariensis</i>	Côte d'Ivoire	CHAUVET (1970)
<i>Pteroscion peli</i>	Congo	FONTANA et BARON (1976)

Le groupe de travail ISRA-ORSTOM (1) de novembre 1977 sur la reproduction, est arrivé aux mêmes conclusions pour beaucoup d'espèces démersales exploitées dans le golfe de Guinée.

(1) ISRA : Institut sénégalais de Recherches agricoles.

ORSTOM : Office de la Recherche scientifique et technique Outre-Mer.

4. DETERMINISME DE LA PONTE : INFLUENCE DES CONDITIONS HYDROLOGIQUES

Dans le but de connaître l'influence de l'hydroclimat sur le cycle de ponte, nous avons représenté sur les figures 3 et 4 l'évolution des températures et des salinités de surface à Saint-Louis (nord) et Mbour (sud) en plus celle des pourcentages de femelles mûres.

4.1. LIAISON APPARENTE AVEC LA TEMPERATURE (fig. 3)

L'augmentation rapide de la température à partir d'avril est parallèle à l'accroissement du pourcentage de femelles mûres ; le déclenchement de la ponte maximale (mai-juin) correspond à la période de réchauffement maximal.

Le minimum de ponte correspond au maximum de température, en août et septembre.

L'abaissement rapide de la température coïncide avec une augmentation du pourcentage de femelles mûres ; la seconde saison de ponte correspond à une baisse de température.

De ces observations se dégage un synchronisme entre les deux principales saisons de ponte et les périodes de réchauffement et de refroidissement des eaux marines ; ces dernières correspondent respectivement avec le début de la saison chaude salée et la fin de la saison chaude dessalée, c'est-à-dire aux intersaisons marines.

La figure 4 montre, pour la zone sud, les mêmes faits avec des températures moyennes plus fortes.

Donc la température (ou les facteurs qu'elle induit) semble jouer un rôle dans la ponte de Cynoglossus canariensis ; les pontes maximales se produisent au moment de l'envahissement du plateau continental par les eaux tropicales chaudes et salées, pour la première saison de ponte, et au retrait des eaux guinéennes chaudes et dessalées, pour la seconde saison.

Les périodes intermédiaires sont marquées par un ralentissement de l'activité sexuelle.

4.2. LIAISON APPARENTE AVEC LA SALINITE

L'observation des courbes de salinité de surface (fig. 3 et 4) amène à soupçonner, dans le déterminisme de la ponte, une certaine influence de la salinité, bien que l'essentiel de la reproduction ait lieu en saison chaude et qu'elle ralentisse en saison froide.

Dans les zones nord et sud, la superposition des phénomènes de ponte et de variations de la salinité est nette au moment de la saison dessalée : on note une nette diminution de l'activité reproductrice au moment de la dessalure des eaux (saison chaude dessalée).

4.3. DISCUSSION ET CONCLUSION

Le déclenchement de la ponte semble étroitement lié à certaines conditions de température et/ou de salinité.

Chez C. canariensis, si la température semble avoir une influence apparemment plus importante sur les phénomènes de ponte, il n'en demeure pas moins vrai que la salinité peut agir ; chez Pseudotolithus elongatus du plateau continental congolais, par exemple, il a été mis en évidence une relation

étroite entre la ponte et la dessalure des eaux.

FONTANA et CHARDY (1971) ont par ailleurs mis en évidence au Congo, une étroite relation entre l'intensité de ponte de Sardinella aurita et certaines conditions hydrologiques ayant existé pendant la saison chaude précédant la ponte.

Mais la température et la salinité, prises comme indicateurs hydrologiques ne sauraient suffire à elles seules pour expliquer tous les mécanismes de la ponte.

Plusieurs autres facteurs écologiques (biotiques ou abiotiques), plus ou moins difficilement mesurables peuvent jouer un rôle dans le déterminisme du phénomène biologique ; et la force et l'importance de leurs effets restent difficiles à dissocier du fait des interactions complexes entre certains facteurs du milieu.

Selon FONTANA (1979), il serait d'ailleurs vain de vouloir dissocier les deux paramètres que sont la température et la salinité car tous deux caractérisent une masse d'eau.

5. LES AIRES DE REPRODUCTION

5.1. RESULTATS DE CHALUTAGES

Il est connu que certaines espèces de Cynoglossidés effectuent des migrations liées en partie à l'alimentation et à la reproduction, dans les estuaires, les embouchures ou dans les lagunes (SCHEFFERS, 1976 ; REIZER, 1971).

Cela nous a amené à effectuer au cours de nos campagnes de chalutages des prospections au niveau des embouchures des fleuves Sénégal, Casamance et Sine-Saloum ; nous avons alors garni intérieurement le cul de chalut utilisé à l'aide d'une poche de 10 mm de côté de maille afin de réduire au minimum l'échappement des très jeunes individus. Les résultats, quelle que soit la saison, n'ont montré aucune concentration particulière de femelles mûres ou de juvéniles.

Par contre, dans nos zones habituelles de chalutage (fig. ci-après), nous avons toujours pêché des jeunes Cynoglossus canariensis et ceux des autres espèces ; de même, les femelles mûres ont été récoltées à différentes profondeurs sur tout le plateau continental.

Ces différentes observations montrent :

- Que la reproduction de Cynoglossus canariensis ne semble pas avoir lieu dans les embouchures des fleuves ;
- Que la reproduction a lieu sur toute l'aire de répartition de l'espèce au niveau du plateau continental sénégalais.

Il faut cependant souligner que nous n'avons jamais chaluté de jeunes de taille inférieure à 14 cm. Ces juvéniles pourraient avoir une distribution plus côtière, étant donné que dans les zones d'abondance maximale de Cynoglossus canariensis (zone nord), le chalutage n'est possible qu'au dessous de la sonde des 15 m ; de même dans la zone sud, une large bande côtière, située entre 0 et 5 m, demeure non chalutable. Les nurseries pourraient être dans ces bandes côtières.

Des campagnes de prospections au niveau de cette frange non chalutable devront être effectuées avec des moyens navigants plus appropriés. Elles permettront de préciser l'écologie de toutes les espèces de Cynoglossidés et la distribution spatio-temporelle de leurs juvéniles.

Pour Cynoglossus goreensis, des sennes de plage régulièrement effectuées

par les pêcheurs artisanaux devant le CRODT, ramènent de nombreux juvéniles (de 8 à 12 cm) de juillet à septembre ; malheureusement Cynoglossus canariensis n'est pas rencontré dans ce secteur du Cap-Vert.

5.2. L'ETUDE DES LARVES DU PLANCTON

Les six campagnes du sardinier "ARFANG", effectuées en 1968 par divers chercheurs du CRODT, entre Saint-Louis et Roxo, nous ont permis d'avoir une idée supplémentaire sur les aires de reproduction des espèces du genre Cynoglossus. Il s'agissait de campagnes d'hydrologie et de planctonologie qui s'inscrivaient dans le cadre de "l'étude des larves et juvéniles des poissons des côtes du Sénégal".

Les récoltes ont été faites avec deux filets attachés sur un même câble, l'un de 1 mm de vide de maille et l'autre de 500 microns.

La méthode des traits de surface a été utilisée au-dessus des fonds de 10 mètres, et celle des traits obliques pour les autres profondeurs.

Nous avons récapitulé toutes les données concernant Cynoglossus spp., et représenté, sous forme de tableau, les nombres de larves par secteur et par mois.

RADIALES	ZONES		JANV	MARS	MAI	JUIN	AOÛT	NOV
I	Saint-Louis	N O R D	0	0	0	0	0	2
II	Mboro Fassboye		0	0	0	0	5	1
III	Kayar		0	0	0	0	0	0
IV	Dakar-Yoff		0	0	0	0	0	1
V	Bargny	S U D	0	0	0	0	0	0
VI	Cap de Naze		0	0	0	0	0	4
VII	Saloum		0	0	0	0	39	12
VII	Gambie San-Pedro		0	0	0	17	0	46
IX	Casamance Roxo		0	0	2	0	9	4
TOTALX			0	0	2	17	53	70

De ce tableau nous pouvons déduire :

- Que la distribution des larves dans l'espace coïncide approximativement avec l'aire de répartition géographique de l'ensemble des Cynoglossus spp. : entre Mboro et Saint-Louis dans le nord, et entre le cap de Naze et le cap Roxo dans le sud. Cela confirmerait que la ponte des espèces du genre Cynoglossus a lieu sur toute leur aire de distribution (en latitude).

Les quantités maximales de larves ont par ailleurs été récoltées au-dessus des fonds de 10 m, ce qui signifierait une ponte côtière. Il faut cependant souligner que les phénomènes de dérive (courants de surface) empêchent de connaître avec précision les aires de reproduction, les oeufs et les larves pouvant être transportés et dispersés très loin des lieux de ponte.

- Que les larves apparaissent en août et en novembre au nord ; en mai,

août et novembre au sud.

Malgré les nombres très faibles de larves, nous pouvons dire que la ponte semble commencer vers mai dans le secteur Casamance-Roxo et se poursuit jusqu'en novembre. Cette période couvre bien l'ensemble des deux saisons de ponte déjà décrites. Par contre, dans le nord, les larves n'apparaissent qu'en août, soit un décalage de trois mois par rapport à la ponte exprimée par les variations du RGS en 1976. Ce retard pourrait être lié au fait que l'année 1968 a été anormalement froide pour la zone nord, la saison froide s'étant prolongée jusqu'en juin.

Ces différents résultats sur la distribution des larves et juvéniles de Cynoglossidae sont indicatifs à plus d'un titre : d'une part les récoltes ont été quantitativement insuffisantes et, d'autre part, la détermination des larves s'est limitée au genre.

Toutefois, ils semblent montrer une ponte côtière de mai à novembre sur toute l'aire de répartition des espèces du genre Cynoglossus spp.

6 . L E S E X - R A T I O

Nous avons exprimé le sex-ratio par le pourcentage de femelles par rapport au nombre total d'individus.

6.1. SEX-RATIO GLOBAUX

Deux sex-ratio ont été calculés globalement, à partir de nos sous-échantillons et à partir des distributions de fréquences de la pêche chalutière dakaroise.

- Avec les sous-échantillons des chalutages scientifiques, sur 2 124 individus, 1 101 sont femelles, soit 51,8 % ;

- Avec les fréquences de tailles obtenues du port, sur 5 153 individus, 2 682 sont femelles, soit 52 %.

Les résultats étant identiques, nous pouvons dire que le sex-ratio est légèrement en faveur des femelles. Mais il faut noter que le sex-ratio varie en fonction de la taille, du lieu de pêche et des périodes de l'année ; le sex-ratio global ne rend pas compte de tous ces facteurs.

6.2. VARIATIONS SAISONNIERES DU SEX RATIO

A partir de nos sous-échantillons, les sex-ratio mensuels, par secteur, ont été calculés de janvier 1976 à juin 1977. La figure 10 montre les résultats pour les zones nord et sud.

Les pourcentages de femelles fluctuent autour de valeurs moyennes de 54 % et 58 %. Il est intéressant de remarquer que les valeurs les plus élevées sont obtenues aux périodes de repos sexuel et les plus faibles aux saisons de ponte. Les valeurs maximales et minimales des pourcentages obtenus étant significatives au seuil de 5 %, les variations correspondantes doivent s'expliquer, non par des fluctuations d'échantillonnage, mais par des variations saisonnières de disponibilité chez les mâles et les femelles ; ces variations sont vraisemblablement en liaison avec la reproduction.

6.3. VARIATIONS DU SEX-RATIO AVEC LA TAILLE

Nous avons calculé, par classe de taille de 3 cm, les valeurs moyennes du sex-ratio aux différentes saisons hydrologiques ; en avril (saison froide), juin (saison chaude salée), octobre (saison chaude dessalée) et décembre (période de transition). Ces mois ont été choisis du fait du nombre important d'individus qui y ont été récoltés ; ils correspondent également à des saisons hydrologiques différentes.

La figure 11 montre que :

- Pour des tailles inférieures à 33 cm, le sex-ratio a une tendance croissante en octobre et décembre ; en avril et juin par contre, le sex-ratio diminue d'abord pour augmenter progressivement à partir de la classe 30 cm.

- A partir de 33 cm, le sex-ratio augmente nettement avec la taille, quelle que soit la saison.

Le tableau suivant montre les sex-ratio moyens par classes de taille :

Classes de tailles	30 cm	33 cm	36 cm	39 cm	42 cm
% femelles	34,0	45,0	60,0	77,0	92,0

Cette augmentation du pourcentage de femelles avec la taille s'observe chez plusieurs espèces de poissons ; elle peut être liée soit à une mortalité naturelle plus élevée chez les mâles, soit une croissance plus rapide des femelles ; cette hypothèse sera vérifiée dans l'étude de la croissance linéaire.

CHAPITRE II

BIOMETRIE ET CROISSANCE DE CYNOGLOSSUS CANARIENSIS

1. QUELQUES DONNEES BIOMETRIQUES SUR CYNOGLOSSUS CANARIENSIS

Les études de biométrie permettent aux biologistes des pêches d'établir l'identité et le degré d'autonomie des stocks exploités. Elles portent habituellement sur des caractères métriques et sur des caractères méristiques.

Dans le cas de Cynoglossus canariensis, nous avons limité l'étude aux seuls caractères métriques.

1.1. LES CARACTERES METRIQUES

Deux caractères métriques, mesurés au millimètre le plus proche, ont été étudiés par rapport à la longueur totale (L_T) :

- La longueur-standard (L_S), distance entre le bout du museau et la base transparente des rayons de la caudale (fig. 12).

--La longueur de la tête (L_t), distance entre le bout du museau et l'extrémité postérieure de l'opercule ; la mensuration est faite au compas à pointes sèches puis sur règle graduée (fig. 13).

Toutes les mensurations portant sur L_T , L_S et L_t ont été effectuées sur une planche graduée à butée, les poissons étant couchés sur leur face aveugle, plus plate que leur face oculée.

1.2. METHODE DE CALCUL DES EQUATIONS ET RESULTATS

Les équations définissant les relations entre la longueur totale (L_T) et les caractères L_t et L_S sont obtenues, par ajustement des points observés, par la méthode des moindres rectangles (in DAGNELIE, 1973) ; cette méthode a été utilisée du fait de l'interdépendance des deux variables étudiées.

Les relations $L_T = f(L_t)$ et $L_T = f(L_S)$ sont du type linéaire $y = bx+a$. Le tableau II montre les équations des droites par zone et par sexe. Les résultats graphiques correspondants sont représentés sur les figures 12 et 13.

1.3. DISCUSSION ET CONCLUSION

La figure 12 montre que, quels que soient la zone et le sexe, les droites obtenues sont pratiquement confondues ; donc pour les deux sexes, L_T et L_S sont dans un rapport constant au nord et au sud du plateau continental ; c'est une relation d'isométrie.

La figure 13 semble montrer des relations différentes dans les deux zones géographiques, quel que soit le sexe.

2 . L A C R O I S S A N C E

La connaissance des lois de croissance d'une espèce et de certains paramètres biologiques en découlant (mortalité...), est nécessaire pour l'étude de la dynamique et l'aménagement des pêcheries de l'espèce. Nous avons étudié la croissance de *C. canariensis* sous ses deux aspects, linéaire et pondéral.

2.1. LA CROISSANCE LINEAIRE

2.1.1. Méthode d'étude

La détermination des âges individuels de nos poissons a été faite par la lecture des écailles (ou technique scalimétrique).

La quantité des individus échantillonnés nous a permis de comparer la croissance linéaire chez les mâles et les femelles ; mais du fait du nombre insuffisant de données du secteur sud, nous avons regroupé tous les Cynoglosses des deux zones géographiques, afin d'avoir une estimation moyenne de la croissance sur tout le plateau continental.

La technique d'étude, par otolimétrie, a été essayée pour servir de base de comparaison. Les otolithes que nous avons régulièrement prélevés, en même temps que les écailles, ont été nettoyés à l'acool éthylique, rincés à l'eau de robinet, puis mis sous enveloppes.

Différents types de traitements ont été essayés pour la lecture des âges :

- Bain des otolithes entiers dans une coupelle d'alcool ou de xylol, et lecture à la binoculaire avec éclairage par dessous ;
 - Bain des otolithes entiers dans une coupelle d'eau distillée, et lecture à la binoculaire avec éclairage rasant.
- Toutes ces techniques ont donné de faibles taux de lisibilité.

D'autre part, CHAUVET (1970) a essayé, dans son étude de la croissance de Cynoglossus canariensis, la technique de meulage de CHRISTENSEN (1964) ; à cause de leur fragilité et de leur faible épaisseur, 80 % des otolithes se réduisent en "poussière".

Du fait de la meilleure lisibilité des écailles, nous avons jugé plus pratique, comme CHAUVET d'ailleurs, d'abandonner l'otolimétrie au profit de la scalimétrie.

2.1.2. Description des écailles de soles

Ce sont de grandes écailles, assez minces et nettement oblongues.

Au point de vue de la structure, on distingue des écailles cycloïdes sur toutes les lignes latérales, et des écailles cténoïdes sur tout le reste du corps ; quelques écailles présentant une structure mixte ont été rencontrées : leur champ externe ayant une partie cycloïde et l'autre cténoïde.

Toutes les écailles présentent un sillon à mucus allongé, transparent, dépourvu de circoli, de radii et stries ; il traverse le nucleus et s'évase vers l'extérieur (fig. 16).

Une autre structure transparente appelée onglet, existe en plus chez quelques rares écailles ; celui-ci se termine à l'extrémité du champ interne par une échancrure assez profonde. Du focus, masqué par le sillon, partent de nombreux radii très fins qui divergent vers la périphérie de l'écaille.

Il existe une différence morphologique entre les écailles provenant des gros individus et celles provenant de petits individus, les premières possédant un champ externe plus convexe.

2.1.3. Prélèvement, préparation et conservation des écailles

- Prélèvement des écailles.- Les écailles de C. canariensis sont des pièces de faible adhérence ; celles qui résistent le plus aux frottements lors des chalutages sont situées sur la ligne latérale médiane ; c'est à cet endroit que nous avons effectué les prélèvements pendant le traitement de nos sous-échantillons. A l'instar de CHAUVET (1970), le prélèvement des écailles a eu lieu, chaque fois, au début du troisième quart à partir de la tête, à raison de 3 ou 4 écailles par poisson ; lorsque dans un sous-échantillon le nombre d'individus d'une classe de taille était très important, nous nous limitons à trois poissons, par sexe.

- Préparation et conservation des écailles.- Une fois prélevée, chaque écaille est nettoyée entre le pouce et l'index, puis immergée pendant 24 h dans un pilulier contenant une solution de soude à 4 %, pour la débarrasser de son mucus et de ses fragments de téguments ; elle est alors rincée sous un mince filet d'eau puis nettoyée à sec ; l'écaille est ensuite montée entre deux lames porte-objet fortement reliées par du papier autocollant, après avoir été imprégnée de cendre de cigarettes, ce qui donne aux différentes marques un meilleur contraste.

Il est à noter que la forte concentration de soude utilisée a souvent provoqué une perte considérable d'écailles : les plus fragiles (celles des poissons de petite taille) ont été littéralement dilacérées au bout des 24 h d'immersion ; aussi avons-nous utilisé par la suite de la soude moins concentrée : 2 ou 3 % selon la résistance des écailles à traiter.

2.1.4. Matériel et modalités de lecture : relation longueur-poisson longueur-écaille

2.1.4.1. Matériel de lecture

Toutes les lectures ont été effectuées à la loupe binoculaire, au grossissement (X 19), en éclairant les écailles par transparence à la lumière électrique.

Nos premières lectures ont été essayées sans résultats satisfaisants, sur un "projecteur d'écaille"; son faible grossissement ne mettait en évidence que certaines stries particulièrement nettes.

2.1.4.2. Modalités de lecture

Afin d'opérer à une détermination correcte de l'âge, nous avons éliminé de l'étude :

- Les écailles néoformées par régénération, reconnaissables à leurs calcs dépourvus de circuli ;
- Les écailles à structure mixte ;
- Les écailles trop opaques du fait d'un mauvais nettoyage ou d'un excès de cendre de cigarettes ;
- Les écailles présentant des marques incomplètes ou ayant apparemment des marques surnuméraires ;
- Et enfin les écailles dont le champ interne présente un rebord sectionné.

Par ailleurs, comme proposé par DAGET et LE GUEN (1975), et afin de réduire au minimum toute cause d'erreurs, nous avons examiné et comparé les 3 ou 4 écailles prélevées par poisson et n'avons retenu que les marques communes occupant la même position relative ; un dessin d'"écaille type" est ensuite réalisé sur fiche, le plus fidèlement possible, par individu. Cette méthode de lecture éliminerait les éventuelles marques accidentelles qui surviennent lors de la formation de certaines écailles.

Ainsi, sur 1 008 "écailles types" dessinées, seules 701 (soit environ 70 %) ont finalement été retenues, après une seconde lecture, malheureusement personnelle ; une confrontation de nos résultats d'interprétation avec ceux d'un autre lecteur serait en effet nécessaire, afin de lever toute part de subjectivité.

C'est donc sur ces 701 "écailles types" qu'a porté la détermination des âges de Cynoglossus canariensis.

2.1.4.3. Mensuration des écailles : relation longueur-poisson relation longueur-écaille

Les mesures ont été effectuées, au dixième de millimètre près, à l'aide d'un micromètre oculaire ; elles portent sur la plus grande dimension de l'écaille, celle-ci ayant son plan sagittal placé perpendiculairement aux graduations du micromètre.

Toutes les écailles provenant d'un même poisson sont mesurées et leur longueur moyenne calculée.

Ainsi sur 1 890 écailles mesurées, 284 longueurs moyennes ont été calculées chez les mâles et 309 chez les femelles.

La figure 14 montre l'expression graphique par sexe, de la relation entre la longueur des poissons (L_p) et la longueur moyenne de leurs écailles (L_E) ; chez les mâles et les femelles la relation est curvilinéaire de type puissance.

2.1.5. Interprétation des stries et des anneaux

2.1.5.1. Périodes de formation des stries liées à la croissance

Pour déterminer la période de formation des stries sur les écailles, nous avons examiné, de février 1976 à juin 1977, les bords antérieurs de 781 écailles et effectué les pourcentages mensuels de celles présentant une strie à leur périphérie.

La figure 15 représente l'évolution dans le temps de la formation des stries : les maxima sont observés en avril-mai et en novembre-décembre, c'est-à-dire aux saisons hydrologiques de transition. Cela signifie que la majorité des poissons arrêtent ou ralentissent leur croissance aux périodes de variations rapides de température ; cependant, le pourcentage d'écailles à stries périphériques n'étant jamais nul, certains poissons marquent leurs stries au cours des saisons marines froide ou chaude.

On peut donc retenir que les poissons forment en général deux stries par an ; les dates de formation seront arbitrairement fixées au 1^{er} mai et au 1^{er} décembre de chaque année.

Remarque importante.- La ponte des soles ayant lieu également aux inter-saisons marines, on pourrait chercher à lier la formation des stries observées et la reproduction ; mais il ne peut en être ainsi puisque, même chez les individus immatures, les écailles possèdent déjà des stries.

2.1.5.2. Interprétation des anneaux (ou bandes) de croissance

- Description et lecture des anneaux.- L'examen des écailles de soles montre une alternance de deux types d'anneaux (ou bandes) délimités par des stries :

- . Des anneaux larges qui apparaissent généralement sombres à la lumière ;
- . Des anneaux plus étroits que les précédents, translucides et clairs à la lumière.

Les premières correspondent à la saison chaude et les seconds à la saison froide ; leur largeur respective diminue progressivement du centre à la périphérie de l'écaille ; chez les grands individus, les anneaux de saison froide se réduisent même à de simples stries à l'extrémité de l'écaille.

- Lecture de la première strie.- Une bonne lecture de la première strie qui suit le nucleus est une condition nécessaire pour une bonne précision dans la fixation des âges individuels.

Certains auteurs étudient la distribution de fréquences des distances comprises entre la première strie et le centre de l'écaille afin de déterminer la période de formation du nucleus ; l'opacité souvent constatée du nucleus des soles et l'existence au milieu de celui-ci d'un sillon muqueux ne nous ont pas permis de repérer exactement le centre des écailles et d'utiliser cette méthode.

Cependant, nous avons pu subdiviser nos "écailles types" en quatre grands groupes, selon la taille relative de leur nucleus et la nature du premier anneau formé :

1°) Les écailles présentant un grand nucleus suivi d'un anneau de saison froide.

2°) Les écailles présentant un petit nucleus suivi d'un large anneau de saison chaude.

3°) Les écailles ayant un petit nucleus suivi d'un anneau de saison froide.

4°) Et les écailles à nucleus moyen suivi d'un anneau de saison chaude.

Les deux premiers types d'écailles sont les plus nombreux.

En tenant compte de nos résultats sur les saisons de ponte et sur les périodes de formation des stries et des anneaux, nous avons été amené aux interprétations suivantes :

- La première série d'écaillés appartient aux soles nées en début de saison chaude ;
- La deuxième série, aux soles nées en début de saison froide ;
- Les deux dernières séries d'écaillés correspondent aux poissons nés durant la saison chaude ou la saison froide.

La majorité des poissons effectuant leur ponte en mai-juin et en novembre-décembre, nous avons fixé au 1^{er} juillet et au 1^{er} janvier les dates moyennes d'éclosion ; celles-ci seront considérées comme étant les dates de naissance de nos soles.

Dans nos calculs ultérieurs sur la croissance, les âges indiqués correspondent donc à la période comprise entre la date d'éclosion et la date de capture.

Deux exemples d'écaillés, illustrant le principe de la détermination des âges, sont donnés sur la figure 16.

2.1.6. Distribution des âges lus aux différentes tailles (ou clés âges-longueurs)

La fixation des âges individuels permet d'établir un tableau de correspondance âges-longueurs totales pour chaque sexe.

Pour plus de commodité de présentation, nous avons regroupé pour chaque taille, les différents âges observés, en classes d'une année et, exprimé les résultats dans les tableaux III et IV. Au total 350 âges ont été déterminés chez les femelles et 351 chez les mâles.

2.1.7. Equations et courbes de croissance linéaire

2.1.7.1. Formulation mathématique de la croissance

L'incorporation de la croissance dans les modèles de dynamique des stocks nécessite une traduction mathématique du phénomène biologique. L'équation la plus couramment utilisée pour exprimer la loi de croissance linéaire des poissons est celle de VON BERTALANFFY (1938) :

$$L_T = \infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

où : L_T est la longueur du poisson (en cm) au temps t (en années)

∞ est la longueur maximale asymptotique ;

K , un paramètre constant ;

t_0 est l'âge théorique, où L_t est nulle.

2.1.7.2. Détermination des paramètres K , ∞ et t_0 : méthodes des moindres carrés de TOMLINSON et ABRAMSON (1961)

La détermination de la courbe de VON BERTALANFFY a été faite à partir des couples longueurs-âges obtenus d'individus appartenant à plusieurs classes de tailles et provenant des zones nord et sud ; par conséquent, nos courbes d'ajustement expriment la croissance moyenne de l'ensemble des Cynoglossus canariensis du plateau continental sénégalais.

L'ajustement de la courbe aux données d'observation est réalisé par la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON. Le principe de cette méthode part du fait que, pour un âge donné (t), les tailles individuelles sont dispersées autour de leur valeur moyenne, avec une certaine variance ; pour évaluer la précision des estimations de K , ∞ et t_0 , il est indispensable de tenir compte de la variance résiduelle qui mesure la dispersion des points observés par rapport à la courbe ajustée.

La méthode de TOMLINSON-ABRAMSON permet d'obtenir les meilleures estimations pour K , L_{∞} et t_0 . Basée sur la méthode d'ajustement des moindres carrés, elle consiste à minimiser la somme des carrés (S^2) des distances entre les points observés et la courbe théorique.

S^2 étant une fonction de K , L_{∞} et t_0 , la condition nécessaire pour qu'elle passe par un minimum, est que ses trois dérivées partielles, $\frac{dS^2}{dL_{\infty}}$, $\frac{dS^2}{dK}$ et $\frac{dS^2}{dt_0}$ soient nulles.

La résolution de ce système d'équations à 3 inconnues, K , L_{∞} et t_0 , fait appel à de long calculs itératifs qui nécessitent l'utilisation d'un ordinateur. Nos données d'observation (longueurs totales, âges individuels) ont été analysées sur un "Hewlett-Packard 9825A Calculator" à traceur de courbes, à l'aide d'un programme correspondant à la méthode de TOMLINSON-ABRAMSON.

2.1.7.3. Paramètres, équations et courbes de croissance linéaire

- Les paramètres de croissance.- Les estimations des paramètres K , L_{∞} et t_0 par la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON sont exprimées sur le tableau suivant, de même que les intervalles de tailles et d'âges où elles sont calculées.

Nous avons aussi indiqué les estimations de K et L_{∞} obtenues en Côte d'Ivoire (CHAUVET, 1970), par la méthode de FORD-WALFORD et, de celle de t_0 , déterminée par la méthode graphique.

Notons que les intervalles d'étude n'ayant pas été définis par l'auteur, nous avons indiqué, entre parenthèses, les intervalles des tailles de *C. canariensis* d'après les histogrammes de fréquence de longueurs couvrant la période d'étude.

PARAMETRES	S E N E G A L		C O T E D ' I V O I R E	
	♂	♀	♂	♀
L_{∞} (cm)	45,543	51,97	50,5	55,0
K	0,566	0,481	0,36	0,32
t_0 (années)	-0,247	-0,262	-1,10	-1,0
Intervalles d'études	19 - 46 cm	18 - 52 cm	(10 - 50 cm)	(11 - 55 cm)
	8 - 66 mois	8 - 78 mois	-	-

- Les équations de croissances.- Les équations de VON BERTALANFFY, traduisant la croissance de *C. canariensis*, s'écrivent donc :

. Pour les mâles : $L_T = 45,543 (1 - e^{-0,566 (t + 0,247)})$

. Pour les femelles : $L_T = 51,97 (1 - e^{-0,481 (t + 0,262)})$

- Les courbes de croissance.- Elles sont déduites des équations précédentes par estimations des âges (en années) à partir des longueurs (en cm). Les courbes sont représentées sur la figure 17, par sexe. Il est important de préciser que les courbes ainsi obtenues ne traduisent valablement la croissance linéaire de *Cynoglossus canariensis* que dans les limites des intervalles d'études :

. Entre 8 et 66 mois pour les mâles ;

. Entre 7 et 78 mois pour les femelles.

Il serait dès lors nécessaire d'effectuer un autre échantillonnage afin de préciser la croissance au-delà des intervalles d'étude ; en effet, les tailles maximales observées sont de 49 cm pour les mâles et 56 cm pour les femelles ; malheureusement leurs écailles étaient illisibles.

Les valeurs de L_{∞} (inférieures à ces tailles) et celles de t_0 (négatives) s'expliquent par la répartition non uniforme des données sur les intervalles : présence de beaucoup d'adultes et de peu d'individus âgés, et par l'absence de jeunes de moins de 18-19 cm. Mais L_{∞} et t_0 ne sont que des paramètres mathématiques, donc sans signification biologique.

- La croissance par sexe.- La figure 17 et le tableau ci-dessous font apparaître des différences assez marquées dans la croissance linéaire des mâles et des femelles. Jusqu'à 2 ans, la différence de croissance linéaire entre sexe est peu prononcée ; à partir de 3 ans, la différence de taille s'accroît en faveur des femelles, dépassant nettement 2 cm.

La longueur maximale asymptotique (L_{∞}), bien que déterminée dans un intervalle de tailles plus large chez les femelles que chez les mâles (tabl. précédent), est plus élevée chez les femelles ; les intervalles d'étude ayant par ailleurs des bornes inférieures pratiquement identiques, la différence entre les longueurs maximales asymptotiques entre sexes corrobore une croissance plus rapide chez les femelles.

Ages (années)	Longueurs totales théoriques (cm)		Différences de tailles (cm)	Longueurs totales théoriques (cm) CHAUVET, 1970	
	♂	♀		♂	♀
0,666	18,4	18,7	0,3	23,7	22,7
1	23,0	23,6	0,6	26,8	26,0
2	32,8	34,5	1,7	33,9	34,0
3	38,3	41,1	2,8	38,4	39,7
4	41,4	45,3	3,9	42,4	43,9
5	43,2	47,8	4,6	44,9	47,0
6	44,2	49,4	5,2	46,6	49,2
7	44,8	50,4	5,6	47,8	50,8
8	45,1	51,0	5,9	48,6	51,9
9	45,3	51,4	6,1	-	-
	45,5	52,0	6,5	50,5	55,0

Nos soles étant mesurées au centimètre inférieur, les chiffres après les virgules n'ont évidemment aucune signification.

- Comparaison de la croissance de *C. canariensis* au Sénégal et en Côte d'Ivoire.- Nous avons figuré sur le tableau précédent les longueurs totales de *C. canariensis* en Côte d'Ivoire, aux différents âges déterminés par la technique scalimétrique. La comparaison est rendue difficile, non pas parce que le matériel biologique appartient à deux régions très différentes, mais du fait que :

- . D'une part, les intervalles d'étude ne correspondent pas,
- . D'autre part, la distribution des données observées est différente

au sein des intervalles.

Néanmoins, pour les deux sexes, la croissance apparaît plus rapide en Côte d'Ivoire pendant la première année ; à partir de la deuxième année, elle est assez comparable dans les deux pays, jusqu'à 5 ans chez les mâles et jusqu'à 7 ans chez les femelles.

2.1.7.4. Conclusions

L'ajustement de la croissance linéaire de *C. canariensis* au modèle de VON BERTALANFFY par application à nos données d'observation (longueurs, âges individuels lus sur les écailles) de la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961), est statistiquement valable dans les intervalles d'âges correspondant à chaque sexe. Aussi les paramètres K , L_0 et t_0 déterminés, ne traduisent-ils la croissance de l'espèce que dans les limites de ces intervalles.

Une croissance différentielle par sexe, se traduisant par des tailles de plus en plus grandes chez les femelles, apparaît à partir de 3 ans. Chez les mâles comme chez les femelles, le taux absolu de croissance est très élevé entre la première et la deuxième année, les tailles moyennes correspondantes passant de 23,3 cm à 33,6 cm pour les deux sexes réunis.

Les équations obtenues devraient permettre une bonne estimation de la croissance linéaire dans une étude de dynamique de *C. canariensis* puisque la presque totalité des débarquements des chalutiers dakarois est composée de *C. canariensis* de 20 à 47 cm chez les mâles, et de 21 à 52 cm chez les femelles.

2.2. LA CROISSANCE PONDERALE

Afin d'être utilisée dans un modèle de dynamique de stocks, la croissance d'une espèce doit être traduite sous une forme mathématique exprimant l'évolution des poids moyens en fonction du temps.

Si la relation d'allométrie taille-poids est connue, la formulation mathématique de la loi de croissance pondérale se fait par simple combinaison des équations longueurs-poids et longueurs-âges.

2.2.1. La relation taille-poids de *Cynoglossus canariensis*

La formulation mathématique des relations d'allométrie entre la longueur (L) des poissons et leur poids (W) présente divers intérêts ; la précision dans la détermination des valeurs des paramètres de la relation taille-poids est fonction des objectifs visés. Dans la présente étude, ces objectifs sont d'ordre pratique :

- Conversions de tailles mesurées en données pondérales ;
- Insertion des paramètres de la relation dans les modèles de dynamique des stocks.

2.2.1.1. Récolte des données

Toutes les longueurs totales des poissons de nos sous-échantillons ont été mesurées au millimètre le plus proche et les individus pesés au gramme près. Du fait de la variabilité qui affecte généralement la relation selon le sexe, l'embonpoint, la zone de pêche, la maturité sexuelle et la nourriture, nous avons récolté le maximum d'individus par classe de taille, en toute saison hydrologique et sur toute la zone de répartition des *Cynoglossus*.

2.2.1.2. Calcul des équations de la relation

Les objectifs de l'étude et les nombreux couples expérimentaux (W, L)

obtenus nous ont poussé, pour établir les équations $W = aL^b$, à regrouper toutes les longueurs en classes de tailles de 10 mm et calculer le poids moyen et l'effectif de chaque classe.

Les paramètres (a) et (b) ont été déterminés par la méthode des moindres carrés et la méthode des moindres rectangles appliquées aux couples de valeurs (Log W, log L) affectés de leur effectif.

Les fonctions puissances $W = aL^b$, obtenues ensuite par transformation des équations logarithmiques des droites de régression, permettent de construire les courbes des différentes relations.

2.2.1.3. Les résultats

Les résultats (fig. 18 et 19 et tabl. ci-dessous) sont exprimés par zone et par sexe, pour chaque méthode d'ajustement.

Zones et sexes	Intervalles de tailles (cm)	MOINDRES CARRÉS	MOINDRES RECTANGLES	
		Equations des courbes	Axes majeurs réduits	Equations des courbes
NORD	15-43	n = 29 N = 756 $W = 3,063 \cdot 10^{-3} L^{3,148}$	n = 29 N = 756 $Y = 3,132 X - 5,73486$	$W = 2,231 \cdot 10^{-3} L^{3,132}$
NORD	16-47	n = 31 N = 836 $W = 2,996 \cdot 10^{-3} L^{3,16}$	n = 31 N = 836 $Y = 3,213 X - 5,9909$	$W = 2,501 \cdot 10^{-3} L^{3,213}$
SUD	21-41	n = 21 N = 266 $W = 3,0479 \cdot 10^{-3} L^{3,134}$	n = 21 N = 266 $Y = 3,136 X - 5,79993$	$W = 3,028 \cdot 10^{-3} L^{3,136}$
SUD	22-50	n = 27 N = 316 $W = 2,0629 \cdot 10^{-3} L^{3,251}$	n = 27 N = 316 $Y = 3,222 X - 6,0864$	$W = 2,274 \cdot 10^{-3} L^{3,222}$

n = nombre de classes de tailles de 1 cm

N = effectif total

Y = Log W

X = Log L

Il ressort de ces résultats que chez *C. canariensis* l'allométrie est positive et majorante, quels que soient la zone et le sexe. Par contre, les relations tailles-poids de CHAUVET (1970) montrent une allométrie positive et minorante avec des exposants (b) de 2,77 chez les mâles et de 2,80 chez les femelles.

Dans nos calculs relatifs à la croissance pondérale, nous utiliserons les exposants obtenus avec la méthode des moindres rectangles pour deux raisons :

- La régression linéaire par les moindres carrés entraîne généralement une sous-estimation des exposants (RICKER, 1973).

- La méthode des moindres rectangles accorde aux deux variables (L) et (W) un rôle symétrique, du fait de leur interdépendance.

D'autre part, les effectifs des individus étant plus élevés au nord, et C. canariensis étant plus abondant dans cette zone, nous avons préféré les relations qui y ont été obtenues à celles du sud.

2.2.2. Formulation mathématique de la croissance pondérale

L'équation traduisant la loi de croissance pondérale des poissons s'écrit :

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

où : W_T est le poids (en grammes) à l'âge t (en années) ;

K et t_0 , les paramètres de croissance déjà définis ;

W_{∞} , le poids maximal asymptotique ;

b , l'exposant de la relation taille-poids déjà déterminée ; avec $W_{\infty} = aL_{\infty}^b$

2.2.3. Equations et courbes de croissance

2.2.3.1. Equations

En utilisant les paramètres calculés par les relations d'allométrie des C. canariensis de la zone nord et par les équations de croissance linéaire, nous obtenons :

- Pour les mâles : $W_{\infty} = 505,26$ grammes
et $W_T = 505,26 (1 - e^{-0,566(t + 0,247)})^{3,132}$

- Pour les femelles : $W_{\infty} = 814,38$ grammes
et $W_T = 814,38 (1 - e^{-0,481(t + 0,262)})^{3,213}$

2.2.3.2. Courbes

Elles sont représentées sur la figure 20 pour les mâles et les femelles.

Le taux d'accroissement pondéral est plus élevé entre la deuxième année et la troisième année chez les femelles, et entre la première et la deuxième année chez les mâles. La croissance pondérale des femelles apparaît plus rapide que celle des mâles dès l'âge de 2 ans, avec un taux annuel toujours supérieur à celui des mâles.

Le tableau suivant montre les différences de poids entre les deux sexes pour chaque âge, au Sénégal, de même que les résultats de CHAUVET, calculés d'après ses équations.

Nos soles étant pesées au gramme près, les chiffres après les virgules n'ont évidemment aucune signification.

Les différents résultats montrent une supériorité pondérale très prononcée pendant la première année, en Côte d'Ivoire, par sexe respectif ; à partir de 2-3 ans et jusqu'à 7 ans chez les deux sexes, les poids moyens des individus (surtout femelles) augmentent nettement en faveur des C. canariensis du plateau continental sénégalais.

2.2.3.3. Conclusions

Cette étude de la croissance pondérale de C. canariensis est satisfaisante pour estimer les poids moyens des individus, par âge, des stocks :

- D'une part, les relations taille-poids et les équations de croissance ont été déterminées sur des intervalles d'étude couvrant bien les gammes de tailles rencontrées dans la majorité des débarquements industriels.

- D'autre part, la distribution des fréquences de tailles, à l'intérieur de ces intervalles, reflète bien la structure démographique de l'ensemble de nos sous-échantillons ; or, si notre système d'échantillonnage est statis-

tiquement valable, celle-ci donne l'image de la structure réelle des débarquements.

Comme pour la croissance linéaire, la croissance pondérale n'est valable en toute rigueur, que dans les limites des intervalles d'études ; par ailleurs, W_0 n'est qu'une valeur théorique ; nous avons en effet récolté, au cours de notre échantillonnage, des individus femelles de poids supérieur à 1 kg.

Il ressort également de cette étude, que la croissance pondérale de C. canariensis en Côte d'Ivoire et au Sénégal apparaît différente.

Ages (années)	Poids (en grammes)		Différences de poids (grammes)	Poids (en grammes) (CHAUVET, 1970)	
	♂	♀		♂	♀
0,66	29,5	30,6	1,1	66,4	62,7
1	59,9	64,9	5,0	93,3	92,0
2	180,3	217,6	37,3	179,9	194,12
3	293,6	384,6	91,0	263,17	301,2
4	375,5	523,0	147,4	333,7	398,9
5	428,4	623,9	195,5	389,5	481,14
6	460,6	692,5	231,9	431,7	547,2
7	479,5	737,5	258,0	258,0	598,7
∞	505,3	814,4	309,1	540,0	750,0

BIBLIOGRAPHIE

- BOUGIS(P.), 1952.- Rapport hépato-somatique et rapport gonado-somatique chez Mullus barbatus L. Bull. Soc. Zool., France, 74 (6) : pp 326-330, 2 fig.
- CHAUVET (C.), 1970.- Etude de Cynoglossus canariensis (STEIN) du plateau continental de la Côte d'Ivoire. Thèse 3^{ème} cycle, présentée à la Faculté des Sciences de l'Université d'Aix-Marseille.
- CHRISTENSEN (J.M.), 1964.- Burning of otoliths, a technique for age determination of soles and other fish. J. Cons. Int. Explor. Mer, 29 (1) pp 73-81.
- DAGET (J.) et LE GUEN (J.C.), 1975 a.- Dynamique des populations exploitées de poissons. Problèmes d'Ecologie : la démographie des populations de vertébrés. Masson, Paris.
- DAGET (J.) et LE GUEN (J.C.), 1975 b.- Les critères d'âge chez les poissons. Problèmes d'Ecologie : la démographie des populations de vertébrés. Masson, Paris.

- DAGNELIE (P.), 1973.- Volume I : La statistique descriptive et les fondements de l'inférence statistique. Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques. 2^{ème} édition. Les Presses agronomiques de Gembloux.
- DOMANEVSKY (L.N.), 1968.- Spawning peculiarities of fish from the North Western coast of Africa. ICES Demersal fish (Southern Committee) CM. 1968/G3.
- DU BUIT (M.H.), 1975.- Etude de la relation taille-poids chez Raja noeuvus (Rajidae). Coefficient de condition. J. Cons. Int. Explor. Mer, 36 (2) : pp 166-169.
- FONTANA (A.), 1969.- Etude de la maturité sexuelle des sardinelles de la région de Pointe Noire. Cah. ORSTOM, sér. océanogr., vol VII, n° 2, 101-114.
- FONTANA (A.) et CHARDY (A.), 1971.- Note préliminaire sur les variations dans l'importance des pontes de S. aurita dans la région de Pointe Noire en fonction de certains facteurs hydrologiques et climatiques. Doc. scient. Cent. ORSTOM Pointe Noire, n° 16 NS.
- FONTANA (A.), 1979.- Etude du stock démersal côtier congolais : Biologie et dynamique des principales espèces exploitées - Proposition d'aménagement de la pêche. Thèse de doctorat d'Etat Es-Sciences naturelles, Paris.
- GIRET (M.), 1974.- Biologie et pêche de Pagrus ehrenbergi sur les côtes du Sénégal. Doc. scient. prov., n° 57 Centre de Recherch. océanogr., Dakar.
- HOLDEN (M.J.) et RAITT (D.F.S.), 1974.- Manuel de science halieutique. Deuxième partie : Méthodes de recherche sur les ressources et leur application. Documents techniques FAO sur les pêches, n° 115, revision 1.
- ISRA/ORSTOM, 1979.- La reproduction des espèces exploitées dans le golfe de Guinée. Doc sci. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Tiaroye, n° 68 : pp 1-213
- LAHAYE (J.), 1972.- Cycles sexuels de quelques poissons plats des côtes bretonnes. Rev. Trav. Inst. Pêches mariti., 36 (2) : pp 191-207.
- LEBEAU (A.) et CUEFF (J.C.), 1975.- Biologie et pêche du capitaine Lethrinus enigmaticus (SMITH, 1959) du banc de Saya de Malha (océan Indien). Rev. Trav. Inst. Pêches mariti., 39 (4) : pp 415-442.
- LE CREN (E.D.), 1951.- The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in Perch. J. Anim Ecol., 20 (2) : pp 201-219.
- MARCILLE (J.) et STEQUERT (B.), 1976.- Croissance des jeunes Albacores (Thunnus albacores) et patudos (Thunnus obesus) de la côte nord-ouest de Madagascar. Cah. ORSTOM, Sér. océanogr., 14 (2) : pp 153-162.
- MILLOT (J.), 1928.- Données nouvelles sur la physiologie du foie des poissons. CR. Soc. Biol., Paris 98 : pp 125-127.

- POINSARD (F.), TROADEC (J.P.), 1966.- Détermination de l'âge par lecture des otolithes chez deux espèces de Sciaenidés ouest africains. (Pseudotolithus senegalensis CV (Pseudotolithus typus BLKR.). J. Conseil Int. Explor. Mer. 30(3) : pp 291-307.
- QASIM (S.Z.), 1956.- Time and duration of the spawning season in some marine teleosts in relation to their distribution. J. Conseil Int. Explor Mer, 21 : pp 144-155.
- QASIM (S.Z.), 1973 a.- An appraisal of the studies on maturation and spawning in marine teleosts from the Indian waters. Indian Journ. of Fisheries, 20 (1).
- QASIM (S.Z.), 1973 b.- Some implications of the problem of age and growth in marine fishes from the Indian waters. Indian Journ. of Fisheries, 20 (2) : pp 351-371.
- REIZER (C.), 1971.- Les pêches continentales sénégalaises. Centre techn. forestier tropical, Division Recher. piscicoles Richard-Toll (Sénégal) 37 p.
- RICKER (W.E.), 1973.- Linear regression in fishery research. J. Fish. Res. Bd. Canada, 30 (3) : 409-434.
- SCHEFFERS (W.J.), CONAND (F.) et REIZER (C.), 1972.- Etude de Ethmalosa fimbriata (BOWDICH) dans la région sénégalienne. Première note : Reproduction et lieux de ponte dans le fleuve Sénégal et la région de Saint-Louis. Doc. scient. prov., n° 44, Centre de Recher. océanogr. Dakar-Tiaroye.
- SCHEFFERS (W.J.), 1976.- The fishery resources of the Gambia. GAM/72/006/ Techn. 1, FAO, Rome.
- SCHWARTZ (D.), 1969.- Méthodes statistiques à l'usage des médecins et biologistes 3^{ème} édition, Flammarion, Paris.
- STEUERT (B.), 1976.- Etude de la maturité sexuelle, de la ponte et de la fécondité du listao (Katsuwonus pelamis) de la Côte nord-ouest de Madagascar. Cah. ORSTOM, Sér. océanogr., 14 (3) : pp 227-247.
- SUN (C.), 1975.- Etude de la biologie et de la dynamique de Pseudotolithus senegalensis V. (1833) - Poissons Sciaenidae - sur la côte sénégalaise. Thèse de Doct. d'Université, Université de Bretagne occidentale.
- TOMLINSON (P.K.), and ABRAMSON (N.J.), 1961.- Fitting a VON BERTALANFFY growth curve by least squares. California Dept. Fish. Game, Fish. Bull., 116 : 69 p.
- THIAM (M.), 1978.- Ecologie et dynamique des Cynoglosses du plateau continental sénégalien ; biologie de Cynoglossus canariensis (STEIND, 1882) Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Université de Bretagne occidentale.

TABEAU I.- Rapports gonado-somatiques moyens, par mois et par zone, des C. canariensis de taille supérieure à 29 cm

ANNEES	M O I S	Z O N E N O R D			Z O N E S U D		
		n	s	$\overline{RGS} \pm x$	n	s	$\overline{RGS} \pm x$
	Janvier	-	-	-	18	0,81	2,52 \pm 0,402
	Février	18	0,34	0,94 \pm 0,163	-	-	-
	Mars	15	0,63	1,19 \pm 0,349	-	-	-
	Avril	67	1,84	2,67 \pm 0,440	12	1,20	5,04 \pm 0,762
1	Mai	-	-	-	-	-	-
9	Juin	18	0,88	2,72 \pm 0,437	-	-	-
7	Juillet	-	-	-	11	0,73	1,04 \pm 0,490
6	Août	13	0,40	2,31 \pm 0,241	22	0,83	0,88 \pm 0,368
	Septembre	-	-	-	11	1,0	1,21 \pm 0,671
	Octobre	34	1,16	2,08 \pm 0,390	28	1,59	2,66 \pm 0,616
	Novembre	21	1,16	1,87 \pm 0,528	11	1,41	2,81 \pm 0,947
	Décembre	52	1,20	1,76 \pm 0,326	-	-	-
	Janvier	20	0,69	1,60 \pm 0,323	-	-	-
1	Février	27	0,78	1,28 \pm 0,308	15	0,54	1,22 \pm 0,299
9	Mars	26	0,85	1,65 \pm 0,343	-	-	-
7	Avril	103	1,80	3,63 \pm 0,347	17	1,57	4,17 \pm 0,807
7	Mai	33	2,07	6,27 \pm 0,706	-	-	-
	Juin	47	1,23	3,29 \pm 0,351	-	-	-
EFFECTIF TOTAL		495			145		

n = effectif

s = écart-type estimé sur l'échantillon

$\overline{RGS} \pm x$: intervalle de confiance au coefficient de sécurité de 95 %

TABLEAU II.- Relations L_T/L_S et L_T/L_t de C. canariensis
(L_T , L_S et L_t en centimètres)

ZONES	SEXES	Relation longueur totale - longueur standard	
		EQUATIONS	Effectif (N)
NORD	♂	$L_T = 1,0717 L_S - 0,2544$	461
	♀	$L_T = 1,068 L_S - 0,188$	430
SUD	♂	$L_T = 1,0748 L_S - 0,246$	151
	♀	$L_T = 1,088 L_S - 0,756$	212

ZONES	SEXES	Relation longueur totale-longueur tête	
		EQUATIONS	Effectif (N)
NORD	♂	$L_T = 5,856 L_t - 3,423$	469
	♀	$L_T = 5,521 L_t - 2,131$	507
SUD	♂	$L_T = 5,072 L_t + 1,174$	129
	♀	$L_T = 4,508 L_t + 4,192$	195

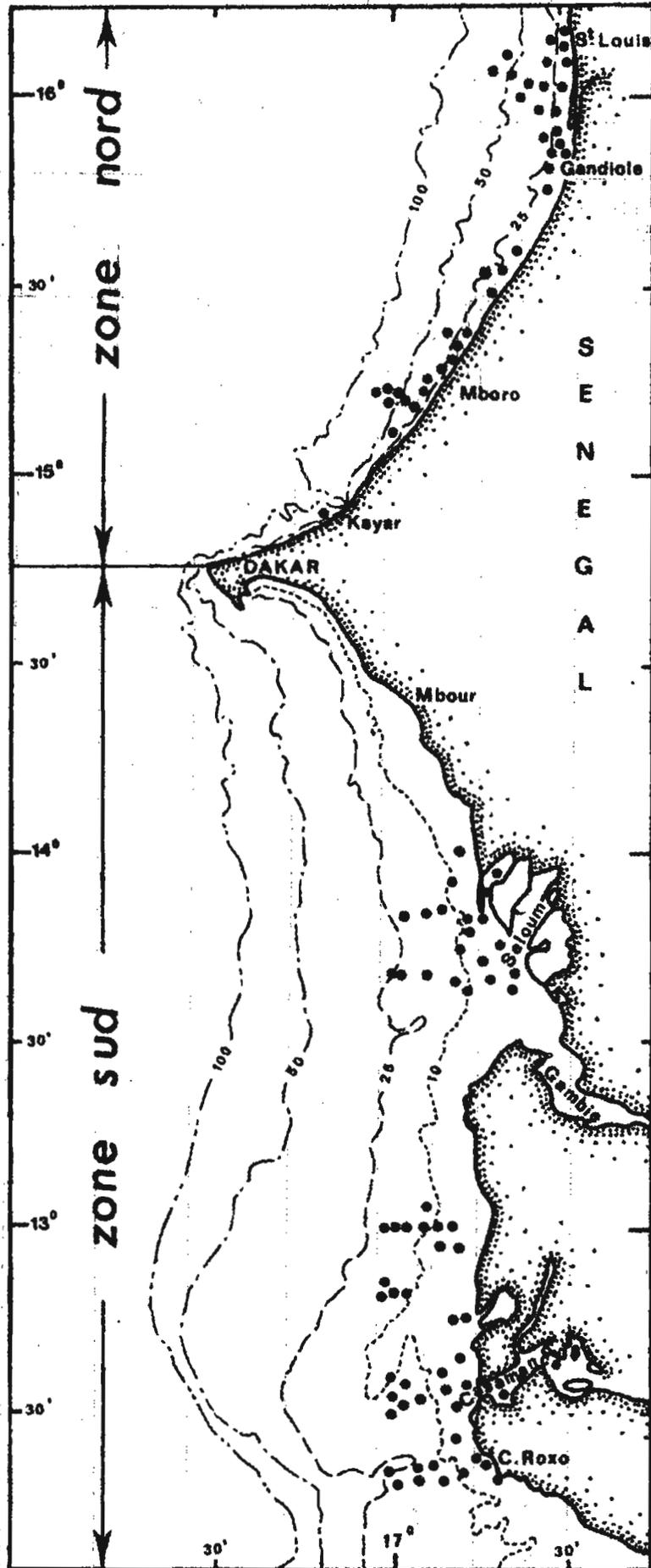
L_T = Longueur totale ;
 L_S = Longueur standard ;
 L_t = Longueur tête.

TABLEAU III.- Distribution des âges lus de
C. canariensis mâles, aux différentes tailles

CLASSES D'AGES L_T (cm)	0	I	II	III	IV	V
46						3
45					-	-
44					5	1
43					-	
42				1	6	
41				6	1	
40				8		
39				13		
38			2	8		
37			14	5		
36			19	3		
35			14			
34		2	26			
33		5	13			
32		16	4			
31		22	1			
30		21				
29		21				
28		14				
27		14				
26		16				
25		11				
24		12				
23	1	13				
22	3	5				
21	4	3				
20	7	2				
19	5	1				

TABLEAU IV.- Distribution des âges lus de
C. canariensis femelles, aux différentes tailles

CLASSES D'AGES L _T (cm)	0	I	II	III	IV	V	VI
52							2
51						-	-
50						3	
49					-	-	
48					1	1	
47					2		
46					-		
45				3	1		
44				6	2		
43				4			
42				10			
41			3	7			
40			13	4			
39			17	3			
38			22				
37			10				
36		1	17				
35		1	16				
34		12	11				
33		14	3				
32		19	3				
31		19					
30		22					
29		19					
28		12					
27		10					
26		9					
25		8					
24		6					
23	3	5					
22	2	6					
21	2	2					
20	4	2					
19	4	2					
18	2						



Carte des stations de chalutage du "Laurent Amar"

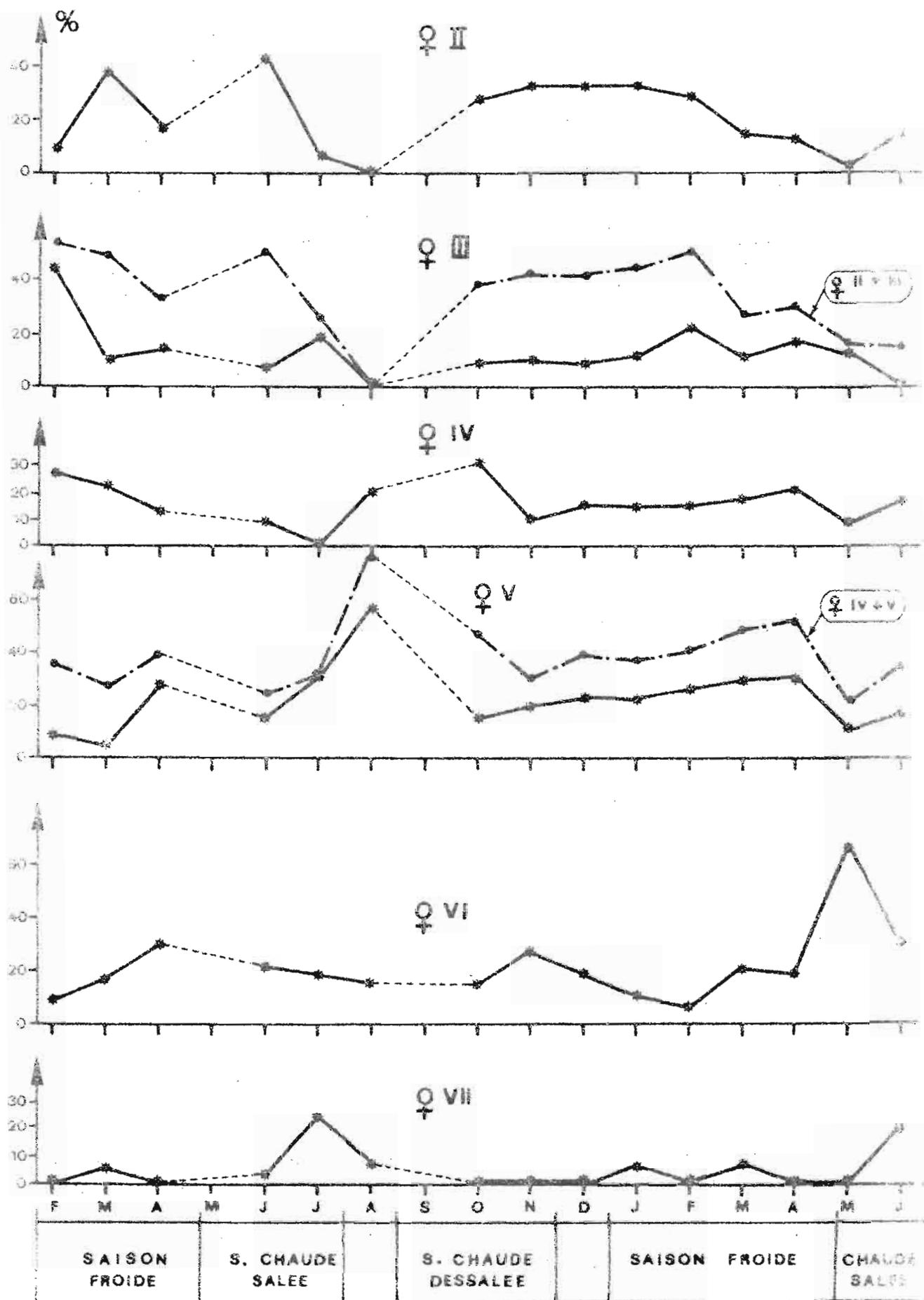


Fig. 1 - Variations saisonnières des pourcentages des différents stades sexuels dans la zone nord.

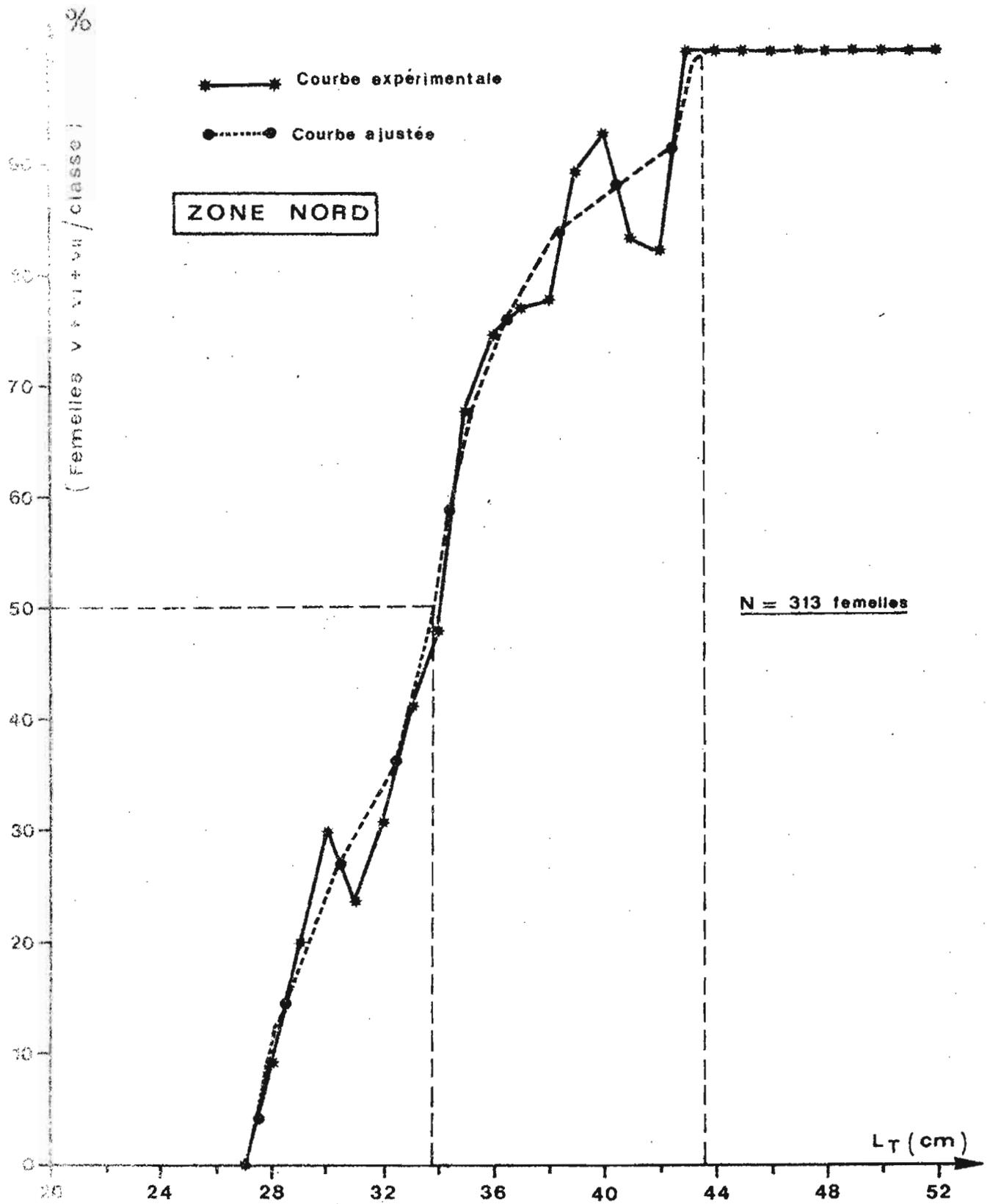


Fig. 2 - Détermination de la taille à la première maturité sexuelle de Cynoglossus canariensis.

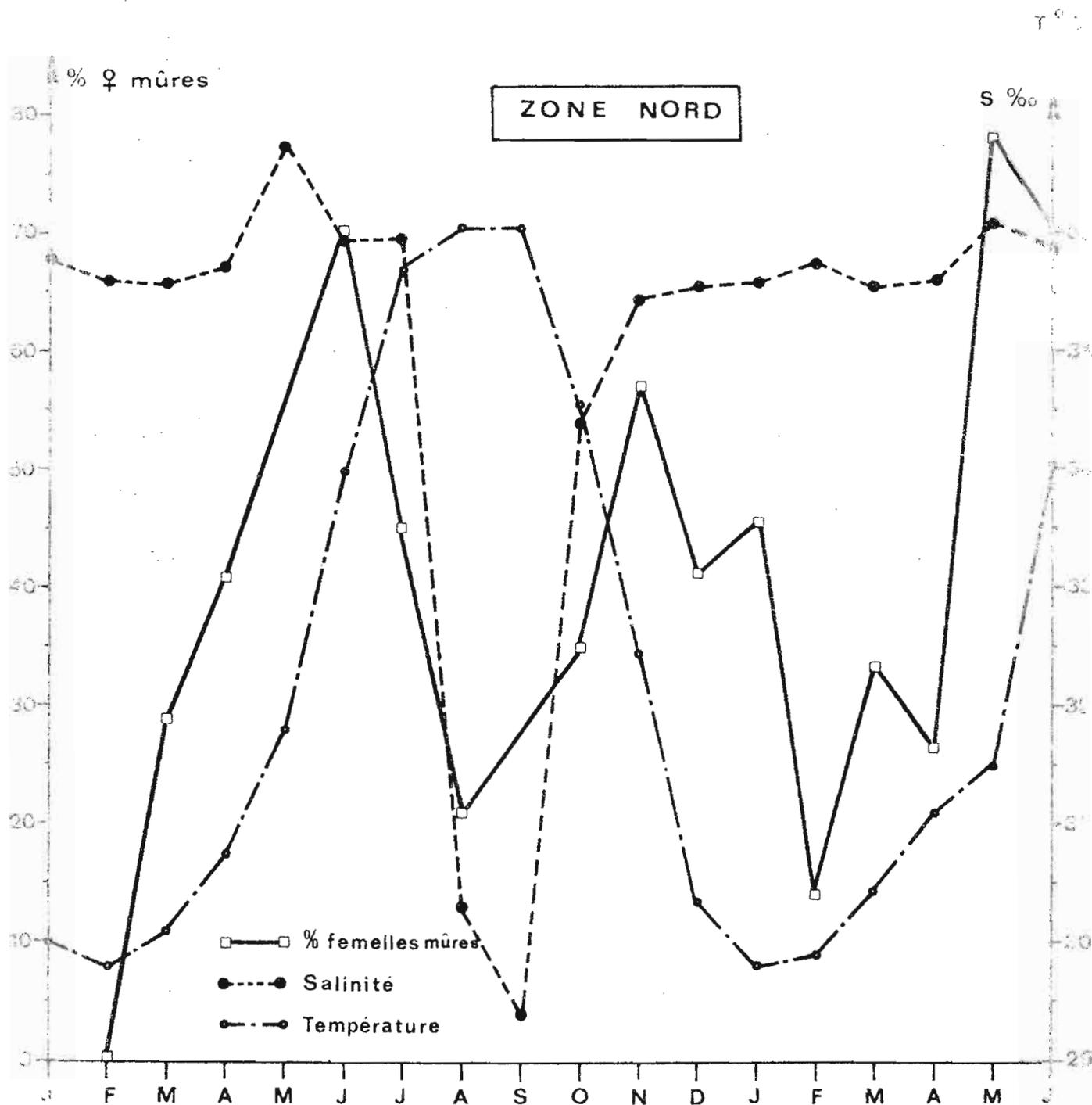


Fig. 3 - Variations saisonnières du pourcentage de femelles mûres, et évolutions des températures et salinités de surface à Saint-Louis.

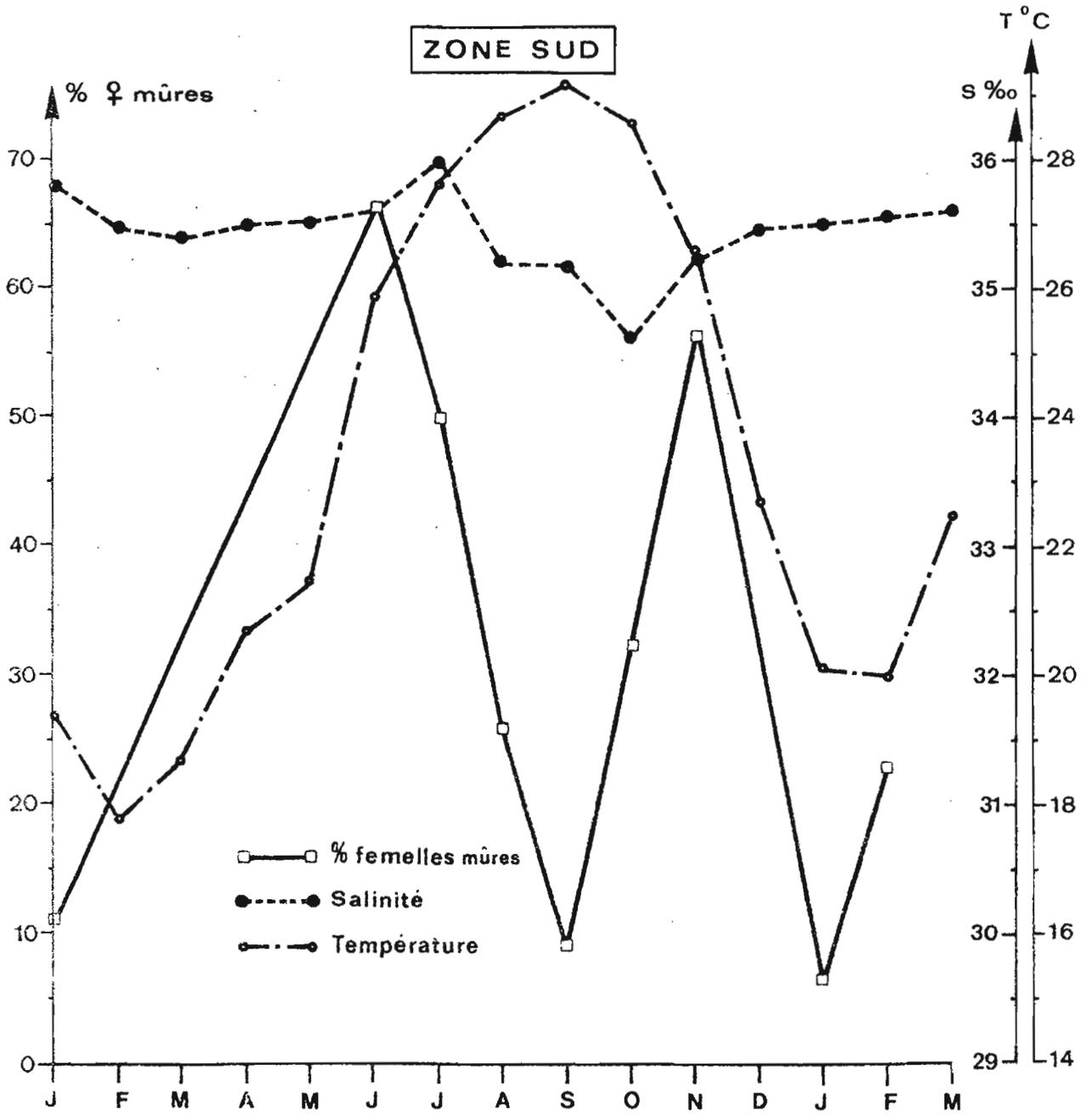


Fig. 4 - Variations saisonnières du pourcentage de femelles mûres, et évolutions des températures et salinités de surface à Mbour.

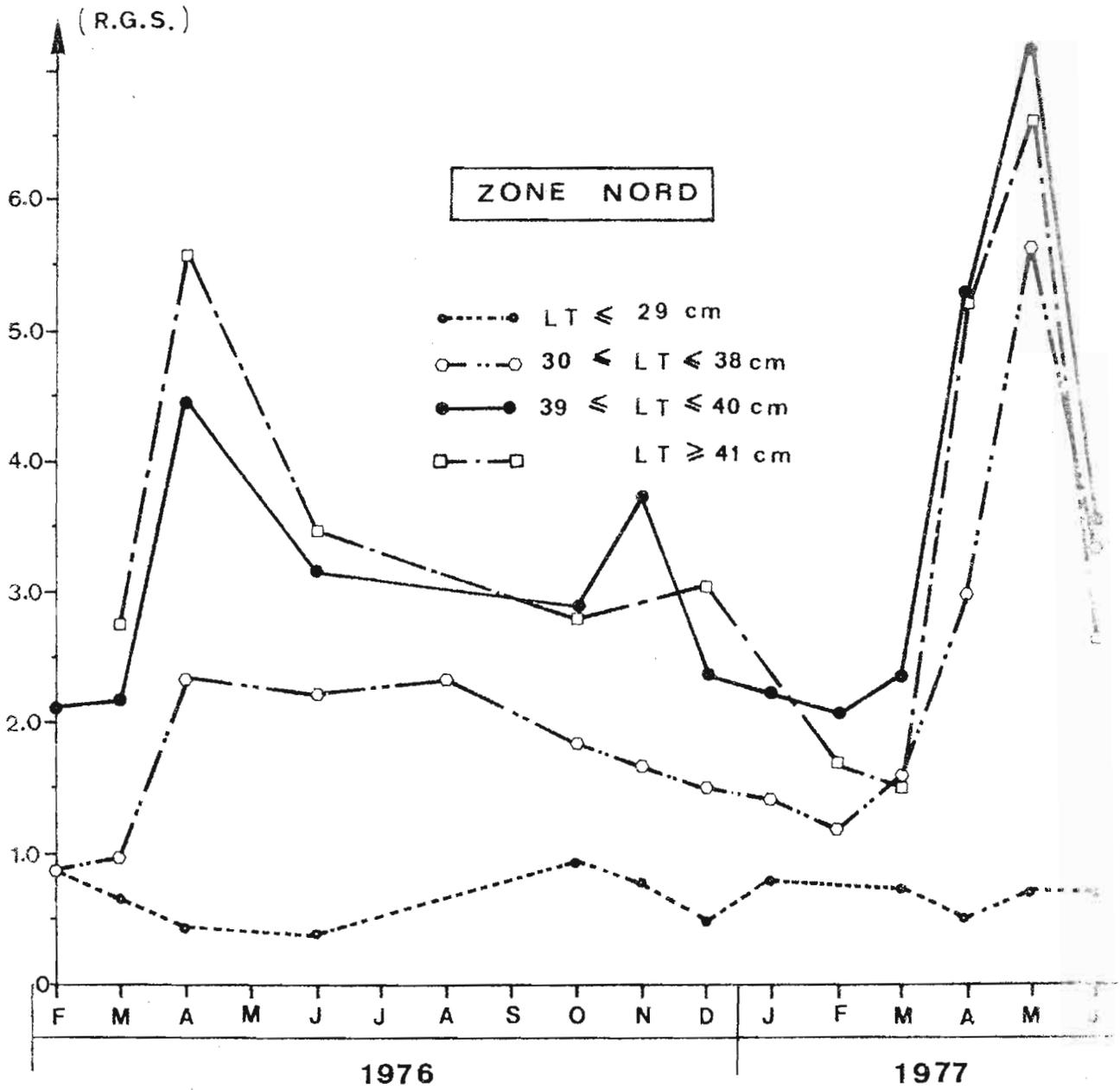


Fig. 5 - Evolution du R.G.S moyen mensuel des femelles selon la taille pour la zone nord.

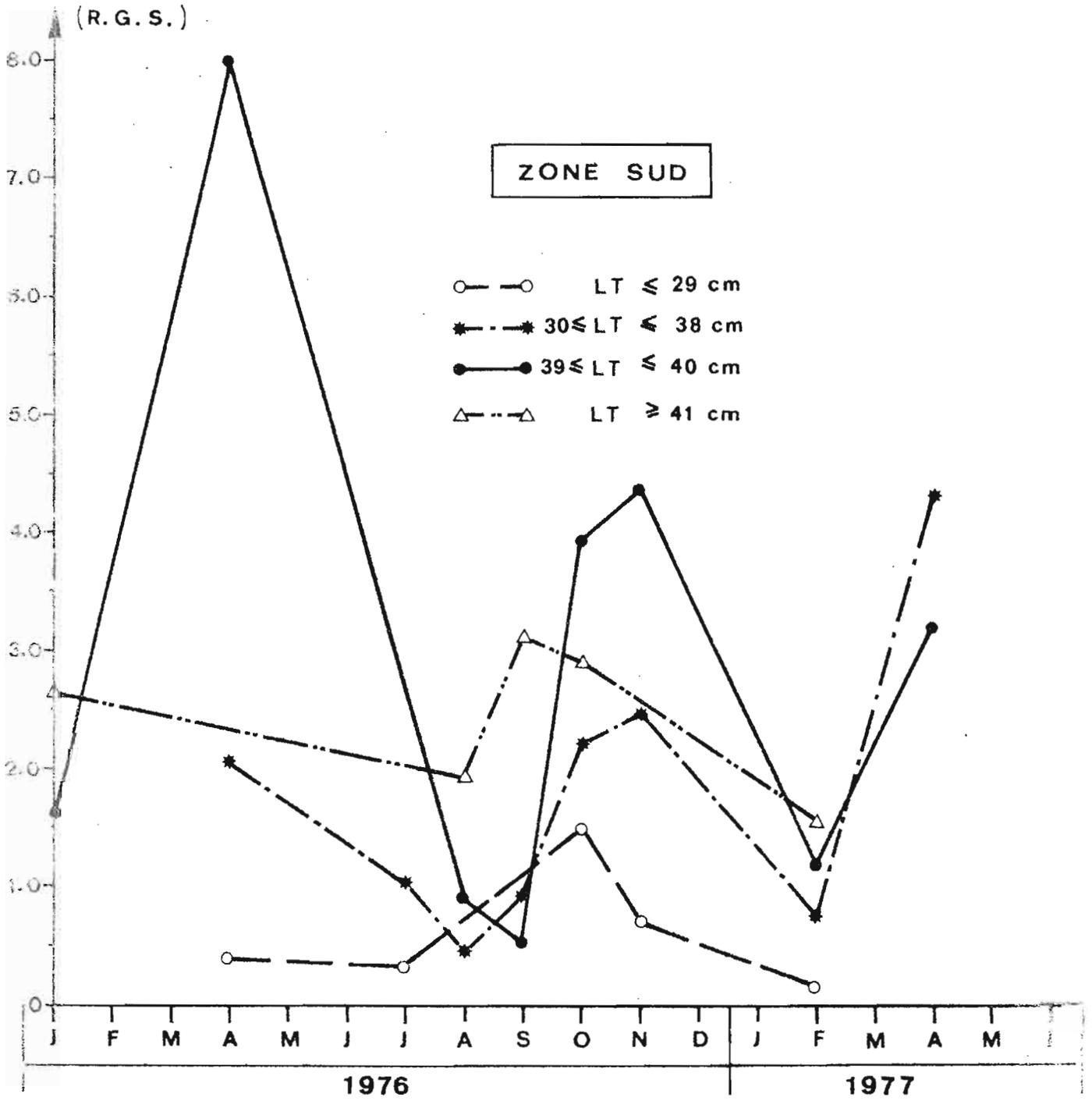


Fig. 6 - Evolution du R.G.S. moyen mensuel des femelles selon la taille pour la zone sud.

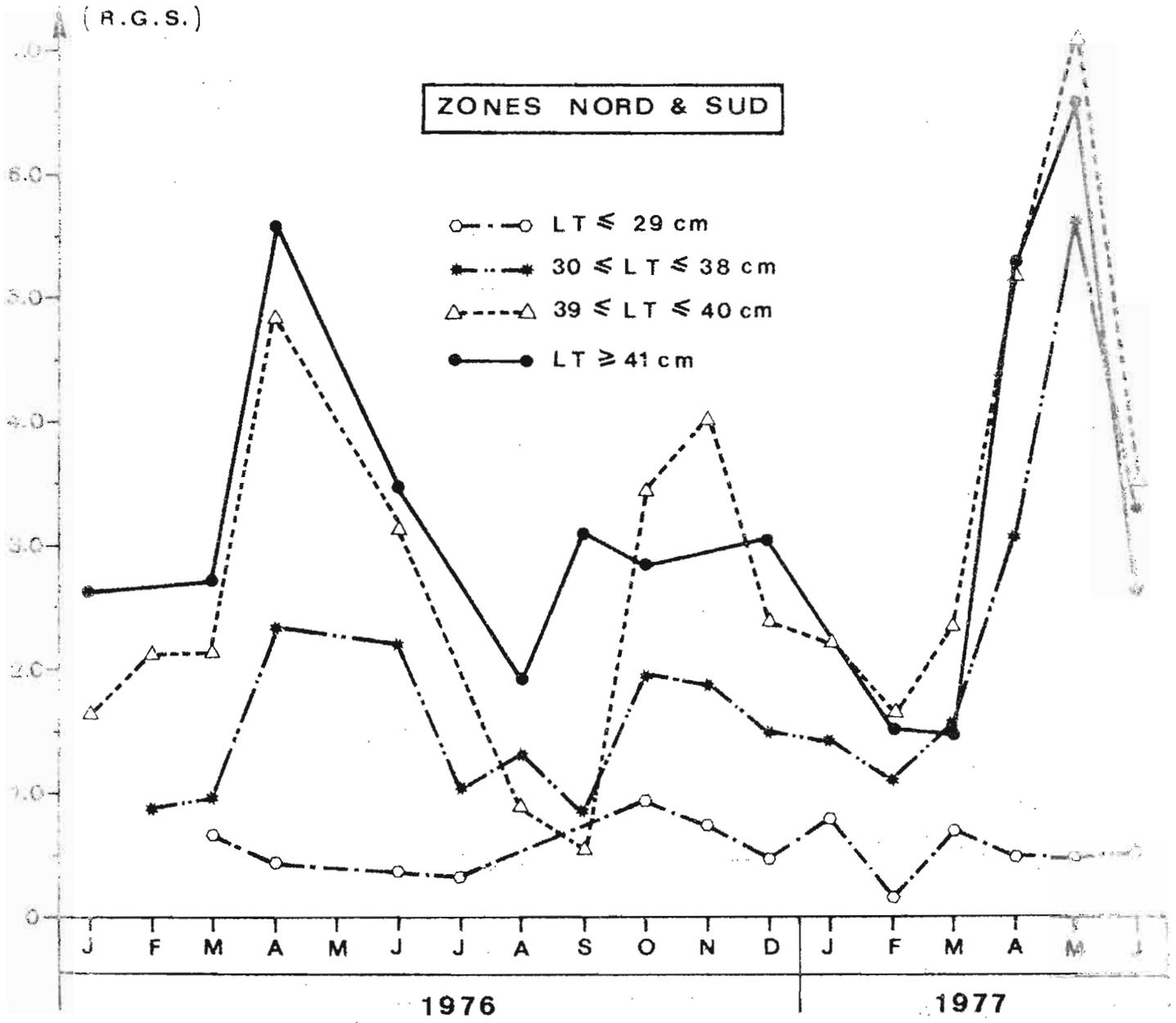


Fig. 7 - Evolution du R.G.S. moyen mensuel des femelles selon la taille pour les zones nord et sud réunies.

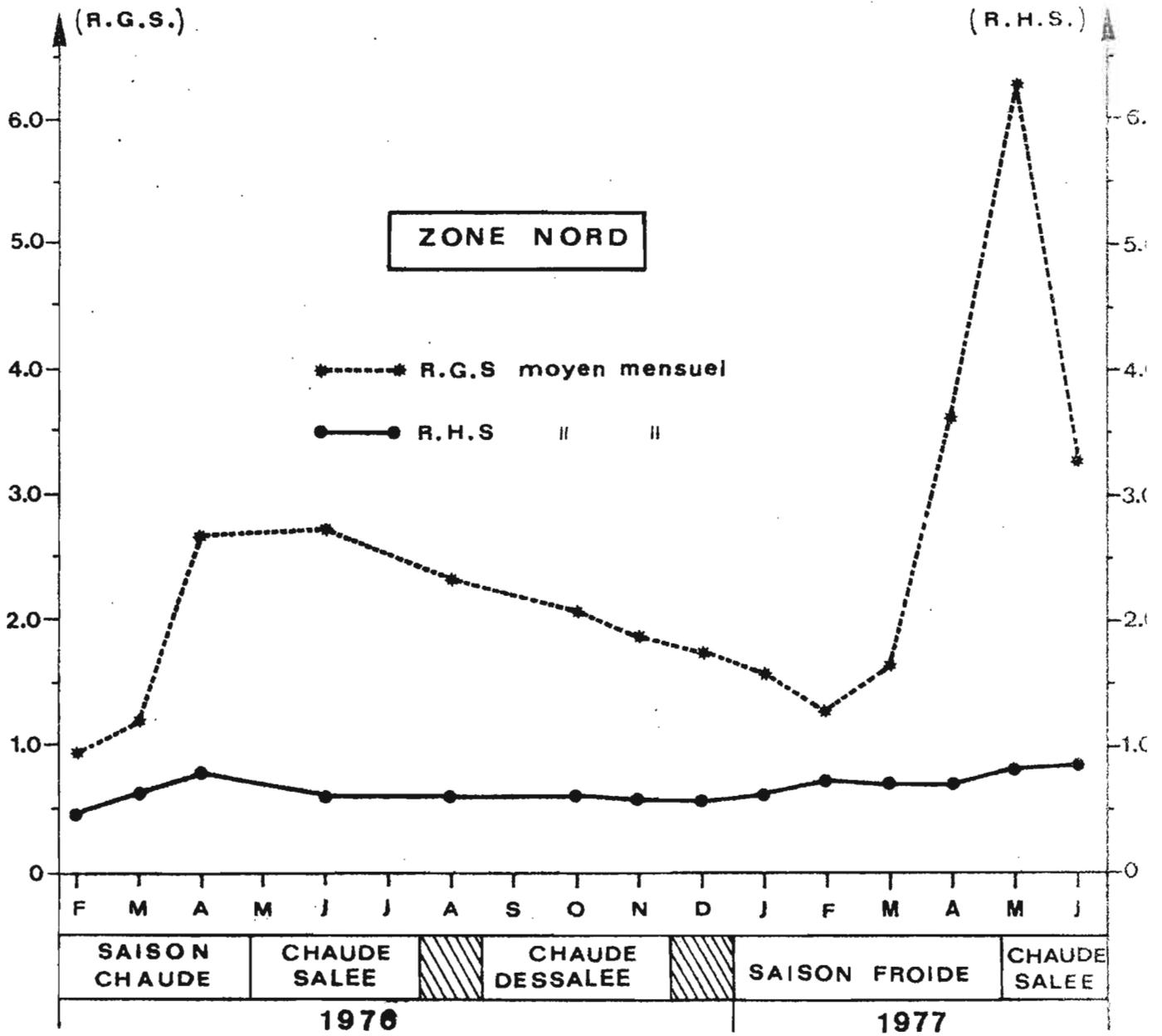


Fig. 8 - Variations saisonnières du rapport gonado-somatique (R.G.S) et du rapport hépato-somatique (R.H.S) dans la zone nord.

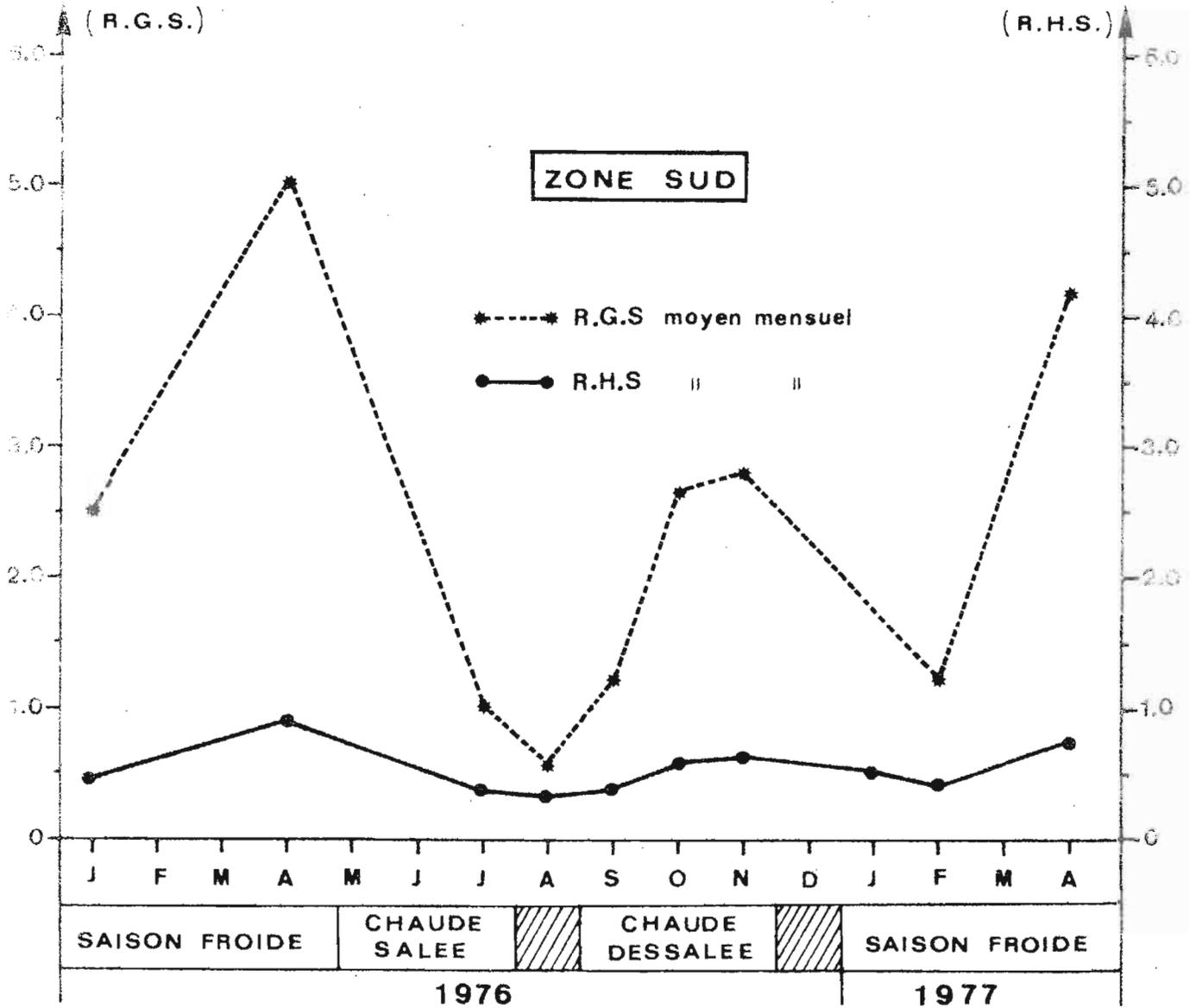


Fig. 9 - Variations saisonnières du rapport gonado-somatique (R.G.S) et du rapport hépato-somatique (R.H.S.) dans la zone sud.

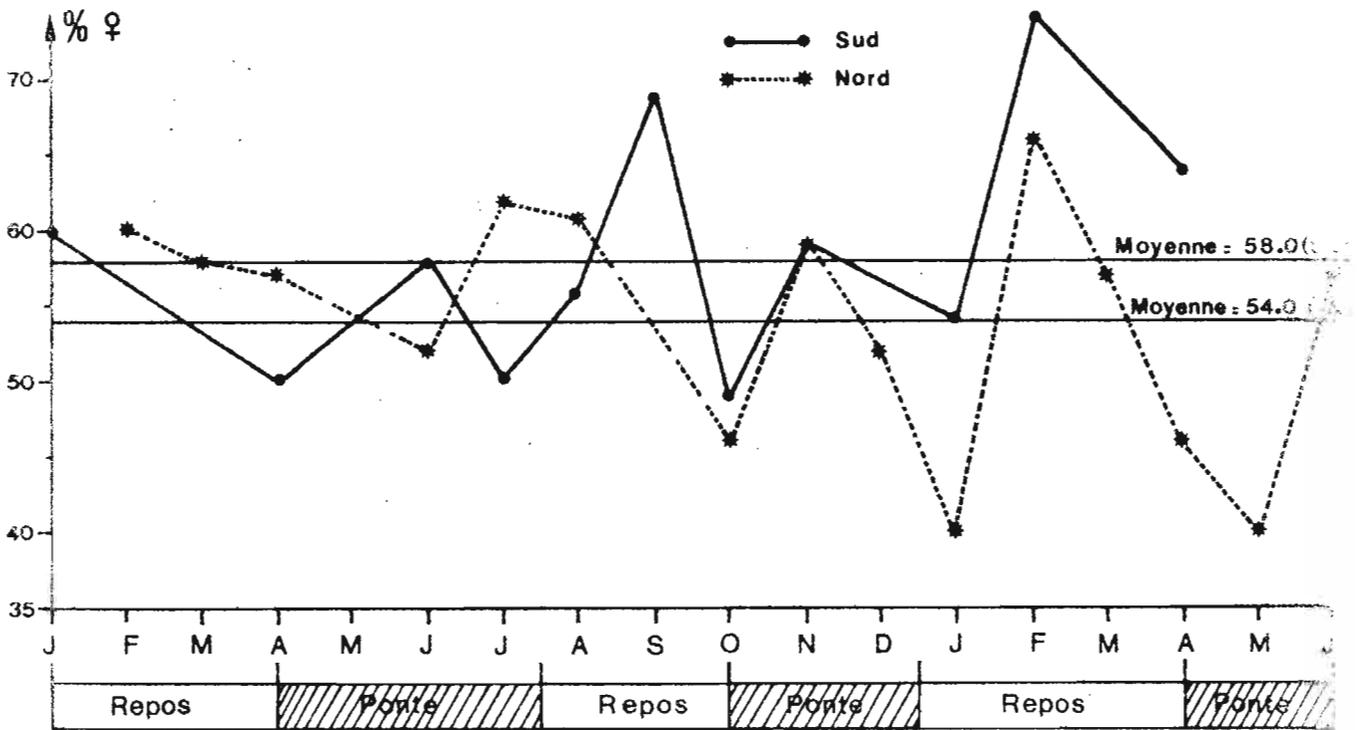


Fig. 10 - Variations saisonnières du sex - ratio.

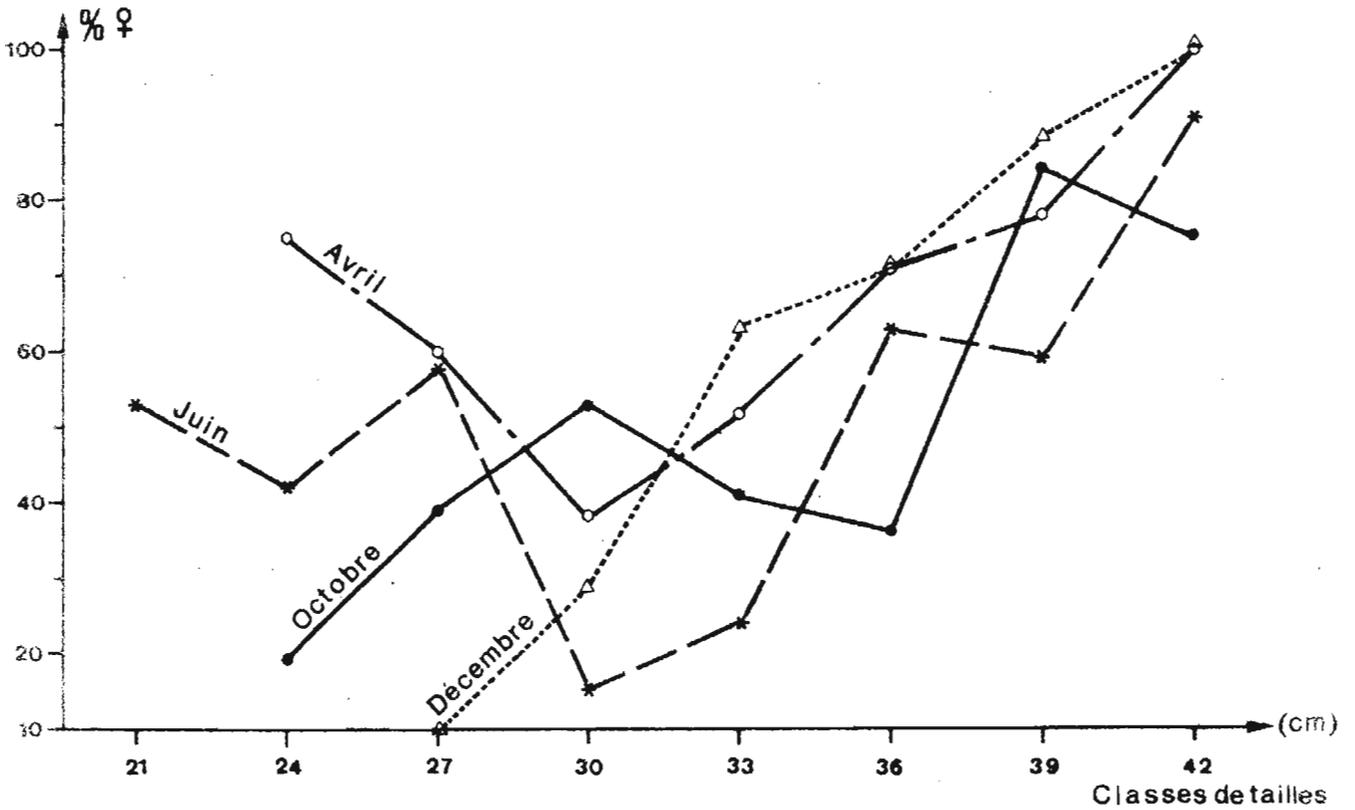


Fig. 11 - Variations mensuelles du sex - ratio par classe de 3 cm.

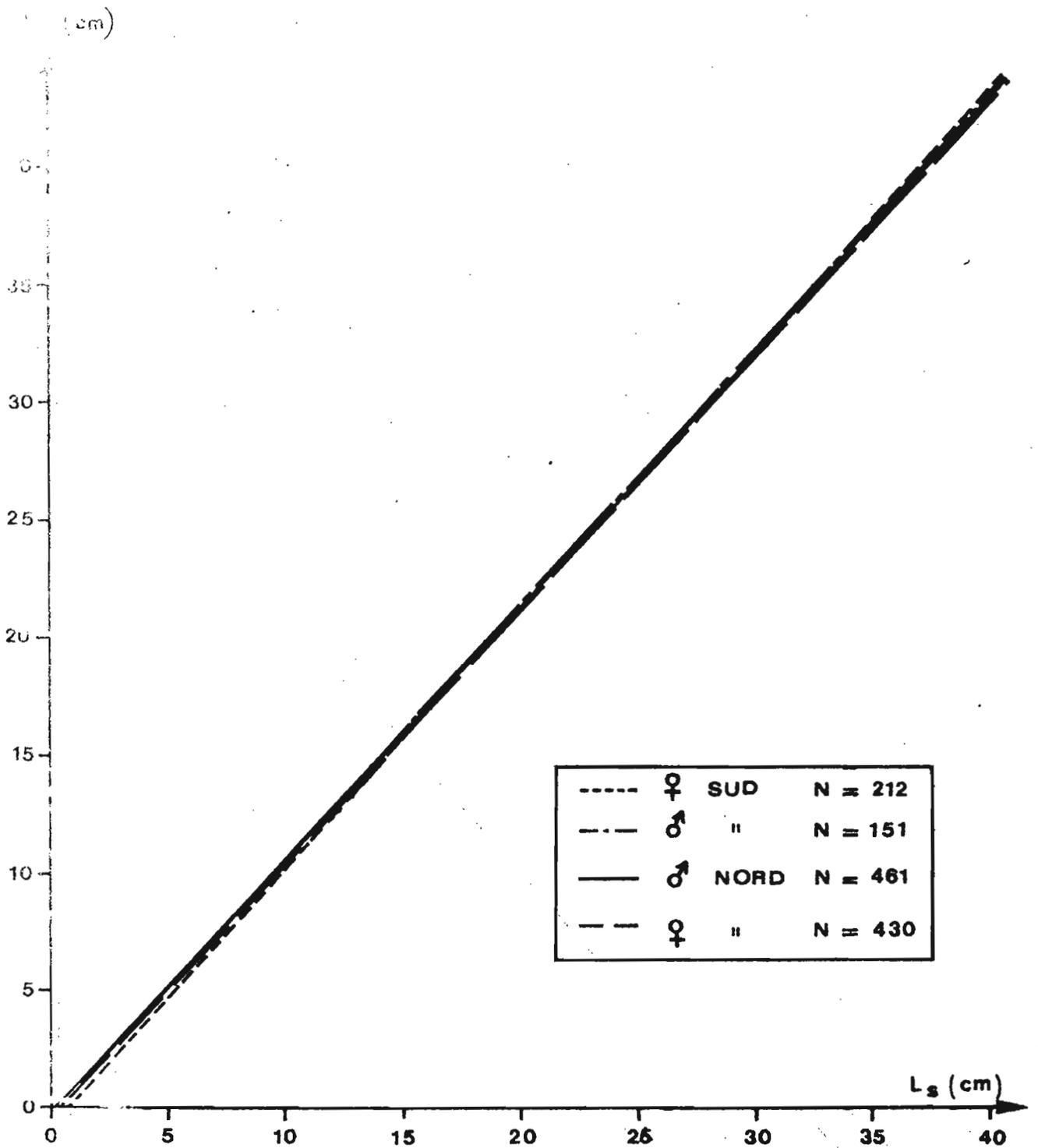


Fig. 12 - Relation entre la longueur totale (L_T) et la longueur standard (L_S) par zone et par sexe. (Axes majeurs réduits)

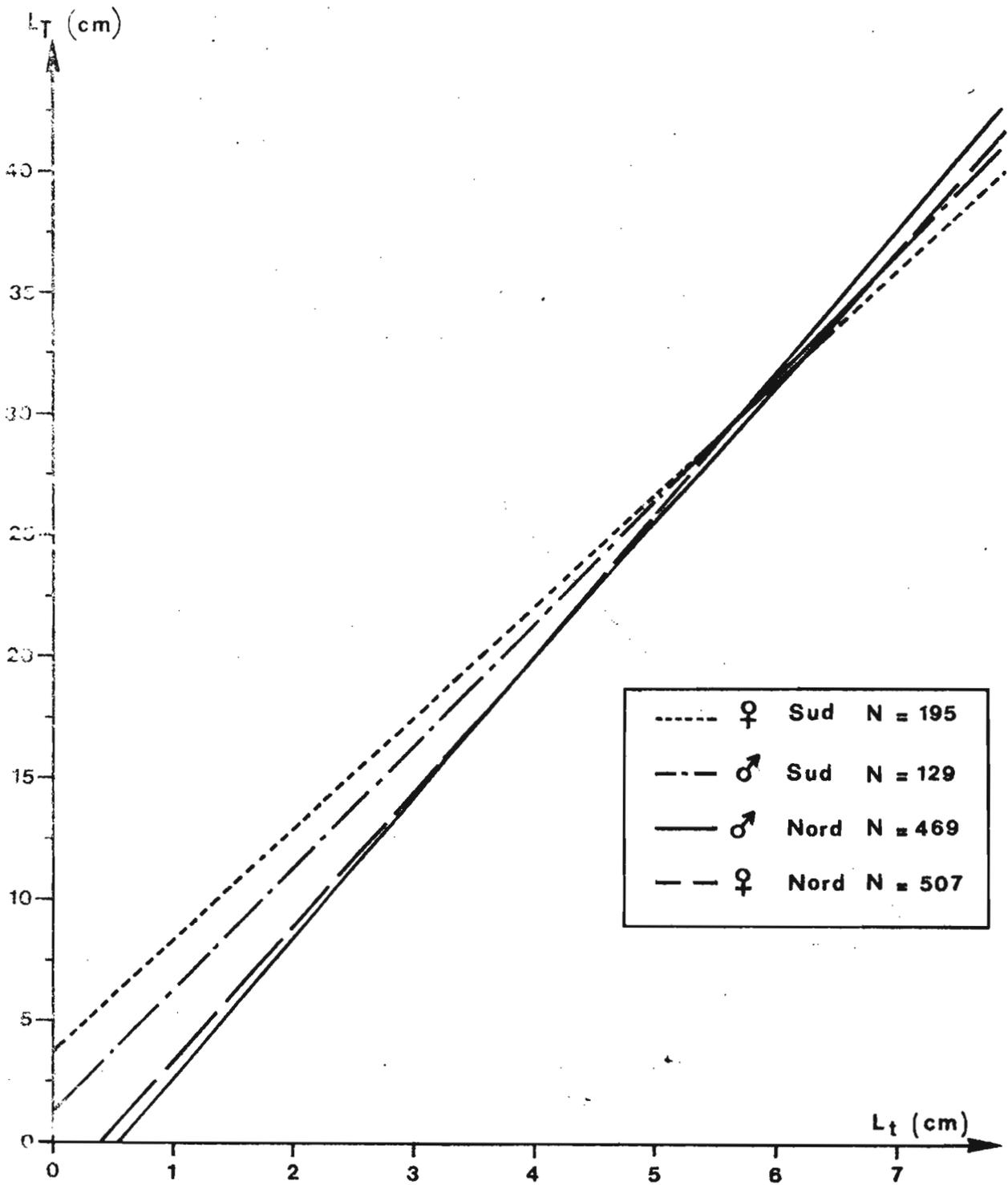


Fig. 13 - Relation entre la longueur (L_T), et la longueur - tête (L_t), par zone et par sexe. (Axes majeurs réduits)

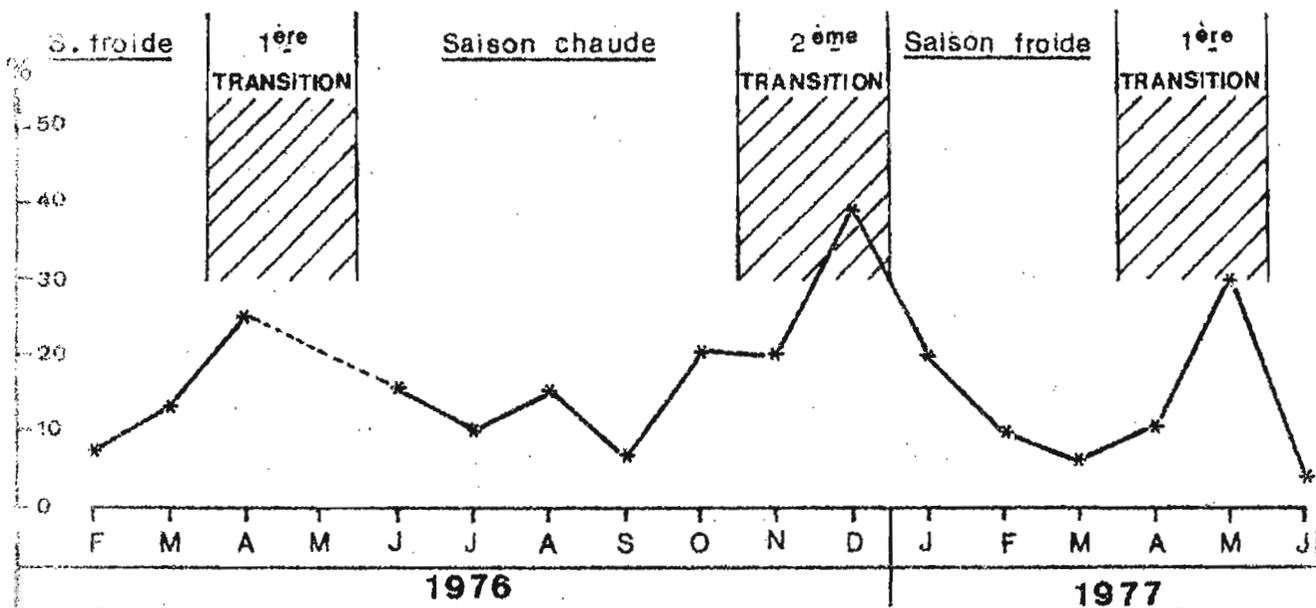


Fig. 15 - Variations mensuelles du pourcentage d'écailles à stries périphériques.

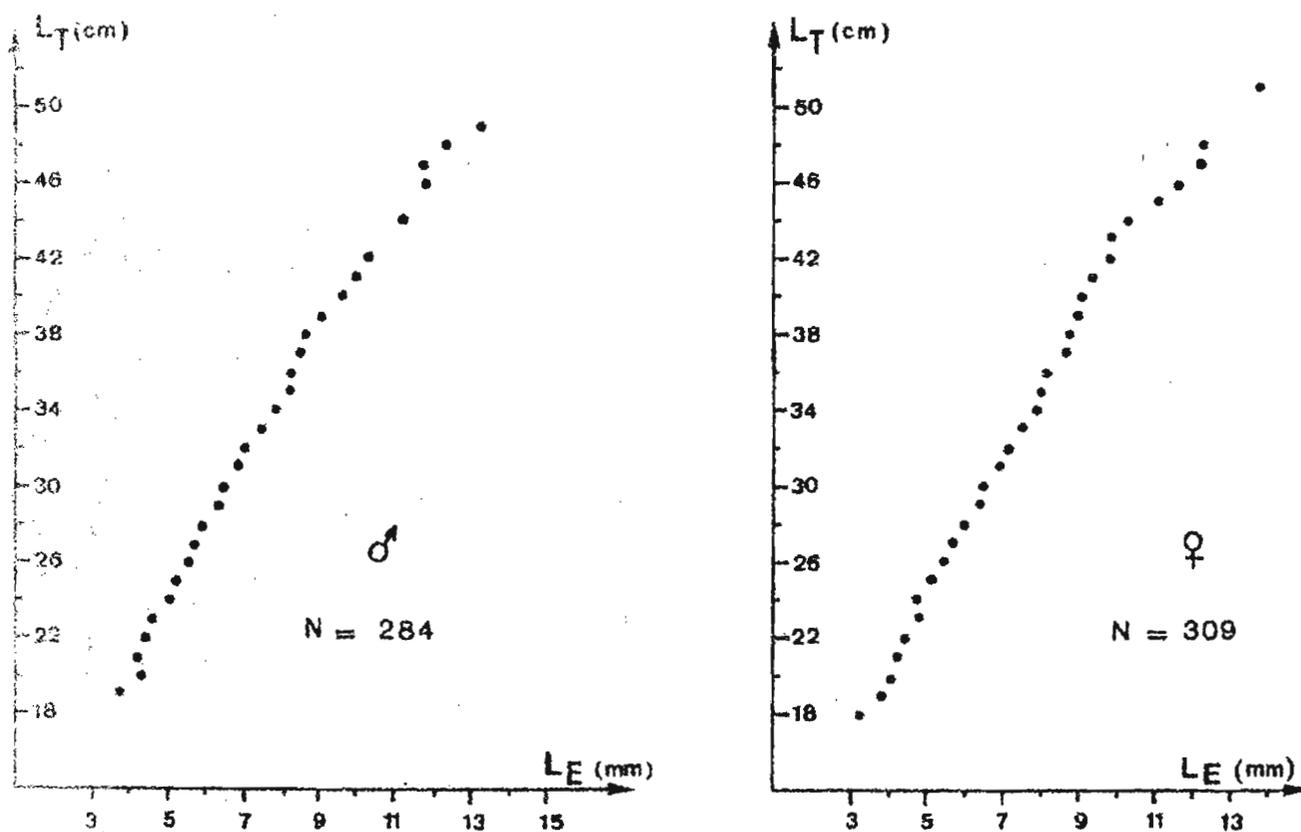
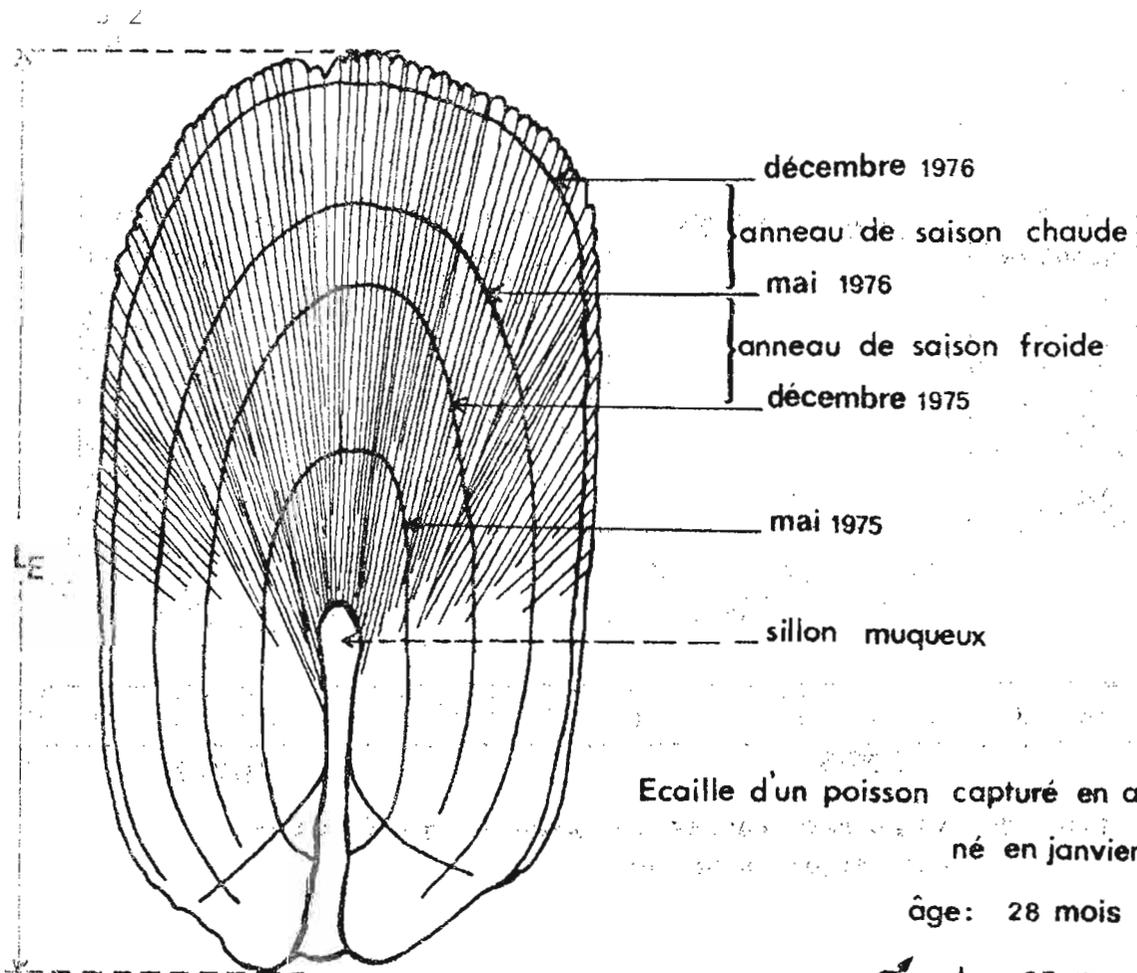
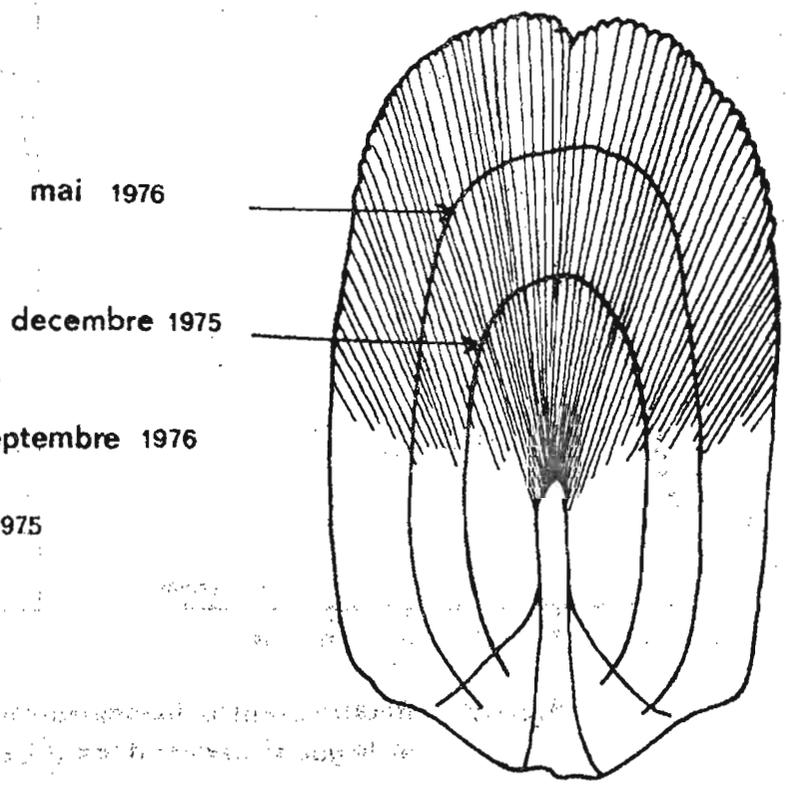


Fig. 14 - Relations entre la longueur totale des soles (L_T) et la longueur des écailles (L_E)



Ecaille d'un poisson capturé en avril 1977
 né en janvier 1975
 âge: 28 mois
 ♂ $L_T = 35\text{cm}$



Ecaille d'un poisson capturé en septembre 1976
 né en juillet 1975
 âge: 15 mois
 ♀ $L_T = 26\text{cm}$

Figure: 16 – Principe de la détermination d'âges sur deux écailles.

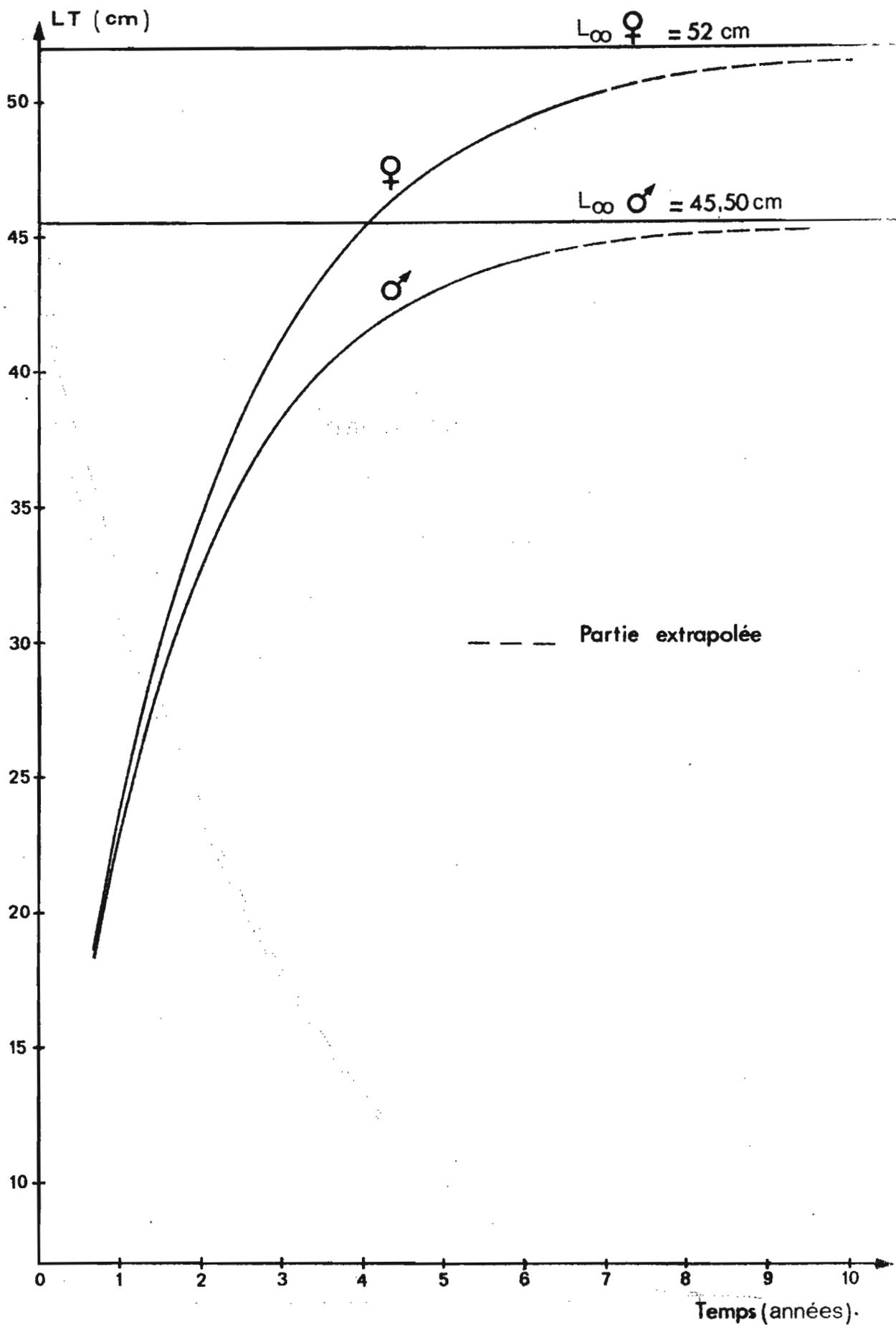


Figure: 17 - Courbes de croissance linéaire de *C. canariensis* ♂ et ♀

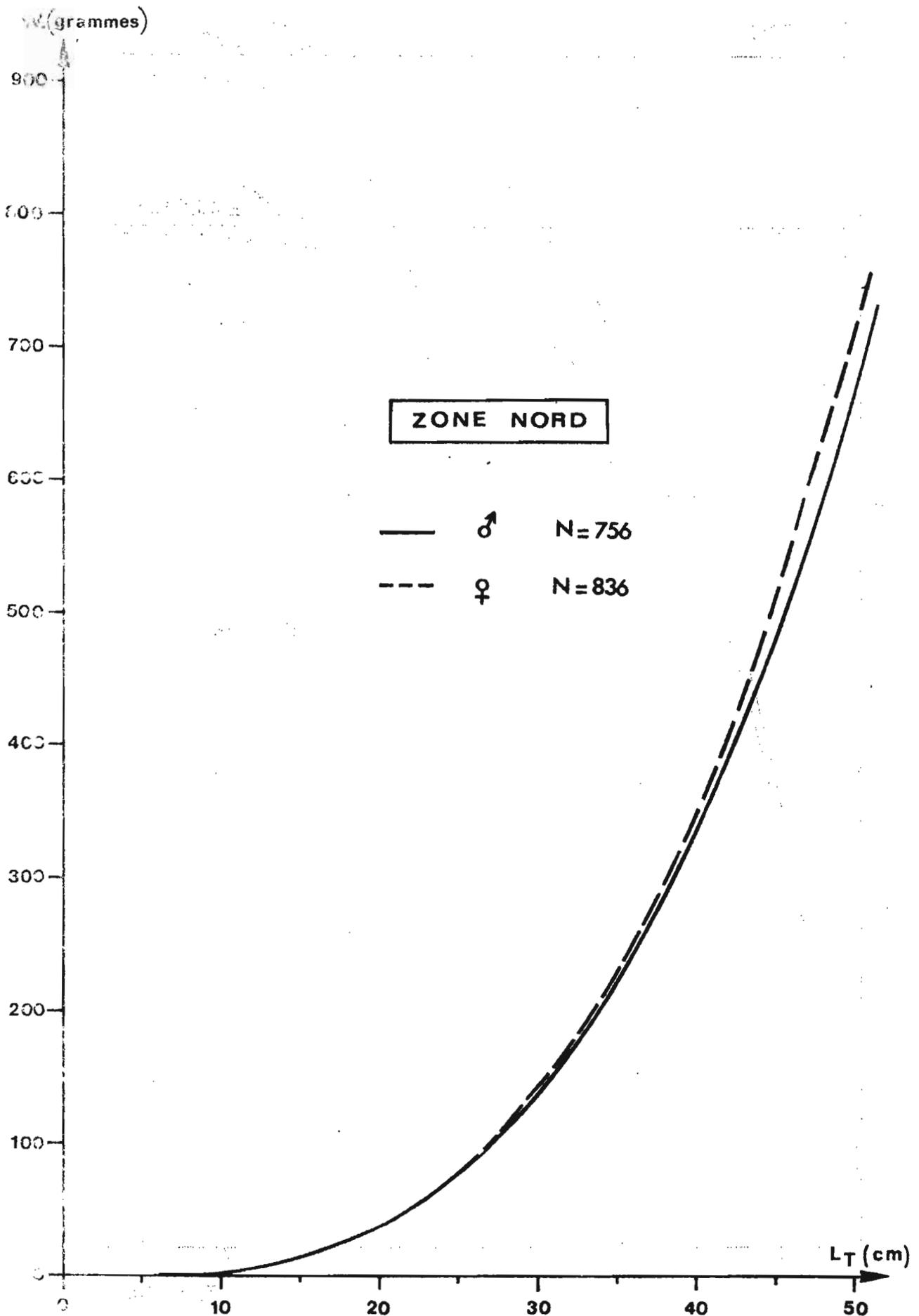


Fig. 18 - Relations longueur - poids de *C. canariensis* (♂ et ♀)
 (d'après les axes majeurs réduits)

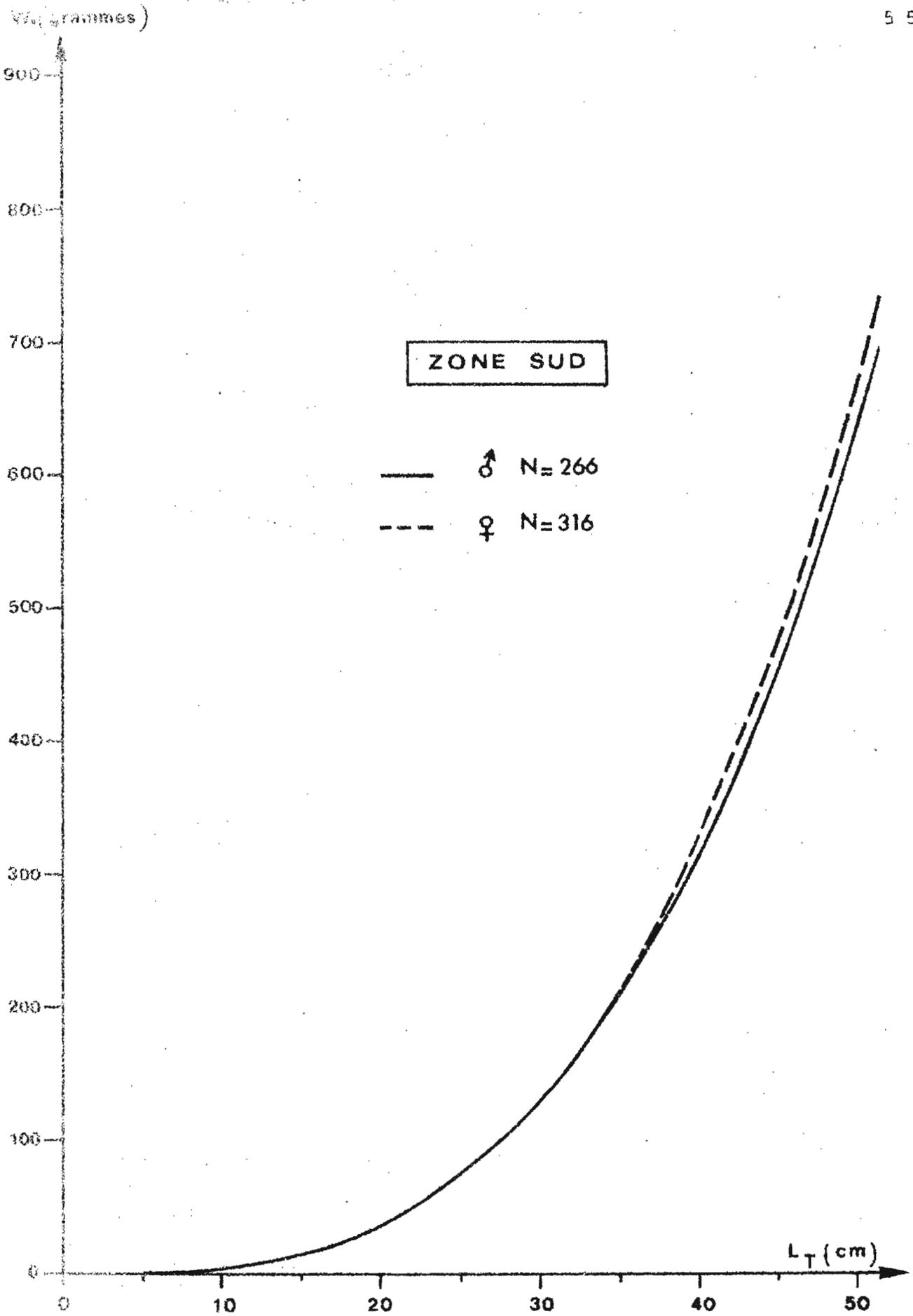


Fig. 19 - Relations longueur - poids de Cynoglossus canariensis (♂ et ♀)
(d'après les axes majeurs réduits)

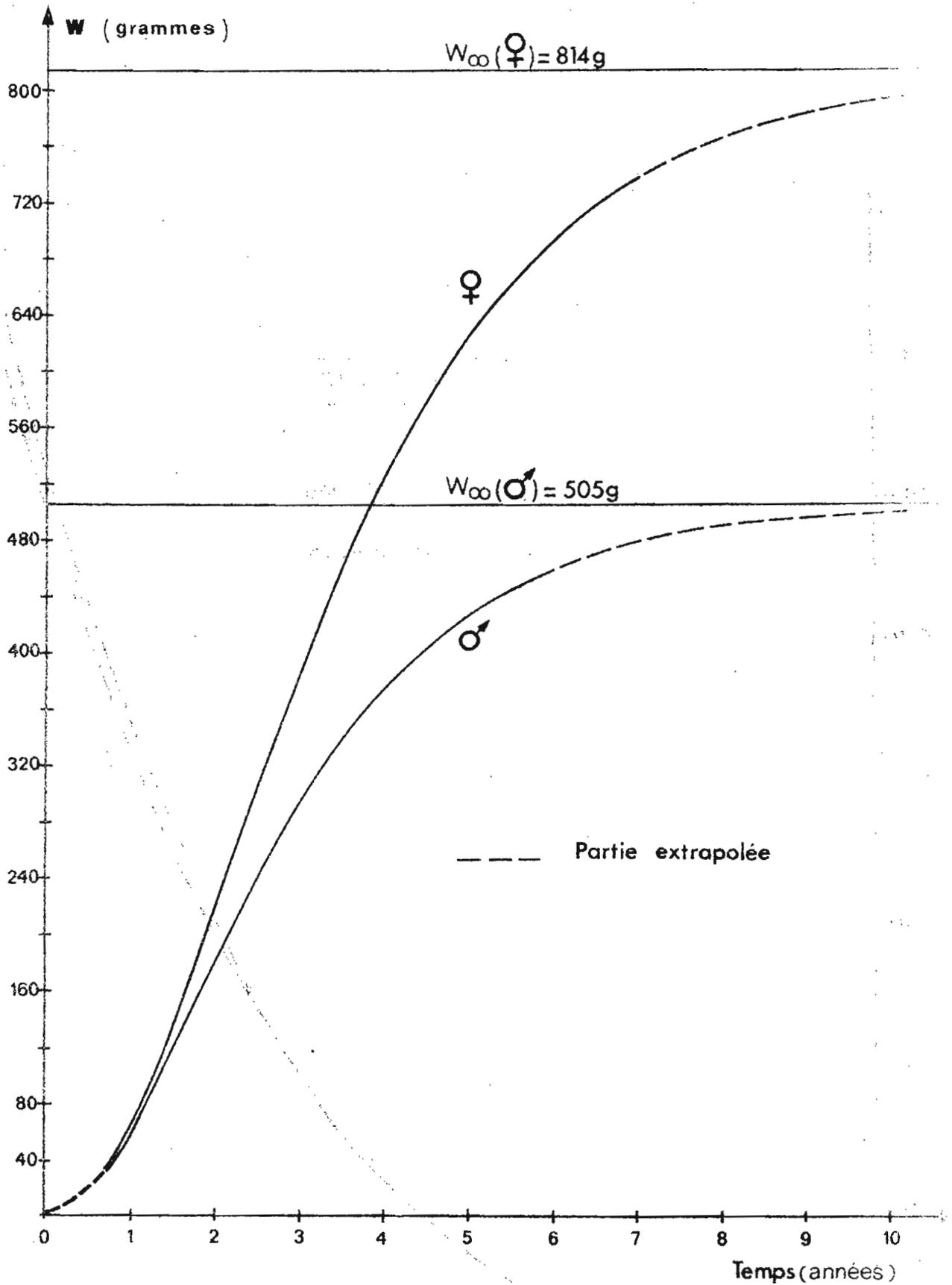


Figure: 20 - Courbes de croissance pondérale de *C. canariensis* ♂ et ♀