

8 N° 16
KAR
C

THESES DE DOCTORAT D'ETAT ES-SCIENCES NATURELLES

présentées

A LA FACULTE DES SCIENCES DE TUNIS

pour obtenir

le grade de Docteur ès-Sciences

par

Fredj K A R T A S

1^{ère} Thèse

LES CLUPEIDES DE TUNISIE
CARACTERISTIQUES BIOMETRIQUES ET BIOLOGIQUES,
ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS DE L'ATLANTIQUE
EST ET DE LA MEDITERRANEE.

2^{ème} Thèse

PROPOSITIONS DONNEES PAR LA FACULTE

Soutenues le 25 juin 1981 devant la Commission d'Examen :

M. J.C. HUREAU

Président

Mme F. MAAMOURI

Examineur

M. C. MAURIN

"

M. J.P. QUIGNARD

"

M. A. RAIBAUT

"

M. B. TRITAR

"

M. Z. BEN MUSTAPHA

Invité



*Ce mémoire est dédié à Monsieur le
Professeur J.P. QUIGNARD et à Monsieur le
Doyen A. EL HILI en témoignage de notre
gratitude et de notre affection respectueuse.*

AVANT - P R O P O S

C'est avec un très grand plaisir que j'exprime, ici, ma reconnaissance la plus sincère à tous ceux, très nombreux, qui m'ont apporté leur aide pour la réalisation de ce travail.

Monsieur le Professeur J.-P. QUIGNARD, lors de votre séjour en Tunisie, vous avez créé et assuré, durant six années, l'enseignement d'Océanographie biologique à la Faculté des Sciences de Tunis. Au prix d'énormes sacrifices, vous avez formé, dans cette discipline, une génération de jeunes chercheurs avec lesquels, après votre affectation à l'U.S.T.L. de Montpellier, vous avez instauré une collaboration très étroite et des plus fructueuses.

Depuis mon intégration dans votre équipe, vous m'avez apporté, sans réserve, toute l'aide scientifique, morale et matérielle qui m'a été nécessaire et vous m'avez fait profiter de votre très grande et riche expérience d'ichthyologue et de biologiste marin. Vous avez été pendant toutes ces années le guide, le conseiller et le critique amical et patient. A votre contact j'ai appris le métier de chercheur et d'enseignant. Je vous dois plus que je ne saurais le dire. Je suis particulièrement heureux de vous exprimer mes sentiments de profonde gratitude et de très respectueuse affection.

Monsieur le Professeur J.C. HUREAU, Sous-Directeur au Muséum National d'Histoire Naturelle, en m'initiant à la systématique des poissons, a su susciter mon intérêt pour l'Ichthyologie. Il me fait le grand honneur de présider ce jury et de juger pour la deuxième fois mes travaux. Qu'il me soit permis de le remercier très vivement et de l'assurer de ma profonde et fidèle reconnaissance.

Monsieur le Professeur C. MAURIN a bien voulu juger ce travail malgré ses nombreuses occupations. Je l'en remercie très vivement. Je suis heureux de lui dire ma très grande reconnaissance pour la confiance qu'il m'a faite en acceptant de publier les résultats de mes recherches dans la Revue des Travaux de l'I.S.T.P.M. Mes trop brèves entrevues avec lui à Nantes, Sète et Tunis ont toujours été très enrichissantes.

Monsieur le Professeur A. RAIBAUT a bien voulu accepter de faire partie de ce jury. C'est une occasion pour moi de lui dire ma profonde gratitude pour l'intérêt qu'il a constamment manifesté pour mes recherches et pour son soutien moral. Je lui adresse mes plus sincères remerciements.

Monsieur Z. BEN MUSTAPHA, grâce à son appui, j'ai pu bénéficier d'une allocation de recherche qui m'a permis d'entreprendre mes premières études en Océanographie biologique. Il a aussi facilité mes embarquements sur les bateaux de l'I.N.S.T.O.P. qu'il dirigeait. Sa présence dans ce jury témoigne de l'intérêt qu'il porte aux sciences de la mer. Je le prie de croire en ma haute considération et en ma vive reconnaissance.

Monsieur le Professeur B. TRITAR a accepté de siéger dans ce jury. Qu'il trouve ici l'expression de ma déférence et de ma gratitude.

Madame le Professeur F. MAAMOURI a bien voulu participer à ce jury. Je ne puis oublier l'aide efficace qu'elle m'a prodiguée durant la phase finale de réalisation de ce mémoire. Qu'elle soit assurée de ma reconnaissance très amicale.

Ce travail n'aurait pas été possible sans la bienveillance et le soutien matériel et moral de Monsieur le Doyen A. EL HILI. Puisse-t-il trouver ici l'assurance de ma très respectueuse gratitude.

Mes remerciements les plus sincères vont également à Monsieur le Professeur M. M. AMARA dont la compréhension et l'amabilité ont facilité ma tâche.

Qu'il me soit aussi permis d'adresser mes remerciements à Monsieur le Professeur M. H. KTARI pour ses encouragements et ses conseils judicieux et à Monsieur le Professeur A. NABLI pour son soutien amical.

Je voudrais dire toute ma gratitude à mes collègues et amis de la Faculté des Sciences de Tunis et au personnel de l'I.N.S.T.O.P. Je remercie particulièrement :

Mme P. AISSA et Mme F. CHARFI qui m'ont prêté leur concours pour la correction des épreuves,

Mme S. BEN EZZEDDINE pour son dévouement et sa précieuse collaboration,

Mlle L. EDDADI et Mlle F. SMATI qui ont eu la tâche de dactylographier ce travail et M. B. JOUINI et M. T. TESTOURI qui en ont assuré le tirage,

Mme E. ENNAFA et M. M. MAGHRABY, documentalistes de l'I.N.S.T.O.P pour avoir facilité mes recherches bibliographiques,

Am GACEM et son fils SADOK pour leur cordiale sympathie.

Il m'est agréable d'adresser mes plus vifs remerciements aux enseignants, chercheurs et techniciens du Laboratoire d'Ichthyologie et Parasitologie générale de l'U.S.T.L. de Montpellier pour l'accueil chaleureux qui m'a toujours été réservé.

Ce travail doit beaucoup au soutien de tous les membres de ma famille et en particulier de mon frère Moncef dont l'amitié est l'un de mes biens les plus précieux.

Que ma femme et mes filles dont la patience et la compréhension m'ont beaucoup aidé pour mener à bien ce travail, trouvent ici le témoignage de mon affectueuse reconnaissance.

C'est avec une grande émotion que j'évoque le souvenir indestructible de Madame le Professeur J.-H. HELDT et de Monsieur le Professeur P. DRACH, mon maître en Océanographie biologique, qui ont su communiquer à l'étudiant que j'étais leur enthousiasme pour cette discipline passionnante.

S O M M A I R E

	Pages
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE	
GENERALITES: LES CLUPEIDES TUNISIENS, LEURS BIOTOPES ET LEUR PÊCHE.....	5
I- PRESENTATION DES CLUPEIDES TUNISIENS ET CLEF DE DETERMINATION	7
II- CADRE GEOGRAPHIQUE ET HYDROLOGIQUE	11
1- Zone marine	12
2- Oueds	19
3- Lac Ichkeul	24
III- PECHE ET STATISTIQUES DES CAPTURES	26
1- Engins de pêche	26
2- Statistiques des captures	28
DEUXIEME PARTIE	
TECHNIQUES ET METHODES DE TRAVAIL.....	41
I- TECHNIQUES	43
1- Relevés morphométriques	43
2- Relevés méristiques	43
3- Autres relevés	47
4- Traitement des données	47

II- METHODES	48
1- Distribution des rendements	48
2- Caractères biométriques	49
3- Age et croissance	50
4- Reproduction	57
5- Relation taille-poids, coefficients de condition	63

TROISIEME PARTIE

PROBLEMES DE SYSTEMATIQUE ET D'UNITES DE STOCK	67
INTRODUCTION	69
<i>Alosa fallax algeriensis</i> (Regan, 1916)	77
I- INTRODUCTION	79
II- CARACTERISTIQUES DES ALOSES TUNISIENNES	81
1- Distribution des rendements.....	81
2- Caractères méristiques	83
3- Caractères morphométriques	94
III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO-MEDITERRANEENNES	99
Caractères méristiques	99
IV- CONCLUSION	117
<i>Sardinella maderensis</i> (Lowe, 1841)	119
I- INTRODUCTION	121
II- CARACTERISTIQUES DES SARDINELLES PLATES TUNISIENNES	123
1- Distribution des rendements	123
2- Caractères méristiques	123
3- Caractères morphométriques	141

III-	ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS	
	ATLANTO-MEDITERRANEENNES	145
	1- Distribution géographique	145
	2- Caractères méristiques	147
	3- Caractères morphométriques	159
IV-	CONCLUSION	162
	<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847	165
I-	INTRODUCTION	167
II-	CARACTERISTIQUES DES ALLACHES TUNISIENNES ...	167
	1- Distribution des rendements	167
	2- Caractères méristiques	171
	3- Caractères morphométriques	183
III-	ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS	
	ATLANTO-MEDITERRANEENNES	187
	1- Distribution géographique	187
	2- Caractères méristiques	188
	3- Caractères morphométriques	203
IV-	CONCLUSION	206
	<i>Sardina pilchardus sardina</i> Regan, 1916	209
I-	INTRODUCTION	211
II-	CARACTERISTIQUES DES SARDINES TUNISIENNES ...	213
	1- Distribution des rendements	213
	2- Caractères méristiques	215
	3- Caractères morphométriques	230

III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS	
ATLANTO-MEDITERRANEENNES	235
1- Distribution géographique	235
2- Synthèse des travaux antérieurs	236
3- Caractères méristiques	240
4- Caractères morphométriques	247
IV- CONCLUSION	250
CONCLUSION A LA TROISIEME PARTIE	253
QUATRIEME PARTIE	
ELEMENTS DE BIOLOGIE	
.....	259
INTRODUCTION	261
<i>Alosa fallax algeriensis</i> (Regan, 1916)	263
I- INTRODUCTION	265
II- DONNEES SUR LES ALOSES DE TUNISIE	266
A- AGE ET CROISSANCE	266
1- Scalimétrie	266
a) Alose des fleuves	273
b) Alose du lac	274
2- Analyse des distributions de fréquence de longueur	274
3- Etude théorique de la croissance	278
a) Croissance linéaire	278
b) Croissance pondérale	282

B- SEXUALITE ET REPRODUCTION	288
1- Proportions numériques des sexes	288
a) Alose des fleuves	288
b) Alose du lac	292
2- Taille et âge à la première maturité ..	296
a) Alose des fleuves	296
b) Alose du lac	300
3- Cycle sexuel	301
a) Alose des fleuves	301
b) Alose du lac	308
4) Fécondité	312
 C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION	 317
1- Alose des fleuves	317
a) Alose juvénile	322
b) Alose adulte	325
c) Comparaison entre les juvéniles et les adultes. Relation avec les facteurs écologiques	 330
2- Alose du lac	332
3- Comparaison des deux populations d'alose	 339
 D- CONCLUSION	 340
 III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO- MEDITERRANEENNES	 343
A- AGE ET CROISSANCE	343
B- SEXUALITE ET REPRODUCTION	348

1- Proportions numériques des sexes	348
2- Taille et âge à la première maturité	349
3- Cycle sexuel	351
4- Fécondité	354
C- RELATIONS TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS	
DE CONDITION	354
IV- CONCLUSION	356
<i>Sardinella maderensis</i> (Lowe, 1841)	359
I- INTRODUCTION	361
II- DONNEES SUR LES SARDINELLES PLATES DE TUNISIE...	361
A- AGE ET CROISSANCE	361
1- Scalimétrie	361
2- Analyse des distributions de fréquence	
de longueur	366
3- Etude théorique de la croissance	369
a) Croissance linéaire	369
b) Croissance pondérale	372
B- SEXUALITE ET REPRODUCTION	375
1- Proportions numériques des sexes	375
2- Taille et âge à la première maturité	378
3- Cycle sexuel	379
4- Fécondité	387
C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS	
DE CONDITION	393
1- Effectif total	393
2- 1 ^{er} groupe	400
3- 2 ^e groupe	404
4- Comparaison des deux groupes,	406
D- CONCLUSION	407

III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO- MEDITERRANEENNES	408
A- AGE ET CROISSANCE	408
B- SEXUALITE ET REPRODUCTION	412
1- Proportions numériques des sexes	412
2- Taille et âge à la première maturité	415
3- Cycle sexuel	417
C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION	421
IV- CONCLUSION	429
<i>Sardinella aurita</i> Valenciennes, 1847	431
I- INTRODUCTION	433
II- DONNEES SUR LES ALLACHES DE TUNISIE.....	433
A- AGE ET CROISSANCE	433
1- Scalimétrie	433
2- Analyse des distributions de fréquence de longueur	437
3- Etude théorique de la croissance	441
a) Croissance linéaire	441
b) Croissance pondérale	443
B- SEXUALITE ET REPRODUCTION	446
1- Proportions numériques des sexes	446
a) Région nord	446
b) Région est	447
c) Comparaison des régions nord et est	450
2- Taille et âge à la première maturité	451
a) Région nord	451
b) Région est	451

3- Cycle sexuel	452
a) Région nord	452
b) Région est	457
c) Comparaison des régions nord et est	458
4- Fécondité	459
C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS	
DE CONDITION	462
1- Région nord	462
a) Femelles	462
b) Mâles	465
c) Comparaison des femelles et des mâles ..	466
2- Région est	468
a) Femelles	468
b) Mâles	469
c) Comparaison des femelles et des mâles ..	471
3- Comparaison des régions nord et est	471
D- CONCLUSION	477
III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO-	
MEDITERRANEENNES	480
A- AGE ET CROISSANCE	480
B- SEXUALITE ET REPRODUCTION	485
1- Proportions numériques des sexes	485
2- Taille et âge à la première maturité	488
3- Cycle sexuel	490
C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS	
DE CONDITION	492
IV- CONCLUSION	498
<i>Sardina pilchardus sardina</i> Regan, 1916	501

I- INTRODUCTION	503
II- DONNEES SUR LES SARDINES DE TUNISIE	503
A- AGE ET CROISSANCE	503
1- Scalimétrie	503
2- Analyse des distributions de fréquence de longueur	509
3- Etude théorique de la croissance	512
a) Croissance linéaire	512
b) Croissance pondérale	516
4- Autres paramètres	516
B- SEXUALITE ET REPRODUCTION	517
1- Proportions numériques des sexes	517
a) Région nord	517
b) Région est	521
c) Comparaison des régions nord et est	522
2- Taille et âge à la première maturité	523
a) Région nord	523
b) Région est	526
c) Comparaison des régions nord et est	526
3- Cycle sexuel	527
4- Fécondité	530
C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION	533
1- Région nord	533
a) Femelles	534
b) Mâles	536
c) Comparaison des femelles et des mâles ..	537
2- Région est	539
a) Femelles	541

b) Mâles	542
c) Comparaison des femelles et des mâles ..	542
3- Comparaison des régions nord et est	542
D- CONCLUSION	550
III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO- MEDITERRANEENNES	551
A- AGE ET CROISSANCE	551
B- SEXUALITE ET REPRODUCTION	557
1- Proportions numériques des sexes	557
2- Taille et âge à la première maturité	559
3- Cycle sexuel	560
4- Fécondité	563
C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION	563
IV- CONCLUSION	568
CONCLUSION A LA QUATRIEME PARTIE	570
CONCLUSIONS GENERALES	573
BIBLIOGRAPHIE	583

I N T R O D U C T I O N

En Tunisie, les études ichthyologiques, entreprises dès la fin du XIXème et le début du XXème siècle, ont consisté essentiellement dans le recensement des espèces et dans des observations bionomiques. Elles sont l'œuvre d'un certain nombre d'auteurs dont VINCIGUERRA (1882-1883-1884), PIETSCHMANN (1906), PRUVOT (1921), LE DANOIS (1925), GRUVEL (1926), SEURAT (1929 et 1934). Il s'agit le plus souvent, de travaux limités dans le temps, effectués au cours des croisières de quelques navires océanographiques. De ce fait, les données sur la systématique et la biologie dont l'étude nécessite un matériel relativement abondant, récolté pendant des périodes assez étalées, ont longtemps fait défaut. A l'exception de quelques travaux (HELDT, 1948 ; POSTEL, 1956 et 1959), cet aspect de la recherche n'a pris sa véritable dimension qu'à partir de 1970, grâce au Professeur QUIGNARD et à l'équipe qu'il a créée.

C'est dans le cadre de ces recherches poursuivies au laboratoire de Biologie marine de la Faculté des Sciences de Tunis que s'intègre notre contribution à l'étude des Clupéidés de Tunisie. Le choix d'un tel travail s'est imposé à nous pour diverses raisons. Alors que depuis trois quarts de siècle, une littérature abondante a abouti à une connaissance satisfaisante des Clupéidés, le manque total d'informations sur les espèces peuplant le littoral tunisien, où elles forment une des composantes les plus importantes de la faune ichthyologique, est d'autant plus regrettable que ce dernier constitue un des secteurs de la Méditerranée dont les caractéristiques géographiques, biogéographiques et hydrologiques sont exceptionnelles.

Cette situation privilégiée a permis la coexistence de quatre espèces qu'on ne trouve nulle part associées en dehors des côtes méditerranéennes du Maghreb: l'alose feinte, la sardinelle plate ou de Madère, la sardinelle ronde ou allache et la sardine.

L'alternative devant laquelle nous nous trouvions était de savoir s'il fallait limiter cette étude à une seule de ces espèces, de préférence celle ayant un grand intérêt économique, telle que la sardine ou l'allache, en réunissant le maximum d'indications possibles, ou bien étendre le domaine des investigations à l'ensemble des espèces de manière à définir d'abord leurs caractères morphologiques et biologiques, à préciser leur position par rapport aux autres populations de Clupéidés et à jeter par là même les premières bases d'autres études comme, par exemple, la dynamique des populations.

Entrevoir notre travail sous le premier angle était, d'une part, prématuré sans une connaissance préalable de toutes les espèces de la famille et nous soumettait, d'autre part, à des servitudes dont nous n'étions pas en

mesure de nous affranchir. En effet, une monographie qui se serait voulue tant soit peu détaillée aurait exigé, parallèlement à l'étude biologique, des observations concomitantes sur l'hydrologie des régions prospectées, sur l'ichthyoplancton et la localisation des aires de ponte, sur la prospection des zones de pêche et sur l'évaluation des stocks, etc. Pour cela, il aurait été nécessaire de disposer, pour des périodes souvent longues, d'un bateau doté d'un équipement adéquat.

La deuxième orientation, pour laquelle nous avons opté, était plus conforme à nos préoccupations. Il était, en effet, intéressant d'étudier l'ensemble de ces espèces qui, bien que phylogénétiquement apparentées, présentent des particularités biologiques et écologiques et posent des problèmes de systématique *lato sensu*, résultant de la diversité de leur origine, de leur extraordinaire polymorphisme biologique et de l'extrême plasticité de certains de leurs caractères méristiques et morphométriques. Ainsi, à l'origine tempérée de la sardine et de l'aloise, s'oppose le caractère franchement intertropical des deux sardinelles. D'autre part, alors que l'aloise est complètement anadrome et la sardinelle plate à anadromie partielle, la sardine et l'allache sont, en revanche, des formes exclusivement marines. De plus, compte tenu de l'incidence, souvent décrite, des facteurs abiotiques sur la morphologie des Clupéidés, l'hétérogénéité prévisible des peuplements découlant de la présence d'oueds et de lagunes littorales ainsi que des différences climatiques, hydrologiques et topographiques entre les côtes nord et est, devrait permettre d'identifier des groupements ou des populations distincts au sein de chacune des espèces considérées.

Le matériel utilisé dans cette étude provient de la pêche commerciale. Nous nous le sommes procuré dans les principaux ports (Tabarka, Bizerte, Ghar El Melh, La Goulette, Kélibia, Sousse, Mahdia, Sfax et Gabès), soit directement auprès des pêcheurs, soit dans les marchés locaux.

La première partie du travail comprend un rappel de la position systématique des quatre Clupéidés de Tunisie, une synthèse des connaissances sur la description géographique et hydrologique de leur milieu et un aperçu sur leurs modes de capture et sur l'évolution des prises annuelles.

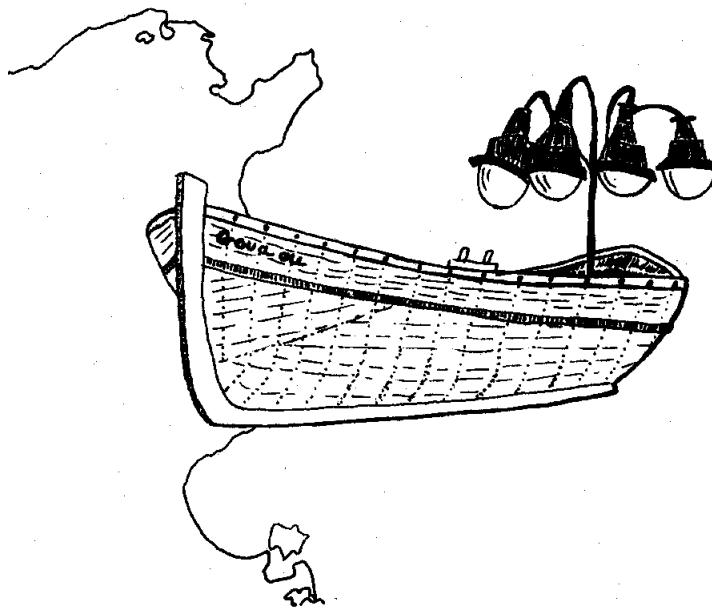
La deuxième partie est consacrée à l'exposé des méthodes et des techniques que nous avons employées.

La troisième partie aborde les caractéristiques numériques et morphométriques des espèces ainsi que la distribution de leur rendement sur les côtes tunisiennes. Les résultats acquis nous amènent à envisager la possibilité de distinguer différentes populations et à discuter de leurs positions par rapport aux autres populations atlanto-méditerranéennes.

Enfin, la quatrième partie traite de quelques problèmes biologiques relatifs à l'âge, la croissance, la reproduction et la condition des individus des diverses populations. Les résultats sont interprétés en fonction des phénomènes écologiques et confrontés aux travaux antérieurs.

PREMIERE PARTIE

GÉNÉRALITÉS: LES CLUPEIDÉS TUNISIENS,
LEURS BIOTOPES ET LEUR PÊCHE



I- PRESENTATION DES CLUPEIDES TUNISIENS ET CLEF DE DETERMINATION

Les *Clupeidae* sont des Téléostéens malacoptérygiens de taille moyenne et de constitution assez fragile. Leur corps, allongé, est plus ou moins comprimé latéralement. Le dos est de couleur bleu-vert avec des reflets métalliques ; les flancs et l'abdomen sont argentés. Les *Clupeidae* mènent une vie grégaire ; certaines espèces forment des bancs pouvant atteindre des dimensions considérables, renfermant des centaines de milliers d'individus et pesant plusieurs dizaines de tonnes. Ce sont des poissons pélagiques qui, le plus souvent, ne s'écartent pas beaucoup de la côte. Ils sont capables d'effectuer des migrations horizontales saisonnières et des déplacements verticaux d'amplitude plus ou moins grande selon les espèces. Leur régime alimentaire est constitué essentiellement d'organismes planctoniques. Leur teneur en graisse est très élevée et subit des variations en fonction des saisons. Quoique cosmopolite, la famille des *Clupeidae* est composée d'espèces très sténothermes dont la répartition géographique est étroitement associée aux conditions thermiques. Ces espèces peuvent être sténohalines ou euryhalines, certaines présentent une nette tendance amphibiotique, d'autres sont anadromes, enfin quelques unes sont entièrement confinées en eau douce.

La famille des *Clupeidae* comprend à peu près 70 genres répartis en 150 espèces environ (HILDEBRAND, 1963). Leur nombre croît des hautes aux basses latitudes: 1 seul genre important dans les régions tempérées froides, 10 genres importants dans les régions tempérées chaudes et plus de 25 genres dans les basses latitudes (LONGHURST, 1971). Dans la province atlanto-méditerranéenne qui s'étend de l'Irlande au Cap Blanc et qui englobe la région pontique il existe 8 genres et 12 espèces dont la plupart sont scindées en sous-espèces: *Clupea harengus* Linné, *Clupeonella cultriventris* (Nordmann), *Sardina pilchardus* (Walbaum), *Sardinella aurita* Valenciennes, *Sardinella maderensis* (Lowe), *Sprattus sprattus*

(Linné), *Alosa alosa* (Linné), *Alosa fallax* (Lacepède), *Alosa caspia* (Eichwald), *Alosa pontica* (Eichwald), *Ethmalosa fimbriata* Bowdich et *Herklotsichthys punctatus* (Rüppell). Cette dernière espèce qui se serait introduite par le canal de Suez dans le bassin oriental de la Méditerranée est signalée dans cette mer pour la première fois par MOUNEIMNE en 1977.

D'après la classification de SVETOVIDOV (1952), la famille des *Clupeidae* appartient au :

- Super-ordre des Téléostéens
- Ordre des Clupéiformes
- Sous-ordre des *Clupeoidei*

Les représentants tunisiens de la famille des *Clupeidae* ont les caractères communs suivants :

Le corps est allongé et plus ou moins comprimé latéralement. Le dos est bleu-verdâtre et les flancs argentés. Les écailles sont cycloïdes, plus ou moins caduques, avec présence d'écailles allongées (*alae*) à la base de la nageoire caudale. La ligne latérale est absente ou réduite aux deux premières écailles. La bouche, non protractile, est terminale et plus ou moins oblique. Les dents sont petites ou absentes. La mâchoire supérieure est formée des prémaxillaire, maxillaire et supra-maxillaires. L'opercule possède une ossature complète. L'oeil est recouvert d'une membrane adipeuse. Les nageoires pelviennes, en position abdominale, sont insérées en arrière de la verticale qui passe par l'origine de la nageoire dorsale. Les nageoires sont de type malacoptérygien ; tous les rayons sont segmentés et ramifiés à l'exception des premiers (1-4). La nageoire caudale est plus ou moins échancrée. Les nageoires pectorales sont surbaissées. Les branchiospines sont grêles et nombreuses. L'estomac est de type siphonal avec présence de nombreux caecums pyloriques. La vessie gazeuse, de type physostome, est reliée aux oreilles. Les oviductes sont en continuité avec les ovaires. Outre les vraies côtes, il existe de nombreux os intermusculaires.

Dans les eaux tunisiennes, les *Clupeidae* sont représentés par deux sous-familles: celle des *Alosinae* et celle des *Clupeinae*. La première comprend la sous-espèce *Alosa fallax algeriensis* (Regan, 1916) et la deuxième trois espèces: *Sardina pilchardus sardina* Regan, 1916, *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 et *sardinella maderensis* (Lowe, 1841).

Les diagnoses spécifiques ci-dessous correspondent aux populations tunisiennes^x.

ALOSINAE

- . Mâchoire supérieure présentant une échancrure médiane
- . Scutelles ventrales bien développées
- . Bord postérieur du maxillaire dépassant le bord postérieur de l'œil
- . Pas d'allongement des deux derniers rayons de la nageoire anale

Alosa fallax algeriensis (Regan, 1916)

(Alose)

- . Opercule strié
- . Nageoire ventrale à 9-10 rayons
- . Corps haut et comprimé
- . Grande tache noire en arrière de la fente branchiale, souvent suivie d'une rangée d'autres taches (5-9) de plus en plus petites
- . Nombre de branchiospines sur le premier arc, Br.: 39-54, Br. inf: 24-35 pour LT comprise entre 15 et 49cm ; pente Br.: 0,18-0,21
- . Moyenne vertébrale assez basse: 54,9 à 55,3 ; mode 55
- . Nombre moyen de rayons D = 19,3 ; mode 19
A = 22,6 ; mode 22-23
- . Taille maximale 49 cm.

^x pour les abréviations voir techniques et méthodes.

CLUPEINAE

- . Mâchoire supérieure sans échancrure médiane
- . Scutelles ventrales peu développées
- . Bord postérieur du maxillaire n'atteignant pas le milieu de l'œil
- . Allongement des deux derniers rayons de la nageoire anale

Sardina pilchardus sardina Regan, 1916

(Sardine)

- . Opercule strié
- . Opercule non échancré
- . Nageoire pelvienne à 8 rayons
- . Corps allongé, pas très comprimé
- . Nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc, Br. inf.: 53 — 66 pour LT comprise entre 10 et 21 cm ; pente Br. inf.: 0,3 (0,20 - 0,47)
- . Moyenne vertébrale: 51,48 (51,36 - 51,81)
- . Nombre moyen de rayons: D = 19; mode 19
A = 19,3; mode 19
- . Taille maximale: 21,5 cm

Sardinella

- . Opercule non strié
- . Opercule échancré
- . Nageoire pelvienne à 8-9 rayons

Sardinella aurita Valenciennes, 1847

(Allache ou Sardinelle ronde)

- . Corps peu comprimé (LS/H = 4,5)
- . Nageoire pelvienne à 9 rayons
- . Tache noire sur le bord postérieur de l'opercule
- . Bande dorée tout le long du flanc
- . Ecailles peu adhérentes
- . Nombre de branchiospines inférieures,
Br. inf.: 100 - 130 pour LT comprise entre 12-28 cm ;
pente: 0,3.

- . Moyenne vertébrale: 48,01 (47,92 - 48,10)
- . Nombre moyen de rayons: D =18,90; mode 19
A =17,63; mode 18
- . Taille maximale 29 cm.

Sardinella maderensis (Lowe, 1841)

(Sardinelle plate)

- . Corps haut, très comprimé (LS/H: 3,55)
- . Nageoire pelvienne à 8 rayons
- . Tache noire en arrière de la fente branchiale
- . Tache noire à la base des premiers rayons de la nageoire dorsale
- . Souvent, plusieurs bandes dorées le long du flanc
- . Nageoire caudale très échancrée, de couleur ardoise, avec les pointes noirâtres
- . Ecailles très adhérentes, à champ postérieur présentant de nombreuses perforations
- . Nombre de branchiospines inférieures, Br. inf.: 91-140 pour LT comprise entre 15-26 cm
- . Moyenne vertébrale: 46,05; mode 46
- . Nombre moyen de rayons: D =20,41; mode 20
A =20,10; mode 20
- . Taille maximale 26 cm.

II- CADRE GEOGRAPHIQUE ET HYDROLOGIQUE

Les données géographiques relatives à l'habitat des quatre Clupéidés étudiés portent sur :

- toute la zone marine correspondant aux eaux littorales tunisiennes, de la frontière algéro-tunisienne à la frontière tuniso-libyenne,
- les deux oueds pérennes: la Medjerdah et le Miliane,
- le lac Ichkeul.

Située à l'extrémité orientale du Maghreb, la Tunisie appartient avec la Sicile à un même bloc orogénique dépendant

du continent africain (CASTANY, 1955). La grande transversale submérienne de Zaghouan, apparue au Miocène, sépare deux compartiments juxtaposés (fig.1), différant tant par la morphologie que par la géologie :

- à l'ouest, le "compartiment Constantinois-Tunisie",
- à l'est, le "compartiment Tunisie orientale-Sicile".

Le premier, dont le relief orographique est très accusé, comprend trois chaînes montagneuses de direction SW-NE, disposées parallèlement et qui sont d'ouest en est :

- le massif primaire de l'Edough,
- la Khroumirie-Nefza,
- l'Atlas tunisien nord occidental.

Entre ces massifs, s'individualisent les deux grandes vallées de la Medjerdah et du Miliane et une série de dépressions dont le lac Ichkeul fait partie.

Le deuxième, situé à l'est de la grande transversale, est limité au sud par l'accident NNW-SSE dans sa partie émergée, celle-ci contraste avec la Tunisie septentrionale par sa topographie monotone, plate et parsemée de dômes.

1- Zone marine

Le domaine submergé du bloc Tunisie-Sicile est désigné par CASTANY (1955) sous le nom de Haut-bassin siculo-tunisien (fig.2). A la charnière des deux bassins méditerranéens, occidental et oriental, dont il est séparé respectivement par les fosses tyrrhénienne et ionienne, il est limité approximativement par l'isobathe de 1 000 m. Son relief accidenté d'îles, d'écueils, de hauts-fonds et de sillons, constitue le prolongement naturel du relief terrestre dont il est le reflet (fig.1). Deux régions y sont distinguées :

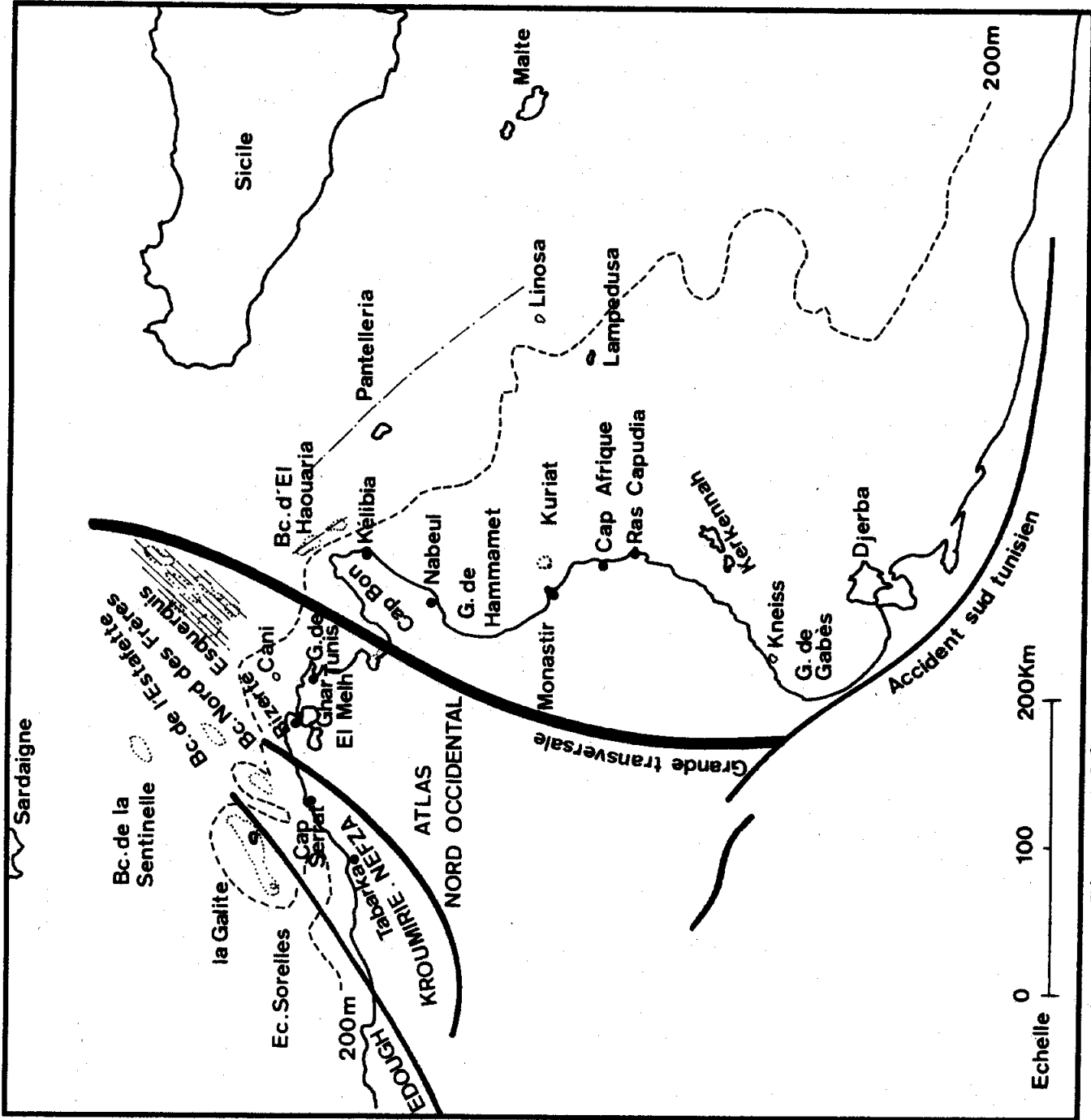


Fig.1.- Schéma structural du Haut-bassin siculo-tunisien.
D'après CASTANY (1955), modifié.

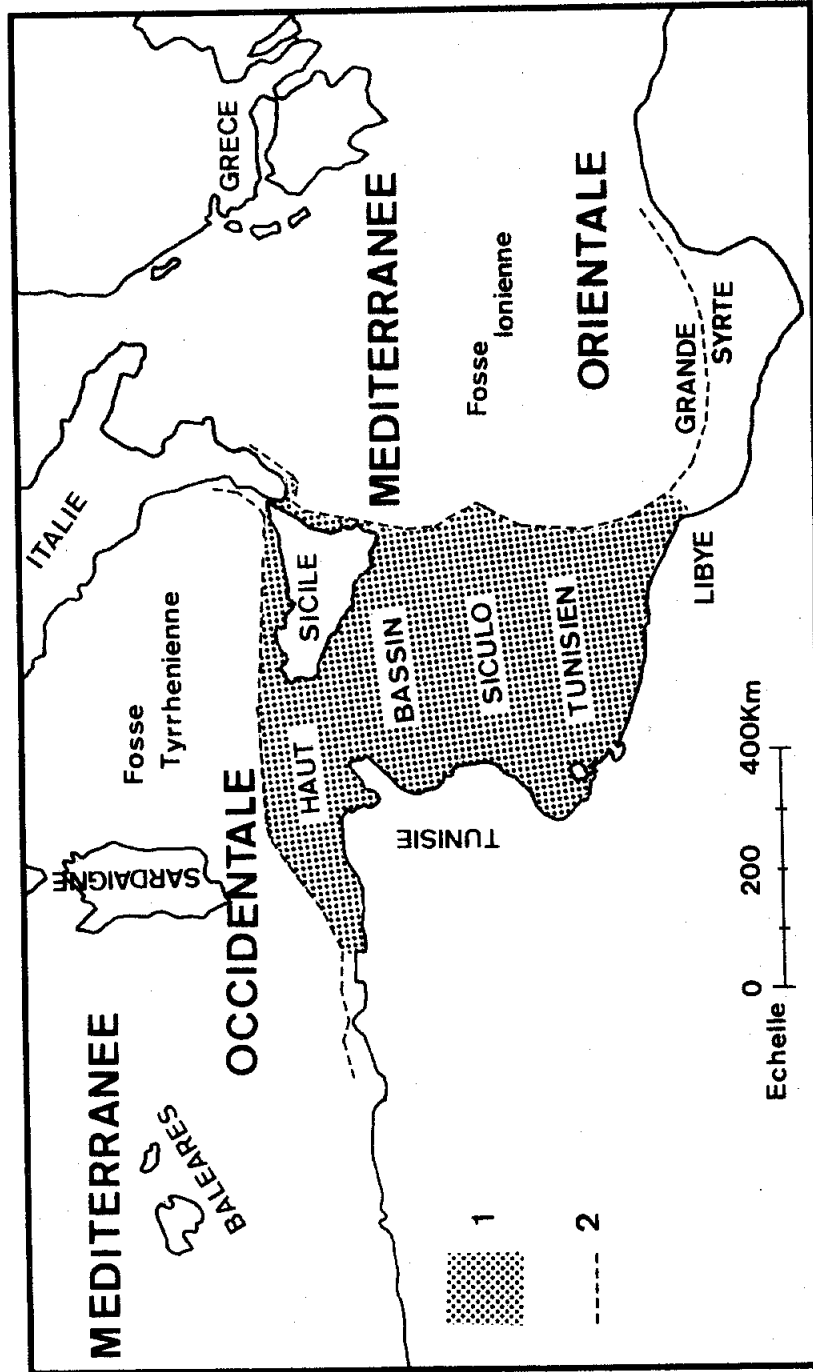


Fig.2.- Situation du Haut-bassin siculo-tunisien.
1, Haut-bassin siculo-tunisien ; 2, Isobathe de
1000 metres. D'après CASTANY (1955).

x "le secteur occidental, Galite-Esquerquis", formé de massifs montagneux de direction SW-NE :

- les écueils des Sorelles, l'archipel de la Galite, le banc de la Sentinelle,
- le banc Nord des Frères, le banc de l'Estafette,
- l'Ile Cani, les hauts-fonds des Esquerquis,

x "le secteur oriental, Tunisie orientale-Sicile", où les hauts-fonds sont généralement plats. Le haut-fond d'El Haouaria et la fosse Pantelleria-Linosa présentent une direction NNW-SSE parallèle à "l'accident sud-tunisien".

La bordure sud du Haut-bassin siculo-tunisien se trouve ainsi constituée par la façade maritime de la Tunisie qui s'étend sur 1 200 km, dont un tiers environ sur le bassin occidental et deux tiers sur le bassin oriental de la Méditerranée.

La côte nord, incluse dans le secteur occidental du Haut-bassin, présente un tracé de direction générale ouest-est, de la frontière algérienne à la pointe du Cap Bon. Subrectiligne entre Tabarka et Bizerte, elle s'incurve à l'est de Ghar El Melh pour circonscrire le golfe de Tunis, vaste zone d'effondrement située sur le prolongement de la grande transversale de Zaghouan. Comme le signale AZOUZ (1973), le plateau continental est souvent réduit et très accidenté ; très étroit entre Tabarka et Bizerte, il s'élargit à l'est, au niveau de Tunis pour se rétrécir de nouveau à la pointe du Cap Bon. L'isobathe de 200 m (fig.1) est distant de la côte de 13 km à Cap Serrat, de 65 km au milieu du golfe de Tunis et de 12 km à la pointe du Cap Bon.

La côte est s'étend du Cap Bon à la frontière libyenne, s'intégrant ainsi dans le secteur oriental du Haut-bassin siculo-tunisien. D'orientation générale nord-sud,

elle présente deux concavités correspondant l'une au golfe d'Hamamet, l'autre au golfe de Gabès.

Le premier est limité au sud par les hauts-fonds des îles Kuriat, au large de Monastir. La zone comprise entre Kélibia et Nabeul se caractérise par un relief accidenté, une pente abrupte et un plateau continental assez réduit. Plus au sud, les fonds deviennent moins profonds, moins accidentés et à pente douce (AZOUZ et BEN OTHMAN, 1975).

Le golfe de Gabès, délimité au nord par l'archipel des îles Kerkennah et au sud par le continent, se distingue par une pente très faible. POIZAT (1970) y a mis en évidence deux zones topographiquement différentes séparées par un seuil NW-SE joignant l'île de Djerba à l'île de Kneiss. A l'ouest du seuil, le fond est parsemé de dômes et de cuvettes; à l'est, il est plus uniforme et sa pente plus accentuée.

Ainsi, dans la région est de la Tunisie, le plateau continental s'élargit du nord au sud ; l'isobathe de 200 m, situé à 160 km de la côte au Cap Afrique, s'en écarte de 250 km dans le golfe de Gabès (fig.1).

Le trait topographique marquant, opposant ainsi une région nord montagneuse à une région sud, plate, formée de plaines et de steppes, se conjugue avec l'extension latitudinale notable du pays pour favoriser des conditions climatiques très tranchées qui modèlent à leur tour, en la contrastant au maximum, l'hydrologie dans les deux secteurs de cette zone marine. En effet, dans le nord le climat est caractérisé par une température moyenne annuelle relativement peu élevée (18,1°C à Bizerte) et une pluviométrie assez importante (653 mm à Bizerte), les cours d'eau sont nombreux et deux d'entre eux sont permanents. En revanche, dans le sud, la température élevée (20,1°C à Djerba), les faibles précipitations (209 mm), l'absence totale de cours d'eau permanents sont à l'origine d'une forte insolation et d'une évaporation intense aboutissant à une salinité élevée de l'eau de mer.

Dans les 50 premiers mètres de la zone littorale, la température moyenne annuelle, calculée d'après les travaux d'AZOUZ (1973) et de KTARI-CHAKROUN et AZOUZ (1971) est égale à 17,4°C dans le nord contre 19,4°C dans le golfe de Gabès, au sud. A la profondeur 75-100 m qui marque le début de l'isothermie verticale (MAURIN, 1977), la différence d'environ 1°C, calculée d'après les données de BRANDHORST (1977), est encore appréciable (13,96°C dans la région nord contre 14,84°C dans la région est). D'après les données de RIJAVEC et ZAARAH (1974) (tabl.1), la température des eaux superficielles augmente progressivement en été du nord au sud avec un contraste particulièrement remarquable entre les deux régions, contrairement à l'hiver où l'on enregistre une isothermie assez nette sur toutes les côtes. Il en résulte une variation saisonnière de la température beaucoup plus accusée dans la région sud.

	n o r d	s u d
Février	14,63°C	13,58°C
Août	22,82°C	26,09°C

Tabl. 1. Température hivernale et estivale des eaux superficielles en différentes régions D'après RIJAVEC et ZAARAH (1974).

Comme pour la température, la salinité est plus élevée dans le sud que dans le nord ; les valeurs annuelles moyennes calculées d'après les travaux d'AZOUZ (1973) et de KTARI-CHAKROUN et AZOUZ (1971) sont respectivement égales à 37,32‰ pour le nord et à 38,14‰ pour le sud. RIJAVEC et GUEBLAOUÏ (1975) obtiennent des résultats semblables durant l'automne de 1973: 38,16‰ dans le sud et 37,20‰ dans le nord, les différences étant plus grandes au voisinage de la côte. Dans le golfe de Tunis, les salinités annuelles moyennes, de l'ordre de 37‰, peuvent subir des diminutions importantes

par suite des apports en eau douce de la Medjerdah et du Miliane au cours de l'hiver et du printemps ; BRANDHORST (1977) a ainsi relevé en avril des salinités inférieures à 35,50‰ au nord ouest et dans le fond du golfe de Tunis. Dans le golfe de Gabès, à partir de Ras Capudia, les eaux de la zone côtière, peu profondes et soumises à une forte insolation, ont une salinité élevée, supérieure à 38,30‰ pouvant même dépasser à proximité immédiate des côtes 39‰.

En fait, en plus des facteurs climatiques, le courant atlantique dont l'influence s'atténue du nord au sud, du fait de son fractionnement en plusieurs branches et de son écartement progressif du littoral tunisien, renforce considérablement le contraste physico-chimique entre les deux régions. Les eaux atlantiques (LACOMBE et TCHERNIA, 1960 ; ALLAIN, FURNESTIN et MAURIN, 1966 ; LUBET et AZOUZ, 1969 ; BRANDHORST, 1977), le plus souvent superficielles, sont caractérisées dans le secteur tunisien par des salinités basses, comprises entre 36,8 et 37,4‰. Après avoir longé le littoral algérien, elles traversent le canal de la Galite en s'appuyant sur la côte nord de la Tunisie. A l'est de Bizerte, une veine nord-est s'en détache pour remonter vers la Sicile. Le courant principal s'infléchit suivant une direction sud-est, passe entre Kélibia et Pantelleria, laisse Lampedusa à sa gauche, s'éloignant ainsi de plus en plus de la côte est. En fait, suivant les saisons ou les années, le domaine de l'influence de ce courant peut subir des extensions plus ou moins importantes, en débordant sur le tracé principal, par suite de l'étalement des eaux atlantiques ou de l'apparition de ramifications secondaires. LUBET et AZOUZ (1969) ont montré que les eaux atlantiques pénètrent dans le golfe de Tunis en hiver et au printemps. BRANDHORST (1977) a observé une branche de ce courant dans le golfe d'Hammamet. Et dans la zone externe du golfe de Gabès, BEN OTHMAN (1971) a mis en évidence un diverticule de la veine orientale du courant atlantique.

Enfin, une autre différence importante entre les deux régions nord et sud réside dans la présence du phénomène de marée intense dans le golfe de Gabès: amplitude moyenne 1,40 m (maximum 2m, (MENSCHING, 1968)) contre 0,55 m à Tunis.

2- Oueds

La Medjerdah et le Miliane sont les seuls fleuves pérennes de Tunisie (fig.3). Ces deux oueds présentent beaucoup de similitudes et leur différence principale réside dans leur importance respective. Ils sont situés tous les deux en Tunisie septentrionale et l'orientation de leur bassin versant est SW-NE. Ils débouchent dans le golfe de Tunis, l'un au nord, dans la région de Galâat El Andleuss (la Medjerdah), l'autre au sud, au fond du golfe, au niveau de Radès (le Miliane).

L'oued Medjerdah est de loin le plus important ; il prend sa source à Ras El Alia dans la région de Souk-Ahras et draine un bassin versant de 23 700 km² dont le tiers environ est situé en Algérie (7 600 km²). Sa longueur est estimée à 484 km. Ses principaux affluents sont rive gauche: le Rhe-zalah, le Kassab, le Béja et le Zarga ; rive droite: le Mel-lègue, le Tessa et le Siliana. Le bassin versant du Miliane, plus modeste, ne couvre que 2 000 km², soit environ 12 fois moins. De sa source au Djebel Bargou à son embouchure, l'oued mesure 150 km de longueur avec comme principaux affluents rive gauche: le Djarabiah ; rive droite: le Kébir et le Hamma.

Le débit moyen annuel de la Medjerdah est évalué à un milliard de mètres cubes, celui du Miliane à 38 millions de mètres cubes soit 26 fois moins. Les débits des deux oueds sont très irréguliers selon les saisons et les années. En règle générale, le débit est important en octobre et pendant les mois d'hiver et est très faible en juillet. Par exemple, le débit moyen de l'oued Miliane présente un maximum en octobre ($9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) et un minimum en juillet ($4 \cdot 10^5 \text{ m}^3$). Les valeurs interannuelles du débit moyen sont aussi variables, ($108 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ en 1958-59 contre $6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ en 1968-69) (ELSHOLZ *et al.*, 1973).

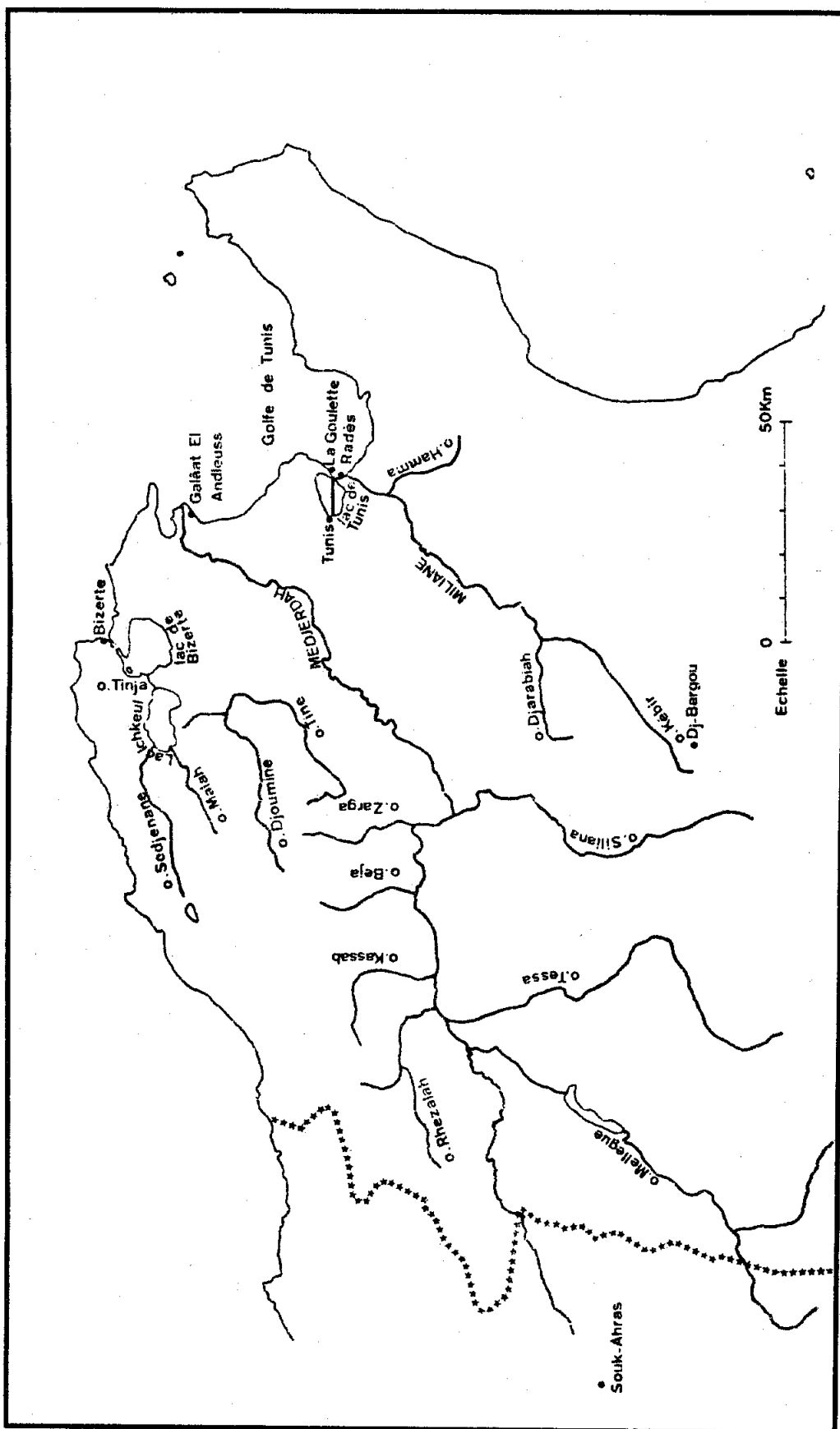


Fig.3.- Réseau hydrographique de la Tunisie septentrionale

La lithologie du bassin versant des deux oueds présente des ressemblances et se caractérise par l'absence de roches cristallines et la dominance des roches sédimentaires, essentiellement des roches tendres. Ce sont en effet, les marnes et les marnocalcaires très riches en argile qui sont prépondérants. Les matériaux détritiques sont plus localisés de même que les roches dures (calcaires et grès). Dans les deux cas, les marnes et les marnocalcaires, très érodibles, fournissent la plus grande partie des matières en suspension (ELSHOLZ *et al.*, 1973 ; COLOMBANI *et al.*, 1974).

La salinité résulte de la dissolution des couches salinifères et du lessivage des zones d'accumulation . En général, elle augmente proportionnellement au débit, puis lorsque celui-ci devient important, elle diminue considérablement pour atteindre une valeur plus basse que celle en étiage.

La salinité moyenne de la Medjerdah est évaluée à 1,17 g/l, ce qui correspond à $1,16 \cdot 10^6$ tonnes par an de sels en solution pour un apport liquide annuel de $990 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (COLOMBANI, 1977). La composition ionique et les rapports des concentrations ioniques sont consignés dans les tableaux 2 et 3. La salinité moyenne de l'oued Miliane est beaucoup plus élevée. ELSHOLZ *et al.* (1973) l'évaluent à 3,40 g/l. Elle serait ainsi supérieure à celle de la Medjerdah de 2,9 fois environ. La quantité de sels en solution qui arrive à la mer par l'oued Miliane serait de l'ordre de $1,3 \cdot 10^5$ tonnes par an. Pour un débit 26 fois plus grand, la Medjerdah ne charrie que 8,9 fois plus de sels en solution que le Miliane.

Pour le Miliane, nous avons calculé approximativement, à partir d'analyses de salinité faites par ELSHOLZ *et al.*, la quantité de chaque ion et les rapports des concentrations ioniques correspondant à une salinité de 3,40 g/l (tableau 2 et 3). Les rapports des concentrations ioniques d'une eau de la Medjerdah de salinité comprise entre 3 et 4 g/l,

	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		K ⁺		Cl ⁻		SO ₄ ⁻		CO ₃ H ⁻	
	mg/l	még/l	mg/l	még/l	mg/l	még/l	mg/l	még/l	mg/l	még/l	mg/l	még/l	mg/l	még/l
Medjerdah S = 1,17g/l	139	6,95	39	3,08	186	8,09	295	8,32	311	6,48	202	3,31		
Miliane S = 3,40g/l	250	12,5	120	10	785	34,13	1285	36,25	875	18,23	85	1,39		
Eaux continentales (S=2,25 még/l) (CONWAY 1942)	30,1	1,5	4,8	0,4	8,7	0,38	2,7	0,07	8,3	0,24	18,1	0,38	105	1,2
Méditerranée S = 38g/l (SVERDRUP)	440	22	1400	117	11600	506	420	11	20900	589	2920	61	160	2,6

Tabl.2.- Concentrations moyennes en ions majeurs de différentes eaux.
D'après COLOMBANI (1977), modifié.

	r Mg		r SO ₄		r Na		r Ca		r Mg		r CO ₃ H	
	r Ca	r Cl	r Na	r Ca	r Ca+r Mg	r Ca+r Mg	r SO ₄ +r Cl	r SO ₄ +r Cl	r SO ₄ +r Cl	r SO ₄ +r Cl	r SO ₄ +r Cl	r SO ₄ +r Cl
Medjerdah: S = 1,17 g/l	0,44	0,78	1,16	2,04	2,66	0,81	0,227					
Medjerdah S = 3,00 g/l	0,58	0,57	2,04	2,34	3,54	1,30	0,061					
Medjerdah S = 4,00 g/l	0,57	0,50	2,34	2,73	4,09	1,49	0,061					
Miliane S = 3,40 g/l	0,80	0,50	2,73	3,41	3,41	1,52	0,026					
Eaux continentales moyennes S = 0,178 mg/l (CONWAY)	0,27	1,60	0,25	0,25	0,94	0,20	2,77					
Eau de mer standard S = 38 g/l (SVERDRUP)	5,32	0,104	23	4,32	4,32	3,64	0,004					

Tabl.3.- Rapports des concentrations ioniques de différentes eaux.
D'après COLOMBANI (1977), modifié.

comparés à ceux de l'eau du Miliane ($S = 3,40 \text{ g/l}$), ne révèlent guère de différences importantes. Il y aurait seulement un peu plus de Mg et un peu moins de CO_3H dans l'eau de l'oued Miliane.

Une comparaison faite par COLOMBANI (1977) montre que l'eau de la Medjerdah est 19 fois plus salée que les eaux continentales mondiales arrivant en mer mais 32 fois moins salée que l'eau de la Méditerranée en surface. La valeur de la salinité moyenne des eaux continentales mondiales ($0,063 \text{ g/l}$) est mise en doute par l'auteur qui l'estime au moins 20 à 30 fois plus élevée. COLOMBANI note des différences considérables dans les rapports des concentrations ioniques entre les eaux de la Méditerranée et de la Medjerdah et même entre celles-ci et les eaux continentales. Quant à l'eau de l'oued Miliane, elle serait 11 fois moins salée que celle de la Méditerranée et 54 fois plus salée que les eaux continentales mondiales arrivant en mer. Nous observons des différences importantes dans les rapports des concentrations ioniques entre l'oued Miliane, la Méditerranée et les eaux continentales mondiales.

Malgré la salinité élevée de la Medjerdah et surtout du Miliane, ces deux oueds contribuent par leur apport liquide non négligeable à adoucir la salinité du golfe de Tunis, principalement dans les parages immédiats des embouchures.

Les matériaux solides charriés par la Medjerdah et le Miliane sont constitués essentiellement de matières en suspension provenant de l'érosion des marnes et des sols marnocalcaires très riches en argile. Pour la Medjerdah, PIMIANTA (1959) évalue la quantité de matières en suspension à 17 g/l , ce qui correspond à $17 \cdot 10^6$ tonnes par an pour un débit de 1 milliard de m^3 . COLOMBANI *et al.* (1974) trouvent des valeurs beaucoup plus importantes, de l'ordre de 30 g/l ce qui élève le transport solide à $30 \cdot 10^6$ tonnes pour un débit de $990 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Pour l'oued Miliane, ELSHOLZ *et al.* (1973) estiment la quantité de matières en suspension à 30 g/l d'où un transport annuel égal à $1,15 \cdot 10^6$ tonnes pour un débit de $38 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Si l'on faisait abstraction des valeurs avancées par PIMIANTA, les eaux du Miliane et de la Medjerdah présenteraient la même concentration en matières en suspension.

Des observations faites à l'oued Miliane par ELSHOLZ *et al.* ont montré que le taux de matières en suspension est inversement proportionnel à l'étendue du bassin versant. Dans la mesure où il est permis d'appliquer ces observations à la Medjerdah, dont le bassin versant est 26 fois plus vaste que celui du Miliane, l'estimation faite par PIMIANTA serait plus proche de la réalité.

Quoi qu'il en soit, la quantité de matières en suspension transportée par la Medjerdah et le Miliane est considérable. D'après PIMIANTA, les matériaux solides transportés par la Medjerdah s'accumulent sur la côte à cause des contre-courants qui ramènent les eaux vers le rivage et empêchent ainsi les sédiments de se disperser dans la mer.

3- Lac Ichkeul

Situé en Tunisie septentrionale (fig.3), le bassin versant correspondant au lac Ichkeul couvre une superficie de l'ordre de $2\,200 \text{ km}^2$. Il est drainé par un certain nombre d'oueds dont les plus importants sont le Sedjenane à l'ouest, le Malah au sud-ouest, le Djoumine et son affluent l'oued Tine au sud. L'apport annuel moyen de ce bassin est évalué à $300 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (KALLEL, 1974). Le lac Ichkeul est situé au sud-ouest du lac de Bizerte avec lequel il est en communication par l'oued Tinja, petit exutoire sinueux et peu profond d'une longueur approximative de 5 km. Sa surface moyenne (12 000 ha) et sa profondeur (2-3m) subissent de grandes variations en fonction des facteurs climatiques. Ainsi, en période sèche, la surface peut se réduire à 8 000 ha et la profondeur à 1,5m.

Par ailleurs, les quantités de matières solides en suspension qui se déposent annuellement dans le lac diminuent sa superficie. En effet, l'apport solide annuel moyen charrié par les oueds et principalement par le Djoumine dont le bassin versant marneux et déboisé et par conséquent très érodible, est estimé à un million de m³. Quand bien même le quart seulement de cette quantité se déposerait dans le lac (CHAUMONT, 1956), on serait en droit de se demander pourquoi il n'est pas comblé à l'heure actuelle. ARCHAMBAULT (1947) émet l'idée qu'"il ne serait pas invraisemblable qu'un lent affaissement vint compenser ces apports réguliers". HELDT (1948) distingue deux grandes périodes dans l'année: l'une plus ou moins pluvieuse s'étend sur 8 à 9 mois et au cours de laquelle les eaux provenant des oueds et recueillies dans le lac Ichkeul se déversent dans le lac de Bizerte ; l'autre est estivale et plus courte, au cours de laquelle l'eau de mer entre en transitant par le lac de Bizerte dans le lac Ichkeul qui n'est plus alimenté en eau douce, les oueds se trouvant alors à sec.

Des mouvements de ces eaux et de leurs taux de mélange résultent de grandes variations spatiales et temporelles de la salinité. Selon PRUNUS *et al.* (1978), les eaux hivernales quittent le lac en suivant une trajectoire centrale ouest-est et leurs influences sur les rives, surtout au nord, se trouvent atténuées. Par contre, l'eau de mer en entrant, progresse d'est en ouest suivant des ondes concentriques. QUIGNARD *et al.* (1973) donnent les valeurs de salinité suivantes: 3,89‰ en février, 5,83‰ en avril, 10,06‰ en septembre. Il arrive, au cours d'années particulièrement sèches, avec une évaporation très intense, que la salinité se rapproche beaucoup de celle de l'eau de mer et même la dépasse.

Les rapports moyens à la chlorinité des métaux alcalins (Ca, Mg) et des sulfates (SO₄), établis par ZAOUALI (1975) sont variables et généralement supérieurs aux moyennes marines.

III- PECHE ET STATISTIQUES DES CAPTURES

1- Engins de pêche

Les engins employés en Tunisie dans la pêche des Clupéidés sont très variés, cependant peu d'entre eux leur sont spécifiques. Selon les lieux, les saisons ou les variations écologiques des différentes espèces, certains sont plus efficaces que d'autres, mais la technique qui assure les captures les plus importantes reste, sans conteste, la pêche au feu.

L'épervier

C'est un filet à mailles fines (2-3 cm) et de forme circulaire (3-8 m de diamètre). Il porte à sa périphérie une ralingue lestée de plomb et en son centre une petite corde de rappel. Lancé dans l'eau à partir de la berge de l'oued, il s'étale sur toute son étendue, la corde de rappel permet de le retirer plissé. L'épervier est utilisé dans la capture des aloses.

Le carrelet

Il est formé d'une petite nappe de filet carrée ou rectangulaire dont les côtés sont maintenus par des tiges de fer. Des quatre angles partent des câbles reliés à l'extrémité d'un levier qui permet de manœuvrer le carrelet en le soulevant ou le déposant verticalement dans l'eau. L'engin est généralement placé sur la berge et sert à pêcher l'alose.

Le filet tramail

C'est un filet de fond constitué de trois nappes ; un filet médian à mailles fines (2 cm) assez lâches et deux rets extérieurs à mailles très larges (10 à 15 cm). Le filet est maintenu verticalement comme un rideau à partir du fond

grâce à une ralingue inférieure lestée de plomb. Le plus souvent, plusieurs filets sont cousus bout à bout et immergés en ligne droite. Le filet tramail est utilisé par les barques qui pratiquent la pêche côtière et lagunaire. Il permet la capture de l'alose et de la sardinelle plate mais aussi de la sardine et de l'allache.

La bordigue

C'est une sorte de barrage installé en eau peu profonde dans la zone de communication entre le lac et la mer (bordigues de Tunis) ou bien entre le lac et l'oued (bordigue de Tinja). Elle est composée de panneaux grillagés disposés en forme de deux V emboîtés l'un dans l'autre. A chacun de ses trois angles existe une chambre de capture où les poissons migrants se font piéger.

Le chalut

Le chalut de fond, de type italien, employé traditionnellement par les chalutiers tunisiens permet pendant la mauvaise saison, la capture de la sardine, de la sardinelle ronde et de l'alose. Mais les quantités débarquées sont très faibles et les poissons sont en mauvais état.

La pêche au chalut pélagique n'est pas encore pratiquée industriellement en Tunisie. Elle se limite actuellement à des essais expérimentaux effectués par les bateaux de l'Office National des Pêches. L'emploi de ce type d'engin, spécialement conçu pour la pêche des poissons bleus, semble très efficace du fait que le chalut pélagique est utilisable en toutes saisons, à toutes profondeurs et à une grande vitesse, ce qui assure des apports réguliers en poissons et une meilleure rentabilité. L'utilisation d'autres types de chalut tels que le chalut démersal à quatre faces et grande ouverture verticale est encore à l'essai.

Le filet tournant

En Tunisie, la pêche de la sardine et de l'allache, ainsi que des autres petits poissons pélagiques, se pratique presque exclusivement au filet tournant. Ce filet, appelé "Diable", mesure entre 150 et 200 m de long. La capture s'effectue de nuit et consiste à entourer le banc de poissons après avoir détecté puis regroupé les poissons à l'aide d'une source lumineuse (c'est la pêche au feu ou lamparo). A cet effet, les lampes de 500 watts, munies d'abat-jour et alimentées par des alternateurs ou par des batteries, sont montées en groupe sur des chassis fixés sur des petites embarcations. La pêche au feu est une activité saisonnière qui reste toutefois très étalée (été-automne) pouvant couvrir presque toute l'année dans la région nord. Elle s'opère au moyen d'un certain nombre d'embarcations : un bateau de 15 m de long qui forme l'embarcation principale et trois ou quatre embarcations secondaires dont l'une transporte le filet et les autres la source lumineuse.

2- Statistiques des captures

L'analyse des statistiques de pêche disponibles doit être envisagée avec beaucoup de prudence. Les données sont peu précises, fragmentaires et généralement sous-estimées. Les raisons à cela sont multiples. Certaines espèces comme la sardine plate par exemple, inconnue du personnel chargé de recueillir les tonnages débarqués, serait confondue avec l'allache ou bien rangée dans la rubrique "divers". La sardine et l'allache sont rarement distinguées et quand cela est, la distinction se fait essentiellement en fonction de la taille ce qui entraîne une confusion entre la sardine et les petites allaches. Les quantités pêchées ne sont pas toutes déclarées surtout dans les petites localités côtières où il n'existe pas de centres de récolte des données et où les produits de la pêche sont destinés à la consommation familiale ou directement vendus aux consommateurs. De plus, les statistiques ne tiennent

pas compte des captures effectuées dans les eaux tunisiennes par les bateaux italiens et dont il est difficile d'évaluer l'importance.

Les chiffres des prises que nous citons proviennent de plusieurs sources de valeur inégale:

- "Les tableaux statistiques des pêches maritimes en Tunisie" publiés dans le bulletin de la Station Océanographique de Salammbô de 1932 à 1937. Les données sur les quantités mises à terre recensées par espèce et par région y sont particulièrement bien détaillées.

- Les statistiques recueillies auprès de la Direction des Pêches dont les résultats sont incertains et parfois même inutilisables.

- Le service des statistiques de l'Office National des Pêches qui dispose de résultats détaillés et complets. Malheureusement, ces chiffres ne concernent que les espèces lagunaires exclusivement exploitées par l'Office et les espèces marines débarquées par les bateaux appartenant à cet organisme.

- "L'annuaire statistique des pêches" de 1977 publié par la FAO à Rome en 1978.

Les statistiques récentes, couvrant la période 1972-1977 (tabl.4), montrent que les Clupéidés, en assurant environ 28,5 % de la production totale moyenne de la pêche et 77 % de la production des "petits poissons bleus", (sardine, sardinelle, anchois, chinchard, etc.) viennent au premier rang des produits de la pêche en Tunisie. Pour cette période, l'apport annuel moyen en Clupéidés atteint 9 793 tonnes sur un total de 34 388 tonnes. Ce tonnage est constitué presque exclusivement de sardine et d'allache, les proportions de l'alose et de la sardinelle plate pouvant être considérées comme insignifiantes. Outre le déséquilibre dans la composition spécifique des captures, des différences dans l'écologie des espèces,

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	moyenne
Sardine	5300	5500	4727	6933	8337	9236	6672
Sardinelle	3400	2900	7632	2400	960	1419	3119
Alose				11	1	1	2
Anchois	200	200	224	229	211	145	202
Maquereau	600	1100	3574	1444	1281	1131	1522
Chinchard	1100	1000	758	684	1918	890	1058
Bogue				231	242	440	152
Production de Clupeidés	8700	8400	12359	9344	9298	10656	9793
Production de "poissons bleus"	10600	10700	16915	11932	12950	13262	12727
Production totale de la pêche	27700	31700	41876	31686	34923	38441	34388

Tabl.4.- Production (en tonnes) de quelques espèces de "petits poissons bleus" et production totale de la pêche en Tunisie de 1972 à 1977. D'après Annuaire statistique des pêches, Rome, FAO, 1977.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	Quantité (en kg) d'alose vendue au marché central de Tunis	
1931	30	20	313	289	216							21	889		
1932	116		82	51	240								489		
1933			13									125	138		
1934			40	176	9	6						40	271		
1935	52	56	1208	833	98		38						2285		
1936	365	36	3219	2653	873	168				6			7320		
1978	89	6	177	2									274		
Total	652	118	5052	4004	1436	174	38			6		186	11666		
1976	50	148		76		12	14		16	30	78	230	654	Quantité (en kg) d'alose pêchée à Char-el-Melh	
1977		30	52	26	13	2	19			64	125		331		
1978		27	73				6						106		
Total	50	205	125	102	13	14	39		16	94	203	230	1091		
TOTAL	702	323	5177	4106	1449	198	77		16	100	203	416	12757		
Moyenne	78	35,9	575,2	456,2	161	20,9	8,5		1,8	11,1	22,5	46,2	1417,4		

Tabl.5.- Captures mensuelles (en kg) de l'alose migratrice de 1931 à 1936 (d'après Bull. Sta. Océanog. Salammô, 1932-1937) et de 1976 à 1978 (d'après Direction des Pêches).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1972	-	-	-	-	6	91	1,5	-	157	538	394	201	1388,5
1973	54	-	-	-	-	62	3	7	57	167,5	7	108	465,5
1974	133	121	129	162	132	16	14	34	61	57	15	13	887
1975	9	2	5	-	-	-	11	24	11	3	4	3,8	72,8
1976	-	0,5	-	-	9,5	28,8	10,4	15,1	92,5	52,1	16,2	19	244
1977	36,1	18,1	2,2	1,5	21,3	74,5	28	27	41,8	28,3	29,5	147,2	455,5
1978	48,4	55	17	30,4	69,6	68,5	112,3	3,5					404,7
Total	280,5	196,6	153,2	193,9	238,4	340,8	180,2	110,6	420,3	845,9	465,7	492	3918
Moyenne	40,1	28,1	21,9	27,7	34,0	48,7	25,7	15,8	70,0	141	77,6	82	559,7

Tabl.6.- Captures mensuelles (en kg) de l'alose dans le lac Ichkeul de 1972 à 1978. D'après Office National des Pêches.

portant en particulier sur leur plus ou moins grande concentration géographique, nous conduisent à envisager séparément la sardine et l'allache d'une part et l'alose et la sardinelle plate d'autre part.

Alose et sardinelle plate

Ces deux espèces sont cantonnées dans les eaux septentrionales de la Tunisie. Elles sont pêchées en très faibles quantités et ne présentent de ce fait pratiquement que peu d'intérêt commercial.

La sardinelle plate ne figure pas dans les relevés de statistiques. Elle est capturée dans l'unique région du golfe de Tunis pendant la période d'été par les barques qui pratiquent la pêche côtière. Au maximum de son abondance, les quantités vendues journallement dans les marchés de poisson de la Goulette et de Tunis n'excèdent pas quelques kilogrammes ou quelques dizaines de kilogrammes.

En ce qui concerne l'alose, il existe deux populations dont l'une est confinée dans le golfe de Tunis et l'autre dans le lac Ichkeul. Dans les "Tableaux statistiques des pêches maritimes en Tunisie" figurent les quantités vendues mensuellement dans le marché de Tunis durant les années 1931-1936 (tabl. 5). Quoique ne connaissant pas l'origine de ces apports, nous pouvons supposer sans grand risque d'erreur qu'il s'agit uniquement d'alose migratrice pêchée en mer et cela "grâce" au manque de données correspondant aux mois d'été au cours desquels l'alose fraie dans les fleuves. Dans les statistiques de la Direction des Pêches, nous trouvons pour 1978 les quantités débarquées mensuellement au marché central de Tunis et les quantités pêchées mensuellement à Ghar El Melh pour les trois années 1976-1977-1978 (tabl.5). Les services de statistiques de l'Office National des Pêches donnent les quantités d'aloses capturées par mois dans le lac Ichkeul pour la période comprise entre 1972-1978 (tabl. 6).

L'examen des tableaux 5 et 6 nous permet de tirer un certain nombre de conclusions.

La production annuelle moyenne en alose est de 2 000 kg dont les deux tiers environ (1 417,4 kg) correspondent à l'alose migratrice et le tiers (559,7 kg) à l'alose du lac. Si ces derniers chiffres peuvent être tenus pour exacts, donnant ainsi une idée précise de la production lagunaire en alose, il n'en est pas de même des premiers qui sont très sous-estimés. En particulier, seuls les apports de la pêche côtière sont pris en considération à l'exclusion des prises réalisées par la pêche fluviale pratiquée en été à l'épervier et au carrelet et dont l'estimation est malaisée. Dans ces conditions, et compte tenu des difficultés à avoir des statistiques rigoureuses, il ne serait pas exagéré d'estimer à 4 000 kg les quantités d'alose capturées annuellement en Tunisie. Pour peu qu'ils se rapprochent de la réalité, ces apports supposés en alose ne constituent qu'environ 0,01 % de la production totale de la pêche tunisienne et 0,005 % de la production d'alose en Méditerranée et mer Noire (60 000 tonnes).

L'alose de l'Ichkeul, avec des prises annuelles moyennes de 559,7 kg, entre pour moins de 1 % dans la production ichthyologique du lac (75 tonnes).

Il existe une grande variation dans les apports annuels, ainsi pour la période 1931-1936, l'apport en alose migratrice est 53 fois supérieur en 1936 qu'en 1933 et pour l'alose lagunaire, la production de l'année 1972 est 19 fois supérieure à celle de 1976.

Les données de 1931-1936 d'une part et celles de 1976 et 1978 d'autre part indiquent une certaine stabilité relative, sinon une régression dans la production de l'alose migratrice.

Etant donné les grandes irrégularités dans les captures, nous pouvons considérer que les variations en fonction des mois des apports en alose du lac sont négligeables. Un léger accroissement des captures peut cependant être décelé durant l'automne (septembre-décembre). Quant à l'alse migratrice, le maximum des prises a lieu au printemps au moment où les adultes se concentrent à proximité des estuaires pour entreprendre leur montée reproductrice.

Sardine et allache

Contrairement aux espèces précédentes, la sardine et l'allache sont pêchées tout le long des côtes tunisiennes et constituent, comme nous l'avons dit, la plus grande part des apports en Clupéidés. Leur production est en nette progression ; ainsi, de 1892, date à laquelle les premiers relevés statistiques sont donnés (tableaux statistiques des pêches maritimes en Tunisie cités ci-dessus) jusqu'à 1977 (tabl. 4), les tonnages débarqués se sont accrus de 27 fois environ passant de 398 à 10655 tonnes. Cet accroissement n'a pas été toujours régulier et la production la plus basse enregistrée a été en 1922 avec 137,3 tonnes. Si l'on considère les apports annuels moyens correspondant à la période 1974-1977 (tabl.7), la contribution de la Tunisie à la production méditerranéenne en sardine et sardinelle ne représente qu'une faible proportion (5,6 %).

Les aires de pêche de la sardine et de la sardinelle traditionnellement exploitées ne présentent pas la même importance. Dans la région nord, la zone de pêche active se situe entre le Cap Serrat et le nord-ouest du golfe de Tunis avec comme principaux ports (fig.4) Bizerte et Ghar El Melh où une trentaine de bateaux pratiquent la pêche au feu. D'après les données du tableau 9 correspondant à la période 1970-1978, cette région assure 8,5 % de la production totale en Clupéidés du pays. Dans la région est, la pêche s'exerce essentiellement dans deux zones: l'une située le long de la

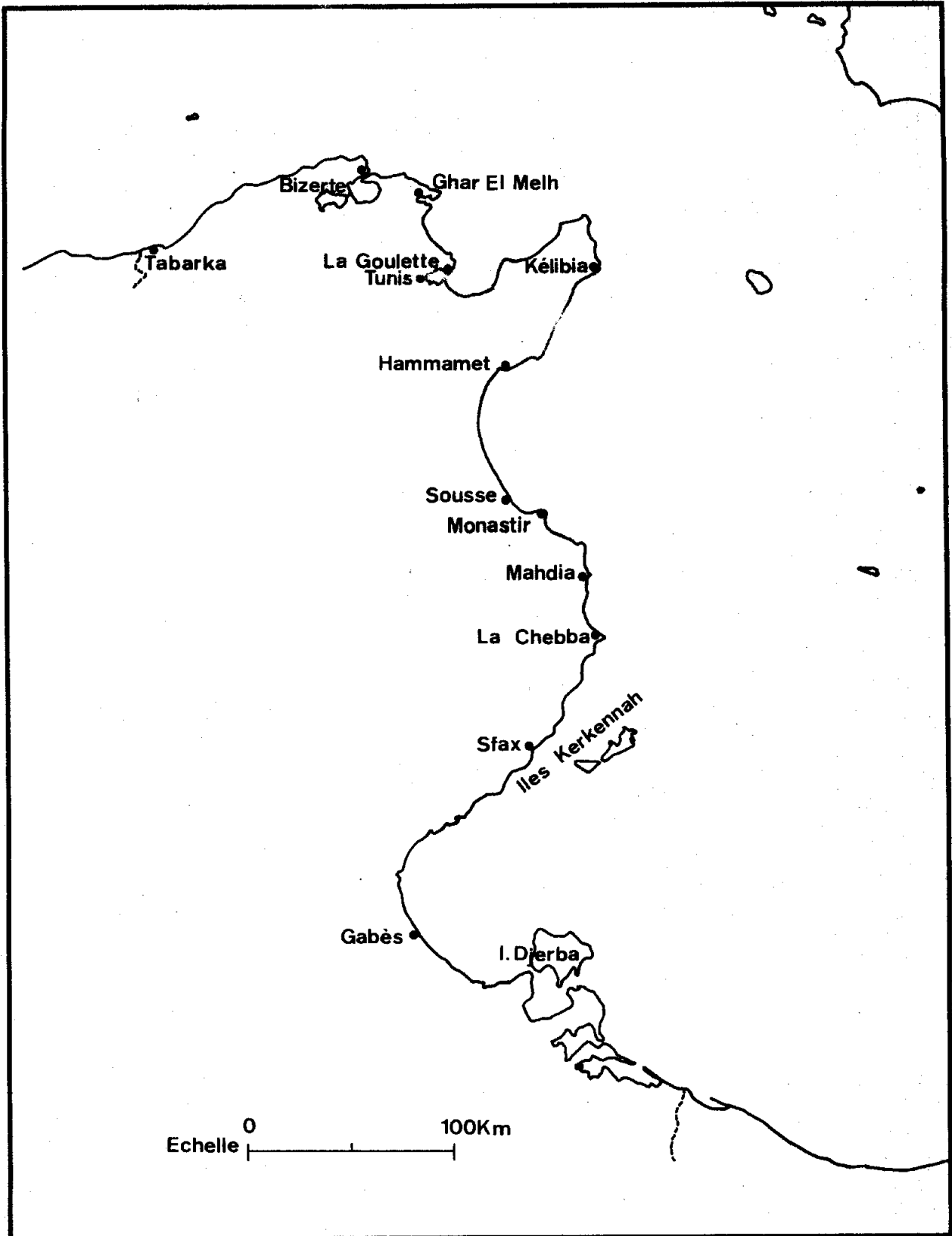


Fig.4.- Principaux ports de pêche de la Tunisie.

côte sud-est de la péninsule du Cap Bon, du nord de Kélibia jusqu'au fond du golfe d'Hammamet, l'autre couvrant tout le secteur qui sépare le golfe d'Hammamet du golfe de Gabès. Les principaux ports de débarquement des Clupéidés sont du nord au sud: Kélibia, Hammamet, Sousse, Monastir, Mahdia, La Chebba et Sfax qui totalisent 91,5 % des captures en sardine et sardinelle. Dans cette région est, 180 bateaux environ pratiquent la pêche au feu dont 85 ont Mahdia pour port d'attache qui de ce fait, occupe la première place dans la production tunisienne de la pêche au feu (à peu près 45 % du total).

Il apparaît bien difficile de déterminer l'abondance relative de chacune des espèces, étant donné les contradictions dans les chiffres dont nous disposons. En effet, il ressort des données relatives à la période 1892-1937 que les prises annuelles moyennes en sardinelle (541 tonnes) sont presque quatre fois supérieures à celles de la sardine (140 tonnes). Et il convient de signaler que sur les 46 années, la dominance de la sardine n'a eu lieu que six fois seulement (1893-94-96-97-98 et 1916) et serait due à une plus grande activité dans la région nord à la fin du siècle dernier. En revanche, les valeurs fournies dans le tableau 4 pour les années 1972-1977 montrent une inversion dans les proportions des deux espèces au profit de la sardine qui serait 2,35 fois plus abondante que la sardinelle. L'explication la plus vraisemblable à un tel changement réside dans la confusion probable entre la sardine et l'allache dans les statistiques recueillies ces dernières années, surtout que les pêcheries n'ont guère subi de modifications profondes et que l'évolution de l'effort de pêche a été grosso modo uniforme dans les différentes régions.

Il est un fait connu, et que les données reproduites au tableau 8, relatives aux années 1931-1937, confirment, que la sardine est surtout abondante dans la région nord et la sardinelle surtout le long des côtes est. En effet, les valeurs annuelles moyennes laissent apparaître que plus de la

	1974	1975	1976	1977	Moyenne
Turquie	S 1483	1450	1417	1417	1442
Grèce	S 10907	12488	12674	12674	12186
Yougoslavie	S 16196	18596	21528	22763	19771
Italie	S 52816	44348	41476	42431	45268
France	S 11810	16268	11775	12488	13085
Espagne	S 35100	40542	41335	36337	38328
	SI 700	381	518	1319	730
Maroc	S 14325	10260	15651	19142	14844
Algérie	S 20197	25665	21069	27753	23671
	SI 423	162	232	860	419
Tunisie	S 4727	6933	8337	9236	7308
	SI 7632	2400	960	1419	3103
Libye	SI 500	634	634	634	600
Egypte	SI 4721	3130	3225	1582	3165
Gaza	SI 1213	1725	1433	1593	1491
Israël	SI 939	1000	300	400	660

Tabl.7.- Production méditerranéenne (en tonnes) en sardine (S) et sardinelle (SI) de 1974 à 1977. D'après Annuaire statistique des pêches, Rome, FAO, 1977.

	Nord			Est			Total
	P.F	P.Ch	P.Co.	P.F.	P.Ch.	P.Co.	
Janvier	443	2787	4645	635	639	803	5448
Février	3973	1691	127	-	3462	2632	2759
Mars	70077	1258	3472	9818	2168	2715	6187
Avril	50878	925	1059	152920	3625	7195	8254
Mai	87653	2412	1020	1035246	1395	11835	12855
Juin	100912	1671	282	1623598	974	12019	12301
Juillet	98044	1960	745	1772896	208	8891	9636
Août	56206	1929	627	1599080	754	17666	18293
Septembre	51931	12216	512	762918	2016	7555	8067
Octobre	64270	27461	3044	633525	1683	5603	8647
Novembre	75470	15339	4423	492670	3278	11975	16398
Décembre	9819	4276	3469	65389	521	1878	5347
Total	669676	73925	23425	8148695	20723	90767	114192

Tabl.9.- Apports mensuels moyens (en kg) en sardine et sardinelle de la pêche au feu (P.F.), de la pêche au chalut (P.Ch.) et de la pêche côtière (P.Co.) (période 1970-1978). D'après Direction des Pêches.

	1931		1932		1933		1934		1935		1936		1937		Moyennes	
	Sardine	Sardinelle	Sardine	Sardinelle	Sardine	Sardinelle	Sardine	Sardinelle	Sardine	Sardinelle	Sardine	Sardinelle	Sardine	Sardinelle	Sardine	Sardinelle
Nord	34900	88000	75100	103000	12200	14200	163450	50450	54770	154940	26750	138300	40305	137940	42068	114261
Est		367757		430266	514822		885626	200400	805980		1280850	6450	1116286	29550	774512	
Total	34900	475757	75100	533266	12200	529022	1049076	50450	255170	960920	26750	1419150	46755	1254226	71618	888774

Tabl.8.- Capture annuelles (en kg) de la sardine et de la sardinelle dans les régions nord et est de 1931 à 1937. D'après Bull. Sta. Océanogr. Salammbô, 1932-1937.

moitié du total des tonnages de sardine (58,74 %) et seulement 12,86 % de celui de l'allache sont débarqués dans les ports de la région nord. Le rapport inverse s'observe dans la région est qui produit 87,14 % du total des captures en allache et 41,26 % de celui de la sardine.

Dans le tableau 9 sont consignées les captures mensuelles moyennes en sardine et sardinelle, réalisées dans les régions nord et est par la pêche au feu, la pêche au chalut et la pêche côtière. Ces données sont tirées des statistiques couvrant la période 1970-1978 et fournies par la Direction des pêches. L'examen de ce tableau montre que l'apport global est presque uniquement dû à la pêche au feu qui intervient pour 97,69 % contre 1,05 % pour la pêche au chalut et 1,26 % pour la pêche côtière. Dans le nord, la contribution de la pêche au chalut semble assez importante avec 9,64 % des tonnages débarqués dans cette région.

Considérés dans leur totalité, les apports mensuels des deux régions ne sont pas uniformes (fig. 5). Pour la pêche côtière, le minimum des captures qui s'observe en hiver serait imputable au déplacement des poissons vers des profondeurs plus grandes que celles sur lesquelles se fait habituellement la pêche côtière. Les apports de la pêche au chalut sont très faibles pendant une bonne partie de l'année (de décembre à août) mais peuvent atteindre des valeurs assez importantes en septembre, octobre et novembre, au moment où les sardines et les sardinelles quittent les eaux superficielles pour gagner le fond. Dans la région est, la pêche au feu s'arrête généralement durant les mois d'hiver, contrairement à la région nord où la saison de pêche peut s'étaler sur presque tous les mois de l'année. Les prises de la pêche au feu ont lieu essentiellement de mai à novembre avec un maximum en juin, juillet et août (59,5 % des apports annuels).

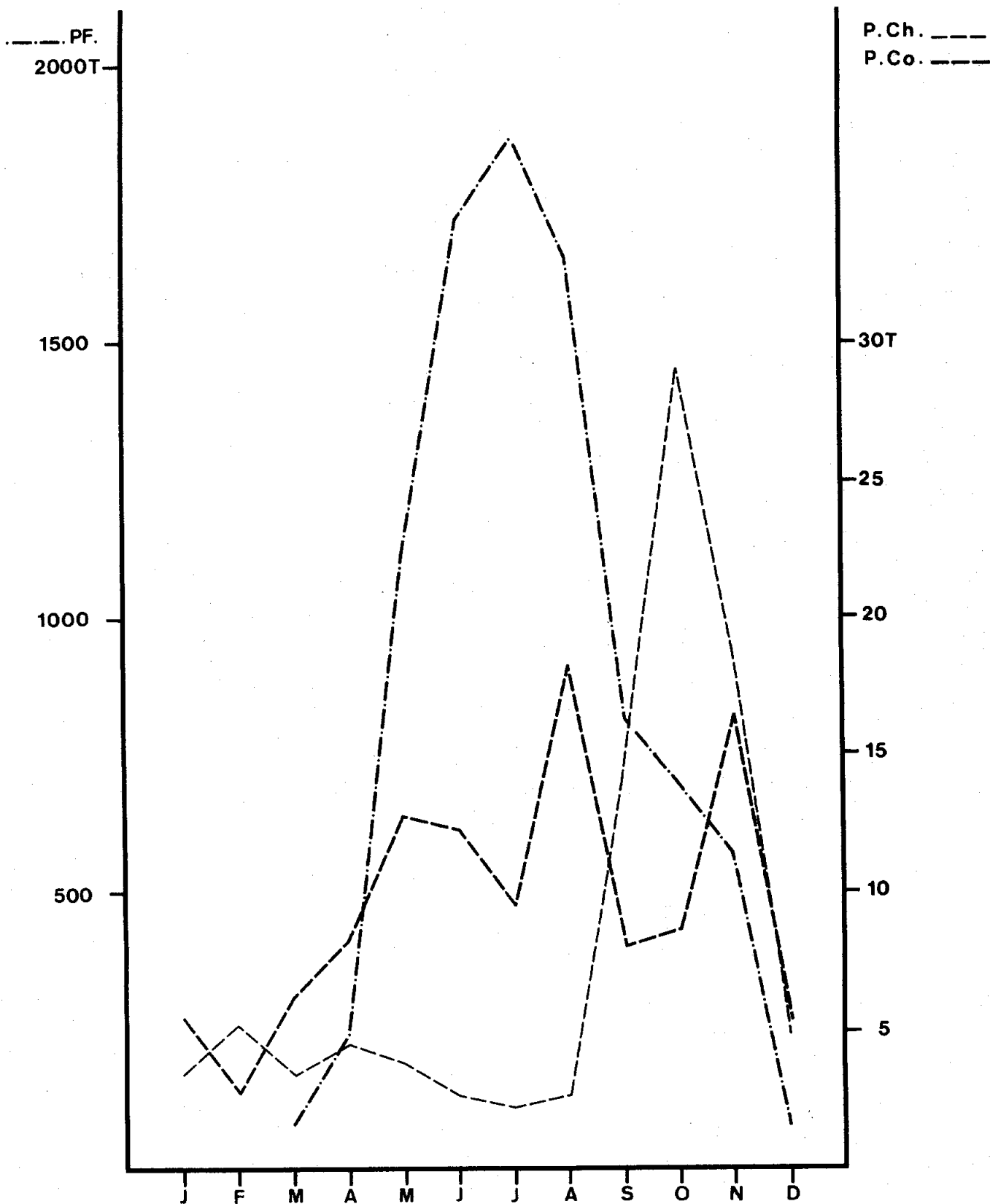


Fig.5. - Variations annuelles moyennes (période 1970-1978) des apports (en tonnes) en sardine et sardinelle de la pêche au feu (P.F.), de la pêche au chalut (P.Ch.) et de la pêche côtière (P.Co).

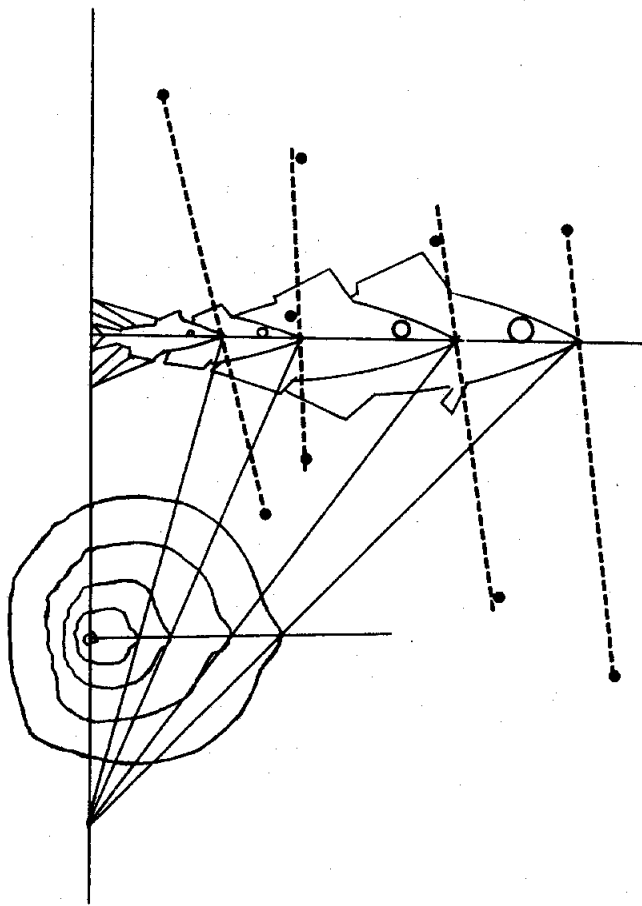
Du point de vue quantitatif, la sardinelle et la sardine constituent pour la Tunisie un produit halieutique fondamental. De ce fait, elles jouent un rôle économique assez appréciable par l'apport alimentaire considérable qu'elles présentent et par le fait qu'elles donnent lieu à une activité industrielle de traitement et de transformation non négligeable.



Pêche à l'épervier; lancement du filet.

DEUXIEME PARTIE

TECHNIQUES ET METHODES DE TRAVAIL



I- TECHNIQUES

1- Relevés morphométriques

Nous avons pris en considération les mesures suivantes (fig.6) :

- la longueur totale (LT)
- la longueur à la fourche (LF)
- la longueur standard (LS)
- la longueur de la tête (Lt)
- la hauteur du corps (HC)
- la distance prépectorale (PP)
- la distance préventrale (PV)
- la distance prédorsale (PD)
- la distance préanale (PA)

Toutes ces mesures ont été prises au millimètre le plus proche, le poisson couché sur le flanc droit. Les trois premières ont été effectuées à l'aide d'un ichthyomètre, les autres avec un compas à pointes sèches. Suivant les espèces étudiées, certaines de ces mesures n'ont pas été retenues.

2- Relevés méristiques

Le comptage des pièces anatomiques a porté sur :

- le nombre de rayons (D) à la nageoire dorsale (fig.7),
- le nombre de rayons (A) à la nageoire anale (fig.8),
- le nombre total de vertèbres: de la première vertèbre cervicale à l'urostyle compris (fig.11),
- le nombre de vertèbres abdominales: de la première vertèbre cervicale à la dernière vertèbre à arc hémal complètement ouvert,
- le nombre de vertèbres caudales: toutes celles à arc hémal fermé,

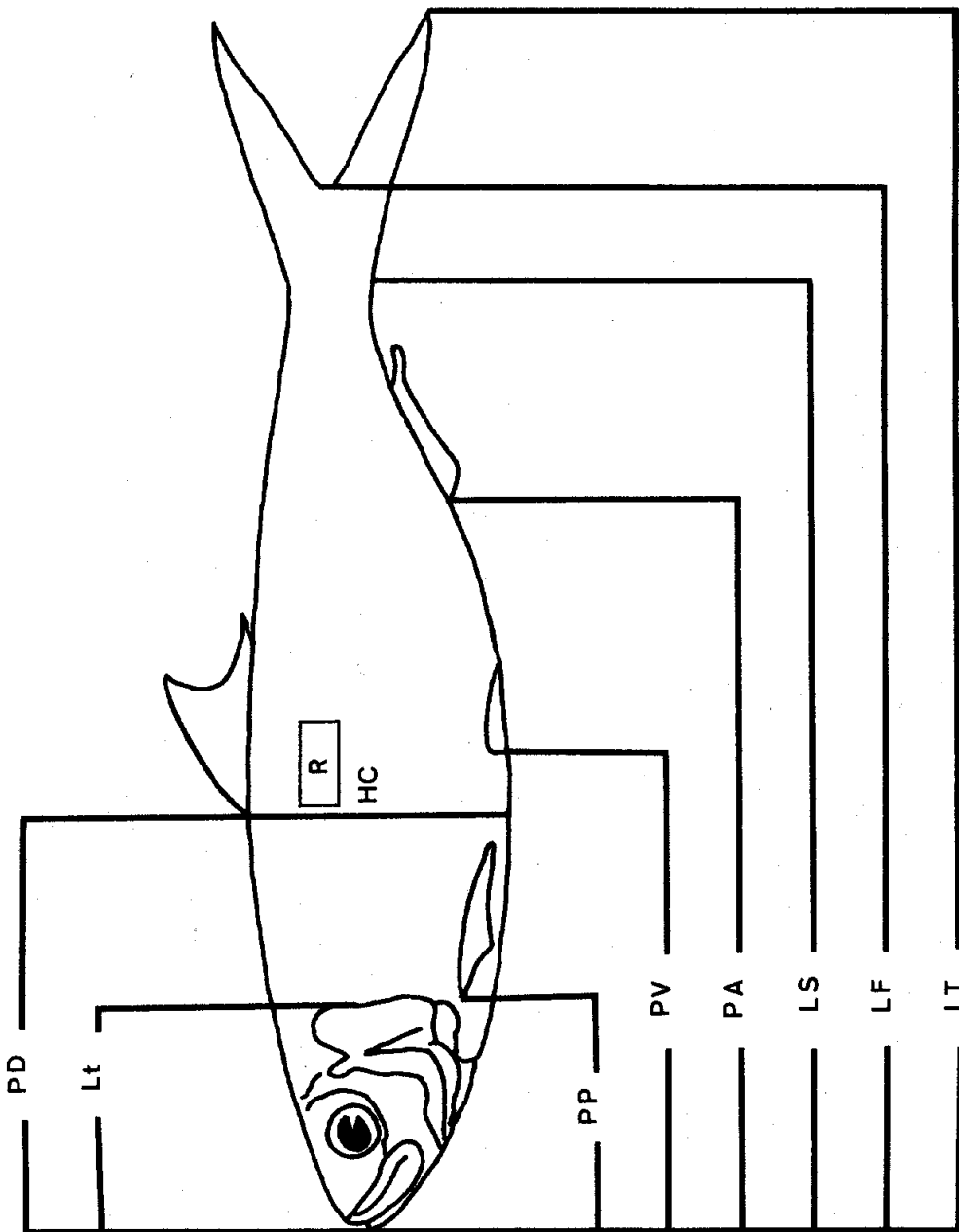
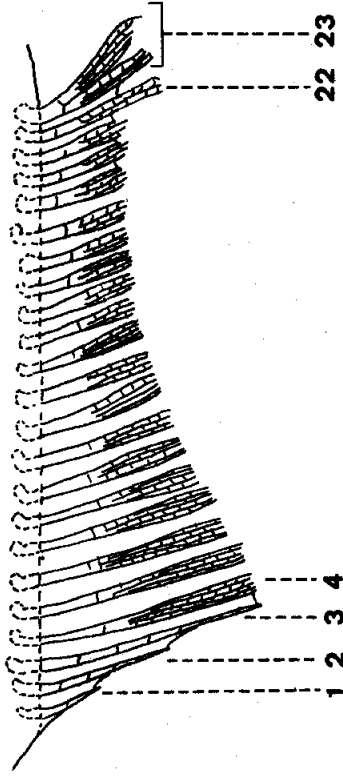


Fig. 6.- Schéma montrant les mensurations effectuées ;
R : région de prélèvement des écailles.

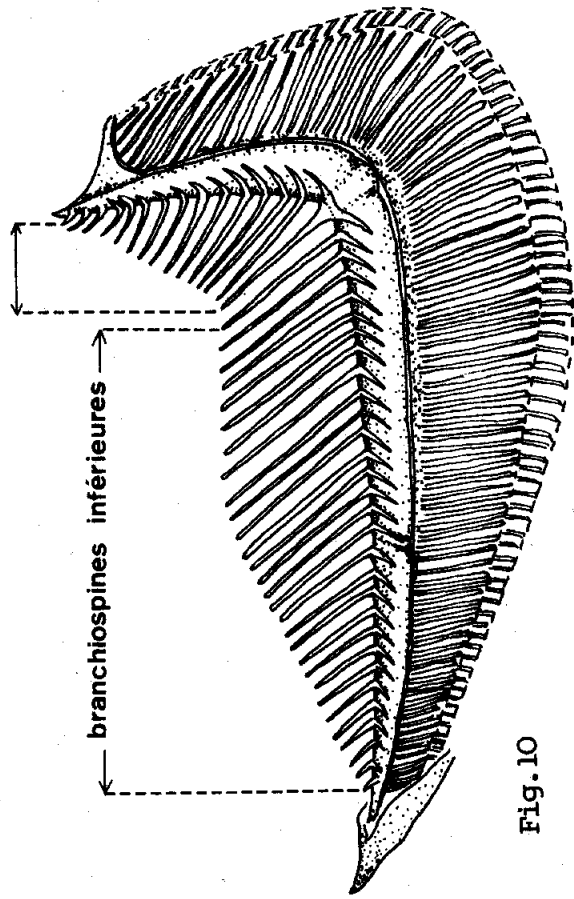
Nageoire anale

Fig.8



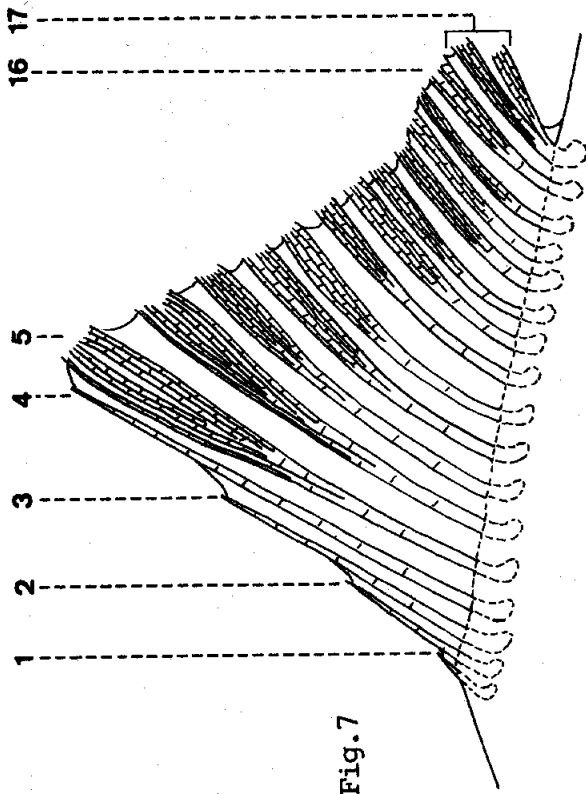
branchiospines supérieures

branchiospines inférieures



Premier arc branchial

Fig.10

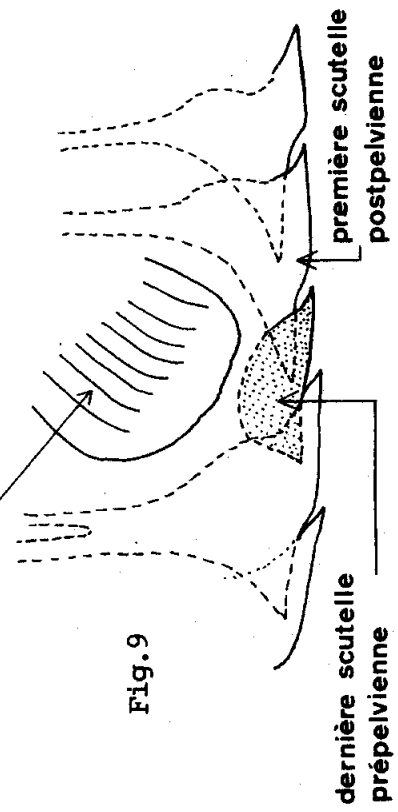


Nageoire dorsale

Fig.7

Nageoire pelvienne

Fig.9



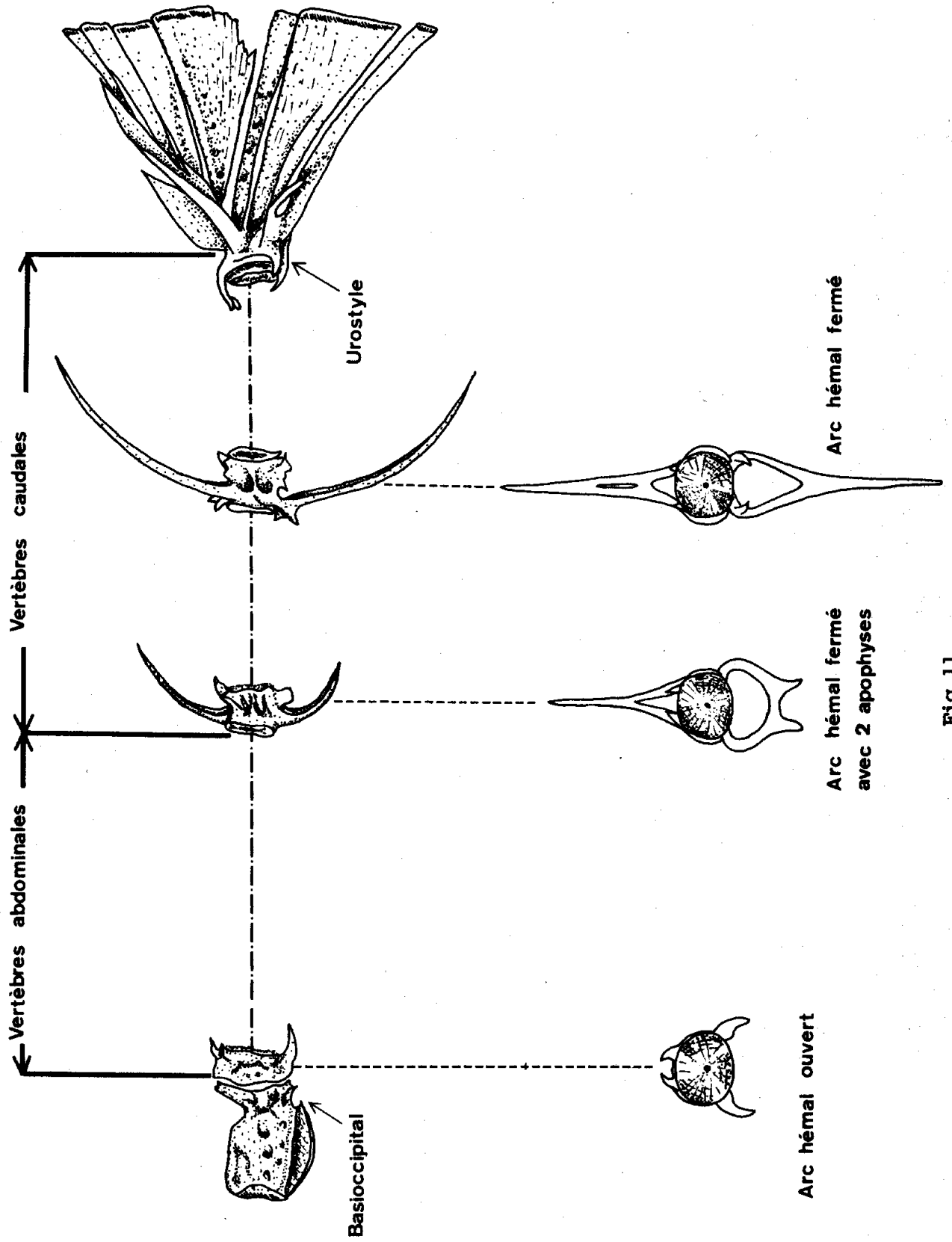


Fig. 11

- le nombre total de branchiospines sur le premier arc branchial gauche (Br.) (fig.10),
- le nombre de branchiospines sur la partie inférieure de l'arc (cératobranchial + hypobranchial) (Br. inf.),
- le nombre de branchiospines sur la partie supérieure de l'arc (épibranchial) (Br.sup.) ; la branchiospine située au niveau de l'articulation des deux parties de l'arc a été incluse dans les branchiospines de la partie supérieure,
- le nombre total de scutelles de la carène ventrale (fig.9),
- le nombre de scutelles prépelviennes dont la dernière, plus petite que celles qui lui sont contiguës, est placée entre les nageoires ventrales,
- le nombre de scutelles postpelviennes ; elles font suite aux précédentes, des nageoires ventrales jusqu'à l'anus.

3- Autres relevés

Le poids du poisson (W) est pris au gramme près. L'alose et la sardinelle plate sont pesées à l'état frais, la sardine et l'allache après décongélation, car les échantillons sont généralement trop grands pour être traités le jour même. Les gonades sont pesées au dixième de gramme près.

4- Traitement des données

Dans l'analyse des relevés numériques, nous avons appliqué les méthodes classiques de statistiques en nous servant du manuel de SCHWARTZ (1963). L'étude de la relation entre deux grandeurs est faite en utilisant les équations :

$$Y = b x + a$$
$$Y = ax^b$$
 qui, après transformation logarithmique des données s'écrit: $\log y = b \log x + \log a$. Les

paramètres "a" et "b" sont calculés, selon le cas, soit par la méthode des moindres carrés soit par la méthode des moindres rectangles appelée aussi axe majeur réduit. Pour chaque courbe, nous avons déterminé la variabilité de l'ordonnée (ordonnée à l'origine $2dy$) et comparé la pente "b" à une valeur donnée (1 ou 3) à l'aide d'un test t et pour un risque de 5 %. La comparaison des pentes et des positions de deux droites est réalisée par les méthodes des tests t préconisées par MAYRAT (1959, 1967, 1970).

Les symboles utilisés désignent :

- n = effectif d'un échantillon,
- N = Σn
- moy. = moyenne observée,
- var. = variance estimée,
- σ = écart-type estimé,
- fl.m. = fluctuation probable de la moyenne,
- ϵ = écart réduit utilisé dans la comparaison entre deux moyennes,
- F = test sur les variances,
- χ^2 = test sur les répartitions,
- r = coefficient de corrélation,
- $2dy$ = variabilité de l'ordonnée,
- t = test de Student,
- tpe = comparaison des pentes,
- tpo = comparaison des positions,
- (±) = signification au seuil de 5 %: (+) différence significative, (-) différence non significative.

II- METHODES

1- Distribution des rendements

Employée par LARRANETA (1968) dans son étude des unités de stock de la sardine de la Méditerranée, la distribution des rendements de la pêche consiste à localiser, à partir des tonnages débarqués, les fortes concentrations d'une

espèce de poisson le long d'un front côtier. Cette méthode que nous avons appliquée aux Clupéidés des côtes tunisiennes, constitue une première approche dans la caractérisation des populations. Son analyse nécessite des statistiques suivies et correctes. Celles actuelles de la Direction des Pêches, ne répondant pas à la deuxième exigence, sont malheureusement inutilisables. Aussi, nous avons eu recours à des statistiques plus anciennes (1931-1937) mais établies d'une façon rigoureuse par les services de la Direction des Travaux Publics et publiées dans le bulletin de la Station Océanographique de Salammbô (1932-1937). Des frontières algéro-tunisiennes aux frontières tuniso-libyennes, nous avons mesuré puis partagé le front côtier en secteurs de 50 km. Nous avons aussi calculé les quantités moyennes annuelles, correspondant à la période 1931-1937, de Clupéidés débarquées dans chaque port. Ces moyennes sont ensuite groupées suivant trois échelles différentes: 400, 300 et 250 km.

2- Caractères biométriques.

L'étude des caractères méristiques et morphométriques a pour objet de caractériser les individus d'une population, de décrire la croissance relative des diverses proportions du corps, de détecter les différents changements susceptibles de survenir au cours de la croissance de l'individu et de mettre en évidence un éventuel dimorphisme entre les sexes. Ces caractères constituent aussi une méthode de discrimination des populations, des races et même des espèces. La valeur de cette méthode est parfois controversée principalement en raison de la dépendance plus ou moins directe des caractères méristiques et morphométriques vis-à-vis des facteurs du milieu.

L'étude des caractères méristiques a été fondée sur le calcul des moyennes et de leur comparaison. Pour les caractères morphométriques, les résultats sont exprimés soit sous forme de courbes d'allométrie, soit sous forme d'indices. Les droites d'allométrie ont été déterminées

par la méthode des moindres rectangles après transformation logarithmique des données. On considère que la croissance est isométrique, pour des relations entre variables métriques, lorsque la pente "b" ne diffère pas significativement de 1, qu'il existe une allométrie majorante lorsque "b" est significativement supérieure à 1 et une allométrie minorante lorsque "b" est significativement inférieure à 1. Dans le cas des relations taille-poids, les phénomènes d'allométrie sont estimés par rapport à la valeur 3 de la pente (isométrie). La longueur totale a été prise comme grandeur de référence. Les mesures des longueurs totale, à la fourche et standard ont été groupées par classes de 5 mm ou 10 mm selon les espèces.

Les échantillons étudiés sont collectés durant la période 1974-1978 et proviennent de la pêche commerciale. Les aloses et les sardinelles plates sont prélevées sur les barques de la Goulette et de Ghar El Melh et sur la bordigue de Tinja (Office National des Pêches). Les sardines et les allaches sont récoltées dans les différents ports, soit directement auprès des pêcheurs, soit dans les marchés locaux.

3- Age et croissance

L'âge est un des paramètres biologiques dont la connaissance est indispensable à l'établissement de certains modèles mathématiques de dynamique des populations et aux analyses démographiques.

De nombreux travaux consacrés à l'étude de l'âge et de la croissance des Clupéidés ont mis en évidence des divergences notables entre les résultats. Ces divergences, d'origine raciale ou régionale, sont également liées au degré d'exploitation des stocks et aux quantités de nourriture disponible mais peuvent aussi dépendre, dans une certaine mesure, de l'expérimentateur.

Le plus souvent, l'âge est déterminé rétrospectivement par l'examen de certaines pièces anatomiques rigides

(écaillés, otolithes) sur lesquelles sont enregistrées les différentes étapes de la croissance et par l'analyse statistique des distributions de fréquence de longueur.

La lecture des otolithes et des écaillés des Clupéidés de la Tunisie s'est avérée quelque peu malaisée en raison de l'absence fréquente d'anneaux d'arrêt de croissance reconnaissables.

Cette constatation, confirmant celle des auteurs (FAGE, 1920, MURAT, 1935) ayant étudié les écaillés des sardines et des sardinelles des côtes méditerranéennes du Maghreb, a conduit FURNESTIN (1950 c) jusqu'à considérer la plus ou moins grande netteté des anneaux d'hiver comme un des caractères distinctifs entre les sardines méditerranéennes et atlantiques du Maroc. Il est d'ailleurs généralement admis que les anneaux de croissance sont très marqués sur les structures osseuses des poissons des mers froides ou tempérées, contrairement à ceux des poissons des mers chaudes où les variations saisonnières des conditions hydrologiques et trophiques sont faibles.

Otolithes

Mis à part quelques travaux sur la sardine (MUZINIC, 1963, FIGUERAS, 1963, BELVEZE et RAMI, 1973), les otolithes ne sont employés qu'exceptionnellement dans la détermination de l'âge des Clupéidés. La lecture des otolithes des espèces étudiées a présenté beaucoup d'inconvénients. D'extraction difficile, ils sont très petits et généralement opaques. Après brûlage et éclaircissement au benzoate de méthyle, les zones noires et blanches qu'on y observe sont irrégulières et surtout discontinues. En plus, leurs épaisseurs et leurs positions sont souvent sujettes à de grandes variations, ce qui rend toute interprétation hasardeuse.

Ecaillés

Par contre, la lecture des écaillés nous a donné d'assez bons résultats. Celles utilisées (fig.6) pour notre

étude sont situées sous la nageoire dorsale, au-dessus de la ligne qui va du bout du museau au milieu de la fourche caudale. Nous avons prélevé trois écailles sur le flanc gauche de chaque individu et ceci afin d'avoir une longueur moyenne de l'écaille d'une part et de mieux contrôler l'emplacement des anneaux d'autre part. Les écailles sont nettoyées à l'eau entre le pouce et l'index et placées dans une boîte de Petri contenant de l'eau. La lecture se fait directement sous une loupe binoculaire avec un grossissement de 16 fois. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un oculaire micrométrique suivant la perpendiculaire à la ligne séparant les champs antérieur et postérieur en son milieu. La longueur de l'écaille considérée correspond au segment de droite qui va du nucléus au bord médian du champ antérieur.

Comme le nombre d'écailles couvrant le corps d'un poisson est très rapidement stable dans le temps, lorsque le poisson grandit, ses écailles grandissent dans les mêmes proportions ou presque. L'équation d'allométrie $l = bL + a$ s'applique donc parfaitement à cette croissance relative de l'écaille par rapport à la longueur du Poisson. l : étant la longueur de l'écaille en mm x 16 et L : la longueur totale du poisson en mm. La détermination des constantes "a" et "b" est faite par la méthode des moindres rectangles. La droite traduisant cette équation ne passe pas par l'origine, ce qui laisse supposer que les écailles n'apparaissent sur le corps du poisson que lorsque celui-ci atteint une taille égale à la valeur de "a". Ce phénomène est effectivement observé et admis par les auteurs depuis LEE (1920). En fait, "a", qui peut prendre n'importe quelle valeur, varie avec les échantillons et ne reflète que rarement la réalité.

En raison de l'existence sur l'écaille de nombreux anneaux d'origines diverses et de la spécificité de certains d'entre eux, la mise en évidence des vrais anneaux de croissance sera abordée dans les chapitres relatifs à chaque espèce.

Les individus de chaque sexe sont groupés par classes de taille de 5 ou 10 mm selon les espèces. A chacune de ces classes correspond une valeur moyenne de la longueur des écailles mesurées et agrandies (l) et une valeur théorique (l_t) déduite de l'équation de la droite d'allométrie. Nous déterminons pour chaque classe le rapport l_t/l (généralement compris entre 0,9 et 1,1) et nous le multiplions par $l_1, l_2, l_3 \dots l_n$ (longueur moyenne des anneaux mesurés sur l'écaille); nous obtenons ainsi les valeurs théoriques $l_{t1}, l_{t2}, l_{t3} \dots l_{tn}$. Par application de l'équation de la droite d'allométrie nous calculons les longueurs $L_1, L_2, L_3 \dots L_n$ des poissons aux diverses années de vie. Ce procédé présuppose que, durant la croissance de l'écaille, l'écartement absolu entre la longueur théorique et celle effective de l'écaille se réalise d'une manière régulièrement progressive et selon un rapport constant l_t/l (BERG et GRIMALDI, 1965).

Analyse des distributions de fréquence de longueur

Lorsque la période de reproduction d'une espèce est limitée dans le temps, la croissance des individus de même sexe, vivant dans le même milieu et nés à la même époque, est telle que la distribution de leur longueur est normale unimodale. La distribution est polymodale lorsqu'il y a un mélange de plusieurs groupes d'âge. Les auteurs ont proposé plusieurs méthodes permettant de séparer les groupes en déterminant leur nombre, la moyenne, l'écart-type et le pourcentage de chacun d'eux. Nous avons utilisé dans notre travail, celle de Bhattacharya ou méthode des différences logarithmiques dont nous empruntons le développement à LAURENT et MOREAU (1973).

Le principe est le suivant: une fois les données regroupées en classes de tailles d'égale amplitude h , et de points milieu x , on construit un graphique en portant en ordonnée, pour chaque abscisse x , la quantité

$$\Delta \log z = \log z (x + h) - \log z (x)$$

$z(x+h)$ et $z(x)$ étant les effectifs des classes de points milieu $x+h$ et x ; l'histogramme ne doit pas comporter de classes vides.

La méthode suppose que les intervalles h sont petits par rapport à chacun des écarts-types ; il est possible de préciser que la valeur critique de ce rapport est $\frac{h}{\sigma} \leq 2,2$. Sur le graphique ainsi obtenu, on recherche les régions où deux ou plusieurs points consécutifs sont alignés sur des droites de pente négative ; le nombre r des droites obtenues est le nombre des sous-populations, donc ici des classes d'âges (du moins comme hypothèse de travail). Il est possible de calculer la moyenne de taille de chacune de ces classes : pour cela on montre que, en axes orthonormés, les estimations de la moyenne $\hat{\mu}_r$ et de la variance, $\hat{\sigma}_r^2$ s'écrivent :

$$\hat{\mu}_r = \lambda_r + \frac{h}{2}$$

$$\hat{\sigma}_r^2 = h \cdot \cotg \theta_r - \frac{h^2}{12}$$

λ_r étant l'abscisse des points d'intersection des droites de pentes négatives avec l'axe des x et θ_r l'angle aigu qu'elles forment avec cet axe. Outre le nombre r des sous-populations, la proportion de chacune de celles-ci (d'effectif N_r), dans la population totale, peut également être calculée. Si μ_r et σ_r sont la moyenne et l'écart-type d'une population r , on appellera $z(x_r)$ l'effectif et x_r l'abscisse du centre de la classe contenant μ_r , $z(x_r+h)$ et x_r+h correspondant à la classe consécutive. Soit P la probabilité pour qu'un individu de la sous-population r appartienne à la classe de point milieu x_r on sait que :

$$P = \Pi \left[\frac{x_r + \frac{h}{2} - \mu_r}{\sigma_r} \right] - \Pi \left[\frac{x_r - \frac{h}{2} - \mu_r}{\sigma_r} \right]$$

Π étant la fonction de répartition de la loi normale réduite dont les valeurs sont données dans des tables (LEFORT, 1967); N_r s'écrit :

$$N_r = \frac{z(x_r) + z(x_r + h)}{P(x_r) + P(x_r + h)}$$

Etude théorique de la croissance

Dans l'étude théorique de la croissance, il existe un certain nombre de modèles mathématiques élaborés de sorte que leur application coïncide aux phénomènes observés. Ces modèles sont nécessaires à toute étude comparative de la croissance et à la résolution des problèmes de biomasse, de rendement et de production.

Le modèle le plus souvent employé est celui de Von Bertalanffy :

$$L_t = L_{\infty} \left[1 - e^{-k(t - t_0)} \right]$$

où L_t est la longueur à l'instant t ;

L_{∞} la taille maximum théorique que le poisson peut atteindre ;

t_0 le temps théorique où $L_t = 0$.

WALFORD (1946) a repris cette équation pour formuler la croissance limite :

$$L_{t+1} = L_{\infty} (1 - e^{-k}) + L_t e^{-k} \quad \text{où}$$

e^{-k} et $L_{\infty} (1 - e^{-k})$ sont des constantes et L_{t+1} est une fonction linéaire de L_t . La droite correspondante, dite droite de Walford a pour pente e^{-k} . Elle coupe la première bissectrice en un point dont les coordonnées déterminent la valeur de $L_{\infty} = L_{t+1} = L_t$.

Les paramètres de l'équation de la droite sont déterminés par la méthode des moindres carrés. Connaissant L_{∞} et e^{-k} , donc k , nous calculons aisément t_0 , la seule inconnue de l'équation de Von Bertalanffy.

En ce qui concerne la croissance pondérale théorique, nous verrons que l'équation reliant le poids à la longueur est de la forme :

$$W = aL^b$$

lorsque le poids est proportionnel au cube de la longueur : $W = a L^3$; le modèle de Von Bertalanffy :

$$L_t = L_{\infty} \left[1 - e^{-k(t - t_0)} \right] \quad \text{s'écrit}$$
$$W_t = W_{\infty} \left[1 - e^{-k(t - t_0)} \right]^3 ;$$

mais le plus souvent, b diffère de 3 :

$$W_t = W_{\infty} \left[1 - e^{-k(t - t_0)} \right]^b$$

Parmi les trois paramètres W_{∞} , k et t_0 , seul W_{∞} est inconnu ; nous le calculons à partir de l'équation $W = a L^b$.

Il convient de rappeler que k , t_0 et L_{∞} sont les paramètres d'un modèle mathématique dont l'application traduit d'une manière très précise les observations faites à partir d'un échantillon donné de poissons. Mais comme le fait remarquer LE GUEN (1971), ces paramètres n'ont aucune valeur biologique et sont susceptibles de varier en fonction des échantillons. En particulier, L_{∞} est d'autant plus grand que les individus constituant l'échantillon examiné sont jeunes. Par conséquent, cette valeur ne doit pas être confondue avec la longueur maximale atteinte effectivement par les poissons et qui correspond à la taille moyenne des individus ayant achevé leur croissance.

4- Reproduction

Proportions numériques des sexes

La connaissance des proportions des sexes est très utile dans l'appréciation des structures démographiques et de la fécondité des stocks. Nous les avons étudiées après autopsie des poissons et examen macroscopique des gonades. Les résultats sont exprimés soit sous forme de pourcentages de femelles et de mâles, soit sous forme de rapports du nombre de mâles sur celui des femelles ou sex-ratio. Dans le calcul de ces proportions, il n'a pas été tenu compte des individus dont le sexe n'est pas déterminé avec certitude. Nous avons analysé, par le test χ^2 , les variations des proportions d'une part en fonction des mois et d'autre part en fonction de la longueur totale.

Parmi les hypothèses que les auteurs avancent pour expliquer les fluctuations du sex-ratio, nous citons: l'inversion sexuelle, la croissance différentielle des sexes, la longévité plus grande de l'un ou l'autre sexe, la vulnérabilité différente vis-à-vis des engins de pêche et la ségrégation spatio-temporelle horizontale ou verticale, saisonnière ou journalière.

Taille et âge à la première maturité sexuelle

Un changement du taux d'allométrie de croissance ou une augmentation de la valeur du coefficient composite de condition peuvent parfois renseigner sur la taille à la première maturité. D'autres méthodes plus fiables, basées sur l'examen des gonades, sont également utilisées.

Si pour certains auteurs un poisson est mûr dès lors que son sexe est reconnaissable macroscopiquement, pour d'autres en revanche, un individu n'est sexuellement mûr que lorsqu'il effectue sa première ponte. En fait, ces deux critères sont imprécis et risquent même d'induire en erreur.

Car d'une part, entre le moment où le sexe devient déterminable et la première émission des produits sexuels, il peut se passer un temps très long, d'autre part, chez beaucoup d'espèces de poissons, la ponte est un phénomène assez rapide pouvant passer inaperçu. Entre ces deux positions extrêmes, il existe un stade intermédiaire pour lequel la plupart des chercheurs ont opté. C'est celui de la maturation ou de la pré-ponte selon les échelles adoptées. Généralement durant ces stades, les ovaires deviennent volumineux et les ovocytes visibles à travers la paroi ovarienne ; les testicules sont assez grands, blanchâtres et laissent couler un liquide à la suite d'une incision.

Compte tenu des variabilités individuelles de la croissance et de la précocité sexuelle, la taille à la première maturité ne peut être la même pour tous les individus d'une espèce donnée. Les auteurs définissent trois tailles minimales différentes. La première est la longueur à laquelle on rencontre quelques individus mûrs ; la deuxième est la longueur à laquelle 50 % des individus sont mûrs et la troisième, la longueur à laquelle 100 % des individus sont mûrs.

Dans notre travail nous avons considéré comme mûrs tous les individus dont les gonades se présentent pour la première fois au stade de pré-ponte de l'échelle que nous avons adoptée. Nous avons déterminé les valeurs correspondant aux trois tailles à la première maturité définies plus haut. Nous avons calculé le pourcentage des individus mûrs pour chaque classe de taille de 5 ou 10 mm selon les espèces étudiées. Les résultats sont présentés soit sous forme de courbes cumulatives soit sous forme d'histogrammes de fréquence.

L'âge à la première maturité sexuelle est calculé à partir des clés âge-longueur.

Cycle sexuel

De nombreuses échelles de maturité ont été établies pour l'étude de l'évolution de l'état sexuel des Clupéidés. Celle de HJORT (1910), appliquée au hareng, comprend sept stades. Elle est basée sur l'aspect macroscopique et les dimensions relatives des gonades. Elle a été adaptée à d'autres espèces et particulièrement à la sardine (LE GALL 1930, BELLOC et BESBROSSES 1930). FURNESTIN (1945) ayant constaté que la ponte de la sardine est fractionnée, a ajouté un huitième stade décrivant l'état d'évacuation partielle. Et ANDREU (1951, 1955) en démontrant que les processus de maturation du hareng et de la sardine sont différents, signale que l'échelle de HJORT ne peut être utilisée pour la sardine. En effet, tandis que le hareng ne pond qu'une seule fois par an, en raison de la présence dans ses ovaires d'un seul stock d'ovocytes, la sardine qui en possède plusieurs est susceptible de pondre plusieurs fois durant une même saison de ponte ; des phénomènes de récupérations se produisent après chaque ponte partielle avant la ponte ultime. Les mêmes constatations sont faites par FONTANA (1969) chez les sardinelles (*Sardinella aurita* et *S. maderensis*) du Congo.

Tenant compte de ces observations, PINTO et ANDREU (1957) pour la sardine et FONTANA (1969) pour les sardinelles, ont proposé des échelles semblables de six stades, basées sur l'étude macroscopique et histologique de gonades et sur la distribution des fréquences des diamètres des ovocytes. Les six stades sont les suivants: I: Immature + Repos ; II: En voie de maturation ; III: Préponte ; IV: Ponte ; V: Fin de la ponte et récupération avant une ponte ultérieure ; VI: Fin de la dernière ponte et involution de l'ovaire. La même échelle est adoptée pour les mâles.

Dans son travail sur les sardines du secteur atlantique de Gibraltar, RODRIGUEZ-RODA (1960) a défini d'après l'aspect des gonades une échelle de cinq stades :

I: Immature ; II: Prématuration ; III: Maturation ;
IV: Ponte ; V: Postponte.

Nous l'avons employée pour les quatre espèces étudiées en la modifiant légèrement et en désignant certains stades par des termes différents de ceux de l'auteur: I: Immature + Repos ; II: Maturation lente ; III: Maturation ou grand accroissement ; IV: Ponte ; V: Postponte. Nous avons groupé les stades II et III sous le terme de Préponte. Les caractéristiques de ces différents stades seront précisées pour chaque espèce au moment opportun. Nous avons pris en considération l'aspect macroscopique des gonades, leur grosseur relative et les valeurs du rapport gonadosomatique. Le rapport gonadosomatique ou RGS est calculé par la formule $\frac{Wg}{LT^3} \cdot 10^7$ où Wg est le poids des gonades en gramme, LT la longueur totale en mm et 10^7 un coefficient permettant de réduire le nombre de décimales. Les variations du RGS sont analysées en fonction des mois et de la longueur. Des relations d'allométrie poids des gonades-longueur totale sont calculées par la méthode des moindres carrés chez les individus mûrs et immatures de chaque sexe.

Fécondité

La fécondité est un paramètre biologique qui dépend de l'âge, de la croissance et des possibilités de nutrition. Elle joue un rôle de régulation numérique de la population en assurant le remplacement des individus morts par mortalité naturelle et par pêche. ABOUSSOUAN et LAHAYE (1979) la définissent comme étant le nombre d'ovocytes destinés à la ponte. Selon les modalités de celle-ci, elle est égale soit au nombre total d'ovocytes mûrs contenus dans les ovaires chez les poissons à ponte unique, soit comme l'écrivent FONTANA et LE GUEN (1969) pour les espèces à ponte échelonnée au "nombre d'ovocytes dont les diamètres constituent la distribution modale la plus avancée et qui correspond au nombre d'œufs émis pendant une ponte" ; la fécondité réelle est obtenue en additionnant le nombre d'ovocytes émis au cours

de l'ensemble des pontes partielles. Il faut cependant pouvoir déterminer le nombre de ces dernières pour que l'estimation de la fécondité réelle soit juste.

Dans notre étude, nous avons le plus souvent utilisé des femelles au stade de maturation ou de grand accroissement que nous avons préféré à celui de la ponte. Car comme le signalent les auteurs, des observations faites sur le stade de ponte risquent d'être erronées en raison des pertes d'œufs probables occasionnées par les manipulations des poissons.

Les ovaires sont pesés au dixième de gramme. Ceux de la sardine et des deux sardinelles préalablement fendus sur toute leur longueur sont plongés entiers dans le liquide de Gilson. Pour l'alose nous prélevons dans la partie médiane de l'ovaire gauche trois fragments d'environ 0,5 g chacun que nous mettons séparément dans le même liquide. En plus de son action conservatrice, le liquide de Gilson provoque la désagrégation du stroma ovarien et la libération des ovocytes. Celle-ci est d'autant plus rapide que l'agitation des piluliers renfermant les échantillons est énergique et répétée. Ce liquide présente cependant l'inconvénient de réduire le volume des ovocytes. Cette réduction est évaluée à 25 % par DIAS *et al.* (1973) pour les œufs de la sardine et à 33 % par ALBARET et GERLOTTO (1976) pour les œufs de l'ethmalose. Le taux de réduction est plus important chez les grands ovocytes que chez les petits. L'action du liquide de Gilson s'atténue et disparaît même complètement au bout de 15 à 30 jours (STEUERT, 1976).

Après un séjour de deux semaines dans le liquide de Gilson, les ovocytes ainsi dissociés sont lavés plusieurs fois puis conservés dans de l'alcool à 70°. Lors du comptage, les ovocytes de la sardine et des sardinelles sont placés dans une fiole et le volume est complété à 50 ml. Lorsque l'homogénéisation complète est obtenue par agitation manuelle, 1 ml d'alcool-ovocyte est prélevé, à l'aide d'une pipette munie d'une poire, dans une cuve de Dollfus où tous les œufs

sont comptés sous une loupe binoculaire, à l'exception de ceux dont le diamètre est inférieur à 100 μ . Le diamètre d'une centaine d'entre eux, grossis 40 fois, est mesuré à l'aide d'un micromètre oculaire. Les ovocytes examinés sont ensuite remis en suspension et l'expérience est répétée deux autres fois. Pour l'alose, tous les ovocytes contenus dans chacun des trois fragments prélevés sur le même ovaire sont dénombrés et une centaine est mesurée .

Pour la sardine et les sardinelles, le nombre total d'ovocytes contenus dans les ovaires d'une femelle ou fécondité absolue individuelle est calculé par la formule

$$F = 50 \bar{n}$$

\bar{n} : nombre moyen d'ovocytes contenus dans 1 ml liquide + ovocytes correspondant à la moyenne des trois échantillons

50 : volume en ml du mélange liquide + ovocytes que renferment les ovaires.

Pour l'alose la formule suivante est appliquée :

$$F = \bar{n} \frac{Wg}{\overline{wg}}$$

\bar{n} : nombre moyen d'ovocytes contenus dans un fragment d'ovaire de poids \overline{wg}

\overline{wg} : poids moyen d'un fragment d'ovaire en gramme correspondant à la moyenne des 3 échantillons.

Wg : poids des ovaires en gramme.

Nous avons établi par la méthode des moindres carrés, après transformation logarithmique des données, les relations entre la fécondité absolue individuelle exprimée en milliers d'ovocytes et la longueur totale du poisson en mm, son poids en gramme et le poids des ovaires en gramme.

La distribution des diamètres des ovocytes est présentée sous forme de polygones de fréquence.

5- Relation taille-poids, coefficients de condition

Suivant les auteurs, l'étude de l'évolution de la condition ou de l'embonpoint est abordée de diverses manières: établissement d'une échelle empirique de l'engraissement et de la réplétion stomacale, dosage de la matière grasse, calcul mensuel de la relation taille-poids et enfin analyse des coefficients de condition.

Nous avons retenu dans notre travail ces deux dernières méthodes, qui, quoique de conception différente, sont calculées à partir des mêmes données.

La relation entre le poids et la taille peut être étudiée biométriquement sous forme de courbes allométriques de croissance pondérale. Comme pour les autres caractères morphométriques, ces courbes permettent d'indiquer la nature de l'allométrie, de déceler un dimorphisme de croissance éventuel entre les sexes et d'identifier des populations ou des races distinctes. Mais alors que durant l'existence d'un individu, la croissance linéaire subit un ou deux changements décelables au maximum, se traduisant par des allométries différentes, correspondant en général à la métamorphose et à la première maturité sexuelle, la croissance pondérale peut être affectée, en plus, de changements saisonniers liés à certains facteurs écologiques et physiologiques tels que la disponibilité des proies, la nutrition, l'engraissement et l'état sexuel. Ceci confère à la relation taille-poids un intérêt tout particulier puisqu'elle renseigne sur les différentes causes de l'évolution de la condition, celles dues à l'embonpoint biométrique (LASSERRE, 1976) et celles inhérentes à l'engraissement et à la ponte. Certains auteurs ont cherché à déterminer le rôle dévolu à chacun de ces deux derniers paramètres en étudiant simultanément les relations taille-poids des gonades et

taille-poids somatique (poids total moins celui des gonades). D'autres utilisent la relation taille-poids éviscéré, qui en soustrayant le poids des gonades, des contenus stomacaux et de la graisse mésentérique, rend compte uniquement d'après eux de l'embonpoint biométrique. A notre avis, cette méthode est sujette à caution puisqu'elle néglige le poids du tube digestif et des organes annexes sans supprimer pour autant l'effet de la graisse musculaire.

La connaissance de la relation taille-poids est aussi nécessaire dans l'estimation de la structure des débarquements et de la biomasse. MAC GREGOR (1957) a mis en évidence chez *Sardinops coerulea* une corrélation inverse entre la condition et la taille du stock, régie par la quantité de nourriture disponible: une diminution de celle-ci engendre une diminution du stock et une amélioration de la condition.

L'équation mettant en relation le poids et la longueur est de la forme $W = aL^b$ qui s'écrit aussi $\log W = b \log L + \log a$, dans laquelle W désigne le poids et L la longueur. Lorsque le coefficient

- $b = 3$, le poids croît proportionnellement à la longueur (isométrie) ;
- $b > 3$, le poids croît proportionnellement plus vite que la longueur (allométrie majorante) ;
- $b < 3$, le poids croît proportionnellement moins vite que la longueur (allométrie minorante).

En fait, la valeur du coefficient "b" est très influencée par l'échantillonnage ; un grand déséquilibre entre les effectifs des classes extrêmes modifie considérablement la valeur de "b".

Il existe plusieurs expressions du coefficient de condition. Nous évoquons seulement celles dont nous nous sommes servis dans notre travail et qui sont au nombre de trois: le coefficient de FULTON dit composite, le coefficient moyen et le coefficient net.

Le coefficient de FULTON s'écrit: $Kc = \frac{W}{L^3} \cdot 10^6$
 avec W le poids en gramme et L la longueur en mm. D'application facile, il postule cependant que la croissance est toujours isométrique et donne une appréciation globale de la condition en faisant intervenir aussi bien les facteurs "biométriques" qu'"écologiques".

Le coefficient moyen de condition proposé par LAURENT et MOREAU (1973) tient compte de la longueur. Sachant que :

$$W = aL^b \quad \text{et} \quad K = \frac{W}{L^3}$$

on peut écrire $KL^3 = aL^b$

et $K = aL^{b-3}$

K se modifie ainsi avec la longueur dans des proportions d'autant plus grandes que le coefficient d'allométrie "b" diffère de 3. Son application se limite au cas où L varie légèrement. Pour un échantillon dont la longueur des individus est comprise entre L_1 et L_2 , et dans la mesure où "a" et "b" ne varient pas dans cet intervalle, le coefficient moyen de condition (km) est tel que :

$$km = \frac{\int_{L_1}^{L_2} kdL}{L_2 - L_1}$$

soit $kmL = aL^{b-3} dL = \frac{1}{b-2} a L^{b-2}$

d'où $km = \frac{a}{b-2} \cdot \frac{L_2^{b-2} - L_1^{b-2}}{L_2 - L_1}$

Le coefficient net de condition, correspondant à la "condition nette" de POSTEL (1973) est égal à la valeur "a" de la relation d'allométrie :

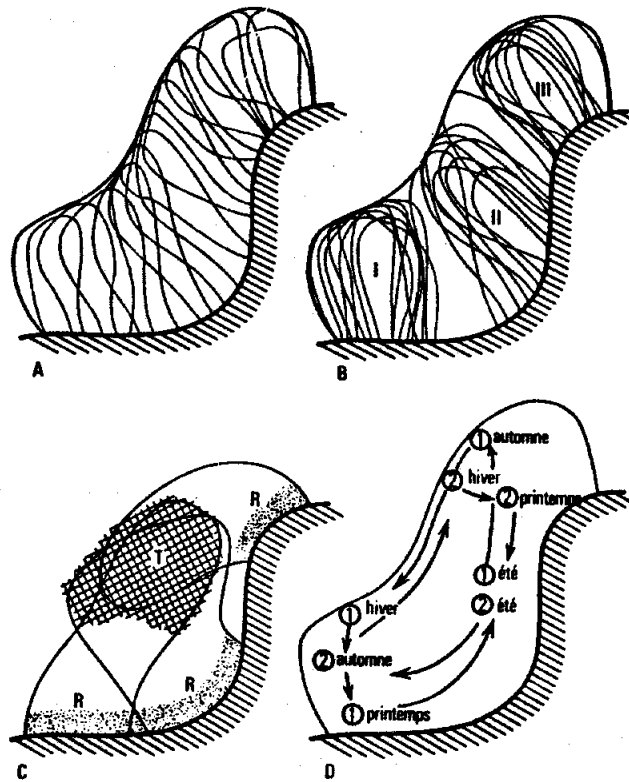
$$W = a L^b$$

$$a = \frac{W}{L^b}$$

son emploi se révèle utile surtout quand il s'agit de comparer des relations allométriques calculées par la méthode des moindres rectangles. En effet, en admettant comme POSTEL, que l'allométrie due à "l'embonpoint biométrique" est absorbée par le coefficient "b", une différence significative au niveau des pentes "b", entraîne une différence des valeurs de "a" et par conséquent une différence de condition (composite). En l'absence d'une différence significative de pente, une différence significative de position "a" correspond à une différence de coefficient net de condition.

TROISIEME PARTIE

PROBLÈMES DE SYSTÉMATIQUE ET D'UNITÉS DE STOCK



I N T R O D U C T I O N

Il est démontré et admis à l'heure actuelle qu'une espèce animale marine, telle que la sardine, présente, dans son aire de distribution, des variations plus ou moins grandes portant sur la morphologie, la biologie et la densité. Dans cette aire de répartition, les auteurs reconnaissent, dans un secteur donné, un ensemble d'individus offrant des traits communs les faisant distinguer des ensembles peuplant les autres secteurs. Cet ensemble d'individus à caractéristiques communes est souvent désigné par des termes tels que population, race ou unité de stock. En fait, une définition aussi vague et ambiguë ne peut répondre au besoin de précision des spécialistes qui, selon leurs préoccupations et les buts qu'ils visent, mettent l'accent sur une caractéristique plutôt que sur une autre. Certes, depuis que le concept typologique a été abandonné pour définir l'espèce, laquelle est considérée comme une entité biologique, les critères utilisés ne sont plus uniquement morphologiques mais englobent tous les renseignements d'ordre cytologique, biochimique, physiologique, biologique et éco-éthologique. L'ensemble de ces caractères est pris indifféremment en considération par les chercheurs depuis le systématicien jusqu'au gestionnaire des populations exploitées.

La démarche que nous entreprenons dans cette étude n'a pas spécialement pour objectif de résoudre les problèmes de systématique des Clupéidés de Tunisie mais de contribuer à leur connaissance de sorte qu'il devient possible de les situer par rapport aux Clupéidés atlanto-méditerranéens d'une part et d'envisager leur exploitation d'une manière rationnelle d'autre part. il est apparu au cours de notre

travail que les individus d'une espèce considérée peuvent être groupés, par leur similitude morphologique et biologique, en ensembles homogènes en fonction des régions (sardine, allache), de l'habitat (alose) ou des saisons (sardienne plate). Il est concevable dans ces conditions, pour désigner ces ensembles, d'adopter les mêmes vocables que ceux habituellement utilisés par les auteurs et que nous avons évoqués plus haut.

Il existe plusieurs versions de la définition de la "population". Nous retenons seulement celle admise par les systématiciens modernes: une population est "l'ensemble des individus qui occupent un habitat suffisamment restreint par rapport à leur faculté de déplacement pour qu'à l'intérieur de cet habitat le jeu de la fécondation croisée aboutisse à la constitution d'un pool génique commun" (DAGET et BAUCHOT, 1976). Les différents individus qui constituent une telle population ne sont pas la réplique exacte les uns des autres.

La variabilité phénotypique qui affecte les composants de la population peut être héréditaire ou non, d'origine génétique, écologique ou bien due à l'action combinée de ces deux facteurs. Il est bien difficile dans de nombreux cas, sans expériences de croisement, de déterminer la part qui revient à l'un ou à l'autre. Les caractères non héréditaires sont toutefois sous la dépendance des facteurs génétiques qui confèrent au phénotype une certaine malléabilité lui permettant de s'adapter aux exigences du milieu en se modifiant dans des limites fixées par la sélection naturelle. La variation d'origine génétique peut conduire à l'individualisation de groupes d'individus distincts des autres groupes au sein de la même population, il s'agit là de polymorphisme génétique. La variation n'affecte pas uniquement les différents groupes de la population mais également l'ensemble des populations existantes dans l'aire de distribution de l'espèce considérée, les auteurs parlent dans ce

cas de variation géographique ou spatiale. La "spécificité" d'une population se maintient grâce à l'équilibre dynamique résultant d'actions antagonistes d'un certain nombre de facteurs. Les uns, comme les mutations et les courants géniques entre populations voisines enrichissent le pool génique de la population en cause. Les autres, telle la sélection naturelle, en favorisant les génotypes capables de produire des phénotypes adaptés aux conditions du milieu, tendent, au contraire, à uniformiser la population, donc à appauvrir, en quelque sorte, son pool génique. Selon leur degré d'affinité, des populations locales contiguës ont été groupées en ensembles ou races géographiques. "Ces races comprennent chacune un certain nombre de populations locales génétiquement assez semblables" (BINDER, 1972). D'après FAGE (1958), "les races seraient définies par le groupement des reproducteurs sur des aires de ponte distinctes et bien délimitées".

Cette définition est à rapprocher de celle du terme d'unité de stock, souvent employé en dynamique des populations pour désigner "une population associée à une aire de ponte géographiquement bien délimitée et de ce fait, séparée des autres populations par un isolement de reproduction, sans préjuger du statut taxinomique de ces populations" (DAGET et BAUCHOT, 1976). Ici, l'accent est mis sur le caractère écobiologique aux dépens de l'aspect purement systématique. Ce qui semble importer, c'est l'indépendance, au sein de l'aire de distribution de l'espèce d'une unité de stock donnée vis-à-vis des autres unités de stock, qu'elles appartiennent à une espèce, une sous-espèce, une race ou un groupement géographique. L'aire géographique d'une unité de stock peut être plus ou moins étendue suivant le caractère migratoire ou sédentaire de l'espèce. Cette aire n'est pas circonscrite à la zone de ponte, car outre celle-ci, elle peut comprendre une zone trophique ou d'alimentation active et une zone de stabulation ou de moindre activité (BOUGIS, 1976). Les aires des unités de stock indépendantes sont susceptibles de se chevaucher partiellement et même de se superposer et, dans ce dernier cas,

une même région avec les mêmes engins et si elles ont les mêmes taux de croissance et de mortalité", (GULLAND, 1969).

Ainsi, il ne semble pas exister une définition rigoureuse et objective de la notion d'unité de stock, une telle définition ne peut se faire que d'une façon pragmatique.

Dans notre travail, nous considérons comme population l'ensemble d'individus d'une espèce susceptibles de se croiser et occupant une région déterminée ou pouvant se concentrer, suivant les saisons, sur une des zones de cette région et, comme unité de stock, une ou plusieurs populations d'une même région, soumises au même régime d'exploitation. Pour les Clupéidés de Tunisie, les deux notions auront pratiquement la même signification.

Les méthodes qui permettent l'identification des populations et des unités de stock sont nombreuses et complémentaires. Elles font appel à la biométrie, l'éco-biologie (embonpoint, reproduction, croissance, mortalité), l'estimation numérique des stocks (marquage, échosondage, distribution des rendements, prise par unité d'effort) et la génétique (hématologie, sérologie, électrophorèse).

Si l'on considère que les caractères morphologiques sont l'expression phénotypique adaptée au milieu de la potentialité génotypique, les individus issus d'une ponte donnée, s'effectuant dans des conditions écologiques déterminées, auront des caractères morphologiques semblables différents de ceux d'autres individus issus d'une autre ponte. En plus de ces caractères fixés d'une manière définitive au moment du développement embryonnaire, c'est-à-dire dans un temps relativement court et dans un lieu bien précis, d'autres caractères, toujours en relation avec le milieu, se manifestent tout le long du cycle vital des individus. L'ensemble de ces caractères permet de caractériser une

population ou une unité de stock. Pour de nombreux auteurs, l'analyse des caractères morphométriques est un moyen sûr qui contribue à l'individualisation des populations ou des races de poissons, "chacune des populations que distinguent ces caractères est formée d'individus soumis à une même vitesse ou à un même mode de croissance" (FAGE, 1958). De nombreux travaux parmi lesquels ceux de HEINCKE (1898) sur le hareng et le sprat, de ESSIPOV (1927) sur le rouget, de FAGE (1920) et de FURNESTIN (1945, 1952) sur la sardine, ont prouvé la validité de cette méthode. Chez certaines espèces de poissons, la variation des caractères méristiques, en particulier la moyenne vertébrale, est telle que chaque population ou race peut se distinguer par une moyenne caractéristique. D'après des études de la moyenne vertébrale, par exemple chez la morue (SCHMIDT, 1930) et le merlu (BELLOC, 1935) de l'Atlantique nord, les variations observées ne sont pas quelconques mais se font selon un sens latitudinal et longitudinal. Des expériences ont montré que ces variations sont sous la dépendance de certains facteurs physico-chimiques, notamment la température. L'idée, que ces fluctuations ne sont que la traduction des conditions du milieu et qu'elles ne constituent pas, par conséquent, un moyen valable de discrimination des populations, a été avancée. Pour ce qui est du nombre moyen de branchiospines, il semble admis, depuis SPILLMANN (1961), qu'il est fixé génétiquement. Toutefois ANDREU (1969) n'exclut pas l'influence de la nature de la nourriture sur la détermination du nombre de branchiospines. Le développement plus important du filtre branchial de la sardine de l'Atlantique par rapport à celui de la sardine de Méditerranée par exemple s'explique par le fait que la première se nourrit de phytoplancton alors que la deuxième presque exclusivement de zooplancton. Dans la mesure où l'on admet, dans le déterminisme des caractères morphologiques, qu'il y a interrelation entre les facteurs écologiques et ceux relatifs à la constitution génotypique, la connaissance de la prépondérance des uns ou des autres facteurs importe peu. De toute manière, comme l'écrit

CUSHING (1968) "a small difference of environmental origin, which persists from generation to generation and is caused by real difference in the environment is as valuable as one of genetic origin". Ainsi, les variations des caractères morphologiques "sont souvent interprétées au moins comme un signe d'indépendance des stocks" (QUIGNARD, 1978).

A l'intérieur de l'aire de distribution et en l'absence d'un isolement géographique, du fait de l'écoulement des gènes entre populations contiguës d'une part et de l'adaptation des caractères morphologiques aux conditions du milieu qui évoluent généralement suivant un gradient géographique d'autre part, la variation spatiale d'un caractère considéré se fait d'une manière régulière et continue. Dans cette variation dite clinale, il est souvent très difficile de décider du lieu à partir duquel des individus appartiennent à un stock plutôt qu'à un autre.

Certaines des méthodes que nous avons signalées contribuent à la résolution de ce problème. Du point de vue quantitatif, les populations ne sont pas réparties uniformément dans l'aire géographique de l'espèce et leur densité dépend des conditions locales plus ou moins favorables. De plus, nous avons vu que pour les espèces migratrices, une unité de stock effectue, selon les besoins, des déplacements saisonniers massifs. L'analyse des variations de densité peut constituer, dans certains cas, un indicateur d'indépendance des populations. Une des techniques employées est celle préconisée par LARRANETA (1968) et appelée distribution des rendements. Les foyers à forte densité qu'elle met en évidence peuvent correspondre à des unités de stock d'autant plus indépendantes que la tendance migratrice de l'espèce est plus faible.

Quant aux méthodes bio-écologiques, elles portent sur l'analyse des paramètres comme la croissance, le coefficient de condition, le cycle sexuel envisagés sous un angle

écologique. L'observation de divergences au niveau du taux de croissance linéaire ou pondérale, des variations de l'embonpoint, de la taille et de l'âge à la première maturité sexuelle, de la fécondité, suppose que les populations ou les unités de stocks comparées sont indépendantes. En revanche, la similitude entre les paramètres n'implique pas nécessairement que ces populations ou ces unités de stock doivent être confondues en une seule.

La combinaison des trois méthodes biométrique, biologique et de distribution des rendements auxquelles nous nous sommes tenus est suffisante pour la différenciation des populations des Clupéidés tunisiens.

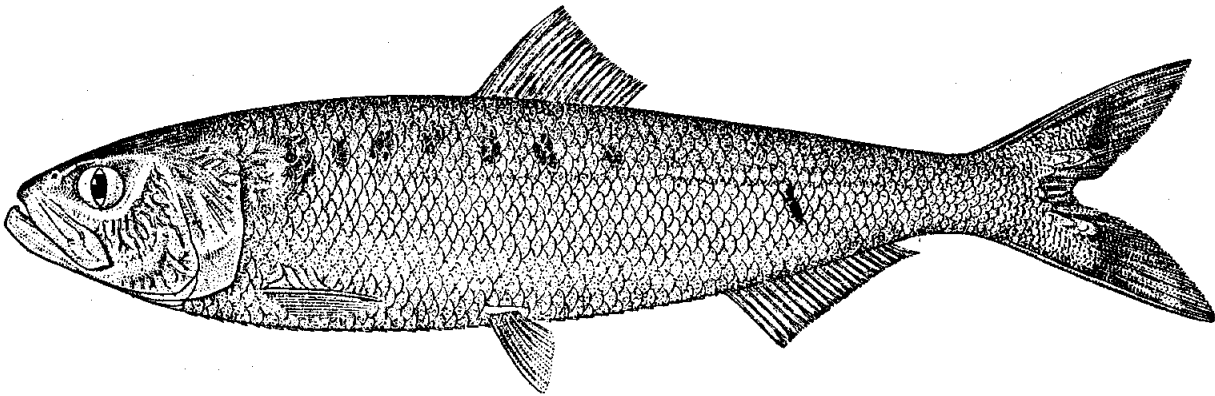
Les autres techniques sérologique, hématologique, électrophorétique ou autres contribuent indiscutablement à affiner les résultats obtenus mais il est douteux qu'elles puissent les remettre en cause.

Pour ce qui est du problème du statut taxinomique des populations, nous pensons qu'il s'agit avant tout d'accord entre systématiciens sur l'importance de la valeur qu'on doit attribuer aux différences relevées entre les populations.

L' Alose

Alosa fallax algeriensis (Regan, 1916)

Si les Aloses avaient vraiment des caprices, il serait vain de tenter à les comprendre; mais, avant de renoncer, il est utile de tout considérer.



Alosa fallax (LACÉPÈDE) (d'après SMITT).

Ce soir-là, le vent, assez violent dans les journées précédentes, venait de se calmer. L'air était pur et limpide, le ciel d'une parfaite sérénité. Le soleil déclinait, le crépuscule approchait, mais la chaleur de l'atmosphère, déjà forte, ne diminuait point. Le feuillage des arbres, tout au long du fleuve, pendait immobile. La fin de la journée devenait brûlante et lourde. Les oiseaux excités chantaient de leur mieux; les mouches ne cessaient de bourdonner. A la surface du fleuve, de moment en moment, par brèves passades, une Alose se montrait brusquement, traçait sur l'eau un sillon vite effacé, puis replongeait et regagnait le fond, où se tenaient ses compagnes, prêtes comme elle à effectuer leurs noces, dès que les circonstances le leur permettraient. (ROULE)

I- INTRODUCTION

Les aloses se distinguent biologiquement des autres espèces de Clupéidés par le fait qu'elles migrent en eau douce pour se reproduire. Quatre espèces sont connues dans la province atlanto-méditerranéenne :

Alosa alosa (Linné, 1758) est présente en Atlantique, de la Scandinavie au Maroc, dans la Baltique et en Méditerranée nord-occidentale de Gibraltar à Marseille ; sur les côtes nord-africaines, son aire de distribution ne s'étend pas au delà de l'est d'Alger où elle semble exister (PELLEGRIN, 1921).

Alosa caspia (Eichwald, 1838) et *Alosa pontica* (Eichwald, 1838) sont localisées dans la mer Noire ; la deuxième espèce pouvant pénétrer l'été dans la mer d'Azov.

Alosa fallax (Lacepède, 1803) dite alose feinte est pêchée dans l'Atlantique du sud de l'Islande et de la Scandinavie au Maroc, dans la Baltique, dans toute la Méditerranée, l'Adriatique et la mer Noire. Elle est donc la seule alose à fréquenter les eaux tunisiennes où sa présence est notée pour la première fois par VINCIGUERRA (1884) et PELLEGRIN (1921). Elle est citée par POSTEL (1959) dans son travail sur la sardinelle plate du golfe de Tunis et figure sur la liste des poissons récoltés au chalut dans le même golfe (LUBET et AZOUZ, 1969).

La systématique des aloses est assez confuse, principalement en raison de leur grand polymorphisme et de l'absence de caractères de discrimination nets. En effet, le seul critère pratiquement utilisé et utilisable est le nombre de branchiospines qui est d'ailleurs affecté de variations plus ou moins grandes selon les individus, la taille et le biotope. Ainsi, les deux espèces typiques de la mer

Noire ont été subdivisées au cours de la première moitié de notre siècle en de nombreuses sous-espèces dont bon nombre d'entre elles sont encore admises (SVETOVIDOV, 1952 et 1973b). Il en est de même d'*Alosa alosa* et surtout d'*Alosa fallax* dont la forme méditerranéenne a été scindée en plusieurs sous-espèces, quoique FURNESTIN et VINCENT (1958) aient rejeté ces subdivisions et n'aient retenu que les deux espèces typiques et leurs hybrides. Mais, malgré les conclusions de FURNESTIN et VINCENT (1958), les systématiciens ont dans l'ensemble, pour l'Atlantique nord-est et la Méditerranée, suivi les propositions de SVETOVIDOV (1952 et 1973b) qui reconnaît les deux espèces et en plus au sein d'*Alosa fallax* (Lacepède, 1803) deux sous-espèces *A. fallax fallax* (Lacepède, 1803) et *A. fallax nilotica* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1808). La première sous-espèce est localisée dans l'Atlantique, du sud de l'Islande et de la Scandinavie au Maroc, la deuxième dans la Méditerranée, l'Adriatique, la mer Noire et la mer de Marmara. Tout en acceptant l'opinion générale, WHEELER (1969), BINI (1971) et QUIGNARD et KARTAS (1977) admettent qu'une subdivision en sous-espèces nombreuses dans la Méditerranée ne doit pas être exclue.

A ces problèmes, s'en ajoutent d'autres. En effet, dans certains secteurs des représentants des deux espèces sont piégés dans les eaux continentales à la suite de modifications naturelles ou artificielles des relations mer-fleuves survenues à des époques plus ou moins lointaines, et continuent à y vivre et s'y reproduire. Il résulte de cet emprisonnement que les descendants présentent des caractéristiques morphologiques tellement différentes de celles des individus des souches mères amphidromes qu'ils sont considérés comme des sous-espèces. C'est le cas d'*A. f. killarnensis* (Regan, 1916) dans le lac Killarney en Irlande et d'*A. f. lacustris* (Fatio, 1890) dans les lacs italiens: Majeur, Come, Lugano, Garde, Iseo. C'est aussi le cas d'*A. alosa macedonica* (Vinciguerra, 1921), une sous-espèce d'*Alosa alosa* qui peuple le lac Besikia en Grèce.

Ces mêmes phénomènes sont observés récemment, en particulier en Sardaigne où des digues ont été construites sur le fleuve Tirso en 1922 et sur le fleuve Flumendosa en 1957. Les populations "landlockées" dans les lacs Omedeo et Flumendosa ont été étudiées par COTTIGLIA (1963b, 1970). Les modifications morphologiques que présentent dès à présent les générations lacustres par rapport aux populations mères sont si importantes que l'auteur peut les rattacher à la sous-espèce *A. f. lacustris* (Fatio, 1890). Notons qu'il existe des populations d'aloses isolées à l'intérieur des terres au Maroc et au Portugal.

De l'analyse des travaux consacrés aux aloses, il apparaît que la détermination et la caractérisation des sous-espèces surtout pour *A. fallax* ne sont pas faciles à établir et que le problème se trouve encore plus compliqué par la possible existence d'hybrides issus de croisements entre *A. alosa* et *A. fallax* signalée par HOEK (1900), REDEKE (1938) et FURNESTIN et VINCENT (1958) sur les côtes atlantiques et en Méditerranée occidentale.

Dans ce contexte de définition et de localisation des sous-espèces ou des races de l'alose feinte, l'étude des populations tunisiennes aidera sûrement à une meilleure connaissance de l'espèce.

II- CARACTERISTIQUES DES ALOSES TUNISIENNES

1- Distribution des rendements

D'après les pêches, il existe deux populations d'alose en Tunisie septentrionale: l'une cantonnée dans le golfe de Tunis où débouchent les deux seuls fleuves pérennes tunisiens, la Medjerdah et le Miliane, l'autre dans la lagune saumâtre située au nord du pays, le lac Ichkeul. La population d'alose du golfe de Tunis est constituée d'individus migrateurs anadromes vivant en mer et remontant

	Nombre de Rayons à la Nageoire Dorsale						n	moy.	σ	fl.m.
	18	19	20	21	22					
Fleuves	69	293	139	11			512	19,180	0,6788	0,101
Lac	12	81	69	16	2		180	19,528	0,7940	0,200
	Nombre de Rayons à la Nageoire Anale						n	moy.	σ	fl.m.
	20	21	22	23	24	25				
Fleuves	5	41	201	187	67	11	512	22,592	0,9234	0,138
Lac	3	18	39	62	31	5	158	22,728	1,0627	0,286

Tabl.10.- Variations du nombre de rayons aux nageoires dorsale et anale
 n : effectif ; moy. : moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

	Nombre de Vertèbres Abdominales						n	moy.	σ	fl.m.	
	15	16	17	18	19						
Fleuves	6	93	272	128	12		511	17,092	0,7523	0,112	
Lac	3	66	111	13			193	16,694	0,6164	0,150	
	Nombre de Vertèbres Caudales						n	moy.	σ	fl.m.	
	35	36	37	38	39	40					41
Fleuves	1	23	150	222	100	15	511	37,865	0,8875	0,132	
Lac			22	68	72	30	1	193	38,585	0,9038	0,220
	Nombre total de Vertèbres						n	moy.	σ	fl.m.	
	53	54	55	56	57						
Fleuves	9	89	331	79	3		511	54,957	0,6494	0,097	
Lac		22	102	62	7		193	55,280	0,7103	0,173	

Tabl.11.- Variations du nombre de vertèbres. n : effectif ; moy. : moyenne ;
 σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

	Nombre d'Ecailles Prépelviennes						n	moy.	σ	fl.m.	
	19	20	21	22	23						
Fleuves	23	87	330	110	40		590	21,097	0,8677	0,121	
Lac	1	14	60	11	1		87	20,965	0,6185	0,225	
	Nombre d'Ecailles Postpelviennes						n	moy.	σ	fl.m.	
	13	14	15	16							
Fleuves	38	263	247	42			590	14,497	0,7930	0,110	
Lac	4	30	46	7			87	14,644	0,6984	0,254	
	Nombre total d'Ecailles						n	moy.	σ	fl.m.	
	33	34	35	36	37	38					39
Fleuves	9	59	184	256	76	5	1	590	35,593	0,9290	0,129
Lac	2	1	34	42	8			87	35,609	0,7679	0,279

Tabl.12.- Variations du nombre d'écailles de la carène ventrale. n : effectif ;
 moy. : moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

les fleuves au moment de la reproduction. En mer, cette alose est rarement pêchée à Tabarka, assez fréquemment à Bizerte et en grand nombre à Ghar El Melh et à Radès au niveau immédiat de l'estuaire de la Medjerdah et du Miliane et dans l'ensemble du golfe de Tunis. Elle est inexistante sur tout le reste du littoral tunisien. La population lagunaire est formée d'individus sédentaires vivant dans le lac Ichkeul qu'ils ne quittent pas.

2- Caractères méristiques

Nombre de rayons aux nageoires (tabl.10)

Nageoire dorsale

Les rayons de la nageoire dorsale de 512 aloses des fleuves et 180 aloses du lac sont comptés. Les limites de la variation s'étendent de 18 à 21 chez les premières et de 18 à 22 chez les secondes, avec un mode situé à 19. Les moyennes, respectivement égales à 19,180 et 19,528 sont significativement différentes et leurs limites extrêmes ne se chevauchent pas.

Nageoire anale

512 individus des fleuves et 158 du lac ont servi à l'étude de ce caractère. Dans les deux populations, nous retrouvons la même amplitude de variation (20-25) et des moyennes très voisines: 22,592 chez l'alose des fleuves et 22,728 chez celle du lac. Chez cette dernière, le mode est décalé (23) par rapport à celui de l'alose des fleuves (22).

Nombre de vertèbres (tabl. 11)

Les vertèbres de 511 aloses des fleuves et 193 aloses du lac sont dénombrées.

Vertèbres abdominales

Le nombre varie de 15 à 19 chez les individus des fleuves et de 15 à 18 chez ceux du lac. Le mode est le même et se situe à 17. Les moyennes sont significativement différentes, celle des aloses des fleuves étant la plus grande (17,092 contre 16,694). Leurs fluctuations montrent que les valeurs extrêmes ne se recouvrent pas.

Vertèbres caudales

Contrairement au caractère précédent, le nombre moyen de vertèbres caudales est plus élevé chez les aloses du lac (38,585 contre 37,865). Les deux moyennes diffèrent significativement et leurs valeurs extrêmes ne se recouvrent pas. Les limites de variation sont différentes ; elles s'étendent entre 37 - 41 chez les aloses du lac et entre 35 - 40 chez celles des fleuves. Le mode est également différent: 39 contre 38.

Total des vertèbres

Le nombre total de vertèbres varie de 53 à 57 chez les aloses des fleuves et de 54 à 57 chez les aloses du lac, avec un seul mode situé à 55. Il existe une différence significative entre les deux moyennes qui sont respectivement égales à 54,947 et 55,280. Leurs valeurs extrêmes ne se recouvrent pas.

Nombre d'écailles de la carène ventrale (tabl.12)

Nous avons dénombré les écailles de la carène ventrale de 590 aloses des fleuves et de 87 aloses du lac.

Écailles prépelviennes

Ce caractère présente chez les deux populations les mêmes limites de variation (19-23) et le même mode (21).

La comparaison des moyennes ne montre pas de différence significative entre celle des fleuves (21,097) et celle du lac (20,965).

Ecailles postpelviennes

Les limites de variation sont réduites et vont de 13 à 16 écailles chez les deux populations. Le mode est situé à 14 chez les aloses des fleuves et à 15 chez celles du lac, mais les moyennes ne diffèrent pas significativement (14,497 pour les aloses des fleuves contre 14,644 pour les aloses du lac).

Total des écailles pelviennes

Le nombre total des écailles de la carène ventrale varie beaucoup plus chez les aloses des fleuves (33-39) que chez celles du lac (33-37), mais le mode est le même et se situe à 36. Les moyennes sont semblables et égales à 35,593 chez les aloses des fleuves et à 35,609 chez les aloses du lac. Leurs limites extrêmes se recouvrent complètement.

Nombre de branchiospines (tabl.13 à 15 ; fig.12 à 15)

971 aloses des fleuves et 223 aloses du lac ont servi à l'analyse du nombre de branchiospines. La longueur totale des premières aloses est comprise entre 155 et 495 mm et celle des secondes entre 155 et 385 mm. Pour chaque classe de taille de 10 mm, nous avons calculé la moyenne du nombre de branchiospines, l'écart-type et la fluctuation de la moyenne. De plus nous avons établi, par la méthode des moindres carrés et après transformation logarithmique des données, les équations d'allométrie reliant le nombre de branchiospines à la longueur totale. La relation entre le nombre de branchiospines supérieures et le nombre de branchiospines inférieures est calculée par la méthode des moindres rectangles.

LT	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	315
n	2	3	7	4	6	11	11	35	28	29	21	29	40	54	61	54	61
Br.	mo. 40,00	44,00	43,57	44,50	44,00	44,45	45,18	45,05	45,25	45,86	46,14	46,31	47,35	48,18	48,49	49,03	45,77
	σ	-	1,270	-	1,789	1,968	1,601	1,830	1,456	1,597	1,389	1,854	1,626	1,638	1,903	1,132	1,499
	fl.m.	-	1,75	-	2,70	2,22	1,71	1,06	0,94	1,02	1,05	1,18	0,88	0,76	0,83	0,52	0,65
	mo. 25,00	27,66	27,57	28,00	28,00	28,54	28,40	28,50	28,86	29,14	29,10	29,75	30,35	30,57	30,85	30,81	
Br. inf.	σ	-	0,787	-	1,095	1,342	1,128	1,168	1,036	1,246	0,964	1,235	1,193	1,168	1,271	0,877	0,975
	fl.m.	-	1,08	-	1,65	1,43	1,20	0,67	0,67	0,79	0,73	0,79	0,64	0,54	0,55	0,41	0,42
	mo. 15,00	16,33	16,00	16,50	16,00	16,45	16,63	16,65	16,75	17,00	17,00	17,20	17,60	17,83	17,91	18,18	17,95
Br. sup	σ	-	0,577	-	1,095	0,688	0,674	0,802	0,646	0,535	0,632	0,773	0,671	0,771	0,822	0,517	0,740
	fl.m.	-	0,79	-	1,65	0,73	0,72	0,46	0,42	0,34	0,48	0,49	0,36	0,36	0,36	0,24	0,32

LT	325	335	345	355	365	375	385	395	405	415	425	435	445	455	465	475	485	495
n	46	73	44	63	53	42	44	41	29	28	16	16	8	6	3	1	1	1
Br.	mo. 49,02	49,14	49,29	49,57	50,94	50,02	50,04	50,00	50,17	50,21	51,00	50,87	50,50	52,00	52,00	52,00	51,00	54,00
	σ	1,453	1,619	1,374	1,500	1,714	1,994	1,880	1,897	1,814	2,043	2,280	1,628	1,669	1,549	-	-	-
	fl.m.	0,73	0,64	0,71	0,64	0,80	1,05	0,97	1,01	1,16	1,32	1,98	1,42	2,13	2,34	-	-	-
	mo. 30,87	31,08	31,02	31,30	31,62	31,59	31,50	31,53	31,65	31,60	32,00	32,18	31,75	32,66	32,66	32,00	32,00	34,00
Br. inf.	σ	0,969	1,037	0,909	1,026	1,164	1,346	1,303	1,286	1,233	1,423	1,505	1,167	1,165	1,366	-	-	-
	fl.m.	0,49	0,41	0,46	0,44	0,54	0,71	0,67	0,69	0,78	0,92	1,31	1,02	1,48	2,06	-	-	-
	mo. 18,15	18,05	18,27	18,26	18,32	18,42	18,54	18,46	18,51	18,60	19,00	18,68	18,75	19,33	19,33	20,00	19,00	20,00
Br. sup	σ	0,698	0,724	0,694	0,723	0,827	0,860	0,761	0,840	0,785	0,786	1,033	0,793	0,886	0,817	-	-	-
	fl.m.	0,35	0,29	0,35	0,31	0,39	0,45	0,39	0,45	0,50	0,51	0,90	0,69	1,13	1,23	-	-	-

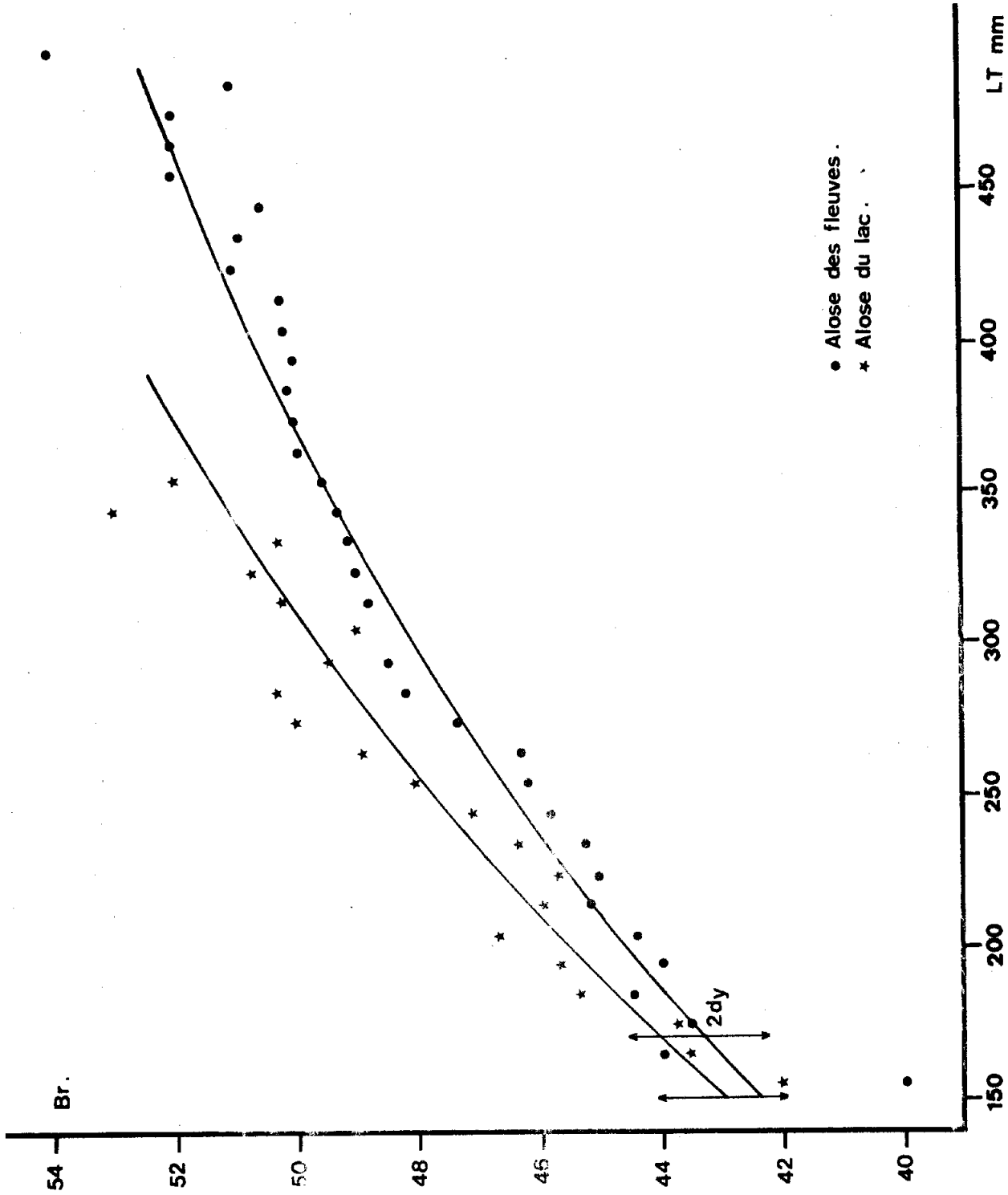
Tabl.13.- Variations du nombre total de branchiospines (Br.), du nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br.inf.) et du nombre de branchiospines sur la partie supérieure (Br.sup.) du premier arc branchial en fonction de la longueur totale (LT (mm), classes de 10 mm) chez l'alose des fleuves. n : effectif ; moy. : moyenne ; σ : écart-type ; fl.m.: fluctuation de la moyenne.

	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255
LT	2	5	11	24	19	16	9	16	20	12	9
n	42,00	43,60	43,73	45,37	45,68	46,69	46,00	45,50	46,00	46,33	46,68
moy.	-	1,140	1,555	1,469	1,204	1,621	1,581	1,265	1,589	1,073	0,833
σ	-	1,92	1,66	1,03	1,96	1,41	1,88	1,10	1,23	1,09	0,99
fl.m.	26,50	27,40	27,64	28,46	28,68	29,25	29,00	28,50	28,85	29,25	29,22
moy.	-	0,894	1,120	1,102	0,885	1,064	1,00	0,730	1,089	0,754	0,441
σ	-	1,51	1,19	0,77	0,70	0,93	1,19	0,63	0,84	0,76	0,52
fl.m.	15,50	16,20	16,08	16,92	17,00	17,44	17,00	17,00	17,15	17,08	17,55
moy.	-	0,447	0,539	0,653	0,666	0,727	0,707	0,632	0,587	0,568	0,527
σ	-	0,75	0,57	0,46	0,53	0,63	0,84	0,55	0,45	0,68	0,63
fl.m.											

	265	275	285	295	305	315	325	335	345	355	365	375	385
LT	7	2	2	11	2	5	2	2	1	1	1	1	1
n	48,28	47,00	49,00	49,45	48,00	50,00	50,50	49,50	53,00	52,00	50,00	50,00	50,00
moy.	1,464	-	-	1,440	-	1,414	-	-	-	-	-	-	-
σ	2,01	-	-	1,53	-	2,38	-	-	-	-	-	-	-
fl.m.	30,43	29,50	30,50	31,00	29,50	31,00	31,00	31,00	34,00	33,00	33,00	33,00	33,00
moy.	1,134	-	-	0,894	-	0,707	-	-	-	-	-	-	-
σ	1,56	-	-	0,95	-	1,19	-	-	-	-	-	-	-
fl.m.	17,71	17,50	18,50	18,45	18,50	19,00	19,00	18,50	19,00	19,00	19,00	19,00	17
moy.	0,755	-	-	0,688	-	0,707	-	-	-	-	-	-	-
σ	1,04	-	-	0,73	-	1,19	-	-	-	-	-	-	-
fl.m.													

Tabl. 14.- Variations du nombre total de branchiospines (Br.), du nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br.inf.) et du nombre de branchiospines sur la partie supérieure (Br.sup.) du premier arc branchial en fonction de la longueur totale (LT (mm), classes de 10 mm) chez l'aloose du lac. n : effectif ; moy. : moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.





• Alose des fleuves.
* Alose du lac.

Fig.12.- Courbes de régression représentant le nombre total de branchiospines sur le premier arc branchial (Br.) en fonction de la longueur totale (LT mm). 2dy : variabilité de l'ordonnée.

Total des branchiospines (fig.12)

Chez les deux populations d'aloses, le nombre de branchiospines augmente avec la taille. Chez l'alose des fleuves, l'accroissement se fait d'une façon continue, d'abord rapide pour les petites tailles (jusqu'à 250-280 mm), il se réduit par la suite régulièrement à mesure que la taille du poisson devient importante (290-490 mm). Chez l'alose du lac, le ralentissement de l'accroissement du nombre de branchiospines avec la taille est moins net. La distribution du nombre moyen de branchiospines par classes de taille montre que l'augmentation se fait en dents de scie déterminant ainsi des points de discontinuité vraisemblablement dus à la faiblesse de l'effectif de certaines classes de taille. Les équations reliant le nombre de branchiospines à la longueur totale sont pour :

$$\begin{aligned} \text{alose des fleuves: Br} &= 17,042 \text{ LT}^{0,182} \\ \text{alose du lac} &: \text{Br} = 15,027 \text{ LT}^{0,209} \end{aligned}$$

Ces équations diffèrent significativement par la pente. Quelle que soit la classe de taille considérée, le nombre moyen de branchiospines est toujours plus élevé chez l'alose du lac. Les nombres extrêmes observés lors du comptage sont 39-56 pour l'alose des fleuves et 41-53 pour l'alose du lac.

Branchiospines inférieures (fig.13)

Comme pour le nombre total, le nombre de branchiospines inférieures croît avec la taille chez les deux populations d'aloses. Nous retrouvons les mêmes points de discontinuité signalés plus haut chez l'alose du lac. Les équations d'allométrie s'écrivent :

$$\begin{aligned} \text{alose des fleuves: Br. inf.} &= 10,689 \text{ LT}^{0,182} \\ \text{alose du lac} &: \text{Br. inf.} = 9,550 \text{ LT}^{0,207} \end{aligned}$$

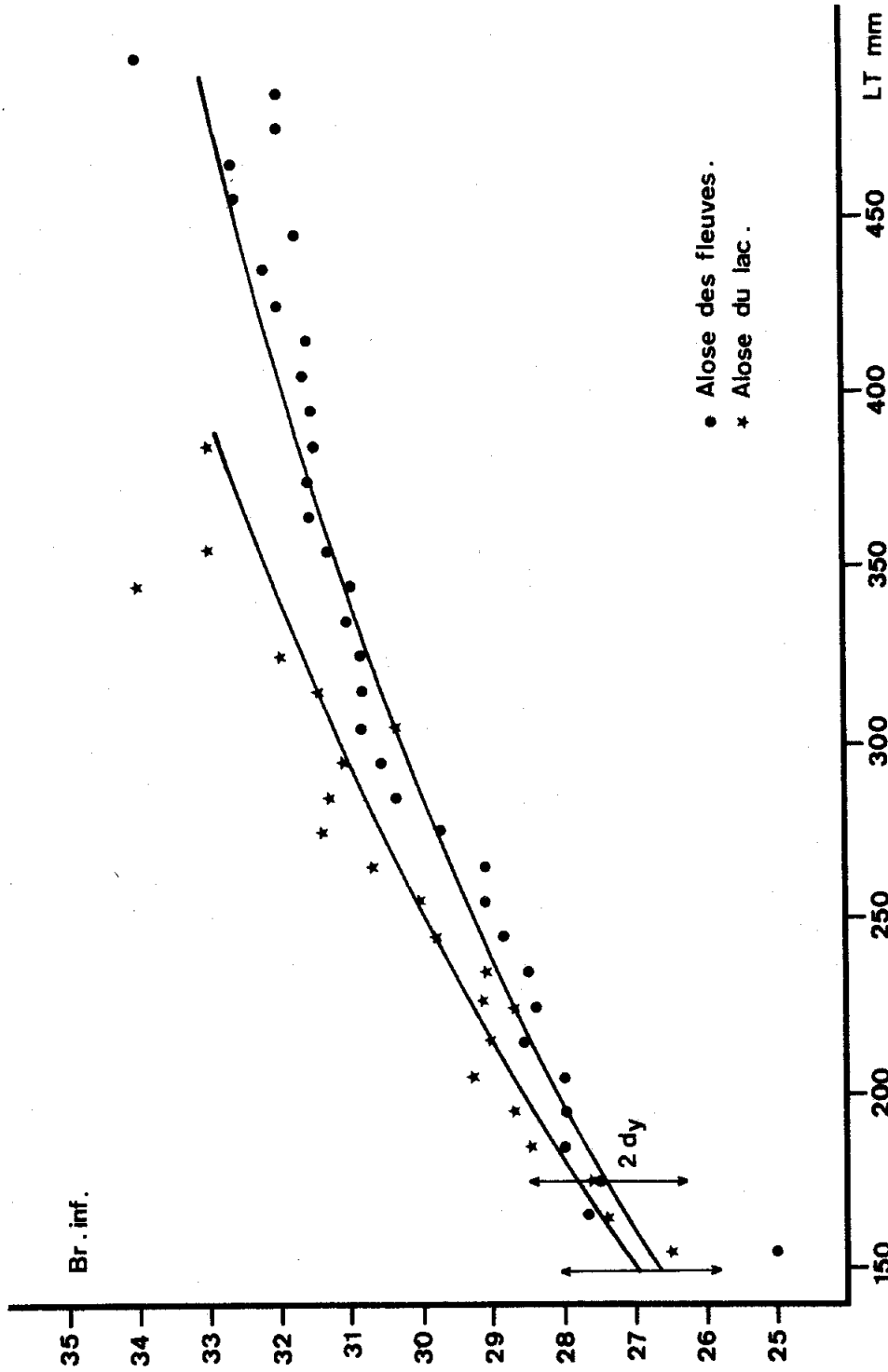


Fig.13.- Courbes de régression représentant le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT mm). 2dy : variabilité de l'ordonnée.

Leur comparaison ne met pas en évidence une différence au niveau de la pente, quoique le coefficient de régression soit plus grand chez l'aloise du lac. En revanche, la différence de position est significative ; ce qui confirme le fait que le nombre moyen de branchiospines par classe de taille est plus élevé chez l'aloise du lac.

Branchiospines supérieures (fig.14)

Là aussi, nous retrouvons le même schéma d'évolution du nombre de branchiospines en fonction de la taille, avec un accroissement relatif plus rapide et un nombre plus important chez l'aloise du lac. La comparaison des équations montre une différence significative au niveau des pentes.

$$\begin{array}{l} \text{aloise des fleuves: Br. sup.} = 6,368 \text{ LT}^{0,180} \\ \text{aloise du lac} \quad \quad : \text{ Br. sup.} = 5,471 \text{ LT}^{0,213} \end{array}$$

Relations entre le nombre de branchiospines supérieures et le nombre de branchiospines inférieures (fig.15).

La croissance relative du nombre de branchiospines supérieures par rapport à celui des branchiospines inférieures est minorante chez les deux populations d'aloses :

$$\begin{array}{l} \text{aloise des fleuves: Br.sup.} = 1,186 \text{ Br.inf.}^{0,794} \\ \text{aloise du lac} \quad \quad : \text{ Br.sup.} = 0,948 \text{ Br.inf.}^{0,861} \end{array}$$

L'absence de différence significative au niveau des pentes et des positions permet d'assimiler les deux courbes à une seule et de considérer, par le fait même, que l'évolution du nombre de branchiospines supérieures en fonction du nombre de branchiospines inférieures est identique chez l'aloise des fleuves et celle du lac. Le nombre de branchiospines supérieures correspond, en moyenne, à 59 % de celui des branchiospines inférieures et varie entre 57 et 61 %.

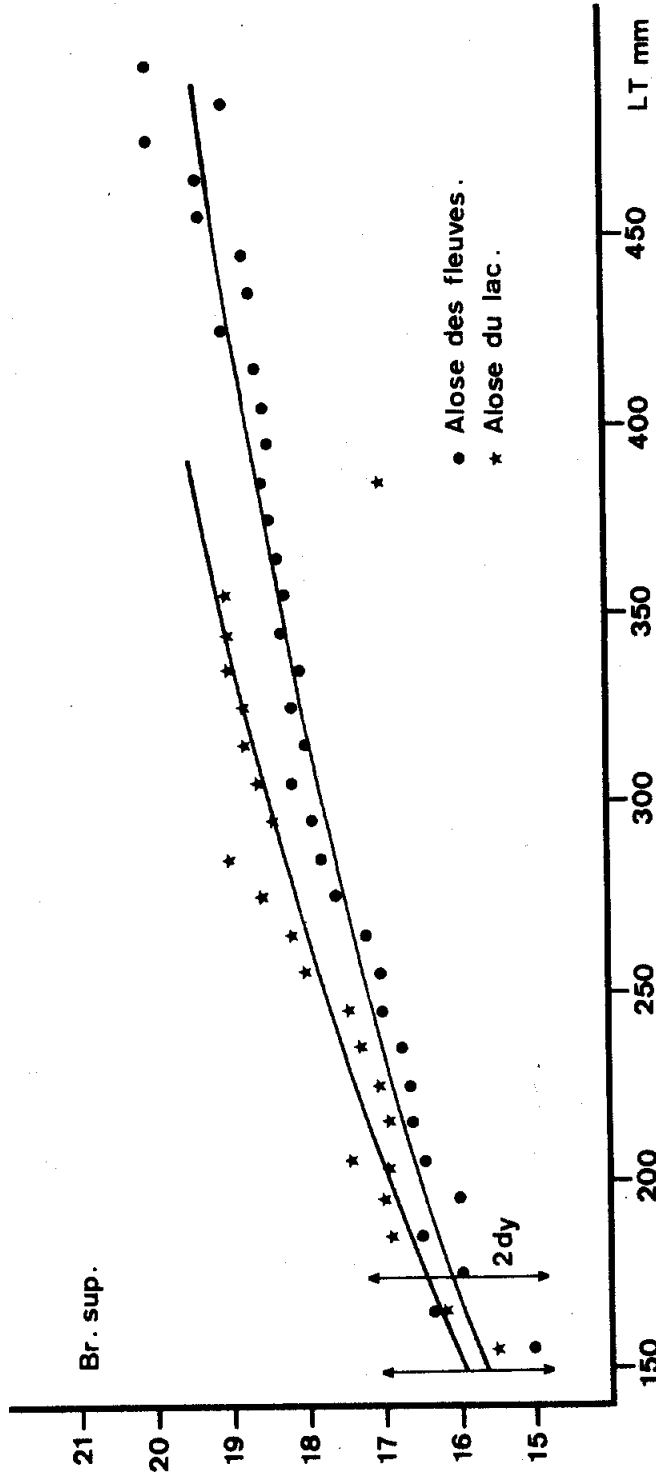


Fig.14.- Courbes de régression représentant le nombre de branchiospines sur la partie supérieure du premier arc branchial (Br.sup.) en fonction de la longueur totale (LT mm). 2dy : variabilité de l'ordonnée.

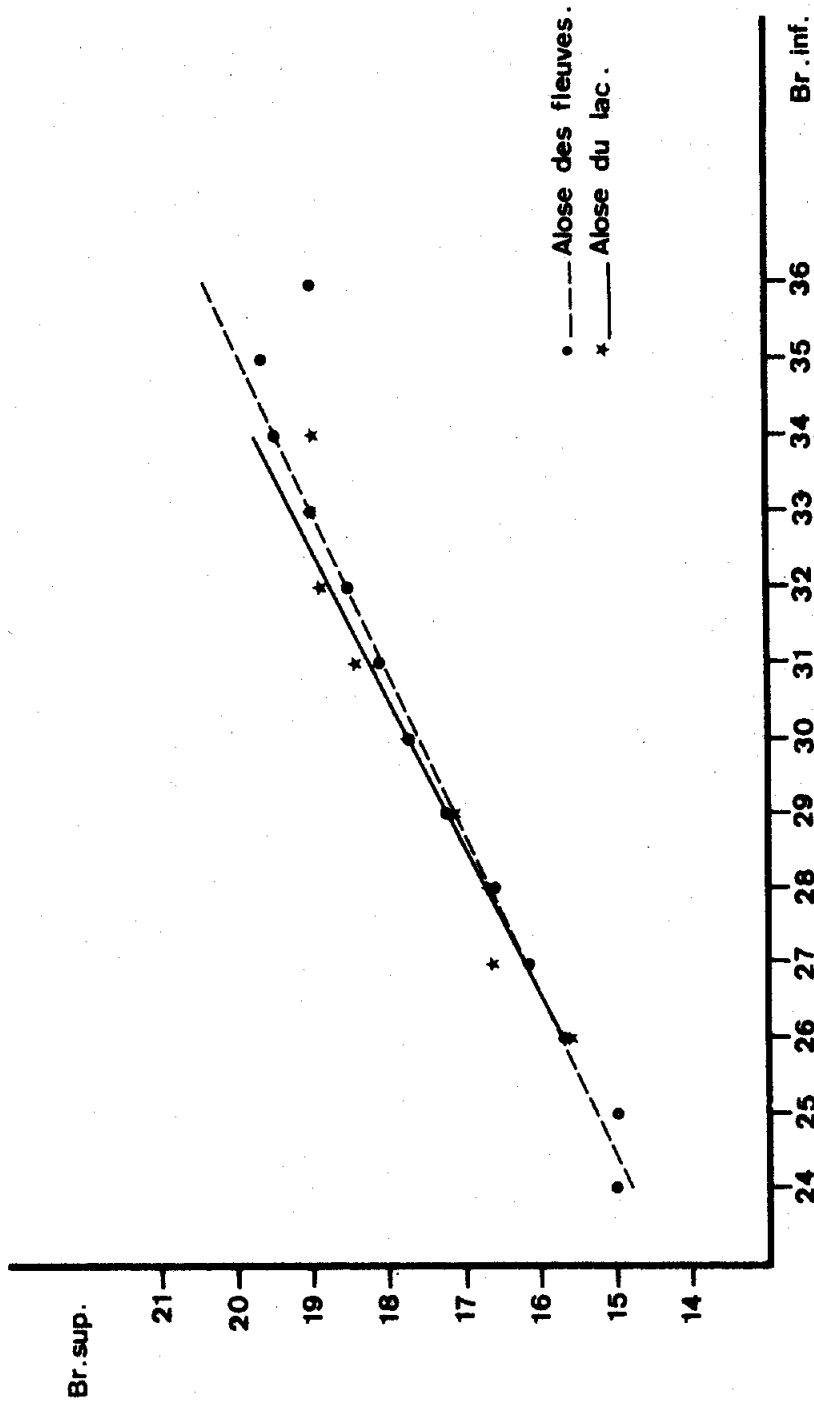


Fig.15.- Relations entre le nombre de branchiospines sur la partie supérieure (Br. sup.) et le nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br. inf.) du premier arc branchial.

Sur les onze caractères numériques étudiés chez les deux populations d'alose, quatre d'entre eux ne présentent pas de différences significatives ; il s'agit du nombre de rayons à la nageoire anale, le nombre total d'écaillés de la carène ventrale, le nombre d'écaillés ventrales pré et postpelviennes. Les sept autres sont significativement différents ; ce sont le nombre de rayons à la nageoire dorsale, le nombre total de vertèbres, le nombre de vertèbres caudales et abdominales, le nombre total de branchiospines, le nombre de branchiospines supérieures et enfin celui des branchiospines inférieures. Pour l'ensemble de ces derniers caractères, le nombre moyen est toujours plus élevé chez l'alose du lac à l'exception du nombre de vertèbres abdominales qui est plus élevé chez l'alose des fleuves.

3- Caractères morphométriques

Relations allométriques (tabl.16, fig.16 et 17)

La croissance relative des caractères métriques pris en considération chez les deux populations d'aloses est étudiée par rapport à la longueur totale, prise comme longueur de référence. Les équations d'allométrie établies par la méthode des moindres rectangles, l'effectif, le coefficient de corrélation, la variabilité de l'ordonnée et les limites de la grandeur de référence sont consignés dans le tableau 16. Les droites correspondantes sont représentées graphiquement par les figures 16 et 17.

La comparaison, deux à deux des différentes relations allométriques montre que pour l'ensemble des caractères, la croissance relative est différente chez les deux populations d'aloses à l'exception de la distance préventrale qui est isométrique dans les deux cas.

La longueur standard et la hauteur du corps subissent une allométrie majorante chez les deux populations

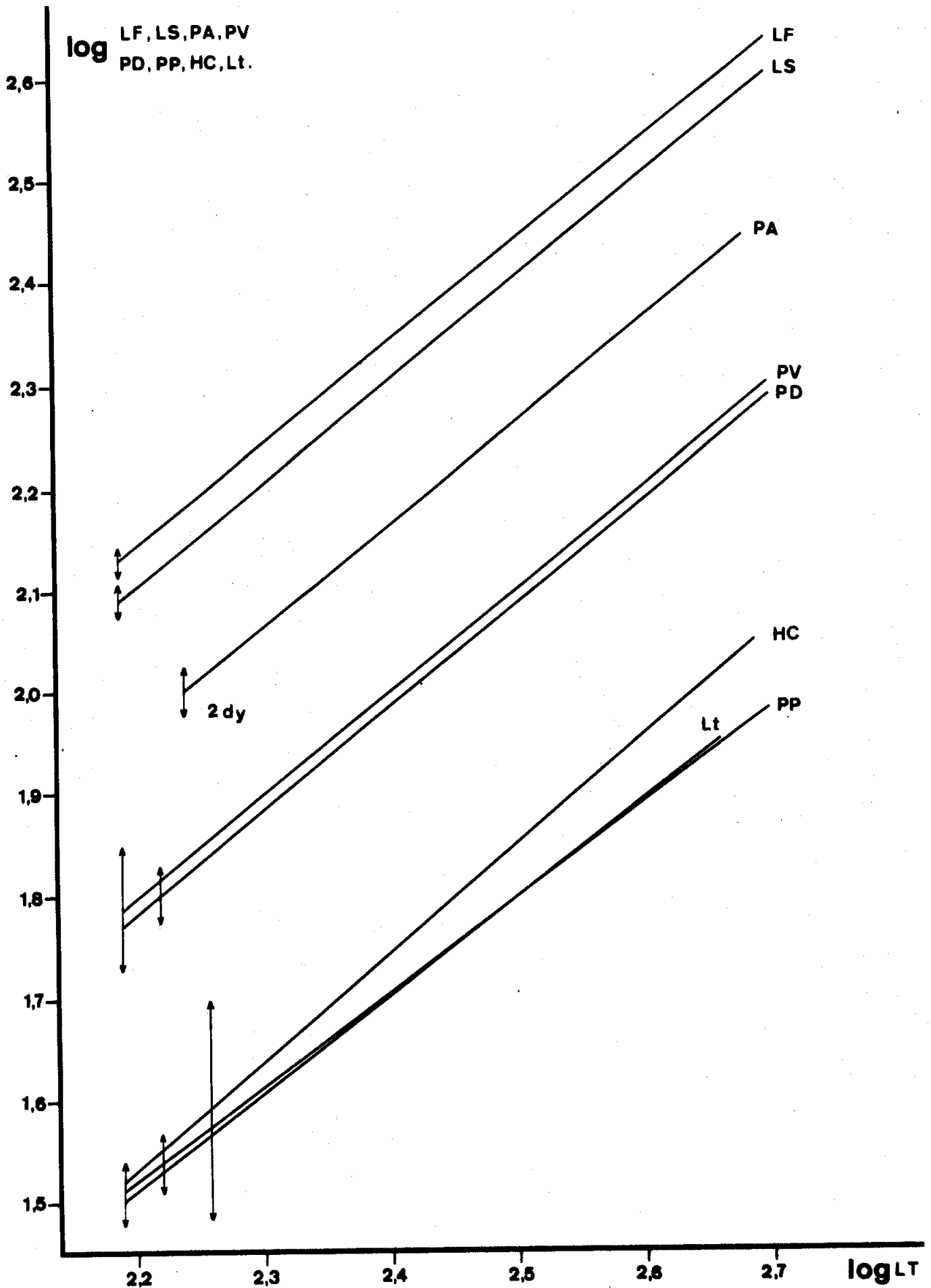


Fig.16.- Relations entre la longueur totale (LT) et les longueurs à la fourche (LF), standard (LS), les distances préanale (PA), préventrale (PV), prédorsale (PD), prépectorale (PP), la hauteur du corps (HC) et la longueur de la tête (Lt) chez l'aloise des fleuves. $2dy$: variabilité de l'ordonnée.

	Equations	n	r	2dy	tpe	tpo
Fleuves	log Br. = 0,18157 log LT + 1,23152	971	0,72387	0,03055	2,18	
Lac	log Br. = 0,20918 log LT + 1,17689	223	0,75916	0,03005	(+)	
Fleuves	log Br. inf. = 0,18247 log LT + 1,02892	971	0,69766	0,03308	1,69	6,29
Lac	log Br. inf. = 0,20695 log LT + 0,97998	223	0,73656	0,03185	(-)	(+)
Fleuves	log Br. sup. = 0,17956 log LT + 0,80400	971	0,65401	0,03669	2,08	
Lac	log Br. sup. = 0,21315 log LT + 0,73808	223	0,69735	0,03671	(+)	
Fleuves	log Br. sup. = 0,79385 log Br. inf. + 0,07403	971	0,75625	0,03170	1,34	1,45
Lac	log Br. sup. = 0,86100 log Br. inf. + 0,02297	223	0,79154	0,03130	(-)	(-)

Tabl.15.- Relations entre le nombre total de branchiospines (Br.), le nombre de branchiospines inférieures (Br.inf.) et le nombre de branchiospines supérieures (Br.sup.) et la longueur totale (LT mm). Relations entre le nombre de branchiospines supérieures (Br.sup.) et le nombre de branchiospines inférieures (Br.inf.). n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée ; tpe et tpo : comparaison des pentes et des positions ; (+) : signification au seuil de 5%.

	Equations	n	r	2dy	t	tpe	tpo
Fleuves	log LF = 0,99578 log LT - 0,05070	817	0,99728	0,01337	155-495	1,64	
Lac	log LF = 0,96858 log LT - 0,01305	111	0,98852	0,02233	155-315	2,24	(+)
Fleuves	log LS = 1,00737 log LT - 0,11615	1167	0,99569	0,01669	155-495	2,69	
Lac	log LS = 1,03409 log LT - 0,17568	235	0,98744	0,02580	155-385	3,18	(+)
Fleuves	log Lt = 0,95514 log LT - 0,59135	1128	0,99323	0,01971	155-495	13,56	
Lac	log Lt = 0,88647 log LT - 0,42749	222	0,98648	0,02284	155-385	11,59	(+)
Fleuves	log HC = 1,05924 log LT - 0,80270	887	0,82267	0,10480	155-495	2,93	2,74
Lac	log HC = 1,28230 log LT - 1,30970	122	0,95065	0,04552	195-385	7,77	(+)
Fleuves	log PP = 0,92419 log LT - 0,51327	286	0,99435	0,02395	155-495	13,02	
Lac	log PP = 0,98902 log LT - 0,66010	86	0,97203	0,03524	155-315	0,43	(+)
Fleuves	log PV = 1,00676 log LT - 0,41861	407	0,96741	0,05698	155-495	0,53	0,11
Lac	log PV = 1,01126 log LT - 0,42232	79	0,98057	0,03098	155-315	0,50	(-)
Fleuves	log PD = 1,01406 log LT - 0,44995	402	0,99362	0,02558	155-495	2,46	2,48
Lac	log PD = 0,96559 log LT - 0,33352	93	0,97845	0,02947	155-315	1,65	(+)
Fleuves	log PA = 1,01800 log LT - 0,28059	407	0,99305	0,02678	175-475	3,02	1,75
Lac	log PA = 0,98257 log LT - 0,18926	89	0,98010	0,02959	155-315	0,83	(-)

Tabl.16.- Relations allométriques entre les longueurs à la fourche (LF), standard (LS), de la tête (Lt), la hauteur du corps (HC), les distances prépectorale (PP), préventrale (PV), prédorsale (PD) et préanale (PA) et la longueur totale (LT) en mm. n.: effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée ; t : valeur du test t et signification de l'écart de la pente par rapport à 1 ; tpe et tpo : comparaison des pentes et des positions ; (+) signification au seuil de 5%.

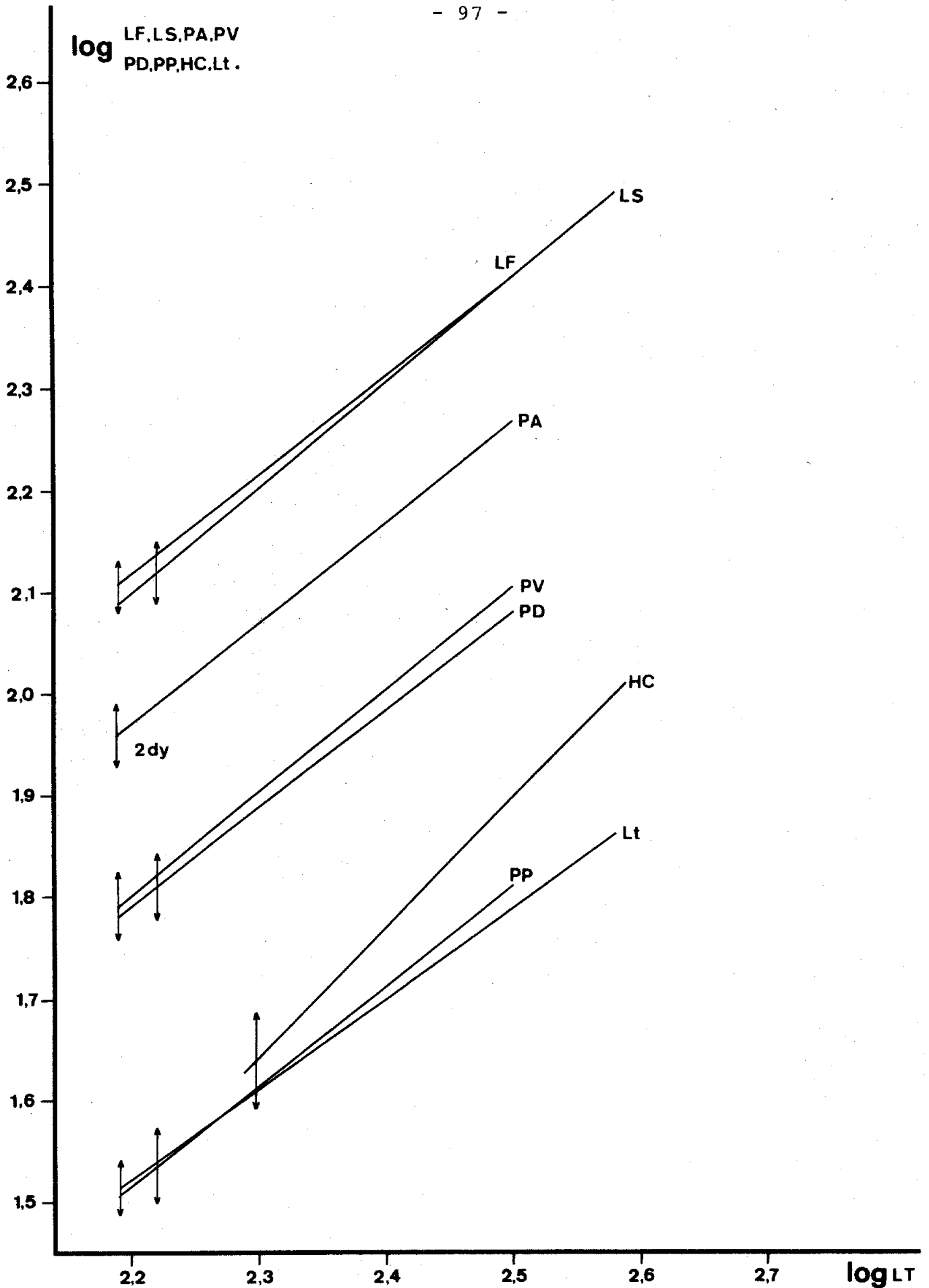


Fig.17.- Relations entre la longueur totale (LT) et les longueurs à la fourche (LF), standard (LS), les distances préanale (PA), préventrale (PV), prédorsale (PD), prépectorale (PP), la hauteur du corps HC et la longueur de la tête (Lt) chez l'aloise du lac. 2dy : variabilité de l'ordonnée.

d'aloses ; elle est faible chez l'alose des fleuves et nettement plus accusée chez celle du lac.

La croissance relative de la longueur à la fourche est isométrique chez l'alose des fleuves et faiblement minorante chez celle du lac.

La longueur de la tête présente une allométrie minorante chez les deux populations d'aloses.

La croissance de la distance prépectorale est isométrique chez l'alose du lac et très minorante chez celle des fleuves.

La croissance relative des distances préanale et prédorsale est pratiquement isométrique chez l'alose du lac et faiblement majorante chez celle des fleuves.

Les divergences mises en évidence entre certains caractères méristiques et morphométriques montrent que les aloses des fleuves et celles du lac correspondent à deux populations bien distinctes. Toutefois, ces divergences ne sont pas suffisamment importantes pour faire de ces populations des races et encore moins des sous-espèces différentes. En effet, l'application du coefficient de Mayr-Linsley-Usinger ou coefficient de différence (GERY, 1962):

$$C.D. = \frac{\text{moy}_1 - \text{moy}_2}{\sigma_1 + \sigma_2}$$

aux caractères méristiques divergents, en particulier, le nombre de rayons à la nageoire dorsale, le nombre total de vertèbres et le nombre de branchiospines pour des longueurs de 235 et 295 mm, indique que les valeurs du C.D. sont toujours inférieures à 0,40 ; or pour que deux populations

soient élevées au rang de races ou de sous-espèces, le C.D. doit être respectivement supérieur à 0,67 et 1,28.

III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO-MEDITERRANEENNES

Dans un travail antérieur (QUIGNARD et KARTAS, 1977), nous avons étudié les caractères numériques des aloses feintes: *Alosa fallax* (Lacepède, 1803) de l'Atlantique nord-est et de la Méditerranée, des fleuves Elbe, Rhin (Allemagne), Garonne, Aude, Rhône (France), Tirso (Sardaigne), Miliane (Tunisie), des lacs Ichkeul (Bizerte, Tunisie) et Oubeira (La Calle, Algérie). Nous avons été amenés à évoquer le cas des aloses yougoslaves qui pénètrent dans les lacs Skadarsko, Bacinsko et la rivière Neretva. Les renseignements se rapportant aux aloses de l'Elbe et du Tirso sont extraits respectivement des travaux de HASS (1965) et de COTTIGLIA (1963 et 1970); pour le Rhin, nous avons utilisé les nombres fournis par HOEK (1900) auxquels nous avons ajouté nos propres données en ce qui concerne les branchiospines. Enfin, pour l'Adriatique nous avons reproduit, en les adaptant, certaines données élaborées par VUKOVIC (1961).

Nous présentons dans les paragraphes ci-dessous les principaux résultats que nous avons obtenus.

Quant aux caractères morphométriques, leur analyse ne sera pas envisagée à cause de la grande disparité des données que fournit la littérature.

Caractères méristiques

Nombre de rayons aux nageoires

Nageoire dorsale (tabl.17, fig.18)

Il est difficile de tenir compte des valeurs données par HOEK (1900) et COTTIGLIA (1963a) respectivement

	Nombre de Rayons à la Nageoire Dorsale								
	17	18	19	20	21	n	moy.	σ	fl.m.
Garonne	4	44	64	9		121	18,645	0,669	0,206
Aude		7	24	18	3	52	19,327	0,785	0,371
Rhône		12	64	44	3	123	19,309	0,679	0,207
Ichkeul		3	54	55	11	123	19,602	0,686	0,209
Miliane		27	114	54	4	199	19,176	0,677	0,162
Oubeira		2	6	2	1	11	19,182	0,874	0,932

Tabl.17.- Variations du nombre de rayons à la nageoire dorsale de l'alose dans différentes régions. n : effectif ; moy. : moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

	Nombre de Rayons à la Nageoire Anale											
	18	19	20	21	22	23	24	25	n	moy.	σ	fl.m.
Rhin ●	2	4	15	47	35	6	1	2	112	21,259	1,129	0,361
Garonne	2	4	16	37	48	10	4		121	21,413	1,130	0,348
Aude				5	28	11	6	2	52	22,462	0,959	0,453
Rhône			5	10	61	40	5	2	123	22,293	0,894	0,273
Ichkeul			2	13	28	50	26	4	123	22,788	1,050	0,320
Miliane			2	16	78	73	26	4	199	22,588	0,922	0,221
Oubeira				1	3	6	1		11	22,636	0,809	0,863

Tabl.18.- Variations du nombre de rayons à la nageoire anale de l'alose dans différentes régions (● : données de HOEK, 1900). n : effectif ; moy. : moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

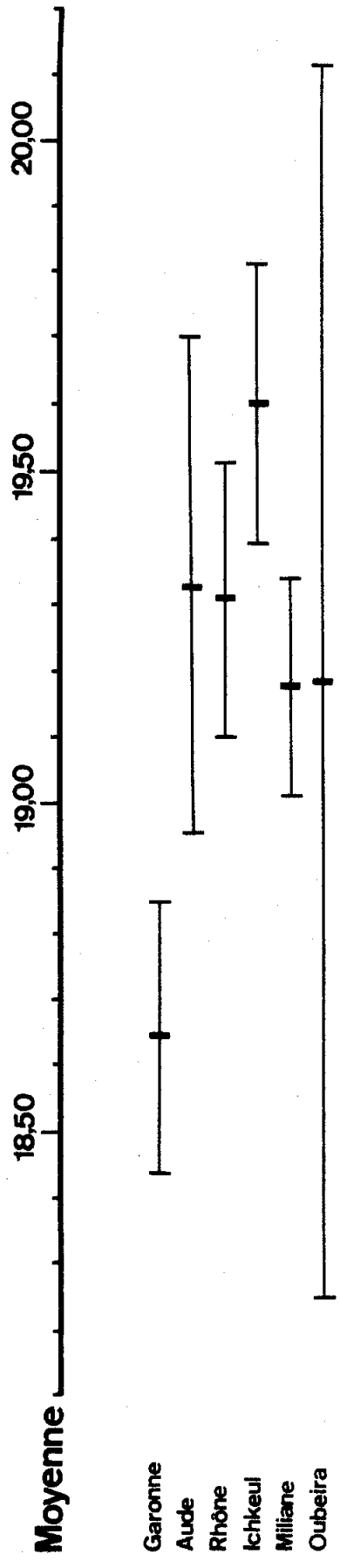


Fig.18.- Fluctuations de la moyenne du nombre de rayons à la nageoire dorsale de l'aloise dans différentes régions.

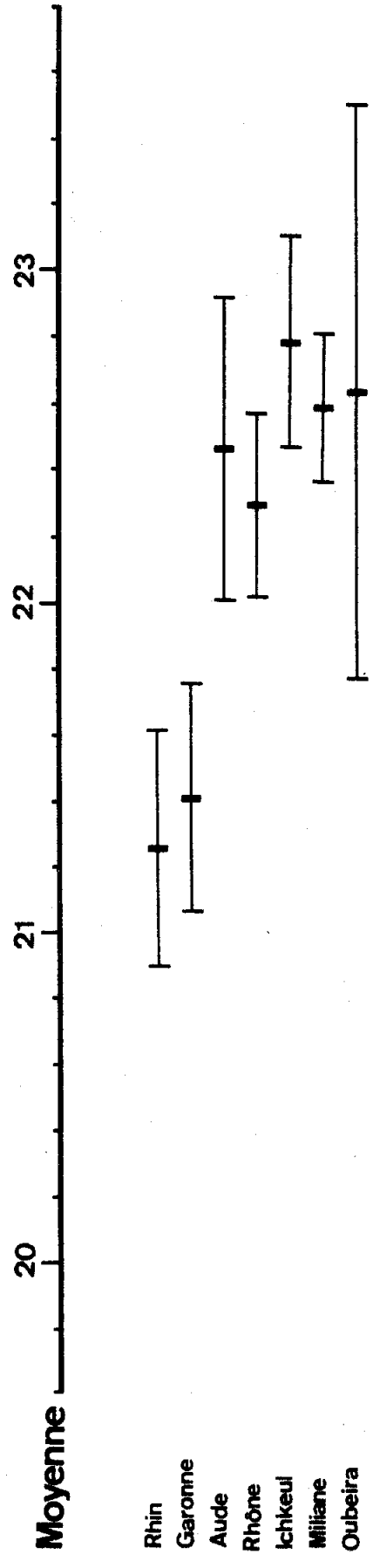


Fig.19.- Fluctuations de la moyenne du nombre de rayons à la nageoire anale de l'aloise dans différentes régions.

	Nombre de Vertèbres Abdominales										n	moy.	σ	fl.m.
	14	15	16	17	18	19	20							
Garonne	1	1	7	31	52	13				105	17,628	0,891	0,295	
Aude			1	16	27	6				50	17,760	0,687	0,331	
Rhône			5	27	69	20	2				123	17,894	0,777	0,237
Ichkeul	2		42	70	8				122	16,688	0,618	0,189		
Miliane	3		42	103	47	3				198	17,025	0,757	0,182	
	Nombre de Vertèbres Caudales									n	moy.	σ	fl.m.	
	35	36	37	38	39	40	41	42						
Garonne	2	4	9	39	40	10	1			105	38,390	1,087	0,359	
Aude				8	18	20	4			50	39,400	0,857	0,413	
Rhône			4	17	49	46	7			123	39,284	0,892	0,272	
Ichkeul			14	43	44	20	1			122	38,598	0,924	0,283	
Miliane	11		57	80	43	7			198	37,889	0,928	0,223		
	Nombre total de Vertèbres										n	moy.	σ	fl.m.
	51	52	53	54	55	56	57	58	59					
Rhin ●	1		5	24	64	16	2			112	54,848	0,819	0,262	
Garonne	3	1	2	2	13	45	35	4			105	56,009	1,319	0,436
Aude						5	32	13			50	57,160	0,584	0,281
Rhône				1	1	14	67	37	3		123	57,195	0,764	0,233
Ichkeul				14	64	39	5			122	55,287	0,721	0,221	
Miliane			5	37	129	25	2			198	54,909	0,670	0,161	
Oubeira				1	9	1				11	55,000	0,447	0,477	
Neretva *					(49 - 60)					172	57,20	1,27	0,154	
Bacinsko *					(48 - 60)					294	56,75	1,87	0,368	
Skadarsko *					(53 - 60)					131	56,91	1,40	0,414	

Tabl.19.- Variations du nombre de vertèbres de l'aloise dans différentes régions (● : données de HOEK, 1900 ; * : données de VUKOVIC, 1961). n : effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

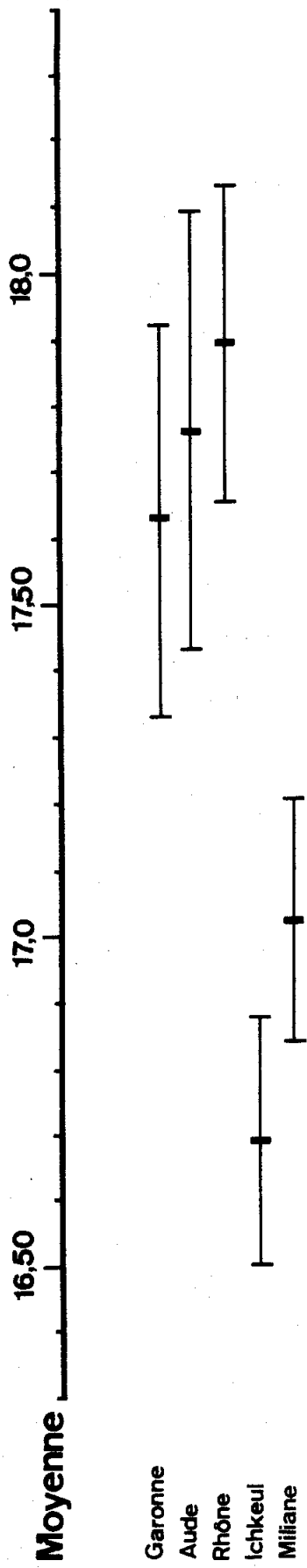


Fig.20.- Fluctuations de la moyenne du nombre de vertèbres abdominales de l'aloise dans différentes régions.

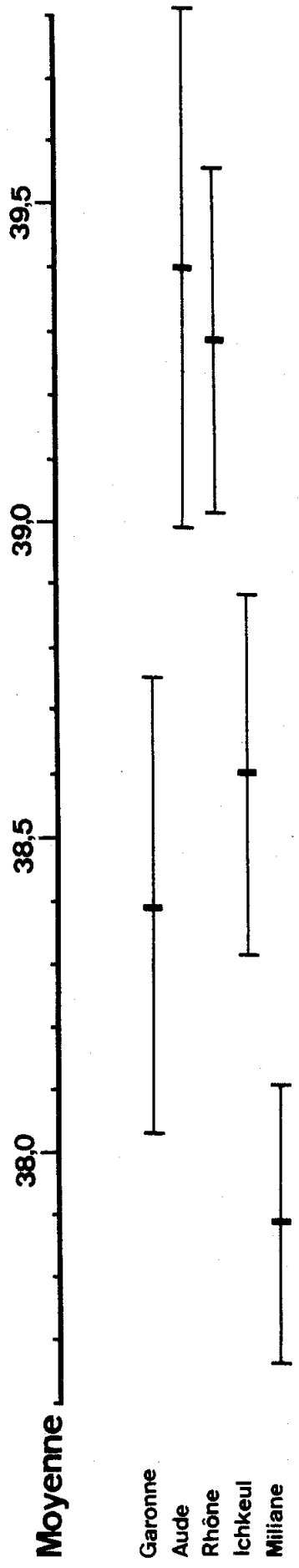


Fig.21.- Fluctuations de la moyenne du nombre de vertèbres caudales de l'aloise dans différentes régions.

pour le Rhin et le Tirso, leur technique de comptage n'est pas équivalente à la nôtre. L'analyse de la variance ne permet pas de considérer les échantillons comme provenant d'une même population ($F = 24,97$). La comparaison, deux à deux, des moyennes montre que les individus de la Garonne se distinguent par leur faible moyenne de ceux de l'ensemble de la Méditerranée. Ces derniers sont, du point de vue de ce caractère, significativement très proches les uns des autres à l'exception des spécimens de l'Ichkeul qui se caractérisent par un nombre élevé. La variation du nombre de rayons à la nageoire dorsale est donc peu importante d'un fleuve à l'autre. Toutefois, mis à part l'Ichkeul, on observe une légère diminution de la moyenne du nord au sud de la Méditerranée occidentale.

Nageoire anale (tabl.18 ; fig.19)

Hormis celui du Tirso qui n'est pas pris en considération, tous les autres échantillons diffèrent significativement ($F = 41,31$). Dans l'ensemble il y a une augmentation latitudinale du nombre des rayons à la nageoire anale du Rhin à l'Ichkeul. Mais les populations peuvent être groupées suivant trois régions distinctes: Atlantique, Méditerranée nord-occidentale et Méditerranée sud-occidentale. Chacun de ces groupes est constitué de populations homogènes et diffère significativement des deux autres.

Nombre de vertèbres (tabl.19 ; fig.20, 21, 22, 23).

L'hétérogénéité des populations que met en évidence le test F porte aussi bien sur le nombre de vertèbres abdominales ($F = 55,18$) que sur celui des vertèbres caudales ($F = 53,77$). Tous les échantillons diffèrent significativement les uns des autres à l'exclusion de ceux du Rhône et de l'Aude pour les deux caractères considérés et de ceux de la Garonne et de l'Aude pour les vertèbres abdominales.

	Nombre d'Ecailles Prépelviennes						n	moy.	σ	fl.m.				
	18	19	20	21	22	23								
Rhin ●	3	5	47	49	8		112	20,482	0,805	0,258				
Garonne	3	17	50	43	8		121	20,297	0,882	0,272				
Aude		2	15	30	5		52	20,731	0,689	0,325				
Rhône	1	10	40	60	12		123	20,585	0,809	0,247				
Ichkeul			6	16	2	1	25	20,920	0,702	0,483				
Miliane		2	7	22	5	2	38	20,947	0,868	0,481				
Oubeira		1	2	6	1	1	11	20,909	1,044	1,113				
	Nombre d'Ecailles Postpelviennes								n	moy.	σ	fl.m.		
	13	14	15	16	17	18	19	20						
Rhin ●		2	14	58	27	10		1	112	16,295	0,926	0,296		
Garonne	3	25	61	29	2	1			121	15,041	0,831	0,256		
Aude		3	18	22	9				52	15,711	0,824	0,389		
Rhône		14	48	42	18	1			123	15,545	0,908	0,277		
Tirso ♦			(12 - 15)						50	14,180	0,620	0,299		
Ichkeul	2	10	10	3					25	14,560	0,820	0,564		
Miliane	5	16	14	3					38	14,395	0,823	0,456		
Oubeira	2	6	3						11	14,091	0,701	0,747		
	Nombre total d'Ecailles										n	moy.	σ	fl.m.
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41				
Rhin ●		2	4	4	33	42	18	8	1		112	36,795	1,267	0,405
Garonne	2	7	21	28	43	17	2	1			121	35,380	1,273	0,392
Aude		1	2	6	17	19	7				52	36,385	1,105	0,522
Rhône		1	14	22	34	35	15	2			123	36,146	1,272	0,388
Tirso ♦				(33 - 38)							50	35,600	1,020	0,491
Ichkeul			1	11	11	2					25	35,560	0,712	0,490
Miliane		1	3	8	11	7	3	1			34	35,970	1,314	0,771
Oubeira			1	6	4						11	35,273	0,647	0,690

Tabl.20.- Variations du nombre d'écailles de la carène ventrale de l'aloise dans différentes régions (● : données de HOEK, 1900) ; ♦ : données de COTTIGLIA, 1963a). n : effectif ; moy. : moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

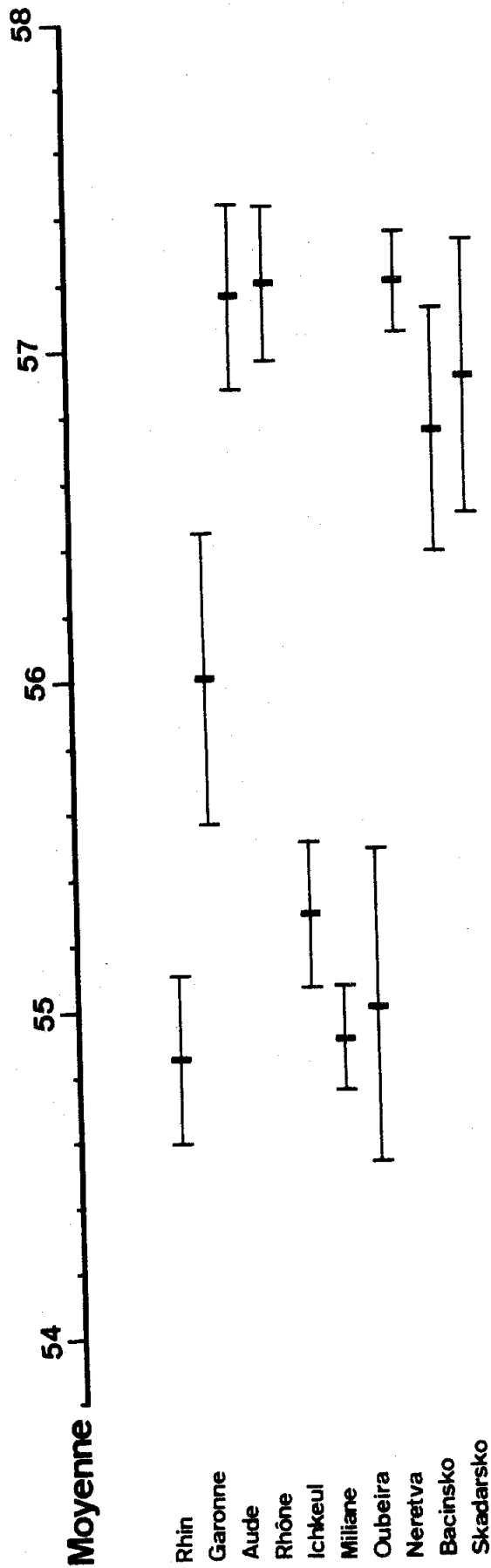


Fig.22.- Fluctuations de la moyenne du nombre total de vertèbres de l'aloise dans différentes régions.

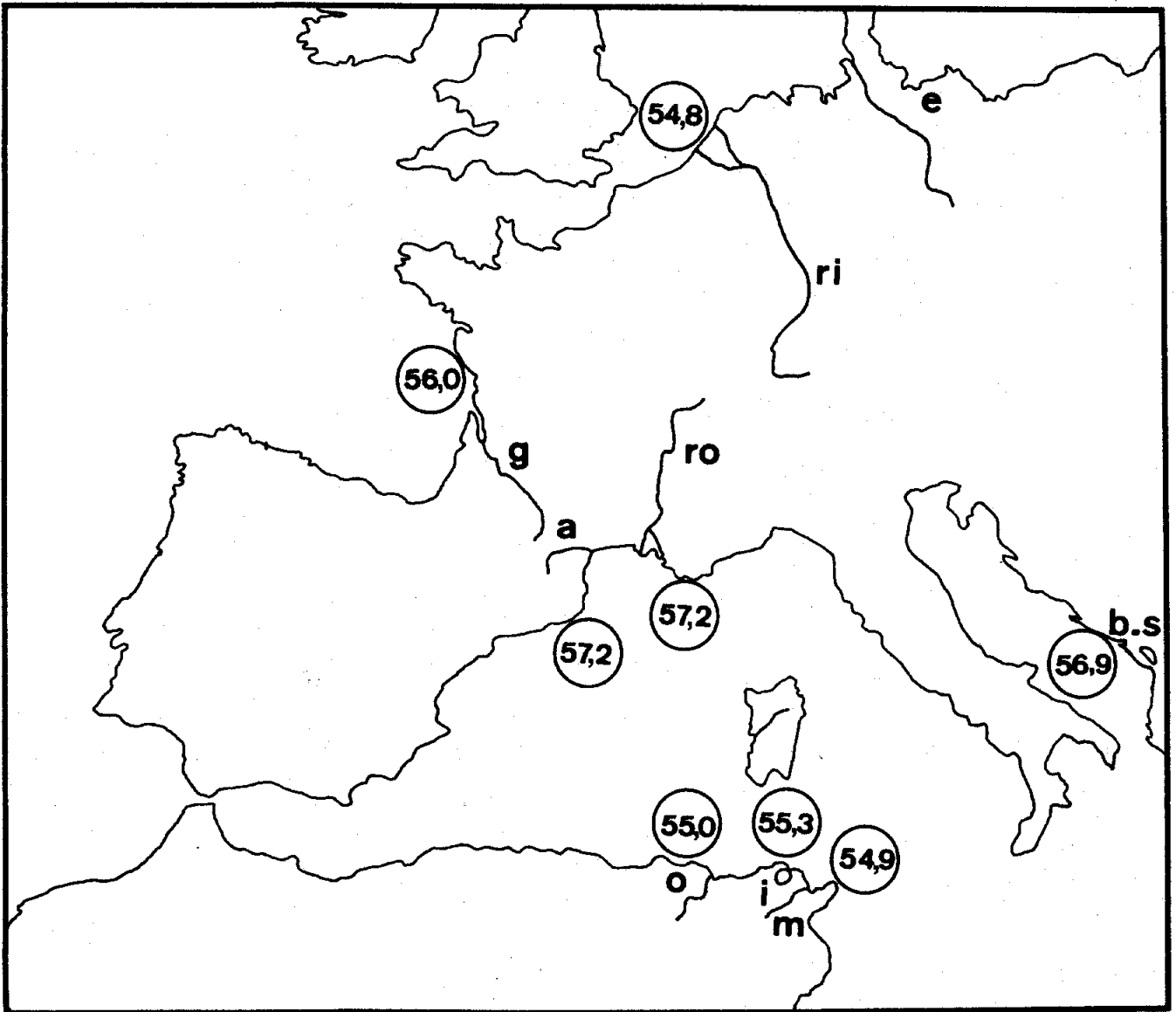


Fig.23.- Moyenne vertébrale de l'aloise des fleuves Rhin (ri), Garonne (g), Aude (a), Rhône (ro), Miliane (m) et des lacs Ichkeul (i), Oubeira (o) et Bacinsko-Skadarsko (b-s).

En ce qui concerne le nombre total de vertèbres, nos observations montrent que la moyenne est maximale dans le secteur nord de la Méditerranée occidentale (Aude, Rhône: 57,2). A partir de cette latitude, elle diminue vers le nord (Garonne: 56, Rhin: 54,8) et en direction du sud (Oubeira: 55, Ichkeul: 55,3 et Miliane: 54,9) si bien que les individus de la mer du Nord et de la Méditerranée sud-occidentale ont des moyennes vertébrales très proches. Le nombre de vertèbres évolue donc latitudinalement mais en sens opposé dans l'Atlantique et la Méditerranée occidentale. Les populations adriatiques présentent des moyennes vertébrales (56,91) très voisines de celles mises en évidence dans la Méditerranée nord-occidentale (fig.23).

Le test F montre nettement que ces moyennes diffèrent significativement de ce qu'on aurait pu attendre du seul hasard de l'échantillonnage ($F = 149$). D'après l'analyse de la variance, les trois échantillons d'Afrique du Nord sont hétérogènes et ne proviennent certainement pas d'une même population ($F = 11,59$). Considérées dans leur ensemble, ces populations maghrébines peuvent constituer un groupe qui s'oppose, d'une part, au groupe Aude-Rhône et, d'autre part, au groupe Rhin-Garonne.

Nombre d'écailles de la carène ventrale (tabl.20; fig.24-25-26)

Que ce soit pour le nombre total d'écailles ou pour ceux des écailles pré ou postpelviennes, l'analyse globale de variance montre l'hétérogénéité de l'ensemble des échantillons (total des écailles: $F = 15,14$; écailles prépelviennes : $F = 5,17$; écailles postpelviennes : $F = 41,22$). Les variations du nombre total d'écailles sont essentiellement dues aux écailles situées dans la portion postpelvienne de la carène. Ces variations permettent de déceler une diminution des moyennes du nord au sud dans l'Atlantique d'une part et dans la Méditerranée occidentale

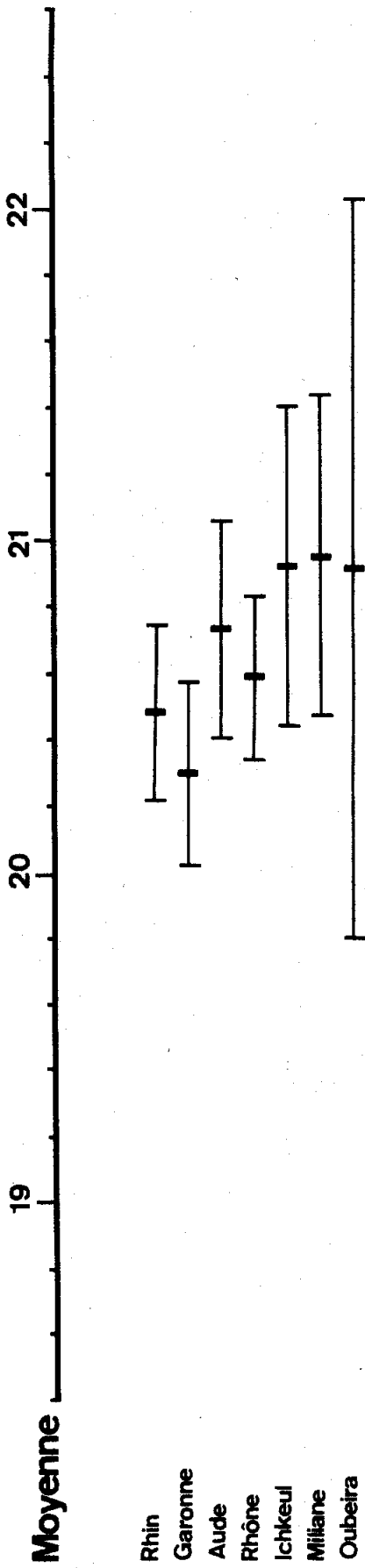


Fig.24.- Fluctuations de la moyenne du nombre d'écaillés prépelviennes de la carène ventrale de l'aloise dans différentes régions.

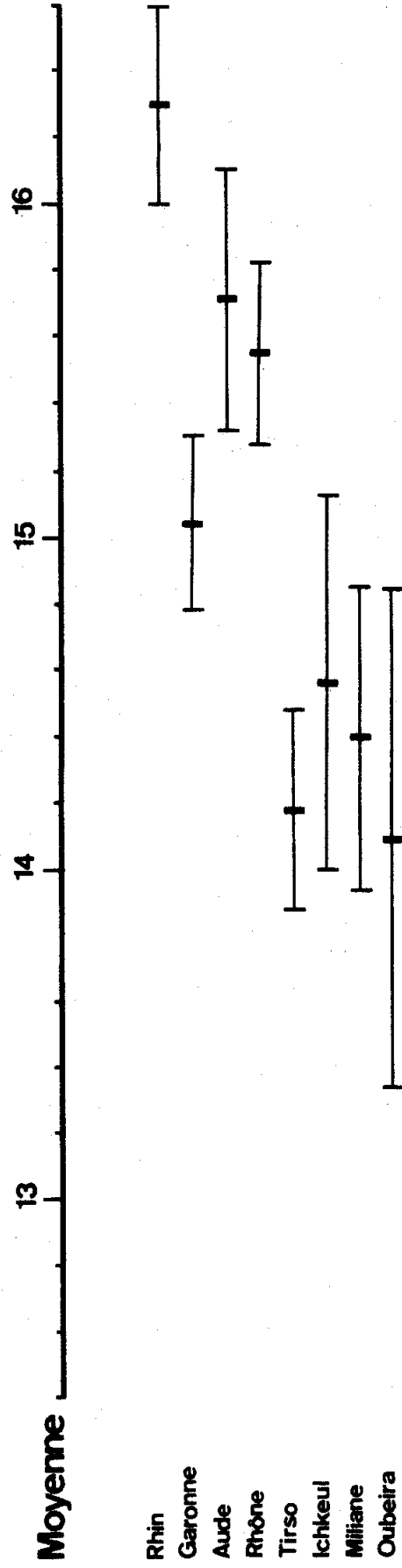


Fig.25.- Fluctuations de la moyenne du nombre d'écaillés postpelviennes de la carène ventrale de l'aloise dans différentes régions.

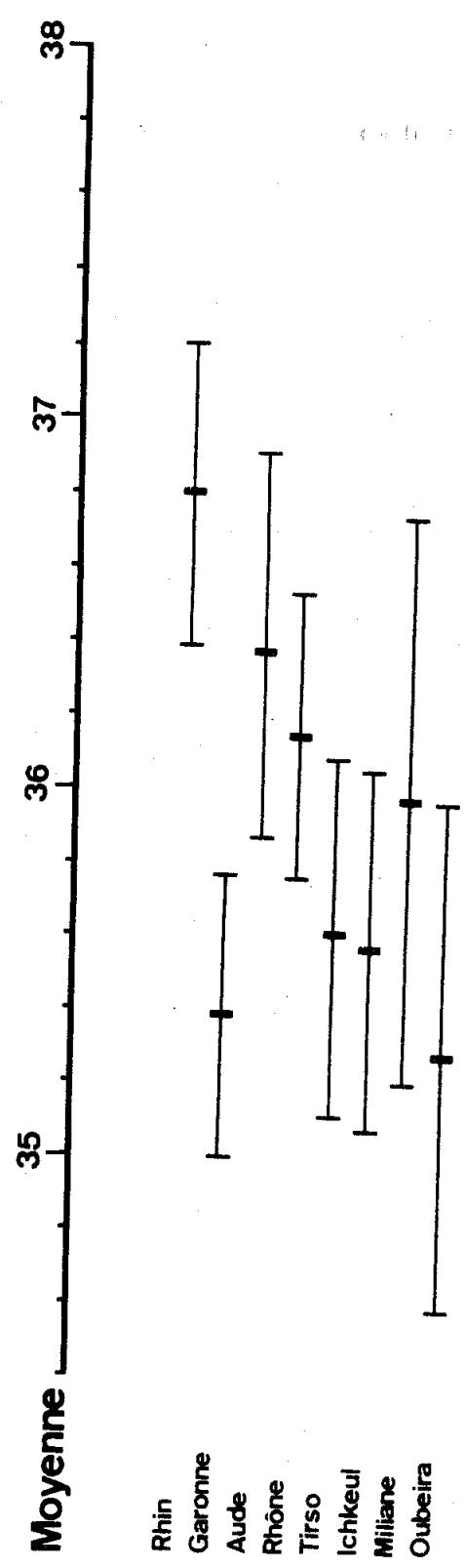


Fig.26.- Fluctuations de la moyenne du nombre total d'écaillés de la carène ventrale de l'aloise dans différentes régions.

d'autre part. Les moyennes du nombre d'écaillés postpelviennes chez les populations de la Méditerranée nord occidentale et de l'Adriatique sont très proches. En effet, d'après VUKOVIC (1961), sur la côte yougoslave, nous avons :

rivière Neretva: moy. = 15,70 ; σ = 0,76 ; n = 76
lac Skadarsko ; moy. = 15,59 ; σ = 0,90 ; n = 379

Nombre de branchiospines (tabl.21, fig.27 à 29)

Il existe pour tous les échantillons, selon leur provenance, une rupture de pente très nette dans la relation taille-nombre de branchiospines entre 20 et 25 cm de longueur totale. Ce point critique correspond sur les côtes françaises à la taille à laquelle les aloses juvéniles s'éloignent des zones d'influence directe des fleuves pour gagner des eaux plus marines.

Les équations décrivant les relations nombre total de branchiospines (Br.) et nombre de branchiospines sur la branche inférieure de l'arc (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT en cm) du poisson sont données dans le tableau 21. Les courbes correspondantes sont représentées par les figures 27 et 28.

Aussi bien pour le nombre total de branchiospines que pour celui présent sur la partie inférieure de l'arc branchial, les spécimens d'Afrique du Nord et, à un degré moindre, ceux de Sardaigne, se distinguent radicalement par la pente et l'ordonnée à l'origine de ceux du nord de la Méditerranée occidentale et de l'océan Atlantique. Quant aux courbes établies d'après les données de VUKOVIC (1961) concernant les aloses de l'Adriatique (rivière Nereta, lac Bacinsko et lac Scadarsko), elles sont semblables par la pente à celle du Rhône mais très différentes par la position.

	Droite de regression	n	r	Limites LT (cm)	Limites Br. ou Br.inf.
Elbe *	Br. = 0,15 LT + 34,10	67	0,61	28 - 51	36 - 44
	Br. = 0,50 LT + 26,50	10	0,90	17 - 25	33 - 38
Rhin	Br. = 0,11 LT + 37,04	33	0,62	32 - 50	38 - 43
	Br.inf. = 0,05 LT + 23,50	33	0,66	32 - 50	24 - 27
Garonne	Br. = 0,14 LT + 36,60	118	0,61	28 - 51	39 - 46
	Br.inf. = 0,07 LT + 23,84	118	0,63	28 - 51	25 - 29
Aude	Br. = 0,29 LT + 24,75	48	0,77	42 - 57	37 - 46
	Br.inf. = 0,19 LT + 15,32	48	0,75	42 - 57	23 - 29
Rhône	Br. = 0,40 LT + 30,36	47	0,62	14 - 21	33 - 40
	Br.inf. = 0,20 LT + 19,95	47	0,70	14 - 21	21 - 25
	Br. = 0,06 LT + 36,65	147	0,64	25 - 60	35 - 43
	Br.inf. = 0,02 LT + 23,77	147	0,30	25 - 60	21 - 28
Tirso ♦	Br. = 0,47 LT + 26,89	45	0,82	11 - 24	31 - 39
	Br.inf. = 0,27 LT + 17,53	45	0,80	11 - 24	20 - 25
Ichkeul	Br. = 0,26 LT + 35,62	50	0,78	29 - 50	43 - 50
	Br. = 0,90 LT + 22,78	34	0,90	14 - 22	34 - 42
Miliane	Br. = 0,39 LT + 36,98	95	0,88	20 - 38	43 - 52
	Br.inf. = 0,30 LT + 22,01	95	0,92	20 - 38	27 - 33
Oubeira	Br. = 0,40 LT + 36,00	179	0,97	22 - 43	42 - 53
	Br.inf. = 0,20 LT + 23,99	179	0,89	22 - 43	25 - 34
	Br. = 0,85 LT + 26,58	29	0,96	15 - 21	39 - 47
Bacinsko *	Br.inf. = 0,61 LT + 15,59	29	0,90	15 - 21	24 - 29
	Br. = 0,44 LT + 37,47	11	0,85	24 - 37	48 - 54
Skadarsko *	Br.inf. = 0,35 LT + 21,76	11	0,80	24 - 37	31 - 35
	Br. = 0,07 LT + 32,60		0,94	27 - 41	31 - 38
	Br. = 0,03 LT + 34,48		0,83	28 - 42	32 - 40

Tabl.21.- Variations du nombre total de branchiospines (Br.) et du nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br.inf.) du premier arc branchial en fonction de la longueur totale (LT cm) chez l'aloise dans différentes régions (* : données de HASS, 1965 ; ♦ : données de COTTIGLIA, 1963a; * : données de VUKOVIC, 1961). n : effectif ; r : coefficient de corrélation.

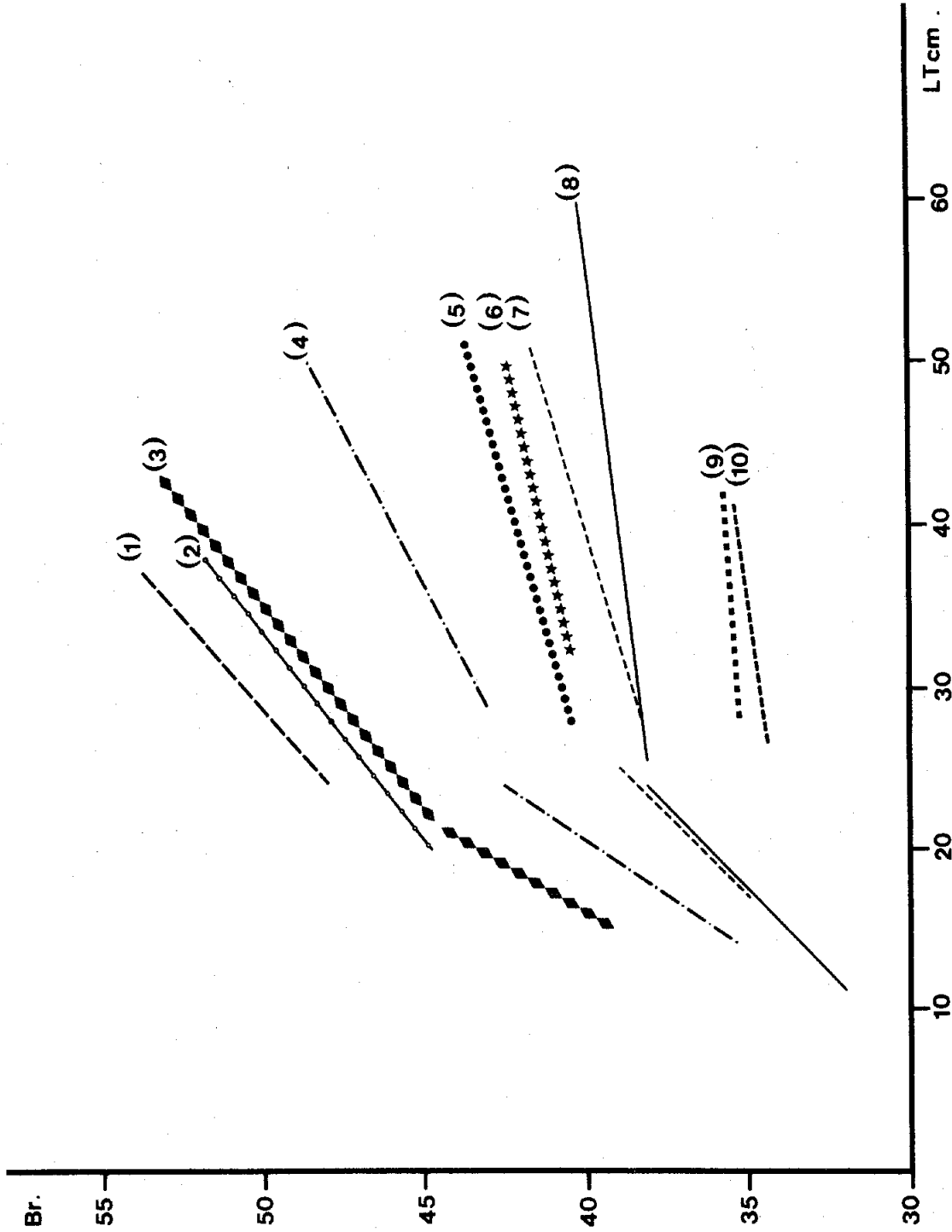


Fig. 27.- Droites de régression représentant le nombre total de branchiospines sur le premier arc branchial (Br.) en fonction de la longueur totale (LT cm). (1) Oubeira ; (2) Ichkeul ; (3) Milliane ; (4) Tirso (d'après COFFIGLIA, 1963a) ; (5) Garonne ; (6) Rhin ; (7) Elbe (d'après HASS, 1965) ; (8) Rhône ; (9) Skadarsko et (10) Bacinsko (d'après VUKOVIC, 1961).

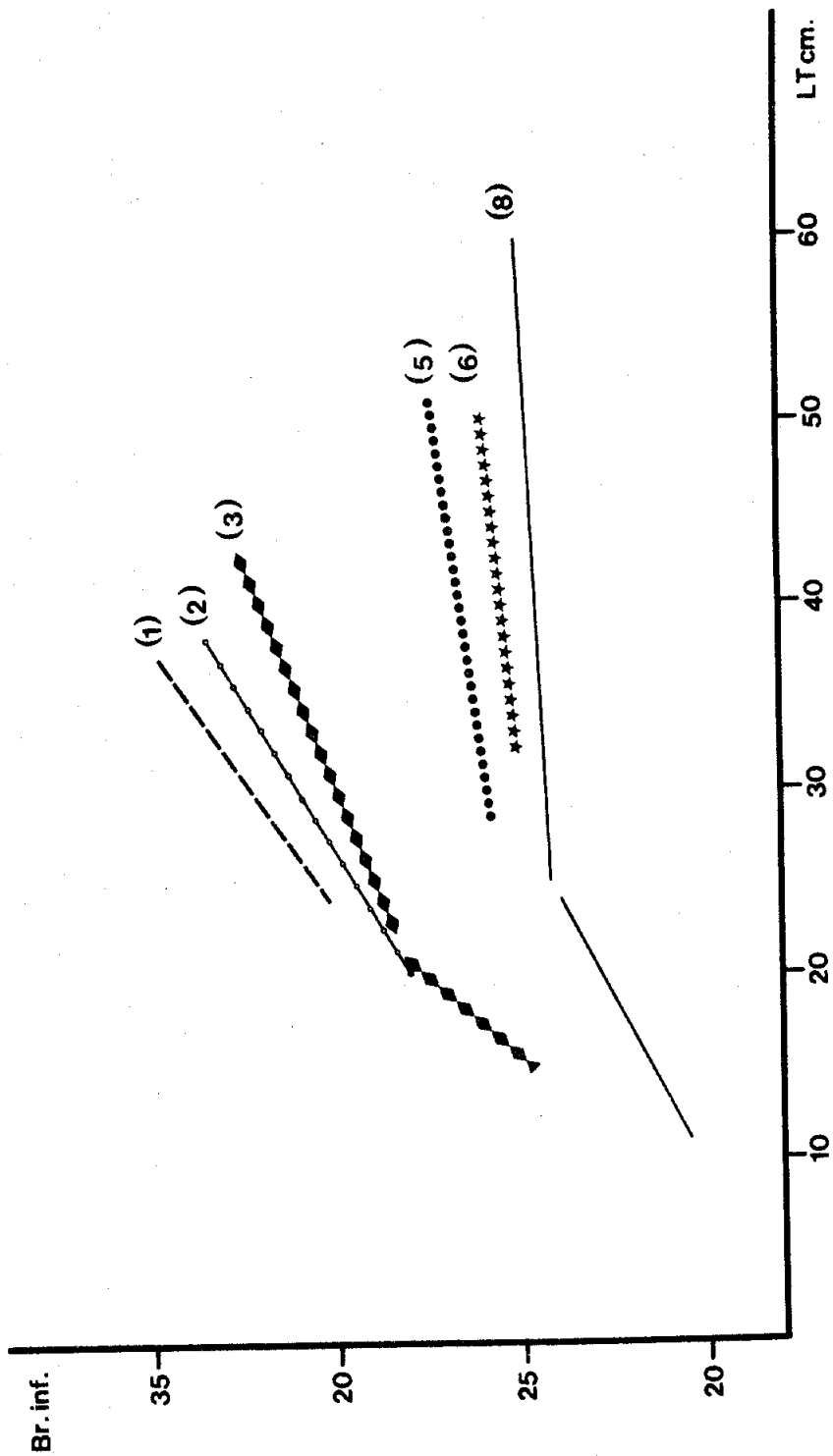


Fig. 28.- Droites de régression représentant le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT cm). (1) Oubeira ; (2) Ichkeul ; (3) Miliane ; (5) Garonne ; (6) Rhin ; (8) Rhône.

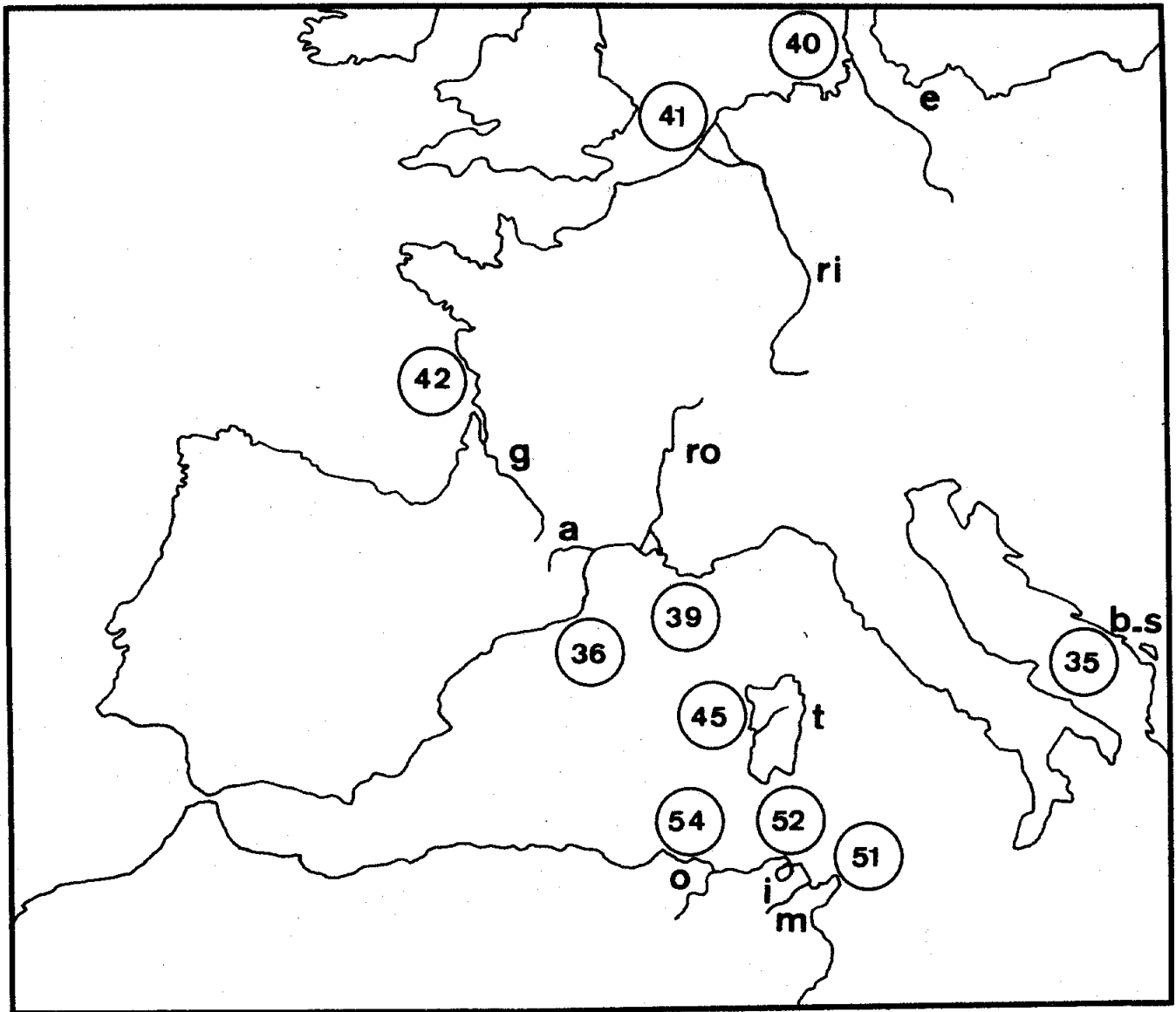


Fig.29.- Nombre total calculé de branchiospines sur le premier arc branchial chez les aloses de 38 cm de longueur totale.(e) Elbe ; (ri) Rhin ; (g) Garonne ; (ro) Rhône ; (t) Tirso ; (m) Miliane ; (i) Ichkeul ; (o) Oubeira et (b-s) Bacinsko-Skadarsko.

Il est à remarquer que la pente de la relation nombre total de branchiospines-longueur totale, correspondant aux aloses adultes de l'Aude, est plus proche de celle du Tirso que du Rhône. Cela peut être dû, en partie, à l'éventail plus restreint des tailles. Par contre, pour les immatures il n'existe pas ou peu de différence entre les échantillons du Rhône et de l'Aude qui s'opposent nettement à ceux du Tirso et d'Afrique du Nord.

L'étude des variations du nombre de branchiospines sur le premier arc branchial en fonction de la longueur totale des poissons de plus de 20 à 25 cm (fig.27) permet de distinguer au moins trois groupes de populations d'aloses feintes :

- Afrique du Nord et (peut-être) Sardaigne
- Atlantique nord-est et Méditerranée nord-occidentale
- Adriatique.

Comme l'indique la figure 29 représentant le nombre calculé de branchiospines sur le premier arc branchial chez les aloses de 38 cm de longueur, il existe une diminution du sud au nord dans l'atlantique et dans la Méditerranée et d'ouest en est dans cette mer.

Dans la littérature, nous trouvons les caractéristiques de quelques spécimens pêchés dans des zones bien précises. Parfois, certains auteurs, à partir de quelques observations très locales, ont décrit des espèces ou sous-espèces d'aloses essentiellement basées sur le nombre de branchiospines. Nous avons replacé dans notre travail (QUIGNARD et KARTAS, 1977) les résultats obtenus par ces auteurs par rapport aux données plus amples que nous avons recueillies nous-mêmes et celles élaborées d'après HOEK (1900), VUKOVIC (1961), COTTIGLIA (1963a) et HASS (1965). Nous ne revenons pas sur

l'analyse que nous avons effectuée. Nous rappelons simplement que, dans chacun des secteurs, les caractéristiques des aloses que nous avons mises en évidence concordent dans l'ensemble avec celles signalées par les auteurs.

IV- CONCLUSION

Tous les caractères numériques étudiés montrent l'hétérogénéité du peuplement en aloses feintes des côtes atlantiques et méditerranéennes. Ceci est principalement dû au fait, comme l'ont démontré COTTIGLIA (1970) en Sardaigne pour *A. fallax* et CARSCADDEN et LEGGETT (1975) pour *A. sapidissima* au Nouveau Brunswick, qu'à chaque fleuve correspond en mer une population bien déterminée.

Les divergences entre les populations sont beaucoup plus importantes dans la Méditerranée occidentale que dans l'Atlantique nord-est, mais ce dernier secteur ne présente pas l'homogénéité que veulent bien lui attribuer certains chercheurs dont COTTIGLIA (1970). En combinant les diverses caractéristiques numériques, nous pouvons distinguer dans l'Atlantique nord-est et la Méditerranée occidentale trois grands ensembles de population aussi différents les uns des autres: Atlantique nord-est, Méditerranée occidentale nord-est et Afrique du nord méditerranéenne. De plus, il est probable que les populations de l'Adriatique et de la Méditerranée orientale forment un quatrième ensemble.

Il ne nous semble donc pas justifié d'opposer simplement l'Atlantique à la Méditerranée en subdivisant la forme migratrice de l'aloise feinte (*Alosa fallax*) en deux sous-espèces *A. fallax fallax* et *A. fallax nilotica*.

A l'heure actuelle nous rejoignons (QUIGNARD et KARTAS, 1977) les conclusions formulées par DE BUEN (1930) qui reconnaît au sein de l'espèce quatre morphes, qui prennent rang de sous-espèces si l'on accepte les bases sur

lesquelles SVETOVIDOV (1952) s'appuie pour établir *A. fallax fallax* et *A. fallax nilotica*. Ces quatre sous-espèces sont :

Alosa fallax fallax (Lacepède, 1803)

Atlantique nord-est: de la Scandinavie au Maroc

Alosa fallax algeriensis (Regan, 1916)

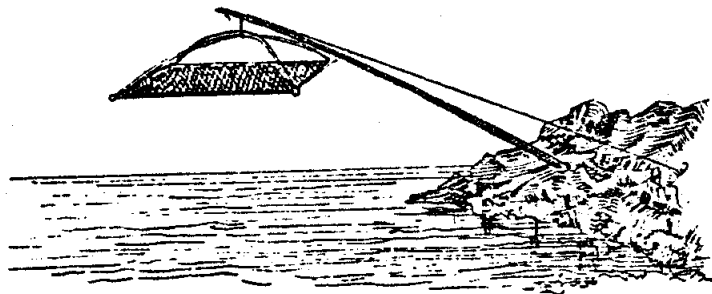
Afrique du Nord méditerranéenne: du Maroc à la Tunisie (Sardaigne ? Sicile ?)

Alosa fallax rhodanensis (Roule, 1924)

Méditerranée occidentale nord-est: France, Italie continentale (Espagne ?)

Alosa fallax nilotica (Geoffroy Saint Hilaire, 1808)

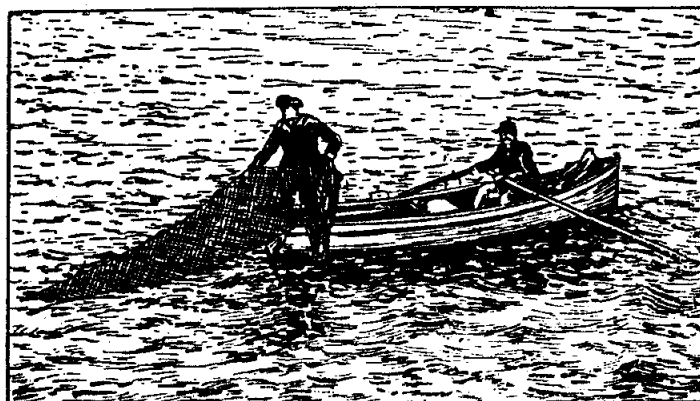
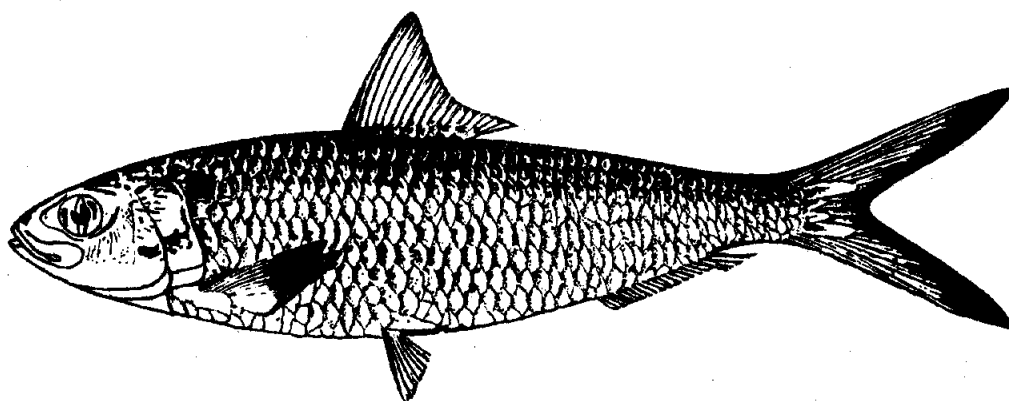
Adriatique, Méditerranée orientale, mer Noire.



Tombe-lève ou Calen.

La Sardinelle plate

Sardinella maderensis (Lowe, 1841)



Reiève d'un filet maillant.

I- INTRODUCTION

Les auteurs ont décrit sur les côtes ouest-africaines et sud-méditerranéennes quatre espèces de sardinelles plates: *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841), *S. eba* (Val., 1847), *S. granigera* Val., 1847 et *S. cameronensis* Regan, 1917. Les principaux caractères distinctifs utilisés sont la hauteur relative du corps et le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial. Malheureusement, ce dernier caractère est sujet à de très grandes variations en fonction de la taille et, pour une taille donnée, d'une région à l'autre et parfois même dans la même région. Les mêmes observations peuvent également être faites pour la hauteur du corps, mais en plus, ce caractère fluctue selon l'état de maturité sexuelle, de réplétion, etc. (LOZANO-REY, 1950). Cet état de fait a conduit les auteurs à donner divers noms aux sardinelles plates et, jusqu'à nos jours, à des chassés-croisés dans la synonymie de ces poissons :

- CHABANAUD et MONOD (1927), CHABANAUD (1934), DIEUZEIDE (1950) et FURNESTIN (1952) confirment la synonymie de *S. granigera* avec *S. maderensis* suggérée par REGAN (1917).
- CHABANAUD et MONOD (1927), FOWLER (1936) et POSTEL (1955, 1960) considèrent *S. maderensis*, *S. eba* et *S. cameronensis* comme des espèces distinctes.
- Pour LOZANO-REY (1947), les quatre sardinelles décrites ne forment qu'une seule et même espèce. L'auteur revient sur cette affirmation en 1950 en distinguant deux espèces différentes : *S. maderensis* et *S. eba*, mettant ainsi en synonymie *S. granigera* avec *S. maderensis* d'une part et *S. cameronensis* avec *S. eba* d'autre part.

- DIEUZEIDE et ROLAND (1957), après avoir rapporté les spécimens examinés en Algérie à *S. maderensis*, se demandent s'ils n'étaient pas en réalité en présence de *S. eba*.
- D'après POSTEL (1959), il y aurait deux grands groupes de sardinelles ; l'un *maderensis*, morphologiquement stable et à tendance sténohaline, totalement absent de la Méditerranée ; l'autre *eba-granigera*, morphologiquement plus malléable et à tendance euryhaline ; chacun de ces groupes pourrait renfermer plusieurs formes géographiques.
- ROSSIGNOL (1959) considère *S. cameronensis* comme une simple forme de *S. eba*.
- MARCHAL (1965a) met en doute l'existence de *S. cameronensis* et admet la présence possible de plusieurs populations différentes de *S. eba* le long de la côte occidentale d'Afrique.
- Actuellement, la tendance générale est de mettre en synonymie les quatre sardinelles plates (BEN TUVIA, 1960b, SVETOVIDOV, 1973b).

En raison de sa distribution très localisée et de sa présence saisonnière dans les zones de pêches, *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841) est restée très longtemps ignorée en Tunisie. HELDT la signale pour la première fois en 1950 dans le golfe de Tunis sous le nom de *S. granigera* Val., 1847. En 1956, POSTEL pêche quelques individus dans le golfe de Gabès qu'il rapporte à *S. eba* (Val., 1847) et, au mois d'août de la même année (POSTEL, 1959), un petit lot devant la plage de Salammbô dans le golfe de Tunis.

Malgré son peu d'importance numérique et pondérale, la population de sardinelles plates de Tunisie présente, d'un point de vue fondamental, un grand intérêt. Elle fait,

en effet, la jonction géographique entre les populations atlantiques et celles de la Méditerranée orientale. De plus, si l'on se remémore les problèmes taxinomiques qui se posent dans l'aire de répartition de l'espèce, on conçoit tout l'avantage qu'il y a à préciser les caractéristiques numériques et morphométriques des sardinelles plates tunisiennes. Les résultats auxquels nous avons abouti et que nous présentons dans les paragraphes ci-dessous, ont fait l'objet de deux publications (QUIGNARD et KARTAS, 1976 b et KARTAS, 1979).

II- CARACTERISTIQUES DES SARDINELLES PLATES TUNISIENNES

1- Distribution des rendements

Malgré une prospection régulière d'un certain nombre de ports tunisiens au cours des années 1974-1977, le matériel que nous avons pu réunir provient exclusivement du golfe de Tunis. Les barques qui pratiquent la pêche côtière ne ramènent, dans leurs filets, que quelques exemplaires de sardinelle plate mélangés aux aloses et aux autres poissons côtiers ; son maximum d'abondance a lieu en avril et mai. Ces concentrations au moment du frai au voisinage des cours d'eau du sud de la Méditerranée ont été souvent mentionnées (DIEUZEIDE, 1950 ; FURNESTIN, 1952).

2- Caractères méristiques

Nombre de rayons aux nageoires (tabl. 22)

Nageoire dorsale

Nous avons dénombré les rayons de la dorsale de 387 individus. Les limites de la variation s'étendent de 18 à 22 ; le mode se situe à 20 et la moyenne est égale à 20,408. Ce caractère est stable au cours des années: même amplitude de variation, même mode et moyennes annuelles statistiquement semblables.

		Nombre de Rayons								
		18	19	20	21	22	n	moy.	σ	fl.m.
Dorsale	1974	1	7	74	69	1	152	20,408	0,6235	0,171
	1975	1	6	80	72	1	160	20,412	0,6080	0,163
	1976		4	37	34		75	20,400	0,5927	0,232
	TOTAL	2	17	191	175	2	387	20,408	0,6097	0,104
Anale	1974	7	32	61	45	9	154	20,110	0,9535	0,260
	1975	5	27	78	49	1	160	20,087	0,7882	0,211
	1976	1	10	45	19		75	20,093	0,6611	0,259
	TOTAL	13	69	184	113	10	389	20,098	0,8346	0,143

Tabl.22.- Variations du nombre de rayons aux nageoires dorsale et anale.
 n: effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

	Nombre de Vertèbres Abdominales								
	13	14	15	16		n	moy.	σ	fl.m.
1974	40	165	7			212	13,844	0,4454	0,103
1975	20	126	11	1		158	13,955	0,4700	0,126
1976	22	170	16			208	13,971	0,4275	0,100
TOTAL	82	461	34	1		578	13,920	0,4490	0,063
	Nombre de Vertèbres Caudales								
	30	31	32	33	34	n	moy.	σ	fl.m.
1974		13	148	49	2	212	32,188	0,5440	0,126
1975	2	15	108	32	1	158	32,094	0,6056	0,163
1976	2	19	148	38	1	208	32,082	0,5715	0,134
TOTAL	4	47	404	119	4	578	32,124	0,5724	0,080
	Nombre total de Vertèbres								
	45	46	47			n	moy.	σ	fl.m.
1974	12	181	19			212	46,033	0,3818	0,088
1975	9	132	17			158	46,050	0,4038	0,108
1976	15	167	26			208	46,053	0,4419	0,103
TOTAL	36	480	62			578	46,045	0,4096	0,057

Tabl.23.- Variations du nombre de vertèbres. n : effectif ; moy.: moyenne ;
 σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

Nageoire anale

389 individus ont servi à l'étude de ce caractère. Les limites de variation sont amples: 18-22. Le mode se situe à 20. La moyenne, égale à 20,098, est stable d'une année à l'autre.

Nombre de vertèbres (tabl. 23)

Nous avons compté les vertèbres de 578 individus.

Vertèbres abdominales

Le nombre moyen est égal à 13,920 avec des limites de variation comprises entre 13 et 16 et un mode situé à 14. La moyenne semble augmenter légèrement de 1974 à 1975. L'analyse de la variance met en évidence une hétérogénéité entre les moyennes des différentes années. Celles obtenues en 1975 et 1976 sont semblables entre elles et diffèrent significativement, toutes deux de celle de 1974.

Vertèbres caudales

Elles varient de 30 à 34. Le mode se situe à 32 et la moyenne est égale à 32,124. Les valeurs annuelles subissent une légère diminution de 1974 à 1976. Mais la comparaison des trois moyennes ne montre pas de différence significative.

Total des vertèbres

L'amplitude de variation est relativement un peu moins étendue que celles des vertèbres caudales et abdominales: 45 à 47 vertèbres avec un mode situé à 46. Les moyennes établies sur les trois ans sont très voisines.

Nombre de branchiospines (tabl. 24 à 30 ; fig. 30 à 34)

Branchiospines inférieures (tabl.24 ; fig.30)

Au cours des années 1974, 1975 et 1976, nous avons dénombré les branchiospines situées sur la partie inférieure du premier arc branchial de 713 spécimens dont la longueur totale varie entre 150 et 260 mm. La moyenne du nombre de branchiospines par classe de taille de 10 mm augmente régulièrement de 91 à 119,4 pour des longueurs allant de 150 à 200 mm. Puis à partir de la classe 200, elle décroît assez rapidement jusqu'à 240 mm (119,4-109,6) pour subir de nouveau une légère augmentation entre 240 et 260 mm (109,6-113,7-112).

Branchiospines supérieures (tabl.24 ; fig.30)

Les 162 spécimens étudiés mesurent entre 150 et 250 mm de long. Le nombre moyen par classe de taille augmente rapidement de 41 à 83,1 pour des longueurs comprises entre 150 et 210 mm. Il subit ensuite une nette diminution au niveau des classes 220 et 230 mm (73,1 br.) suivie d'une augmentation à 250 mm.

Le nombre moyen de branchiospines de la partie inférieure et de celles situées sur la partie supérieure du premier arc branchial évoluent de la même manière en fonction de la longueur totale. Ils présentent un accroissement régulier, mais de moins en moins rapide entre les classes 150 et 200-210 mm, puis une diminution très nette quoique irrégulière au niveau des grandes classes de taille (210-220-260 mm).

Analyse des données

La distribution gaussienne du nombre de branchiospines par rapport à la longueur totale que nous venons d'observer chez la sardinelle du golfe de Tunis est, *a priori*, surprenante si l'on considère que chez les Clupéidés, le nombre de branchiospines croît avec la taille.

	LT	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	
	Br.													
A	1974	n					5	34	29	8	3	1	1	
		moy.					105,8	107,2	107,7	107,6	108	109	112	
	1975	n	1	4	15	24	81	122	116	124	51	5	5	
		moy.	91	104,5	108,5	116,2	117,3	120,2	110,5	110,8	112,2	109,6	114,6	
A	1976	n		3	3	1	3	16	44	12	2			
		moy.		103	108,7	106,0	107,7	111,5	112,5	112,0				
A	Total	n	1	4	18	27	82	130	166	197	71	10	6	1
		moy.	91	104,5	107,5	115,4	117,2	119,4	114,2	110,7	111,5	109,6	113,7	112
B	Total	n	1	2	6	12	42	48	25	13	11	-	2	-
		moy.	41	63,5	59,8	74,3	77,6	80,4	83,1	73,1	73,1	-	80	-

Tabl.24.- Variations du nombre de branchiospines sur la partie inférieure (A) et du nombre de branchiospines sur la partie supérieure (B) du premier arc branchial en fonction de la longueur totale (LT (mm), classes de 10mm). n : effectif ; moy.: nombre moyen de branchiospines (Br.).

LT.	Br.inf.															Total
	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	137	142	147	152	157	
150		1														1
160	1				1	2										4
170		1	1	4	4	2		1	1	1						15
180			3	1	5	4	3	1	3	2		1		1		24
190		1	1	7	26	16	2	5	2	7	4	6	2	1	1	81
200			2	14	20	30	6	6	6	7	8	14	7	2		122
210			4	10	30	30	11	2	4	6	7	3	6	3		116
220		1	6	14	39	38	17	2	1	1	2	1	1	1		124
230		1		7	13	16	9	1	1	-	2	-	1			51
240				1	2	1	-	1								5
250				1			4									5

Tabl.25.- Variations du nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf., classes de 5 unités) en fonction de la longueur totale (LT, classes de 10 mm); données de 1975.

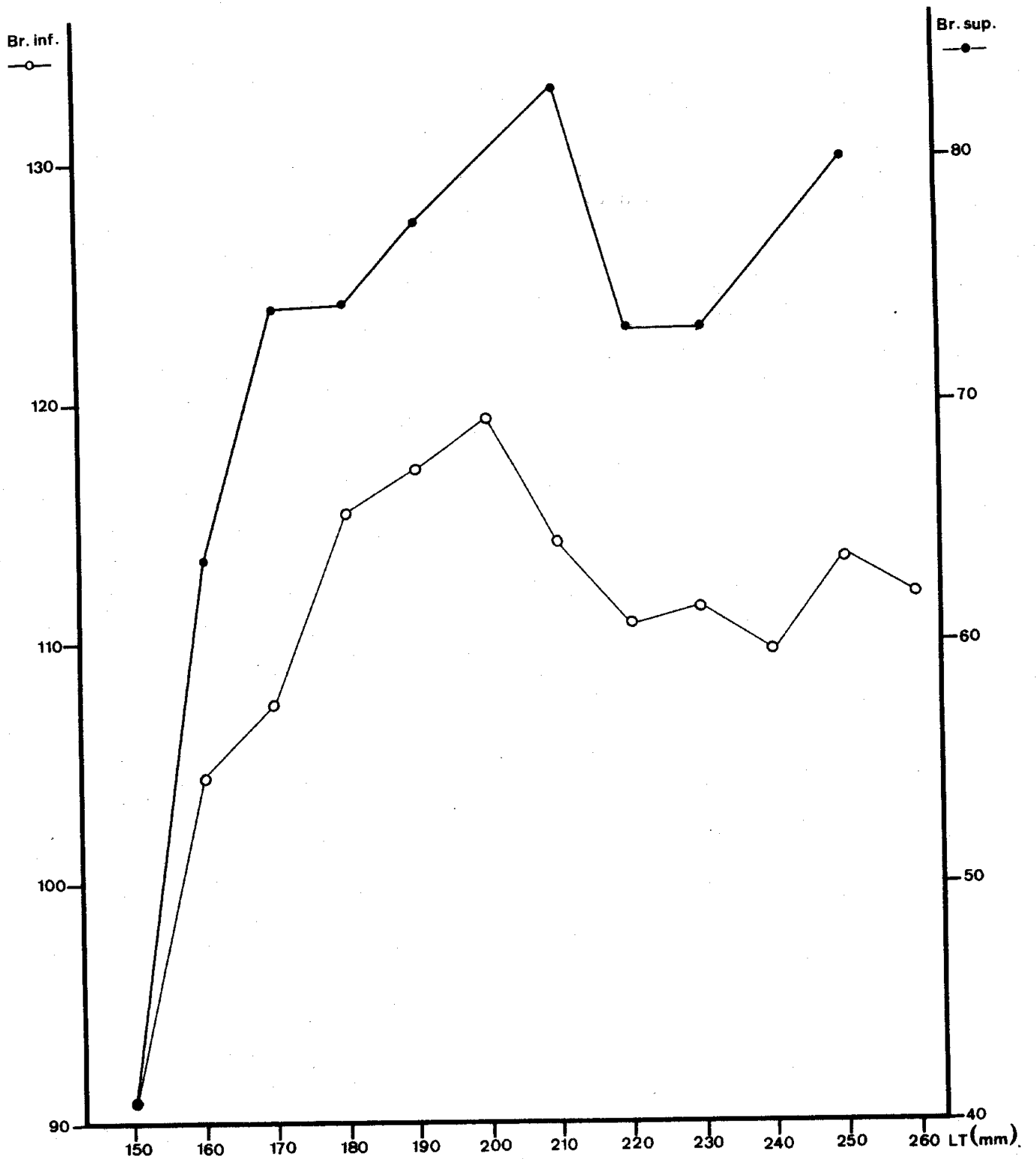


Fig.30.- Variations du nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br.inf.) et du nombre de branchiospines sur la partie supérieure (Br.sup.) du premier arc branchial en fonction de la longueur totale (LT en mm).

Ce phénomène de diminution qui affecte le nombre moyen de branchiospines au niveau des grandes classes de taille a été observé dans d'autres populations.

MARCHAL (1965a), chez la sardinelle de Côte d'Ivoire, remarque, en effet, que le nombre de branchiospines inférieures croît d'abord avec la taille de 33 à 123,2 pour des longueurs comprises entre 40 mm LS (50 LT) et 220 mm LS (275 mm LT) puis, à partir de la classe 230 LS (295 LT) jusqu'à 280 LS (361 LT), il décroît régulièrement pour atteindre le nombre de 111 (fig.39). L'auteur pense que cette diminution pourrait s'expliquer par la faiblesse de l'effectif des grandes classes de taille, mais qu'il n'est pas permis, cependant, de rejeter l'hypothèse d'un mélange de différentes populations.

Le même phénomène s'observe chez la sardinelle d'Egypte. D'après les données de BOTROS *et al.* (1970), le nombre de branchiospines augmente plus ou moins rapidement de 46 à 130,33 pour l'éventail de taille compris entre 50 et 170 mm LT. Puis, entre 200 et 260 mm, il subit une diminution très nette bien qu'irrégulière (fig.39). Là aussi, il n'est pas exclu, quoique les auteurs n'y fassent pas allusion, que la diminution constatée soit due à un mélange de populations différentes.

Nous avons essayé de trouver une explication à ce phénomène paradoxal en analysant les données de chaque année.

Branchiospines inférieures

Au mois d'avril 1974, sur 81 individus de longueur totale comprise entre 200 et 260 mm, seul un poisson de 220 mm a 130 branchiospines. Chez tous les autres, le nombre est beaucoup plus bas et varie entre 90 et 120, avec une moyenne qui oscille autour de 107. Entre toutes les

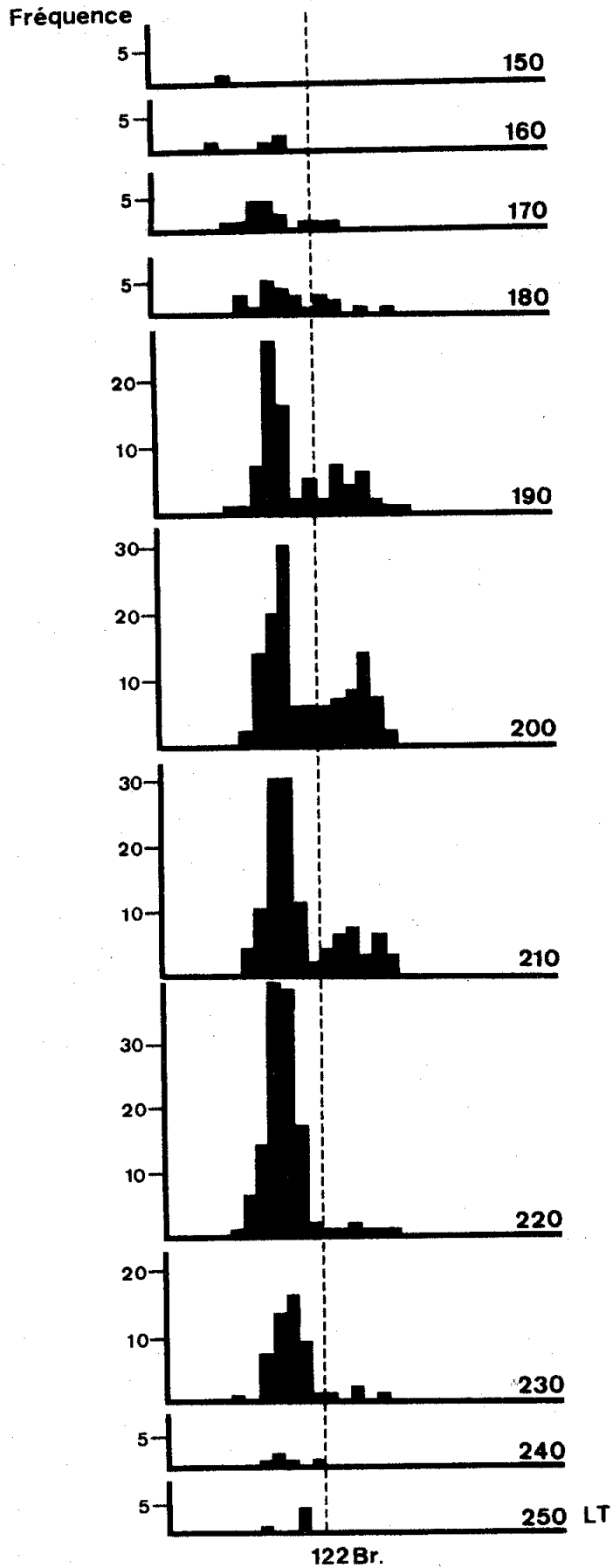


Fig.31.- Histogrammes de fréquence du nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) pour chaque classe de taille (LT en mm).

classes, l'augmentation est à peine sensible et, pour une même classe de taille, la variation du nombre de branchiospines est très grande, d'où un coefficient de régression pratiquement nul. La valeur de 107 branchiospines est extrêmement faible si on la compare à 128,4 moyenne établie d'après les données de POSTEL (1959) à partir d'une étude faite sur 20 poissons pêchés dans le golfe de Tunis en août 1956. Par exemple, pour la même classe 200 mm, la différence entre les deux moyennes (celle d'avril 1974 et août 1956) est de 21 branchiospines.

En 1975, pour 548 spécimens étudiés d'avril à août, la répartition du nombre de branchiospines en fonction de la longueur totale est très confuse et se présente sous forme d'un nuage dû à la grande amplitude de variation du nombre de branchiospines pour une classe de taille donnée. Par contre, si l'on groupe les branchiospines par classes de 5 Br., on constate que, pour chaque classe de taille, la distribution des branchiospines présente toujours deux modes principaux (tabl. 25 ; fig. 31). En effet, pour le total des effectifs des trois classes de taille les mieux représentés (190-200-210) la décomposition de la distribution par la méthode de Bhattacharya ou des différences logarithmiques donne, pour la première composante, une moyenne de 109,5 branchiospines et des limites comprises entre 98,5 et 120,5 et, pour la deuxième, une moyenne de 138 branchiospines et des limites entre 122 et 154. Ainsi, pour les classes considérées, on peut distinguer deux groupes de poissons.

L'analyse des données (tabl.26) montre, d'une part, que les individus à branchiospines nombreuses sont rares au début de la saison de pêche (avril-mai) et qu'ils deviennent progressivement de plus en plus nombreux, atteignant leur maximum à la fin de la période de pêche (juillet-août). D'autre part, la première vague de sardinelles qui arrive au printemps sur la côte est constituée presque exclusivement d'individus à branchiospines peu nombreuses

	1974				1975				1976			
	Br.N		Br.pN		Br.N		Br.pN		Br.N		Br.pN	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
avril	1	1,23	80	98,77	12	7,74	143	92,26				
mai					34	22,22	119	77,78	9	10,71	75	89,28
juin					3	11,11	24	88,88				
juillet					26	54,17	22	45,83				
août					29	43,94	37	56,06				
septembre					27	36,00	48	64,00				
octobre							10	100,00				
novembre							11	100,00				

Tabl.26.- Variations en fonction des mois du nombre de sardinelles plates à branchiospines nombreuses (Br.N) et de celles à branchiospines peu nombreuses (Br.pN). n : nombre ; % : pourcentage.

	LT (mm)	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260
1974	n.						5	34	28	8	3	1	1
	moy.						105,8	107,2	106,9	107,6	108,	109	112
	σ						6,38	5,31	4,79	4,31		-	-
	fl.m.						10,53	3,05	3,04	5,37			
1975	n.	1	3	12	15	53	72	85	117	46	5	5	
	moy.	91	101,7	104,1	107,3	107,8	108,8	109,00	109,10	110,00	109,6	114,6	
	σ	-		5,66	7,24	4,44	4,89	4,69	5,71	5,75	6,88	5,98	
	fl.m.			5,63	6,38	2,03	1,91	1,69	1,75	2,83	11,35	9,87	
1976	n.			3	3	1	3	14	38	11	2		
	moy.			103	108,7	106	107,7	107,3	108,7	108,2	112		
	σ					-		6,33	6,32	7,57	-		
	fl.m.					-		5,79	3,43	7,90			
Total	n.	1	3	15	18	54	80	133	183	65	10	6	1
	moy.	91	101,7	103,9	107,5	107,8	108,5	108,4	108,7	109,4	109,6	113,7	112
	σ	-		5,08	6,80	4,40	4,94	5,08	5,73	5,93	6,33	5,82	-
	fl.m.	-		4,48	5,44	1,99	1,83	1,46	1,40	1,44	6,96	8,59	-

Tabl.27.- Premier groupe de sardinelles à branchiospines peu nombreuses. Variations du nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial en fonction de la longueur totale (LT en mm). n : effectif ; moy.: nombre moyen de branchiospines ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

(les tailles étant équivalentes). Ces constatations expliquent la différence observée par exemple entre nos résultats d'avril (1974) et ceux de POSTEL établis en août (1956), soit quatre mois plus tard. La distribution gaussienne bien évidente en 1975 et 1976 ne provient donc pas du hasard de l'échantillonnage puisque les effectifs des classes au niveau desquelles se produit la diminution sont grands. Elle s'explique en fait, d'une part, par la présence simultanée des deux groupes de poissons et, d'autre part, par le fait que les poissons à branchiospines nombreuses sont proportionnellement peu abondants et par conséquent peu ou pas représentés dans les grandes classes de taille. Ceci nous amène donc à considérer deux groupes de poissons.

Premier groupe de sardinelles à branchiospines peu nombreuses (tabl. 27)

Pour 1974, 80 individus sont répartis en 7 classes allant de 200 à 260 mm. L'augmentation du nombre de branchiospines en fonction de la taille est presque inexistante. Si l'allure générale de la courbe (fig.32) laisse percevoir une légère augmentation, ni l'écart entre les moyennes consécutives, ni la valeur du coefficient de régression ne mettent en évidence une quelconque corrélation entre les deux variables. En fait, nous avons affaire à un nombre réduit de classes de taille renfermant essentiellement de grands individus ayant atteint leur longueur limite et acquis leur nombre définitif de branchiospines.

L'échantillon de 1975 est plus important. Il est constitué de 414 individus répartis en 11 classes. L'examen de la courbe (fig.32) montre un accroissement régulier, mais toujours faible, du nombre de branchiospines avec la taille; le coefficient de régression de l'équation est très faible mais il existe bien une relation entre les deux variables.

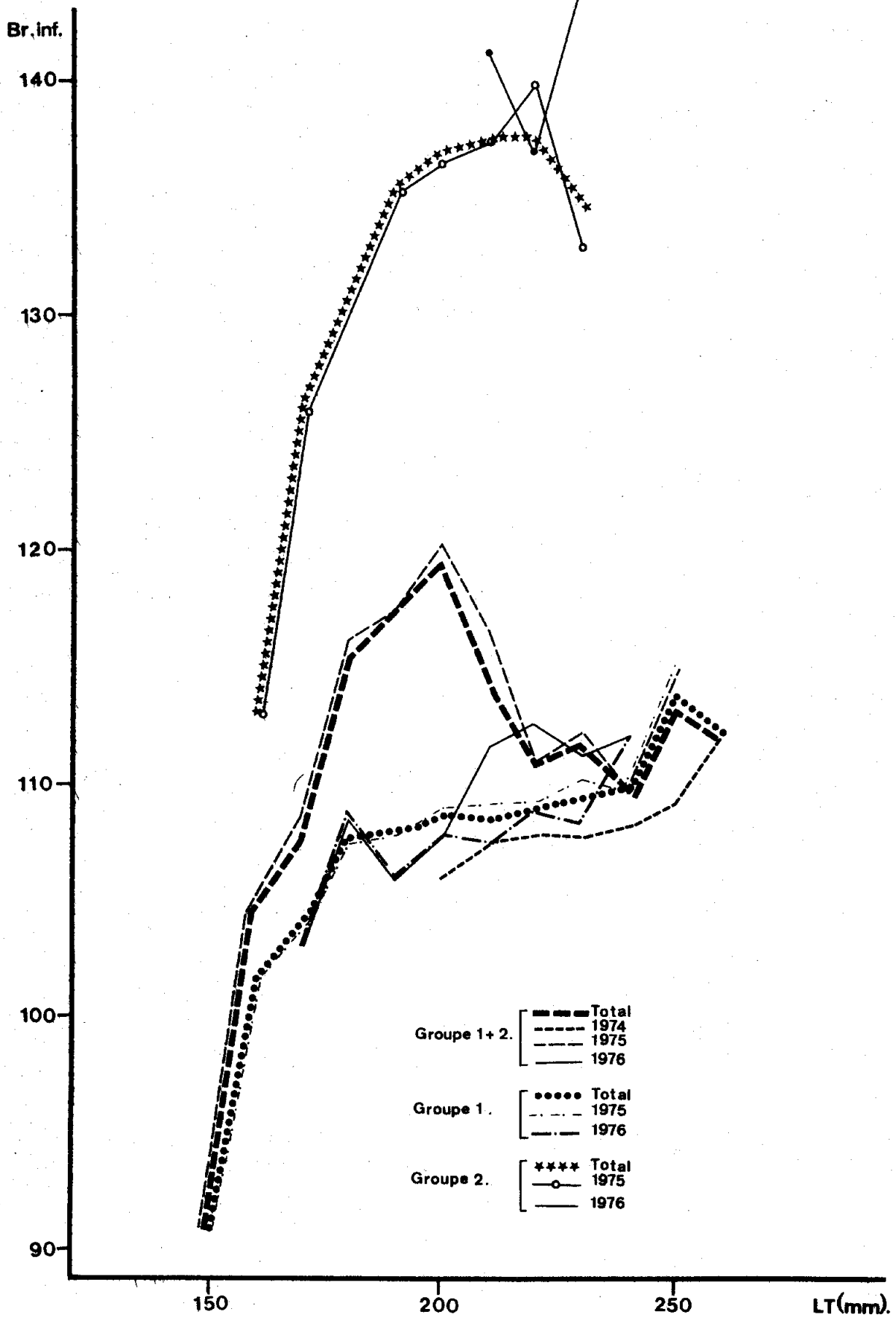


Fig.32.- Variations du nombre de branchiostyles sur la partie inférieure (Br.inf.) du premier arc branchial en fonction de la longueur totale (LT en mm) chez le total des individus étudiés, ceux du premier groupe (à branchiostyles peu nombreuses) et ceux du deuxième groupe (à branchiostyles nombreuses).

En 1976, 75 spécimens de 170 à 240 mm sont examinés mais ce sont surtout les classes 210, 220 et 230 qui renferment la presque totalité de l'effectif. Les moyennes sont distribuées suivant un palier très irrégulier et l'équation ne traduit aucune relation entre le nombre de branchiospines et la longueur totale (fig.32).

Le total des poissons du premier groupe est de 569 répartis en 12 classes. Les moyennes présentent une progression faible mais constante. L'augmentation du nombre de branchiospines est plus rapide entre 150 et 200 qu'entre le reste des classes. L'équation :

$$\text{Br.inf.} = 55,06 \text{ LT}^{0,126}$$

déterminée par la méthode des moindres carrés (tabl.30), traduit cette relation malgré un coefficient de corrélation faible.

Pour ce premier groupe, on peut tirer les conclusions suivantes: l'étude n'a porté que sur des individus de grande taille ; il existe une grande variation individuelle du nombre de branchiospines ; l'accroissement de la moyenne est donc lent pour ces deux raisons, mais aussi parce que les calculs sont biaisés car les deux groupes de poissons sont séparés arbitrairement au niveau de 120 branchiospines. Il est bien évident que certains spécimens du premier groupe peuvent avoir un nombre de branchiospines supérieur à 120. Dans le cas particulier de ce groupe, un échantillon de 100 individus s'avère insuffisant pour mettre en évidence une quelconque relation entre le nombre de branchiospines et la taille.

Deuxième groupe de sardinelles à branchiospines nombreuses (tabl. 28, 30).

L'accroissement du nombre moyen de branchiospines est d'abord rapide entre 160 et 190 mm, puis devient lent

entre 190 et 220 mm (fig.32). L'amplitude de variation individuelle est importante, comme le montre la fluctuation de la moyenne. Il existe une relation entre le nombre de branchiospines et la longueur totale:

$$\text{Br.inf.} = 39,78 \text{ LT}^{0,232}$$

Les valeurs fournies par POSTEL (1959) sont insuffisantes pour établir une équation. Nous avons comparé, classe par classe, nos moyennes avec celles de POSTEL. Il n'y a pas de différence significative pour les trois classes principales 170-180-190. Selon les classes, l'écart entre les moyennes est de 3 à 4 branchiospines en faveur de nos données. Cette différence non significative serait probablement due au fait que nous avons écarté systématiquement les nombres inférieurs à 120 d'où cette surestimation de la moyenne.

La comparaison des deux groupes de poissons (fig.33) met en évidence un certain nombre de différences:

- au niveau de la pente: l'accroissement du nombre de branchiospines est plus important dans le deuxième groupe ;
- au niveau de la position: l'écart est très grand et se creuse de plus en plus des petites aux grandes classes: différence de 22 pour la classe 170 et 29 pour 210 - 220 ;
- la variation individuelle est plus grande dans le deuxième groupe.

Branchiospines supérieures (tabl.29, 30)

Nous retrouvons également deux groupes de poissons.

Chez les 90 individus du premier groupe, longs de 150 à 250 mm, le nombre moyen de branchiospines progresse, lentement et d'une manière assez irrégulière, de 41 (150 mm)

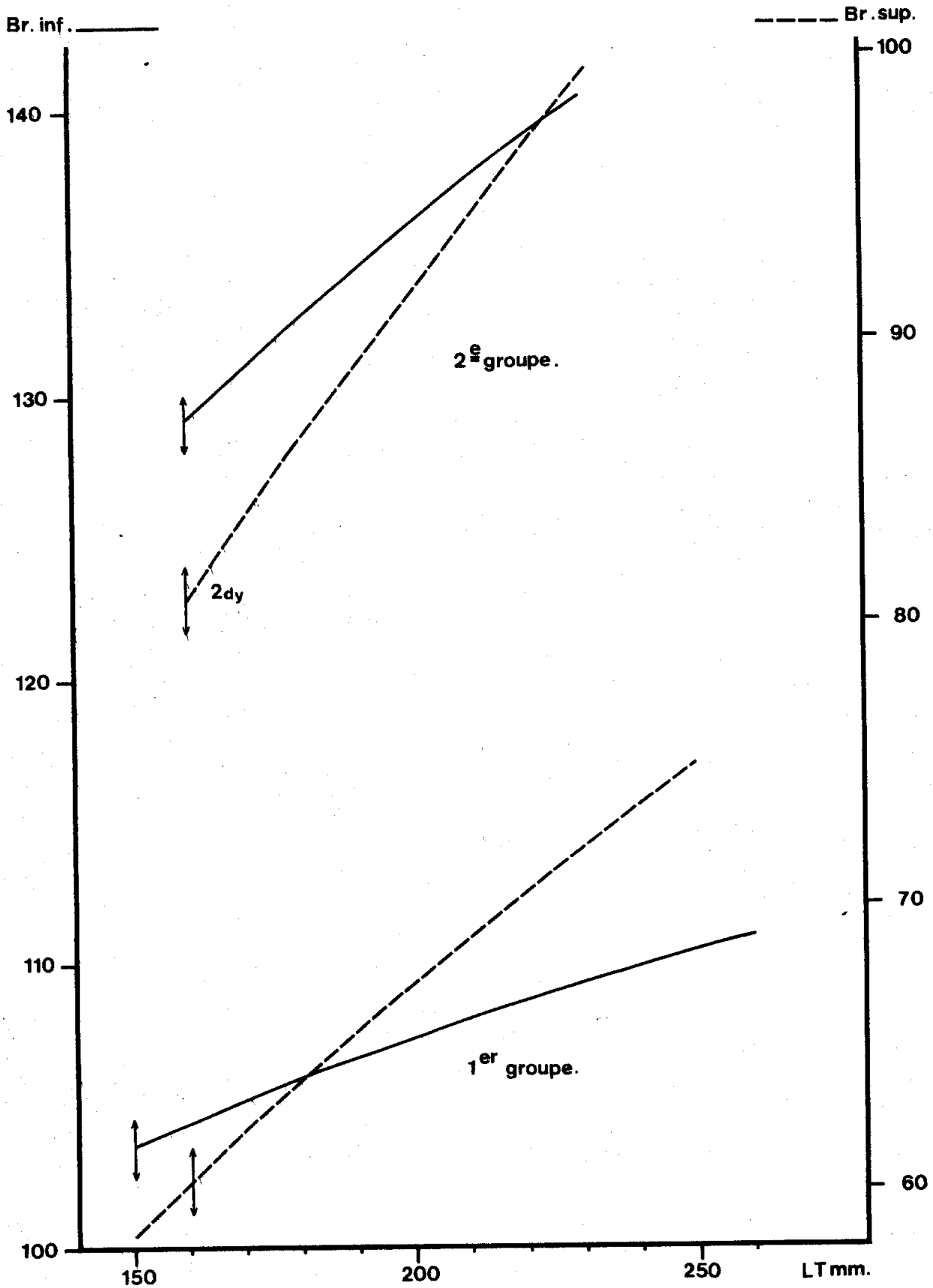


Fig.33.- Courbes de régression représentant le nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br.inf.) et le nombre de branchiospines sur la partie supérieure (Br.sup.) du premier arc branchial en fonction de la longueur totale chez les individus du premier groupe (à branchiospines peu nombreuses) et ceux du deuxième groupe (à branchiospines nombreuses). 2dy : variabilité de l'ordonnée.

à 80 (250 mm). La relation entre le nombre de branchiospines supérieures et la taille s'exprime par l'équation :

$$\text{Br. sup.} = 5,15 \text{ LT}^{0,485}$$

Chez les 72 individus du deuxième groupe, le nombre de branchiospines s'accroît de 66 (160 mm) à 95 (210 mm). L'équation reliant les deux variables s'écrit :

$$\text{Br. sup.} = 4,69 \text{ LT}^{0,561}$$

La comparaison des deux équations (fig.33) met en évidence une différence très significative au niveau de la position. Ainsi, le taux d'accroissement est le même chez les deux groupes de sardinelles, mais pour une taille donnée le nombre de branchiospines est plus élevé dans le deuxième que dans le premier groupe. La différence est de 20 pour une taille de 150 mm et de 28 pour 250 mm.

Relations entre le nombre de branchiospines supérieures et le nombre de branchiospines inférieures (tabl.30 ; fig.34).

La croissance relative du nombre de branchiospines situées sur la partie supérieure du premier arc branchial par rapport au nombre de branchiospines sur la partie inférieure est minorante chez les individus du premier groupe (à branchiospines peu nombreuses) et majorante chez ceux du deuxième groupe (à branchiospines nombreuses) :

$$\text{groupe 1:} \quad \text{Br.sup.} = 0,769 \text{ Br.inf.}^{0,955}$$

$$\text{groupe 2:} \quad \text{Br.sup.} = 0,224 \text{ Br.inf.}^{1,222}$$

Mais la comparaison des deux équations ne montre pas de différence significative, ni au niveau de la pente, ni au niveau de la position ; ce qui permet de considérer que l'accroissement du nombre de branchiospines supérieures en

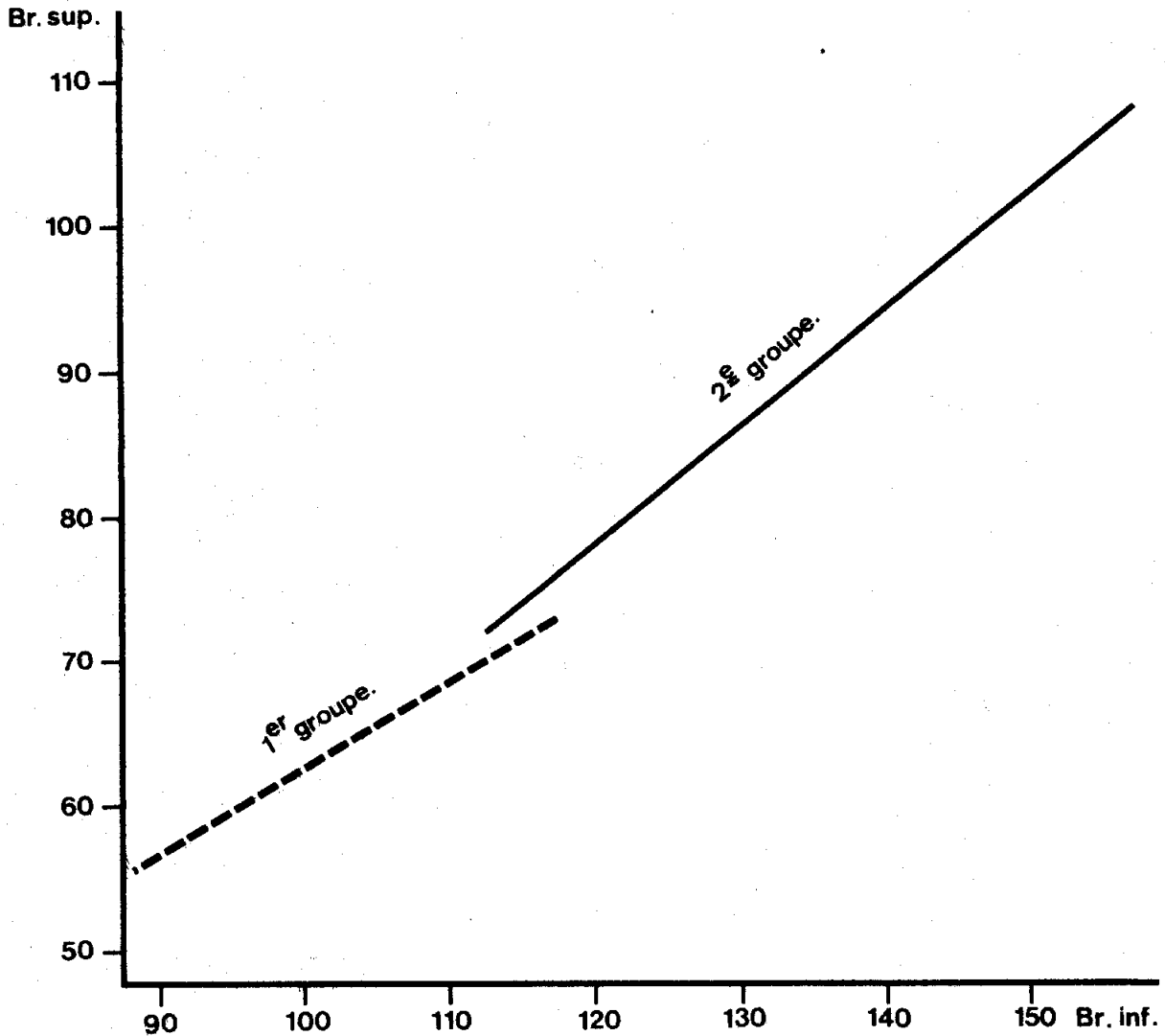


Fig.34.- Relations entre le nombre de branchiospines sur la partie supérieure (Br.sup.) et le nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br.inf.) du premier arc branchial chez les sardinelles plates du premier groupe (à branchiospines peu nombreuses) et celles du deuxième groupe (à branchiospines nombreuses).

fonction du nombre de branchiospines inférieures est le même chez les deux groupes de sardinelles.

Le nombre de branchiospines supérieures est égal à environ 64 % de celui des branchiospines inférieures.

3- Caractères morphométriques

Relations allométriques (tabl.31, fig.35 et 36)

Les relations allométriques établies à partir de l'examen de la totalité des individus (fig.35), se présentent de la manière suivante: sur huit dimensions, six ont une allométrie majorante (la longueur standard LS, la hauteur du corps HC, les distances prépectorale PP, préventrale PV, prédorsale PD et préanale PA) et deux, une allométrie minorante (la longueur à la fourche LF et la longueur de la tête Lt).

Chez les deux groupes de poissons étudiés séparément les distances prépectorale, préventrale, prédorsale et préanale sont affectées d'une allométrie majorante. Cette allométrie est plus accusée chez le premier groupe mais la comparaison des droites ne révèle pas de différence significative ni au niveau de la pente ni au niveau de la position.

La hauteur du corps subit elle aussi une allométrie majorante, plus accusée cette fois-ci chez le deuxième groupe de sardinelles et les positions des deux droites diffèrent significativement (fig.36).

La longueur de la tête présente au contraire une allométrie minorante chez les deux groupes et les deux droites ne diffèrent pas d'une manière significative.

Pour la longueur à la fourche et la longueur standard, l'allométrie est légèrement majorante chez le premier groupe, et légèrement minorante chez le deuxième mais, les droites comparées ne diffèrent pas significativement.

	Equations	n	r	2dy	LT	t	tpe	tpo
G ₁	log LF = 1,00073 log LT - 0,07878	414	0,98582	0,01156	127-252	0,09 (-)	1,11	0,43
G ₂	log LF = 0,97818 log LT - 0,02607	134	0,97545	0,01168	162-232	1,16 (-)	(-)	(-)
G ₁₊₂	log LF = 0,98196 log LT - 0,03516	548	0,98404	0,01190	127-252	2,41 +		
G ₁	log LS = 1,01225 log LT - 0,14372	414	0,97292	0,01626	127-252	1,07 (-)	1,32	0,65
G ₂	log LS = 0,97634 log LT - 0,06223	134	0,97068	0,01272	162-232	1,16 (-)	(-)	(-)
G ₁₊₂	log LS = 1,00518 log LT - 0,12763	548	0,97494	0,01523	127-252	0,54 (-)		
G ₁	log Lt = 0,94112 log LT - 0,56843	290	0,96262	0,01960	127-252	3,92 (+)	1,42	0,96
G ₂	log Lt = 0,88737 log LT - 0,44084	103	0,90819	0,02158	162-232	3,05 (+)	(-)	(-)
G ₁₊₂	log Lt = 0,91731 log LT - 0,51236	662	0,95971	0,02028	127-252	8,24 (+)		
G ₁	log HC = 1,06678 log LT - 0,82794	290	0,88612	0,03802	127-252	2,29 (+)	1,95	5,69
G ₂	log HC = 1,21819 log LT - 1,14888	103	0,70943	0,04988	162-232	2,55 (+)	(-)	(+)
G ₁₊₂	log HC = 1,06255 log LT - 0,81243	692	0,84737	0,04352	127-252	2,91 (+)		
G ₁	log PP = 1,05345 log LT - 0,82850	290	0,93377	0,02899	127-252	2,40 (+)	0,73	0,01
G ₂	log PP = 1,01206 log LT - 0,73319	103	0,82522	0,03321	162-232	0,21 (-)	(-)	(-)
G ₁₊₂	log PP = 1,04636 log LT - 0,81205	393	0,92048	0,03043	127-252	2,24 (+)		
G ₁	log PV = 1,09774 log LT - 0,63329	290	0,96086	0,02339	127-252	5,45 (+)	0,39	0,29
G ₂	log PV = 1,08030 log LT - 0,59454	103	0,91750	0,02494	162-232	1,88 (-)	(-)	(-)
G ₁₊₂	log PV = 1,09178 log LT - 0,62066	592	0,94648	0,02699	127-252	6,33 (+)		
G ₁	log PD = 1,04072 log LT - 0,55261	290	0,96269	0,02166	127-252	2,45 (+)	0,57	0,27
G ₂	log PD = 1,01699 log LT - 0,49678	103	0,91990	0,02317	162-232	0,43 (-)	(-)	(-)
G ₁₊₂	log PD = 1,03343 log LT - 0,53541	393	0,95767	0,02214	127-252	2,22 (+)		
G ₁	log PA = 1,09475 log LT - 0,44494	290	0,96114	0,02324	127-252	5,32 (+)	1,07	0,47
G ₂	log PA = 1,04787 log LT - 0,33924	103	0,92283	0,02345	162-232	1,19 (-)	(-)	(-)
G ₁₊₂	log PA = 1,09100 log LT - 0,43843	592	0,96491	0,021939	127-252	7,71 (+)		

Tabl.31. - Relations entre la longueur totale (LT) et les longueurs à la fourche (LF), standard (LS), de la tête (Lt), la hauteur du corps (HC), les distances prépectorale (PP), préventrale (PV), prédorsale (PD) et préanale (PA) chez les sardinelles du premier et du deuxième groupes et de leur total. n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy ; variabilité de l'ordonnée ; t : valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 1 ; tpe et tpo : comparaison des pentes et des positions ; (+) : signification au seuil de 5%.

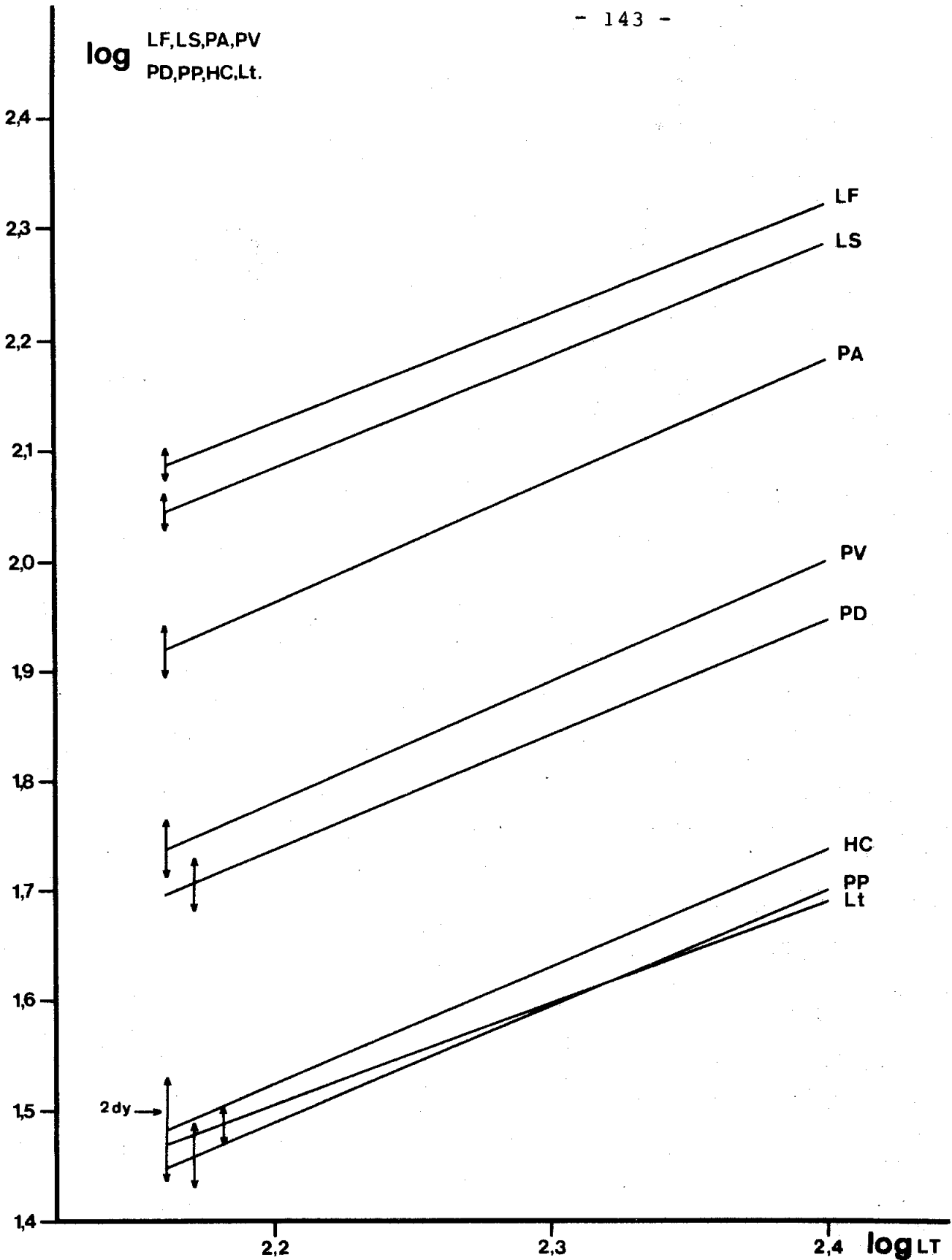


Fig.35.- Relations entre la longueur totale (LT) et les longueurs à la fourche (LF), standard (LS), les distances préanale (PA), préventrale (PV), prédorsale (PD), prépectorale (PP), la hauteur du corps (HC) et la longueur de la tête (Lt) chez la sardinelle plate. 2dy : variabilité de l'ordonnée.

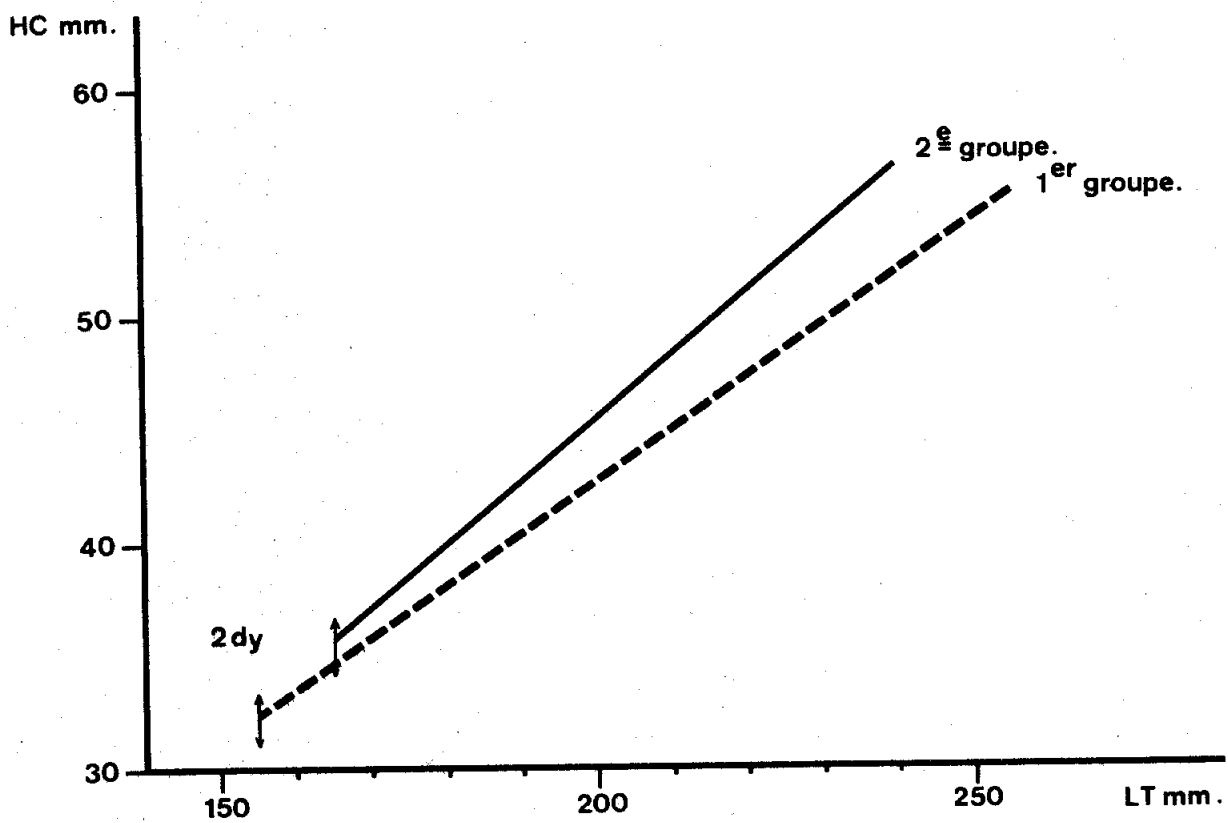


Fig.36.- Relations allométriques entre la longueur totale (LT) et la hauteur du corps (HC) chez les sardinelles plates du premier groupe (à branchiospines peu nombreuses) et celles du deuxième groupe (à branchiospines nombreuses). 2dy : variabilité de l'ordonnée.

Il apparaît ainsi que dans l'étude des caractères morphométriques des sardinelles plates, la seule différence notable entre les deux groupes réside dans la hauteur du corps qui est plus importante chez les individus du deuxième groupe. Les valeurs élevées de la variabilité de l'ordonnée montrent par ailleurs que cette hauteur est affectée d'une grande variation individuelle.

L'étude des caractères méristiques et morphométriques a mis en évidence l'hétérogénéité de la population de sardinelles plates du golfe de Tunis. Deux groupes de poissons ont pu être distingués principalement par le nombre moyen de branchiospines et par la hauteur du corps. Les individus du premier groupe qui arrivent plus tôt sur la côte que ceux du deuxième, se caractérisent par un nombre de branchiospines moins élevé et par une hauteur du corps plus petite. A titre d'exemple, un individu du premier groupe de 200 mm de longueur totale présente un nombre moyen de branchiospines, sur la partie inférieure du premier arc branchial, égal à 108 et une hauteur de 42 mm contre 136 branchiospines et 45 mm chez un individu du deuxième groupe de taille équivalente.

III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO-MEDITERRANEENNES

1- Distribution géographique

Sardinella maderensis est une espèce essentiellement intertropicale (FURNESTIN, 1952). Elle est présente autour des archipels de l'Atlantique tropico-oriental (Iles de Madère, des Canaries et du Cap Vert) et tout le long du littoral ouest-africain du Cap Juby (extrême sud marocain) à l'Angola. La salinité moyenne annuelle de surface est de 36,5 ‰ à Cap Juby et de 35,5 ‰ en Angola. Entre ces deux points extrêmes, la salinité est toujours inférieure à ces valeurs et peut descendre très bas au niveau des estuaires

des grands fleuves comme le Niger et le Congo (20‰). Au mois d'août, la température de surface est de l'ordre de 21,5°C à Cap Juby et de 18°C en Angola. En février, elle est respectivement égale à 17 et 20°C. Toutes les valeurs que nous indiquons constituent les limites thermiques minimales de cette zone intertropicale. Ainsi, dans l'est-atlantique, *Sardinella maderensis* se cantonne dans les eaux côtières chaudes et peu salées (BEN TUVIA, 1960b). Son aire de distribution est en gros limitée par l'isotherme de surface 18°C. Elle est euryhaline et supporte des variations de salinité de plus ou moins 3g par litre (MAINGUY et DOUTRE, 1958).

En Méditerranée, l'espèce se rencontre dans le sud du bassin occidental, sur les côtes du Maghreb et dans le sud-est du bassin oriental, de l'Egypte à la Syrie. Sur les côtes maghrébines, la température d'hiver est de 14,5°C et celle d'été 23,5°C. Sur les côtes d'Egypte et d'Israël, elle est respectivement égale à 16 et 28,5°C. La salinité moyenne de surface oscille autour de 37‰ sur le littoral maghrébin et de 39‰ dans le sud-est méditerranéen. En Méditerranée, *Sardinella maderensis* semble à la recherche des mêmes conditions hydrologiques qu'en Atlantique, à savoir, une température élevée et un fort gradient de salinité. Ces exigences ne sont réalisées que dans le sud de la Méditerranée où la température est relativement élevée et, dans les zones situées au voisinage immédiat des embouchures des oueds où la dessalure de l'eau de mer est plus ou moins importante. Pour cette raison, la distribution de l'espèce n'est pas uniforme sur toute la bordure sud-méditerranéenne. Elle est localisée dans des régions précises ou viennent se jeter les oueds :

En Algérie: région de Béni-Saf à l'embouchure de la Tafna, région de Mostaganem à l'embouchure du Chelif région d'Alger à l'embouchure du Mazafran ;

En Tunisie: golfe de Tunis aux embouchures de la Medjerdah et du Miliane ;

Au sud-est méditerranéen à l'embouchure du Nil.

Sa présence est également signalée aux îles Habibas, à Melilla et aux îles Zaffarines (LOZANO-REY, 1950), dans le golfe de Gabès (POSTEL, 1956), dans le Canal de Suez jusqu'au lac Timsah (TILLIER, 1902) et au large de Mersin en Turquie (BEN TUVIA, 1960b).

2- Caractères méristiques

Nombre de rayons aux nageoires (tabl.32)

Les données concernant ces caractères sont difficilement comparables pour deux raisons principales: d'une part, la littérature ne fournit souvent que des valeurs ponctuelles qui ne peuvent servir qu'à titre indicatif, d'autre part, la méthode de comptage n'est pas toujours la même ; il semble, en particulier pour le cas de la nageoire dorsale, que les deux ou trois premiers rayons simples, pourtant bien visibles à la loupe, ne sont pas pris en compte par certains auteurs.

Nageoire dorsale

En Algérie, le nombre de rayons à la nageoire dorsale est égal à 18 (DIEUZEIDE, 1933). En Israël, il est compris entre 17 et 21 (BEN TUVIA 1960b). En Egypte, EL MAGHRABY (1960) et BOTROS *et al.* (1970) donnent respectivement des moyennes (17,299 et 17,950) et des limites de variation (15-19 et 17-19) très différentes des nôtres (20,408 ; 18-22). Au congo, ROUX (1957) fournit des valeurs très semblables à ce que nous trouvons (18-21 avec un mode égal à 20).

	Régions	Auteurs	n	moy.	σ	fl.m.	limites
Dorsale	Egypte	El Maghraby, 1960	154	17,299	0,760	(0,207)	15 - 19
	Egypte	Botros et al., 1970	180	17,950	0,619	(0,156)	17 - 19
	Tunisie	Présent travail	387	20,408	0,610	0,102	18 - 22
Anale	Egypte	El Maghraby, 1960	154	18,305	0,795	(0,217)	16 - 20
	Egypte	Botros et al., 1970	180	17,950	0,834	(0,210)	16 - 20
	Tunisie	Présent travail	389	20,098	0,835	0,143	18 - 22

Tabl.32.- Variations du nombre de rayons aux nageoires dorsale et anale de la sardinelle plate. n : effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m.: fluctuation de la moyenne.

Régions	Auteurs	Nombre total de Vertèbres					n	moy.	σ	fl.m.
		44	45	46	47	48				
Israël	Ben Tuvia, 1960b		76	494	61		631	45,98	0,49	(0,063)
Egypte	El Maghraby, 1960		(45 - 47)				772	45,93	0,423	(0,051)
Egypte	Botros et al., 1970		69	467	58		594	45,981	0,462	(0,064)
Tunisie	Présent travail		36	480	62		578	46,045	0,410	0,057
Côte d'Ivoire	Marchal, 1965	2	233	1218	51		1504	45,876	0,422	0,038
Congo	Rossignol, 1955	1	132	1028	105	1	1267	45,98	0,44	0,04
Congo	Ghéo et Poinsard, 1968						4151	45,867		
Angola	Monteiro, 1957		8	38	5		51	45,94	0,506	0,24

Tabl.33.- Variations du nombre de vertèbres de la sardinelle plate dans différentes régions. n : effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m.: fluctuation de la moyenne.

Secteurs	Courbes de régression	n	r	2dy	Limites (LT mm)
Tunisie (groupe 1)	Br. inf. = 55,0600 LT ^{0,12670}	569	0,77184	0,00712	150 - 260
Tunisie (groupe 2)	Br. inf. = 39,7800 LT ^{0,23157}	144	0,68473	0,01412	160 - 230
Egypte	Br. inf. = 27,7920 LT ^{0,28031}	131	0,76319	0,06329	50 - 260
Côte d'Ivoire	Br. inf. = 13,1300 LT ^{0,40020}	941	0,92984	0,05324	50 - 360
Golfe de Guinée	Br. inf. = 17,4400 LT ^{0,31838}	41	0,93135	0,05699	70 - 320
Congo	Br. inf. = 8,3209 LT ^{0,52609}	317	0,96293	0,03165	100 - 290
Angola	Br. inf. = 14,5379 LT ^{0,43774}	67	0,95824	0,04068	85 - 340

Tabl.34.- Variation du nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardinelle plate dans différentes régions. n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée.

Nageoire anale

Les limites de variation de ce caractère sont comprises entre 18 et 19 en Algérie (DIEUZEIDE, 1933) et entre 17 et 22 en Israël (BEN TUVIA, 1960b). En Egypte, les moyennes et les limites de variation calculées par EL MAGHRABY (1960) et BOTROS *et al.* (1970) sont respectivement 18,305, 16-20 et 17,950 ; 16-20 . Au Congo les limites de variation sont entre 19 et 22 et le mode se situe à 21 (ROUX, 1957). Les valeurs que nous avons obtenues dans le golfe de Tunis sont 20,098 pour la moyenne et 18-22 pour l'amplitude.

Nombre de vertèbres (tabl.33 ; fig.37 et 38)

Dans la plupart des cas, seul le nombre total de vertèbres est pris en considération par les auteurs à l'exception de FAGE (1920) qui donne les valeurs séparées correspondant aux vertèbres abdominales et caudales (14+32) et qui sont en concordance parfaite avec nos résultats.

Dans toutes les localités, que ce soit en Méditerranée ou en Atlantique, la moyenne vertébrale est stable et oscille autour du nombre 46 qui représente généralement plus de 75 % de l'effectif total. Elle se caractérise par ses faibles limites de variation (45-47) ; très exceptionnellement, ces limites s'étendent de 44 à 48, à raison de moins un pour 1000.

Nous avons procédé à la comparaison de six échantillons provenant de régions différentes, les données d'EL MAGHRABY (1960) en Egypte et de GHENO et POINSARD (1968) au Congo n'étant pas prises en compte. L'analyse de la variance montre que, dans l'ensemble, les différentes populations sont hétérogènes ($F = 16$). Les comparaisons des échantillons, pris deux à deux, mettent en évidence que les moyennes obtenues en Israël, en Egypte avant 1966 et au

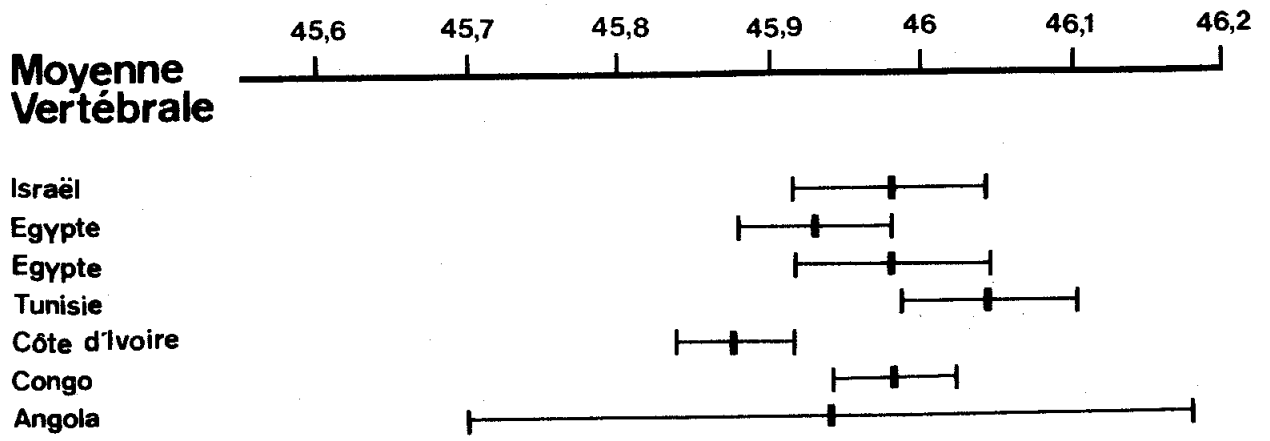


Fig.37.- Fluctuations de la moyenne vertébrale de la sardinelle plate dans différentes régions.

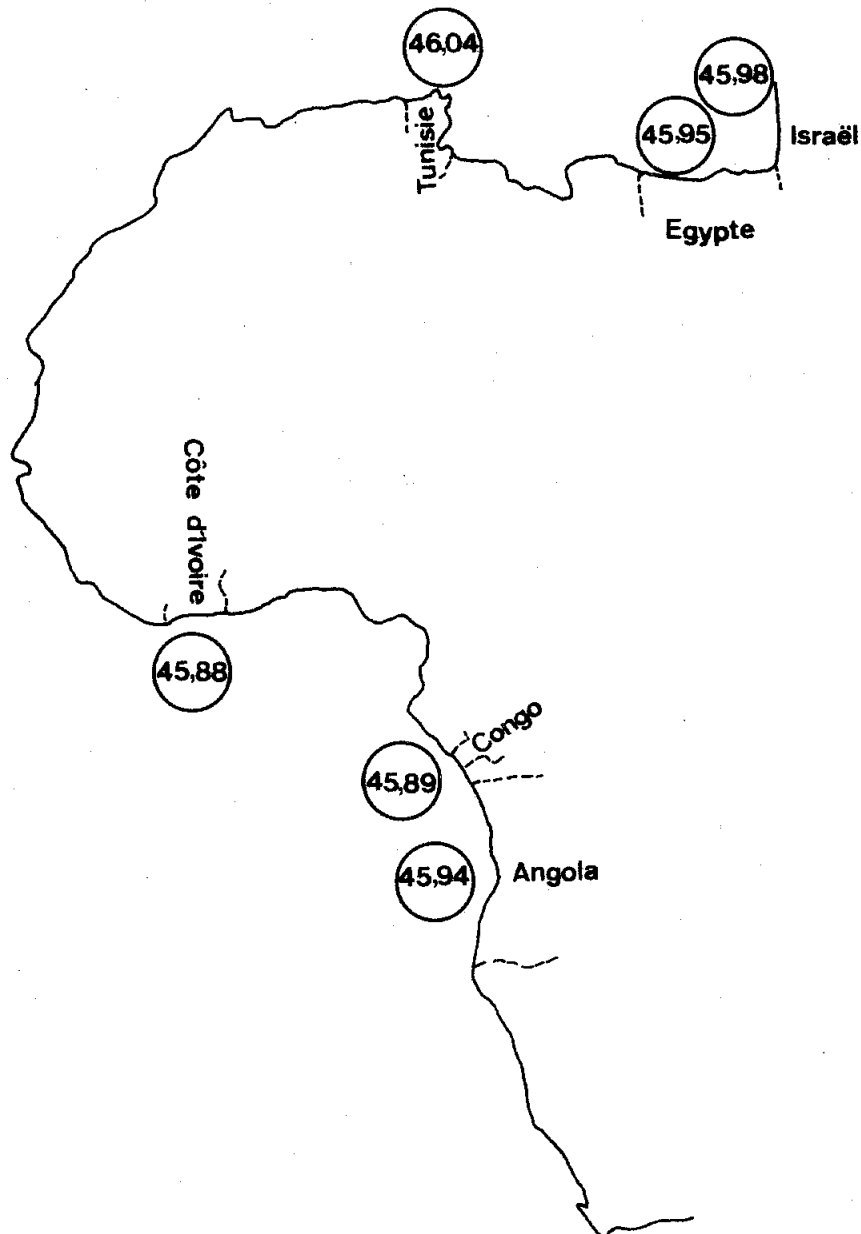


Fig.38.- Moyenne vertébrale de la sardinelle plate dans différentes régions.

Congo (Pointe-Noire) ne sont pas différentes. Les trois échantillons diffèrent, d'une part, de la sardinelle du golfe de Tunis (moyenne forte) et d'autre part, de celle de Côte d'Ivoire (moyenne faible). Les valeurs trouvées en Côte d'Ivoire et dans le golfe de Tunis sont bien entendu différentes significativement. A cause probablement du faible effectif, la moyenne calculée par MONTEIRO (1957) en Angola ne diffère significativement d'aucune autre moyenne.

Il arrive que dans une même région, les différences entre des moyennes calculées par différents auteurs soient significatives. C'est le cas en Egypte des moyennes obtenues par EL MAGHRABY (1960) (45,93) et par BOTROS *et al.* (1970) (45,98) et au Congo où les valeurs fournies par ROSSIGNOL (1955) sont nettement plus fortes que celles de GHENO et POINSARD (1968): 45,98 contre 45,867. Ceci s'explique assez aisément par l'influence de la température sur le déterminisme du nombre de vertèbres. En effet, GHENO et POINSARD (1968) ont établi, pour la sardinelle du Congo, une corrélation négative entre la moyenne vertébrale (V) des alevins de 4 à 6 cm de longueur standard et la moyenne des températures de l'eau de surface du troisième mois qui précède la capture (t): $V = 46,7397 - 0,034615 t$. De plus, les auteurs pensent qu'il existe un gradient positif du nord vers le sud de la moyenne vertébrale correspondant à une diminution progressive des températures de surface.

Sur la figure 38 nous avons porté une moyenne unique correspondant à chacun des pays en regroupant les données des auteurs. La distribution des moyennes montre que les valeurs les plus fortes se trouvent en Tunisie et les plus faibles dans l'Atlantique où un cline positif semble se dessiner du nord au sud. Celles du sud-est méditerranéen occupent une position intermédiaire.

Nombre de branchiospines (tabl.34 et 35 ; fig.39 à 41)

Les branchiospines retenues par l'ensemble des auteurs sont celles situées sur la partie inférieure du premier arc branchial. Comme le nombre moyen de branchiospines croît avec la taille, toute étude de la variabilité de ce caractère se fait nécessairement en fonction de la longueur des poissons. Les résultats obtenus dans diverses régions sont représentés graphiquement par les figures 39 et 40. Ceux établis par MARCHAL (1965a) par rapport à la longueur standard ont été transformés en fonction de la longueur totale par application des rapports LS/LT calculés par l'auteur.

MONTEIRO (1957) en Angola, établit deux équations à partir d'un lot de 67 spécimens de *S. eba* de 90 à 339 mm de longueur totale ; la première : $Y = 10,740 \times 0,50$ pour l'intervalle de taille de 90 à 200-220 mm, la deuxième : $Y = 31,810 \times 0,29$ pour des tailles supérieures (200-220-339 mm). L'auteur constate une discontinuité dans l'évolution du nombre de branchiospines à 200-220 mm qui pourrait, selon lui, être attribuée à la manifestation d'une crise physiologique en relation avec la première maturation sexuelle.

A Pointe-Noire (Congo), ROSSIGNOL (1959) calcule l'équation générale: $Y = 3,62 X + 61,6$ d'après un lot de 317 *S. eba* de 100 à 290 mm de longueur totale. Il remarque que l'augmentation est en fait discontinue et qu'elle se fait par paliers successifs. Chaque discontinuité correspond à une période critique connue de la vie des poissons. Le premier palier semble coïncider avec la première période de reproduction au cours de la deuxième année de vie, le deuxième palier à la fin de la troisième année. C'est ainsi que l'auteur distingue trois étapes dans l'évolution du nombre moyen de branchiospines en fonction de la longueur:

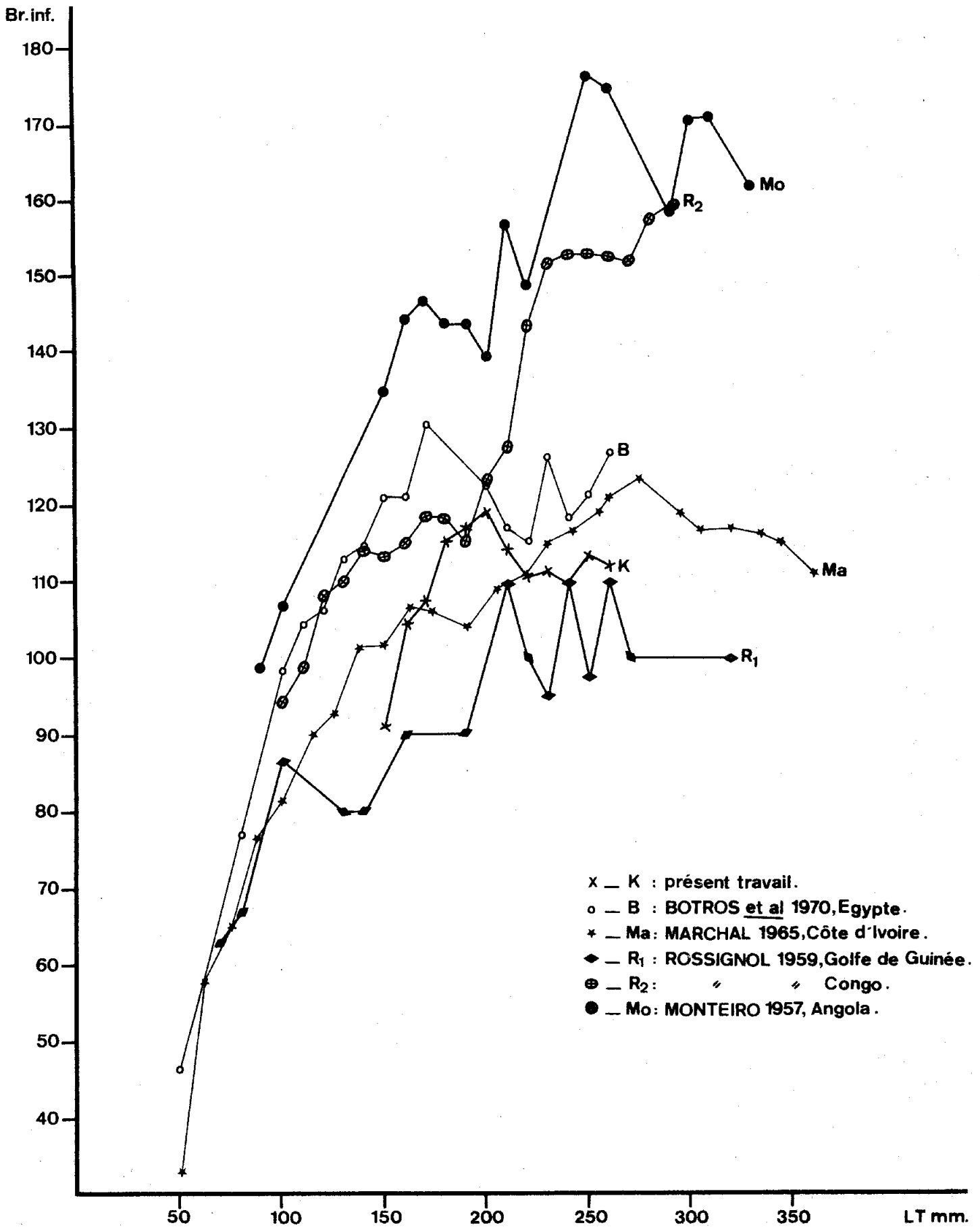


Fig.39.- Variations du nombre de branchiostyles sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardinelle plate dans différentes régions.

entre 100 et 140 mm: $Y = 4,96 X + 45,08$

entre 190 et 230 mm: $Y = 9,94 X - 77$

entre 270 et 290 mm: $Y = 3,78 X + 49,92$

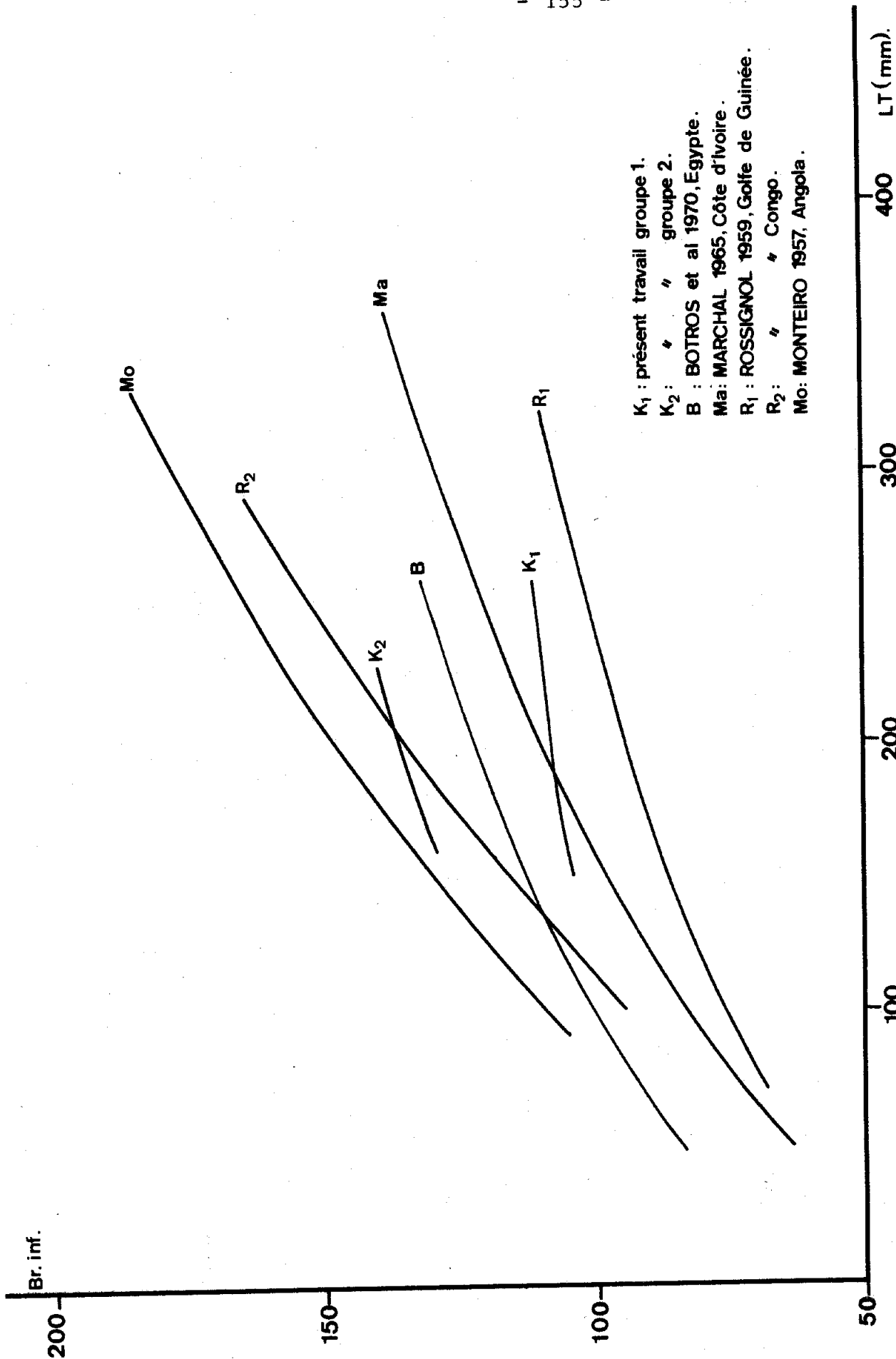
L'étude qu'il effectue sur un petit lot de 41 *S. cameronensis*, pêchées au fond du golfe de Guinée (sur les côtes du Cameroun et du Gabon), montre que le nombre de branchiospines croît rapidement chez les petits individus de 70 à 190 mm puis se stabilise à partir de 200 mm.

En Côte d'Ivoire, MARCHAL (1965a) donne le nombre moyen de branchiospines, par classes de taille de 10 mm, de 941 *S. eba* de 40 à 280 mm de longueur standard. Il remarque une diminution à partir de 230 mm qu'il attribue, soit au hasard de l'échantillonnage, soit à l'existence de populations différentes.

En Méditerranée, les résultats de BOTROS *et al.* (1970) à Alexandrie (Egypte) calculés d'après 131 *S. maderensis* de 50 à 260 mm de longueur totale, montrent à partir de la classe 130 mm, une diminution plus ou moins régulière du nombre de branchiospines.

En Tunisie, nous avons observé un accroissement entre 150 et 200 mm, suivi d'une nette diminution à 200-240 mm, puis de nouveau une légère augmentation entre 240 et 260 mm.

Afin d'analyser les relations entre les diverses populations de *S. maderensis* de l'Atlantique oriental et du sud de la Méditerranée, nous avons essayé d'homogénéiser les différentes données en établissant, par la méthode des moindres carrés, des équations mettant en relation le nombre moyen de branchiospines correspondant à chaque classe de taille avec ces mêmes classes de taille. Les équations calculées sont consignées dans le tableau 34 et représentées graphiquement par la figure 40. Le tableau 35 récapitule les comparaisons des pentes et des positions de l'ensemble des courbes.



K₁ : présent travail groupe 1.
K₂ : " " groupe 2.
B : BOTROS et al 1970, Egypte.
Ma: MARCHAL 1965, Côte d'Ivoire.
R₁ : ROSSIGNOL 1959, Golfe de Guinée.
R₂ : " " Congo.
Mo: MONTEIRO 1957, Angola.

Fig.40.- Courbes de régression représentant le nombre de branchiostomes sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardine plate dans différentes régions.

Les constatations que nous pouvons en tirer sont les suivantes :

- toutes les courbes sont différentes, soit par la position, soit par la pente. Aucun secteur ne ressemble à l'autre par l'évolution du nombre de branchiospines en fonction de la taille ;
- les coefficients de régression et de corrélation, plus faibles dans les secteurs méditerranéens que dans ceux de l'Atlantique, indiquent que le nombre de branchiospines subit, dans les premiers secteurs, un accroissement très lent présentant même une certaine stabilité ;
- en Atlantique, en revanche, à un accroissement de la taille des poissons correspond une augmentation assez importante du nombre de branchiospines.

Ces observations semblent corroborer à première vue l'idée admise plus ou moins implicitement qui consiste à distinguer deux grands groupes de *S. maderensis*, l'un méditerranéen et l'autre ouest-africain. En effet, alors que les auteurs méditerranéens, BEN TUVIA (1960b), EL MAGHRABY (1969) et BOTROS *et al.* (1970) ont adopté l'appellation *S. maderensis*, ceux de l'ouest-africain, FONTANA et PIANET (1973), BOUCHEREAU (1976), à l'exception de MAURIN *et al.* (1977), utilisent toujours le nom de *S. eba*. Mais si l'on songe que les divergences sont plus grandes entre les populations atlantiques qu'entre celles-ci et les populations méditerranéennes, on est en droit de douter de la séparation des deux groupes.

De ce fait, si l'on considère dans les différents secteurs la classe 200 mm, assez représentative de la taille des individus de tous les échantillons, le nombre de branchiospines varie comme suit :

Secteurs	Tunisie (groupe 1)			Tunisie (groupe 2)			Egypte			Côte d'Ivoire			Golfe de Guinée			Congo		
	N	tpe	tpo	N	tpe	tpo	N	tpe	tpo	N	tpe	tpo	N	tpe	tpo	N	tpe	tpo
Tunisie (groupe2)	713	7,35 (+)																
Egypte	700	7,84 (+)		275	0,68 (-)	18,87 (+)												
Côte d'Ivoire	1510	8,21 (+)		1085	1,83 (-)	14,26 (+)	1072	5,22 (+)										
Golfe de Guinée	610	16,65 (+)		185	1,96 (+)		172	1,28 (-)	11,22 (+)	982	3,40 (+)							
Congo	886	30,18 (+)		461	7,23 (+)		448	13,46 (+)		1258	7,45 (+)		358	13,49 (+)				
Angola	636	29,20 (+)		211	17,04 (+)		198	5,43 (+)		1008	1,45 (-)	13,61 (+)	108	4,80 (+)		384	5,48 (+)	

Tabl.35.- Comparaison des courbes de régression (Br.inf.-LT). N: effectif total des échantillons comparés ; tpe et tpo : comparaison des pentes et des positions; (+) : signification au seuil de 5%.

	Courbes de régression		
	Egypte (LT : 70 - 280 mm)	Tunisie (LT : 120 - 250 mm)	Angola (LT : 80 - 340 mm)
LS	$3,1387 + 0,7943 LT$	$0,852 LT^{0,980}$	$0,909 LT^{0,97}$
PA	$3,0897 + 0,5809 LT$	$0,446 LT^{1,053}$	
PV	$4,5816 + 0,3505 LT$	$0,325 LT^{1,033}$	
PD	$4,2573 + 0,3186 LT$	$0,367 LT^{0,990}$	
HC		$0,366 LT^{0,900}$	$0,188 LT^{1,04}$
Lt	$6,7889 + 0,1441 LT$	$0,375 LT^{0,880}$	$0,467 LT^{0,84}$

Tabl.36.- Courbes de régression représentant la longueur standard (LS), les distances préanale (PA), préventrale (PV), prédorsale (PD), la hauteur du corps (HC), la longueur de la tête (Lt) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardinelle plate dans différentes régions.

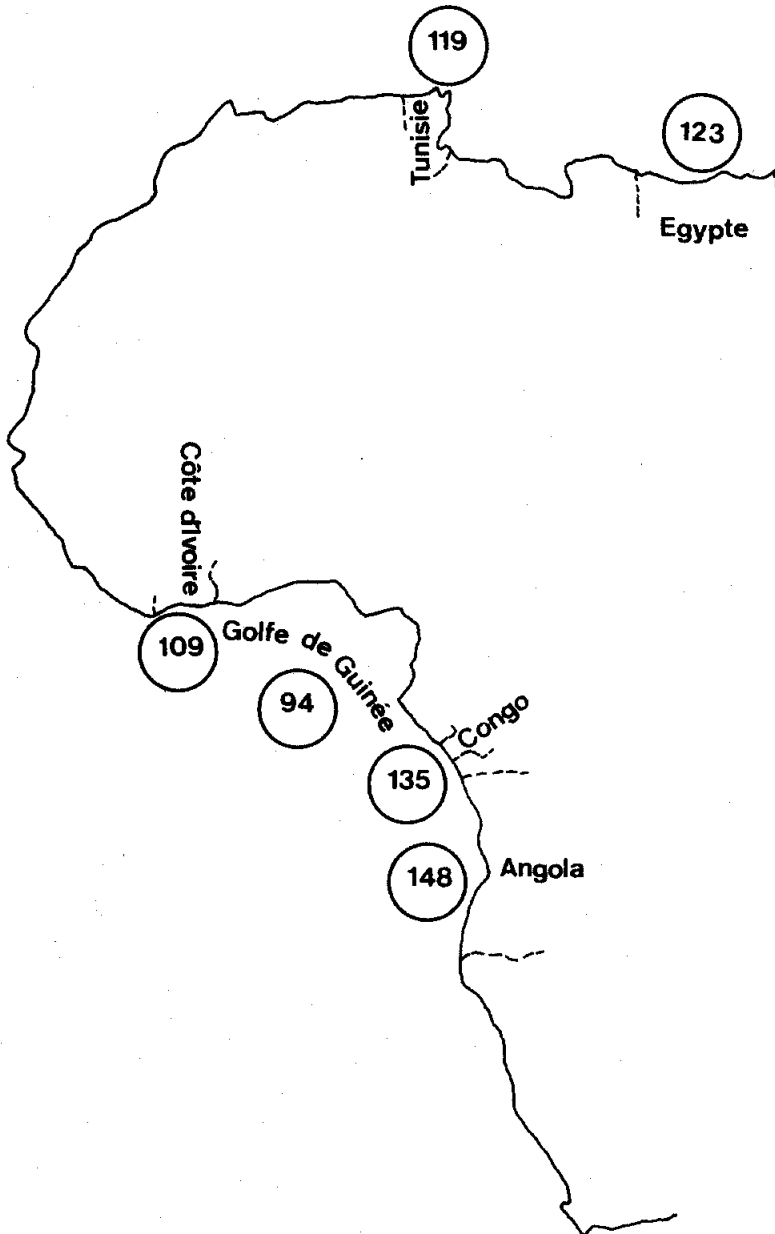


Fig.41.- Nombre calculé de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) chez la sardinelle plate de 200 mm de longueur totale dans différentes régions.

Egypte	123 Br.
Tunisie	119 Br.
(groupe 1)	(108)Br.
(groupe 2)	(136)Br.
Côte d'Ivoire	109 Br.
Golfe de Guinée	94 Br.
Congo	135 Br.
Angola	148 Br.

Les populations des deux secteurs méditerranéens sont très voisines, celles de l'Atlantique sont, par contre, très hétérogènes. A partir du golfe de Guinée (fig.41), nous distinguons deux clines bien nets, l'un se dirigeant vers le nord (golfe de Guinée-Côte d'Ivoire), l'autre, beaucoup plus développé, vers le sud (golfe de Guinée-Angola).

3- Caractères morphométriques (tabl.36 ; fig.42)

L'étude comparative des caractères morphométriques de la sardinelle plate, basée sur les données des divers auteurs, reste pour plusieurs raisons, d'un intérêt très limité . En effet, les mensurations retenues par les chercheurs ne sont pas toujours les mêmes, de plus, les équations d'allométrie, lorsqu'elles sont calculées, ne sont pas établies selon la même méthode. Par ailleurs, les différences qu'on peut relever ne correspondent pas forcément à des divergences réelles entre les populations mais traduisent parfois les imprécisions inévitables de mesures dues aux manipulations.

Les équations que nous reproduisons dans le tableau 36 et que nous illustrons par la figure 42 sont calculées par la méthode des moindres carrés par BOTROS *et al.* (1970) en Egypte, par MONTEIRO (1957) en Angola et par nous-mêmes en Tunisie.

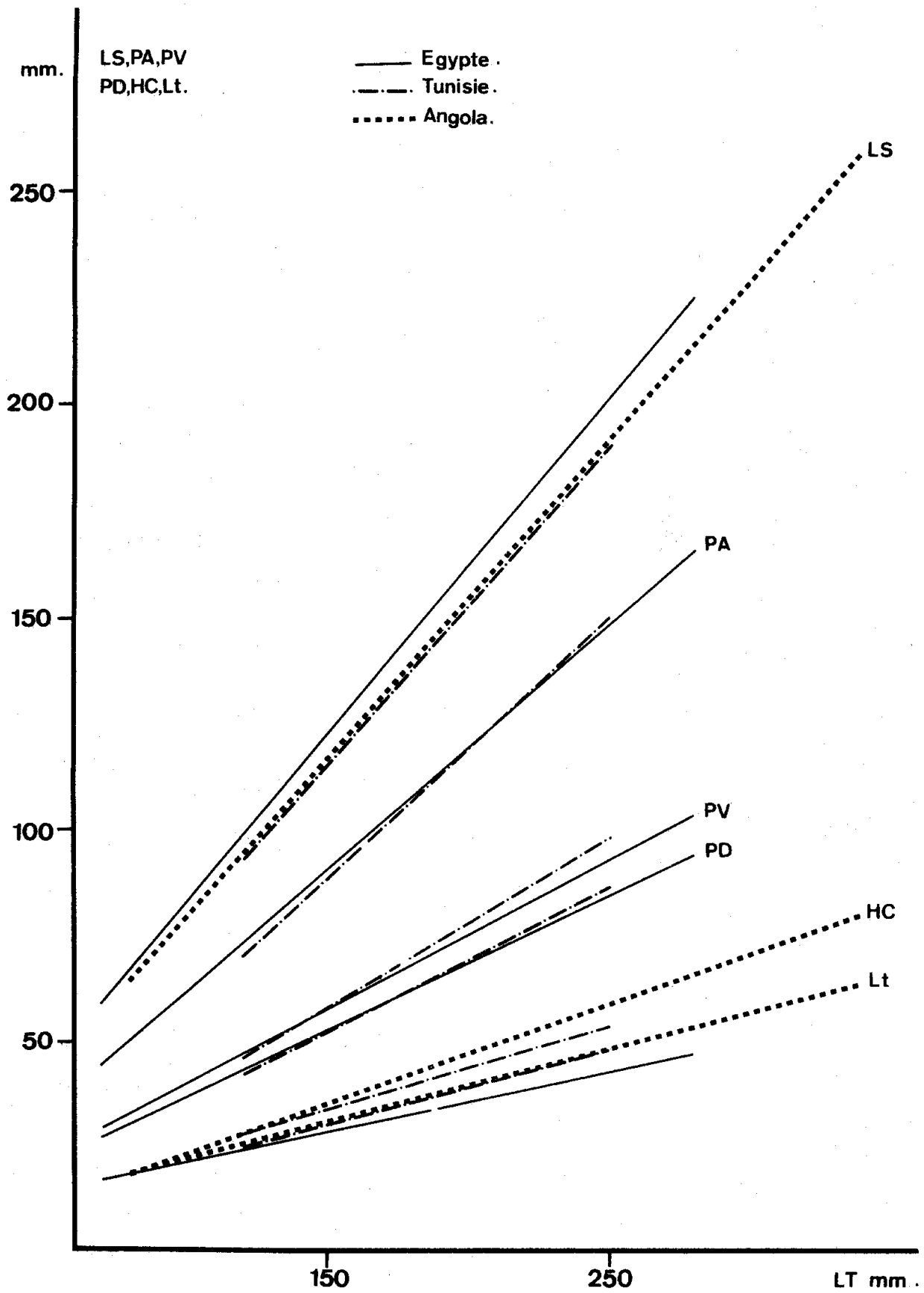


Fig.42.- Droites de régression représentant la longueur standard (LS), les distances préanale (PA), préventrale (PV), prédorsale (PD), la hauteur du corps (HC), la longueur de la tête (Lt) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardinelle plate dans différentes régions.

La longueur standard (LS) et la longueur de la tête (Lt) présentent la même croissance relative par rapport à la longueur totale (LT) chez les sardinelles de Tunisie et d'Angola: même allométrie minorante et même position de sorte que les courbes représentatives sont confondues comme l'indique la figure 42. En revanche, ces deux grandeurs évoluent différemment chez la sardinelle d'Egypte où la longueur standard est nettement plus importante et la longueur de la tête plus faible qu'en Tunisie et en Angola.

Les distances préanale (PA), préventrale (PV) et prédorsale (PD) subissent une allométrie légèrement plus majorante en Egypte qu'en Tunisie.

Quant à la hauteur du corps (HC), elle est minorante en Tunisie et légèrement majorante en Angola.

La hauteur du corps a été analysée par certains auteurs sous forme de rapport $\frac{LS}{HC}$ dont les valeurs ont servi de critère de distinction entre les espèces de sardinelles plates: il est égal à 4 chez "*S. granigera*" compris entre 3,5 et 3,7 chez "*S. maderensis*", compris entre 3,3 et 3,4 chez "*S. eba*" et égal à 3 chez "*S. cameronensis*" (BEN TUVIA, 1960b). En fait, comme nous l'avons dit, à cause de sa grande variabilité, ce caractère n'a pas été finalement retenu, puisque dans un échantillon de sardinelles, les valeurs du rapport peuvent s'échelonner de 3 à 4. Nous pensons toutefois que ce caractère, étudié simultanément avec d'autres caractères méris-tiques, reste valable pour la différenciation des populations, en particulier lorsqu'il est mesuré d'après de grands échantillons renfermant des individus des deux sexes, de toutes les tailles et récoltés durant différentes saisons de manière à atténuer les variations dues à l'âge et à l'état de maturité sexuelle et de réplétion stomacale. Pour ces raisons, nous tenons compte seulement des résultats suivants: Israël: 3,62 ; Tunisie: 3,55 (avec 3,4 pour le groupe 1 et 3,6 pour le groupe 2) ; Côte d'Ivoire: 3,48 et Angola: 3,37.

La distribution de ces valeurs met en évidence un accroissement progressif de la hauteur relative du corps de la sardinelle plate de l'est à l'ouest de la Méditerranée et du nord au sud de l'Atlantique africain.

IV- CONCLUSION

La distinction de plusieurs espèces de sardinelles plates (*Sardinella maderensis*, *S. eba*, *S. granigera* et *S. cameronensis*) semble définitivement abandonnée à l'heure actuelle. Les auteurs modernes considèrent qu'elles doivent toutes appartenir à une seule espèce polymorphe *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841). Son aire de distribution est très vaste et s'étend sur toute la zone intertropicale de l'Atlantique est et sur les côtes sud de la Méditerranée. Elle est très abondante dans la première région où les conditions écologiques lui sont particulièrement favorables contrairement à ce qui s'observe en Méditerranée ou sa répartition n'est pas uniforme. Sur les côtes maghrébines, la sardinelle se trouve morcelée en nombreuses petites populations, sans intérêt économique, probablement isolées puisqu'elles sont liées aux seules zones soumises à l'influence d'apports fluviaux. Sur les côtes sud-est levantines (Egypte, Israël), elle constituait un stock non négligeable dont l'importance ne cesse de diminuer depuis la mise en service du barrage d'Assouan en 1965. En effet, les quantités d'eau déversées par le Nil, qui assuraient la dessalure des eaux marines et leur enrichissement en sels nutritifs, se sont considérablement réduites et l'espèce risque d'être menacée dans son existence même dans cette région.

Les observations faites en Tunisie (golfe de Tunis) et la revue des travaux des différents chercheurs concernant les caractères méristiques et morphométriques principalement la moyenne vertébrale, le nombre de branchiospines et la hauteur du corps, ont conduit à la mise en évidence de l'hétérogénéité des populations de la sardinelle plate.

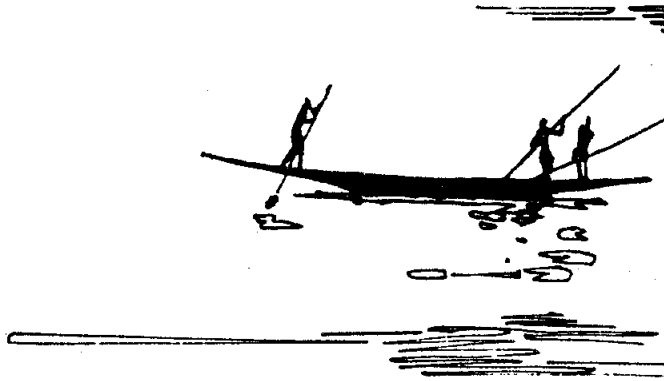
Il est à remarquer que bien que variant dans des limites extrêmement faibles, la moyenne vertébrale permet la différenciation des populations. Dans l'Atlantique est, ces moyennes, relativement faibles, se répartissent suivant un gradient positif de la Côte d'Ivoire à l'Angola. Elles présentent des valeurs élevées en Tunisie et intermédiaires dans le sud-est méditerranéen. La variabilité de la moyenne vertébrale résulte vraisemblablement d'une répartition différente de la température des eaux. En effet, une corrélation inverse entre la moyenne vertébrale et la température des eaux superficielles au moment de l'éclosion des oeufs, a pu être précisée sur les côtes congolaises. Ce fait se vérifie chez les populations du golfe de Tunis où nous avons enregistré les plus fortes moyennes vertébrales et où la température des eaux de surface durant la période de reproduction (juillet-août) est la plus basse par rapport aux autres régions considérées.

Du point de vue du nombre de branchiospines, la comparaison des différents échantillons a permis de faire valoir l'extrême plasticité de l'espèce. Dans la Méditerranée, les populations du golfe de Tunis, malgré leurs particularités, offrent une nette ressemblance avec celles d'Egypte. Il n'en est pas de même des populations ouest-africaines qui se caractérisent par de très grandes variations dont l'évolution s'effectue selon un gradient positif en partant du golfe de Guinée vers les hautes latitudes. Si l'on juge par l'ampleur de ces divergences, l'opposition entre les populations ouest-africaines et celles des secteurs méditerranéens apparaît surestimée et doit être ramenée à sa juste valeur. L'hétérogénéité au sein d'une population d'un même secteur géographique que nous avons mise en évidence dans le golfe de Tunis et qui existe dans d'autres secteurs (Côte d'Ivoire, Egypte) montre que les structures des populations sont très complexes et nécessitent des études approfondies. Dans les autres régions, l'aspect homogène des populations peut n'être qu'apparent et l'idée d'un mélange possible ne doit pas être catégoriquement écartée.

Quant à la hauteur du corps, on a observé qu'elle s'accroît régulièrement du sud-est méditerranéen à l'Angola.

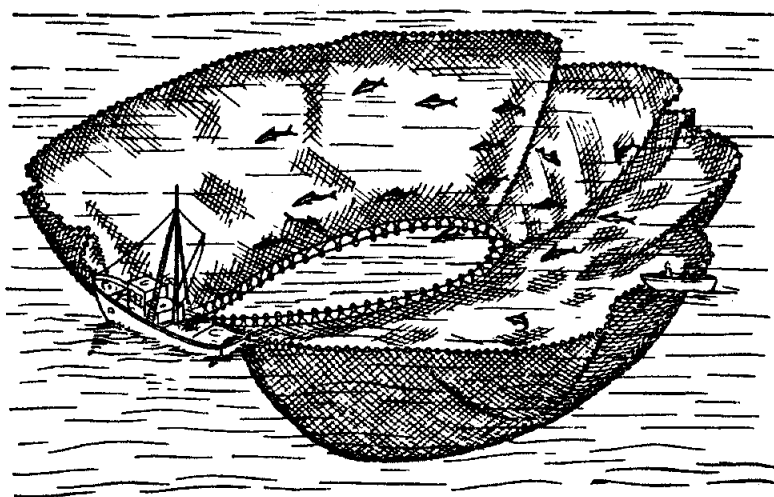
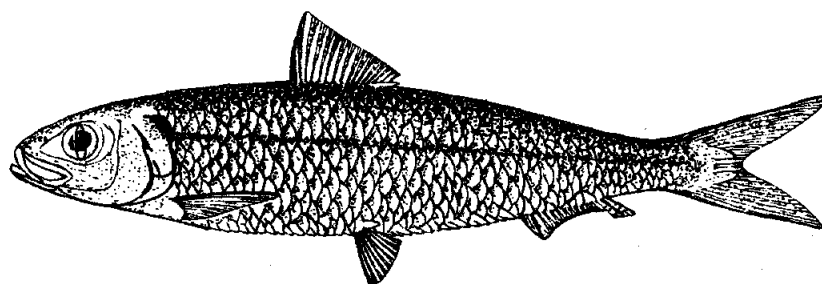
Pour ces deux derniers caractères, nombre de branchiospines et hauteur relative du corps, il semble difficile de déterminer les facteurs qui président à leur variabilité. Sans doute s'agit-il de facteurs génétiques ou de facteurs relevant de l'éthologie alimentaire de la sardinelle.

Il convient de signaler enfin que les caractères considérés varient d'une façon anarchique, qui n'est, ni concomitante ni antagoniste.



L' Allache

Sardinella aurita Valenciennes, 1847



Filet tournant et coulissant du type « purse seine »

I- INTRODUCTION

L'allache ou sardinelle ronde *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 est un Clupéidé facilement identifiable. A l'opposé de la sardinelle plate, *S. maderensis* (Lowe, 1841) dont le statut est resté longtemps controversé, elle est morphologiquement plus stable et ne pose pas de problèmes de systématique particuliers. LOZANO-REY (1950) a tout de même distingué en Atlantique, sur les côtes de l'ex-Sahara espagnol une sous-espèce *S. aurita terrasae* qui serait différente de la forme typique par sa hauteur du corps plus élevée.

L'espèce a fait l'objet de nombreux travaux qui ont permis de caractériser certaines populations et races géographiques. Sur la rive sud de la Méditerranée, des études biométriques ont été réalisées en Algérie par BOUNHIOL (1921), DIEUZEIDE et ROLAND (1957), en Egypte par EL SABY (1937), EL MAGHRABY (1969), SOLIMAN *et al.* (1970), BOTROS *et al.* (1970) et en Israël par BEN TUVIA (1956, 1957, 1959a, 1960a, 1963). En Tunisie, l'allache, bien que particulièrement abondante, n'a pas joui de l'attention des chercheurs. puisque seulement deux notes lui ont été consacrées (HELDT, 1950 et QUIGNARD et KARTAS, 1976b).

II- CARACTERISTIQUES DES ALLACHES TUNISIENNES

1- Distribution des rendements (fig.43)

Nous avons analysé la distribution des rendements de la pêche de l'allache le long de la côte tunisienne en nous servant des quantités annuelles moyennes d'allache mises à terre dans chaque port durant la période

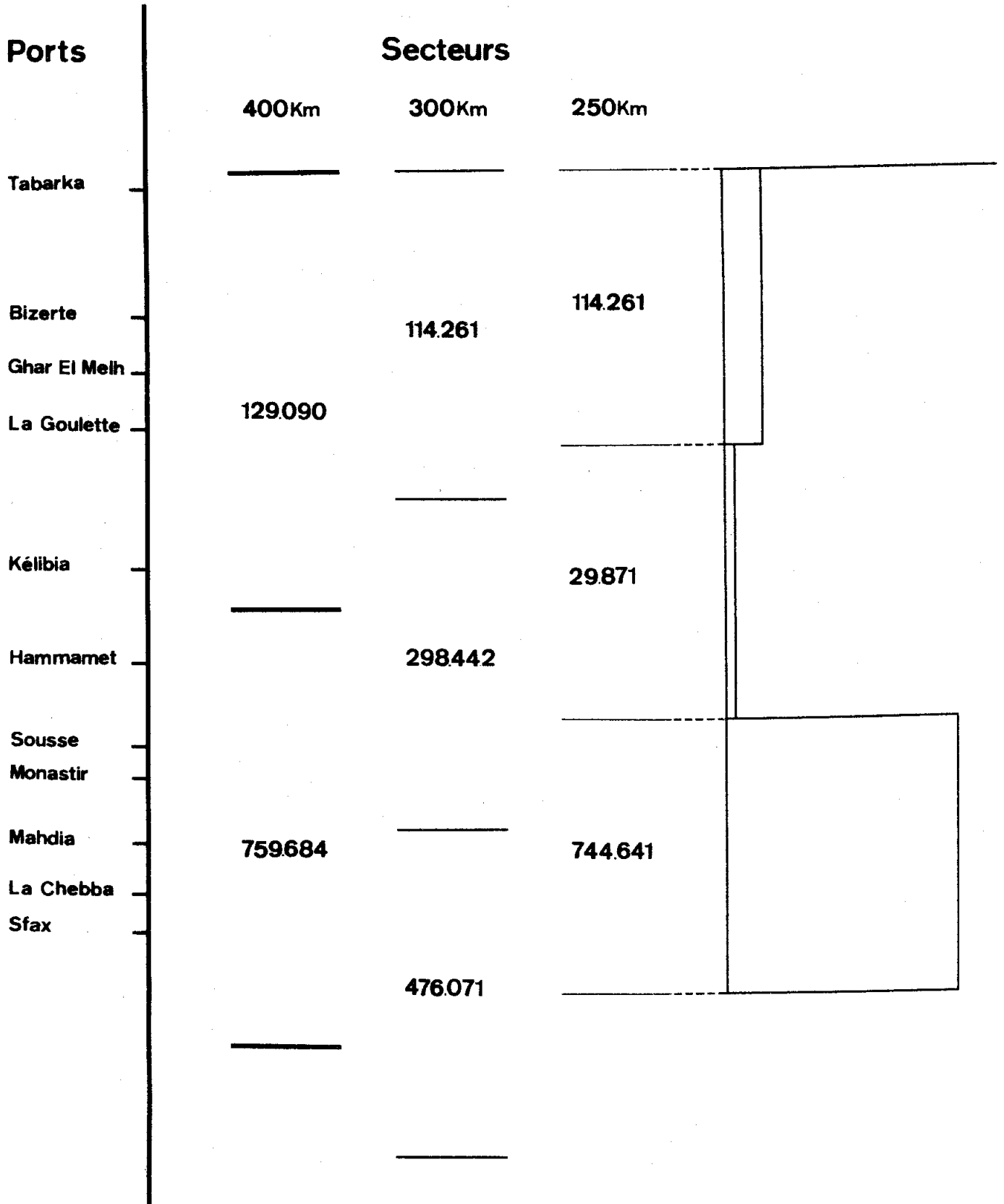


Fig.43.- Distribution des rendements annuels moyens (en kg) durant la période 1931-1937 de la pêche de l'allache sur les côtes tunisiennes.

1931-1937. Après avoir mesuré puis partagé le front côtier en secteurs de 50 km, nous avons groupé les valeurs des quantités d'allache débarquées suivant trois échelles différentes: 400, 300 et 250 km. Nous avons ensuite porté en ordonnée les rendements et en abscisse les échelles (fig. 43).

A l'échelle de 400 km, nous obtenons un minimum entre Tabarka et Kélibia et un maximum entre Hammamet et Sfax, ce qui correspond parfaitement à l'idée admise que l'aire de prédilection de l'allache se trouve sur le littoral est.

Pour savoir si le minimum observé au nord constitue un simple prolongement du groupement de l'est ou bien un petit groupement indépendant, nous avons utilisé des échelles plus réduites. La distribution à l'échelle de 300 km, si elle confirme la dominance et l'homogénéité du groupement de la région est, montre en revanche un glissement vers le sud qui n'est pas justifié.

La distribution à l'échelle de 250 km semble la plus conforme à la réalité. D'une part, elle localise mieux le groupement de la région est et d'autre part, permet l'individualisation d'un petit groupement dans la région nord qui ne serait pas un appendice du premier.

En fonction de cette distribution, nous traiterons séparément l'allache de la région nord et celle de la région est. La première région correspond à la façade nord de la Tunisie, de Tabarka au golfe de Tunis et, la deuxième à la façade est, de Kélibia au golfe de Gabès.

		Nombre de Rayons								
		18	19	20			n	moy.	σ	fl.m.
Dorsale	NORD	70	234	33			337	18,890	0,5426	0,100
	EST	87	283	50			420	18,912	0,5650	0,093
	TOTAL	157	517	83			757	18,902	0,5549	0,068
		Nombre de Rayons								
		16	17	18	19	20	n	moy.	σ	fl.m.
Anale	NORD	18	119	156	24	2	319	17,602	0,7363	0,139
	EST	22	147	199	46	1	415	17,655	0,7546	0,125
	TOTAL	40	266	355	70	3	734	17,632	0,7466	0,093

Tabl.37.- Variations du nombre de rayons aux nageoires dorsale et anale.
n: effectif; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m.: fluctuation de la moyenne.

		Nombre de Vertèbres Abdominales								
		15	16	17	18		n	moy.	σ	fl.m.
NORD	1974	32	172	16			220	15,927	0,4625	0,105
	1975	4	70	13			87	16,103	0,4322	0,157
	1976	7	38	3			48	15,917	0,4535	0,223
	1977	14	61	5			80	15,887	0,4772	0,181
	Total	57	341	37			435	15,954	0,4631	0,075
EST	1974	19	144	33	1		197	16,081	0,5283	0,127
	1975		31	7			38	16,184	0,3928	0,218
	1976	11	54	15	1		81	16,074	0,6078	0,229
	1977	7	130	22	2		161	16,093	0,4660	0,124
	Total	37	359	77	4		477	16,100	0,5218	0,079
TOTAL		94	700	114	4		912	16,030	0,4949	0,055

Tabl.38.- Variations du nombre de vertèbres abdominales. n: effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m.: fluctuation de la moyenne.

2- Caractères méristiques

Nombre de rayons aux nageoires (tabl.37)

Nageoire dorsale

Les rayons de la nageoire dorsale de 337 allaches de la région nord et de 420 de la région est sont comptés. Les limites de la variation s'étendent dans les deux cas de 18 à 20 avec un mode situé à 19. Les moyennes, respectivement égales à 18,890 et 18,912, ne sont pas différentes d'une manière significative. La moyenne établie d'après l'effectif total est égale à 18,902.

Nageoire anale

319 individus de la région nord et 415 de la région est ont servi à l'étude de ce caractère. Dans les deux régions nous retrouvons la même amplitude de variation (16-20) et des moyennes très voisines non différentes significativement. Elles sont égales respectivement à 17,602 et 17,655 dans le nord et dans l'est ; la moyenne générale étant de 17,632.

Nombre de vertèbres (tabl.38, 39 et 40)

Les vertèbres de 435 allaches de la région nord et de 702 de la région est sont dénombrées.

Vertèbres abdominales (tabl.38)

Le nombre de vertèbres abdominales varie de 15 à 17 chez les individus du nord et de 15 à 18 chez

		Nombre de Vertèbres Caudales								
		30	31	32	33	34	n	moy.	σ	fl.m.
NORD	1974	1	24	135	55	5	220	32,177	0,6623	0,151
	1975		17	58	12		87	31,942	0,5778	0,210
	1976		9	25	13	1	48	32,125	0,7329	0,360
	1977		7	52	19	2	80	32,200	0,6244	0,237
	Total	1	57	270	99	8	435	32,129	0,6525	0,105
EST	1974	3	45	123	24	2	197	31,883	0,6636	0,160
	1975	1	10	24	3		38	31,763	0,6339	0,351
	1976	1	14	52	14		81	31,975	0,6320	0,238
	1977	6	22	113	20		161	31,913	0,6363	0,170
	Total	11	91	312	61	2	477	31,899	0,6468	0,100
TOTAL		12	148	582	160	10	912	32,009	0,6592	0,073

Tabl.39.- Variations du nombre de vertèbres caudales. n: effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m.: fluctuation de la moyenne.

		Nombre total de Vertèbres							
		47	48	49		n	moy.	σ	fl.m.
NORD	1974	16	165	39		220	48,104	0,4901	0,112
	1975	9	65	13		87	48,046	0,5036	0,183
	1976	7	38	3		48	47,917	0,4534	0,223
	1977	7	59	14		80	48,087	0,5079	0,193
	Total	39	327	69		435	48,069	0,4940	0,080
EST	1974	66	318	38		422	47,933	0,4925	0,081
	1975	5	30	3		38	47,947	0,4619	0,256
	1976	7	63	11		81	48,049	0,4717	0,178
	1977	16	124	21		161	48,031	0,4799	0,128
	Total	94	535	73		702	47,970	0,4871	0,062
TOTAL		133	862	142		1137	48,008	0,4919	0,049

Tabl.40.- Variations du nombre total de vertèbres. n: effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

ceux de l'est. Le mode est le même et se situe à 16. Les limites extrêmes des différentes moyennes annuelles prises dans leur ensemble se chevauchent plus ou moins largement. L'analyse de la variance montre que ces moyennes annuelles sont différentes significativement au seuil de 5 % dans les deux régions réunies ($F = 4,70$) et dans la région nord ($F = 4,00$), mais qu'elles ne le sont pas dans la région est ($F = 0,57$). Le nombre moyen de vertèbres abdominales est plus faible dans le nord (15,954) que dans l'est (16,100). Ces deux valeurs diffèrent significativement. La moyenne générale est égale à 16,030.

Vertèbres caudales (tabl.39)

Les limites de variation des vertèbres caudales sont plus étendues que celles des vertèbres abdominales. Aussi bien dans le nord que dans l'est, elles sont comprises entre 30 et 34 avec un mode situé à 32. Les limites extrêmes de l'ensemble des moyennes annuelles se recouvrent plus ou moins largement. Comme pour le caractère précédent, l'analyse de la variance montre que ces moyennes diffèrent significativement au seuil de 5 % dans les deux régions réunies ($F = 5,83$) et dans la région nord ($F = 3,12$), mais qu'elles ne le sont pas dans la région est ($F = 0,90$). Contrairement aux vertèbres abdominales, le nombre de vertèbres caudales est plus élevé dans le nord (32,129) que dans l'est (31,899). Les valeurs diffèrent significativement. La moyenne générale est égale à 32,009.

Total des vertèbres (tabl.40)

Dans les deux régions nord et est, le nombre total de vertèbres varie dans des limites étroites (47-49)

	120	130	140	150	160	170	180	190	200	
NORD	n				1	10	21	25	68	
	moy.				111,00	109,6	114,57	117,24	119,94	
	σ				-	3,777	3,944	6,747	6,334	
EST	n	9	44	71	123	119	106	74	27	9
	moy.	102,44	110,70	118,79	117,62	118,61	115,55	116,01	116,18	115,77
	σ	12,827	15,747	11,185	10,749	9,653	8,961	7,611	8,814	6,851
TOTAL	n	9	44	71	123	120	116	95	52	77
	moy.	102,44	110,70	118,79	117,62	118,55	115,04	115,69	116,69	119,45
	σ	12,827	15,747	11,185	10,749	9,637	8,780	6,976	7,830	6,490

	210	220	230	240	250	260	270	280	
NORD	n	45	16	12	17	24	31	18	6
	moy.	120,47	121,25	128,83	130,94	131,62	129,93	133,83	130,00
	σ	6,203	9,255	8,789	8,821	9,449	10,936	13,165	13,784
EST	n	-	1						
	moy.		122,00						
	σ		-						
TOTAL	n	45	17	12	17	24	31	18	6
	moy.	120,47	121,29	128,83	130,94	131,62	129,93	133,83	130,00
	σ	6,203	8,963	8,789	8,821	9,449	10,936	13,165	13,784

Tabl.41.- Variations du nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT (mm), classes de 10 mm). n : effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type.

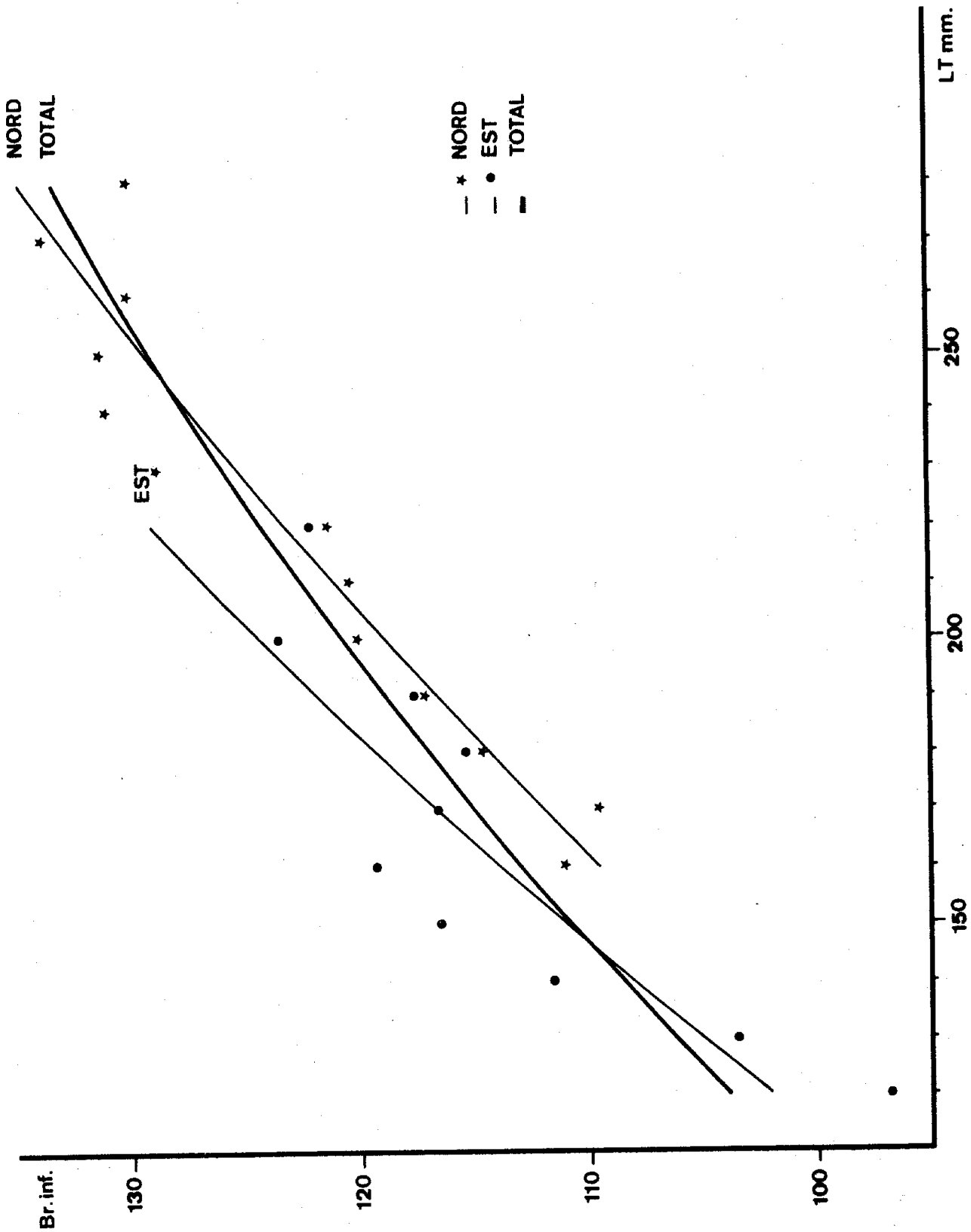


Fig.44.- Courbes de régression représentant le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT mm) chez les allaches des régions nord et est et de l'ensemble du littoral.

et présente un mode situé à 48. Les limites extrêmes des différentes moyennes annuelles se recouvrent plus ou moins largement. L'analyse de la variance montre que ces moyennes annuelles ne sont pas différentes significativement au seuil de 5% dans les deux régions prises séparément ($F = 2,00$ dans le nord et $F = 2,33$ dans l'est) mais qu'elles le sont dans les deux régions réunies ($F = 3,47$). La moyenne vertébrable est plus élevée dans le nord (48,069) que dans l'est (47,970) de la Tunisie. La comparaison de ces deux valeurs présente une différence significative. La moyenne générale est égale à 48,008.

Nombre de branchiospines (tabl.41 à 43 ; fig.44 à 47)

De 1974 à 1977, nous avons dénombré les branchiospines de 294 allaches de la région nord et de 583 de la région est. La longueur totale des premières est comprise entre 160 et 280 mm, celle des secondes entre 120 et 220 mm. Pour chaque classe de taille de 10 mm, nous avons calculé la moyenne du nombre de branchiospines et l'écart type correspondant. Après transformation logarithmique des données, nous avons établi, par la méthode des moindres carrés, des équations de régression mettant en relation le nombre de branchiospines et la longueur totale du poisson et, par la méthode des moindres rectangles, les équations reliant le nombre de branchiospines supérieures à celui des branchiospines inférieures.

Branchiospines inférieures (tabl.41, 43)

Dans la région nord, le nombre moyen de branchiospines de la branche inférieure du premier arc branchial gauche s'élève de 111, chez les spécimens de 160 mm de longueur totale, à 130 chez ceux de 280 mm. Ce nombre moyen croît d'une façon continue avec la taille. Les seuls points de discontinuité se situent à 220 et 260 mm. Ils seraient vraisemblablement dûs uniquement au hasard de

l'échantillonnage. Car il est difficile d'admettre, du moins pour l'allache tunisienne, l'idée avancée par ROSSIGNOL (1959), que l'arrêt momentané dans l'accroissement du nombre de branchiospines pourrait être une conséquence de l'évolution des gonades vers la première maturité sexuelle.

Dans la région est, le nombre de branchiospines croît de 102 chez les individus de 120 mm de longueur totale à 122 chez ceux de 220 mm. Mais cet accroissement est très irrégulier. D'abord très rapide dans les classes de taille 120-140 mm, il diminue plus ou moins régulièrement entre 150-170 mm, se stabilise entre 180-200 mm pour enfin reprendre, atteignant 122 pour une longueur totale de 220 mm. Cette évolution, apparemment anarchique et qui masque une relation évidente entre le nombre de branchiospines et la taille du poisson, s'explique d'une part, par le déséquilibre manifeste entre les effectifs des différentes classes de taille et d'autre part, par la grande variation individuelle du nombre de branchiospines qui caractérise les sardinelles.

Pour comparer les deux régions, nous avons calculé les équations d'allométrie suivantes d'après l'échantillon du nord et celui de Sousse qui est de même grandeur que le précédent et où les effectifs par classe de taille sont à peu près de même importance :

$$\begin{array}{ll} \text{région nord:} & \text{Br.inf.} = 16,650 \text{ LT}^{0,370} \\ \text{région est :} & \text{Br.inf.} = 15,925 \text{ LT}^{0,388} \\ \text{total} & : \text{Br.inf.} = 25,300 \text{ LT}^{0,295} \end{array}$$

La confrontation des deux premières équations met en évidence une différence significative au niveau de la position des courbes ($t_{pe} = 1,04$; $t_{po} = 3,57$), si le taux d'accroissement du nombre de branchiospines par rapport à la taille est le même chez les individus des deux régions nord et est, en revanche, le nombre moyen de

		130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
NORD	n	-	-	1	4	3	4	5	15	20	14	7	3	1
	moy.			68,00	71,00	73,67	74,50	75,40	78,07	76,90	85,07	84,71	82,67	79,00
	σ			-	1,825	2,309	3,697	3,286	6,419	6,480	9,385	6,499	5,131	-
EST	n	1	21	60	48	42	36	10	7					
	moy.	70,00	72,28	70,72	70,35	68,28	71,03	74,03	77,71					
	σ	-	7,253	5,898	6,241	4,374	5,283	3,945	5,057					
TOTAL	n	1	21	61	52	45	40	15	22	20	14	7	3	1
	moy.	70,00	72,28	70,67	70,40	68,64	71,37	74,67	77,95	76,90	85,07	84,71	82,67	79
	σ	-	7,253	5,859	6,011	4,463	5,217	3,658	5,900	6,480	9,385	6,499	5,131	-

Tabl.42.- Variations du nombre de branchiospines sur la partie supérieure du premier arc branchial (Br.sup.) en fonction de la longueur totale (LT(mm), classes de 10 mm). n: effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type.

	Equations	n	r	2dy	LT	tpe	tpo
Nord	log Br. inf. = 0,370 log LT + 1,224	294	0,612	0,062	160 - 280	1,04 (-)	3,57 (+)
Est	log Br. inf. = 0,388 log LT + 1,202	208	0,482	0,083	120 - 220		
Total	log Br. inf. = 0,295 log LT + 1,403	502	0,621	0,074	120 - 280		
Nord	log Br. sup. = 0,515 log LT + 0,705	77	0,576	0,073	150 - 250	2,88 (+)	
Est	log Br. sup. = 0,145 log LT + 1,531	99	0,167	0,075	140 - 200		
Total	log Br. sup. = 0,394 log LT + 0,980	176	0,547	0,080	140 - 250		
Nord	log Br. sup. = 1,415 log Br. inf. - 1,056	38	0,762	0,052		1,79 (-)	1,28 (-)
Est	log Br. sup. = 1,044 log Br. inf. - 0,294	220	0,659	0,062			
Total	log Br. sup. = 1,103 log Br. inf. - 0,414	258	0,700	0,063			

Tabl.43.- Relations entre le nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br.inf.) et le nombre de branchiospines sur la partie supérieure (Br.sup.) du premier arc branchial et la longueur totale (LT mm). Relations entre le nombre de branchiospines supérieures (Br.sup.) et le nombre de branchiospines inférieures (Br.inf.). n: effectif ; r: coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée ; tpe et tpo: comparaison des pentes et des positions ; (+) : signification au seuil de 5%.

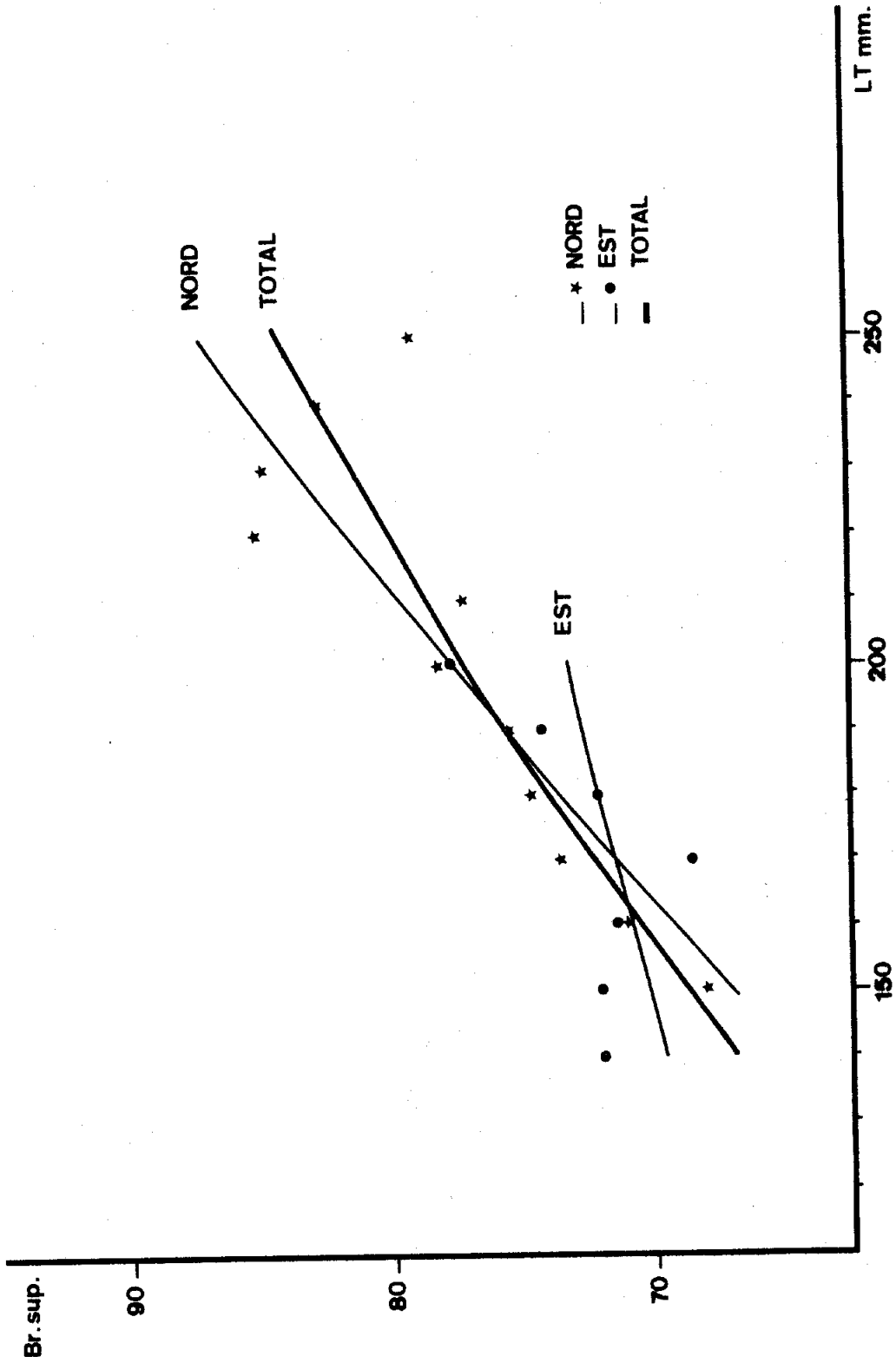


Fig. 45.- Courbes de régression représentant le nombre de branchiospines sur la partie supérieure du premier arc branchial (Br. sup.) en fonction de la longueur totale (LT mm) chez les allachés des régions nord et est et de l'ensemble du littoral.

branchiospines pour une classe de taille donnée est plus élevé à l'est qu'au nord d'environ 5 unités (fig.44).

Branchiospines supérieures (tabl.42, 43)

Dans la région nord, le nombre de branchiospines de la branche supérieure du premier arc branchial gauche croît de 68, chez les individus de 150 mm, à plus de 80, chez ceux dont la longueur totale est égale ou supérieure à 220 mm. L'accroissement est régulier entre 150 et 200 mm. On observe ensuite une légère diminution à 210 mm, suivie d'une augmentation importante à 220 mm puis d'une chute entre 230 et 250 mm due à la faiblesse des effectifs.

Dans la région est, le nombre de branchiospines varie de 70 à 77,7 pour des tailles allant de 130 à 200 mm. L'accroissement est irrégulier. On observe une diminution du nombre moyen entre les classes 140-170 mm suivie d'une augmentation entre 180-200 mm.

Les trois équations de régression ci-dessous, mettent en relation le nombre de branchiospines supérieures avec la longueur totale, calculées d'après les échantillons des régions nord et est et de leur total :

région nord:	Br. sup. =	$5,070 LT^{0,515}$
région est :	Br. sup. =	$33,960 LT^{0,145}$
total :	Br. sup. =	$9,550 LT^{0,394}$

La comparaison des deux premières équations montre une différence significative au niveau de la pente. En effet, l'accroissement du nombre de branchiospines supérieures par rapport à la taille est nettement plus important chez les individus de la région nord que chez ceux du secteur de Sousse (fig.45).

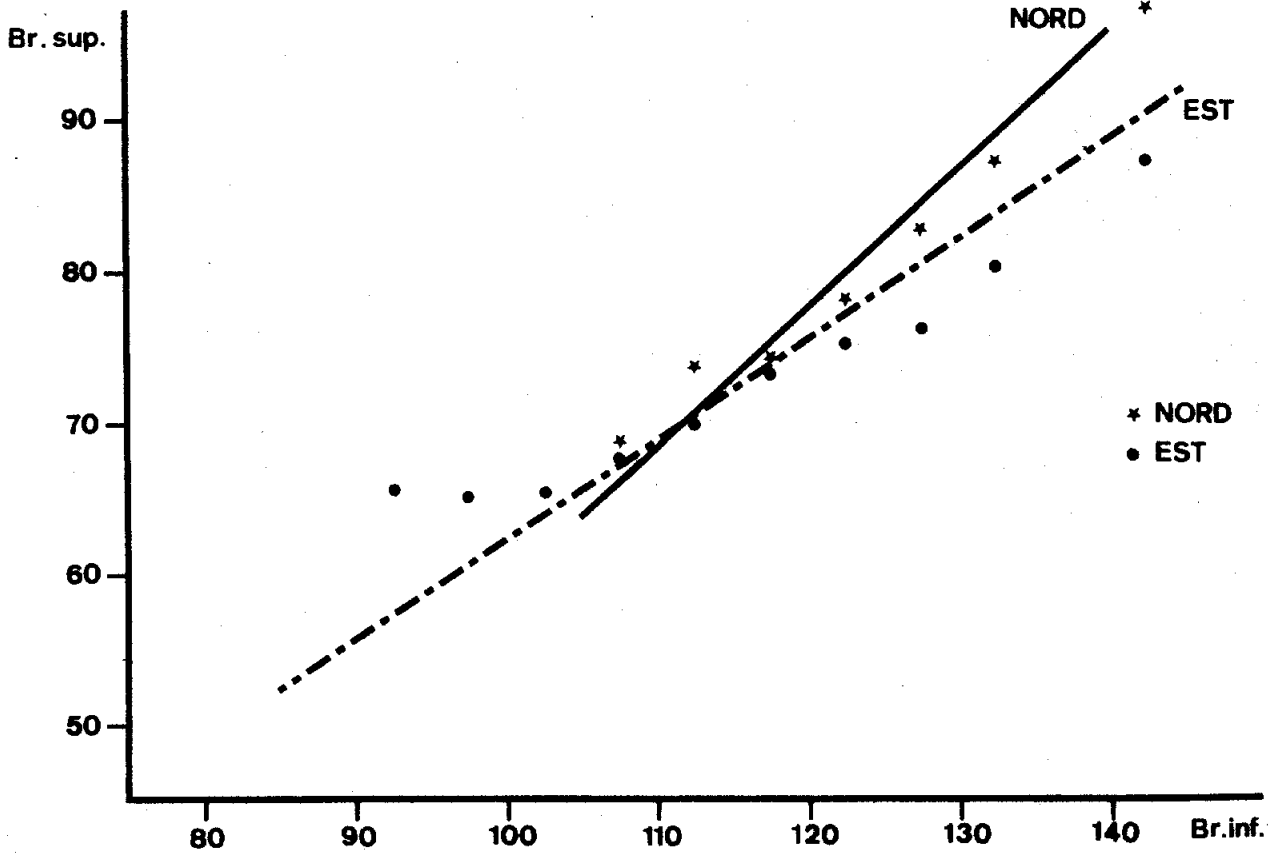


Fig.46.- Relations entre le nombre de branchiospines sur la partie supérieure (Br.sup.) et le nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br.inf.) du premier arc branchial chez les allaches des régions nord et est.

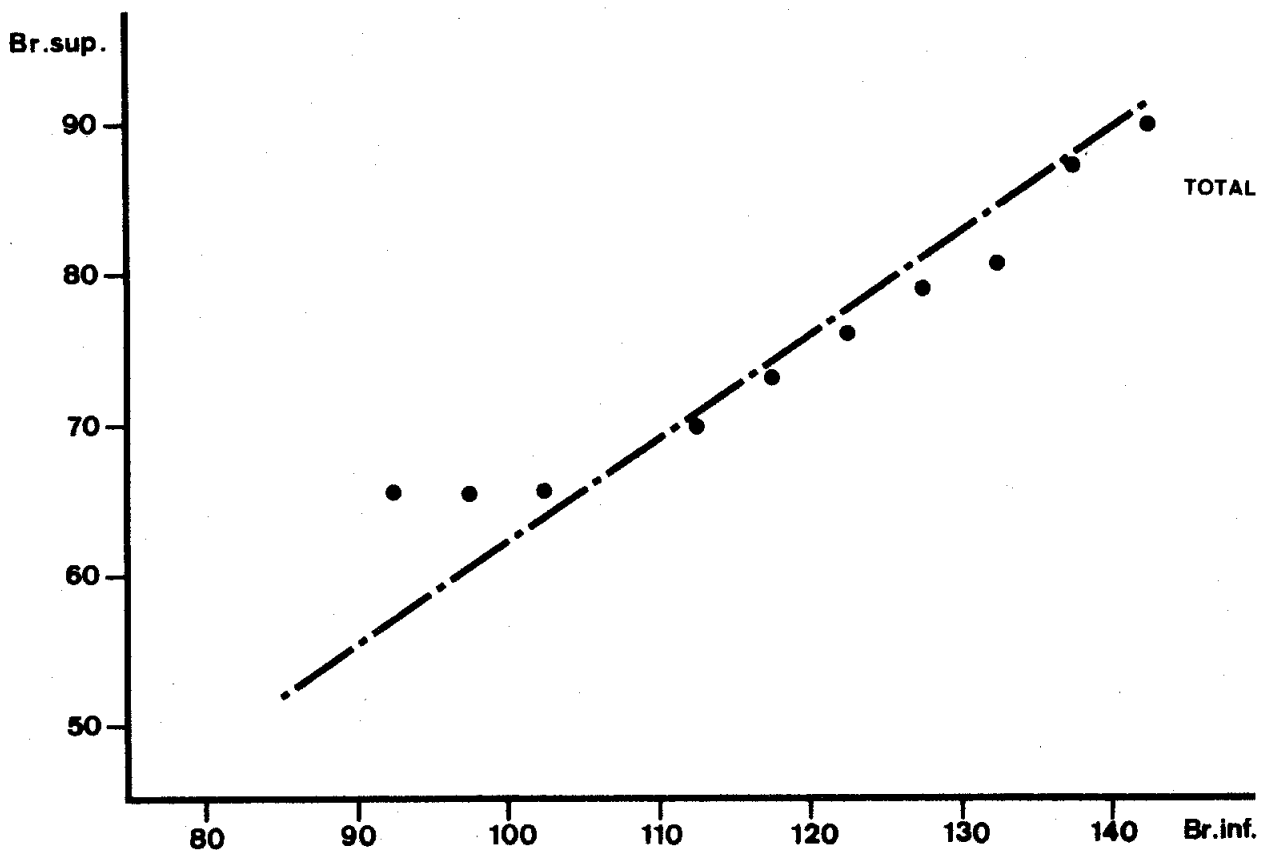


Fig.47.- Relations entre le nombre de branchiospines sur la partie supérieure (Br.sup.) et le nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br.inf.) du premier arc branchial chez les allaches des côtes tunisiennes.

Relations entre le nombre de branchiospines supérieures et le nombre de branchiospines inférieures (tab.43 ; fig.46, 47)

La relation entre le nombre de branchiospines supérieures et celui des branchiospines inférieures s'écrit:

région nord :	Br. sup. = 0,088 Br. inf.	^{1,415}
région est :	Br. sup. = 0,508 Br. inf.	^{1,044}
total :	Br. sup. = 0,386 Br. inf.	^{1,103}

Il n'existe pas de différence significative, ni au niveau de la pente, ni au niveau de la position, entre les courbes correspondant aux régions nord et est. Ceci permet de les assimiler en une seule. La croissance relative entre les deux grandeurs est isométrique, la pente n'étant pas différente d'une manière significative de 1. Le nombre de branchiospines supérieures correspond environ aux deux tiers (60-64 %) de celui des branchiospines inférieures chez l'allache tunisienne.

L'étude comparative des valeurs numériques, obtenues dans les deux régions nord et est, laisse apparaître des différences particulièrement importantes malgré quelques similitudes. Ainsi, les caractères statistiquement semblables ne portent que sur le nombre de rayons aux nageoires dorsale et anale et sur le rapport entre le nombre de branchiospines supérieures et inférieures. Quant aux différences, elles concernent, d'une part, le nombre total de vertèbres et celui des vertèbres caudales, plus élevés dans la région nord, d'autre part, le nombre de vertèbres abdominales et le nombre de branchiospines inférieures, plus élevés dans la région est. Nous remarquons en outre que, contrairement à la région nord, les moyennes annuelles des vertèbres caudales et abdominales homogènes et stables, ne diffèrent pas significativement d'une année à l'autre dans la région est.

A l'instar de la sardinelle plate, le déterminisme du nombre de vertèbres de l'allache semble sous la dépendance de la température. La faiblesse relative du nombre total moyen de vertèbres constatée, dans la région est, est explicable par la valeur plus élevée de la température des eaux en été, au moment de l'embryogenèse: 26,09°C dans le sud contre 22,82°C dans le nord. Lors d'un travail précédent, nous avons montré (QUIGNARD et KARTAS, 1976b) que, la moyenne vertébrale calculée par secteur, présentait une diminution progressive du nord au sud du littoral tunisien: Bizerte: 48,106 ; Tunis: 48,103 ; Sfax: 47,939 ; Gabès: 47,927. Une telle diminution est corrélative de l'accroissement de la température estivale de surface. Dans d'autres régions, BEN TUVIA (1963) et GHENO et POINSARD (1968) ont observé le même phénomène et ont pu établir, respectivement pour l'allache des côtes israéliennes et des côtes congolaises, des relations inverses entre la moyenne vertébrale et la température des eaux relevée durant la période de ponte.

3- Caractères morphométriques (tabl.44, fig.48)

Pour l'ensemble des caractères pris en considération chez les allaches du nord, de l'est et de leur total, les équations d'allométrie établies par la méthode des moindres rectangles sont consignées dans le tableau 44. Les droites correspondant à l'effectif total sont représentées par la figure 48.

Entre le nord et l'est, la comparaison, deux à deux, des différentes relations allométriques montre que pour les six caractères, deux d'entre eux ne présentent pas de différence significative. Il s'agit de la longueur standard qui subit une allométrie légèrement majorante, pratiquement isométrique et la distance préventrale qui a une allométrie minorante, plus accusée dans la région est.

Régions	Equations	n	r	2dy	LT	t	tpe	tpo
Nord	$\log LF = 0,98135 \log LT - 0,01281$	475	0,99731	0,01351	122-282	5,63 (+)	1,00	2,59
Est	$\log LF = 0,97540 \log LT - 0,00170$	475	0,99392	0,01337	117-242	4,98 (+)	(-)	(+)
Total	$\log LF = 0,97712 \log LT - 0,00265$	950	0,99669	0,01347	117-282	8,87 (+)		
Nord	$\log LS = 1,00535 \log LT - 0,10132$	668	0,99686	0,01436	122-287	1,73 (-)	1,81	1,16
Est	$\log LS = 1,01619 \log LT - 0,12504$	692	0,99083	0,01563	117-242	3,10 (+)	(-)	(-)
Total	$\log LS = 1,00710 \log LT - 0,10512$	1360	0,99607	0,01502	117-287	2,93 (+)		
Nord	$\log Lt = 0,87271 \log LT - 0,40075$	232	0,97553	0,01850	147-282	10,06 (+)	0,58	2,00
Est	$\log Lt = 0,86148 \log LT - 0,37199$	187	0,97278	0,02322	117-242	9,44 (+)	(-)	(+)
Total	$\log Lt = 0,85171 \log LT - 0,35124$	419	0,98945	0,02070	117-282	24,54 (+)		
Nord	$\log PV = 0,98099 \log LT - 0,34120$	119	0,90864	0,04091	147-277	0,50 (-)	0,30	1,41
Est	$\log PV = 0,97076 \log LT - 0,31388$	185	0,98148	0,02174	117-242	2,13 (+)	(-)	(-)
Total	$\log PV = 0,95693 \log LT - 0,28412$	304	0,98133	0,03085	117-277	4,07 (+)		
Nord	$\log PD = 1,02079 \log LT - 0,49687$	231	0,95966	0,02768	147-282	1,10 (-)	2,45	
Est	$\log PD = 0,96553 \log LT - 0,36656$	185	0,98600	0,01882	117-242	2,90 (+)	(+)	
Total	$\log PD = 0,96890 \log LT - 0,37568$	416	0,98882	0,02424	117-282	4,38 (+)		
Nord	$\log PA = 1,01162 \log LT - 0,22746$	120	0,98408	0,01788	142-277	0,70 (-)	0,70	3,99
Est	$\log PA = 1,28310 \log LT - 0,25942$	135	0,98378	0,02252	117-242	1,77 (-)	(-)	(+)
Total	$\log PA = 0,99568 \log LT - 0,18903$	255	0,99310	0,02051	117-277	0,59 (-)		

Tabl.44.- Relations entre la longueur totale (LT) et les longueurs à la fourche (LF), standard (LS), de la tête (Lt), les distances préventrale (PV), prédorsale (PD) et préanale (PA). n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée ; t : valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 1 ; tpe et tpo : comparaison des pentes et des positions ; (+) : signification au seuil de 5%.

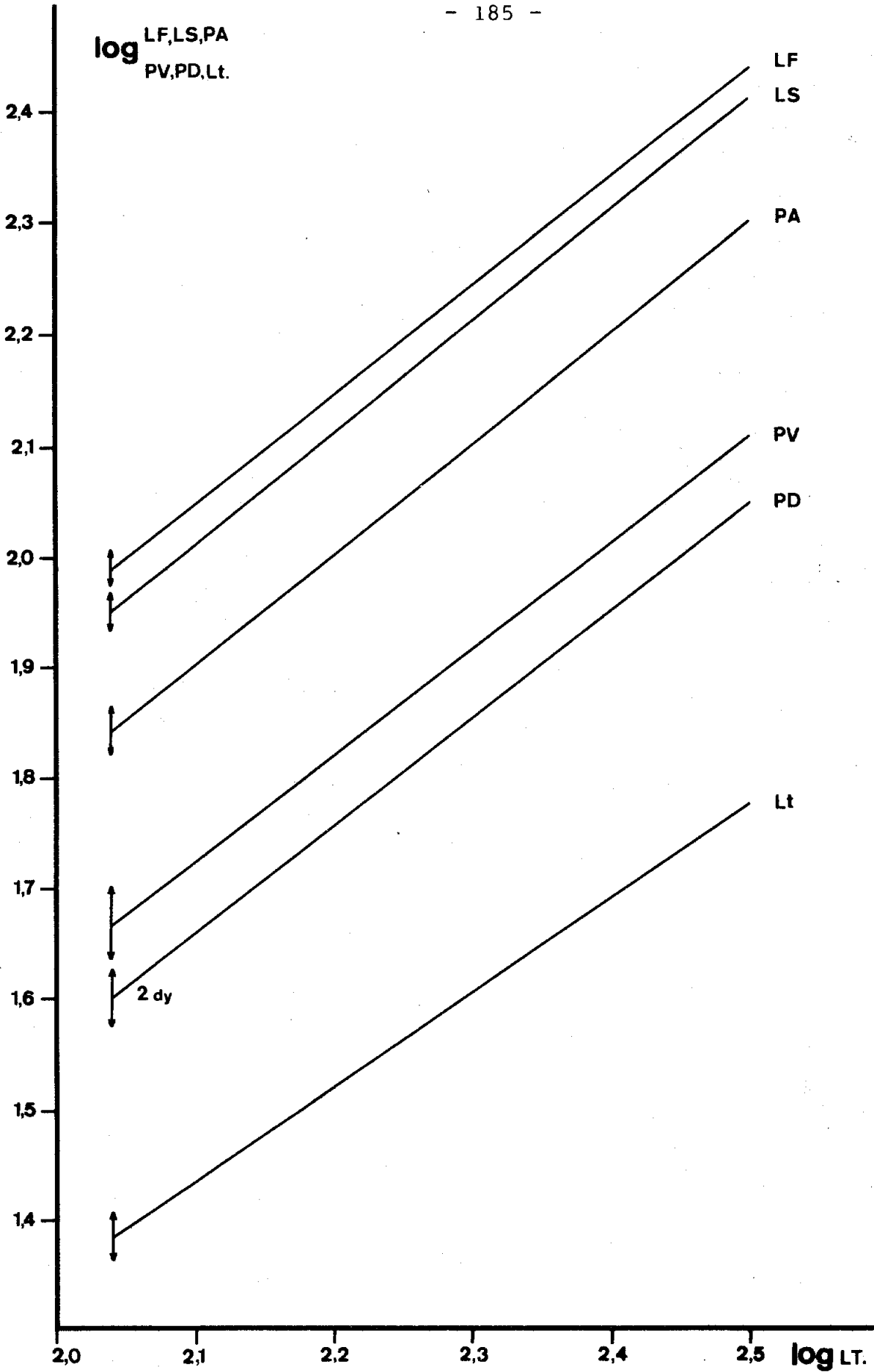


Fig.48.- Relations entre la longueur totale (LT) et les longueurs à la fourche (LF), standard (LS), les distances préanale (PA), préventrale (PV), prédorsale (PD) et la longueur de la tête (Lt) chez les allaches des côtes tunisiennes. 2dy : variabilité de l'ordonnée.

Les quatre autres diffèrent d'une manière significative, quoique ces différences restent toujours faibles comme le suggèrent les valeurs de t . La longueur à la fourche et la longueur de la tête présentent toutes les deux une allométrie minorante, toujours plus accusée dans la région est. La distance préanale subit une allométrie très majorante dans l'est et très faiblement majorante, pratiquement isométrique, dans le nord. La distance prédorsale a une allométrie légèrement majorante dans le nord et très minorante dans l'est.

La hauteur du corps, prise sur un petit lot de 42 allaches de longueur totale comprise entre 130 et 240 mm, mesure entre 25 et 45 mm. Elle est contenue 5,6 fois dans la longueur totale et 4,5 fois dans la longueur standard.

L'analyse de la distribution des rendements de la pêche et l'étude de certains caractères méristiques et morphométriques ont permis de différencier deux groupements d'allaches sur le littoral tunisien, l'un situé sur la côte nord et l'autre sur la côte est.

Sur le plan des caractères méristiques, deux d'entre eux suffisent à caractériser les deux groupements: le nombre total moyen de vertèbres et le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial. Le fait principal à retenir est que ces caractères varient d'une façon antagoniste ; à une valeur élevée de la moyenne vertébrale et à un nombre de branchiospines bas, dans la région nord, correspond une moyenne vertébrale et un nombre de branchiospines élevé, dans la région est. Ceci concorde avec l'observation faite sur la sardine atlantique par LETACONNOUX (1953) qui note que le nombre de branchiospines augmente et le nombre de vertèbres diminue à mesure que la température de l'eau augmente.

Sur le plan des caractères morphométriques, les différences relevées entre certaines proportions du corps ne semblent pas assez importantes pour pouvoir individualiser avec certitude les deux groupements de sardinelles.

III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO-MEDITERRANEENNES

1- Distribution géographique

Entre le sub-cosmopolitisme reconnu par REGAN (1917), FOWLER (1936) et autres et l'endémisme décrit par FAGE (1920), la distribution de *Sardinella aurita* subit des extensions plus ou moins importantes selon les auteurs. En effet, alors que FAGE (1920) écrit que l'espèce est circonscrite à la seule Méditerranée, FOWLER (1936) signale que son aire de distribution couvre, outre la Méditerranée et la mer Noire, l'Atlantique tropical, les archipels indo-australiens, la Chine et le sud-Japon.

D'après la bibliographie (FURNESTIN, 1952 ; MAURIN et LEE, 1959 ; TORTONESE, 1970 ; LATINI et PETTOROSSO, 1977), l'allache est abondante et donne lieu à une pêche active tout le long de la rive sud de la Méditerranée : sud des îles Baléares, Maghreb, Egypte, Anatolie et mer Egée. Dans les autres régions, l'espèce est rare (mer Noire, golfe de Gènes) ou accidentelle (Adriatique, golfe de Lion).

Les nombreuses données sur la diffusion pantropicale de *Sardinella aurita* se trouvent résumées dans le synopsis de BEN TUVIA (1960 a). L'auteur semble déduire que les limites de l'aire de distribution de l'espèce correspondent à l'isotherme de 15°C, valeur de la température minimum de surface du mois de février pour l'hémisphère nord et d'août pour l'hémisphère sud.

La présence de l'allache dans l'ouest du Pacifique est mise en doute par certains auteurs dont SVETOVIDOV



qui, après l'avoir signalée dans ces régions (1973 a), écrit qu'il s'agit apparemment d'espèces différentes (1973 b).

D'autres chercheurs (FURNESTIN, 1952 ; ROUX, 1976, MAURIN *et al.*, 1977 ; WITHEHEAD, 1978) considèrent *Sardinella aurita* comme étant amphiatlantique. Mais d'après le travail de LONGHURST (1971), il semble que l'allache soit localisée aux seules côtes atlanto-africaines.

POSTEL (1960) fournit des données spatiales et écologiques très précises sur l'aire de distribution de l'allache dans l'Atlantique Oriental. D'après cet auteur, la répartition géographique est limitée par les parallèles 37°N et S. Ainsi, l'allache se trouve depuis le sud du Portugal et de l'Espagne jusqu'à Saldanha bay (Afrique du Sud) et se rencontre autour des îles des Canaries et du Cap Vert.

Nous devons donc constater qu'il existe de grandes divergences d'opinion sur les limites de l'aire de distribution de cette espèce... ce qui est peut être le reflet des incertitudes systématiques et taxinomiques la concernant!

2- Caractères méristiques

Nombre de rayons aux nageoires (tabl.45 et 46 ; fig.49 et 50)

Les tableaux 45 et 46 reproduisent les résultats obtenus par différents auteurs dans diverses régions. Les chiffres entre parenthèses correspondent aux valeurs de l'écart type et de la fluctuation de la moyenne que nous avons dû calculer pour compléter les tableaux et pouvoir effectuer des comparaisons. Les figures 49 et 50 illustrent les valeurs des moyennes et de leurs fluctuations.

Régions	Auteurs	n	moy.	σ	fl.m.	limites
Egée	Ananiades, 1952	440	16,70	0,925	0,149	15 - 19
Adriatique	Latini et Pettorossi, 1977	215	18,679	0,726	(0,167)	17 - 21
Golfe du Lion	Maurin et Lee, 1959	69	18,91	(0,612)	(0,250)	18 - 20
Baléares	Navarro, 1932	344	17,988	0,64	0,012	17 - 20
Tunisie	Présent travail	757	18,902	0,555	0,068	18 - 20
Libye	Kartas et Quignard, 1976	105	18,876	0,549	0,182	18 - 20
Egypte	Botros et al., 1970	223	17,000	0,445	(0,101)	16 - 18
Canaries	Navarro, 1932	41	18,37	0,65	0,364	17 - 20
Cap Blanc	Bui Dinh Chung, 1973	35	18,40	0,15	(0,09)	17 - 20
Cap Vert	Bui Dinh Chung, 1973	99	18,66	0,88	(0,30)	17 - 20
Angola	Monteiro, 1956	143	18,230	0,875	0,248	16 - 20

Tabl.45.- Variations du nombre de rayons à la nageoire dorsale de l'allache dans différentes régions. n : effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

Régions	Auteurs	n	moy.	σ	fl.m.	limites
Egée	Ananiades, 1952	446	17,09	0,79	0,12	15 - 19
Adriatique	Latini et Pettorossi, 1977	218	17,289	0,815	(0,187)	14 - 19
Golfe du Lion	Maurin et Lee, 1959	69	17,36	(0,641)	(0,262)	16 - 18
Baléares	Navarro, 1932	322	16,49	0,765	0,14	14 - 19
Tunisie	Présent travail	734	17,632	0,747	0,093	16 - 20
Libye	Kartas et Quignard, 1976	105	17,571	0,770	0,255	16 - 19
Egypte	Botros et al., 1970	223	16,000	0,561	(0,127)	15 - 18
Canaries	Navarro, 1932	40	17,000	0,632	0,34	16 - 18
Cap Blanc	Bui Dinh Chung, 1973	35	17,17	0,14	(0,081)	15 - 18
Cap Vert	Bui Dinh Chung, 1973	99	16,20	0,90	(0,307)	
Angola	Monteiro, 1956	37	15,973	1,075	0,596	14 - 18

Tabl.46.- Variations du nombre de rayons à la nageoire anale de l'allache dans différentes régions. n : effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. fluctuation de la moyenne.

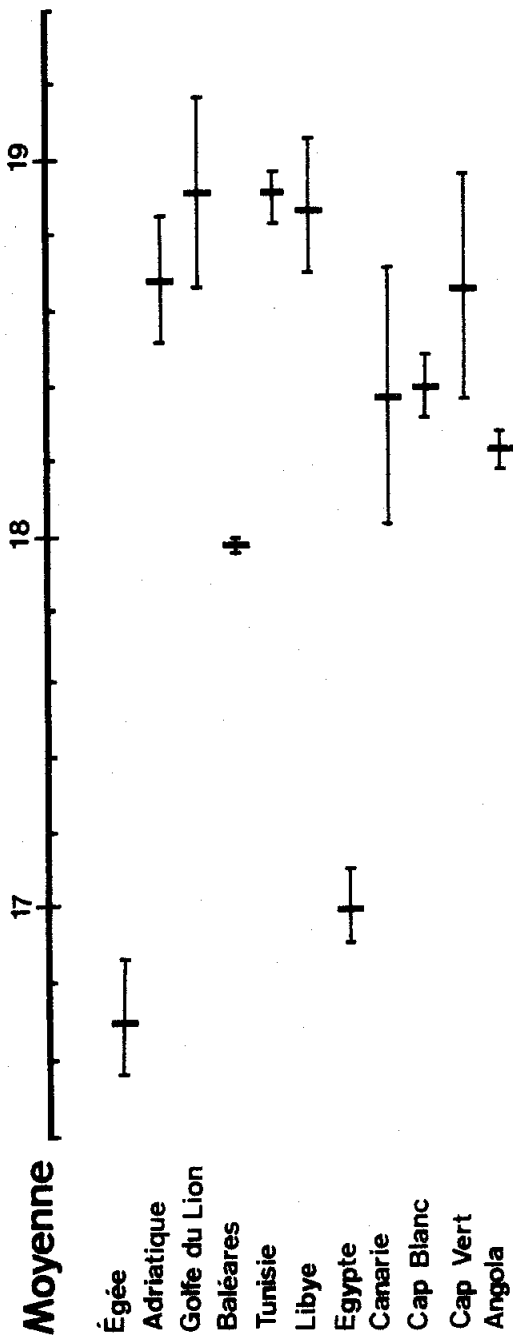


Fig.49.- Fluctuations de la moyenne du nombre de rayons à la nageoire dorsale de l'allache dans différentes régions.

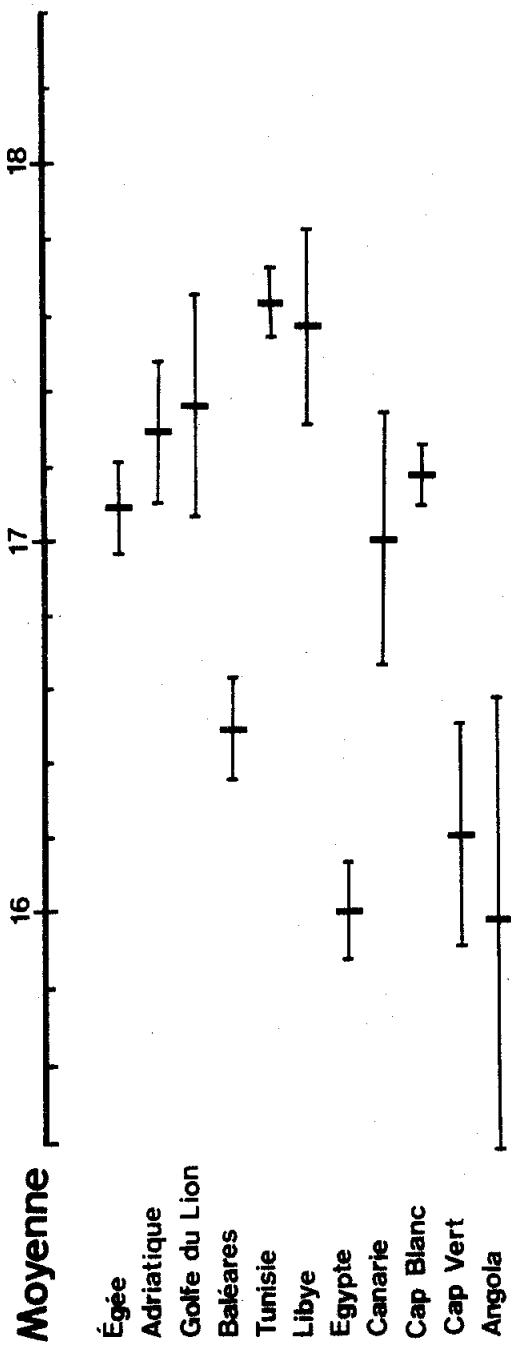


Fig.50.- Fluctuations de la moyenne du nombre de rayons à la nageoire anale de l'allache dans différentes régions.

Nageoire dorsale

Hormis les valeurs particulièrement faibles obtenues par ANANIADES (1952) dans la mer Egée (16,70) et par BOTROS *et al.* (1970) en Egypte (17,00), toutes les autres indiquent que la moyenne du nombre de rayons à la nageoire dorsale oscille entre 18 et 18,9. Les plus élevées se trouvent en Adriatique (18,679) (LATINI et PETTOROSSO, 1977) et surtout dans le golfe du Lion (18,91) (MAURIN et LEE, 1959), en Libye (18,876) (KARTAS et QUIGNARD, 1976) et en Tunisie (18,902). Cette dernière valeur que nous avons calculée diffère significativement des autres en leur étant supérieure, à l'exception de celles du golfe du Lion et de Libye auxquelles elle peut être assimilée.

Nageoire anale

Deux groupes de moyennes semblent s'individualiser. Les plus faibles, gravitant autour de 16 se trouvent en Egypte (16,000), en Angola (15,97) (MONTEIRO, 1956) et au Cap Vert (16,20) (BUI DINH CHUNG, 1973). Les plus élevées, supérieures à 17, se rencontrent en Adriatique (17,29), dans le golfe du Lion (17,36), en Libye (17,57) et en Tunisie (17,63). A part celle de Libye, la moyenne que nous avons obtenue est significativement différente de toutes les autres en leur étant supérieure.

Nombre de vertèbres (tabl.47 ; fig.51 et 52)

Nous avons dû, soit compléter les résultats des différents auteurs (tabl.47) en calculant les écarts types et les fluctuations des moyennes, soit les modifier en groupant les données se rapportant à un secteur bien précis. Les chiffres calculés sont mis entre parenthèses. C'est ainsi que pour les Baléares, en tenant compte, d'une part, des très nombreux résultats obtenus par les auteurs espagnols durant toute une période de vingt ans et, d'autre part, de

Régions	Auteurs	n	moy.	σ	fl.m.	limites
Rhodes	Ben Tuvia, 1957	36	48,38	0,112	(0,063)	48 - 49
Egée	Ananiades, 1952	309	48,28	0,569	0,11	47 - 49
Adriatique	Latini et Pettorossi, 1977	218	48,115	0,560	(0,128)	46 - 50
Golfe du Lion	Maurin et Lee, 1959	94	48,11	(0,474)	(0,166)	47 - 49
Golfe du Lion	Juge, 1968	100	48,09	0,63	0,21	47 - 50
Baléares	Navarro, 1932, 1948. Massuti, Valls et Navarro, 1950 Oliver et Navarro, 1952	(2935)	(48,005)	(0,604)	(0,038)	45 - 52
Almería	Fage, 1920	39	48,23	0,47	0,27	47 - 49
Oran	Fage, 1920	31	48,22	0,59	0,36	47 - 49
Algérie	Dieuzeide et Roland, 1957		47,994	0,519	0,056	47 - 49
Tunisie	Présent travail	1137	48,008	0,492	0,049	47 - 49
Libye	Kartas et Quignard, 1976	105	47,971	0,448	0,148	47 - 49
Egypte	Botros et al., 1970	508	47,526	0,538	(0,081)	46 - 49
Israel	Ben Tuvia, 1957	475	47,71	0,381	(0,059)	46 - 49
	Ben Tuvia, 1957	218	47,46	0,473	(0,108)	46 - 49
	(total)	(693)	(47,63)			
Canaries	Navarro, 1932	40	48,20	0,557	0,300	47 - 49
Cap Blanc	Bui Dinh Chung, 1973	34	47,38	0,14	(0,480)	45 - 49
Cap Vert	Bui Dinh Chung, 1973	122	47,51	0,53	(0,183)	46 - 50
Sénégal	Boaly et Champagnat, 1968	1264	47,554	(0,526)	(0,050)	46 - 49
Côte d'Ivoire	Marchal, 1964	495	47,562	0,550	0,084	46 - 49
Congo	Ghéo et Poinard, 1968		47,689			
Angola	Monteiro, 1956	(361)	(47,57)			

Tabl.47.- Variations du nombre de vertèbres de l'allache dans différentes régions.
n : effectif ; moy. : moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. fluctuation de la moyenne.

MOYENNE VERTEBRALE

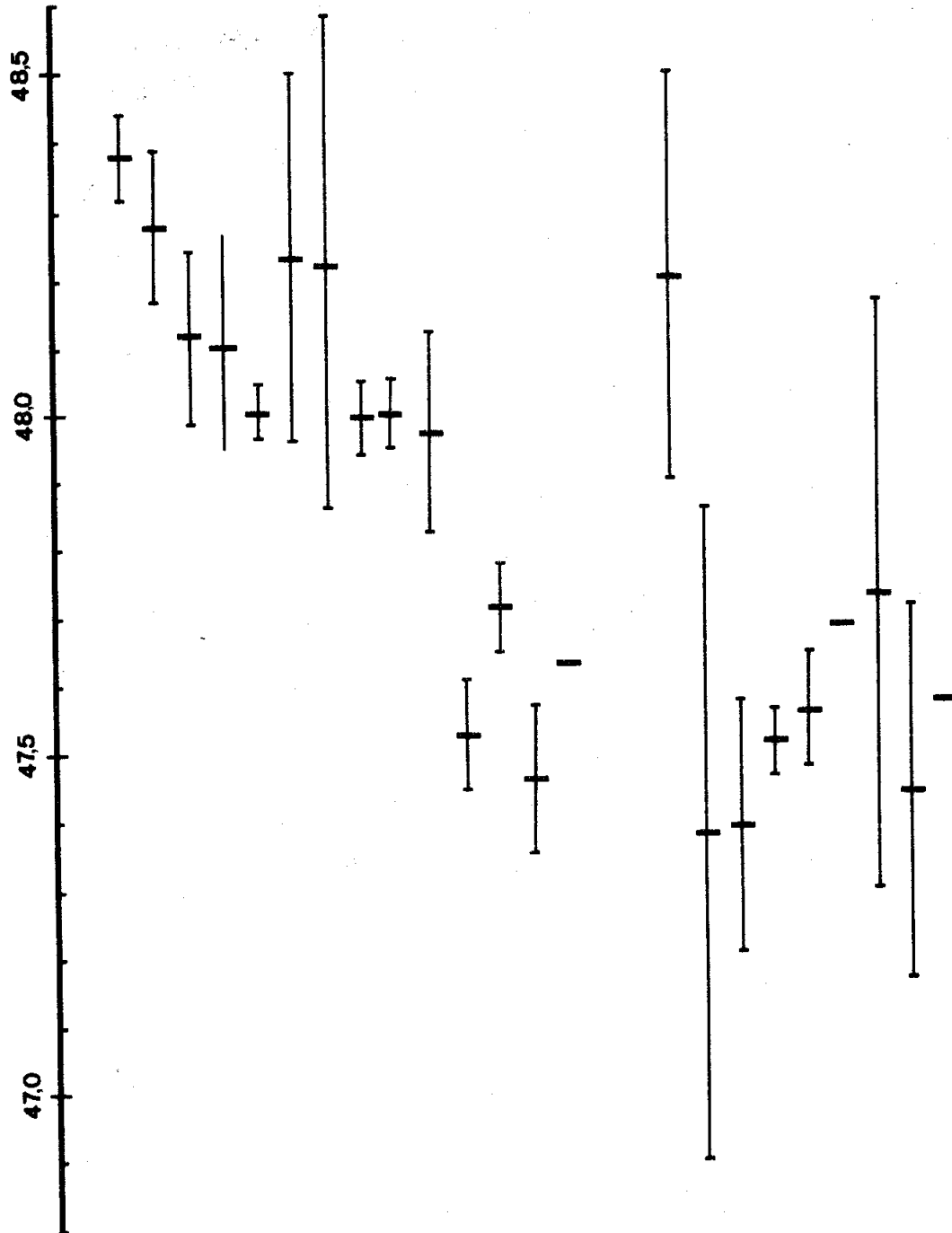


Fig. 51.- Fluctuations de la moyenne vertébrale de l'allache dans différentes régions.

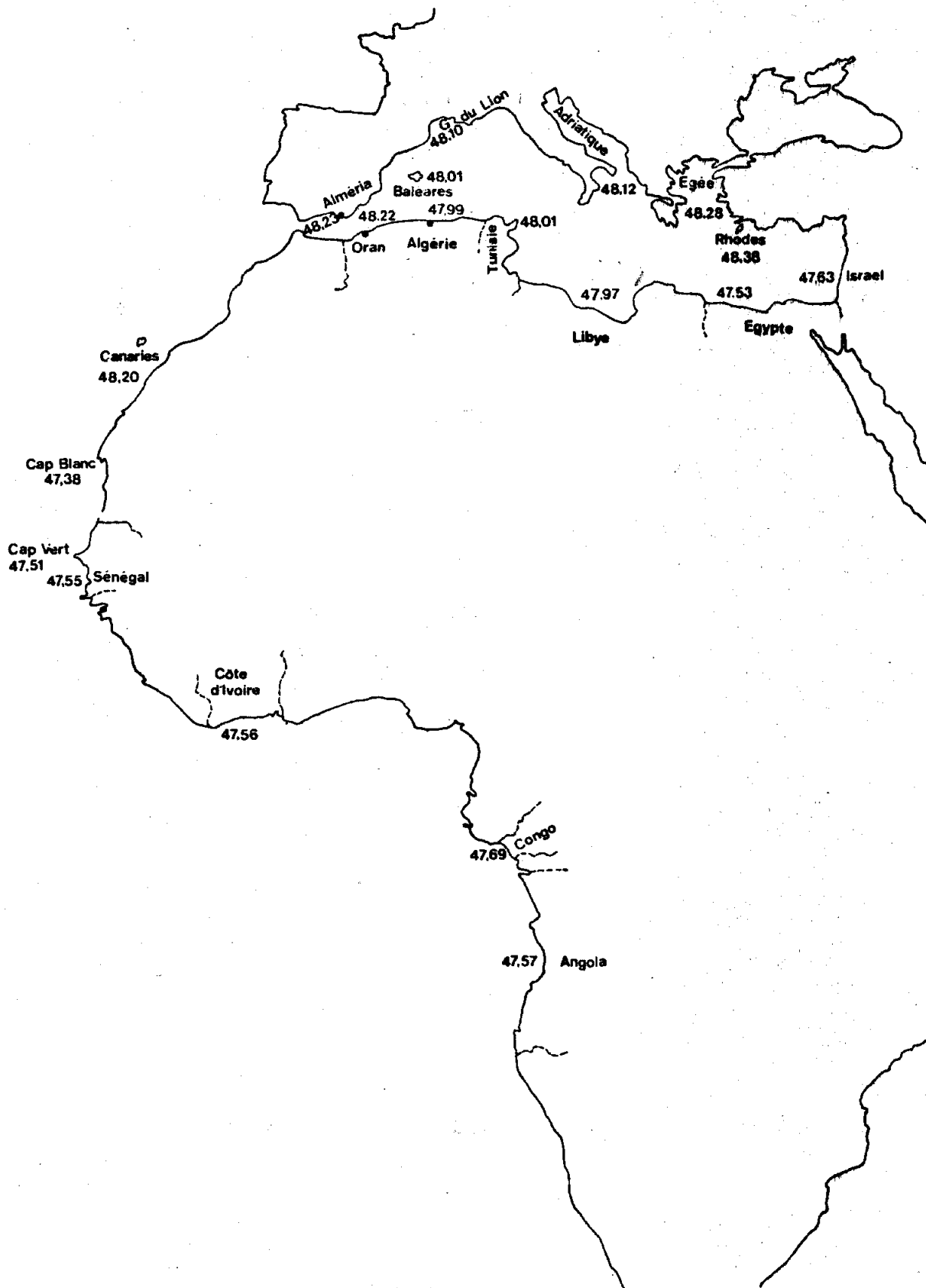


Fig.52.-Moyenne vertébrale de l'allache dans différentes régions.

l'absence d'une quelconque distinction en populations différentes, nous nous sommes permis d'établir une seule moyenne générale caractérisant cette région. Il en est de même pour l'Angola où d'après un assez grand nombre de petits échantillons, MONTEIRO (1956) a cru nécessaire, hâtivement semble-t-il, de distinguer deux populations. En ce qui concerne Israël, nous avons reproduit les résultats correspondant aux deux races mises en évidence par BEN TUVIA (1957) à partir desquels nous avons calculé une moyenne unique. La figure 51 illustre les moyennes et leurs fluctuations.

Les limites de variation du nombre total de vertèbres de l'allache sont relativement étroites (45-50) si l'on exclut les observations de NAVARRO (1948) sur un échantillon des Baléares composé de 393 individus dont probablement quatre ou onze sardines, comme le laisse supposer la valeur élevée des limites supérieures.

Quand nous songeons à la disproportion qui existe entre la distance séparant Israël de l'île de Rhodes et celle séparant le Cap Blanc de l'Angola, nous sommes frappés par le contraste entre la relative stabilité de la moyenne vertébrale sur les côtes atlanto-africaines et sa grande variation dans l'est méditerranéen. En effet, entre les deux régions extrêmes considérées de l'Atlantique, les moyennes sont de 47,38 au Cap Blanc (BUI DINH CHUNG, 1973) et 47,69 au Congo (GHENO et POINSARD, 1968). Les moyennes relevées le long de cette côte sont faibles et semblent diminuer avec la latitude (fig.52).

Quant à la Méditerranée, la moyenne varie de 47,46 en Israël à 48,38 autour de l'île de Rhodes (BEN TUVIA, 1957). En partant de cette île pour effectuer le tour de la Méditerranée, en suivant le mouvement inverse des aiguilles d'une montre, nous voyons que la moyenne vertébrale évolue selon un gradient négatif continu. Ainsi, sur la rive nord de la Méditerranée, d'est en ouest, le nombre de vertèbres

diminue progressivement: Rhodes: 48,38 ; mer Egée: 48,28 (ANANIADES, 1952) ; Adriatique: 48,115 (LATINI et PETTOROSI, 1977) ; golfe du Lion: 48,10 (MAURIN et LEE, 1959 ; JUGE, 1968) ; Baléares: 48,005 (NAVARRO, 1932 et autres). Sur la rive sud, en Algérie: 47,99 (DIEUZEIDE et ROLAND, 1957), en Tunisie: 48,01 avec au nord 48,068 et à l'est 47,97, en Libye, au large de Tripoli: 47,971 (KARTAS et QUIGNARD, 1976) et enfin en Egypte: 47,53 (BOTROS *et al.*, 1970) (fig.52). Durant l'hiver 1973-1974 et à un niveau plus local, nous avons constaté cette diminution du nord au sud des côtes tunisiennes (Bizerte: 48,106 ; Tunis:48,103 ; Sfax: 47,939 ; Gabès: 47,927) (QUIGNARD et KARTAS, 1976b) ; Cette dernière observation prouve bien l'existence de plusieurs populations dont les caractères évoluent d'une façon plus ou moins sensible et qu'il est possible de grouper en ensembles.

Ainsi, du point de vue moyenne vertébrale de l'allache, la Méditerranée peut se subdiviser en trois grandes régions :

- une région, comprenant le bassin occidental et débordant jusqu'au secteur de Tripoli, caractérisée par une moyenne de l'ordre de 48 ;
- une deuxième, correspondant au sud-est du bassin oriental, avec une moyenne de 47,50 ;
- une troisième, au nord-est de ce même bassin et atteignant peut-être même l'Adriatique, avec une moyenne supérieure à 48,20.

Les populations atlanto-africaines et sud-est méditerranéennes possèdent des moyennes vertébrales semblables et très faibles les faisant distinguer des populations du nord-est et du bassin occidental caractérisées par des moyennes très élevées. Celles des îles Canaries semblent très proches des populations du bassin occidental de la Méditerranée.

Régions	Auteurs	Courbes de regression	n	LT
Golfe du Lion	Lee, 1961	Br. = 2,93 LT + 78,72		16 - 27 cm
Tunisie	Présent travail	Br. = 25,300 LT ^{0,295}	502	120 - 280 mm
Egypte	Botros et al., 1970	(Br. = 5,563 LT ^{0,655})	189	60 - 210 mm
Cap Blanc Cap Vert	Bui Dinh Chung, 1973	Br. = 6,412 LT ^{0,625}		120 - 400 mm
Sénégal	Boely et Champagnat, 1968	(Br. = 8,210 LT ^{0,583})	1284	60 - 390 mm
Côte d'Ivoire	Marchal, 1965	(Br. = 9,845 LT ^{0,534})	232	110 - 280 mm
Congo	Rossignol, 1959	Br. = 4,9 LT + 93,23 (Br. = 11,231 LT ^{0,536})	262	14 - 33 cm mm

Tabl.48.- Variations du nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.) en fonction de la longueur totale (LT) chez l'allache dans différentes régions. n : effectif.

Régions	Auteurs	Courbes de régression	n	LT mm
Egypte	Botros et al., 1970	(Br. = 14,452 LT ^{0,467})	112	140 - 210
Sénégal	Boely et Champagnat, 1968	(Br. = 3,046 LT ^{0,778})	271	135 - 220
Côte d'Ivoire	Marchal, 1965	(Br. = 7,123 LT ^{0,589})	53	135 - 208
Congo	Rossignol, 1959	(Br. = 22,127 LT ^{0,407})	46	140 - 210

Tabl.49.- Variations du nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.) en fonction de la longueur totale (LT) chez l'allache dans différentes régions. n : effectif. Equations établies pour un éventail de taille sensiblement le même.

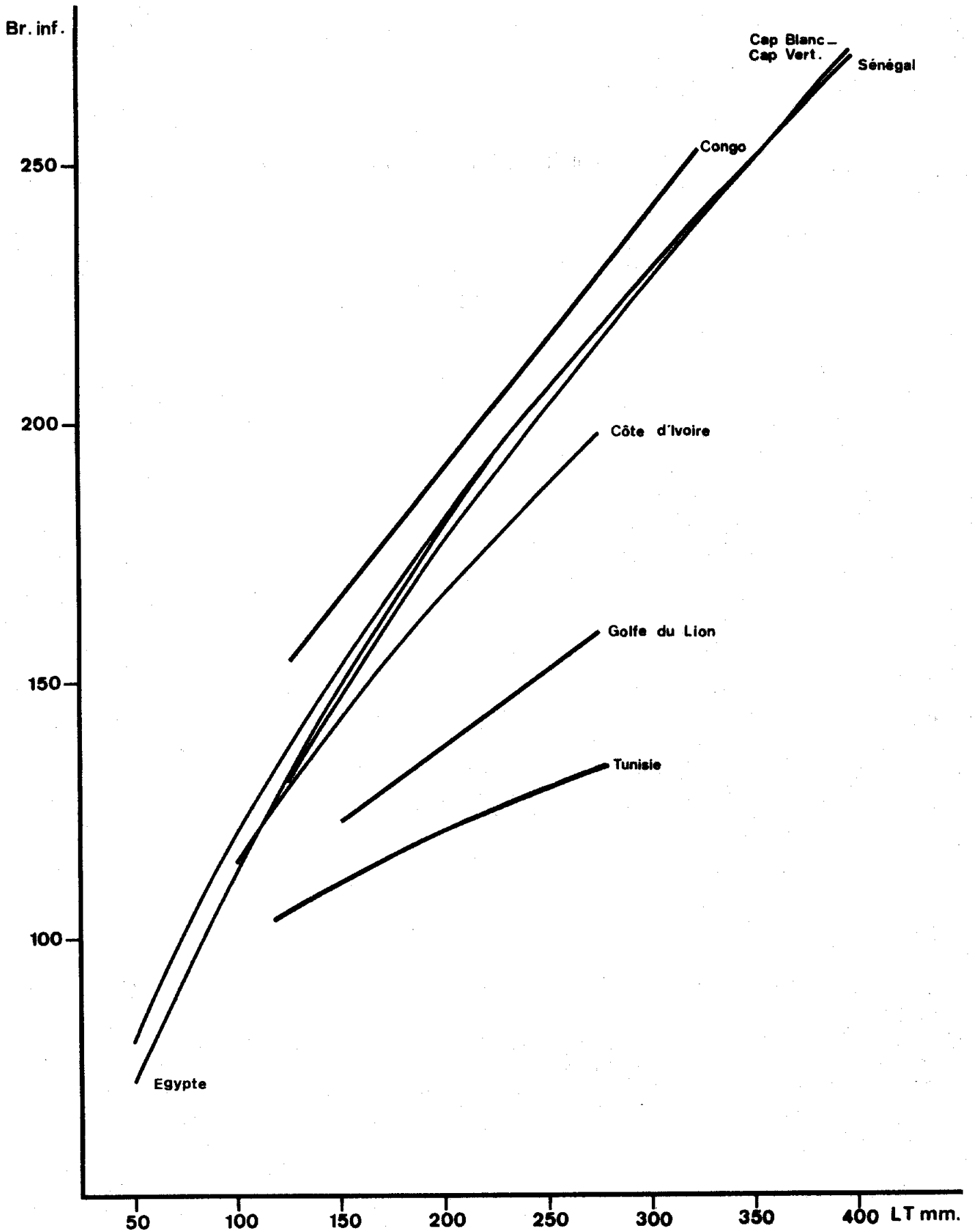


Fig.53.- Courbes de régression représentant le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT) chez l'allache dans différentes régions.

L'allache tunisienne, par son nombre moyen de vertèbres gravitant autour de 48, s'intègre parfaitement dans le bassin occidental de la Méditerranée.

Nombre de branchiospines (tabl.48 à 50 ; fig.53 à 55)

Le nombre de branchiospines étudié est celui de la partie inférieure du premier arc branchial. Comme il varie avec la longueur du poisson, les auteurs donnent le plus souvent, pour chaque classe de taille, le nombre d'individus examinés et le nombre de branchiospines correspondant. Certains d'entre eux calculent l'équation de régression reliant les deux grandeurs. Afin de pouvoir procéder à une étude comparative des différentes régions, nous avons, d'une part, calculé les équations manquantes à partir des résultats des auteurs et, d'autre part, homogénéisé les données en transformant la longueur standard utilisée comme longueur de référence par MARCHAL (1965b) et BOELY et CHAMPAGNAT (1968) en longueur totale par application de l'équation $LT = 1,22 LS$ déterminée par MARCHAL. Le tableau 48 reproduit les résultats obtenus. La figure 53 qui les illustre, montre que, si pour l'ensemble des régions considérées le nombre de branchiospines croît avec la longueur du poisson, le taux d'accroissement ainsi que le nombre moyen pour une taille donnée diffèrent d'un secteur à l'autre.

En Méditerranée, les valeurs moyennes les plus faibles se trouvent en Tunisie où nous avons calculé que pour une taille comprise entre 120 et 280 mm le nombre varie de 102,4 à 138,3. Dans le golfe du Lion (LEE, 1961), elles sont plus élevées, 128 à 156 pour des longueurs de 160 à 270 mm. Celles obtenues par BOTROS *et al.* (1970) en Egypte sont encore plus fortes (allant de 73,4 à 173,95 pour des tailles de 60 à 210 mm) et leur taux d'accroissement, nettement plus important que dans les deux autres régions, pourrait être dû à la présence d'individus de petite taille.

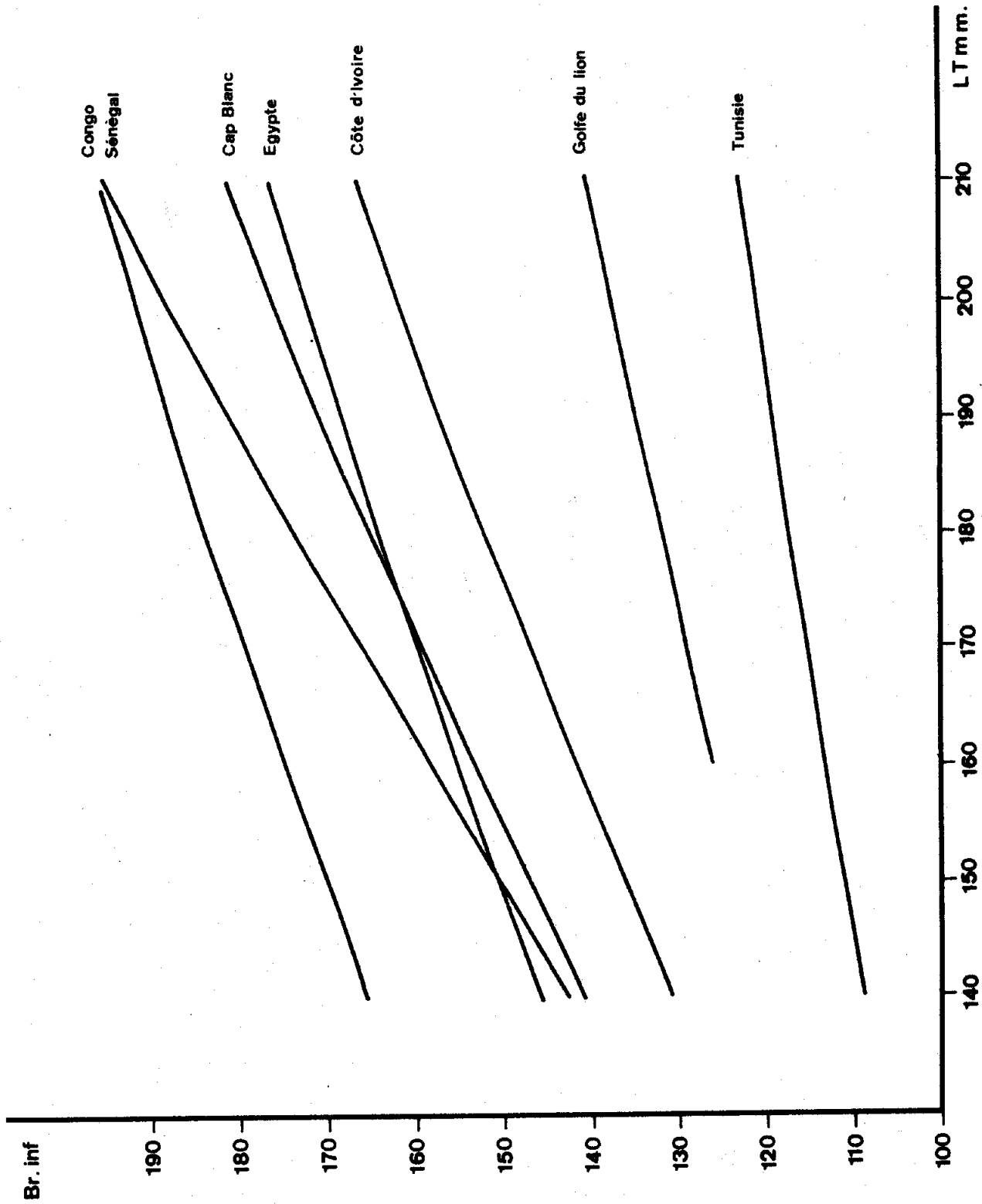


Fig. 54.- Courbes de régression représentant le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT) pour un éventail de taille sensiblement le même chez l'allache dans différentes régions.

Dans l'Atlantique, en Côte d'Ivoire, MARCHAL (1965b) trouve des moyennes comprises entre 118,5 et 200,8 pour des longueurs de 110 à 280 mm. D'après BOELY et CHAMPAGNAT (1968), au Sénégal, le nombre de branchiospines est compris entre 68,3 et 250,5 pour un intervalle de taille de 60-390 mm. Les valeurs obtenues par BUI DINH CHUNG (1973) au Cap Blanc et au Cap Vert sont comparables à celles des auteurs précédents. Enfin, c'est au Congo (ROSSIGNOL, 1959) qu'existent les moyennes les plus élevées puisque pour des tailles de 140 à 330 mm, elles varient entre 156,7 et 251,7. Ce dernier auteur a mis en évidence que l'accroissement du nombre de branchiospines n'est pas constant mais qu'il présente des discontinuités ou arrêts marqués par des paliers sur le graphique. Il constate que ces interruptions coïncident (du moins la première, entre 190 et 230 mm) avec la première maturation sexuelle ; celle-ci mobiliserait toute l'énergie aux dépens des autres manifestations métaboliques. MARCHAL (1965b) et BOELY et CHAMPAGNAT (1968) ont fait la même observation quant à la présence de tels paliers.

Pour plus de précision, nous avons recalculé un certain nombre d'équations pour le même éventail de longueur compris entre 140 et 210 mm environ (tabl.49 ; fig.54).

A l'exception de l'Egypte où le coefficient de régression est parmi les plus faibles et du Sénégal où il est le plus élevé, toutes les courbes sont presque parallèles entre elles pour cette tranche de taille. Cela signifie que le taux d'accroissement du nombre de branchiospines varie relativement dans de faibles limites d'une région à l'autre. Nous constatons toutefois que le coefficient de régression est bas en Méditerranée (Tunisie, golfe du Lion et Egypte) et élevé dans l'Atlantique africain. En fait, c'est surtout sur la position des courbes que porte la différence traduisant le grand écart entre les divers nombres moyens de branchiospines. Pour fixer les idées nous avons

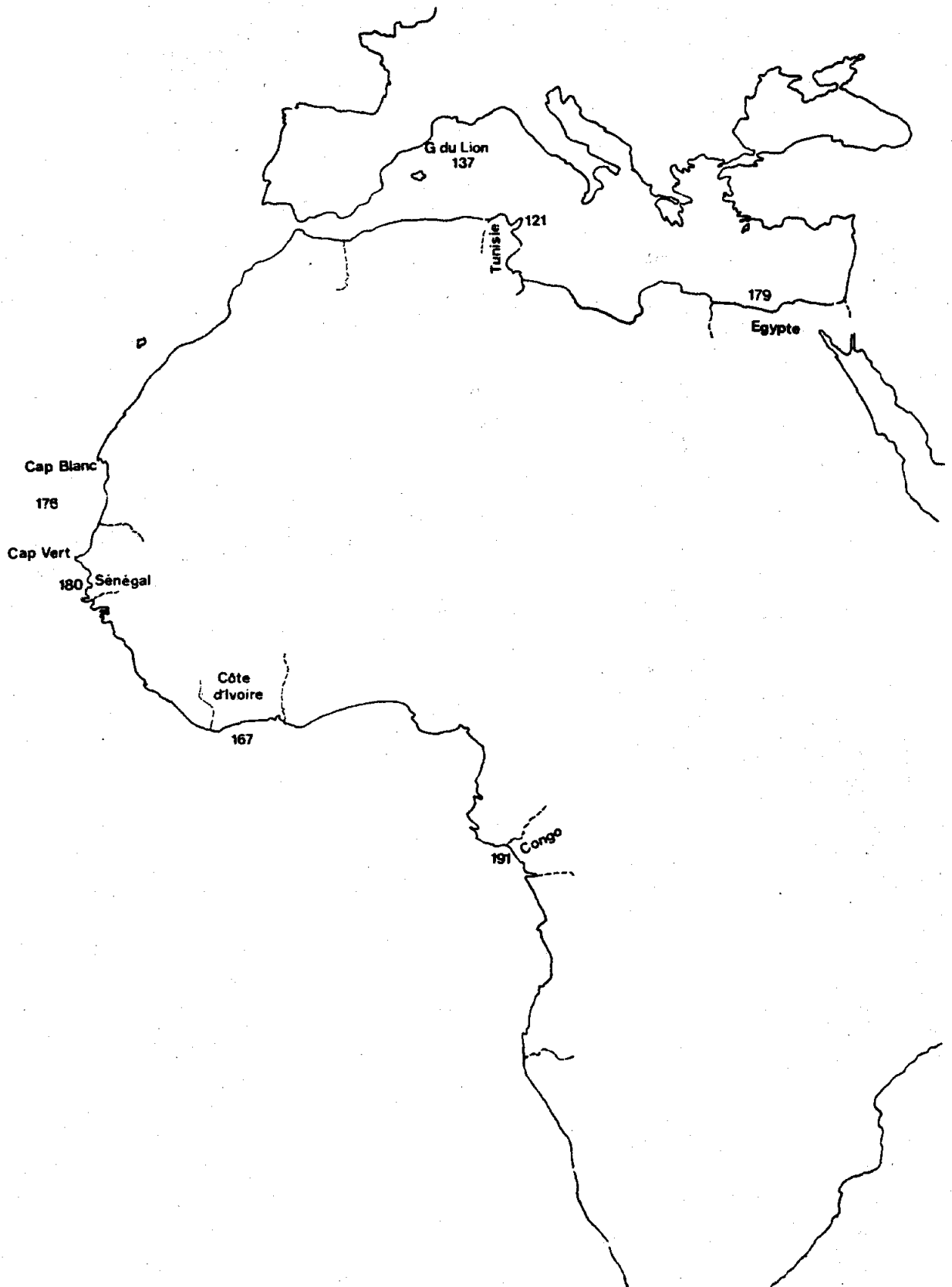


Fig.55.- Nombre calculé de branchiospines dans la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) chez l'anguille de 200 mm de longueur totale dans différentes régions.

porté (tabl.50 ; fig.55), suivant un ordre croissant, les valeurs moyennes du nombre de branchiospines correspondant à la longueur de 200 mm qui nous paraît la longueur moyenne représentative de l'allache.

Comme pour les vertèbres, nous retrouvons le grand contraste entre la Méditerranée, où l'écart des moyennes extrêmes est particulièrement important, de l'ordre de 52 branchiospines (Tunisie-Egypte), et l'ouest-africain (Côte d'Ivoire-Congo) où il n'est que de 29 branchiospines soit, environ, deux fois moindre.

Les populations du bassin occidental de la Méditerranée, quoique différentes entre elles (de 16 branchiospines) se distinguent de toutes les autres par leur faible nombre de branchiospines.

L'allache du sud-est du bassin oriental de la Méditerranée est beaucoup plus proche de celle peuplant l'est-atlantique que de celle du bassin occidental méditerranéen.

Les quatre populations ouest-africaines étudiées du Cap Blanc au Congo sont bien individualisées.

3- Caractères morphométriques (tabl.51, fig.56)

De même que pour *Sardinella maderensis*, l'emploi des caractères morphométriques dans la distribution des populations de *Sardinella aurita* se heurte à certaines difficultés dues à l'impossibilité d'évaluer le degré de précision des mesures et à l'absence dans la littérature de paramètres mathématiques nécessaires à une comparaison valable des équations établies par les chercheurs.

Les seules équations d'allométrie dont nous disposons sont celles de BOTROS *et al.* (1970) et de LATINI

Régions	Moyennes observées	Moyennes calculées	
		A	B
Tunisie	119,5	120,8	
Golfe du Lion	-	137,3	
Côte d'Ivoire	163,0	166,7	161,4
Egypte	172,7	178,8	171,6
Cap Blanc-Cap Vert	175,5	175,8	
Sénégal	187,5	180,2	188,0
Congo	191,0	191,2	191,2

Tabl.50.- Nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial chez les allaches de 200 mm de longueur totale observé et calculé d'après les équations du tableau 48 (A) et celles du tableau 49 (B).

	Courbes de régression		
	Egypte (LT : 50 - 220 mm)	Adriatique (LT : 220 - 280 mm)	Tunisie (LT : 120 - 280 mm)
LF		$37,2881 + 0,7217 LT$	$1,010 LT^{0,974}$
LS	$1,8187 + 0,8204 LT$		$0,802 LT^{1,003}$
PA	$0,7872 + 0,6157 LT$	$29,4461 + 0,5068 LT$	$0,670 LT^{0,989}$
PV	$4,3007 + 0,3693 LT$	$19,8165 + 0,3145 LT$	$0,570 LT^{0,939}$
PD	$3,9349 + 0,3238 LT$	$12,2739 + 0,2981 LT$	$0,449 LT^{0,958}$
Lt	$5,8619 + 0,1573 LT$	$15,6297 + 0,1211 LT$	$0,466 LT^{0,843}$

Tabl.51.- Courbes de régression représentant les longueurs à la fourche (LF), standard (LS), les distances préanale (PA), préventrale (PV), prédorsale (PD), la longueur de la tête (Lt) en fonction de la longueur totale (LT) chez l'allache dans différentes régions.

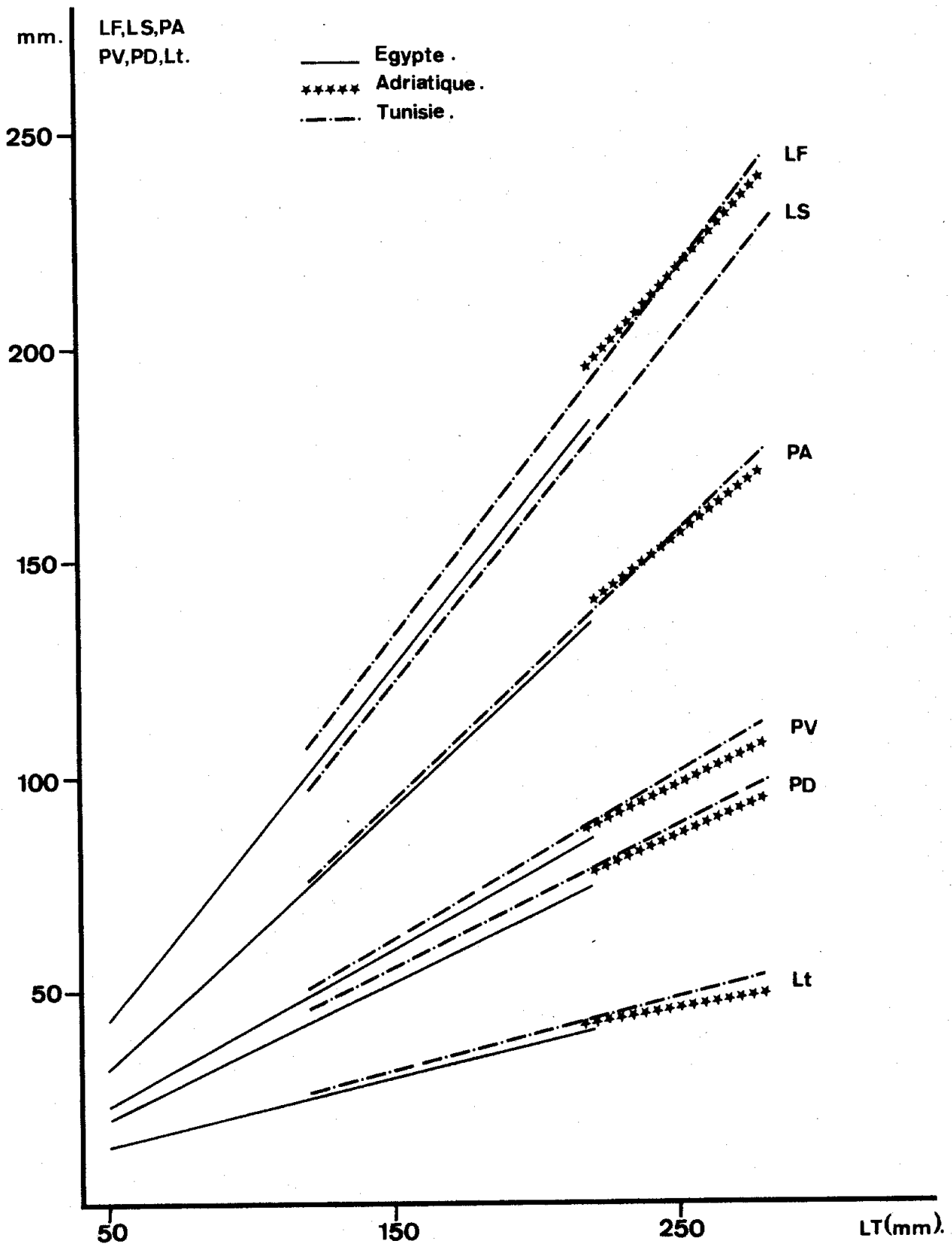


Fig.56.- Droites de régression représentant les longueurs à la fourche (LF), standard (LS), les distances préanale (PA), préventrale (PV), prédorsale (PD), la longueur de la tête (Lt) en fonction de la longueur totale (LT) chez l'allache dans différentes régions.

et PETTOROSSO (1977) calculées par la méthode des moindres carrés et sans transformation logarithmique des données, respectivement d'après des échantillons d'allaches d'Egypte et de la mer Adriatique. Elles sont consignées dans le tableau 51 avec celles que nous avons établies pour l'allache tunisienne et illustrées par la figure 56. Elles concernent la croissance relative des longueurs à la fourche (LF), standard (LS), de la tête (Lt), des distances préanale (PA), préventrale (PV) et prédorsale (PD) par rapport à la longueur totale (LT).

De l'examen du graphique (fig.56), il est possible de déduire les observations suivantes :

- le parallélisme des droites obtenues en Egypte et en Tunisie signifie que le taux d'accroissement des différentes proportions du corps par rapport à la longueur totale est le même dans les deux régions ;
- à l'exception de la longueur standard, toutes les autres mensurations sont relativement plus petites en Egypte qu'en Tunisie ;
- par rapport à la Tunisie, le taux d'accroissement est nettement faible dans l'Adriatique ;
- les droites obtenues en Egypte et dans l'Adriatique sont incomparables car elles sont calculées pour des intervalles de taille différents qui ne se chevauchent même pas.

IV- CONCLUSION

Sardinella aurita Valenciennes, 1847 est une espèce à grande répartition. Elle fréquente les eaux intertropicales ouest-africaines où elle est particulièrement abondante et se rencontre dans la Méditerranée où elle est

surtout commune sur la côte sud, manifestant un épanouissement de plus en plus grand de l'ouest à l'est. Malheureusement, dans ce dernier secteur levantin, elle est en train de subir le même contrecoup que la sardinelle plate des méfaits de l'édification du barrage d'Assouan sur l'hydrologie de la région.

Dans les paragraphes précédents, nous avons cherché à mettre en évidence les caractéristiques biométriques des différentes populations en nous servant de nos propres résultats et des données bibliographiques que nous avons pu réunir. Nous avons été conduits à retenir deux caractères différenciateurs principaux: la moyenne vertébrale et le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial.

Il ressort de ces observations que si les différentes populations étudiées offrent des traits originaux qui les distinguent les unes des autres, il est néanmoins possible de les grouper en ensembles. A cet égard, les allaches tunisiennes, de par leur moyenne vertébrale élevée et leur faible nombre de branchiospines, peuvent être assimilées aux populations du bassin occidental de la Méditerranée. Ces dernières diffèrent notablement, d'une part, des populations sud-est-méditerranéennes et, d'autre part, des populations ouest-africaines. En ce qui concerne l'allache de la côte nord du bassin oriental, il importe de souligner qu'elle s'oppose radicalement à celle de la côte sud de ce même bassin et présente en revanche une certaine affinité avec les populations de la côte nord du bassin occidental. Quant aux allaches du sud-est-méditerranéen, elles s'apparentent d'une façon remarquable, aussi bien par la moyenne vertébrale que par le nombre de branchiospines aux populations ouest-africaines.

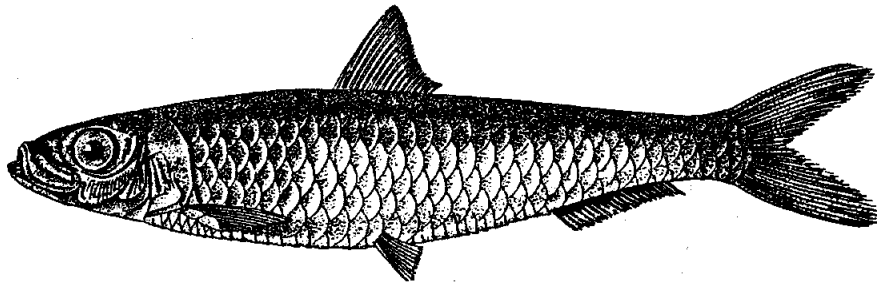
Un fait majeur qui mérite d'être relevé est l'opposition entre les populations atlantiques et méditerranéennes, relative à leur degré d'hétérogénéité. En effet, alors que ces dernières se caractérisent par l'ampleur des variations d'un secteur à l'autre dans un espace aussi restreint qu'est la Méditerranée, les divergences entre les populations ouest-africaines, bien qu'évidentes, restent modestes malgré l'importance de l'aire géographique que ces populations occupent.

Il a été observé en Méditerranée une variation clinale de la moyenne vertébrale. La diminution progressive des valeurs s'effectue d'est en ouest sur la côte nord et d'ouest en est sur la côte est.

Enfin, il a été constaté sur les côtes tunisiennes, une diminution de la moyenne vertébrale corrélative d'une augmentation du nombre de branchiospines et de la température des eaux superficielles. Cette observation, sans être rigoureuse, se retrouve au niveau des régions; entre le sud-est-méditerranéen et le bassin occidental de la Méditerranée ou bien entre celui-ci et la côte ouest-africaine.

La Sardine

Sardina pilchardus sardina Regan, 1916



Sardina pilchardus (WALBAUM) (d'après CUVIER et VALENCIENNES).

Ceux qui ne connaissent les Sardines que pour les voir, décapitées et baignées d'huile, dans le creux d'une boîte de conserves, ignorent ce qu'est la bête en pleine vie, dans la mer où on va la pêcher. Ceux-là mêmes qui les voient entières, aux éventaires des marchands, saupoudrées du sel destiné à les préserver d'une décomposition trop hâtive, ou entourées de glace, ou serrées dans des tonneaux, les ignorent tout aussi bien. Pour savoir ce qu'elles sont vraiment, on doit les regarder au moment où le filet qui les a saisies est tiré de l'eau. Le pêcheur les prend, les jette, les entasse au fond de son canot. Alors on peut contempler la splendeur chatoyante de leurs teintes. Elles sont, pour nos yeux, de véritables bijoux naturels. (Route)

I- INTRODUCTION

Le statut de la sardine eurafricaine a été trop longtemps débattu pour que son étude soit reprise ici. Nous rappelons simplement que l'oubli de LINNE dans son *Systema Naturae* (1758) d'une espèce aussi connue et abondante qu'est la sardine et l'ignorance des ichthyologistes du travail de CORNIDE (1788), qui, le premier, l'a décrite sous le nom d'*Arenagus minor*, sont à l'origine de nombreuses confusions expliquant ainsi la prolifération des synonymies.

En 1916, REGAN, révisant la systématique de quelques genres de Clupéidés, a désigné la forme typique de la sardine sous le nom de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792). Cette appellation est admise depuis, par tous les auteurs.

Des différences méristiques, morphométriques, anatomiques ou hématologiques ont amené les chercheurs, chacun selon son appréciation personnelle, à scinder l'espèce en sous-espèces, formes ou races. Ces hésitations proviennent du fait que les différences observées ne sont pas suffisamment précises et rigoureuses pour constituer des critères distinctifs sûrs.

REGAN (1916) distingue, à côté de l'espèce typique *Sardina pilchardus*, une sous-espèce qu'il décrit sous le nom de *Sardina pilchardus sardina*. La première se caractérise par un nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial supérieur à 60 et peuple les côtes atlantiques européennes, du Portugal aux Iles Britanniques. La deuxième, dont le nombre de branchiospines est inférieur à 60, est présente au sud-ouest de la mer Noire, en Méditerranée, sur les côtes atlantiques du Maroc et autour de Madère et des Canaries.

D'après DE BUEN (1930), c'est le détroit de Gibraltar qui constitue la limite de séparation de la "forme" *sardina* méditerranéenne de la "forme" *pilchardus* atlantique.

Il est approuvé en cela par FURNESTIN (1950 b) qui, ayant constaté un nombre de branchiospines supérieur à 60 chez la sardine atlantique du Maroc, considère comme uniquement méditerranéenne la "variété" *Sardina sardina* et atlantique la "variété" *Sardina pilchardus*.

LEE (1962) confirme, par des méthodes hématologiques, entre autres, que la sardine atlantique est bien différente de la "sous-espèce" méditerranéenne *S. pilchardus sardina*.

Selon LETACONNOUX (1953), les caractéristiques des sardines insulaires (Madère, Açores et Canaries), en particulier leur nombre de branchiospines inférieur à 60, les rapprochent davantage des sardines de la Méditerranée que de celles de la plateforme continentale atlantique.

Parallèlement, de nombreux travaux dont celui d'ANDREU (1953) à Castellon ont montré que la sardine méditerranéenne peut présenter un nombre de branchiospines supérieur à 60. En fait, ce nombre doit être considéré comme un ordre de grandeur et non comme une limite absolue. Actuellement, c'est surtout le taux d'accroissement du nombre de branchiospines par rapport à la taille qui retient l'attention des auteurs. Suivant que le coefficient de régression du nombre de branchiospines sur la taille est inférieur ou supérieur à 0,4, ANDREU (1969) distingue respectivement les sardines méditerranéennes et insulaires (Madère, Açores et Canaries) de celles de la plateforme atlantique.

LARRANETA (1968) a montré que la sardine d'Estepona (sud de l'Espagne), par le nombre moyen de branchiospines nettement supérieur à 60 et le coefficient de régression du nombre de branchiospines sur la taille, élevé, est de type atlantique.

Dans un travail antérieur (QUIGNARD et KARTAS, 1976 a) sur les caractères numériques des sardines des côtes

tunisiennes, nous avons mis en évidence que les sardines du secteur de Sfax (golfe de Gabès) se différencient de toutes les populations méditerranéennes et présentent de grandes ressemblances avec celles de l'Atlantique notamment par leur coefficient de régression supérieur à 0,4.

La distinction entre *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) et *Sardina pilchardus sardina* Regan, 1916 reste, à nos jours controversée. Puisque d'un côté, SVETOVIDOV (1964, 1973) soutient que la sardine est une espèce monotypique et que les différenciations régionales qu'elle présente ne justifient pas la création de sous-espèces, de l'autre côté, MAURIN *et al.* (1977) estiment non seulement nécessaire de maintenir cette distinction mais MAURIN (1968) crée en plus une troisième sous-espèce. D'après ces derniers auteurs, *Sardina pilchardus* se divise en trois sous-espèces géographiques :

- la sous-espèce type de l'Atlantique nord est:
Sardina pilchardus pilchardus,
- la sous-espèce méditerranéenne:
Sardina pilchardus sardina,
- la sous-espèce mauritanienne:
Sardina pilchardus mauritanica (Maurin, 1968).

II- CARACTERISTIQUES DES SARDINES TUNISIENNES

1- Distribution des rendements (fig. 57)

Dans l'étude de la distribution des rendements de la sardine des côtes tunisiennes, nous avons procédé de la même manière que pour l'allache.

Les moyennes annuelles des quantités de sardine débarquées dans chaque port sont calculées d'après les statistiques de 1931-1937. Elles sont ensuite groupées suivant les trois échelles de 400, 300 et 250 km, comme l'indique la figure 57.

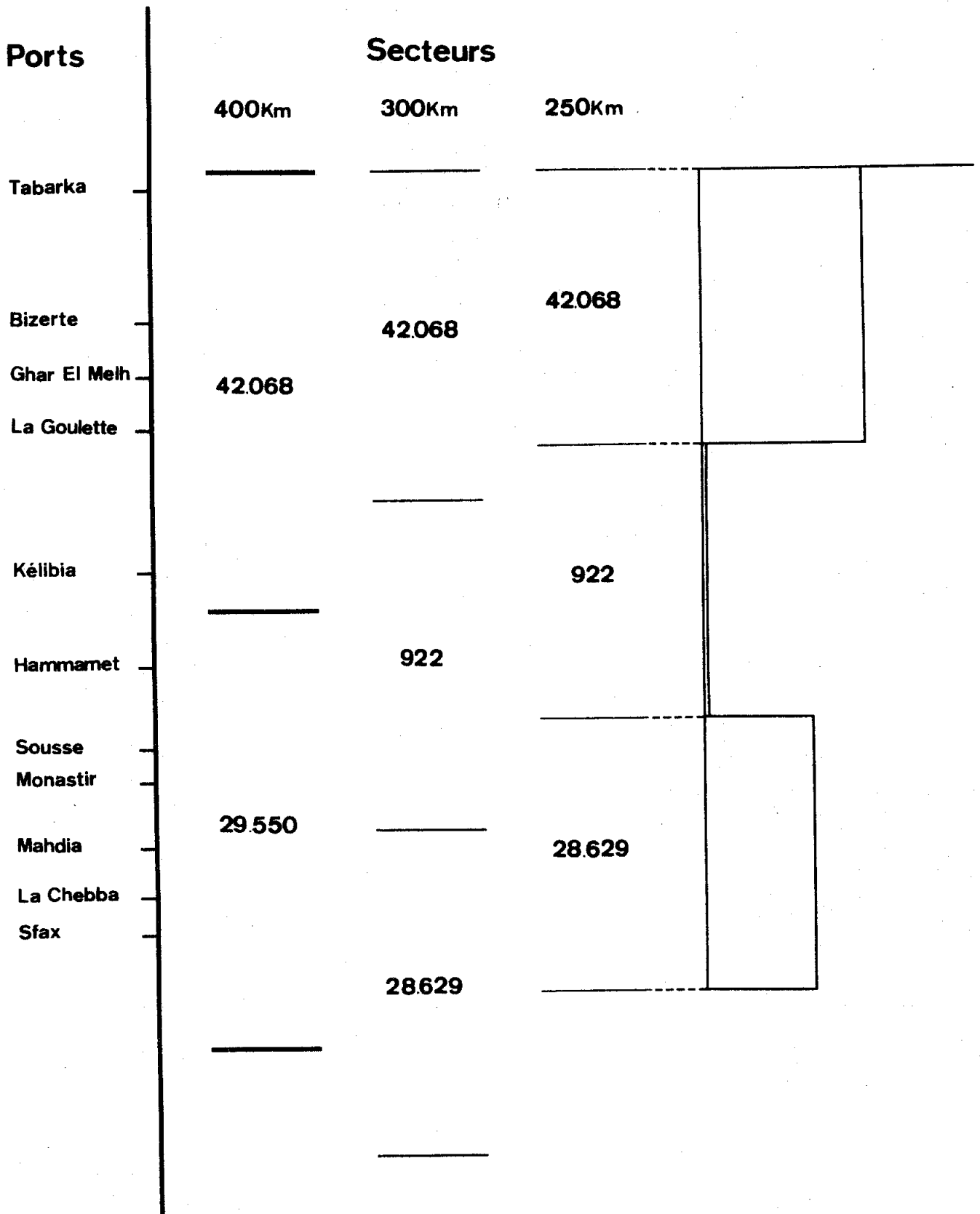


Fig.57.- Distribution des rendements annuels moyens (en kg) durant la période 1931-1937 de la pêche de la sardine sur les côtes tunisiennes.

La distribution à l'échelle de 400 km montre que les deux tiers du total des prises se situent dans la région nord, entre Tabarka et Kélibia et seulement le tiers dans l'est, entre Hammamet et La Chebba. Ceci rejoint nos observations fondamentales: raréfaction de la sardine du nord au sud-est où elle disparaît totalement au niveau des îles Kerkennah.

A l'échelle de 300 km, la distribution bimodale obtenue, permet de distinguer deux groupements de sardines bien individualisés. Cependant, cette distribution ne doit pas être retenue à cause de la position du deuxième mode, trop décalée vers le sud et qui est en contradiction avec les limites de l'aire de répartition de la sardine.

L'utilisation de l'échelle de 250 km est plus appropriée. Elle confirme la distribution bimodale et rend mieux compte de l'emplacement du deuxième mode.

A la lumière de cette distribution, nous étudierons séparément la sardine de la région nord et celle de la région est. Nous avons fixé les limites de ces deux régions comme suit: la région nord couvre la zone littorale de la frontière algéro-tunisienne jusqu'à la partie nord du golfe d'Hammamet et renferme ainsi les secteurs de Tabarka, Bizerte, Tunis et Kélibia ; la région est s'étend du golfe d'Hammamet au golfe de Gabès et comprend les secteurs de Sousse, de Mahdia et de Sfax.

2- Caractères méristiques

Nombre de rayons aux nageoires (tabl.52)

Nageoire dorsale

Les limites de variation de ce caractère sont comprises entre 18 et 21 dans la région nord (Tabarka, Bizerte, Tunis et Kélibia) et entre 17 et 21 dans la région est

	Nombre de Rayons						n	moy	σ	fl.m.	
	17	18	19	20	21	22					
D	Tabarka		26	114	17		157	18,942	0,5219	0,141	
	Bizerte		65	279	46	1	391	18,956	0,5413	0,092	
	Tunis		59	148	39	6	252	18,968	0,6964	0,148	
	Kélibia		25	98	20		143	18,965	0,5619	0,159	
	NORD		175	639	122	7	943	18,959	0,5859	0,064	
	Sousse	1	60	233	47	3	344	18,973	0,5982	0,109	
	Mahdia	1	34	156	26		217	18,954	0,5424	0,124	
	Sfax	2	5	43	13		63	19,063	0,6444	0,276	
	EST	4	99	432	86	3	624	18,976	0,5842	0,079	
	TOTAL	4	274	1071	208	10	1567	18,965	0,5851	0,050	
A	Tabarka	2	23	61	50	11	147	19,306	0,8728	0,244	
	Bizerte	2	50	139	170	20	2	383	19,423	0,8210	0,141
	Tunis	2	63	112	65	7	3	252	19,083	0,8680	0,184
	Kélibia	-	28	61	50	1		140	19,171	0,7485	0,214
	NORD	6	164	373	335	39	5	922	19,273	0,8433	0,094
	Sousse		49	125	129	24	2	329	19,407	0,8508	0,158
	Mahdia	1	26	81	97	11	1	217	19,433	0,8030	0,184
	Sfax	1	10	34	9		1	55	19,000	0,7698	0,353
	EST	2	85	240	235	35	4	601	19,379	0,8341	0,115
	TOTAL	8	249	613	570	74	9	1523	19,315	0,8410	0,073

Tabl.52.- Variations du nombre de rayons aux nageoires dorsale (D) et anale (A).
n : effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

(Sousse, Mahdia et Sfax). Mais dans tous les cas, le mode se situe à 19. L'analyse de la variance ne révèle pas de différence significative entre les sept secteurs ($F = 0,37$). Dans la région est, la moyenne (18,976) est légèrement plus élevée mais ne diffère pas significativement de celle de la région nord (18,959). La moyenne générale, calculée d'après un effectif total de 1567 individus est égale à 18,965.

Nageoire anale

Les limites de variation s'étendent de 17 à 22 et le mode se situe à 19. L'analyse de la variance indique que les moyennes observées diffèrent significativement au seuil de 5 % aussi bien dans l'ensemble des sept secteurs ($F=7,78$) que dans ceux des régions nord ($F=9,28$) et est ($F=6,44$) prises séparément. La moyenne calculée dans la région est (19,379) est légèrement plus élevée et diffère significativement de celle obtenue dans le nord (19,273). La moyenne générale, calculée d'après 1523 individus, est égale à 19,315.

Nombre de Vertèbres (tabl.53 et 54 ; fig.58)

Vertèbres abdominales (tabl.53)

Le nombre de vertèbres abdominales varie de 18 à 22 dans la région nord et de 19 à 21 dans la région est. Dans les deux cas, le mode est le même et se situe à 20. Les limites extrêmes des moyennes calculées pour l'ensemble des sept secteurs se chevauchent plus ou moins largement. L'analyse de la variance montre qu'au seuil de 5 %, elles ne diffèrent pas significativement les unes des autres aussi bien pour l'ensemble des secteurs ($F=1,39$) que pour ceux des régions nord ($F=1,37$) et est ($F=1,84$) prises séparément. Les moyennes obtenues dans le nord (20,010) et dans l'est (20,033) peuvent être confondues. La moyenne générale calculée d'après l'examen de 2028 individus est égale à 20,015.

	Nombre de Vertèbres Abdominales						n	moy.	σ	fl.m.	
	18	19	20	21	22	23					
Tabarka	-	28	117	18	-	-	163	19,938	0,5293	0,140	
Bizerte	1	138	662	146	6	-	953	20,019	0,5722	0,062	
Tunis	-	19	119	16	-	-	154	19,980	0,4779	0,130	
Kelibia	1	35	191	46	1	-	274	20,040	0,5695	0,116	
NORD	2	220	1089	226	7	-	1544	20,010	0,5588	0,048	
Soussse	-	35	206	56	-	-	297	20,070	0,5499	0,108	
Mahdia	-	18	91	15	-	-	124	19,975	0,5174	0,157	
Sfax	-	11	43	9	-	-	63	19,968	0,5670	0,243	
EST	-	64	340	80	-	-	484	20,033	0,5450	0,083	
TOTAL	2	284	1429	306	7	-	2028	20,015	0,5554	0,042	
	Nombre de Vertèbres Caudales										
	29	30	31	32	33						
Tabarka	-	8	78	69	8		163	31,472	0,6695	0,177	
Bizerte	1	72	447	390	43		953	31,422	0,7014	0,077	
Tunis	-	5	87	57	5		154	31,402	0,6106	0,166	
Kelibia	-	22	147	99	6		274	31,325	0,6520	0,133	
NORD	1	107	759	615	62		1544	31,408	0,6816	0,058	
Soussse	-	18	124	137	18		297	31,522	0,7025	0,138	
Mahdia	-	6	52	59	7		124	31,540	0,6795	0,207	
Sfax	-	3	15	34	11		63	31,841	0,7660	0,328	
EST	-	27	191	230	36		484	31,568	0,7118	0,109	
TOTAL	1	134	950	845	98		2028	31,446	0,6922	0,052	

Tabl.53.- Variations du nombre de vertèbres abdominales et du nombre de vertèbres caudales.n: effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m.: fluctuation de lamoyenne.

	Nombre Total de Vertèbres					n	moy.	σ	fl.m.
	50	51	52	53	54				
Tabarka	6	86	69	2	-	163	51,411	0,5851	0,155
	15	114	97	4	-	230	51,391	0,6365	0,142
	9	96	75	5	-	185	51,411	0,6289	0,156
Bizerte	18	173	164	6	-	361	51,438	0,6165	0,109
	4	77	92	4	-	177	51,542	0,5835	0,148
Total	46	460	428	19	-	953	51,441	0,7481	0,081
Tunis	3	91	58	2	-	154	51,383	0,5506	0,150
	8	163	98	5	-	274	51,365	0,5725	0,117
Kelibia	3	49	50	4	-	106	51,519	0,6207	0,204
Total	11	212	148	9	-	380	51,408	0,5897	0,102
NORD	66	849	703	32	-	1650	51,425	0,6028	0,050
	3	100	111	8	-	222	51,558	0,5892	0,134
	3	37	74	6	-	120	51,692	0,6052	0,187
Soussse	3	163	142	7	-	315	51,486	0,5606	0,107
Total	9	300	327	21	-	657	51,548	0,5827	0,104
	2	52	83	4	-	141	51,631	0,5658	0,161
Mahdia	2	56	66	-	-	124	51,516	0,5425	0,165
Total	4	108	149	4	-	265	51,577	0,5527	0,115
Sfax	-	18	39	6	-	63	51,810	0,5918	0,253
EST	13	426	515	31	-	985	51,572	0,5783	0,062
TOTAL	79	1275	1218	63	-	2635	51,480	0,5979	0,039

Tabl.54.- Variations du nombre total de vertèbres. n: effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart-type ; fl.m.: fluctuation de la moyenne.

Vertèbres caudales (tabl.53)

Les limites de variation sont comprises entre 29 et 33. Le mode se situe à 31 dans les échantillons de la région nord et à 32 dans ceux de la région est. L'analyse de la variance montre qu'au seuil de 5 %, les moyennes diffèrent significativement dans l'ensemble des sept secteurs ($F = 6,23$) et dans ceux de la région est ($F=5,45$) mais qu'elles ne le sont pas dans les secteurs de la région nord ($F=1,98$). Le nombre moyen de vertèbres caudales est plus élevé dans l'est (31,568) et diffère significativement de celui du nord (31,408). La moyenne générale est égale à 31,446.

Total des vertèbres (tabl.54)

Le nombre total de vertèbres présente des limites de variations comprises entre 50 et 53 et se caractérise par un mode situé à 51 dans les quatre secteurs de la région nord et à 52 dans les trois secteurs de la région est (fig.58). Dans l'ensemble, il existe du nord au sud, un accroissement progressif de la moyenne vertébrale. Celle obtenue à Sfax contraste d'une manière frappante par sa valeur très élevée. L'analyse de la variance montre que les moyennes sont différentes significativement dans l'ensemble des sept secteurs ($F=8,56$) et dans ceux de la région est ($F=5,95$) mais qu'elles ne le sont pas dans ceux de la région nord ($F=0,44$). La moyenne vertébrale est significativement plus élevée dans la région est (51,572) que dans la région nord (51,425). Il convient de signaler que les moyennes obtenues dans les secteurs de Sousse et de Mahdia, statistiquement semblables, diffèrent toutes les deux de celle de Sfax d'une façon significative. En ce qui concerne les moyennes annuelles, l'analyse de la variance montre une certaine stabilité dans les différents secteurs de la région nord ($F=1,95$) à laquelle s'oppose une variation inter-annuelle notable dans les secteurs de Sousse et de Mahdia

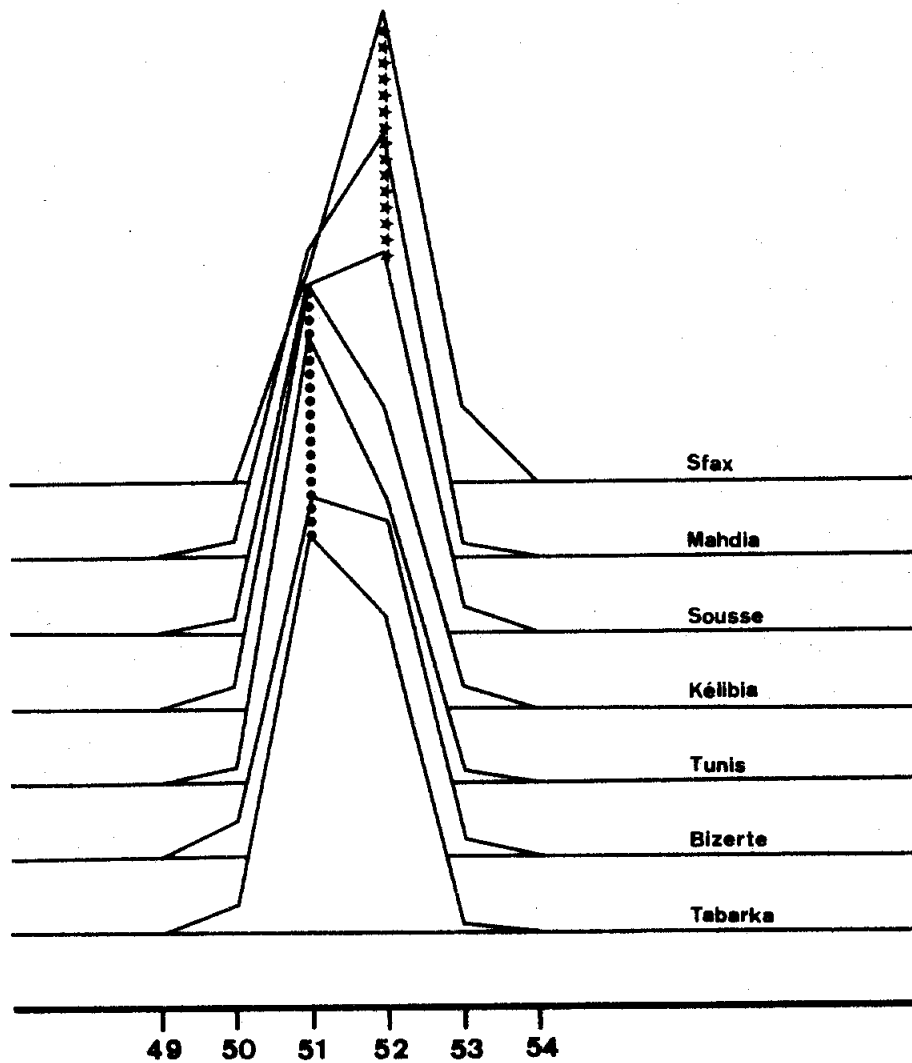


Fig.58.- Distribution des fréquences (en %) du nombre total de vertèbres de la sardine dans différents secteurs des côtes tunisiennes.

($F=3,65$). La moyenne générale calculée d'après l'examen de 2635 individus est égale à 51,480.

Nombre de branchiospines (tabl.55 à 57 ; fig.59 à 62)

Branchiospines inférieures (tabl.55, fig.59 et 60)

Pour chacun des sept secteurs considérés, nous avons calculé pour chaque classe de taille de 10 mm, le nombre moyen de branchiospines inférieures et son écart type et établi par la méthode des moindres carrés, après transformation logarithmique des données, l'équation d'allométrie reliant le nombre de branchiospines inférieures à la longueur totale du poisson. Les résultats sont consignés dans les tableaux 55 et 57 et illustrés par les figures 59 et 60.

Dans tous les secteurs, l'augmentation du nombre moyen de branchiospines en fonction de la longueur est régulière et aucun point de discontinuité n'est décelé. Le taux d'accroissement diminue des petites aux grandes classes de taille. A l'exception de Kélibia où l'équation présente une pente relativement élevée (0,315) due à la petite taille des individus constituant l'échantillon étudié (100 à 150 mm contre généralement 120-150-200 mm dans les autres secteurs) nous observons une évolution progressive de la valeur de la pente en allant du nord (Tabarka: 0,203) au sud (Sfax: 0,474). Cette dernière valeur, particulièrement importante, tranche avec celles des autres secteurs.

La figure 59 permet de distinguer un étagement presque parfait dans la position des différentes courbes, celles de la région nord étant les plus hautes. Ainsi, pour une taille donnée, le nombre moyen de branchiospines augmente progressivement du sud au nord. La conjugaison de l'évolution opposée de la pente et de la position aboutit à la convergence de l'ensemble des courbes au niveau des grandes classes de taille, expliquant d'une certaine

		100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
Tabarka	n						1	46	67	35	10	1	
	moy.						60,00	61,63	62,81	63,63	63,70	59,00	
	σ						-	3,329	3,627	3,308	3,773	-	
Bizerte	n		3	23	40	72	114	180	248	124	54	11	3
	moy.		55,67	58,48	57,57	59,37	61,03	61,40	62,20	63,05	63,15	64,36	61,33
	σ			2,678	3,129	2,688	3,480	3,534	4,113	3,656	3,621	1,120	-
Tunis	n			14	44	73	67	72	36	13	1		
	moy.			57,28	57,61	58,56	59,58	61,22	61,39	62,00	62,00		
	σ			3,539	3,208	3,668	3,689	3,597	3,262	2,082			
Kélibia	n	3	17	63	66	63	18						
	moy.	54,67	54,12	55,13	57,11	57,97	59,39						
	σ		2,804	3,513	3,292	2,706	3,415						
NORD	n	3	20	100	150	208	200	298	351	172	65	12	3
	moy.	54,67	54,35	56,20	57,38	58,66	60,39	61,39	62,24	63,09	63,22	63,92	61,33
	σ	-	2,641	3,615	3,212	3,111	3,596	3,509	3,952	3,499	3,595	3,204	-

		100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
Sousse	n			6	76	140	214	219	69	32	1	-	1
	moy.			54,50	56,17	57,57	59,10	59,53	60,77	61,78	65,00		69,00
	σ				2,946	2,953	2,915	2,856	3,181	3,200	-		-
Mahdia	n	1	36	68	28	18	94	67	24	3			
	moy.	51,00	54,36	54,21	56,32	57,55	58,39	59,91	59,96	60,33			
	σ	-	2,789	3,050	2,944	2,229	2,856	3,260	2,789	-			
Sfax	n					4	11	19	21	7			
	moy.					55,00	58,81	60,58	61,90	62,42			
	σ					-	2,260	2,080	2,730	3,140			
EST (Sousse Mahdia)	n	1	36	74	104	158	308	286	93	35	1	-	1
	moy.	51,00	54,36	54,23	56,21	57,57	58,89	59,62	60,56	61,66	65,00	-	69,00
	σ	-	2,789	3,138	2,932	2,874	2,911	2,954	3,091	3,105	-	-	-
TOTAL (NORD + ESP)	n	4	56	174	254	366	508	584	444	207	66	12	4
	moy.	53,75	54,39	55,36	56,90	58,19	59,48	60,52	61,88	62,84	63,24	63,92	63,25
	σ	3,594	2,761	3,548	3,148	3,055	3,278	3,365	3,846	3,470	3,574	3,204	4,031

Tabl.55.- Variations du nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT (mm), classes de 10 mm). n : effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart type.

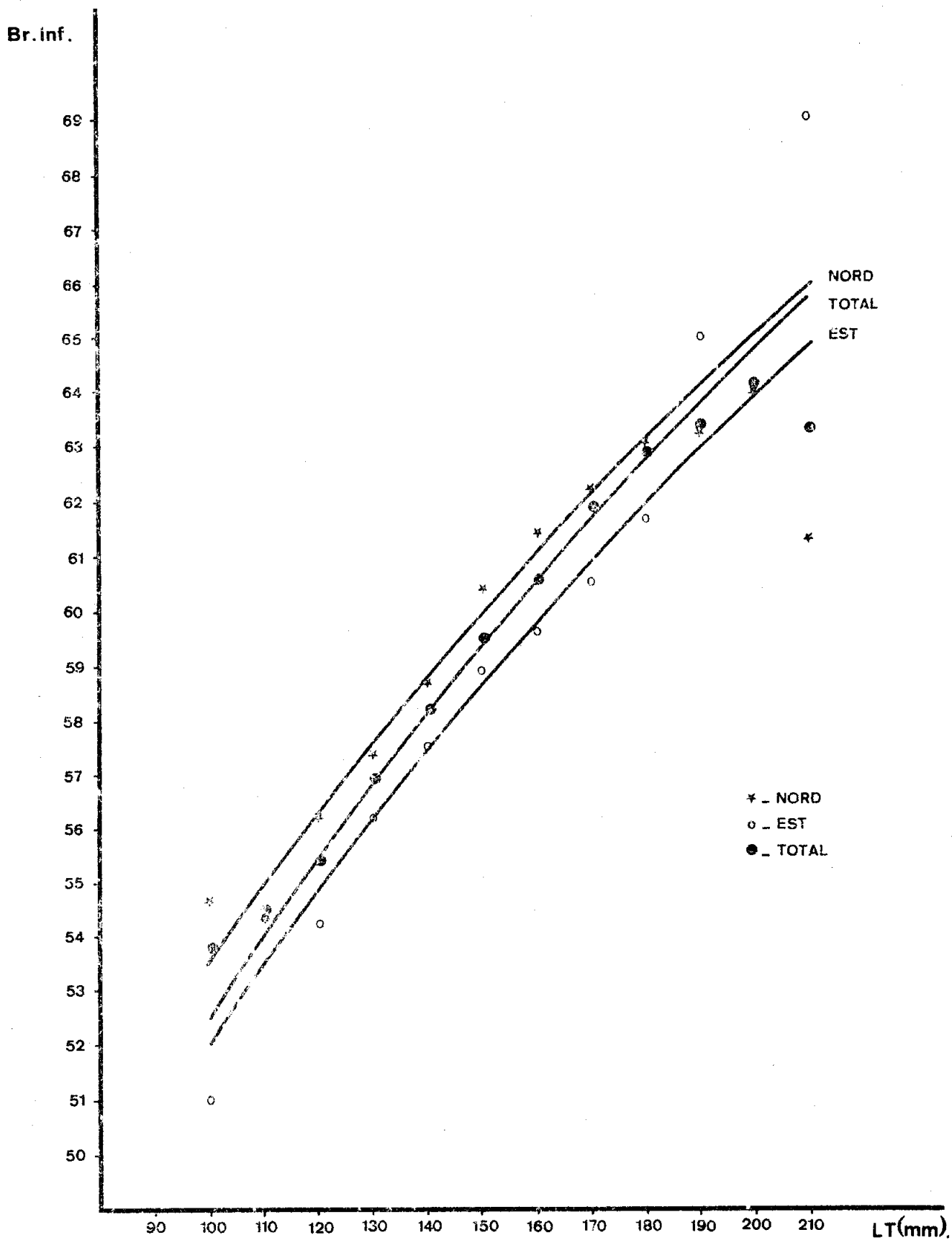


Fig.60.- Courbes de régression représentant le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardine des régions nord et est et de l'ensemble du littoral.

manière que quelles que soient les modalités d'accroissement du nombre de branchiospines, celui-ci ne peut en aucune façon dépasser une certaine moyenne fixée génétiquement.

En raison du caractère particulier de la sardine du secteur de Sfax, les observations qui y sont faites n'ont pas été incluses dans l'examen de l'effectif total ni dans celui de la région est.

La confrontation des courbes correspondant aux deux régions nord et est montre que la pente est légèrement plus élevée dans l'est (0,297) que dans le nord (0,282) sans que la différence ne soit significative ($t_{pe} = 0,81$). Les positions sont en revanche différentes d'une façon significative ($t_{po} = 8,96$). Le nombre moyen de branchiospines de la branche inférieure est plus élevé dans le nord que dans l'est. La différence est comprise entre 1,5 et 1 en allant des petites aux grandes classes de taille.

L'équation qui permet de caractériser la sardine tunisienne prise dans son ensemble s'écrit :

$$\text{Br.inf.} = 13,01 \text{ LT}^{0,303}$$

elle est calculée d'après un effectif total de 2679 individus de longueur totale comprise entre 100 et 210 mm. Le nombre moyen s'élève de 53 chez les spécimens de 100 mm de long à 66 chez ceux de 210 mm.

Branchiospines supérieures (tabl. 56 et 57, fig. 61)

L'étude du nombre de branchiospines de la branche supérieure du premier arc branchial gauche est réalisée d'après l'examen de 798 individus longs de 120 à 210 mm. 385 d'entre eux proviennent de la région nord, les 413 autres de la région est. Le nombre croît de 27 branchiospines pour une longueur de 120 mm à 32,5 pour une taille de 210 mm. La pente de l'équation générale :

	LT Br. sup.	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
		n		4	10	12	66	140	96	46	8
NORD	moy.		30,25	31,60	30,17	30,29	31,11	31,55	31,17	31,75	30,33
	σ			1,578	4,609	3,276	2,777	2,718	2,644	2,550	
	n	1	11	55	169	114	53	10			
EST	moy.	26,00	28,36	28,36	28,76	28,92	29,60	28,70			
	σ		1,501	2,012	2,122	2,057	1,801	2,214			
	n	1	15	65	181	180	193	106	46	8	3
TOTAL	moy.	26,00	28,87	28,86	28,86	29,42	30,70	31,28	31,17	31,75	30,33
	σ		2,503	2,270	2,371	2,647	2,630	2,794	2,644	2,550	

Tabl.56.- Variations du nombre de branchiospines sur la partie supérieure du premier arc branchial (Br.sup.) en fonction de la longueur totale (LT (mm), classes de 10 mm). n : effectif ; moy.: moyenne ; σ : écart type.

	Equations	n	limites LT mm
Tabarka	Br.inf. = 22,05 LT ^{0,203}	160	150 - 200
Bizerte	Br.inf. = 21,23 LT ^{0,209}	872	100 - 210
Tunis	Br.inf. = 17,24 LT ^{0,248}	320	120 - 190
Kélibia	Br.inf. = 12,26 LT ^{0,315}	230	100 - 150
Nord	Br.inf. = 14,59 LT ^{0,282}	1582	100 - 210
Sousse	Br.inf. = 13,59 LT ^{0,292}	758	120 - 210
Mahdia	Br.inf. = 13,62 LT ^{0,292}	339	100 - 180
Sfax	Br.inf. = 5,27 LT ^{0,474}	62	150 - 190
Est	Br.inf. = 13,24 LT ^{0,297}	1097	100 - 210
Total	Br.inf. = 13,01 LT ^{0,303}	2679	100 - 210
Nord	Br.sup. = 16,43 LT ^{0,123}	385	130 - 210
Est	Br.sup. = 12,42 LT ^{0,167}	413	120 - 180
Total	Br.sup. = 5,395 LT ^{0,336}	798	120 - 210
Nord	Br.sup. = 1,034 Br.inf. ^{0,821}	327	
Est	Br.sup. = 0,933 Br.inf. ^{0,841}	405	
Total	Br.sup. = 0,748 Br.inf. ^{0,897}	732	

Tabl.57.- Relations entre le nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br.inf.) et le nombre de branchiospines sur la partie supérieure (Br.sup.) du premier arc branchial et la longueur totale (LT mm). Relations entre le nombre de branchiospines supérieures (Br.sup.) et le nombre de branchiospines inférieures (Br.inf.).

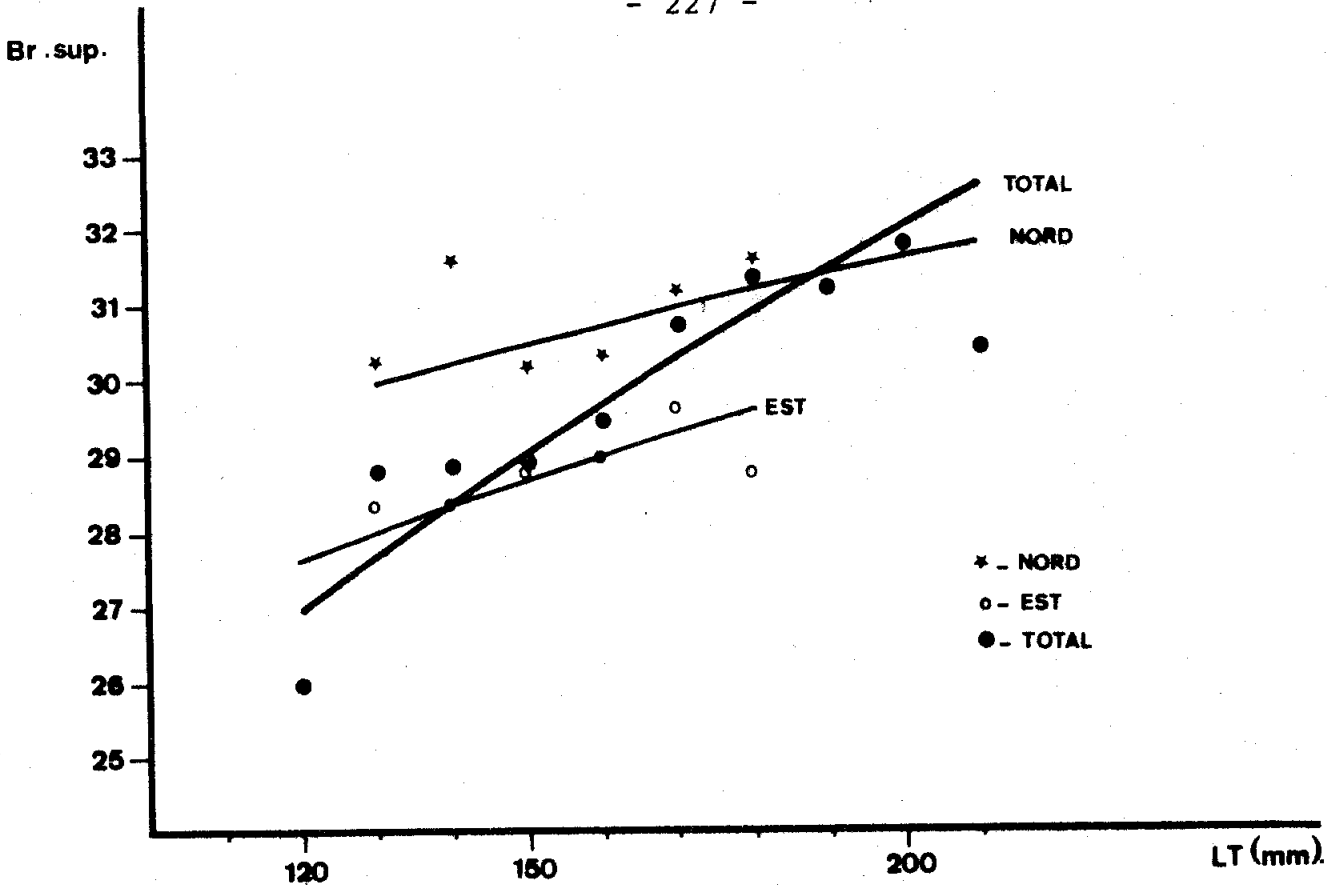


Fig.61.- Courbes de régression représentant le nombre de branchiospines sur la partie supérieure du premier arc branchial (Br.sup.) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardine des régions nord et est et de l'ensemble du littoral.

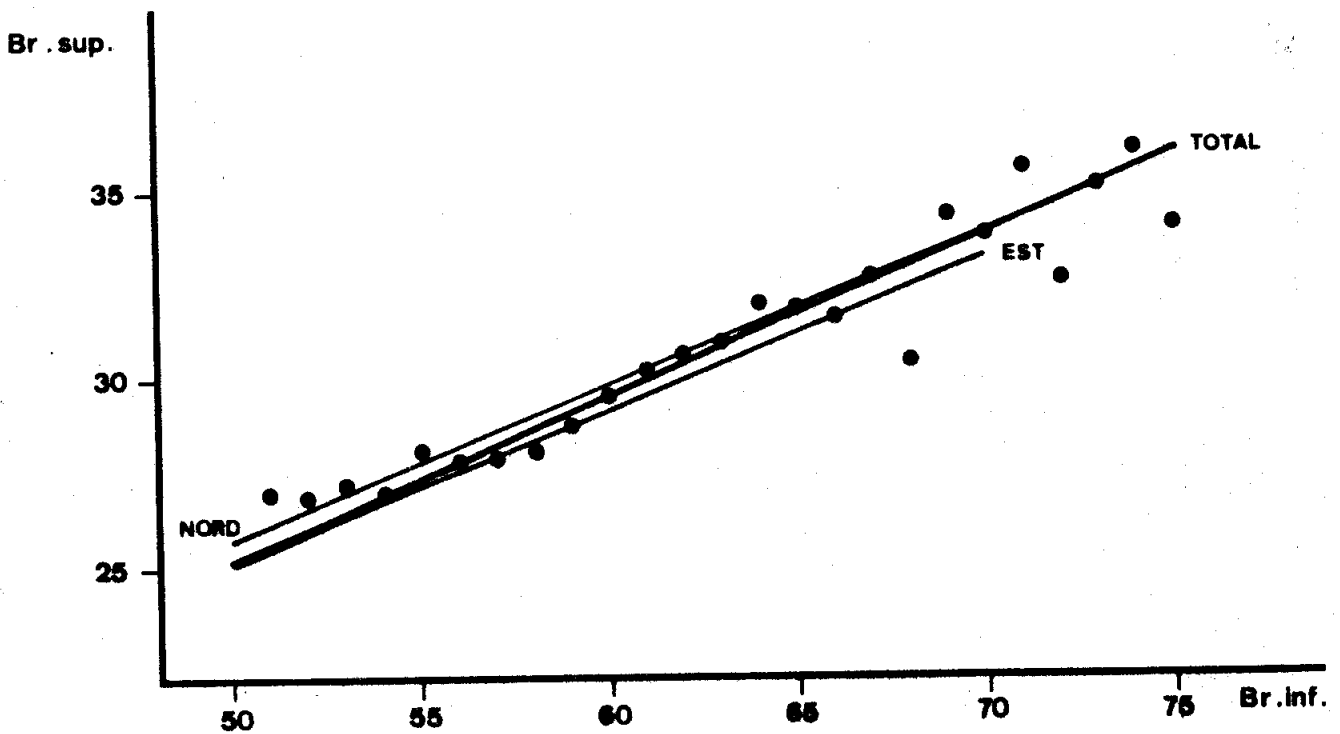


Fig.62.- Relations entre le nombre de branchiospines sur la partie supérieure (Br.sup.) et le nombre de branchiospines sur la partie inférieure (Br.inf.) du premier arc branchial chez la sardine des régions nord et est et de l'ensemble du littoral.

$$\text{Br. sup.} = 5,395 \text{ LT}^{0,336}$$

est très voisine de celle de l'équation reliant le nombre de branchiospines inférieures et la longueur totale ; ce qui démontre que le rythme d'accroissement du nombre de branchiospines est le même sur les deux branches de l'arc branchial. Comme pour les branchiospines inférieures, nous retrouvons la même opposition dans l'évolution de la pente et de la position des courbes des régions nord et est : à une pente faible et une position élevée dans le nord correspond une pente plus grande et une position plus basse dans l'est. La confrontation des courbes montre une différence au niveau de la position ($tpe = 0,53$; $tpo = 6,18$), se traduisant par un nombre moyen de branchiospines plus grand de 2 à 1,5 unités au profit de la région nord pour des classes de taille de 130 mm.

Relations entre le nombre de branchiospines supérieures et le nombre de branchiospines inférieures (tabl.57 ; fig.62)

L'équation générale reliant les deux caractères :

$$\text{Br. sup.} = 0,748 \text{ Br. inf.}^{0,897}$$

présente une pente faible, significativement inférieure à 1, traduisant ainsi une allométrie minorante. Ce caractère minorant se retrouve plus accusé dans les deux équations correspondant aux régions est et nord. La comparaison de ces dernières équations met en évidence une différence significative de position ($tpe = 0,24$; $tpo = 3,34$). D'après l'équation générale, le nombre de branchiospines supérieures est égal à 50 % de celui des branchiospines inférieures.

De l'étude comparative des caractères numériques considérés nous tirons les conclusions suivantes :

- Les caractères statistiquement stables concernent uniquement le nombre de rayons à la nageoire dorsale et le nombre de vertèbres abdominales pour lesquels aucune différence significative n'est décelée entre les différents secteurs.
- A l'opposé, le nombre de rayons à la nageoire anale est très variable d'un secteur à l'autre et ce nombre est plus élevé dans l'est que dans le nord.
- Les vertèbres abdominales étant stables, les variations que subit le nombre total de vertèbres sont engendrées par celles du nombre de vertèbres caudales; ces variations se caractérisent par un accroissement progressif plus ou moins net de la moyenne vertébrale du nord au sud ; la moyenne observée dans la région nord est plus faible et diffère d'une manière significative de celle de la région est. Le secteur de Sfax se distingue par une moyenne vertébrale particulièrement élevée, significativement différente de celles de tous les autres secteurs.
- Le nombre de branchiospines inférieures évolue de la même manière que celui des branchiospines supérieures. Les équations mettant en relation le nombre de branchiospines et la longueur totale se caractérisent par une pente plus faible et une position plus élevée dans le nord que dans l'est. Pour une classe de taille donnée, le nombre de branchiospines est plus grand dans le nord. Comme pour les vertèbres, l'équation calculée pour le secteur de Sfax présente une pente nettement plus grande que dans les autres secteurs.

La sardine du secteur de Sfax occupe une place toute spéciale en raison de ses caractéristiques originales

(moyenne vertébrale et coefficient de régression du nombre de branchiospines sur la longueur totale élevés) qui la distinguent de la sardine de tous les autres secteurs.

L'analyse des données par secteur montre qu'à un accroissement de la température annuelle moyenne des eaux superficielles du nord au sud correspond une augmentation de la moyenne vertébrale et une diminution du nombre de branchiospines. Une telle constatation est en contradiction totale avec ce qui est observé ailleurs aussi bien chez la sardine que chez d'autres espèces de poissons.

3- Caractères morphométriques

Relations allométriques (tabl.58 ; fig.63)

Les relations allométriques entre la longueur standard LS, la longueur à la fourche LF, la longueur de la tête Lt et la distance prédorsale PD d'une part et la longueur totale LT prise comme grandeur de référence, d'autre part, sont calculées par la méthode des moindres rectangles pour chacune des régions nord et est et pour leur total. Les équations obtenues ainsi que l'effectif, le coefficient de corrélation, la variabilité de l'ordonnée et les limites de la grandeur de référence sont consignés dans le tableau 58. La figure 63 illustre les équations établies d'après les effectifs totaux.

Pour chacun des caractères, les équations calculées dans les régions nord et est sont confrontées deux à deux. Parmi les quatre caractères pris en considération, deux d'entre eux présentent une croissance relative identique dans les deux régions. Ce sont la longueur de la tête qui subit une allométrie minorante et la distance prédorsale qui présente une allométrie légèrement majorante. Les deux autres diffèrent significativement par la pente d'une région à l'autre. Il s'agit de la longueur standard dont la croissance est

Régions	Equations	n	r	2dy	LT	t	tpe	tpo
Nord	log LF = 0,98490 log LT - 0,01413	1119	0,98853	0,01263	112 - 207	3,39 (+)	2,46	
Est	log LF = 1,00155 log LT - 0,04943	1188	0,98632	0,01670	102 - 212	0,32 (-)	(+)	
Total	log LF = 0,99020 log LT - 0,02532	2307	0,98903	0,01498	102 - 212	3,22 (+)		
Nord	log LS = 1,00757 log LT - 0,10082	1488	0,98521	0,01653	92 - 207	1,70 (-)	2,94	
Est	log LS = 1,02595 log LT - 0,14155	1448	0,98682	0,01699	102 - 212	5,94 (+)	(+)	
Total	log LS = 1,01933 log LT - 0,12698	2936	0,98781	0,01685	92 - 212	6,60 (+)		
Nord	log Lt = 0,91777 log LT - 0,51024	653	0,94812	0,02265	112 - 207	7,20 (+)	0,80	1,00
Est	log Lt = 0,90304 log LT - 0,47877	278	0,96563	0,02183	122 - 212	6,86 (+)	(-)	(-)
Total	log Lt = 0,91615 log LT - 0,50685	931	0,96306	0,02253	112 - 212	10,36 (+)		
Nord	log PD = 1,03204 log LT - 0,50394	624	0,95454	0,02059	132 - 207	2,60 (+)	0,49	0,42
Est	log PD = 1,02304 log LT - 0,48375	275	0,97388	0,02166	122 - 212	1,64 (-)	(-)	(-)
Total	log PD = 1,02598 log LT - 0,49035	899	0,97247	0,02094	122 - 212	3,25 (+)		

Tabl.58.- Relations entre la longueur totale (LT) et les longueurs à la fourche (LF), standard (LS), de la tête (Lt) et la distance prédorsale (PD).
 n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée ; t : valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 1 ; tpe et tpo : comparaison des pentes et des positions ; (+) signification au seuil de 5%.

			110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
$\frac{100 \text{ Lt}}{\text{Lt}}$	NORD	n	1	-	21	30	41	128	219	145	55	10	3
		moy.	22,12	-	20,91	20,91	20,52	20,38	20,29	20,23	19,98	19,90	19,64
	EST	n	-	3	56	31	33	98	32	24	-	-	1
		moy.	-	20,79	21,01	20,56	20,45	20,32	20,31	20,05	-	-	19,63
	TOTAL	n	1	3	77	61	74	226	251	169	55	10	4
		moy.	22,12	20,79	20,98	20,65	20,49	20,35	20,30	20,20	19,98	19,90	19,64
$\frac{\text{LT}}{\text{PD}}$	NORD	n	-	-	7	19	40	127	218	145	55	10	3
		moy.	-	-	2,71	2,72	2,69	2,71	2,70	2,70	2,71	2,69	2,68
	EST	n	-	3	56	31	33	96	31	24	-	-	1
		moy.	-	2,70	2,71	2,72	2,72	2,71	2,71	2,69	-	-	2,78
	TOTAL	n	-	3	63	50	73	223	249	169	5	10	4
		moy.	-	2,70	2,71	2,72	2,71	2,71	2,70	2,70	2,71	2,69	2,70

Tabl.59.- Variations des indices céphalique ($\frac{100 \text{ Lt}}{100}$) et prédorsal ($\frac{\text{LT}}{\text{PD}}$) en fonction de la longueur totale (LT(mm)), classés de 10 mm). n : effectif ; moy.: moyenne.

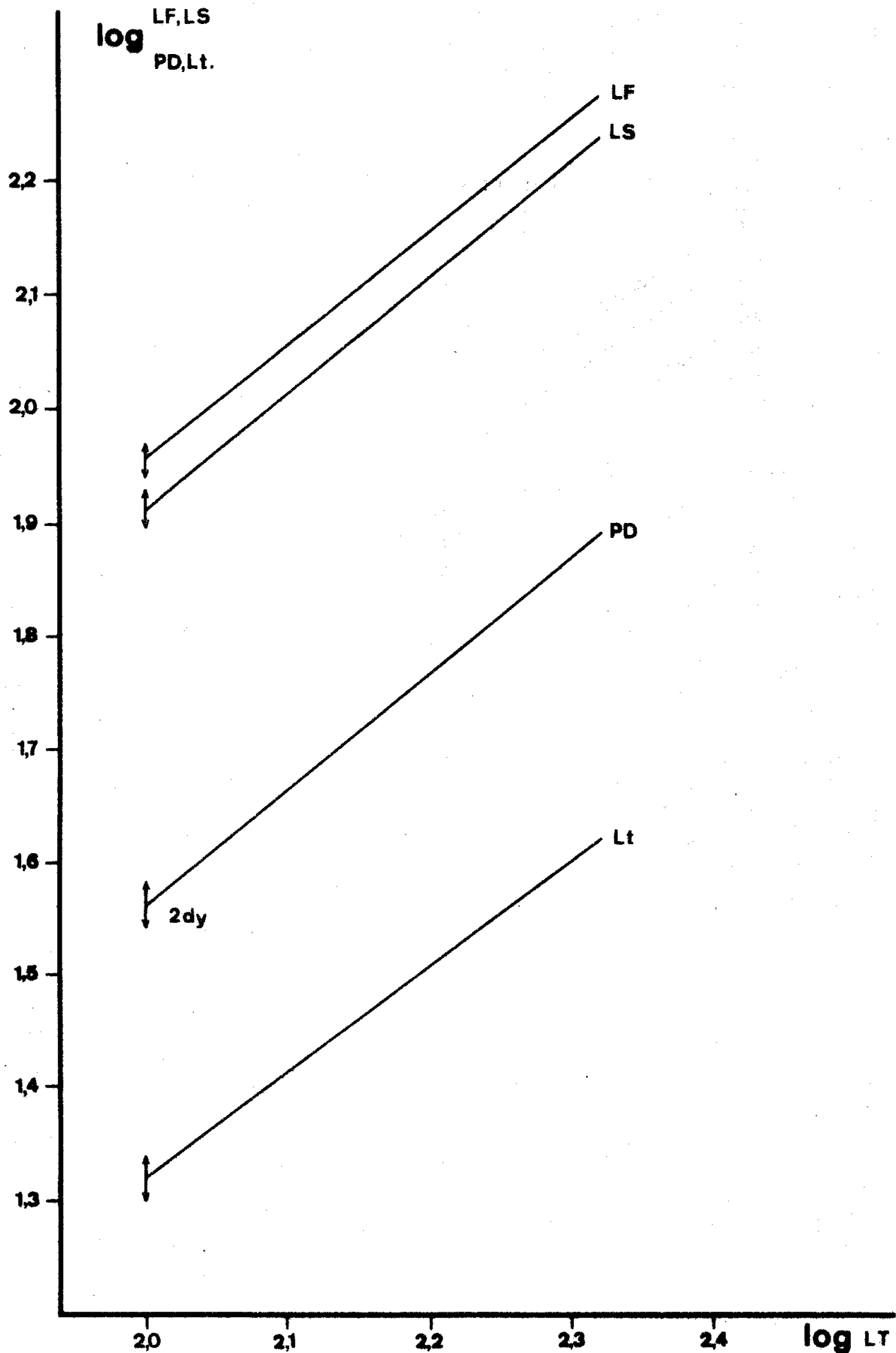


Fig.63.- Relations entre la longueur totale (LT) et les longueurs à la fourche (LF), standard (LS), la distance prédorsale (PD) et la longueur de la tête (Lt) chez la sardine des côtes tunisiennes. 2dy : variabilité de l'ordonnée.

isométrique dans le nord et légèrement majorante dans l'est et de la longueur à la fourche isométrique dans l'est et légèrement minorante dans le nord.

Indices céphalique et prédorsal (tabl.59; fig.64)

Pour chaque classe de taille de 10 mm, nous avons calculé les rapports de la longueur de la tête sur la longueur totale $\frac{100 \text{ Lt}}{\text{LT}}$ et ceux de la longueur totale sur la distance prédorsale $\frac{\text{LT}}{\text{PD}}$. Les résultats sont groupés dans le tableau 59 et illustrés pour les effectifs totaux par la figure 64.

L'indice céphalique, de la sardine du littoral tunisien considéré dans sa totalité, diminue régulièrement de 22,12 à 19,64 pour une longueur totale comprise entre 110 et 210 mm. Les valeurs de l'indice de la prédorsale varient entre 2,61 et 2,72 ; elles fluctuent d'une manière irrégulière autour d'une moyenne égale à 2,705.

Habituellement, les auteurs retiennent essentiellement quatre caractères morphologiques pour la caractérisation des populations de la sardine: deux caractères numériques, la moyenne vertébrale et le nombre moyen de branchio-spines inférieures exprimé en fonction de la longueur et deux caractères morphométriques, la longueur de la tête et la distance prédorsale étudiées soit sous forme d'indices ($\frac{\text{Lt.100}}{\text{LT}}$ et $\frac{\text{LT}}{\text{PD}}$) soit sous forme de relations allométriques.

Si nous nous en tenons seulement à ces caractères, nous constaterons que les deux caractères morphométriques, de par leur similitude dans les deux régions nord et est ne permettent pas de conclure à une distinction quelconque entre la sardine du nord et de l'est. En revanche, les deux caractères méristiques diffèrent significativement d'une région à l'autre ; par rapport à celle de l'est, la sardine

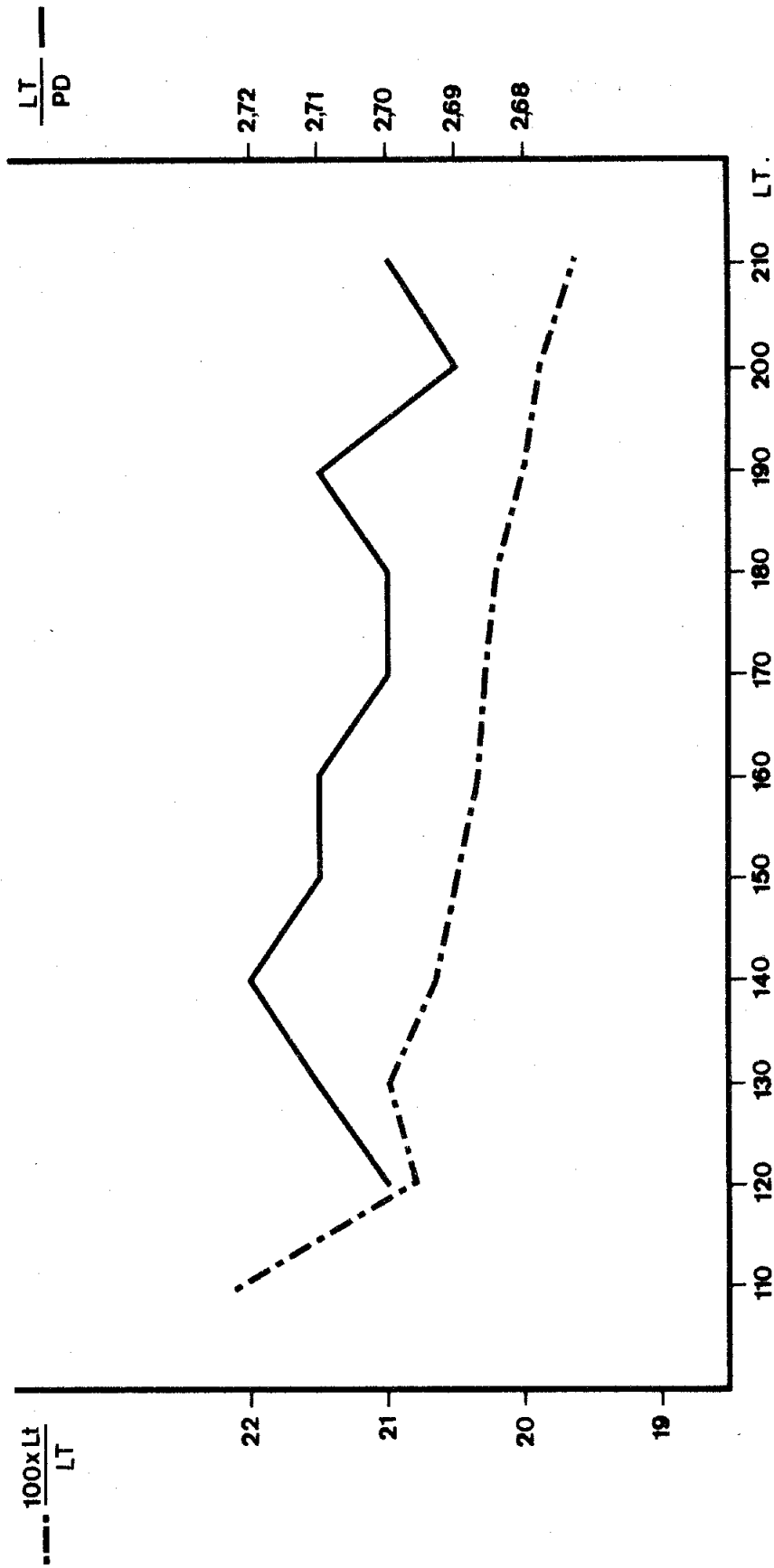


Fig. 64.- Variations des indices céphalique ($\frac{100 Lt}{Lt}$) et prédorsal ($\frac{Lt}{PD}$) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardine des côtes tunisiennes.

de la région nord se caractérise par une moyenne vertébrale basse et un nombre de branchiospines élevé.

III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO-MEDITERRANEENNES

1- Distribution géographique

L'aire de distribution de la sardine est très vaste. Dans l'Atlantique, elle s'étend de la mer du Nord, du bord du Dogger Bank face aux côtes danoises (FURNESTIN, 1952) jusqu'à la baie de Gorée au Sénégal à la latitude $14^{\circ} 43' N$ (FREON et STEQUERT, 1979). Dans la Méditerranée, la sardine se trouve tout le long de la rive nord des bassins occidental et oriental ; des côtes orientales espagnoles jusqu'au sud de la Turquie, y compris la mer Adriatique, la mer Egée et la partie sud-ouest de la mer Noire; sur la rive sud, elle est présente seulement sur les côtes du Maghreb, du Maroc aux îles Kerkennah (HELDT, 1956), tout en effectuant des incursions hivernales dans le golfe de Gabès (RIJAVEC et GUEBLAOUÏ, 1975). Elle est pêchée en petites quantités sur le littoral levantin (Israël, Liban, Syrie).

Par rapport à la température moyenne annuelle, FURNESTIN (1952) remarque que les isothermes $10^{\circ}C$ et $20^{\circ}C$ constituent respectivement les limites nord et sud du domaine de l'espèce. Celui-ci peut subir des régressions ou des extensions suivant les fluctuations des conditions hydroclimatiques. C'est ainsi que les limites méridionales fixées, en 1955, par FURNESTIN à $20^{\circ} 16' N$ sont décalées vers le sud à $14^{\circ} 43' N$ à la suite d'un refroidissement des eaux mauritaniennes constaté ces dernières années. Les températures optimales, comprises entre 15 et $18^{\circ}C$, font que la sardine est principalement une espèce des mers tempérées. Ces conditions thermiques se retrouvent sur le littoral atlantique du Maroc où l'upwelling, en abaissant la température et en enrichissant les eaux, permet une intensification de la production primaire et par le fait même

la prolifération de la sardine. Favorisée par ce phénomène au cours de la décennie écoulée, la sardine qui était signalée comme une rareté en Mauritanie, donne lieu actuellement à une exploitation de plus en plus grande assurant une production annuelle de 27 500 tonnes en 1971 à 170 000 tonnes en 1975 (FAO, 1976).

2- Synthèse des travaux antérieurs

Les caractères morphologiques ayant une importance spécialement grande dans la caractérisation des races géographiques et des populations de sardine sont: le nombre de vertèbres et de branchiospines et les indices céphalique et prédorsal. Les données les concernant, particulièrement abondantes, ont été largement commentées et analysées d'une façon détaillée par de nombreux auteurs. Nous éviterons par conséquent de les reprendre dans ce chapitre pour nous en tenir seulement à la présentation des principaux résultats. Nous limiterons notre étude comparative à la sardine des côtes méditerranéennes du Maghreb abordée jusqu'ici d'une manière quelque peu marginale.

A quelques détails près, les chercheurs sont d'accord sur la caractérisation des races atlantiques de la sardine.

- FAGE (1920) a pu distinguer trois races le long du littoral européen :

- . race de la Manche: de la mer du Nord à la Manche ;
moyenne vertébrale (MV) = 52,25;
- . race du golfe de Gascogne: de Brest à Santander ;
MV = 51,56,
- . race atlantique méridionale: de Galice à Cadix ;
MV = 51,31.

- FURNESTIN (1952) a reconnu quatre races :

- . race atlantique septentrionale: de la mer du Nord à la côte cantabrique ; MV = 52 ; indice céphalique (l.c.p.l.) = 20, elle correspond approximativement aux races de la Manche et du golfe de Gascogne décrites par FAGE;
- . race ibérique ou méridionale: entre la côte cantabrique et le détroit de Gibraltar qu'elle déborde jusqu'à la baie de Malaga ; MV = 51,20 ; l.c.p.l. = 21;
- . race marocaine: entre le cap Spartel et le cap Juby ; MV=51 ; l.c.p.l. = 21-22;
- . race saharienne: du cap Juby à la baie du Lévrier ; MV=50,30 ; l.c.p.l. = 22.

- ANDREU (1969) a défini trois grandes populations sur les côtes eurafricaines :

- . sardine atlantique septentrionale: du canal de la Manche à Santander ; MV = 51,70;
- . sardine ibérique occidentale: des côtes occidentales de Galice au détroit de Gibraltar ; MV = 50,95 - 51,70;
- . sardine atlantique méridionale ou marocaine: MV=50,70.

La race saharienne de FURNESTIN (1952), que MAURIN (1968) a élevée au rang de sous-espèce (*S.pilchardus mauritanica*), se distingue, semble-t-il, beaucoup plus par son nanisme que par ses caractères méristiques. Car si la petitesse de la taille, qu'on peut expliquer, comme l'avance FURNESTIN (1955), par les conditions-limites d'existence peu favorables au développement somatique des individus, a été retenue par de nombreux auteurs, en revanche, les valeurs des moyennes vertébrales fournies, présentent de grandes variations :

FURNESTIN	(1952):	MV = 50,30
CADENAT et MOAL	(1955):	MV = 51,63
MAIGRET	(1974):	MV = 51,73

L'étude faite par FREON et STEQUERT (1979), sur des lots de sardines pêchés au large du Sénégal, les a conduits à se demander s'ils ne sont pas en présence d'une nouvelle race qui constituerait ainsi la "race sénégalaise". Leur observation est basée sur six caractères dont le principal est la valeur très élevée de l'indice céphalique qu'ils évaluent à 26,4 (24,5 - 28,2). Mais, outre les réserves émises par la plupart des chercheurs quant à l'importance du caractère différentiel de l'indice céphalique, une telle valeur (26,4), calculée par rapport à la longueur standard, ne peut être confrontée, comme le font ces auteurs, à celles établies par rapport à la longueur totale par les autres chercheurs.

En Mauritanie, à côté de la sardine de petite taille, côtière et autochtone, MAIGRET (1974) signale la présence d'une population de sardine de grande taille à MV = 50,75, vivant au large et d'origine inconnue. En 1978, BELVEZE et RAMI étudient des spécimens du cap Blanc, également de grande taille, à croissance rapide et à MV = 50,72.

Cette population présente du point de vue du nombre de vertèbres, de la taille et de la croissance, une ressemblance certaine avec la sardine sénégalaise (MV = 50,45) d'une part et, d'autre part, avec celle des côtes marocaines.

Il est donc permis de penser que l'aire de distribution de la race marocaine s'est étendue jusqu'au Sénégal à la suite de l'adoucissement des conditions thermiques des eaux littorales mauritaniennes constaté ces dernières années.

Une question se pose: qu'advierait-il de la race saharienne (sous-espèce *mauritanica*) si ces conditions hydrologiques actuelles persistaient ? Dans le cas contraire, y aurait-il disparition des eaux sénégal-mauritaniennes de cette population de sardine à croissance rapide ?

Vouloir distinguer des races de sardine dans la Méditerranée avec les méthodes habituellement utilisées est chose vaine. Les deux races définies par FAGE (1920), la septentrionale qui s'étendrait du golfe de Naples aux Baléares avec une MV = 51,63 et la méridionale, d'Alger à Alméria à MV = 51,29 sont très vite abandonnées. Les nombreuses recherches ont toutefois permis de caractériser des groupements ou des stocks indépendants les uns des autres, répartis sans logique apparente sous forme de mosaïque.

LARRANETA (1968) a défini, par l'analyse de la distribution des rendements, sept unités de stocks présentes dans la Méditerranée occidentale et la mer Adriatique. L'auteur part de l'idée que la sardine méditerranéenne n'effectue généralement que des déplacements de faibles amplitudes le long de la côte "de sorte que les principaux groupements seraient pratiquement indépendants et qu'ils constitueraient de véritables unités de stocks" :

1: sur la côte du Maghreb ; 2: sur la côte ibérique de la mer d'Alboran ; 3: entre les caps de Polos et de la Nao ; 4: de Castellon au cap Creux ; 5: golfe du Lion ; 6: mer Tyrrhénienne ; 7: mer Adriatique ; les îles de Majorque, Corse, Sardaigne et Sicile sont entourées de populations autochtones.

Dans les paragraphes ci-dessous, nous analysons les caractères morphologiques de la sardine des côtes du Maghreb méditerranéen.

3- Caractères méristiques

Nombre de vertèbres (tabl.60 ; fig.65 et 66).

Les données que nous confrontons sont consignées dans le tableau 60 ; celles relatives à la région de Tanger, fournies par FURNESTIN (1950 c), se rapportent à la sardine du type méditerranéen.

La moyenne vertébrale de la sardine méditerranéenne de l'Afrique du Nord croît grosso modo d'ouest (Tanger) en est (Sfax) (fig.65) ; les valeurs extrêmes se trouvent à Al Hoceima pour les plus faibles (51,19) et à Sfax pour les plus élevées (51,81). La moyenne générale, calculée d'après un effectif total de 11 736 individus, est égale à 51,47. Cette valeur est très voisine de celle qui caractérise la sardine de la Méditerranée prise dans son ensemble (51,50). Certains auteurs distinguent néanmoins la sardine nord-africaine de celle du reste de la Méditerranée. C'est ainsi que pour FAGE (1920), elle fait partie de la race méditerranéenne méridionale dont la moyenne est de 51,29 et constitue pour LARRANETA (1968) une population indépendante de celles des côtes atlantiques marocaines et, sans doute aussi, de celles des côtes méridionales espagnoles. Les résultats de la distribution des rendements à l'échelle de 200 km ont permis à l'auteur de mettre en évidence trois groupements dont la distinction par la moyenne vertébrale n'est pas probante: le premier, le plus important, dans la région d'Al Hoceima-Béni Saf avec une moyenne de 51,4, le deuxième entre Cherchell et Dellys, avec une moyenne semblable à la précédente (51,4 - 51,5) et le troisième entre Annaba et Tinja . Notre étude sur la sardine tunisienne a confirmé l'existence de ce dernier groupement qui s'étend jusqu'à la région de Kélibia avec une moyenne de 51,42 et montré la présence d'un quatrième groupement dans l'est tunisien, entre Sousse et Sfax, avec une moyenne égale à 51,57. Au sujet de la moyenne vertébrale du premier groupement,

Tabl. 60. - Moyennes vertébrales (moy.) de la sardine des côtes méditerranéennes du Maghreb d'après différents auteurs. n : effectif. σ : écart-type ; fl.m. : fluctuation de la moyenne.

Régions	Auteurs	n	moy.	σ	fl.m.
Tanger	Furnestin, 1950 c	52	51,48	0,74	0,33
Ceuta	Bardan et al., 1949	112	51,42	0,561	0,19
Al Hoeselma	Bardan et al., 1949	327	51,19	0,653	0,12
Al Hoeselma	Belveze et Rami, 1978	800	51,30	-	0,04
Melilla	Bardan et al., 1949	120	51,32	0,579	0,18
Chazouat	Furnestin, 1950 c	49	51,33	0,47	0,22
Total		1460	51,29		
Bou Ismail	Murat, 1935	532	51,43	0,563	0,08
Bou Ismail	Dieuzelide et Roland, 1957	6992	51,51	0,581	0,02
Alger	Fage, 1920	117	51,43	0,546	0,17
Total		7641	51,50		
Tunisie Nord	Présent travail	1650	51,42	0,603	0,05
Tunisie-Est	Présent travail	985	51,57	0,578	0,06

		130	140	150	160	
Tanger	Furnestin, 1950 c	130	140	150	160	
	LF					
	lcpl	20,3	20,1	19,7	19,3	
Ceuta	Bardan et al., 1949					198,3
	LF			156,4	164,2	172,3
	n			25	62	17
	lcpl			20,3	20,0	19,7
Al Hoeselma	Bardan et al., 1949					
	LF	137	146,6	154,9	162,9	171
	n	4	15	136	62	1
	lcpl	20,4	20,2	20,1	20,1	19,9
Bou Ismail	Murat, 1935					
	LF	105,7	115,2	125,5	134,9	144,2
	n	19	22	46	71	57
	lcpl	20,1	20,1	20,0	19,8	19,7
	Di	2,72	2,76	2,75	2,74	2,72
				2,69		
Bou Ismail	Dieuzelide et Roland, 1957					
	LF	90	100	110	120	130
	lcpl	19,8	19,6	19,4	19,3	19,3
	Di	2,65	2,64			2,62
				170	180	190
				160	150	200
				19,1	19,1	19,0
				18,7	18,7	18,6
						2,58

Tabl. 61. - Variations de l'indice céphalique (lcpl) et de l'indice prédorsal (Di) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardine dans différentes régions du littoral du Maghreb méditerranéen.

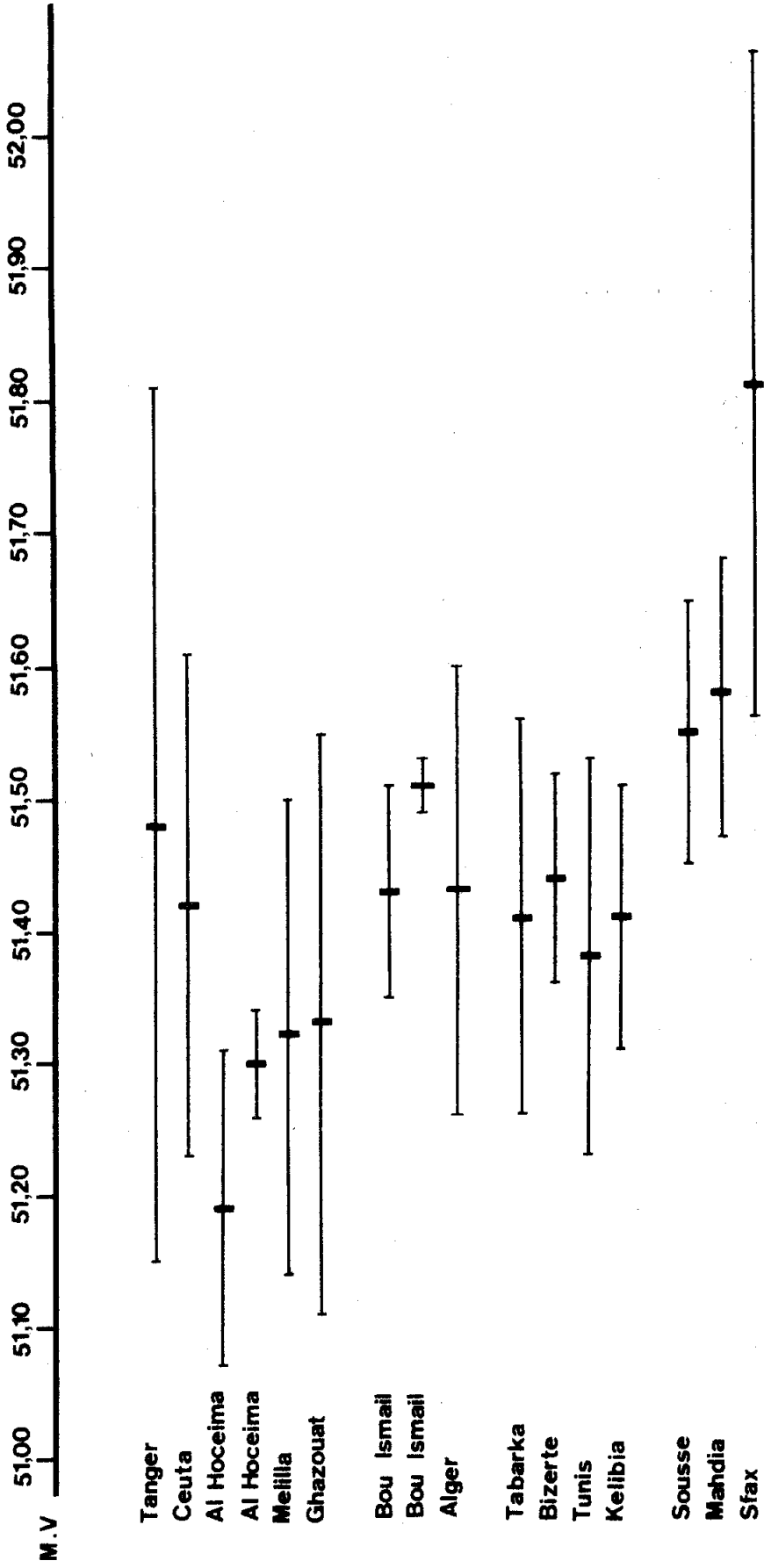


Fig. 65.- Fluctuations de la moyenne vertébrale de la sardine dans différentes régions.

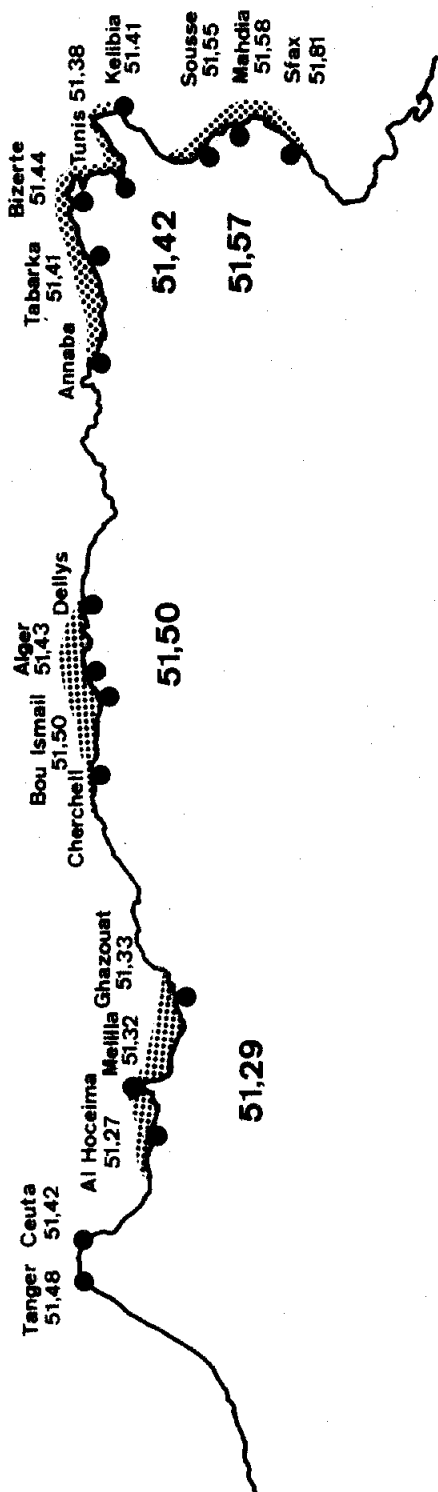


Fig. 66.- Moyenne vertébrale de la sardine dans différents secteurs du littoral du Maghreb méditerranéen.

des données récentes apportées par BELVEZE et RAMI (1978) dans la région d'Al Hoceima et la prise en compte des indications de BARDAN *et al.* (1949) dans la même région, fixent la moyenne à 51,29. Si cette faible valeur rend ainsi possible la distinction des groupements nord-africains 1 et 2, elle ne résoud pas en revanche - du fait même de sa similitude avec celle de Malaga (51,29: ANDREU, 1969) - le problème des populations nord et sud de la mer d'Alboran.

Quoi qu'il en soit, l'on a donc sur les côtes méditerranéennes du Maghreb quatre groupements de sardine (fig.66) que leur moyenne vertébrale permet de séparer avec netteté :

1 ^{er}	groupement (de Tanger à Ghazouat)	: 51,29
2 ^e	groupement (entre Cherchell et Dellys)	: 51,50
3 ^e	groupement (entre Annaba et Kélibia)	: 51,42
4 ^e	groupement (entre Sousse et Sfax)	: 51,57

Nombre de branchiospines (fig.67)

Les équations de régression reliant le nombre de branchiospines de la portion inférieure du premier arc branchial à la longueur totale et correspondant aux quatre groupements de sardine définis plus haut sont les suivantes:

1 ^{er}	groupement:	Br.inf. =	9,594	LT ^{0,373}
2 ^e	groupement:	Br.inf. =	19,17	LT ^{0,223}
3 ^e	groupement:	Br.inf. =	14,59	LT ^{0,282}
4 ^e	groupement:	Br.inf. =	13,24	LT ^{0,297}

Nous avons calculé la première équation d'après l'ensemble des observations faites par BARDAN *et al.* (1949) dans les régions de Ceuta, Al-Hoceima et Melilla. Les auteurs ayant examiné 110 individus longs de 130 à 180 mm, fournissent pour chaque classe de taille de 10 mm, l'effectif, les valeurs extrêmes et le nombre moyen de branchiospines.

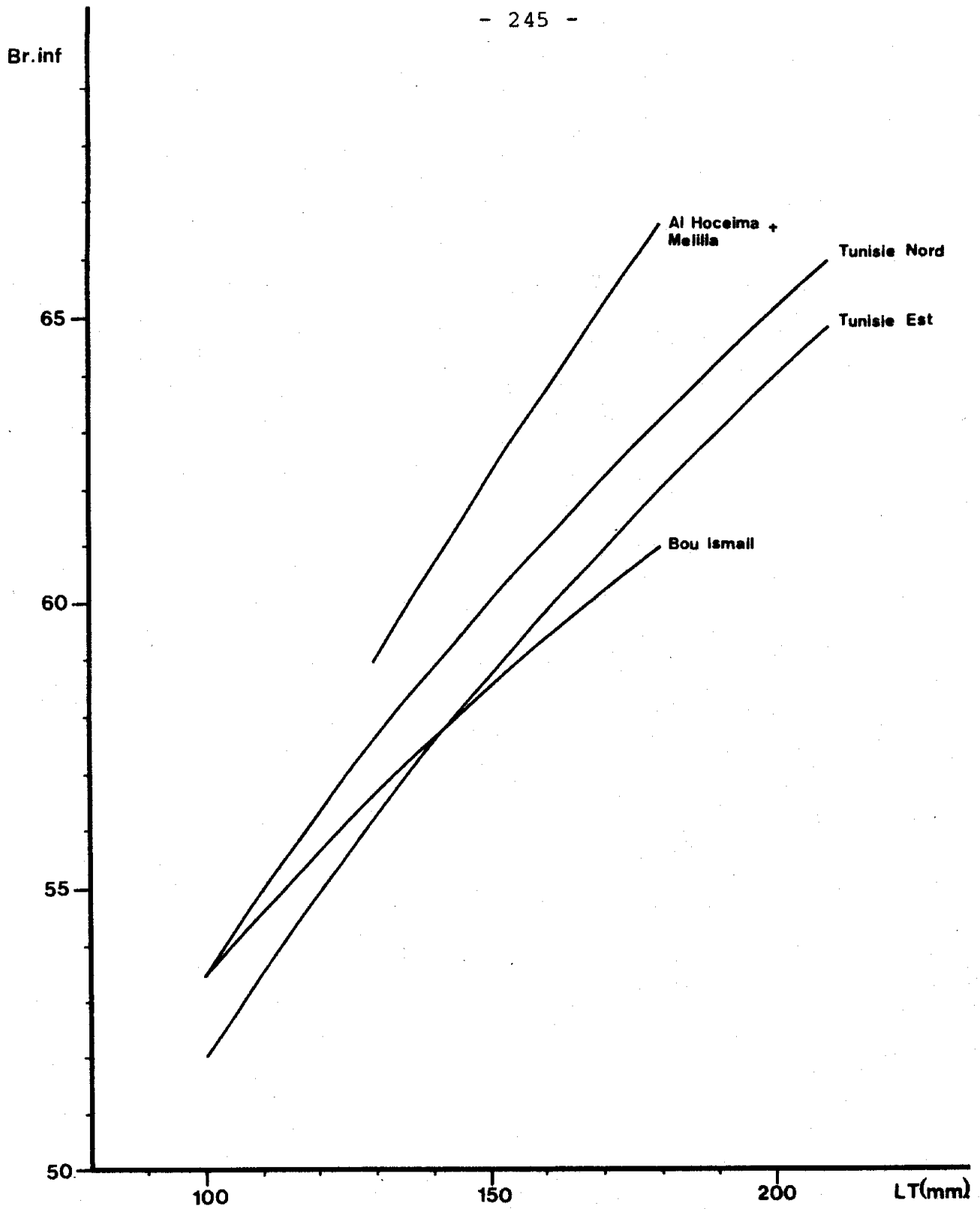


Fig.67.- Courbes de régression représentant le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (Br.inf.) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardine dans différentes régions du littoral du Maghreb méditerranéen.

La deuxième équation est établie par ANDREU (1969) d'après l'étude de 42 sardines de 100 à 175 mm de long, provenant de la région de Bou Ismaïl. Quant aux deux autres équations elles correspondent respectivement aux régions nord et est de la Tunisie d'après des échantillons de 1 582 et 1 097 individus de 100 à 210 mm de long (fig.67).

L'amplitude de variation individuelle du nombre de branchiospines chez les poissons d'une longueur donnée est, pour l'ensemble des différentes régions considérées, assez importante et peut être estimée à 15 branchiospines environ.

Les nombres extrêmes relevés lors des comptages sont: 54-71 pour Ceuta-Al Hoceima-Melilla ; 49-77 pour Bou Ismaïl et 47-74 pour la Tunisie.

Dans les quatre équations, les coefficients de régression, inférieurs à 0,4, indiquent un très faible taux d'accroissement du nombre de branchiospines en fonction de la longueur. Ces valeurs concordent avec celles observées en Méditerranée par ANDREU (1969) qui distingue, selon que le coefficient est inférieur ou supérieur à 0,4, les sardines méditerranéennes et insulaires (Açores, Madère et Canaries) de celles de la plateforme continentale atlantique.

Le taux d'accroissement est très bas à Bou Ismaïl, intermédiaire dans le nord et l'est de la Tunisie et relativement élevé chez la sardine du groupement 1 dont le coefficient de régression (0,373), très voisin de celui calculé par ANDREU (1969) pour la sardine d'Alicante (0,353), renforce la similitude entre les populations du nord et du sud de la mer d'Alboran.

En ce qui concerne les positions relatives des courbes, les constantes qui les caractérisent évoluent d'une

façon inverse par rapport au coefficient de régression. C'est ainsi que la constante est grande à Bou Ismaïl, intermédiaire en Tunisie et faible dans la région de Ceuta-Al Hoceima-Melilla.

Pour une longueur totale de 150 mm, le nombre moyen de branchiospines calculé pour les quatre groupements est le suivant :

1 ^{er}	groupement:	62	Br.
2 ^e	groupement:	58,5	Br.
3 ^e	groupement:	60	Br.
4 ^e	groupement:	58,5	Br.

Etant donné les grandes variations individuelles, nous considérons comme négligeables les différences enregistrées entre les différents groupements. Le groupement 1 semble toutefois se détacher légèrement des trois autres.

4- Caractères morphométriques

Indice céphalique (tabl.61 ; fig.68)

L'indice céphalique ou longueur proportionnelle de la tête par rapport à la longueur totale ($l.c.p.l. = \frac{100 \text{ Lt}}{\text{Lt}}$) constitue, d'après FURNESTIN (1950 a), un excellent caractère racial ; étroitement corrélatif de la moyenne vertébrale avec laquelle il varie en sens inverse, il est voisin de 20 pour les sardines de la Méditerranée. En réalité, les différences de mesure dues au facteur personnel affectent notablement les résultats définitifs et diminuent de ce fait la valeur du caractère différentiel de cet indice. C'est ainsi, par exemple, que DIEUZEIDE et ROLAND (1957), ayant calculé l'indice céphalique de la sardine de Bou Ismaïl, obtiennent des chiffres nettement inférieurs à ceux trouvés par MURAT (1935) dans la même région.

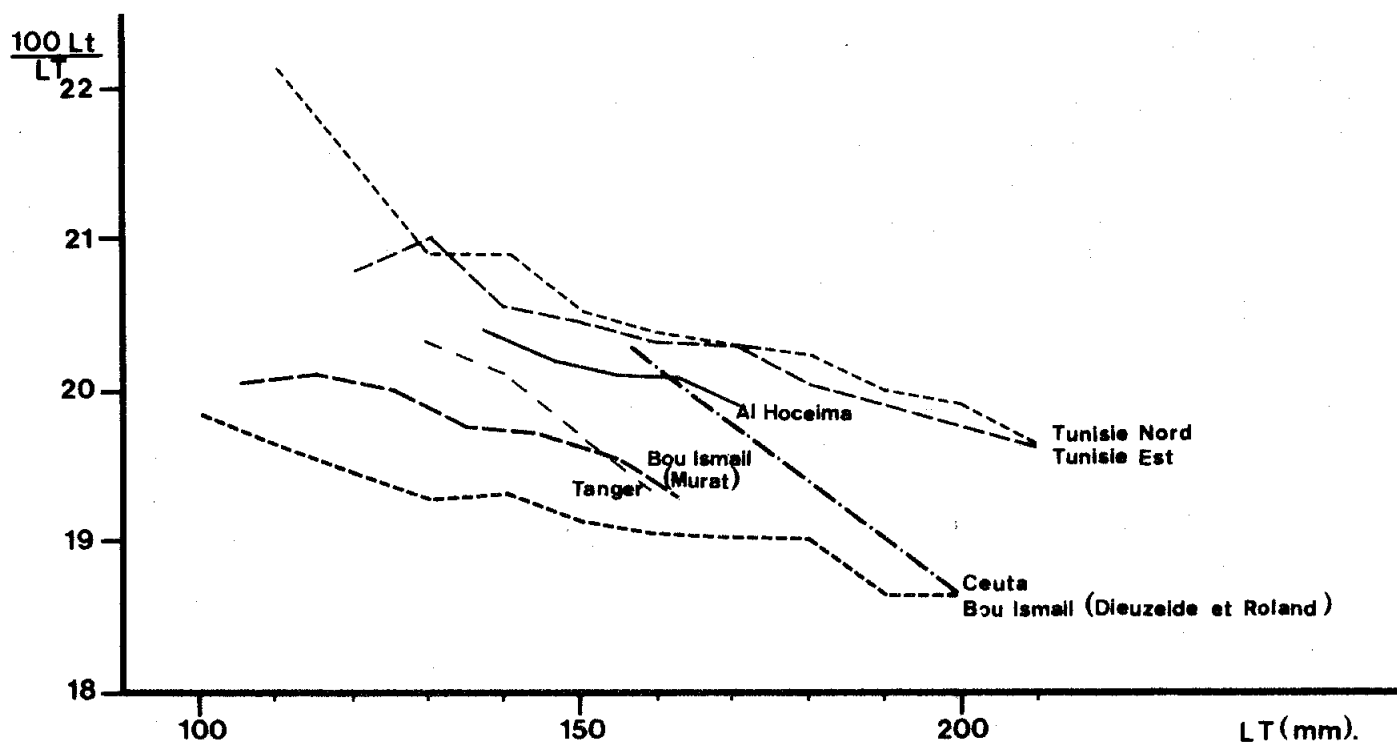


Fig.68.- Variations de l'indice céphalique ($\frac{100 Lt}{Lt}$) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardine dans différentes régions du littoral du Maghreb méditerranéen.

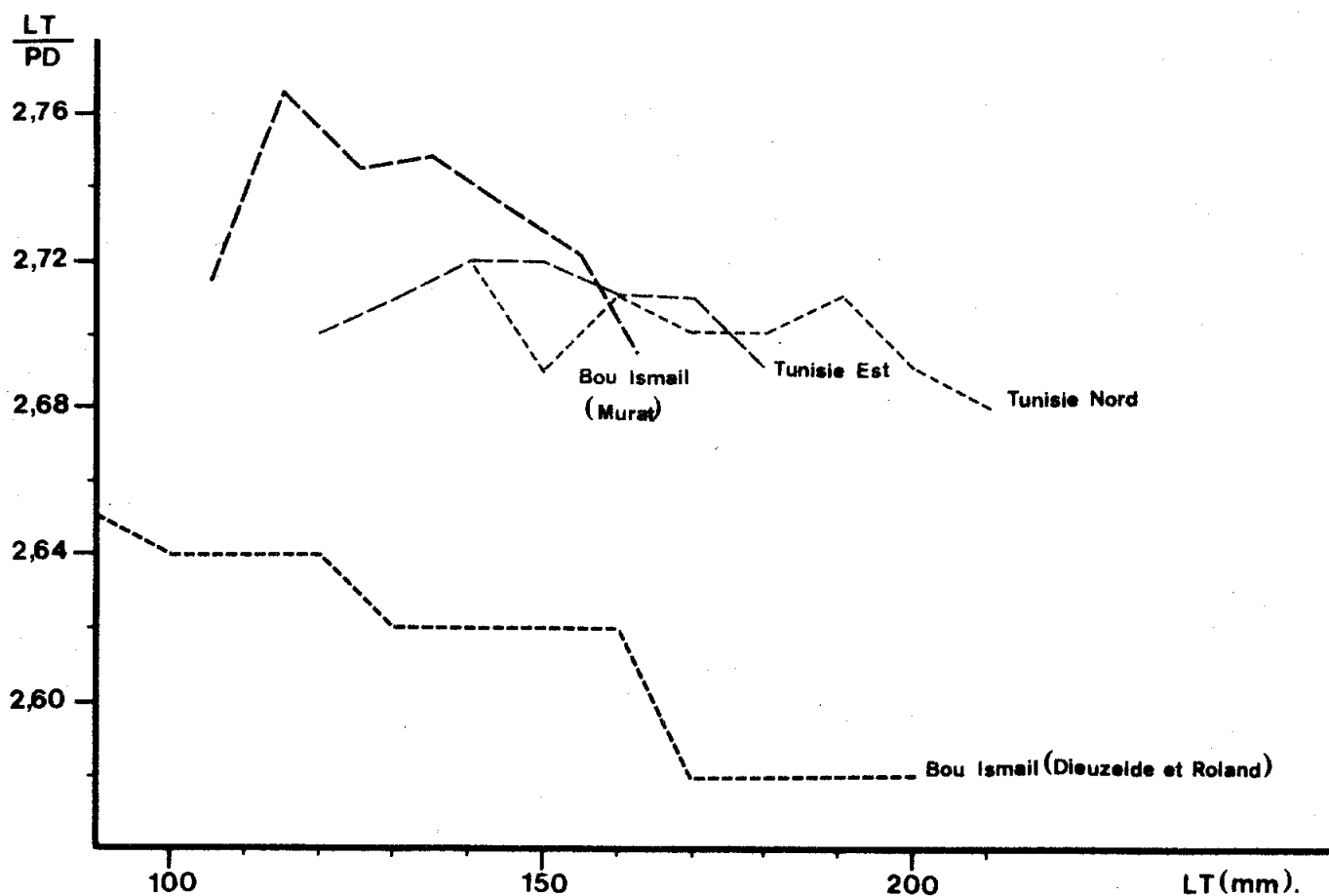


Fig.69.- Variations de l'indice prédorsal ($\frac{LT}{PD}$) en fonction de la longueur totale (LT) chez la sardine dans différentes régions du littoral du Maghreb méditerranéen.

Les variations des valeurs de l'indice céphalique en fonction de la longueur totale que nous comparons sont consignés dans le tableau 61 et illustrés par la figure 68.

Pour l'ensemble des échantillons, la constante diminution de ces valeurs, des petites aux grandes classes de taille, indique que la croissance relative de la tête présente une allométrie très minorante. Pour les tailles considérées et à l'exception de la valeur élevée calculée d'après un seul individu de 110 mm provenant de la région nord de la Tunisie, l'indice céphalique de la sardine méditerranéenne du Maghreb varie de 21 à 18,6.

Les indices sont très élevés pour les groupements 3 et 4 (Tunisie nord et est), faibles pour le groupement 2 (Bou Ismaïl) et intermédiaires pour le groupement 1 (Tanger-Ceuta-Al Hoceïma).

Pour une taille de 150 mm, ils présentent les valeurs suivantes :

1er	groupement:	19,7 - 20,1
2 ^e	groupement:	19,1 - 19,5
3 ^e	groupement:	20,5
4 ^e	groupement:	20,4

Indice prédorsal (tabl.61 ; fig.69).

C'est le rapport de la longueur totale sur la distance prédorsale ($D_1 = \frac{LT}{PD}$). De valeur secondaire, il peut être utilisé cependant comme caractère complémentaire (FURNESTIN, 1950 a). Comme pour l'indice céphalique, l'information qu'on peut en tirer reste peu sûre tant qu'il est établi par des manipulateurs différents.

La littérature ne fournit pas de données concernant la sardine du premier groupement. Celles portant sur le groupement 2, indiquées, d'une part, par MURAT (1935) et DIEUZEIDE et ROLAND (1957) d'autre part, sont tellement dissemblables qu'il est difficile de les prendre en considération. Comme le montrent le tableau 61 et la figure 69, la diminution des valeurs de l'indice par rapport à la longueur totale correspond à une croissance allométrique légèrement majorante de la distance prédorsale.

IV- CONCLUSION

En résumé, des résultats des différents chercheurs concernant la position systématique de la sardine méditerranéenne, il semble logique, en se référant au nombre de branchiospines, de se rallier aux conclusions de REGAN (1916) qui en fait une sous-espèce *Sardina pilchardus sardina* distincte de l'espèce typique *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1972). Celle-ci se caractérise par un nombre moyen de branchiospines supérieur à 60 et par un taux d'accroissement du nombre de branchiospines par rapport à la taille élevé (coefficient de régression supérieur à 0,4). Son domaine de répartition est limité à la plateforme continentale nord-est-atlantique. La sous-espèce *S. pilchardus sardina* se distingue par un nombre moyen de branchiospines d'environ 60 et par un faible taux d'accroissement du nombre de branchiospines par rapport à la taille (coefficient de régression inférieur à 0,4). Elle est répandue dans la Méditerranée et autour des îles atlantiques (Açores, Madère et Canaries).

Cette position systématique demeurera toutefois indécise tant que certains problèmes ne seront pas définitivement élucidés. Parmi ces problèmes, la présence de sardines à caractéristiques méditerranéennes autour des îles atlantiques et le caractère atlantique de la sardine d'Estepona et

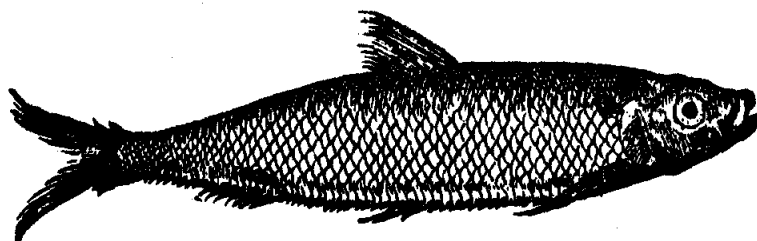
de celle de Sfax, méritent d'être résolus. Dans la mesure où, faisant abstraction de la valeur du coefficient de régression, seul le nombre de branchiospines est pris en compte, la sardine de Sfax, par son nombre moyen de branchiospines ne dépassant pas 60, peut être considérée comme faisant partie intégrante de la sous-espèce méditerranéenne. Quant à la sardine d'Estepona, étant donné la proximité de l'Atlantique, il est légitime de la considérer, ainsi que l'a montré FURNESTIN (1950 b), comme un prolongement de la sardine atlantique qui peuple les côtes ouest et sud ibériques. Pour ce qui est des populations insulaires atlantiques, LETACONNOUX (1953) attribue leur similitude avec la sardine méditerranéenne à des facteurs d'ordre biogéographique et ANDREU (1969) à l'homogénéité relative des conditions écologiques qui règnent dans la Méditerranée et autour des îles atlantiques et qui s'opposent aux conditions très contrastées qui caractérisent la plateforme atlantique.

L'identité de la sous-espèce *Sardina pilchardus mauritanica* (Maurin, 1968) n'est pas encore communément admise et sa confirmation nécessite en particulier une analyse précise du nombre de branchiospines.

Les variations que subissent la moyenne vertébrale et le nombre de branchiospines sont beaucoup plus importantes chez *Sardina pilchardus pilchardus* que chez *S. pilchardus sardina*, ce qui confirme l'idée avancée par ANDREU (1969) concernant l'homogénéité relative des conditions écologiques de la Méditerranée. Ainsi, si l'on considère les races septentrionale et saharienne définies par FURNESTIN (1952) à partir de la moyenne vertébrale, on s'aperçoit que l'écart entre la première (MV = 52) et la deuxième (MV = 50,30) est assez grand: 1,70. En Méditerranée, en revanche, la différence entre les moyennes extrêmes observées n'est que de 0,88 avec MV = 51,81 à Sfax contre MV = 50,93 en Israël.

De plus, cette variation de la moyenne vertébrale s'effectue le long de la côte est-atlantique suivant une "logique latitudinale", pour reprendre l'expression de QUIGNARD (1978), se traduisant par un cline négatif du nord au sud, en relation avec un accroissement progressif de la température. Cette variation clinale aussi régulière a permis, du reste, aux auteurs de délimiter avec précision les aires géographiques qu'occupent les différentes races. Dans la Méditerranée, bien que les variations soient faibles, elles permettent cependant de différencier les populations les unes des autres. Mais contrairement à l'Atlantique, la mise en évidence d'une quelconque gradation des variations reste dans l'ensemble douteuse, tout au plus peut-on remarquer un accroissement de la moyenne vertébrale du sud-ouest au nord-est ibérique et de l'ouest à l'est des côtes maghrébines. Ce gradient positif d'ouest en est du bassin occidental semble corrélatif d'une augmentation de la température moyenne des eaux superficielles, ce qui est en contradiction avec ce qui s'observe dans l'Atlantique.

Sur les côtes méditerranéennes du Maghreb, l'étude de la répartition de la densité de la sardine a permis de mettre en évidence quatre groupements distincts caractérisables par leur nombre de branchiospines et surtout par leur moyenne vertébrale (fig.66).



De Sardinis.

*Cum muria Sardina duos seruat in annos,
Fitq garum hinc, toto corpore felle caret.
Quare aliqui cum oleo & sale, purgata integram in olla,
Craticula vel eam si voluere coquunt.*

CONCLUSION A LA TROISIEME PARTIE

Par l'analyse des distributions des rendements de la pêche et par l'étude des caractères méristiques et morphométriques, nous avons cherché à identifier et à décrire, au sein de chacune des espèces considérées, les différents groupements ou populations présents sur les côtes tunisiennes. Ces populations étant définies, nous avons tenté de les situer par rapport aux autres populations méditerranéennes et est-atlantiques en procédant à une comparaison de leurs principaux caractères.

L'alose feinte se rencontre dans les eaux côtières de la Tunisie septentrionale où elle forme deux populations bien distinctes. L'une, inféodée au golfe de Tunis où viennent se jeter la Medjerdah et le Miliane, est constituée d'individus migrateurs qui engraisserent en mer et remontent les fleuves pour se reproduire. L'autre vit isolée dans le lac Ichkeul qu'elle ne quitte pas.

Il est à noter que ce phénomène d'isolement naturel ou artificiel dans les eaux continentales d'individus amphidromes a été signalé par de nombreux auteurs dont REGAN (1916) en Irlande (lac Killarney) et COTTIGLIA (1970) en Sardaigne (lac Flumendosa). Les descendants de ces individus ainsi piégés présentent des caractéristiques morphologiques tellement différentes de celles des individus des souches amphidromes que les auteurs n'ont pas hésité à les considérer comme des sous-espèces.

En Tunisie, les deux populations migratrice et sédentaire diffèrent par un certain nombre de caractères méristiques et morphométriques dont les principaux sont le nombre total moyen de vertèbres et le nombre moyen de branchiospines qui sont tous les deux plus grands chez l'alose

sédentaire. L'analyse statistique montre, cependant, que les différences constatées ne sont pas assez importantes pour faire de ces populations des sous-espèces distinctes.

L'étude comparative met en évidence que les populations d'alose feinte migratrice des côtes nord-est-atlantiques et méditerranéennes se caractérisent par leur très grande hétérogénéité. Celle-ci est particulièrement manifeste dans les secteurs méditerranéens. Ces différentes populations peuvent être toutefois réunies en trois grands ensembles : Atlantique nord-est, Méditerranée occidentale nord-est et Maghreb méditerranéen. Quant aux populations de l'Adriatique et de la Méditerranée orientale, elles formeraient très vraisemblablement un quatrième ensemble. Etant donné l'importance des divergences relevées, nous considérons que les quatre ensembles définis peuvent être élevés au rang de sous-espèces :

Alosa fallax fallax (Lacepède, 1803)

Atlantique nord-est: de la Scandinavie au Maroc

Alosa fallax algeriensis (Regan, 1916)

Maghreb méditerranéen: du Maroc à la Tunisie,
(Sardaigne ? Sicile ?)

Alosa fallax rhodanensis (Roule, 1924)

Méditerranée occidentale nord-est: France,
Italie continentale, (Espagne ?)

Alosa fallax nilotica (Geoffroy Saint Hilaire, 1808)

Adriatique, Méditerranée orientale, mer Noire.

La sardinelle plate se trouve, en faible quantité, dans le golfe de Tunis où les eaux déversées par la Medjerdah et le Miliane provoquent un abaissement sensible de la salinité des eaux marines, principalement à proximité des estuaires. L'espèce a, en effet, besoin pour se reproduire en été, en plus d'une température élevée, d'une salinité relativement basse.

La population de sardinelle plate du golfe de Tunis comprend deux groupes distincts. Le premier renferme des individus dont la concentration au voisinage de la côte, au moment du frai, est plus précoce que celle des individus du deuxième groupe. Ils diffèrent de ces derniers, notamment, par leur nombre moyen de branchiospines nettement plus faible et par leur hauteur relative du corps plus petite.

Cette hétérogénéité, constatée au niveau de la population tunisienne et relevée aussi dans d'autres secteurs comme l'Egypte ou la Côte d'Ivoire, met en évidence, d'une part, la grande complexité de structure des populations et, d'autre part, l'important polymorphisme de l'espèce.

En dépit et à cause de cette hétérogénéité des populations, la distinction de plusieurs espèces de sardinelles plates est abandonnée à l'heure actuelle et, par le fait même, l'opposition entre deux grands ensembles, l'un méditerranéen (*Sardinella maderensis*), l'autre sud-est-atlantique (*S. eba*), n'est plus prise en considération.

Une analyse comparative montre que la moyenne vertébrale, quoique variant dans des limites très étroites, permet de séparer les différentes populations étudiées. Les moyennes les plus faibles correspondent aux populations du sud-est-atlantique où les valeurs s'échelonnent du nord au sud suivant un gradient positif. Les plus fortes caractérisent la population tunisienne. Les sardinelles du sud-est-méditerranéen occupent une position intermédiaire.

En ce qui concerne le nombre moyen de branchiospines, les sardinelles plates du golfe de Tunis présentent beaucoup de similitudes avec les sardinelles d'Egypte. Dans l'ouest-africain, ce nombre est très variable d'un secteur à l'autre et évolue suivant un cline positif en partant du golfe de Guinée vers les hautes latitudes.

Pour ce qui est de la hauteur relative du corps, nous remarquons qu'elle est régulièrement croissante du sud-est-méditerranéen à l'Angola.

Des quatre Clupéidés de Tunisie, l'allache est l'espèce la plus abondante et dont l'aire de distribution est la plus large puisqu'elle couvre toutes les eaux côtières du pays. Deux stocks assez bien individualisés sont mis en évidence: l'un est localisé dans la région nord et l'autre dans la région est ; ce dernier étant quantitativement le plus important. Deux caractères différenciateurs principaux permettent de distinguer les individus des deux stocks: le nombre de vertèbres et le nombre de branchiospines. La moyenne vertébrale est plus élevée dans la région nord que dans la région est. Son analyse par secteur montre qu'elle décroît régulièrement du nord (Tabarka) au sud (Gabès). Le nombre moyen de branchiospines est, en revanche, plus élevé dans l'est que dans le nord. Cette évolution antagoniste des deux caractères, le long des côtes tunisiennes, semble liée à l'accroissement de la température estivale de surface du nord au sud du pays.

Par leur moyenne vertébrale élevée et leur nombre de branchiospines très faible, les populations tunisiennes se rapprochent beaucoup de celles du bassin occidental méditerranéen avec lesquelles elles forment un ensemble distinct des populations sud-est-méditerranéennes, d'une part et atlantiques, d'autre part. La similitude que présentent les allaches du sud-est de la Méditerranée avec les allaches atlantiques met en évidence l'affinité tropicale de cette région de la Méditerranée. Il existe un contraste frappant entre les populations du nord et du sud du bassin oriental. Les populations atlantiques insulaires (Canaries) se rapprochent beaucoup plus des populations du bassin occidental de la Méditerranée que de celles du plateau continental atlantique.

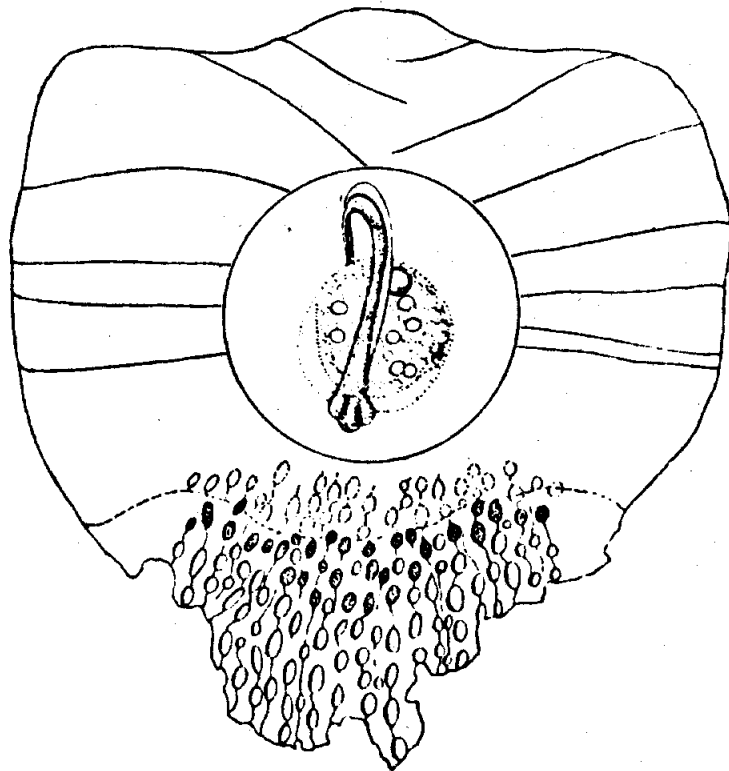
La sardine qui vit en Méditerranée est considérée comme une sous-espèce (*Sardina pilchardus sardina* Regan, 1916) de l'espèce typique *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792). Elle se distingue morphologiquement de cette dernière par le nombre moyen de branchiospines, inférieur à 60 et, par la valeur du coefficient de régression du nombre de branchiospines sur la longueur, inférieure à 0,4.

Sur les côtes tunisiennes, la sardine est présente du nord (Tabarka) au sud des îles Kerkennah qui marquent les limites sud-est de son aire de répartition en Méditerranée. Les deux stocks de sardine que nous avons pu reconnaître sur les côtes tunisiennes sont d'importance inégale, celui de la région nord étant nettement plus grand que celui présent sur les côtes est. Les individus qui composent le premier se caractérisent par une moyenne vertébrale plus faible et un nombre moyen de branchiospines plus élevé que chez les individus du deuxième. Il existe, du nord au sud de la Tunisie, une évolution régulière et opposée des deux caractères méristiques considérés: à une augmentation de la moyenne vertébrale correspond une diminution du nombre de branchiospines. La sardine de la région de Sfax, par la moyenne vertébrale et par le coefficient de régression du nombre de branchiospines sur la taille, élevés, diffère radicalement de la sardine des autres secteurs tunisiens en particulier et, dans une très grande mesure, de celles des autres secteurs méditerranéens. Il est possible que, étant donné sa situation aux confins de l'aire de répartition de l'espèce, la sardine de Sfax, par une sorte de phénomène de "réminiscence" manifeste des caractéristiques semblables à celles de la sardine mère atlantique.

La sardine des côtes méditerranéennes du Maghreb forme un ensemble renfermant quatre grands groupements distincts de ceux du reste de la Méditerranée.

QUATRIEME PARTIE

ELEMENTS DE BIOLOGIE



I N T R O D U C T I O N

L'analyse des distributions des rendements et l'étude des caractères biométriques des Clupéidés des côtes tunisiennes, que nous venons d'exposer dans la partie précédente de ce travail, nous ont conduit à distinguer des groupements différents au sein de chacune des espèces considérées. En nous basant sur ces résultats, nous avons cherché, dans les paragraphes suivants, à préciser un certain nombre d'aspects relatifs à la biologie de ces Clupéidés et à démontrer si les données biologiques sont en accord avec celles dégagées de l'étude biométrique du point de vue de la distinction des groupements.

Pour l'ensemble des espèces, nous avons procédé à la même démarche d'étude que nous avons limitée à l'âge, la croissance, la reproduction et l'embonpoint.

Nous avons essayé, dans un premier temps, de définir biologiquement les différents groupements, de les comparer et d'établir une synthèse permettant de mettre en évidence les caractéristiques des espèces des côtes tunisiennes.

Les résultats acquis sont ensuite confrontés à ceux obtenus par les auteurs dans les autres régions atlantico-méditerranéennes et analysés à la lumière des facteurs hydrologiques, en particulier la température et la salinité.

Les techniques et les méthodes auxquelles nous avons fait appel sont indiquées dans la deuxième partie de ce mémoire.

L' Alose

Alosa fallax algeriensis (Regan, 1916)

I- INTRODUCTION

Quoique les données se rapportant à la systématique et à la morphologie de l'alose feinte *Alosa fallax* ne permettent pas encore d'aboutir à des conclusions définitives sur le statut taxinomique des différentes populations, elles ont été, comme nous l'avons vu, largement analysées et commentées dans de très nombreux travaux. Il n'en est pas de même des aspects biologiques qui restent, dans leur ensemble, beaucoup moins bien étudiés. En particulier, la vie de l'alose en mer paraît être presque complètement négligée par les chercheurs et les quelques indications qu'on possède sur l'habitat, les déplacements, le régime alimentaire, l'engraissement, etc., sont disparates et peu précises. Les seuls travaux pouvant être pris utilement en considération concernent la phase potamique du cycle vital de l'alose. Pour un certain nombre de secteurs, la localisation et les caractéristiques des frayères, les périodes et les modalités de la ponte, l'âge de première maturité, le développement des larves et des alevins ainsi que les facteurs qui président à la migration reproductrice sont, en général, assez bien connus. Dans ces secteurs, les auteurs se préoccupent, actuellement, de la manière de remédier à la régression des stocks due, en grande partie, à la construction de barrages et à l'action des polluants.

Il importe, en effet, de préciser que toutes ces recherches sur la biologie des aloses sont effectuées, essentiellement, sur la façade nord-est-atlantique et sur la bordure nord du bassin occidental de la Méditerranée. Dans ces conditions, les observations qui vont suivre, bien qu'incomplètes, constituent un premier jalon dans la connaissance de la biologie de l'alose des côtes tunisiennes.

II- DONNEES SUR LES ALOSES DE TUNISIE

A- AGE ET CROISSANCE

L'étude de l'âge et de la croissance de l'alose feinte a été entreprise dès la fin du siècle dernier par EHRENBAUM (1896), poursuivie jusqu'aux années vingt par JENKINS (1902), MEEK (1916), BOUNHIOL (1917 a), ROULE (1922) et D'ANCONA (1926, 1927) puis reprise par VUKOVIC (1961), BERG et GRIMALDI (1966, 1967), WHEELER (1969) et CLARIDGE et GARDNER (1978). Malgré ces nombreuses recherches, les résultats sont restés fragmentaires, imprécis et par trop différents que, ni la disparité des méthodes employées, ni celle des provenances des exemplaires examinés, ne semblent les justifier. En fait, la difficulté réside essentiellement dans la faible lisibilité et dans l'interprétation souvent complexe des écailles sur lesquelles sont enregistrées habituellement les différentes étapes de la croissance.

1- Scalimétrie (tabl.62 à 65 et 68 - 69 ; fig.70)

Les écailles des flancs de l'alose feinte sont adhérentes. Elles sont aussi hautes que larges, de forme quadrangulaire ou grossièrement arrondie. La présence sur le bord antérieur, d'une concavité médiane et de deux légères dépressions latérales, lui donne l'aspect d'une accolade. Le bord postérieur est en arc de cercle plus ou moins régulier. Le champ postérieur est transparent et dépourvu d'épines. Chez les individus de grande taille, il est parcouru sur sa partie postérieure de sillons verticaux de longueurs inégales. Le champ antérieur présente des stries concentriques régulières, très nombreuses, très fines et extrêmement serrées. Il est orné de stries transversales ondulées, continues ou s'interrompant au niveau de l'axe vertical médian de l'écaille en s'entrecroisant un peu.

Comme l'écrit ROULE (1922), les "lectures d'écaillés d'*Alosa* sont rendues difficiles et parfois douteuses par l'état moins net des lignes d'hibernation et par la présence fréquente de fausses lignes". A cette difficulté s'ajoutent les confusions dues aux effets de la migration reproductrice des adultes et du séjour dans le fleuve des jeunes individus, sur la structure de l'écaillé. En effet, au cours de la migration, les écaillés sont érodées et le dernier anneau d'arrêt de croissance, proche du bord de l'écaillé, se trouve effacé. Pour cette raison, CATING (1953) compte toujours le bord de l'écaillé d'*Alosa sapidissima* comme un anneau de croissance. L'auteur utilise comme méthode de lecture d'écaillés pour la détermination de l'âge total: l'âge à la première ponte et le nombre de migrations de ponte.

D'autre part, comme l'a montré HAMMER (1942) chez *Alosa sapidissima*, la phase potamique des jeunes aloses correspond sur l'écaillé à une "zone d'eau douce" (Fresh-water zone) indiquée par un anneau distinct du premier anneau d'arrêt de croissance hivernal.

D'après l'étude de BERG et GRIMALDI (1966, 1967) sur l'alose du lac Majeur, les écaillés des Clupéidés présentent deux types d'anneaux: l'anneau d'arrêt de croissance et l'anneau de reproduction. L'anneau d'arrêt de croissance se caractérise par l'atténuation et l'interruption des annuli de l'écaillé. Potentiellement présent dès l'hiver, il devient apparent lors de la reprise de la croissance. L'anneau de reproduction se présente sous forme d'une bande concentrique entourant l'écaillé. Il se forme durant la période de préreproduction au moment où le poisson a besoin du maximum d'énergie pour l'élaboration de ses produits sexuels. La mobilisation de toutes les réserves énergétiques provoque une déficience corporelle dont l'incidence sur l'écaillé se traduit par la formation de cet anneau. Sa matérialisation sur

l'écaille provient du délabrement et de l'érosion du pourtour de celle-ci. Suivant son importance, l'érosion peut faire disparaître l'anneau d'arrêt de croissance et même faire fusionner deux anneaux de reproduction successifs au niveau des champs latéraux de l'écaille. Le champ antérieur reste généralement intact avec une alternance d'anneaux d'arrêt de croissance et d'anneaux de reproduction.

Sur les écailles des aloses des fleuves que nous avons examinées, seuls les anneaux de reproduction sont presque constamment présents. En revanche, il est très rare d'observer des anneaux d'arrêt de croissance en dehors des deux premiers: celui correspondant à la zone d'eau douce et celui du premier arrêt. Les anneaux suivants sont de moins en moins apparents. Ainsi, chez les adultes, il est pratiquement impossible d'identifier d'une manière certaine les derniers anneaux d'arrêt de croissance.

Nous pensons trouver des éléments d'explication à ces observations dans l'évolution de l'embonpoint de l'aloise. Nous verrons que ce sont uniquement les individus juvéniles qui sont affectés des mauvaises conditions hivernales. La régression de leur condition pendant la saison froide se répercute plus ou moins fortement sur les écailles, d'où la présence, plus ou moins nette, des premiers anneaux d'arrêt de croissance. Il n'en est pas de même des adultes dont la condition est en constante progression d'octobre à mai. Pendant tout leur séjour en mer, ils engraisseront d'une façon continue et, la présence dans leur cavité abdominale d'une quantité impressionnante de graisse, indique clairement qu'ils ne sont pas perturbés par la rigueur de l'hiver et que, par conséquent, leur croissance est ininterrompue.

Certes, il n'est pas exclu que, lors de la migration reproductrice, l'érosion soit particulièrement profonde et atteigne tout le pourtour de l'écaille y compris

Origine		Sexe	Equations	n	r	2dy	LT mm
Fleuves	(1)	♀	$l = 0,304 \text{ LT} - 1,095$	216	0,929	13,466	195 - 465
	(2)	♂	$l = 0,304 \text{ LT} - 2,219$	161	0,860	13,592	215 - 435
	(3)	♀ + ♂	$l = 0,306 \text{ LT} - 2,332$	377	0,913	13,629	195 - 465
Lac	(4)	♀ + ♂	$l = 0,354 \text{ LT} - 13,005$	44	0,909	10,074	215 - 335

Tabl. 62. - Relations entre la longueur du rayon de l'écaille agrandie 16 fois (l en mm) et la longueur totale de l'aloise (LT en mm). n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2 dy : variabilité de l'ordonnée.

Classes de Taille LT	1er anneau		2è anneau		3è anneau		4è anneau		5è anneau		6è anneau		7è anneau	
	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT
215	2	78,18	1	171,77										
265	3	87,12												
275	3	80,78												
285	3	87,10	2	194,31	1	268,05								
295	3	110,25	3	199,00										
305	5	107,33	3	201,67	2	292,27								
315	3	94,56	1	200,82										
325	6	89,82	2	184,48	2	288,32								
335	4	97,06	3	188,09	2	286,22	1	314,73						
345	1	80,96	1	214,31										
355	4	116,79	3	207,78	3	296,49								
365	4	80,51	2	204,75	2	292,56								
375	9	97,19	7	197,58	6	280,15	6	321,90	3	361,99				
385	11	86,69	7	200,81	5	286,71	3	363,68	2	382,96				
395	17	88,54	13	199,79	13	280,34	8	346,57	4	381,86	4	406,48		
405	12	92,67	9	199,56	9	294,26	3	361,94	5	384,83	1	413,90		
415	16	86,08	13	201,23	11	291,26	7	343,10	10	392,63	4	404,15		
425	4	84,79	4	196,81	3	301,88	2	337,87	1	376,04	2	417,52	1	429,14
435	7	87,26	4	186,23	4	266,32	3	321,58	2	371,24	2	412,89		
445	5	79,35	1	209,78	1	307,60	1	349,98	2	389,11	1	428,23		
455	1	77,05	1	205,74	1	288,84	-				2	413,45		
465	3	92,79	3	205,27	2	310,87	3	349,04	1	391,73	1	428,79	1	435,53
T.A.A	126	90,85	83	198,85	67	287,71	37	341,48	30	383,94	17	411,83	2	432,33
T.A.A		108,00		88,86		53,77		42,46		27,89		20,50		

Tabl. 63. - Tailles (longueur totale LT en mm) des aloses femelles des fleuves atteintes à la formation de chacun des sept premiers anneaux. n : effectif ; T.A.A. : taux d'accroissement aksolu (en mm).

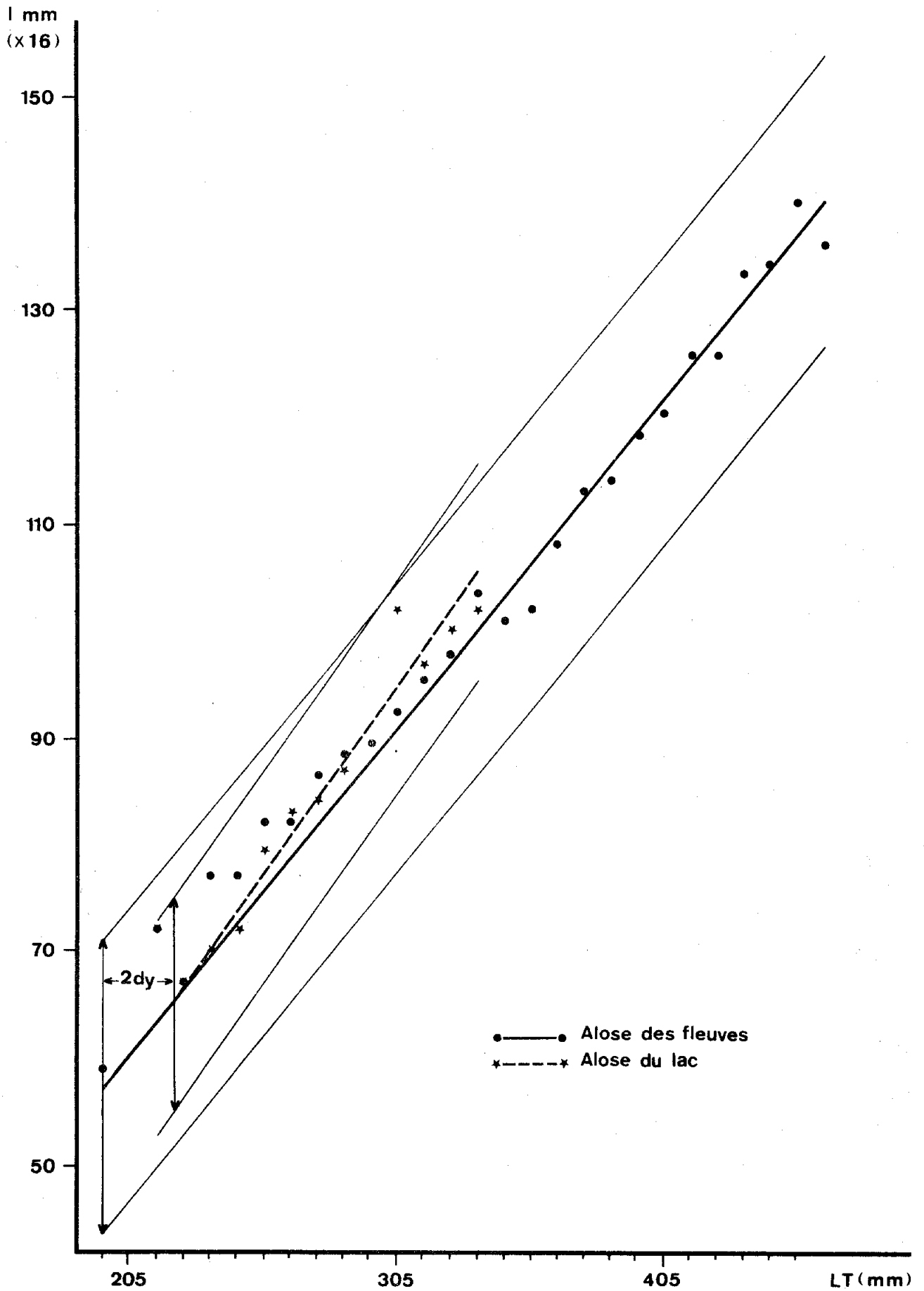


Fig. 70. - Relation entre la longueur du rayon de l'écaille agrandie 16 fois (l en mm) et la longueur totale du poisson (LT en mm).

son champ antérieur, effaçant ainsi les anneaux d'arrêt de croissance éventuels.

Par ailleurs, la présence simultanée, chez les individus pêchés dans la Medjerdah, d'une grande quantité de graisse (surtout chez les mâles) et de gonades extrêmement développées, semble indiquer que l'érosion serait postreproductrice et imputable, apparemment, au jeûne prolongé et aux conditions de vie difficiles dans le fleuve.

La proportion d'écailles lisibles est plus élevée chez l'alose du lac. Les deux anneaux de croissance et de reproduction sont, assez souvent, observés. L'anneau de reproduction est moins large et moins accentué que chez l'alose des fleuves.

Pour l'étude de l'âge de l'alose du lac, la difficulté provient de l'imprécision quant à la détermination de la période de formation de l'anneau d'arrêt de croissance. L'étude de la relation taille-poids a montré que la condition progresse de septembre à avril et qu'elle subirait une chute pendant la saison chaude. Celle-ci est caractérisée par la baisse et même la disparition des populations de Crustacés amphipodes et isopodes entrant dans la composition du régime alimentaire de l'alose de l'Ichkeul.

Les équations mettant en relation la longueur du rayon de l'écaille avec la longueur totale du poisson sont calculées par la méthode des moindres rectangles. Les trois premières correspondent à l'alose des fleuves et la quatrième à l'alose du lac (tabl. 62).

Les équations (1) et (2), statistiquement identiques, montrent que la croissance relative de l'écaille de l'alose des fleuves est strictement la même dans les deux sexes. D'autre part, l'absence de différence significative

Classes de Taille LT	1er anneau		2è anneau		3è anneau		4è anneau		5è anneau		6è anneau	
	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT
255	1	73,99	1	191,64	-	-	-	-	-	-	-	-
265	3	97,57	1	158,27	1	214,78	-	-	-	-	-	-
275	2	91,08	1	193,08	-	-	-	-	-	-	-	-
285	5	92,34	2	173,92	1	224,00	-	-	-	-	-	-
295	8	102,24	6	192,04	4	277,83	1	283,44	-	-	-	-
305	5	94,46	3	190,44	3	279,95	2	305,15	-	-	-	-
315	2	94,56	2	200,82	2	286,16	-	-	-	-	-	-
325	1	111,47	1	192,60	1	280,21	-	-	-	-	-	-
335	4	93,11	1	203,92	1	276,75	-	-	-	-	-	-
345	4	93,47	3	200,98	3	287,66	1	317,66	-	-	-	-
355	14	78,99	9	208,90	9	291,91	4	315,51	2	359,00	-	-
365	19	89,22	15	198,46	14	290,15	14	332,30	9	359,92	2	386,98
375	10	79,14	9	195,47	8	285,96	7	321,59	5	355,48	2	373,35
385	10	91,95	7	206,50	7	299,56	5	335,67	4	373,02	1	387,93
395	2	96,25	4	184,07	2	290,60	2	330,96	1	372,01	1	385,15
405	2	96,80	2	202,50	1	294,98	1	314,79	1	367,67	1	380,87
	92	89,62	67	197,29	57	286,53	37	325,18	22	362,11	7	382,09
T.A.A.		107,67		89,24		38,65		36,93		19,96		

Tabl. 64. - Tailles (longueur totale LT en mm) des aloses mâles des fleuves atteintes à la formation de chacun des six premiers anneaux. n : effectif ; T.A.A. : taux d'accroissement absolu (en mm).

Classe de taille LT	Femelles						Mâles							
	1er anneau		2è anneau		3è anneau		1er anneau		2è anneau		3è anneau		4è anneau	
	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT
215	1	111,01	1	185,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
225	1	135,08	1	222,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
235	3	136,79	3	218,93	-	-	2	145,77	1	220,84	-	-	-	-
245	3	128,33	3	218,95	-	-	2	137,96	3	219,90	1	239,21	-	-
255	3	134,66	3	233,01	-	-	1	135,56	1	228,91	1	237,14	-	-
265	2	132,98	2	210,90	1	251,24	-	-	-	-	-	-	-	-
275	3	143,58	2	266,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
285	1	150,87	1	207,94	1	270,72	-	-	-	-	-	-	-	-
295	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
305	-	-	1	233,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	4	124,94	2	216,03	5	278,28	2	134,27	1	208,86	2	263,77	2	294,92
325	2	136,68	1	248,21	1	297,46	-	-	-	-	-	-	-	-
335	1	124,45	1	226,80	1	294,06	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	132,94	21	224,95	9	278,32	7	138,80	6	219,72	4	250,77	2	294,92
T.A.A.		92,01		53,37				80,92		31,05		44,15		

Tabl. 65. - Tailles (longueur totale LT en mm) des aloses femelles et mâles du lac atteintes à la formation de chacun des quatre premiers anneaux. n : effectif ; T.A.A. : taux d'accroissement absolu (en mm).

entre les équations (3) et (4) met en évidence une similitude dans la croissance relative de l'écaille chez les aloses des fleuves et du lac (fig.70). Pour calculer l'âge de l'aloise des fleuves et de celle du lac, nous avons appliqué respectivement les équations (3) et (4).

a) Alose des fleuves

Nous avons calculé, pour chaque classe de taille, puis pour l'ensemble de l'effectif, la longueur théorique atteinte à la formation de chaque anneau. Le taux d'accroissement absolu correspond à la différence entre les tailles atteintes à la formation de deux anneaux successifs (tabl. 63 et 64).

La ponte a lieu en mai-juin et le premier anneau d'arrêt de croissance se forme au cours de l'hiver (janvier-février), soit six mois environ après l'éclosion. Nous avons exprimé en mois l'âge à la formation des anneaux. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 68.

La croissance des aloses mâles et femelles est très rapide pendant les 18 premiers mois. Elle ralentit ensuite à mesure que les poissons grandissent. Ce ralentissement devient plus accusé lorsque l'aloise passe au stade adulte. La chute dans le rythme de croissance intervient plus tôt chez les mâles qui atteignent leur maturité bien avant les femelles. Pendant les 30 premiers mois de vie, la croissance suit exactement le même rythme dans les deux sexes. Il se manifeste, par la suite, aux dépens des mâles, une différence de plus en plus grande, estimée à 30 mm environ au bout de 66 mois. L'analyse des distributions de fréquence de longueur corrobore ces constatations ; le mode des grandes classes de taille se situe à 400 mm chez les femelles et à 360 mm chez les mâles. La différence de croissance entre les mâles et les femelles est doublée par une plus grande longévité de celles-ci.

b) Alose du lac

Nous avons calculé les longueurs atteintes à la formation des trois et quatre premiers anneaux d'arrêt de croissance chez les femelles et les mâles. La différence de croissance entre les sexes apparaît dès la formation du deuxième anneau et atteint 27,5 mm, au profit des femelles, à la formation du troisième (tabl. 65 et 69).

2- Analyse des distributions de fréquence de longueur
(tabl. 66 et 67 ; fig.71)

L'analyse de la distribution de fréquence de longueur de l'alose du lac est rendue impossible à cause de la petitesse des échantillons. Pour l'alose des fleuves, nous avons dû grouper les lots par trimestre et ceci pour l'ensemble des individus récoltés durant les quatre années. Cette manière de procéder est peu rationnelle même en supposant que la ponte a lieu exactement à la même période de l'année et que la croissance se fait invariablement d'une façon identique d'une année à l'autre. Il est bien évident que ces conditions ne sont jamais réalisées dans la nature. Les histogrammes que nous avons dressés et l'analyse des distributions de fréquence que nous avons effectuée par application de la méthode de Bhattacharya permettent seulement de se faire une idée approximative de l'âge de l'alose (tabl. 66 et 67 ; fig. 71).

Pour le premier trimestre (janvier-février-mars), la distribution des fréquences de taille des femelles et des mâles est étalée et polymodale. Les histogrammes des deux sexes présentent trois modes dont la valeur diffère selon qu'il s'agit de femelles (220-350-400 mm) ou de mâles (240-280-340). Dans les deux cas, le premier mode renferme des individus juvéniles n'ayant pas quitté la zone d'influence des fleuves. Le deuxième et le troisième comprennent les

LT mm	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	
J - F - M	♀	1	1	1	16	11	11	9	2	19	23	23	10	15	11	10	1	-	-
	♂	-	-	3	6	12	6	17	6	19	41	32	16	10	2	1	-	-	-
A - M - J	♀	2	6	6	15	25	21	11	9	5	7	8	15	22	18	12	9	2	1
	♂	2	3	10	12	21	16	5	10	7	24	29	6	1	-	1	-	-	1
O - N - D	♀	-	-	2	1	-	7	36	46	33	22	17	24	36	29	6	1	-	-
	♂	-	-	-	-	-	5	34	59	30	20	39	26	8	1	-	-	-	-

Tabl. 66. - Distribution de fréquence de taille (longueur totale LT en mm) des aloses femelles et mâles des fleuves. J-F-M : janvier-février-mars ; A-M-J- : avril-mai-juin ; O-N-D : octobre-novembre-décembre.

Trimestre	Sexe	Sous-population	Longueur moyenne	Longueur limite	Ecart type	%	Effectif
J-F-M	F	1	252	160 - 300	21,07	22,71	37
		2	350	300 - 380	19,47	43,41	71
		3	402	360 - 440	23,42	19,40	32
		4	429	400 - 460	12,15	14,48	24
	M	1	235	200 - 280	19,78	18,78	32
		3	352	300 - 440	25,82	59,76	101
A-M-J	F	1	190	160 - 220	18,17	8,7	16
		2	258	200 - 320	31,43	28,14	54
		3	361	280 - 440	42,64	18,46	36
		4	407	340 - 480	33,04	29,31	57
		5	447	440 - 500	13,38	15,39	30
	M	1	230	160 - 280	24,95	50,68	74
2		304	260 - 340	19,03	12,73	18	
3		354	320 - 400	16,93	36,58	54	
O-N-D	F	1	317	260 - 360	23,54	44,75	115
		2	396	340 - 460	24,25	55,25	142
	M	1	304	260 - 340	20,79	60,33	141
		2	362	320 - 420	20,43	39,67	93

Tabl. 67. - Résultats de la décomposition des distributions de fréquence de longueur de l'aloise des fleuves obtenus par application de la méthode de Bhattacharya. F : femelles ; M : mâles ; J-F-M : janvier-février-mars ; A-M-J : avril-mai-juin ; O-N-D : octobre-novembre-décembre. % : proportion théorique.

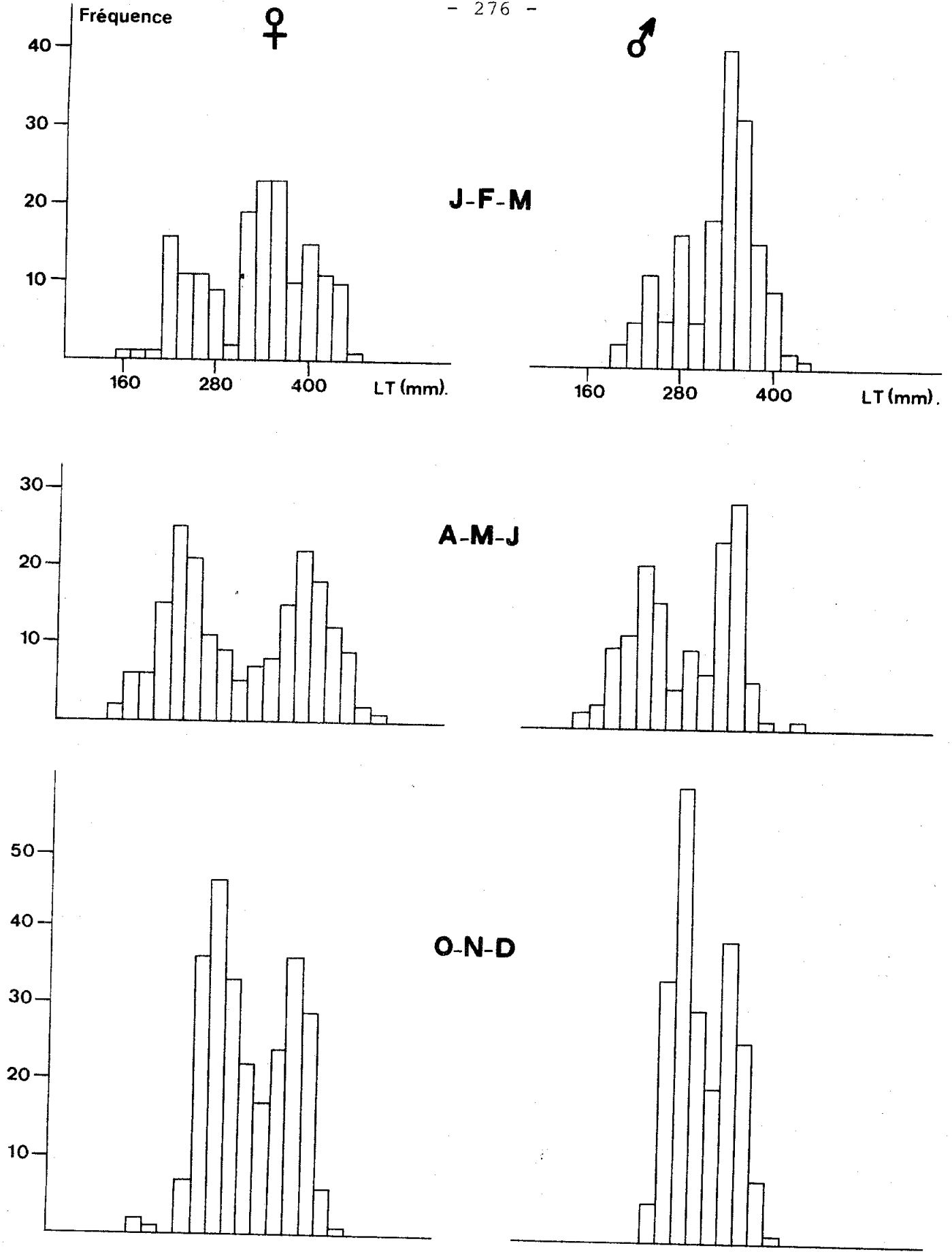


Fig. 71. - Histogrammes de fréquence de longueur de l'aloise des fleuves (LT en mm). J-F-M : janvier-février-mars ; A-M-J : avril-mai-juin ; O-N-D : octobre-novembre-décembre.

aloses qui arrivent des zones franchement marines où elles vivent pour effectuer leur (première, pour les individus du deuxième mode) migration reproductrice.

La méthode des différences logarithmiques a permis de préciser les trois sous-populations mâles et femelles et de mettre en évidence une quatrième sous-population femelle de longueur moyenne égale à 429 mm, invisible sur l'histogramme de fréquence. Par ailleurs, les valeurs des différences sous-populations ainsi séparées ne correspondent pas en général à la structure d'âge de l'alose, définie par la méthode scalimétrique.

L'histogramme de fréquence de taille des femelles du deuxième trimestre (avril-mai-juin) est bimodal (240-400mm). Celui des mâles est trimodal (240-300-360 mm), mais le deuxième mode renferme très peu d'individus. Aussi bien chez les femelles que chez les mâles, les deux principaux modes sont écartés l'un de l'autre. Le premier renferme les juvéniles qui mènent toujours leur vie côtière ; le deuxième englobe les adultes de tous les âges qui remontent les fleuves pour pondre. Les aloses qui occupaient le deuxième mode pendant le premier trimestre, en grandissant, auront des destinées différentes ; certaines remonteront les fleuves pour se reproduire pour la première fois, les autres, encore juvéniles, gagneront le large. Par la méthode de séparation, les limites des trois sous-populations mâles et celles des cinq sous-populations femelles sont précisées ; chez ces dernières, l'histogramme de fréquence de taille n'en laisse montrer que deux.

Durant le quatrième trimestre (octobre-novembre-décembre), les individus sont répartis en deux modes très rapprochés (300-400 pour les femelles et 300-360 mm pour les mâles). Ceux du premier mode sont des juvéniles qui ont grandi et ceux du deuxième, des mâles et des femelles qui, une fois la ponte effectuée, ont descendu les fleuves. Les limites de

chacune des deux sous-populations mâles et femelles sont définies par la méthode de Bhattacharya.

3- Etude théorique de la croissance
(tabl. 68 et 69 ; fig. 72 à 75).

a) Croissance linéaire

- Alose des fleuves

Les équations des droites de Walford calculées par la méthode des moindres carrés sont :

$$\text{femelles : } L_{t+1} = 0,797 L_t + 111,486$$

$$\text{mâles : } L_{t+1} = 0,775 L_t + 110,960$$

Les différents paramètres des équations de Von Bertalanffy ont les valeurs suivantes :

	femelles	mâles
L_{∞}	= 549,19	493,15
k	= 0,227	0,255
t_0	= - 0,577	- 0,578

Les résultats obtenus par application du modèle de Von Bertalanffy sont consignés dans le tableau 68 et illustrés par la figure 72. Hormis les longueurs correspondant au premier anneau, les valeurs fournies par le modèle mathématique concordent au centimètre le plus proche avec celles calculées par la méthode scalimétrique. Pour les longueurs atteintes à la formation du premier anneau, la différence entre la valeur calculée par le modèle mathématique et celle par la méthode scalimétrique est de l'ordre de 29 mm. Cet écart s'atténue progressivement pour les anneaux successifs suivants.

Anneaux	Mois	Femelles			Mâles		
		Scalinétrie LT	Théorique LT W		Scalinétrie LT	Théorique LT W	
1	6	90,85	119,13	11,23	89,62	118,53	11,36
2	18	198,85	206,44	66,45	197,29	202,85	63,80
3	30	287,71	276,03	169,98	286,53	268,19	156,41
4	42	341,48	331,51	307,30	325,18	318,82	272,58
5	54	383,94	375,72	460,59	362,11	358,07	395,71
6	66	411,83	410,96	615,41	382,09	388,47	514,10
7	78	432,33	439,02	761,95		412,03	621,11
	80		461,40	894,82		430,29	713,94
	92		479,23	1011,47		444,44	792,07

Tabl. 68. - Comparaison des résultats obtenus par la méthode scalimétrique et par application du modèle de Von Bertalanffy sur la croissance linéaire et pondérale de l'aloise (femelle et mâle) des fleuves.
LT : longueur totale en mm ; W : poids en g.

Anneaux	Mois	Femelles			Mâles		
		Scalinétrie LT	Théorique LT W		Scalinétrie LT	Théorique LT W	
1	12	132,94	136,08	17,11	138,80	135,67	17,10
2	24	224,95	223,02	88,45	219,72	216,43	84,03
3	36	278,32	279,51	187,40	250,77	263,25	163,85
4	48		316,22	282,49	294,92	290,40	228,97
	60		340,08	359,79		306,14	274,13
	72		355,58	417,29		315,27	303,00
	84		365,66	457,92		320,56	320,70

Tabl. 69. - Comparaison des résultats obtenus par la méthode scalimétrique et par application du modèle de Von Bertalanffy sur la croissance linéaire et pondérale de l'aloise (femelle et mâle) du lac. LT : longueur totale en mm ; W : poids en g.

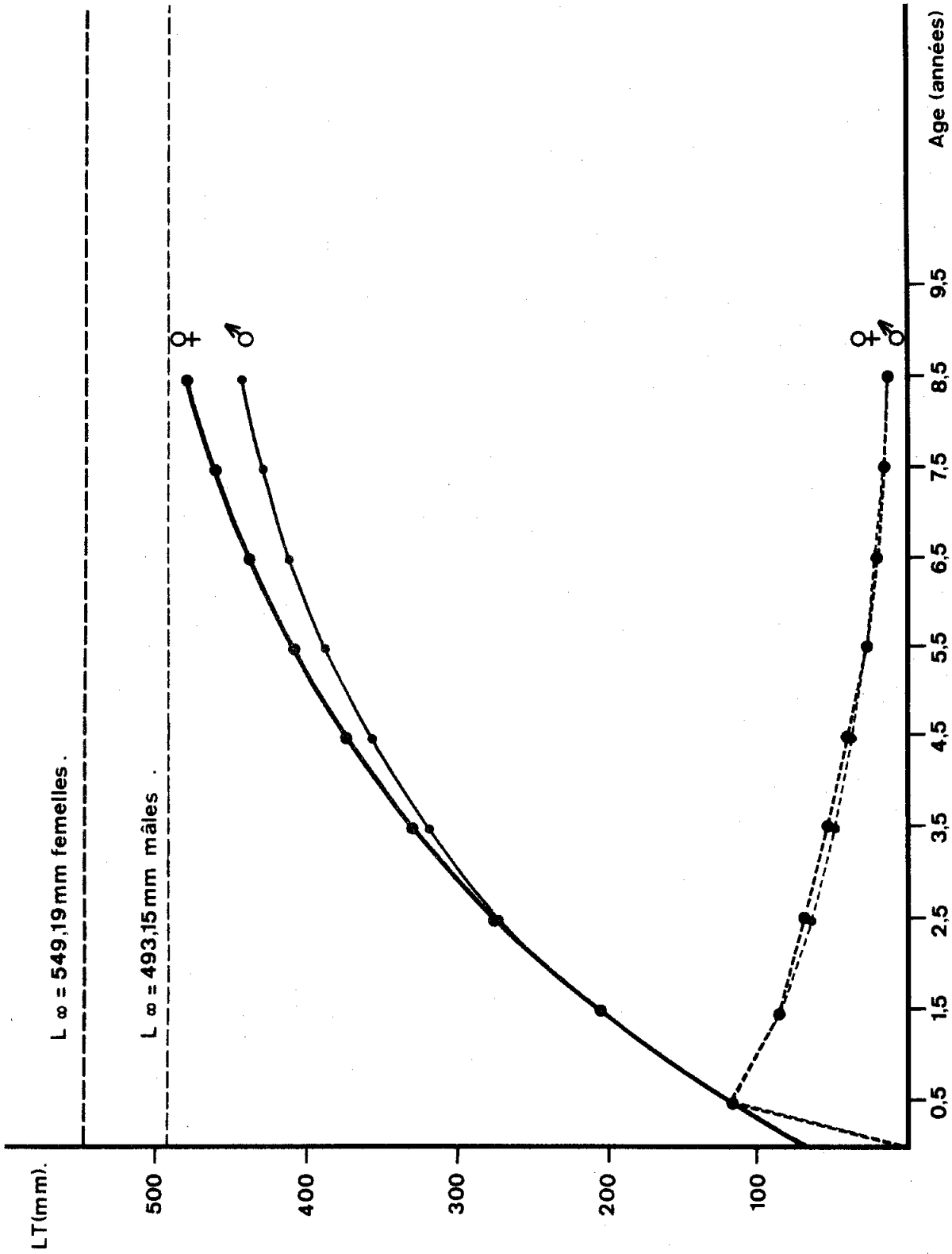


Fig. 72. - Courbes de croissance linéaire théorique (—) et taux d'accroissement absolu (- - - -) des aloses femelles et mâles des fleuves. LT : longueur totale en mm.

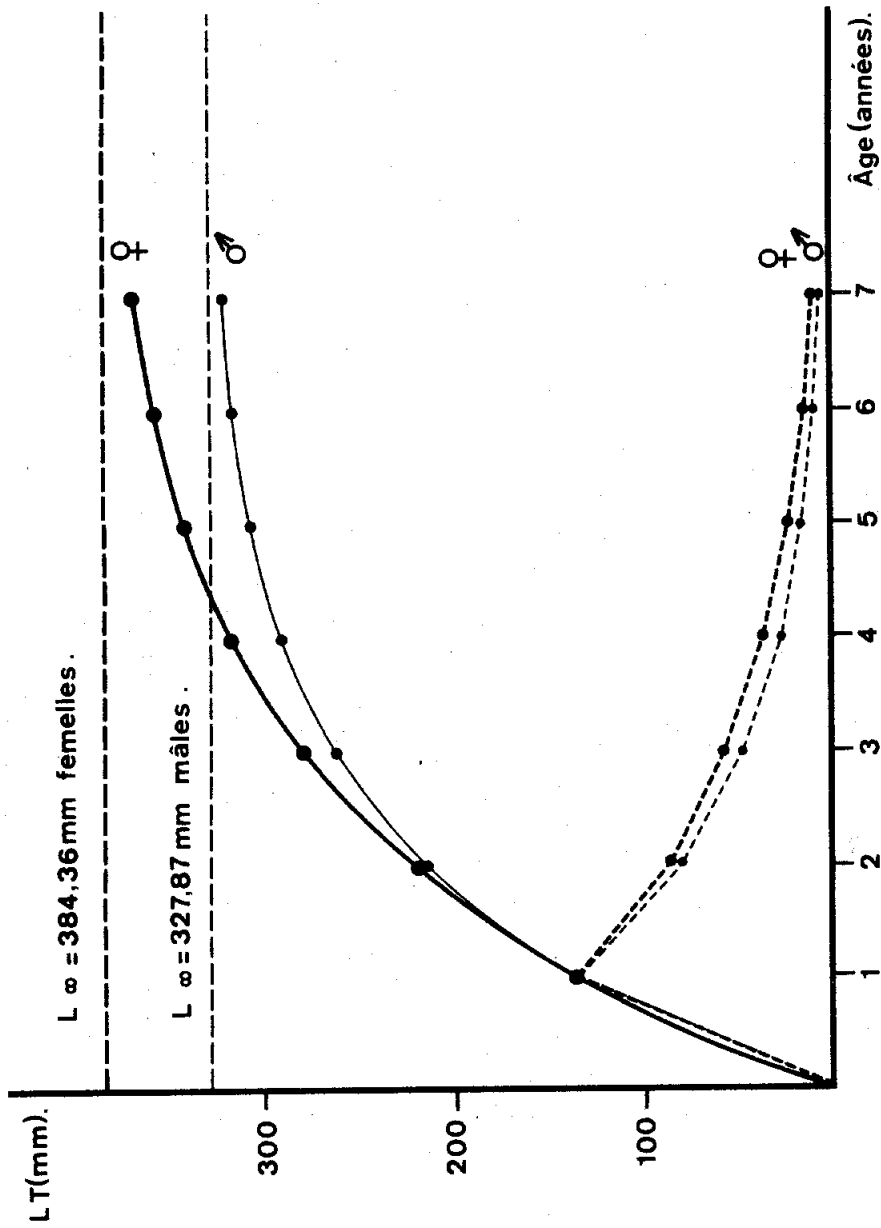


Fig. 73. - Courbes de croissance linéaire théorique (—) et taux d'accroissement absolu (-----) des aloses femelles et mâles du lac. LT : longueur totale en mm.

- Alose du lac

Les équations des droites de Walford calculées par la méthode des moindres carrés sont pour les :

$$\text{femelles : } L_{t+1} = 0,650 L_t + 134,527$$

$$\text{mâles : } L_{t+1} = 0,580 L_t + 137,705$$

Les valeurs des différents paramètres des équations de Von Bertalanffy sont :

	femelles	mâles
L_{∞} =	384,36	327,87
k =	0,431	0,545
t_0 =	- 0,014	+ 0,020

Les résultats sont consignés dans le tableau 69 et illustrés par la figure 73. Les valeurs obtenues par la méthode scalimétrique et par application du modèle de Von Bertalanffy sont très voisines.

b) Croissance pondérale

Les valeurs de W_{∞} correspondant à L_{∞} sont déterminées à partir des équations d'allométrie taille-poids établies dans le chapitre traitant de la relation taille-poids et des coefficients de condition.

- Alose des fleuves

La croissance pondérale théorique est définie par les équations suivantes :

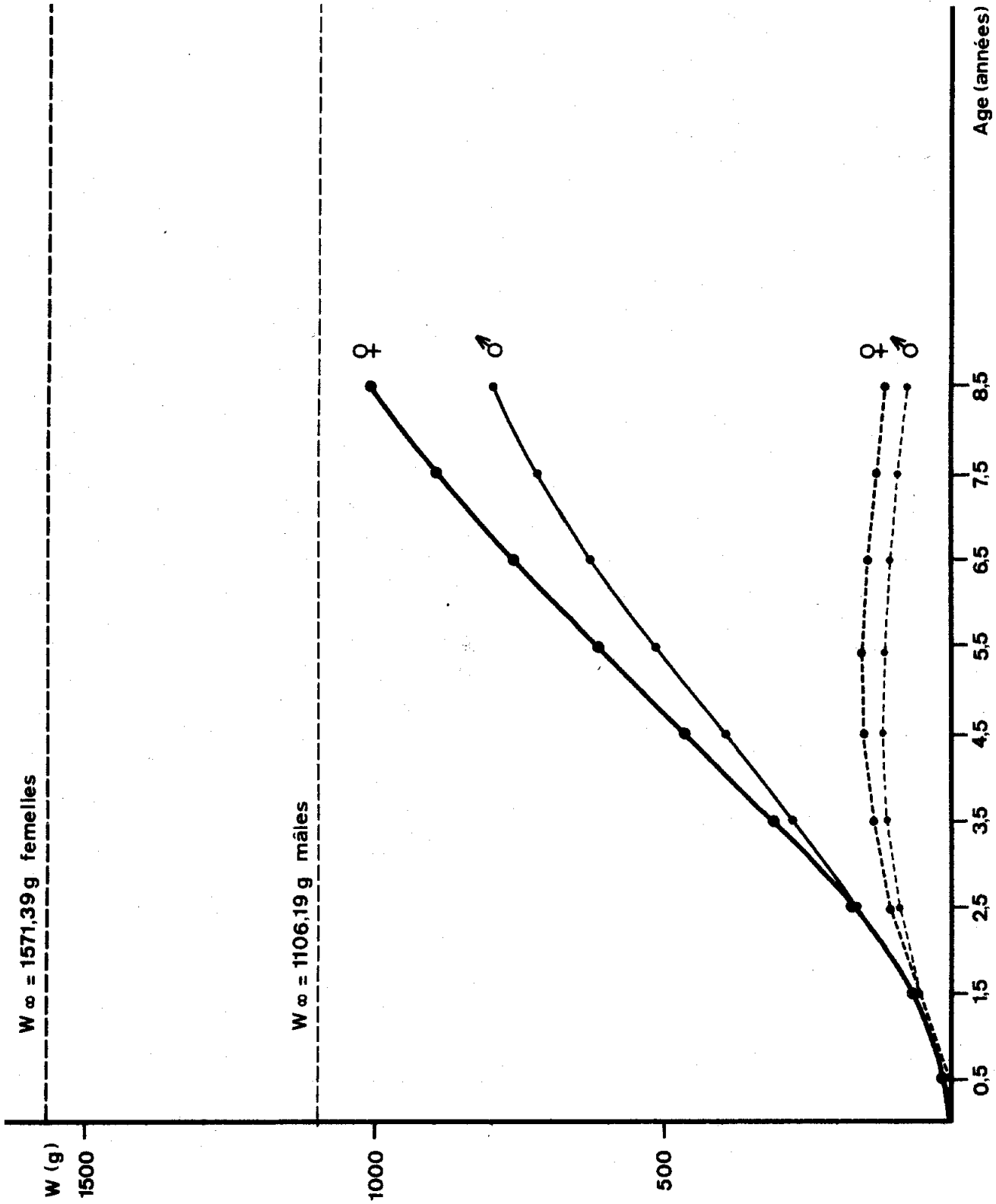


Fig. 74. - Courbes de croissance pondérale théorique (—) et taux d'accroissement absolu (-----) des aloses femelles et mâles des fleuves. W : poids en g.

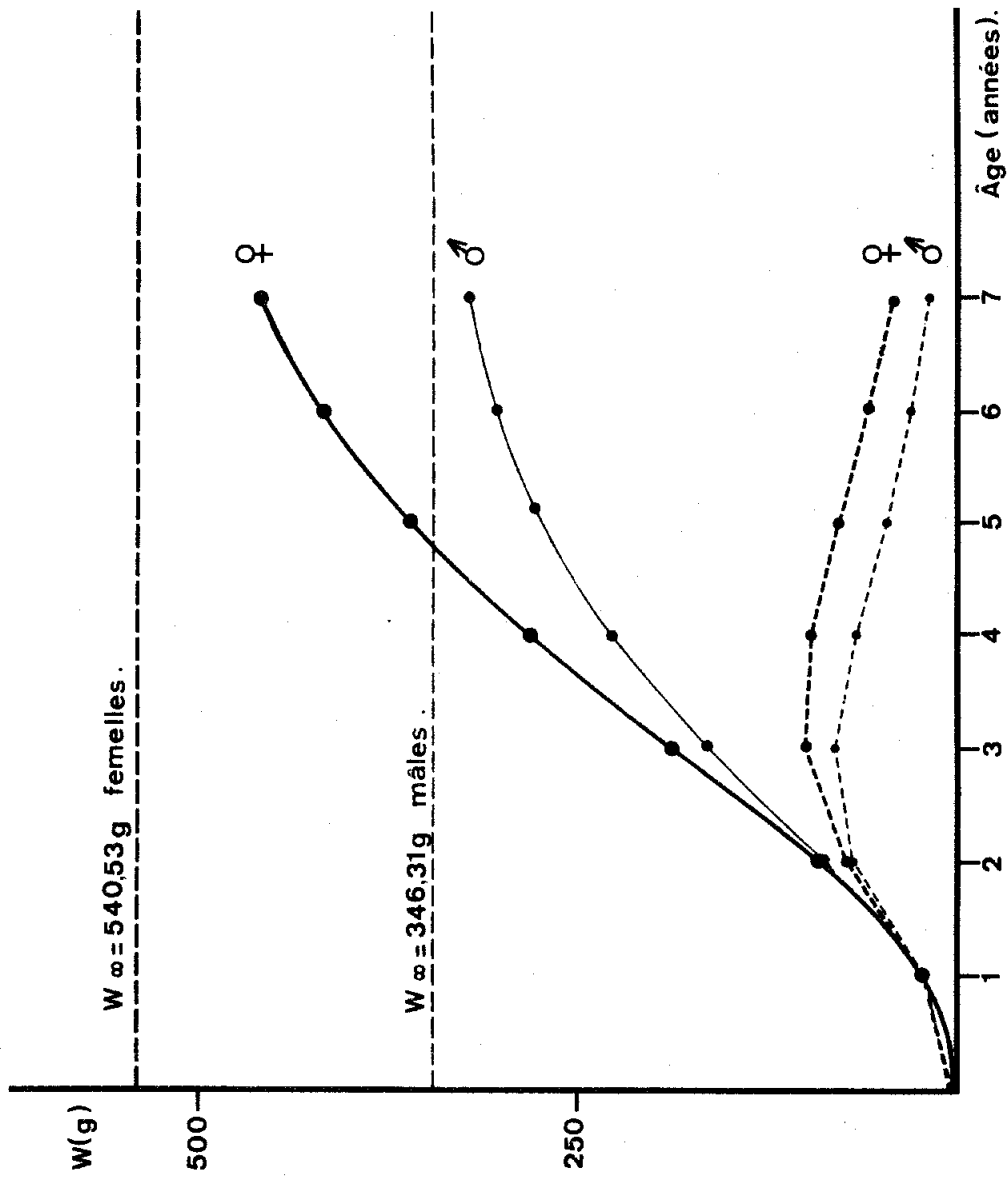


Fig. 75. - Courbes de croissance pondérale théorique (—) et taux d'accroissement absolue (----) des aloses femelles et mâles du lac. W : poids en g.

$$\begin{aligned} \text{femelles: } W_t &= 1571,39 \left[1 - e^{-0,227 (t + 0,55)} \right]^{3,23294} \\ \text{mâles : } W_t &= 1106,19 \left[1 - e^{-0,255 (t + 0,578)} \right]^{3,21151} \end{aligned}$$

Les résultats obtenus par application de ces deux formules sont consignés dans le tableau 68 et illustrés par la figure 74.

Comme pour la croissance linéaire, la croissance pondérale est pratiquement la même chez les deux sexes pendant les 30 premiers mois de vie. Par la suite, l'écart dans l'accroissement pondéral annuel se creuse de plus en plus au profit des femelles ; ainsi au bout de 5 ans et demi la différence atteint plus de 100 grammes.

- Alose du lac

Les équations de la croissance pondérale théorique s'écrivent pour les :

$$\begin{aligned} \text{femelles: } W_t &= 540,53 \left[1 + e^{-0,431 (t + 0,014)} \right]^{3,32547} \\ \text{mâles : } W_t &= 346,31 \left[1 - e^{-0,545 (t - 0,020)} \right]^{3,40941} \end{aligned}$$

Les résultats sont consignés dans le tableau 69 et illustrés graphiquement par la figure 75. Dès la formation du deuxième anneau, une différence pondérale se manifeste entre les mâles et les femelles au profit de ces dernières. Elle s'accroît progressivement pour atteindre 23,55 grammes au moment de la formation du troisième anneau.

Quelle que soit la méthode employée, la détermination de l'âge de l'alose des côtes tunisiennes est difficile à effectuer.

L'application de la méthode d'analyse des distributions de fréquence de longueur est rendue peu rigoureuse à cause de l'insuffisance des effectifs mensuels dont nous avons disposés.

Quant à l'interprétation des annuli des écailles, elle laisse subsister des doutes, principalement, en raison de la multiplicité des types d'anneaux, de la faible netteté des vrais anneaux d'arrêt de croissance et de l'érosion, plus ou moins importante des écailles consécutive à la migration reproductrice.

Malgré ces difficultés d'appréciation de l'âge de l'alose, certains résultats ont pu être obtenus:

Des équations d'allométrie, reliant la taille de l'écaille à celle du poisson sont établies. Leur comparaison ne révèle pas de différences significatives, ni entre les sexes, ni entre les populations.

La proportion d'écailles lisibles est plus élevée chez les aloses du lac que chez celles des fleuves.

L'examen des écailles montre, chez les aloses des fleuves que, durant les trente premiers mois de vie, la croissance est relativement rapide et est la même pour les deux sexes qui atteignent une longueur totale de 198 mm au bout de deux ans et demi. Au delà de cet âge, le rythme de croissance subit un fléchissement progressif, particulièrement accusé chez les mâles. Il en résulte une croissance différentielle, favorable aux femelles et dont l'importance croît avec le temps. Les femelles sont plus grandes que les

mâles de 16 mm à l'âge de trois ans et demi et de 30 mm à cinq ans et demi.

Ajoutons que l'observation des histogrammes de fréquence de taille, notamment au niveau de la distribution des grandes classes, confirme l'existence de ce dimorphisme sexuel de l'alose du point de vue de la croissance.

Cette différence de croissance linéaire entre les sexes s'accompagne, naturellement, d'une différence de croissance pondérale que nous avons estimée environ à 35 g à l'âge de trois ans et demi, à 65 g à quatre ans et demi et à 101 g à cinq ans et demi.

Le même phénomène de croissance différentielle s'observe aussi chez les aloses du lac et semble se manifester plus tôt que chez les aloses des fleuves. Ainsi, à la formation du troisième anneau d'arrêt de croissance, qui correspond à un âge égal à deux ans et demi ou à trois ans entiers, selon que les anneaux apparaissent en hiver ou en été, la différence de croissance linéaire entre les mâles et les femelles est de l'ordre de 27,5 mm et la différence de croissance pondérale est d'environ 23,5 g.

Nous retenons que, chez les deux populations d'alose, la diminution marquée du rythme de croissance coïncide avec l'évolution des gonades vers la première maturité et qu'elle atteint en premier lieu les mâles dont la maturité sexuelle est plus précoce que celle des femelles.

En ce qui concerne l'accroissement, de plus en plus important, de la différence de croissance linéaire et pondérale entre les sexes, il s'explique, en partie, par le vieillissement plus tardif des femelles.

D'autre part, les résultats obtenus sont encore insuffisants pour procéder à une étude comparative précise



de la croissance des aloses des fleuves et de celles du lac. L'une des difficultés provient du fait qu'il n'a pas été possible de déterminer la période exacte de formation des anneaux d'arrêt de croissance chez les aloses du lac. Deux différences principales peuvent être, toutefois, relevées. Elles portent, d'une part, sur le taux d'accroissement annuel absolu et, d'autre part, sur le nombre d'anneaux d'arrêt de croissance, qui sont, tous les deux, plus grands chez les aloses des fleuves. Ces différences, d'origine génétique et écologique, expliquent la petitesse relative, souvent constatée, des aloses du lac.

B- SEXUALITE ET REPRODUCTION

1- Proportions numériques des sexes

(tabl. 70 à 73 ; fig. 76 à 79)

Les sexes de l'aloise feinte sont séparés et aucun cas d'hermaphrodisme n'est observé. Ils sont toujours facilement reconnaissables, même chez les plus petits juvéniles examinés (150 mm de long).

a) Alose des fleuves

Sur 1 158 individus, 618 sont des femelles et 540 des mâles, soit respectivement en pourcentage 53,37 et 46,63. Cette dominance numérique des femelles est statistiquement significative : $\chi^2 = 5,25$.

L'évolution dans le temps (tabl.70, fig.76) montre que, pour toute la période considérée (1974-1977), le taux de féminité est toujours plus élevé, à l'exclusion de 1974 où l'on observe 52,61 % de mâles contre 47,39 % de femelles. La forte masculinité de 1974 provient du nombre élevé de mâles en février et décembre. La différence numérique annuelle entre les sexes reste, toutefois, non significative

Mois		O	N	D	J	F	M	A	M	J	Total
1974	♀	17	41	33	-	38	27	35	-	-	191
	♂	14	35	48	-	57	23	35	-	-	212
	x ²	0,29	0,47	2,78	-	3,80	0,32	0	-	-	1,09
1975	♀	92	64	14	18	10	29	7	54	1	289
	♂	70	50	4	22	15	25	9	49	2	246
	x ²	2,99	1,72	5,55	0,40	1,00	0,30	0,25	0,24	0,33	3,46
1976	♀	-	-	-	10	-	11	36	14	3	74
	♂	-	-	-	6	-	6	9	6	1	28
	x ²	-	-	-	1,00	-	1,47	16,20	3,20	1,00	20,74
1977	♀	-	-	-	17	4	-	28	14	-	63
	♂	-	-	-	13	5	4	25	7	-	54
	x ²	-	-	-	0,53	0,11	-	0,17	2,33	-	0,69
Total	♀	109	105	47	45	52	67	106	83	4	618
	♂	84	85	52	41	77	58	78	62	3	540
	x ²	3,24	2,10	0,25	0,19	4,84	0,65	4,26	3,04	0,14	5,25

Tabl. 70. - Variations des proportions numériques des sexes de l'aloise des fleuves en fonction des mois.

LT	mm	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
1974	♀	1	1	1	15	16	14	24	30	27	15	16	13	9	6	2	-	1	-
	♂	-	-	5	7	16	9	32	39	34	39	21	8	2	-	-	-	-	-
	x ²	-	-	2,67	2,91	0	1,09	1,14	1,17	0,80	10,67	0,68	1,19	4,45	-	-	-	-	-
1975	♀	-	-	8	11	5	14	25	24	24	29	28	28	50	33	8	2	-	-
	♂	-	-	6	5	5	11	21	33	21	42	66	27	8	1	-	-	-	-
	x ²	-	-	0,28	2,25	0	0,36	0,35	1,42	0,20	2,38	15,36	0,02	30,41	30,12	-	-	-	-
1976	♀	-	-	3	6	6	2	1	5	6	3	7	7	9	10	8	1	-	-
	♂	-	-	2	2	4	3	2	2	1	1	2	5	4	-	-	-	-	-
	x ²	-	-	-	0,20	0,40	1,00	0	0,34	2,67	3,57	0,20	0,33	0,82	-	-	-	-	-
1977	♀	2	6	-	3	8	6	4	2	1	2	1	1	7	10	8	1	-	1
	♂	2	3	-	3	8	4	1	1	-	1	9	12	5	2	2	-	-	-
	x ²	0	1,00	-	0	0	0,40	1,80	0,33	-	0,33	6,40	9,30	0,33	5,33	3,60	-	-	-
Total	♀	3	7	9	32	35	40	55	57	57	52	49	49	73	58	28	11	2	1
	♂	2	3	13	18	33	27	56	75	56	83	98	52	19	3	2	-	-	-
	x ²	0,20	1,60	0,73	3,92	0,06	2,52	0,01	2,45	0,01	7,12	16,33	0,09	31,70	49,59	22,53	-	-	-

Tabl. 71. - Variations des proportions numériques des sexes de l'aloise des fleuves en fonction de la longueur totale (LT en mm).

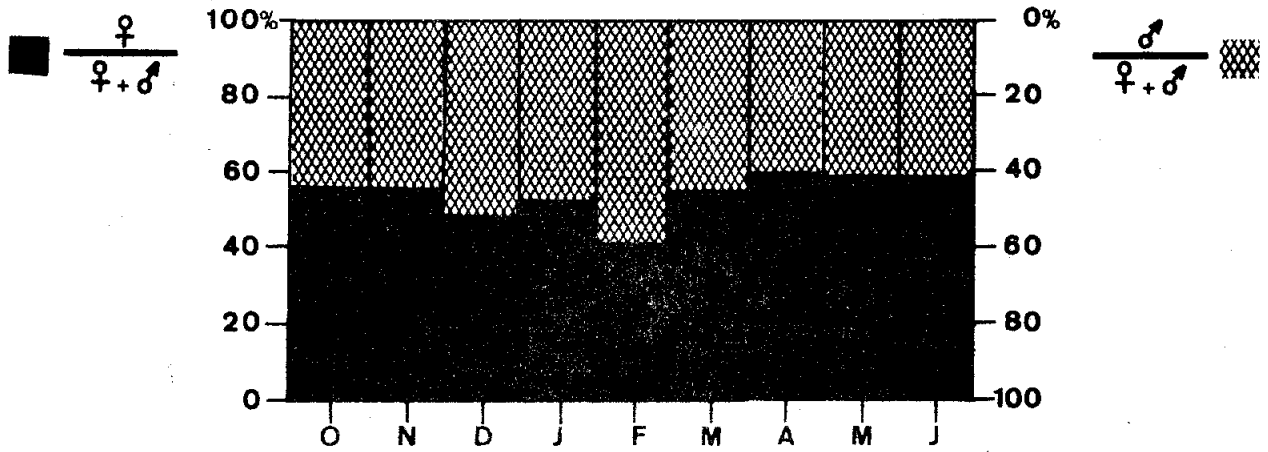


Fig. 76. - Variations des proportions numériques des sexes de l'aloise des fleuves en fonction des mois.

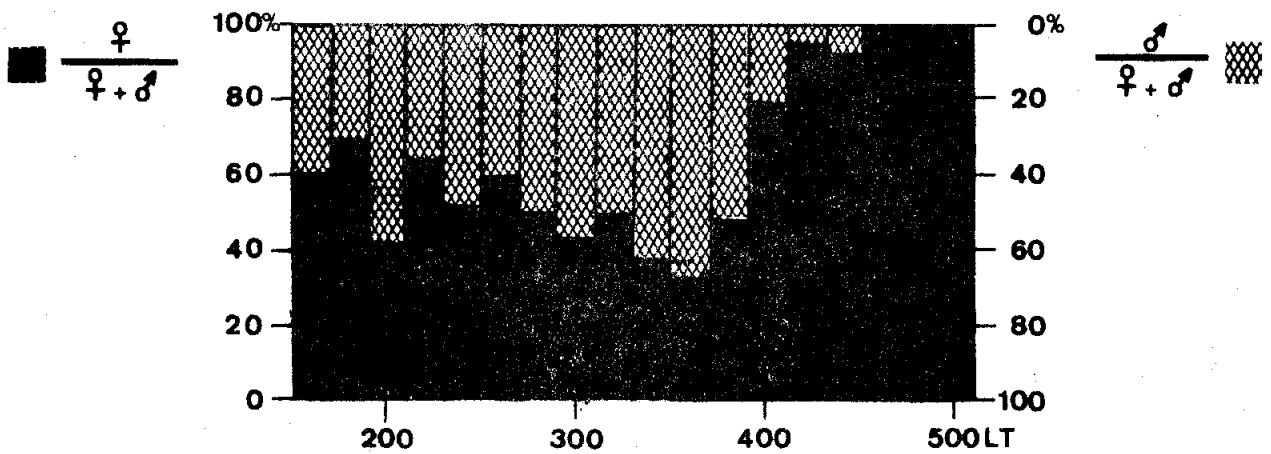


Fig. 77. - Variations des proportions numériques des sexes de l'aloise des fleuves en fonction de la longueur totale (LT en mm).

sauf en 1976 où le $\chi^2 = 20,74$. En fonction des mois, le sex-ratio est caractérisé par de légères fluctuations. Il est toujours favorable aux femelles sauf pour février (59,69 % - 40,31 % ; $\chi^2 = 4,84$) et à un moindre degré pour décembre. Quelle que soit l'année, le taux de masculinité se distingue par des valeurs très élevées en février et par des valeurs de plus en plus basses de mars à juin. Ceci pourrait s'expliquer partiellement, d'une part, par l'arrivée plus précoce des mâles et leur rassemblement dans les abords des embouchures et, d'autre part, par leur montée reproductrice des fleuves, également plus précoce que celle des femelles.

Par rapport à la longueur totale (tabl.71 ; fig. 77), la proportion numérique des sexes évolue de la même manière d'une année à l'autre avec, cependant, quelques irrégularités inhérentes, surtout, au faible effectif de certaines classes de taille.

Quatre étapes peuvent être distinguées: la première et la quatrième marquent la prédominance des femelles, la deuxième et la troisième celle des mâles. La première correspond à la tranche de taille allant de 160 à 260 mm où le taux de féminité est nettement élevé (56,76 % contre 43,24 % ; $\chi^2 = 4,05$). Pour la deuxième, de 280 à 320 mm, les proportions des sexes s'inversent et les mâles se trouvent légèrement en plus grand nombre que les femelles (47,47 % de femelles et 52,53 % de mâles ; $\chi^2 = 0,91$). La troisième étape, comprise entre 340 et 380 mm, voit le taux de masculinité s'élever considérablement, avec 60,84 % de mâles contre 39,16 % de femelles ; avec $\chi^2 = 17,99$. Quant à la dernière, entre 400 et 500 mm, elle se caractérise, au contraire, par une augmentation brutale du taux de féminité, avec 87,82 % de femelles et seulement 12,18 % de mâles ; $\chi^2 = 112,70$. En fait, à partir de 435 mm, il n'y a plus de mâles du tout.

La première tranche de taille (160-260 mm) renferme les individus juvéniles mâles et femelles, qui de par

les similitudes biologiques (même croissance) et éthologiques (mêmes déplacements) qu'ils présentent, reflètent le mieux les véritables proportions des sexes à la naissance. Les proportions numériques des sexes de ces jeunes individus (56,76 % - 43,24 %) sont d'ailleurs presque les mêmes que celles de l'ensemble de la population (53,37 % - 46,63 %). La comparaison des pourcentages montre, en effet, que la différence n'est pas significative.

Ces observations tendent à confirmer le fait qu'indépendamment de tout phénomène ultérieur, biologique ou autre, les aloses femelles sont plus nombreuses que les mâles, lesquels seront considérés comme polygames. En ce qui concerne le taux élevé de masculinité au niveau des tranches de taille 280 - 320 mm et surtout 340 - 360 mm, il s'explique par le fait qu'elles renferment un plus grand nombre de groupes d'âges de mâles que de femelles, la croissance des mâles s'étant considérablement ralentie à ces classes de taille. Parallèlement, l'inversion brusque du sex-ratio au profit des femelles, pour les longueurs comprises entre 400 et 500 mm, est due, d'une part, à la mortalité précoce des mâles et, d'autre part, aux plus grandes croissance et longévité des femelles.

b) Alose du lac

La très faible prédominance des femelles qu'on observe chez l'alose du lac n'est pas significative. Les 280 spécimens examinés se répartissent en 144 femelles et 136 mâles, soit respectivement en pourcentage 51,43 et 48,57 avec un χ^2 égal à 0,23.

L'évolution mensuelle du sex-ratio est très irrégulière et suivant les mois, c'est l'un ou l'autre des sexes qui domine (tabl.72 ; fig.78).

Mois	S	O	D	F	M	A	M	Total
♀	32	5	9	25	14	13	46	144
♂	13	8	2	21	40	14	38	136
χ^2	8,02	0,69	4,45	0,35	12,52	0,04	0,76	0,23

Tabl. 72. - Variations des proportions numériques des sexes de l'alose du lac en fonction des mois.

LT mm	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380
♀	2	18	21	13	32	14	14	9	16	4	-	1
♂	5	17	14	18	37	21	8	11	3	1	1	-
χ^2	1,29	0,03	1,40	0,81	0,36	1,40	1,64	0,20	8,89	1,80	-	-

Tabl. 73. - Variations des proportions numériques des sexes de l'alose du lac en fonction de la longueur totale (LT en mm).

LT mm	N	Immatures		Mûres			
		n	R G S	%	n	R G S	%
355	5	5	0,959	100	-	-	0
365	3	1	0,504	33,3	2	14,240	66,7
375	5	3	0,689	60,0	2	13,511	40,0
385	10	5	0,923	50,0	5	14,625	50,0
395	13	4	1,115	30,8	9	13,936	69,2
405	8	-	-	0	8	16,641	100

Tabl. 74. - Fréquence des individus mûrs et immatures établie, d'après les valeurs du rapport gonadosomatique (R G S) chez les aloses femelles des fleuves. N : effectif total d'une classe de taille (LT en mm) ; n et % : effectif et pourcentage des individus mûrs et immatures dans différentes classes de taille.

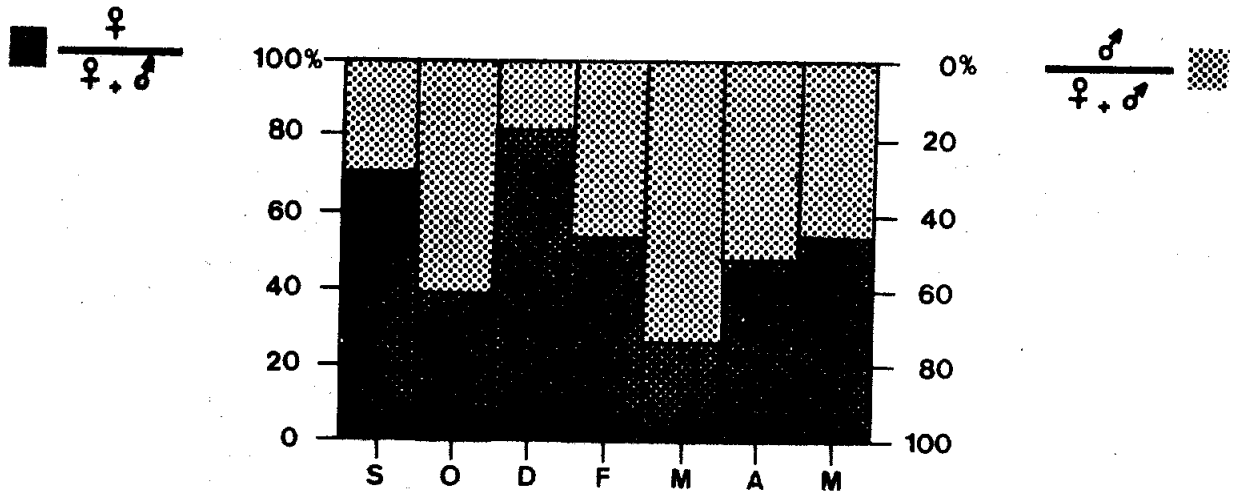


Fig. 78. - Variations des proportions numériques des sexes de l'alse du lac en fonction des mois.

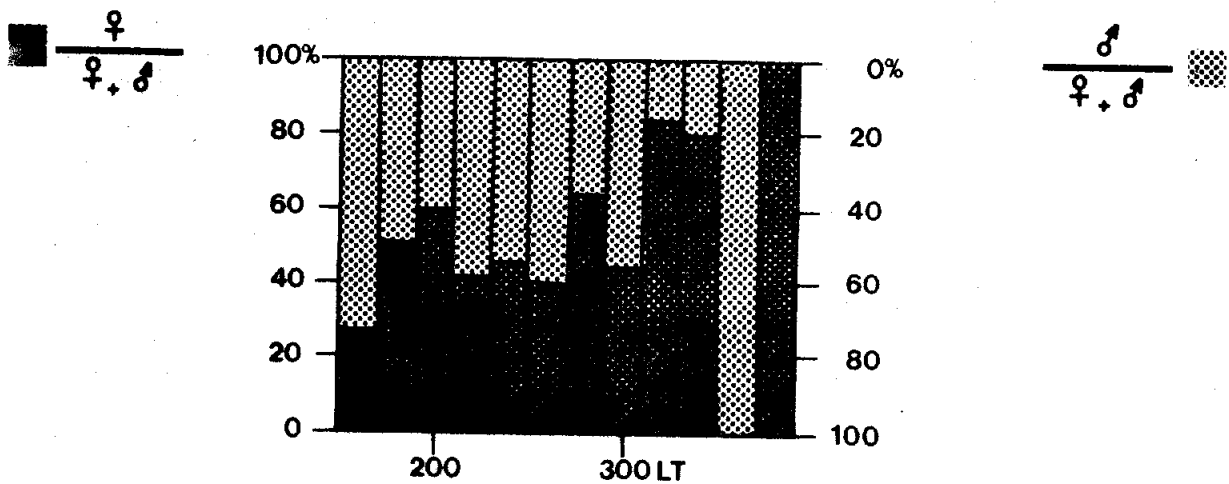


Fig. 79. - Variations des proportions numériques des sexes de l'alse du lac en fonction de la longueur totale (LT en mm).

Un premier examen de la figure 79 et du tableau 73 représentant l'évolution des proportions numériques des sexes par rapport à la longueur totale, montre que le taux de féminité progresse plus ou moins régulièrement des petites aux grandes classes de taille.

En groupant les poissons en trois grandes tranches de taille de même importance, nous constatons que le sex-ratio se présente comme suit: la première tranche, comprise entre 160 et 220 mm, se caractérise par l'égalité numérique des sexes (sex-ratio égal à 1). La deuxième tranche va de 240 à 300 mm et se distingue par la dominance des mâles avec 52,74 % contre 47,26 % et un χ^2 égal à 0,44. La troisième tranche, qui s'étend de 320 à 380 mm, voit les rapports s'inverser considérablement au profit du taux de féminité qui atteint 80,77 % contre 19,23 % avec $\chi^2 = 9,85$.

La dominance numérique des femelles dans les grandes classes de taille est due à leur croissance plus rapide et à leur longévité plus grande par rapport aux mâles. Ceux-ci, en revanche, à cause de leur faible croissance, sont dominants dans les classes de taille inférieures (240-300 mm), lesquelles classes renferment un nombre plus grand de groupes d'âges de mâles que de femelles.

L'analogie qui caractérise les proportions numériques des sexes de l'alose du lac et de celle des fleuves se résume en deux points essentiels :

- prédominance du taux de féminité, bien qu'elle ne soit pas statistiquement significative dans le cas de l'alose du lac ;

- même schéma évolutif en fonction de la longueur totale, avec un taux de féminité élevé dans les grandes classes

de taille et un taux de masculinité élevé dans les classes de taille intermédiaires.

2- Taille et âge à la première maturité
(tabl.74 et 75 ; fig.80)

a) Alose des fleuves

Comme nous le verrons plus loin, les mois d'avril et de mai correspondent, pour les individus adultes, à la phase d'accroissement rapide des gonades qui, en se développant d'une manière considérable, occupent tout l'espace offert par la cavité générale du corps. Les ovaires sont de couleur orangé et les ovules sont gros et bien visibles à l'œil nu. Les testicules sont fermes et d'un blanc laiteux. A ce moment là, le RGS est très élevé, ses valeurs les plus basses, chez les mâles et les femelles adultes, sont toujours supérieures à 5. Chez les individus de plus petite taille, les ovaires sont petits, rosâtres et de forme tubulaire. Les testicules sont également petits, rougeâtres et très aplatis. Le RGS est très bas et oscille autour de 1. Aussi, peut-on considérer que tout individu, dont le RGS est inférieur à 5, n'a aucune chance de se reproduire au cours de cette période et doit attendre la saison suivante pour le faire.

Toutes les femelles, dont la taille est égale ou inférieure à 355 mm, ont un RGS très faible (oscillant autour de 1) et sont, par conséquent, immatures. Celles ayant une longueur égale ou supérieure à 405 mm sont toutes mûres, leur RGS étant supérieur à 13,5. Sur l'histogramme (tabl.74 ; fig.80) est représentée la phase transitoire où coexistent, pour une même taille, des individus mûrs et immatures. Dans cet intervalle de taille compris entre 365 et 395 mm, s'établit un passage progressif de l'état juvénile à l'état adulte. La plus petite femelle mûre mesure 365 mm et la plus grande femelle immature peut atteindre 395 mm.

En ce qui concerne les mâles, les individus dont la taille est inférieure à 305 mm ont un RGS extrêmement faible, de l'ordre de 0,2. Par contre, ceux dont la taille est supérieure à 355 mm sont caractérisés par un RGS très grand, de l'ordre de 7. Les premiers sont des immatures, les seconds mûrs.

Comme le montre le tableau 75, pour des tailles comprises entre 305 et 355 mm, le RGS présente trois valeurs moyennes distinctes: 0,2, 1 et 6,5. La dernière est celle des mâles mûrs la première celle des immatures. Quant à la deuxième, que nous avons considérée, arbitrairement, comme correspondant à des individus immatures dont les testicules pèsent 2 à 4 grammes, elle ne permet pas de se prononcer d'une façon sûre sur l'état de maturation des individus.

Quoi qu'il en soit, nous retrouvons, pour la phase transitoire (325-355 mm), une évolution de l'état juvénile à l'état adulte des mâles semblable à celle des femelles. Le plus petit mâle mûr mesure 325 mm et le plus grand mâle immature peut atteindre une longueur de 355 mm (fig.80).

Le fait notable à retenir dans l'établissement de la première maturité sexuelle est la différence de taille qu'on observe entre mâles et femelles et qu'on évalue à 40 mm environ.

En nous référant aux paragraphes précédents, traitant de l'âge et de la croissance de l'aloë des fleuves, nous constatons que chez les femelles, la première maturité sexuelle survient, chez un petit nombre d'entre elles, à la fin de la quatrième année de vie et qu'elle a lieu chez presque toutes celles qui achèvent leur cinquième année de vie. Les mâles sont, dans tous les cas, mûrs un an plus tôt: à la fin de la troisième mais surtout à la fin de la quatrième année de vie.

LT mm	Immatures				Mûrs		
	N	n	R G S	%	n	R G S	%
305	5	5	4 : 0,105 ; 1 : 1,163	100	-	-	0
315	4	4	3 : 0,160 ; 1 : 1,280	100	-	-	0
325	3	2	1 : 0,175 ; 1 : 0,583	66,7	1	5,826	33,3
335	9	8	6 : 0,186 ; 2 : 0,798	88,9	1	6,251	11,1
345	11	4	1 : 0,292 ; 3 : 1,027	36,4	7	7,027	63,6
355	18	3	1 : 0,357 ; 2 : 1,307	16,7	15	6,393	83,3
365	11	-	-	0	11	7,571	100

Tabl. 75. - Fréquence des individus mûrs et immatures établie d'après les valeurs du rapport gonadosomatique (R G S) chez les aloses mâles des fleuves. N : effectif total d'une classe de taille (LT en mm) ; n et % : effectif et pourcentage des individus mûrs et immatures dans différentes classes de taille.

	Mois	O	N	D	J	F	M	A	M	J
♀ _m	n	28	15	22	24	4	22	39	39	3
	R G S	0,713	0,740	0,912	2,261	2,561	2,890	11,600	13,505	23,832
♂ _m	n	18	13	38	39	31	41	28	31	
	R G S	0,180	0,223	0,190	0,403	0,516	1,605	3,585	6,912	
♀ _i	n	28	48	24	19	47	43	65	24	
	R G S	0,404	0,535	0,481	0,490	0,380	0,411	0,382	0,477	
♂ _i	n	20	41	13	1	43	15	40	24	
	R G S	0,140	0,182	0,097	0,103	0,124	0,273	0,245	0,142	

Tabl. 76. - Evolution du rapport gonadosomatique (R G S) en fonction des mois chez l'aloise des fleuves. n : effectif ; ♀_m et ♂_m : femelles et mâles adultes ; ♀_i et ♂_i : femelles et mâles juvéniles.

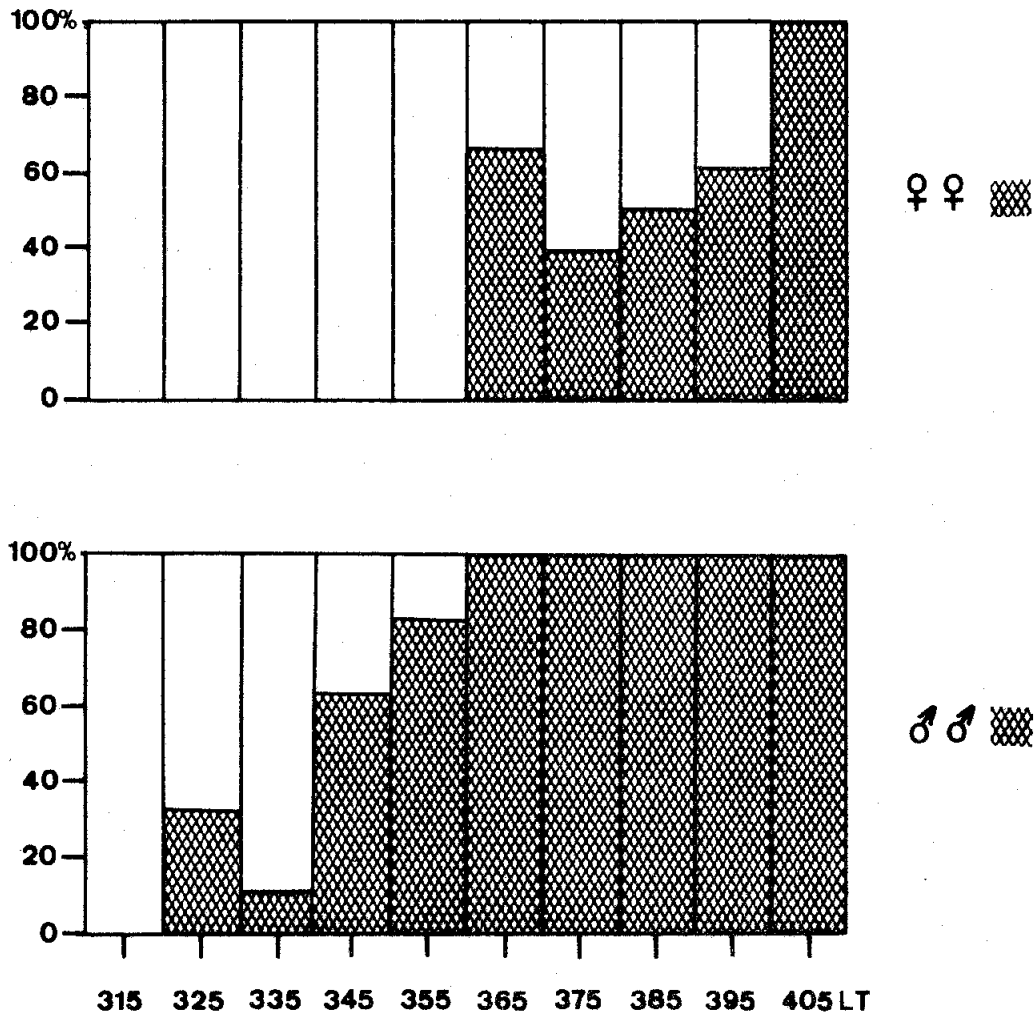


Fig. 80. - Histogrammes de fréquence des individus mûrs en fonction de la taille (LT en mm) chez l'alose des fleuves.

b) Alose du lac

L'étape ultime de la phase d'accroissement rapide des gonades a lieu en avril-mai. A ce moment-là, le RGS des individus mûrs est très élevé, celui des immatures est en revanche très bas. Aussi, l'observation macroscopique des gonades et les valeurs du RGS permettent-elles, aisément, de déterminer la taille à la première maturité.

Toutes les femelles dont la longueur totale est égale ou supérieure à 295 mm ont un RGS très élevé (supérieur à 12) et sont par conséquent mûres. Celles dont la longueur est égale ou inférieure à 265 mm ont un RGS très bas, inférieur à 0,5. La taille moyenne à la première maturité se situe à 285 mm. Le faible effectif des classes 275 et 285 ne permet pas de mettre en évidence une phase transitoire.

Les mâles, quant à eux, sont plus précoces, puisque dès 165 mm, nous rencontrons des individus mûrs. La phase transitoire, où coexistent des mâles mûrs et des mâles immatures, couvre la tranche de taille 165-215 mm. Sur les 34 individus de cette tranche, 12 sont mûrs avec un RGS de l'ordre de 2,7 et, 22 immatures, avec un RGS moyen égal à 0,3 environ. A partir de 225 mm, tous les mâles, sans exception, sont mûrs et leur RGS très élevé est supérieur à 4,2.

L'établissement de la première maturité a lieu à des tailles différentes suivant les sexes. Les mâles sont mûrs à des tailles beaucoup plus petites que les femelles et l'écart peut être évalué à 100 mm environ.

Quant à l'âge, la première maturité sexuelle survient chez les femelles à l'âge de trois ans et au cours de la deuxième année de vie chez les mâles. Ceux-ci sont, par conséquent, adultes un an plus tôt que les femelles.

L'étude de la première maturité sexuelle de l'alose des fleuves et de celle du lac met en évidence des similitudes et des différences que nous résumons ainsi :

- dans les deux populations, les mâles sont d'un an plus précoces et leur taille à la première maturité est nettement inférieure à celle des femelles ;

- quel que soit le sexe, la première maturité a lieu, au moins un an plus tôt et à une taille plus faible chez l'alose du lac :

	femelles	mâles
alose des fleuves:	36,5 cm (4-5 ans)	32,5 cm (3-4 ans)
alose du lac :	28 cm (3 ans)	22 cm (2 ans)

3- Cycle sexuel (tabl.76 à 79 ; fig.81 à 84)

a) Alose des fleuves

Nos observations sont faites, en plus de quelques exemplaires pêchés au mois de juin dans la Medjerdah, d'après des échantillons capturés dans le golfe de Tunis, entre octobre et mai des années 1974-1977. Nous avons traité séparément les juvéniles et les adultes. La taille des juvéniles est comprise entre 155 et 355 mm chez les femelles et entre 155-315 mm chez les mâles. Celle des adultes va de 365 à 495 mm chez les femelles et de 325 à 435 mm chez les mâles.

L'étude du cycle sexuel est basée sur l'examen macroscopique des gonades, les valeurs du rapport gonadosomatique (RGS) et les relations allométriques entre le poids des gonades et la longueur totale du poisson.

Nous rappelons les trois principales étapes évolutives du cycle de reproduction :

- la préonte comprenant une phase d'accroissement lent et une phase de maturation ou de grand accroissement,
- la ponte,
- la postponte.

Chacune de ces étapes a lieu au cours d'une époque donnée de l'année. Comme le montrent le tableau 76 et la figure 81, les valeurs mensuelles du RGS des individus mûrs peuvent être groupées par trimestre :

- octobre-novembre-décembre, où les valeurs du RGS, invariables d'un mois à l'autre, sont à leur minimum;
- janvier-février-mars, où le RGS, qui s'élève légèrement d'un mois à l'autre, est plus important que celui du trimestre précédent;
- avril-mai-juin, où le RGS, très nettement plus grand que les premiers, atteint sa valeur maximum.

Chez les individus immatures, les valeurs du RGS sont très basses et ne subissent aucune variation en fonction du temps ; celles des femelles sont à peine plus élevées que celles des mâles.

Cycle sexuel femelle

La première étape, ou préonte, se caractérise par sa longue durée qui commence en mer au mois de janvier pour s'achever en juin dans le fleuve.

La phase d'accroissement lent s'étend sur les trois premiers mois de l'année. Le RGS, tout en étant faible,

subit de légères augmentations en fonction du temps (janvier: 2,261 ; février: 2,561 ; mars: 2,890). Les ovaires sont petits et de couleur rose pâle. Les ovocytes sont, le plus souvent, invisibles.

La phase de maturation, ou de grand accroissement, débute en avril, se poursuit en mai en mer et prend fin, dans le fleuve, au mois de juin. Au cours de la maturation rapide, les ovocytes grossissent et deviennent bien visibles. Les ovaires, de couleur orangée, sont extrêmement volumineux et occupent toute la cavité abdominale, le gauche étant plus gros que le droit. Leur poids moyen dépasse les 100 g. Les gonades les plus lourdes observées appartenaient à une femelle de 1410 g (495 mm LT) et pesaient 270 g soit plus du cinquième du poids total du poisson. Les valeurs mensuelles du RGS sont très élevées: 11,600 en avril, 13,500 en mai et 23,832 en juin. La comparaison des courbes de régression du poids des ovaires sur la longueur totale (tabl.77 ; fig.82) correspondant aux deux trimestres II (janvier-février-mars) et III (avril-mai-juin) met en évidence une différence de pente au seuil de 5 %: $t = 3,02$.

La ponte et l'atrésie qui se déroulent dans le fleuve n'ont pu être étudiées.

La phase de repos débiterait en octobre et finit en décembre. Les ovaires des individus âgés sont très congestionnés et de couleur rouge sombre ; ceux des jeunes sont rosâtres. Dans les deux cas, les gonades sont très petites et le RGS, inférieur à 1, est extrêmement bas. La comparaison des courbes de régression établies respectivement durant la phase de repos (trimestre I: octobre-novembre-décembre) et la phase d'accroissement lent (trimestre II: janvier-février-mars) montre une différence significative au niveau de la pente: $t = 2,37$.

Epoque	Sexe	Régression de Wg sur LT	n	r	2dy	LT mm
I O - N - D	♀	$\log Wg = 4,84318 \log LT - 11,93153$	65	0,72702	0,22046	365 - 485
	♂	$\log Wg = 6,33338 \log LT - 16,30899$	69	0,74163	0,31579	325 - 415
II J - F - M	♀	$\log Wg = 9,44354 \log LT - 23,59$	50	0,56285	0,74726	365 - 485
	♂	$\log Wg = 9,59202 \log LT - 24,17890$	111	0,56207	0,78841	325 - 435
III A - M - J	♀	$\log Wg = 4,09532 \log LT - 8,71886$	68	0,58824	0,32268	365 - 495
	♂	$\log Wg = 5,08970 \log LT - 11,49381$	42	0,82368	0,14842	325 - 435

Tabl. 77. - Equations logarithmiques mettant en relation le poids des gonades (Wg en g) et la taille du poisson (LT en mm) chez les aloses adultes des fleuves. O-N-D : octobre-novembre-décembre ; J-F-M : janvier-février-mars ; A-M-J : avril-mai-juin ; n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée.

	Mois	O	D	F	M	A	M
♀ _m	n		6	6	4	6	2
	R G S		0,993	5,790	6,538	14,378	4,953
♀ _j	n	5	3	19	10	7	44
	R G S	0,576	0,405	0,295	0,355	0,511	0,438
♂	n	8	2	21	40	14	38
	R G S	0,208	0,311	1,229	2,627	4,176	1,283

Tabl. 78. - Evolution du rapport gonadosomatique (R G S) en fonction des mois chez l'aloise du lac. n : effectif ; ♀_m : femelles adultes ; ♀_j : femelles juvéniles ; o : mâles (adultes).

Epoque	Sexe	Régression de Wg sur LT	n	r	2dy	LT mm
F-M-A-M	♀ _m	$\log Wg = 10,54931 \log LT - 25,21422$	18	0,58292	0,96199	285 - 385
	♀ _j	$\log Wg = 2,76503 \log LT - 6,87553$	80	0,72997	0,25034	165 - 265
	♂	$\log Wg = 6,88157 \log LT - 16,10545$	113	0,79293	0,81300	155 - 355

Tabl. 79. - Equations logarithmiques mettant en relation le poids des gonades (Wg en g) et la taille du poisson (LT en mm) chez l'aloise du lac. ♀_m : femelles adultes ; ♀_j : femelles juvéniles. F-M-A-M : février-mars-avril-mai ; n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée.

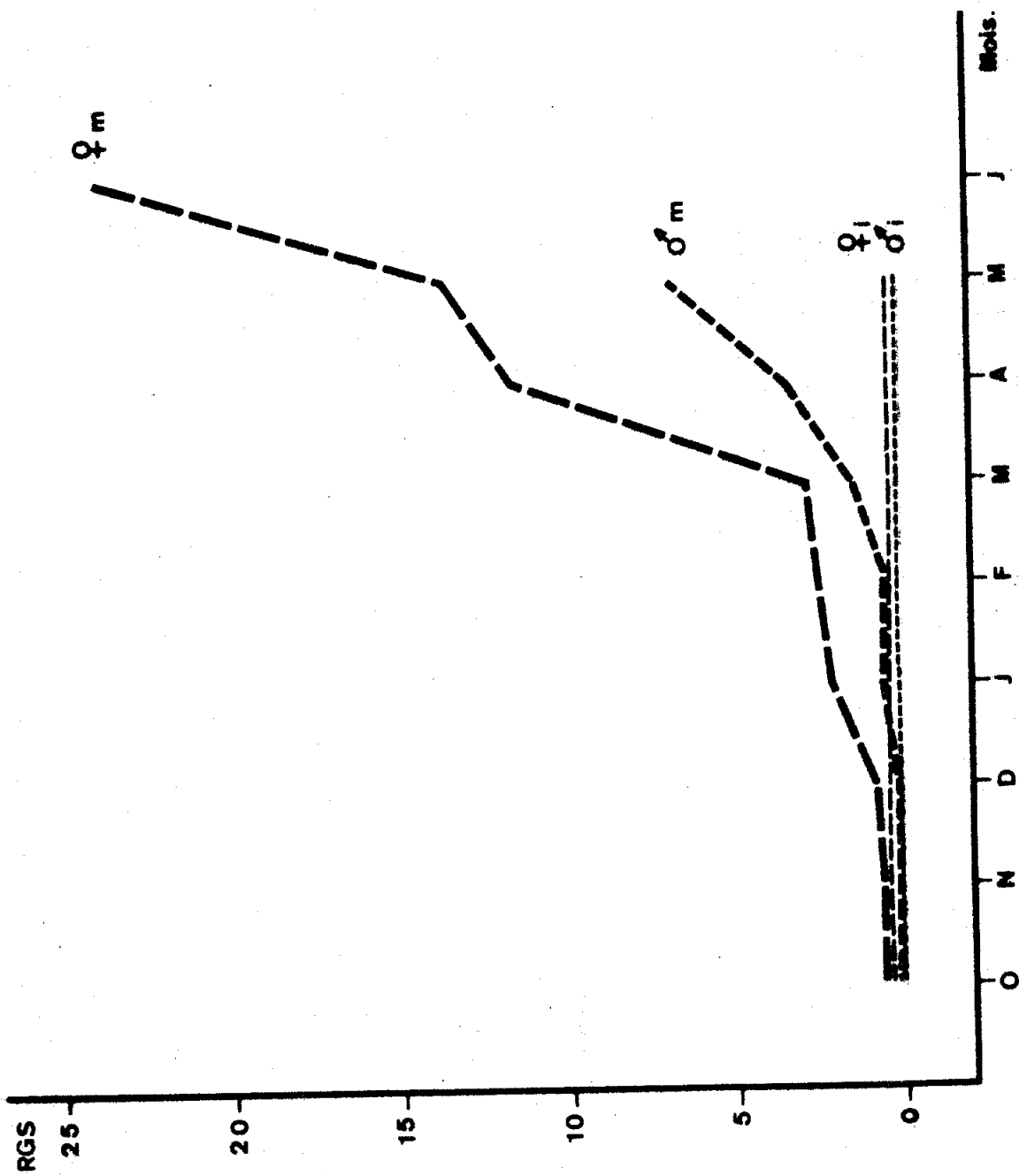


Fig. 81. - Evolution du rapport gonadosomatique (R G S) en fonction des mois chez l'aloise des fleuves. ♀m et ♂m : femelles et mâles adultes ; ♀j et ♂j : femelles et mâles juvéniles.

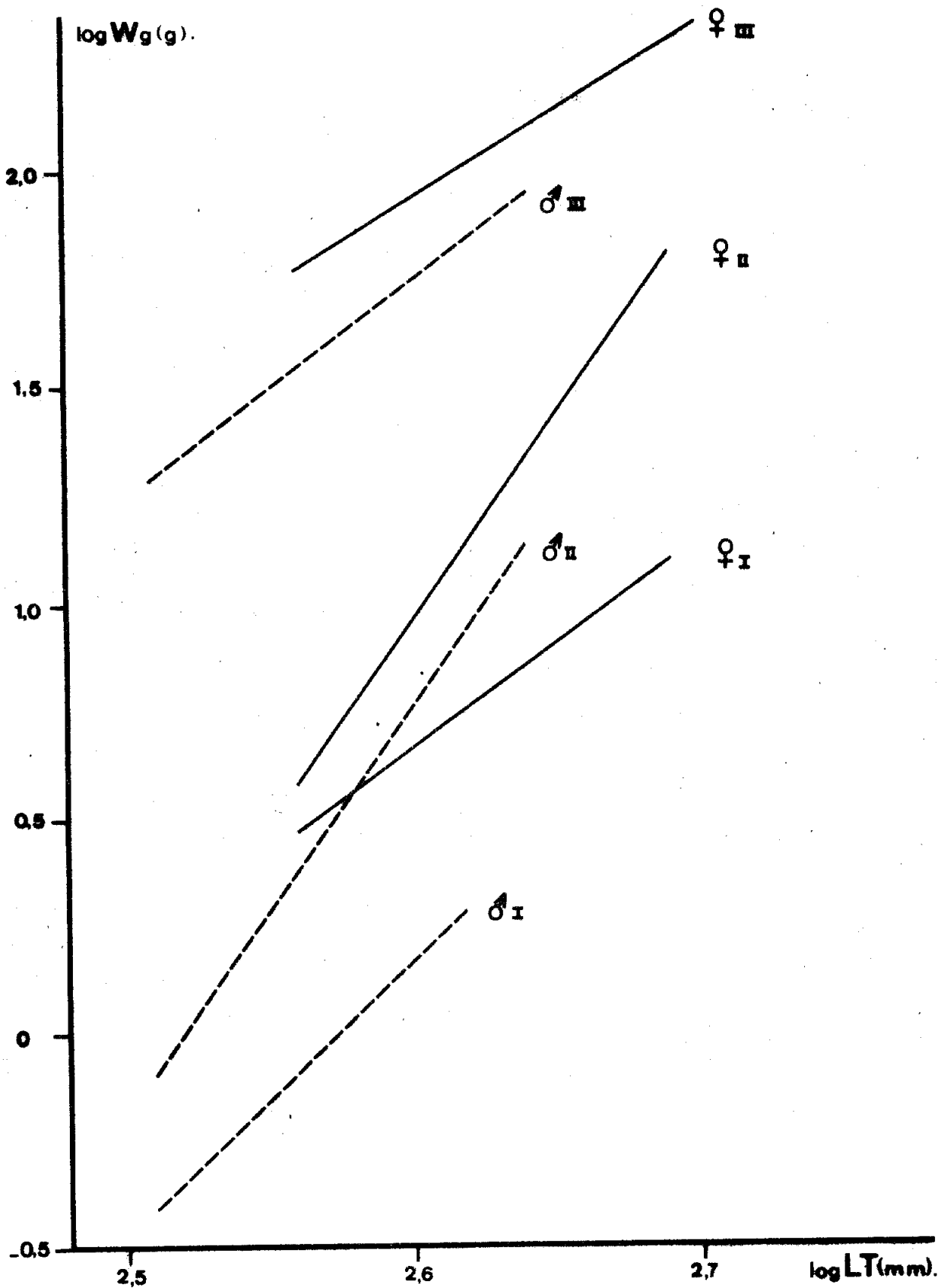


Fig. 82. - Relations entre le poids des gonades (W_g en g) et la taille du poisson (LT en mm) chez les aloses adultes des fleuves. I : octobre-novembre-décembre ; II : janvier-février-mars ; III : avril-mai-juin.

Cycle sexuel mâle

Le cycle sexuel des mâles évolue d'une façon identique à celui des femelles.

La phase de maturation lente débute en janvier et se continue jusqu'à mars. Elle se caractérise par de faibles valeurs du RGS (janvier: 0,403, février: 0,516, mars: 1,605). Les testicules sont petits, aplatis, larges dans leur partie antérieure et filiformes dans leur portion postérieure.

La phase de grand accroissement a lieu d'abord en mer, de mars à mai, puis se poursuit après, dans le fleuve. Les testicules sont gros, fermes, d'un blanc gris qui les distingue de la grande quantité de graisse qui les entoure. Le RGS progresse par grands bonds successifs: avril: 3,585, mai: 6,912. Les testicules les plus lourds (76 g) ont été observés chez un mâle pesant 847 g, ce qui correspond environ au dixième du poids total. La confrontation des courbes de régression du poids des gonades sur la longueur totale calculées pour la phase de maturation lente (trimestre II: janvier-février-mars) et pour la phase de grand accroissement (trimestre III: avril-mai-juin), indique une différence significative de position au seuil de 5 %: $t_{pe} = 1,63$; $t_{po} = 16,62$ (tabl.77 ; fig.82), mettant ainsi en évidence l'importance pondérale qu'acquièrent les testicules durant la phase de grand accroissement.

L'émission des spermatozoïdes et l'épuisement des testicules se font en eau douce.

La phase de repos s'étale d'octobre à décembre. Les testicules sont filiformes et le RGS, stable pendant tout le trimestre, est à son minimum. La comparaison des courbes de régression établies au cours de la phase de repos (trimestre I) et de la phase de maturation lente

(trimestre II) montre une différence significative de position: $tpe = 1,79$; $tpo = 7,98$.

La maturation des gonades des aloses des fleuves s'effectue selon les mêmes modalités chez les femelles et les mâles. La seule différence réside dans le poids relatif des glandes génitales. Pour une taille et une phase données, les ovaires pèsent plus lourd que les testicules. En effet, la comparaison des courbes de régression du poids des gonades sur la longueur totale, calculées pour les femelles et les mâles durant les principales phases du cycle sexuel, révèle toujours une différence significative de position: trimestre I: $tpe = 1,59$ $tpo = 15,08$; trimestre II: $tpe = 0,06$; $tpo = 2,02$; trimestre III: $tpe = 0,86$, $tpo = 4,87$.

b) Alose du lac

Les données dont nous nous sommes servi se rapportent aux mois d'octobre et décembre et à la période allant de février à mai. La longueur totale des exemplaires femelles examinées est comprise entre 165 et 385 mm et celle des mâles entre 155 et 355 mm. Comme les échantillons mâles sont presque exclusivement constitués d'individus adultes, l'étude séparée des juvéniles (165-265 mm) et des adultes (285-385 mm) n'est faite que pour les femelles (tabl.78 et 79 ; fig.83 et 84).

Chez les jeunes femelles, le rapport gonadosomatique (RGS) est stable d'un mois à l'autre et se caractérise par des valeurs très basses oscillant autour de 0,5. Les ovaires sont en effet petits, de forme tubulaire, enflés dans la région antérieure et de teinte rose pâle plus ou moins transparent.

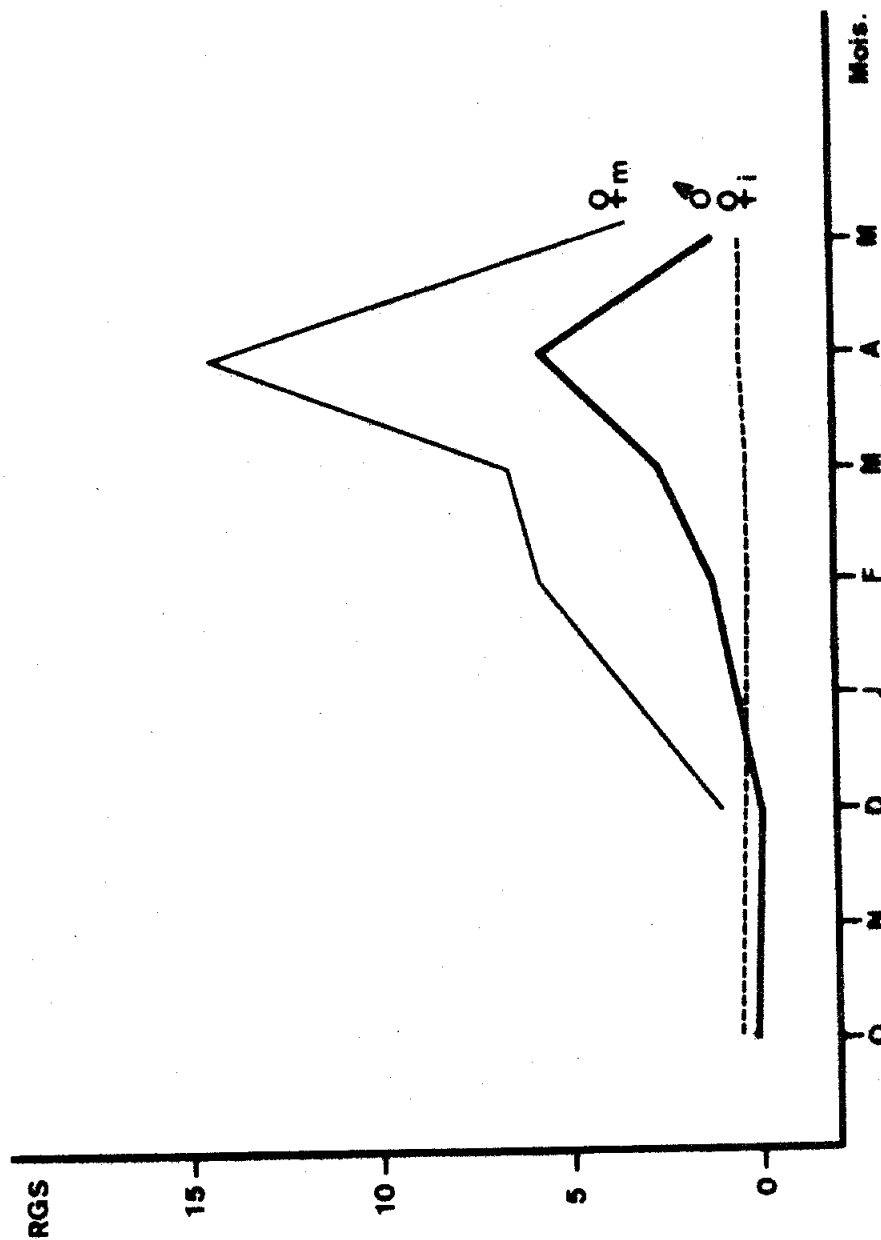


Fig. 83. - Evolution du rapport gonadosomatique (R G S) en fonction des mois chez l'aloise du lac. ♀m : femelles adultes ; ♀i : femelles juvéniles ; ♂ : mâles (adultes).

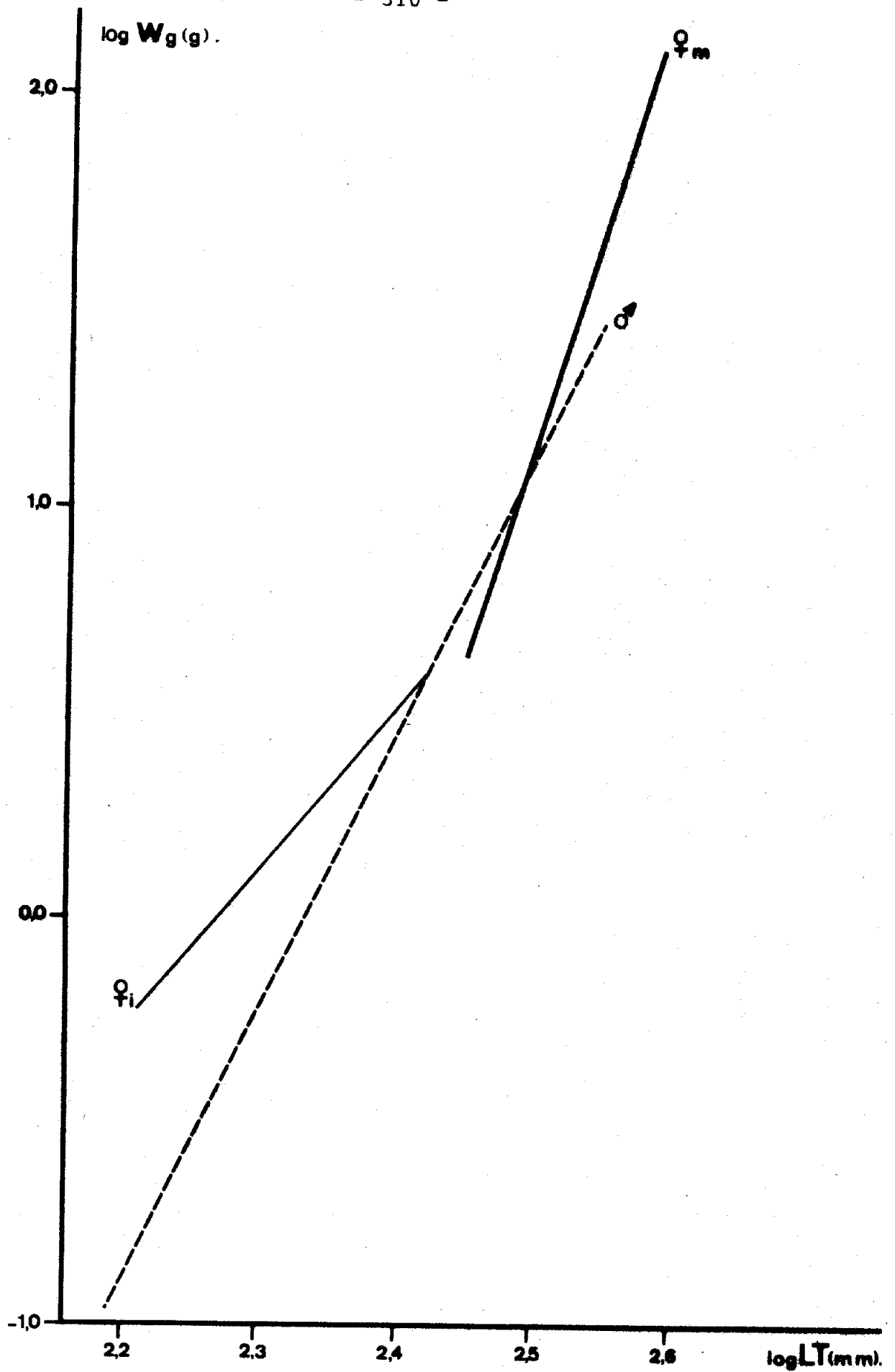


Fig. 84. - Relations entre le poids des gonades (W_g en g) et la taille du poisson (LT en mm) chez l'aloë du lac. q_m : femelles adultes ; q_i : femelles juvéniles ; o_m : mâles (adultes).

Le mois de décembre correspond à la phase de repos sexuel des femelles adultes dont le RGS est à son minimum. La phase de grand accroissement s'étale sur février-mars-avril. Le RGS, élevé, progresse régulièrement de 5,790 à 14,378. Les ovaires sont volumineux et pèsent en moyenne 30 g. Les gonades observées pesaient 64 g et appartenaient à une femelle de 549 g (385 mm LT), soit plus du huitième du poids total. En mai a lieu la ponte, le RGS subit une nette diminution provoquée par l'émission des ovules.

Chez les mâles, nous constatons un parallélisme parfait avec les femelles dans le déroulement du cycle sexuel. L'élaboration des produits sexuels a lieu au cours de février-mars-avril, l'émission des spermatozoïdes en mai et le repos sexuel en octobre-décembre.

La comparaison du cycle sexuel de l'alose des fleuves et de celle du lac peut être effectuée en superposant les figures 81 et 83 représentant l'évolution annuelle du rapport gonadosomatique. Cette superposition fait apparaître que les graphiques présentent approximativement les mêmes variations, mettant ainsi en évidence une certaine ressemblance dans le déroulement du cycle sexuel.

Chez les deux populations, la période de reproduction débute au mois de décembre.

La maturation des gonades, très étalée dans le temps, s'étend sur plusieurs mois. Elle est, toutefois, légèrement plus rapide chez l'alose du lac (janvier à février) que chez celle des fleuves (janvier-mai-juin). De janvier à avril, les valeurs du RGS sont toujours plus élevées chez l'alose du lac.

La ponte est plus tardive, d'un mois au moins, chez l'alose des fleuves (juin) que chez celle du lac (mai).

4- Fécondité (tabl.80 et 81 ; fig.85 et 86)

Seule la fécondité des aloses des fleuves est analysée. Les femelles qui ont servi à cette étude sont au nombre de 64. Elles sont pêchées en avril et mai. Leurs gonades, très volumineuses, se trouvent en phase de maturation rapide. Ces gonades sont extraites du corps et pesées au dixième de gramme le plus proche. Sur la région moyenne de l'ovaire gauche, trois échantillons d'environ 0,5 g sont prélevés et placés séparément dans le liquide de Gilson pendant deux semaines. Après dissociation et lavage à l'eau, les ovocytes de chaque échantillon sont conservés dans de l'alcool à 70° en vue de leur comptage et de la mensuration de leur diamètre.

Diamètre des ovocytes

1 847 ovocytes sont mesurés. Ils appartiennent à 18 femelles, soit une centaine par poisson. L'amplitude de variation de leur diamètre est comprise entre 0,2 et 1,7 mm. Tous ceux dont le diamètre est inférieur à 0,2 mm ne sont pas pris en considération.

Comme le montre la figure 85, la distribution de fréquence de taille des ovocytes est bimodale. Les deux modes sont assez rapprochés. Le premier se situe à 0,75 mm et le deuxième à 1,2 mm. Ainsi, il semble exister chez l'alose au moins deux stocks d'ovocytes ayant des diamètres moyens pas très différents. Ceci laisse supposer que la ponte est unique "mais fractionnée". Les oeufs seraient émis par vagues, sans qu'il y ait un phénomène de récupération au niveau des ovaires.

Diamètre des ovocytes	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
n	4	33	86	105	167	215	214	169	155	199	201	184	62	45	7	1
%	0,22	1,79	4,65	5,68	9,04	11,64	11,58	9,15	8,39	10,77	10,88	9,96	3,35	2,44	0,38	0,05

Tabl. 80. - Fréquence des diamètres des ovocytes (en mm) de l'aloise des fleuves. n : effectif ; % : pourcentage.

Régression de F sur LT, W et Wg	n	r	2dy	Limites
$\log F = 3,51199 \log LT - 7,01755$	64	0,64928	0,24037	365 - 495 mm
$\log F = 0,99226 \log W - 0,67588$	64	0,64331	0,24196	490 - 1410 g
$\log F = 0,83939 \log Wg + 0,48050$	64	0,92300	0,12160	32 - 270 g

Tabl. 81. - Equations logarithmiques mettant en relation la fécondité et la taille du poisson (LT en mm), le poids total du poisson (W en g) et le poids des gonades (Wg en g). n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée.

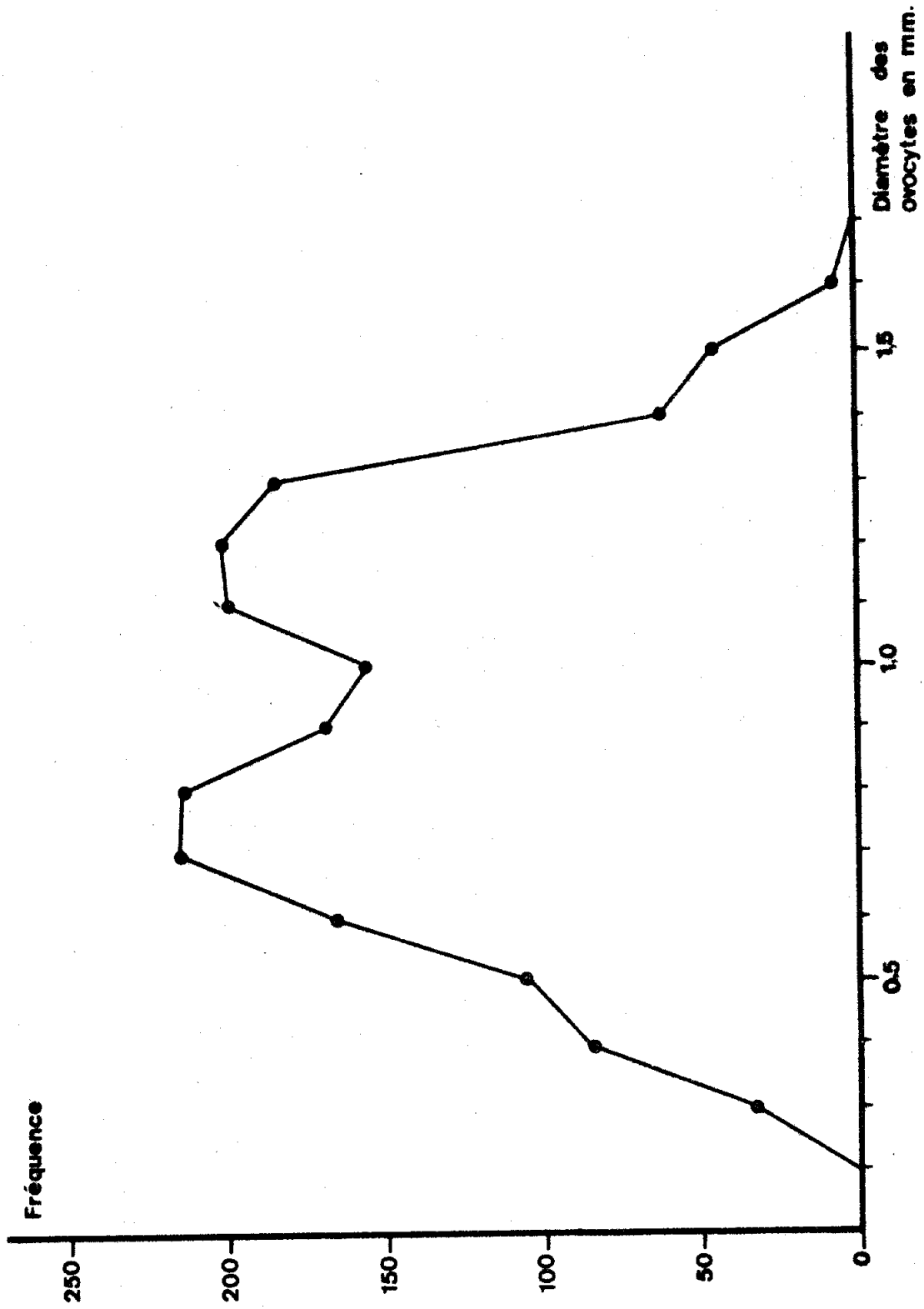


Fig. 85. - Distribution de fréquence des diamètres des ovocytes de l'aloise des fleuves.

Estimation de la fécondité

Pour chaque femelle, nous avons évalué la fécondité absolue F en appliquant la formule

$$F = \bar{n} \frac{Wg}{\overline{wg}}$$

où \bar{n} désigne le nombre moyen d'ovocytes contenus dans un fragment d'ovaire de poids moyen \overline{wg} ,

Wg le poids des gonades en gramme,

\overline{wg} le poids moyen d'un fragment d'ovaire, en gramme, correspondant à la moyenne des 3 échantillons.

Après transformation logarithmique des données, nous avons calculé trois équations de régression mettant en relation, d'une part, la fécondité absolue et, d'autre part, la longueur totale du poisson, le poids total du poisson et le poids des gonades (tabl.81 ; fig.86). La fécondité est exprimée en millier d'ovocytes, la longueur totale en mm et les poids en g.

De l'analyse de ces équations, il ressort que la fécondité croît proportionnellement au cube de la longueur totale. La valeur de la pente est supérieure à 3 mais n'en diffère pas significativement. Pour des tailles comprises entre 360 et 490 mm, la fécondité varie entre 91 000 et 269 000 ovocytes. A une taille moyenne de 400 mm, la fécondité est de 132 000 oeufs.

La relation fécondité-poids du poisson est isométrique. Le coefficient de régression (0,99226) est à peine plus faible que l'unité et n'en diffère pas significativement. Cette relation permet d'évaluer la fécondité relative moyenne de l'aloise qui est égale à 200 oeufs par gramme de poisson.

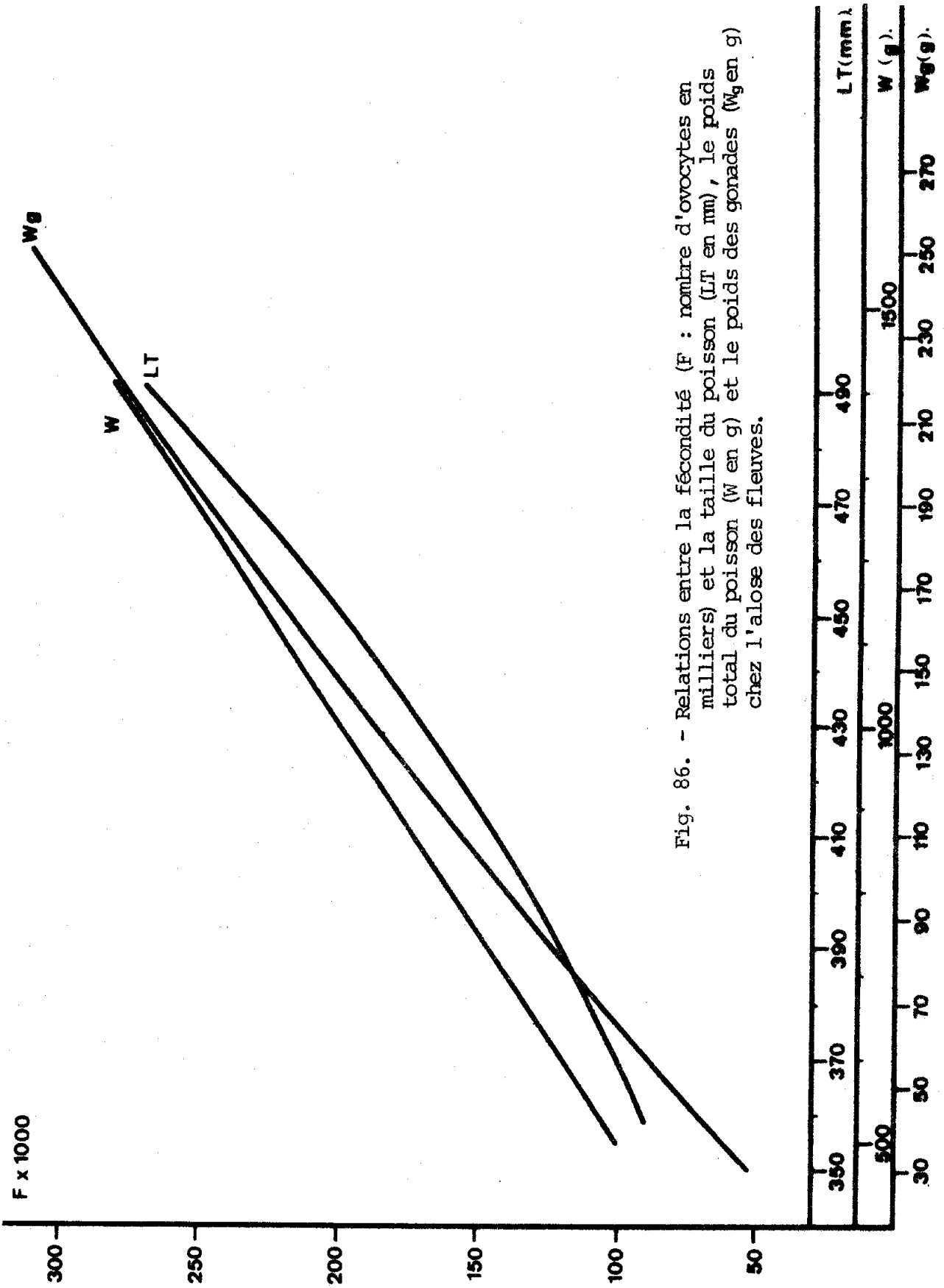


Fig. 86. - Relations entre la fécondité (F : nombre d'ovocytes en milliers) et la taille du poisson (LT en mm), le poids total du poisson (W en g) et le poids des gonades (Wg en g) chez l'aloise des fleuves.

Enfin, la fécondité croît moins rapidement que le poids des ovaires. Le coefficient de régression (0,83939) est très nettement inférieur à 1 et lui est différent d'une manière significative. Il est à noter que, parmi les trois relations, c'est la relation fécondité-poids des gonades qui donne le coefficient de corrélation le plus élevé (0,923), mettant ainsi en évidence le lien particulièrement étroit entre l'évolution de la fécondité et celle du poids des gonades.

C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION

Nous avons disposé pour cette étude de 1 158 aloses pêchées dans le golfe de Tunis, à proximité des embouchures de la Medjerdah et du Miliane, pendant la période 1974-1977. Elles sont réparties en 618 femelles et 540 mâles dont la longueur totale est comprise respectivement entre 155 et 495 mm et 155-435 mm. Durant la même période, 280 aloses sont récoltées dans le lac Ichkeul et réparties en 144 femelles et 136 mâles de longueur totale variant entre 165-385 mm et 155 - 355 mm. Nous avons déterminé les paramètres "a" et "b" de différentes relations allométriques établies par la méthode des moindres rectangles, procédé à la comparaison des courbes et testé le paramètre "b" par rapport à 3. Nous avons également calculé plusieurs valeurs des coefficients composite (kc) et moyen (km) de condition.

1- Alose des fleuves (tabl.82 à 89 ; fig.87 à 89)

Dans un premier temps, nous avons déterminé l'équation générale de la relation taille-poids à partir de l'effectif total. Nous avons ensuite traité séparément les mâles et les femelles puis les individus juvéniles et adultes de chaque sexe. Les équations correspondantes s'écrivent:

effectif total	:	$W = 2,2556.10^{-6}$	LT	3,22738
femelles	:	$W = 2,1060.10^{-6}$	LT	3,23925
mâles	:	$W = 2,4949.10^{-6}$	LT	3,21090
femelles juvéniles	:	$W = 7,8014.10^{-6}$	LT	3,00589
mâles juvéniles	:	$W = 7,8585.10^{-6}$	LT	3,00572
juvéniles (F + M)	:	$W = 7,9523.10^{-6}$	LT	3,00295
femelles adultes	:	$W = 1,4267.10^{-6}$	LT	4,45665
mâles adultes	:	$W = 2,8151.10^{-6}$	LT	3,97378

L'analyse de ces relations permet de faire les constatations suivantes :

- aussi bien pour l'effectif total ($t = 13,19$), que pour les femelles ($t = 11,10$) et les mâles ($t = 7,19$) pris séparément, la pente est toujours significativement supérieure à 3, mettant ainsi en évidence une allométrie majorante ;
- la relation taille-poids est la même dans les deux sexes, aucune différence significative n'ayant été décelée, ni au niveau de la pente ($t = 0,78$), ni au niveau de la position ($t = 0,86$) ;
- la croissance pondérale est isométrique chez les individus immatures mâles et femelles (femelles : $t = 0,21$; mâles: $t = 0,12$; femelles + mâles : $t = 0,12$) ;
- la comparaison des droites d'allométrie des femelles et des mâles juvéniles ne montre pas de différence significative ni pour les pentes ($t = 0$) ni pour les positions ($t = 0,77$) ; la croissance relative est donc la même et les deux droites peuvent être assimilées à une seule ;

- chez les adultes des deux sexes, l'allométrie est nettement majorante et est plus accentuée chez les femelles ; confrontées à 3, les valeurs des pentes sont différentes d'une manière significative avec, pour les femelles $t = 10,54$ et, pour les mâles $t = 7,99$;
- la présence d'une différence significative de pente ($t = 2,63$) montre que le poids augmente beaucoup plus rapidement chez les femelles que chez les mâles adultes ;
- enfin et comme nous pouvions le déduire, la croissance pondérale étant isométrique chez les juvéniles et majorante chez les adultes des deux sexes ; la comparaison des équations des individus juvéniles et adultes femelles, d'une part, et mâles, d'autre part, met en évidence une différence significative de pente (femelle: $t = 11,98$; mâles: $t = 7,62$).

Après avoir établi les équations générales décrivant globalement la relation taille-poids de l'aloise des fleuves, nous avons tenté d'analyser, dans les paragraphes ci-dessous, l'évolution de la croissance relative pondérale en fonction des mois.

Pour de multiples raisons, il n'a pas été toujours possible d'avoir des données mensuelles régulières durant toute la période de récolte. Parmi ces raisons, les plus décisives sont inhérentes à l'espèce elle-même. Ainsi d'une année à l'autre, l'abondance de l'espèce subit de grandes fluctuations. De plus, selon la saison et le lieu de pêche, les différences biologiques et éthologiques entre les mâles et les femelles adultes et entre ceux-ci et les individus juvéniles font

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (±)
O	log W = 3,13192 log LT - 5,45721	67	0,98543	0,04510	195 - 355	2,00 (+)
N	log W = 3,27919 log LT - 5,78995	66	0,93933	0,05922	275 - 355	2,00 (+)
D	log W = 2,88988 log LT - 4,84329	25	0,99112	0,04666	195 - 355	1,37 (-)
J	log W = 3,07568 log LT - 5,31172	20	0,98058	0,06440	225 - 355	0,53 (-)
F	log W = 3,15600 log LT - 5,48718	48	0,99263	0,06398	155 - 355	2,77 (+)
M	log W = 3,01298 log LT - 5,10828	44	0,98922	0,04998	225 - 355	0,19 (-)
A	log W = 3,14653 log LT - 5,40974	67	0,98857	0,06003	205 - 355	2,49 (+)
M	log W = 3,20948 log LT - 5,56007	44	0,99141	0,06074	165 - 345	3,23 (+)
TOTAL	log W = 3,00589 log LT - 5,10783	382	0,98298	0,08238	155 - 355	0,21 (-)

Tabl. 82. - Equations mensuelles de la relation taille-poids (LT en mm ; W en g) chez les aloses juvéniles femelles des fleuves.
n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée ; t(±) : valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 3.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (±)
O	log W = 3,55180 log LT - 6,48702	51	0,91096	0,06131	255 - 315	2,64 (+)
N	log W = 3,56981 log LT - 6,51439	53	0,84087	0,06937	265 - 315	2,11 (+)
D	log W = 3,41062 log LT - 6,13474	14	0,68171	0,03165	305 - 315	0,57 (-)
F	log W = 3,27740 log LT - 5,77630	44	0,97993	0,06634	195 - 315	2,75 (+)
M	log W = 3,74570 log LT - 6,87565	17	0,89089	0,10314	245 - 315	1,70 (-)
A	log W = 3,27168 log LT - 5,70099	49	0,98176	0,07060	195 - 315	2,99 (+)
M	log W = 3,07070 log LT - 5,23594	31	0,98422	0,07240	155 - 305	0,70 (-)
TOTAL	log W = 3,00572 log LT - 5,10466	263	0,96500	0,09470	155 - 315	0,12 (-)

Tabl. 83. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez les aloses juvéniles mâles des fleuves.

Mois	Equations	r	n	2dy	LT	t (±)
O	log W = 3,16664 log LT - 5,54041	118	0,96132	0,06127	195 - 355	2,06 (+)
N	log W = 3,40989 log LT - 6,11745	119	0,93004	0,06493	265 - 355	0,05 (-)
D	log W = 2,89082 log LT - 4,84297	39	0,98855	0,04258	195 - 355	1,52 (-)
J	log W = 3,07695 log LT - 5,31516	21	0,98061	0,06294	225 - 355	0,55 (-)
F	log W = 3,18625 log LT - 5,55860	92	0,98920	0,06532	155 - 355	3,78 (+)
M	log W = 3,03260 log LT - 5,14584	61	0,96878	0,07824	255 - 355	0,33 (-)
A	log W = 3,17171 log LT - 5,46656	116	0,98547	0,06717	195 - 355	3,40 (+)
M	log W = 3,15908 log LT - 5,44225	75	0,98860	0,06670	155 - 345	2,86 (+)
TOTAL	log W = 3,00295 log LT - 5,09951	645	0,97787	0,08780	155 - 355	0,12 (-)

Tabl. 84. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez les aloses juvéniles (femelles + mâles) des fleuves.

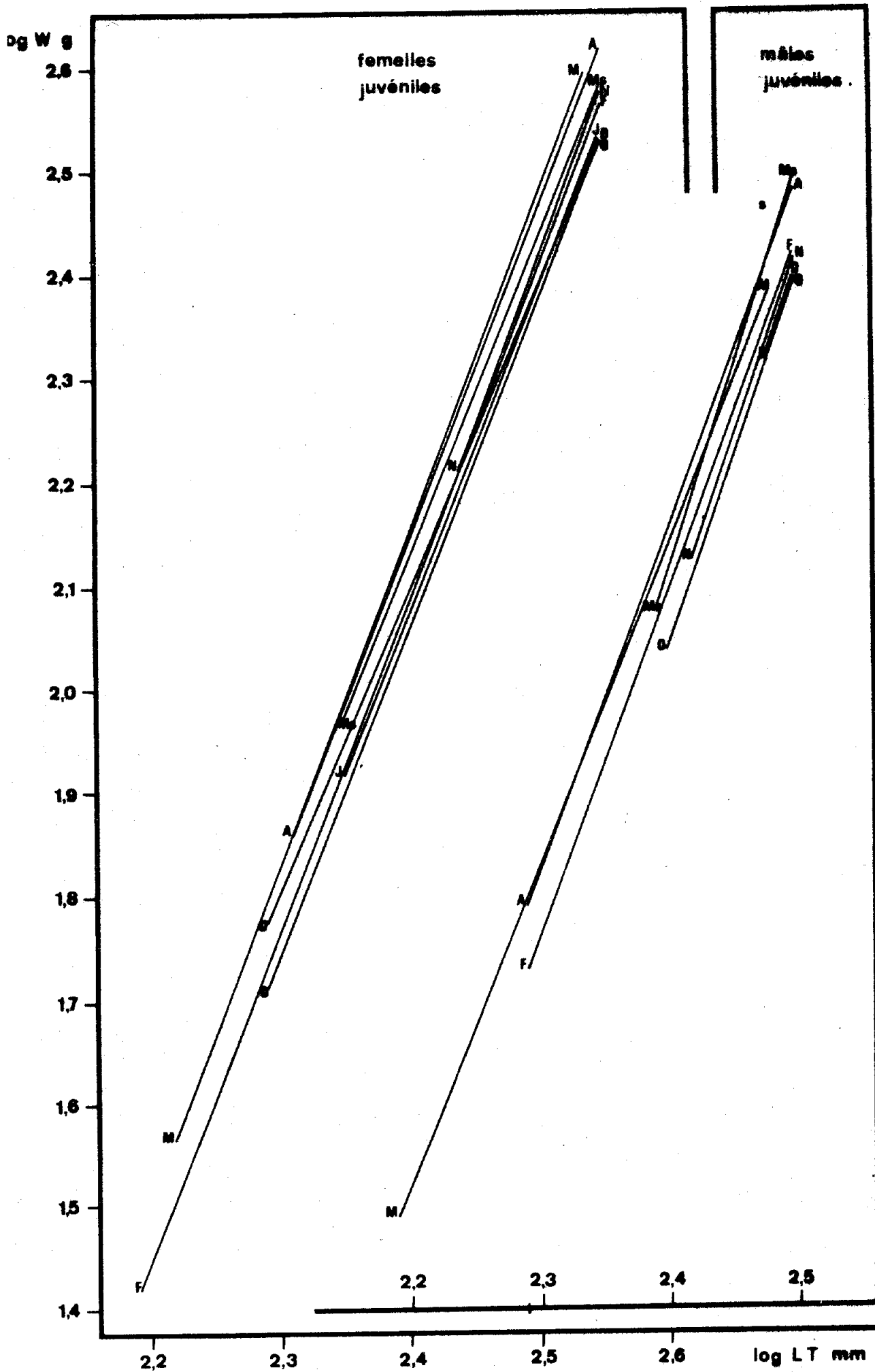


Fig. 87. - Relations mensuelles taille-poids (LT en mm ; W en g) chez les aloses juveniles des fleuves. O : octobre ; N : novembre ; D : décembre ; J : janvier ; F : février ; Ms : mars ; A : avril ; M : mai

souvent, qu'il est difficile de disposer en même temps d'échantillons d'égale importance, renfermant dans les mêmes proportions des exemplaires adultes et juvéniles mâles et femelles. Les autres facteurs sont d'ordre météorologique et humain ; nous savons que l'alose se trouve en mer en quantité appréciable surtout pendant l'hiver, saison où les conditions atmosphériques ne sont pas toujours favorables à une pêche pratiquée par de petites barques. Aussi avons-nous dû grouper, pour toute la période considérée, les poissons par mois en négligeant les variations interannuelles.

a) Alose juvénile

Les équations mensuelles d'allométrie des individus juvéniles mâles et femelles sont consignées dans les tableaux 82-83-84 et illustrées par la figure 87.

Suivant la succession naturelle des mois, la comparaison des pentes (tabl.87) des droites d'allométrie des mois, pris deux à deux, ne montre aucune différence significative au seuil de 5 %, sauf entre novembre et décembre chez les femelles. Cette différence est vraisemblablement due à l'échantillon de novembre constitué essentiellement de grands spécimens. Pour ce qui est des positions de ces mêmes droites, elles sont significativement différentes entre octobre et novembre et entre février et mars pour les deux sexes et entre mars-avril chez les femelles. Le manque de données concernant les mâles en janvier nous a empêché de comparer ce mois avec décembre et février. De novembre à février, la relation taille-poids évolue graduellement d'une façon imperceptible. Entre février et avril, l'évolution est brutale et nettement plus marquée, de même entre octobre et novembre.

La comparaison mensuelle des mâles et des femelles (tabl.85) montre une parfaite similitude dans l'évolution de la relation taille-poids en fonction des mois. En effet, pour tous les mois, il n'existe aucune différence de position.

Quant aux pentes, les seules différences significatives rencontrées sont celles d'octobre où l'échantillon mâle est constitué de grands spécimens et de mars dont l'échantillon renferme très peu d'individus mâles.

Aussi, avons-nous jugé plus simple de mélanger les femelles et les mâles juvéniles et de les traiter ensemble, ce qui est, somme toute, logique étant donné que l'influence physiologique sexuelle sur l'alimentation, la croissance, les déplacements etc., ne s'est pas encore manifestée; d'ailleurs, nous avons déjà indiqué que globalement, il n'y avait aucune différence entre les deux sexes durant la phase juvénile.

Les nouvelles équations mensuelles, régissant l'évolution du poids en fonction de la longueur du corps des juvéniles, sont consignées dans le tableau 84. Elles présentent des pentes souvent confondues avec 3 ou bien différentes d'une manière faiblement significative, ce qui dénote une isométrie déjà observée chez l'effectif total. Ceci est du reste confirmé par le parallélisme presque parfait entre les deux courbes représentant l'évolution des coefficients composite (kc) et moyen (km) de condition (tabl.86 ; fig.88).

L'étude comparative des mois pris deux à deux (tabl.87) montre qu'à l'exception de novembre-décembre, il n'existe pas de différence significative au niveau de la pente. Pour ce qui est des positions, en revanche, elles sont presque toujours différentes, en particulier de janvier à avril et entre octobre et novembre.

Ainsi, comme l'illustrent les courbes (fig.88), l'évolution de la condition de l'aloise juvénile se réalise en gros en deux étapes. La première, d'octobre à février, pendant laquelle les valeurs des coefficients de condition sont variables mais se maintiennent à un niveau très bas

••• Kc] juvéniles.
- - - Km]
- - - Kc] ♀ adultes.
- - - Km]
- - - Kc] ♂ adultes.
- - - Km]

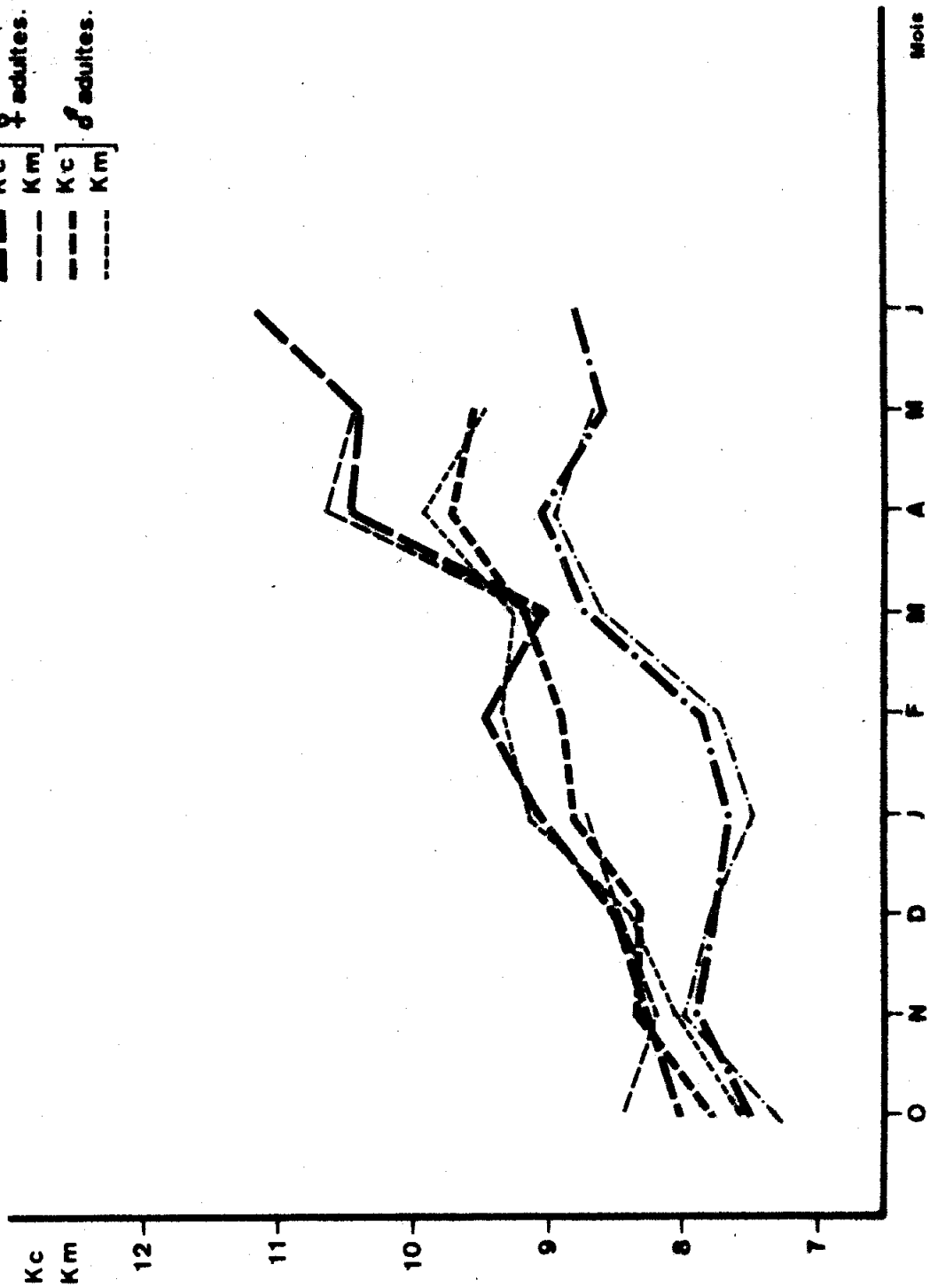


Fig. 88. - Variations en fonction des mois des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez l'aloise des fleuves.

marquant la mauvaise condition des individus durant cette période de l'année. La deuxième, de février à mai-juin, voit la condition s'améliorer d'une façon sûre et continue.

b) Alose adulte

Femelles

Quel que soit le mois considéré, les pentes des droites diffèrent significativement de 3 en lui étant supérieures, montrant ainsi que l'allométrie est majorante (tabl.88 ; fig.89).

La comparaison mensuelle (tabl.87) n'a pas été possible pour janvier-février-mars en raison du manque de données en février. Pendant quatre mois consécutifs (octobre-janvier) aucune différence significative n'est décelée d'un mois à un autre, et ce, ni au niveau de la pente ni au niveau de la position ; durant cette période donc, l'évolution du poids par rapport à la longueur est pratiquement inexistante. Pour les trois autres mois (mars-avril-mai), la seule différence significative se situe au niveau des pentes entre mars-avril indiquant une augmentation relative du poids très brutale.

L'évolution des coefficients composite et moyen de condition (tabl.86 ; fig.88) n'est pas toujours synchrone, en particulier pour octobre et janvier, à cause de l'allométrie majorante que nous avons signalée.

Mâles

Nous retrouvons là aussi, pour tous les mois, une allométrie majorante, la pente des droites étant significativement supérieure à 3, sauf pour novembre et avril (tabl.89 ; fig.89).

	O		N		D		J		F		M		A		M	
	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo
$\bar{Q}j - \bar{\sigma}j$	2,15 (+)		1,00 (-)	0,78 (-)	0,56 (-)	1,01 (-)			1,06 (-)	0,47 (-)	2,43 (+)		1,20 (-)	1,79 (-)	1,20 (-)	0,27 (-)
$\bar{Q}a - \bar{\sigma}a$	1,84 (-)	1,85 (-)	1,29 (-)	1,39 (-)	0,70 (-)	2,51 (+)	0,38 (-)	1,15 (-)			0,83 (-)	3,61 (+)	2,18 (+)		0,71 (-)	1,77 (-)
$\bar{Q}j - \bar{Q}a$	3,93 (+)		2,04 (+)		2,87 (+)		3,45 (+)				3,40 (+)		5,10 (+)		3,14 (+)	
$\bar{\sigma}j - \bar{\sigma}a$	2,75 (+)		0,49 (-)	1,34 (-)	0,30 (-)	2,41 (+)			4,33 (+)		0,13 (-)	3,39 (+)	0,58 (-)	0,72 (-)	1,44 (-)	1,45 (-)

Tabl. 85. - Comparaison des équations mensuelles de la relation taille-poids. tpe et tpo : comparaison des pentes et des positions ; (+) signification au seuil de 5%. $\bar{Q}j$ et $\bar{\sigma}j$: individus juvéniles ; $\bar{Q}a$ et $\bar{\sigma}a$: individus adultes.

	O	N	D	J	F	M	A	M	J	
n	67	66	25	20	48	44	67	44	1	
$\bar{Q}j$	Kc	7,500	8,095	7,733	7,669	7,833	8,436	8,988	8,611	7,999
	Km	7,309	8,078	7,742	7,488	7,704	8,388	8,875	8,760	-
n	51	53	14	1	44	17	49	31	3	
$\bar{\sigma}j$	Kc	7,582	7,862	7,845	7,745	7,927	9,379	9,114	8,569	9,030
	Km	7,368	7,737	7,731	-	7,771	8,891	8,954	8,521	-
n	118	119	39	21	92	61	116	75	4	
$\bar{Q}j + \bar{\sigma}j$	Kc	7,535	7,922	7,773	7,672	7,878	8,699	9,041	8,593	8,772
	Km	7,332	8,005	7,789	7,483	7,724	8,596	8,941	8,665	-
n	42	39	22	25	4	23	39	39	3	
$\bar{Q}a$	Kc	8,042	8,289	8,493	9,074	9,456	8,988	10,460	10,385	11,143
	Km	8,472	8,194	8,489	8,704	-	8,997	10,644	10,400	-
n	33	32	38	40	33	41	29	31	-	
$\bar{\sigma}a$	Kc	7,805	8,344	8,297	8,800	8,905	9,124	9,710	9,520	-
	Km	7,565	8,074	8,409	9,160	9,361	9,240	9,911	9,468	-

Tabl. 86. - Variations annuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez l'aloise des fleuves. n : effectif ; $\bar{Q}j$ et $\bar{\sigma}j$: individus juvéniles ; $\bar{Q}a$ et $\bar{\sigma}a$: individus adultes.

	O - N		N - D		D - J		J - F		F - M		M - A		A - M	
	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo
$\bar{Q}j$	1,00 (-)	6,85 (+)	2,37 (+)		1,20 (-)	0,29 (-)	0,54 (-)	1,34 (-)	1,53 (-)	3,60 (+)	1,42 (-)	4,70 (+)	0,72 (-)	0,01 (-)
$\bar{\sigma}j$	0,05 (-)	2,53 (+)	0,11 (-)	1,43 (-)					1,35 (-)	3,91 (+)	1,36 (-)	0,61 (-)	1,49 (-)	1,32 (-)
$\bar{Q}j + \bar{\sigma}j$	1,73 (-)	5,92 (+)	3,53 (+)		1,33 (-)	0,78 (-)	0,74 (-)	3,20 (+)	1,49 (-)	4,88 (+)	1,34 (-)	3,55 (+)	0,17 (-)	1,02 (-)
$\bar{Q}a$	0,00 (-)	1,18 (-)	0,89 (-)	0,94 (-)	1,86 (-)	0,77 (-)					0,24 (-)	2,10 (+)	0,03 (-)	1,11 (-)
$\bar{\sigma}a$	2,63 (+)		1,23 (-)	1,42 (-)	1,44 (-)	0,54 (-)	0,52 (-)	2,59 (+)	1,83 (-)	1,99 (+)	1,23 (-)	2,83 (+)	0,59 (-)	1,00 (-)

Tabl. 87. - Comparaison des équations mensuelles de la relation taille-poids chez l'aloise des fleuves.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
O	$\log W = 3,94294 \log LT - 7,55034$	42	0,92389	0,07094	365 - 485	3,95 (+)
N	$\log W = 3,94443 \log LT - 7,54394$	39	0,85820	0,07770	365 - 435	2,84 (+)
D	$\log W = 3,56502 \log LT - 6,54719$	22	0,95475	0,05461	365 - 455	2,38 (+)
J	$\log W = 4,42081 \log LT - 8,77308$	25	0,90612	0,08781	365 - 455	3,64 (+)
M	$\log W = 4,17922 \log LT - 8,10797$	23	0,86019	0,09805	365 - 425	2,53 (+)
A	$\log W = 4,07204 \log LT - 7,80156$	39	0,95760	0,07397	375 - 495	5,56 (+)
M	$\log W = 4,08246 \log LT - 7,81700$	39	0,87963	0,09388	365 - 465	3,39 (+)
TOTAL	$\log W = 4,45665 \log LT - 8,84567$	236	0,88035	0,11250	365 - 495	10,54 (+)

Tabl. 88. - Equations mensuelles de la relation taille-poids (LT en mm ; W en g) chez les aloses adultes femelles des fleuves.
 n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonné ; t(+) valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 3.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
O	$\log W = 4,91575 \log LT - 10,03136$	33	0,80463	0,12450	325 - 405	3,65 (+)
N	$\log W = 3,38126 \log LT - 6,06734$	32	0,88864	0,07559	325 - 395	1,35 (-)
D	$\log W = 3,79049 \log LT - 7,10056$	38	0,95280	0,06474	325 - 405	4,12 (+)
J	$\log W = 4,24536 \log LT - 8,25963$	40	0,93304	0,08587	335 - 435	5,02 (+)
F	$\log W = 4,43913 \log LT - 8,72534$	33	0,93879	0,08564	325 - 415	5,24 (+)
M	$\log W = 3,80091 \log LT - 7,08155$	41	0,93233	0,06589	325 - 395	3,60 (+)
A	$\log W = 3,41342 \log LT - 6,07006$	29	0,93812	0,06904	325 - 435	1,82 (-)
M	$\log W = 3,67377 \log LT - 6,74189$	31	0,89258	0,04622	325 - 385	2,19 (+)
TOTAL	$\log W = 3,97378 \log LT - 7,55050$	277	0,86096	0,10532	325 - 435	7,99 (+)

Tabl. 89. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez les aloses adultes mâles des fleuves.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
S	$\log W = 3,05121 \log LT - 5,24733$	32	0,98191	0,06236	215 - 335	0,48 (-)
O	$\log W = 4,78312 \log LT - 9,37548$	5	0,85800	0,13991	235 - 275	1,26 (-)
D	$\log W = 4,18565 \log LT - 7,95154$	9	0,97682	0,03351	265 - 305	3,50 (+)
F	$\log W = 3,69804 \log LT - 6,75119$	25	0,98102	0,08039	215 - 345	4,73 (+)
M	$\log W = 3,45883 \log LT - 6,13657$	14	0,99524	0,05135	215 - 385	4,71 (+)
A	$\log W = 3,67368 \log LT - 6,65944$	13	0,98258	0,09463	205 - 335	3,27 (+)
M	$\log W = 3,26011 \log LT - 5,70818$	46	0,97114	0,08272	165 - 315	2,20 (+)
TOTAL	$\log W = 3,32547 \log LT - 5,86265$	144	0,98255	0,10338	165 - 385	6,27 (+)

Tabl. 90. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez les aloses femelles du lac.

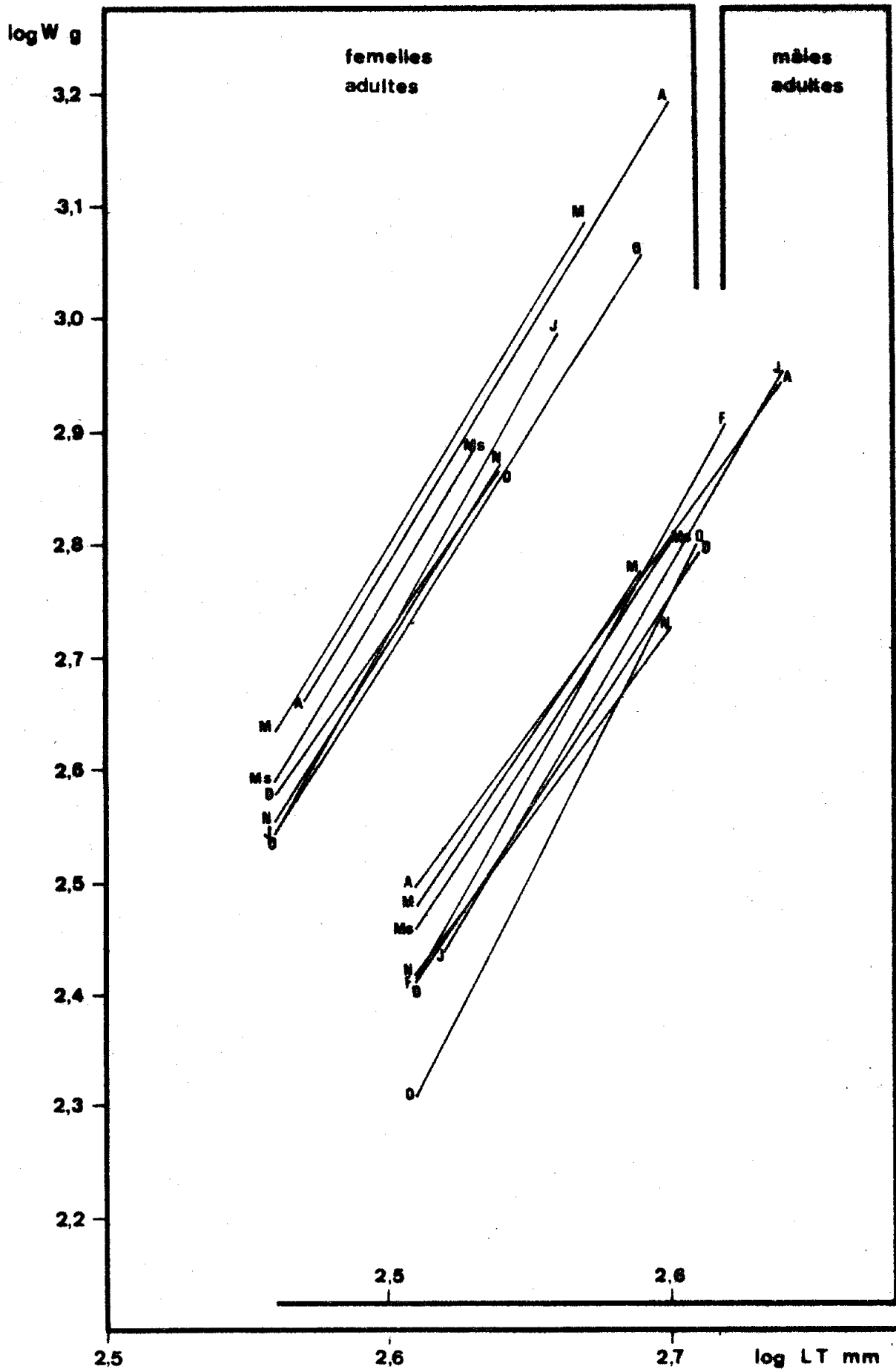


Fig. 89. - Relations mensuelles taille-poids (LT en mm ; W en g) chez les aloses adultes des fleuves. O : octobre ; N : novembre ; D : décembre ; J : janvier ; F : février ; Ms : mars ; A : avril ; M : mai.

La comparaison des droites deux à deux montre qu'en ce qui concerne les pentes, la seule différence significative se situe entre octobre et novembre (tabl.87). Pour ce qui est des positions, les différences significatives se manifestent de janvier à avril. Ceci permet de distinguer deux périodes principales dans l'évolution du poids des mâles. La première, de novembre à janvier où l'augmentation pondérale relative se fait lentement d'un mois à l'autre et la deuxième entre janvier et avril où elle est très rapide.

La distribution des coefficients de condition en fonction des mois (tabl.86 ; fig.88) appuie ces observations en mettant en évidence l'évolution progressive, régulière et de plus en plus importante. A cause de la forte allométrie majorante, les coefficients kc et km ne sont pas toujours concordants, en particulier en janvier et février.

Comparaison des femelles et des mâles

La comparaison des droites mensuelles d'allométrie des femelles et des mâles adultes (tabl.85) montre une seule différence significative de pente correspondant au mois d'avril et deux différences significatives de position en décembre et mars. Pour chacun des autres mois, les droites sont assimilables à une seule. D'autre part, les courbes des coefficients de condition des femelles sont dans l'ensemble décalées vers le haut par rapport à celles des mâles (fig.88). Ces différences se retrouvent d'ailleurs dans les deux équations générales des femelles et des mâles adultes. Ceci est prévisible, surtout en période d'élaboration des produits sexuels, période durant laquelle les ovaires présentent un plus grand développement que les testicules. Mais s'il est indéniable que pour une taille donnée les femelles pèsent plus lourd que les mâles, les différences observées doivent être tempérées, le caractère majorant de l'allométrie étant plus accentué chez les femelles à cause de leur plus grande taille.

Quoi qu'il en soit, l'évolution de la condition est la même dans les deux sexes. Très basse en octobre, elle s'améliore progressivement et régulièrement pour atteindre son maximum en mai. Après leur séjour dans les fleuves, les poissons se retrouvent en mer, en automne, vidés de leurs produits sexuels et épuisés par la migration et le jeûne potamiques. Ils sont en très mauvaise condition. Les coefficients de condition atteignent leurs valeurs les plus basses. Avec le repos sexuel et la reprise de l'alimentation, les conditions de vie deviennent plus clémentes malgré les rigueurs de l'hiver. Il en découle une reprise dans l'amélioration de la condition qui se fait tout de même assez lentement jusqu'en janvier-février. Avec l'élévation de la température de l'eau de mer et la présence d'une nourriture de plus en plus abondante, l'aloise engraisse continuellement jusqu'au moment de la migration. En même temps, se déclenche le développement des gonades. Conjointement, ces deux facteurs contribuent d'une manière radicale à l'amélioration considérable de la condition. En mars-avril-mai, nous observons d'importantes quantités de graisse qui s'accumulent dans les muscles et dans la cavité abdominale où elles enveloppent d'une épaisse couche les viscères et les gonades.

c) Comparaison entre les juvéniles et les adultes.
Relation avec les facteurs écologiques

Nous venons de voir que l'évolution de la condition de l'aloise adulte est positive, régulière et continue pendant la période allant d'octobre à mai. Celle des juvéniles est plutôt stable entre octobre et janvier-février, présentant même des signes de légère régression, conséquence des effets de la mauvaise saison ; au printemps en revanche, leur condition s'améliore et évolue progressivement de la même manière que chez les adultes. La différence principale réside dans le fait que les juvéniles, qui n'ont pas quitté la mer, sont soumis directement ou non aux fluctuations

hydrologiques marines alors que les adultes retrouvent en mer, quelle que soit la saison, des conditions de vie meilleures que celles en eau douce (fig.88).

Afin de déterminer l'influence éventuelle des facteurs hydrologiques sur l'embonpoint de l'alose, nous nous sommes servi des résultats obtenus en 1960 dans le golfe de Tunis par LUBET et AZOUZ (1969). Nous avons repris les données concernant les stations 1-2-3 et 8 proches du rivage et écarté la station 4 trop au large pour être fréquentée par les petites barques. En effet, celles-ci pêchent l'alose dans le golfe de Tunis par de faibles profondeurs (10-30 m) d'octobre à mai. La température moyenne mensuelle de surface des stations 1-2-3 et 8 varie de 11,9°C en janvier à 22,7°C en juillet. La température mesurée à la station 1 à 20 m de profondeur est comprise entre 13,8°C en janvier et 20,5°C en juillet. Pour les mois d'été (juin-septembre), la température de surface gravite autour de 22,5°C ; celle à 20 m est supérieure à 20°C. C'est précisément pendant cette période estivale que les aloses juvéniles sont absentes des zones de pêche. Il est probable que le seuil de 20°C soit intolérable pour les jeunes aloses qui doivent se déplacer à la recherche d'une température plus basse. Entre octobre et décembre, à une grande diminution de la température correspond une très légère baisse, à peine sensible, de l'embonpoint. En revanche, de janvier à avril-mai, l'élévation de la température et l'amélioration de la condition vont de pair. Cette condition est à son maximum en avril-mai lorsque la température de surface et celle relevée à 20 m sont de 18°C environ, valeur optimale que semble exiger l'alose jeune. Pour ce qui est de l'alose adulte, si durant la période janvier-février-mai, la condition s'améliore à mesure que la température s'élève, entre octobre et janvier, c'est le phénomène inverse qui se produit: à une amélioration de la condition correspond une baisse de la température. Celle-ci ne serait donc pas le facteur important qui régit, du moins directement, l'embonpoint de l'alose adulte.

Quant à la salinité, il ne paraît pas qu'elle ait un effet quelconque sur l'évolution de la condition de l'aloise puisqu'elle est pratiquement stable au cours des saisons (37 ‰) dans toutes les régions du golfe non soumises à l'action adoucissante des eaux fluviales.

C'est tout naturellement le facteur trophique qui présente une incidence directe sur l'évolution de la condition de l'aloise. Les adultes qui descendent les fleuves, affamés, se gavent de toutes les proies (essentiellement des petites sardines et sardinelles et des petits crustacés isopodes et amphipodes benthiques) qu'ils rencontrent et ne semblent pas perturbés par une baisse importante de la température hivernale contrairement aux individus juvéniles.

2- Alose du lac (tabl.90 à 92 ; fig.90 à 92)

Les trois équations établies d'après l'effectif global, l'effectif des femelles de celui des mâles sont les suivantes :

total	:	$W = 1,2239.10^{-6} LT^{3,35123}$
femelles	:	$W = 1,3720.10^{-6} LT^{3,32547}$
mâles	:	$W = 9,1710.10^{-6} LT^{3,40941}$

Dans les trois cas l'allométrie est majorante ; la pente des équations diffèrent significativement de 3 en lui étant supérieure. La comparaison de la croissance pondérale relative des femelles et des mâles révèle une différence significative de position ($t_{pe} = 1,00$; $t_{po} = 3,67$) : les mâles pèsent plus lourd que les femelles. La différence est due comme nous le verrons, aux proportions des individus juvéniles plus élevées dans l'échantillon femelle.

	S	O	D	F	M	A	M
φ_j n	20	5	3	19	10	7	44
φ_j Kc	7,677	7,902	8,858	8,102	8,805	8,873	7,739
φ_j Km	7,499	7,729	8,552	8,003	8,757	8,766	7,759
φ_a n	12		6	6	4	6	2
φ_a Kc	7,657		9,403	9,712	10,375	11,107	8,985
φ_a Km	7,465		9,407	10,000	10,511	10,459	-
φ_{j+a} n	32	5	9	25	14	13	46
φ_{j+a} Kc	7,669	7,902	9,221	8,488	9,225	9,304	7,793
φ_{j+a} Km	7,541	7,729	8,974	9,040	9,966	9,497	8,116
σ_{j+a}^{\uparrow} n	13	8	2	21	40	14	38
σ_{j+a}^{\uparrow} Kc	7,426	7,370	8,814	8,861	9,484	9,275	7,957
σ_{j+a}^{\uparrow} Km	7,298	7,422	-	8,805	10,088	8,811	7,951

Tabl. 91. - Variations annuelles des coefficients composites (Kc) et moyen (Km) de condition chez l'aloise du lac. φ_j et φ_a : femelles juvéniles et adultes ; $\varphi_j + a$ et σ_{j+a}^{\uparrow} : individus juvéniles et adultes.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
S	$\log W = 2,91256 \log LT - 4,92311$	13	0,97332	0,07347	225 - 235	0,43 (-)
O	$\log W = 5,32442 \log LT - 10,68330$	8	0,90543	0,05154	235 - 255	2,52 (+)
F	$\log W = 3,65269 \log LT - 6,62553$	21	0,95870	0,08062	215 - 295	2,74 (+)
M	$\log W = 3,61252 \log LT - 6,49386$	40	0,98217	0,07656	205 - 355	5,56 (+)
A	$\log W = 3,87048 \log LT - 7,11064$	14	0,99104	0,03964	195 - 265	5,83 (+)
M	$\log W = 3,03412 \log LT - 5,17894$	38	0,95060	0,09705	155 - 275	0,92 (-)
TOTAL	$\log W = 3,40941 \log LT - 6,03758$	136	0,97380	0,114661	155 - 355	6,11 (+)

Tabl. 92. - Equations mensuelles de la relation taille-poids (LT en mm ; W en g) chez les aloses mâles du lac. n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée ; t(+) : valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 3;

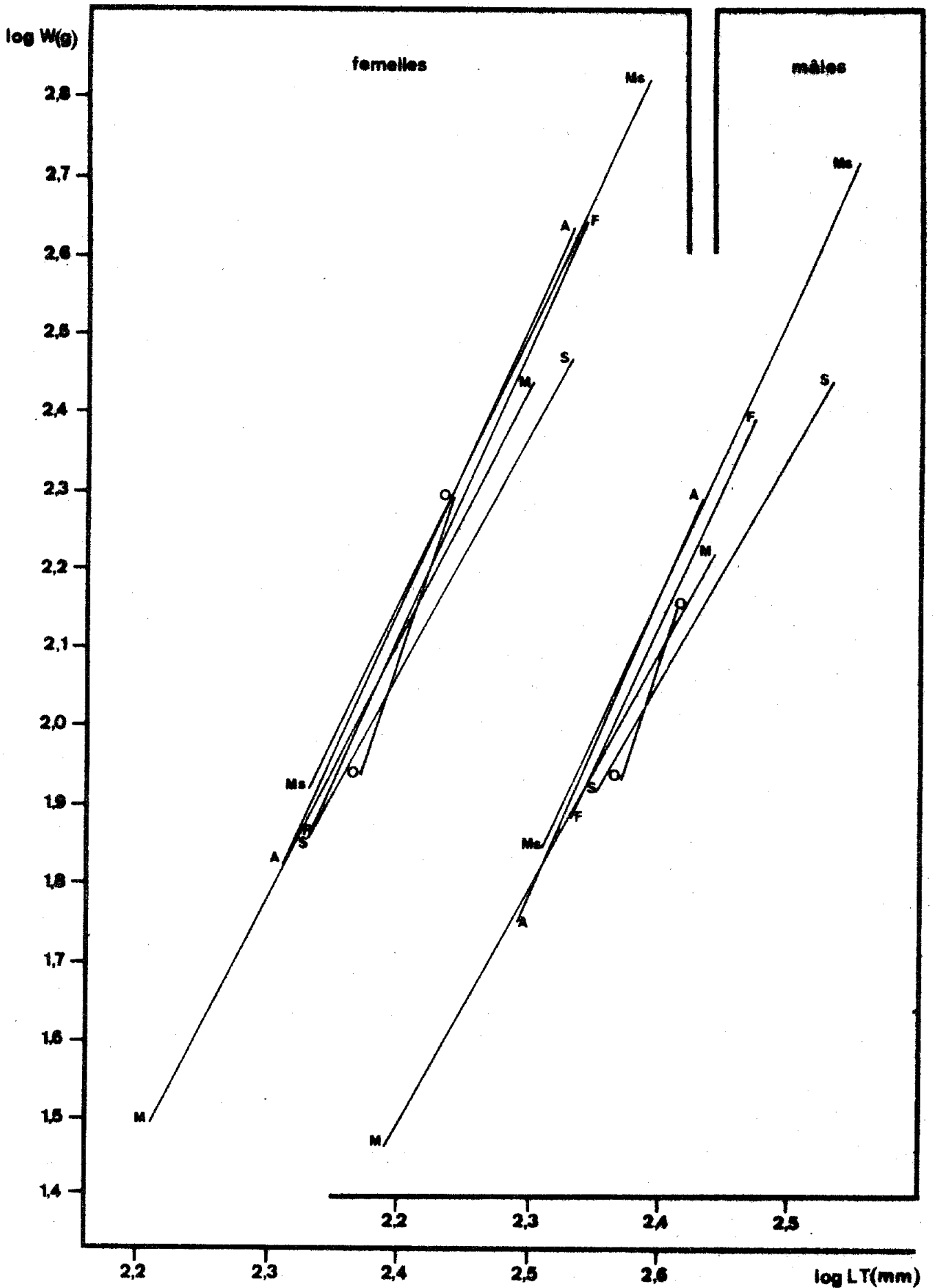


Fig. 90. - Relations mensuelles taille-poids (LT en mm ; W en g) chez l'aloise du lac. S : septembre ; O : octobre ; D : décembre ; F : février ; Ms : mars ; A : avril ; M : mai.

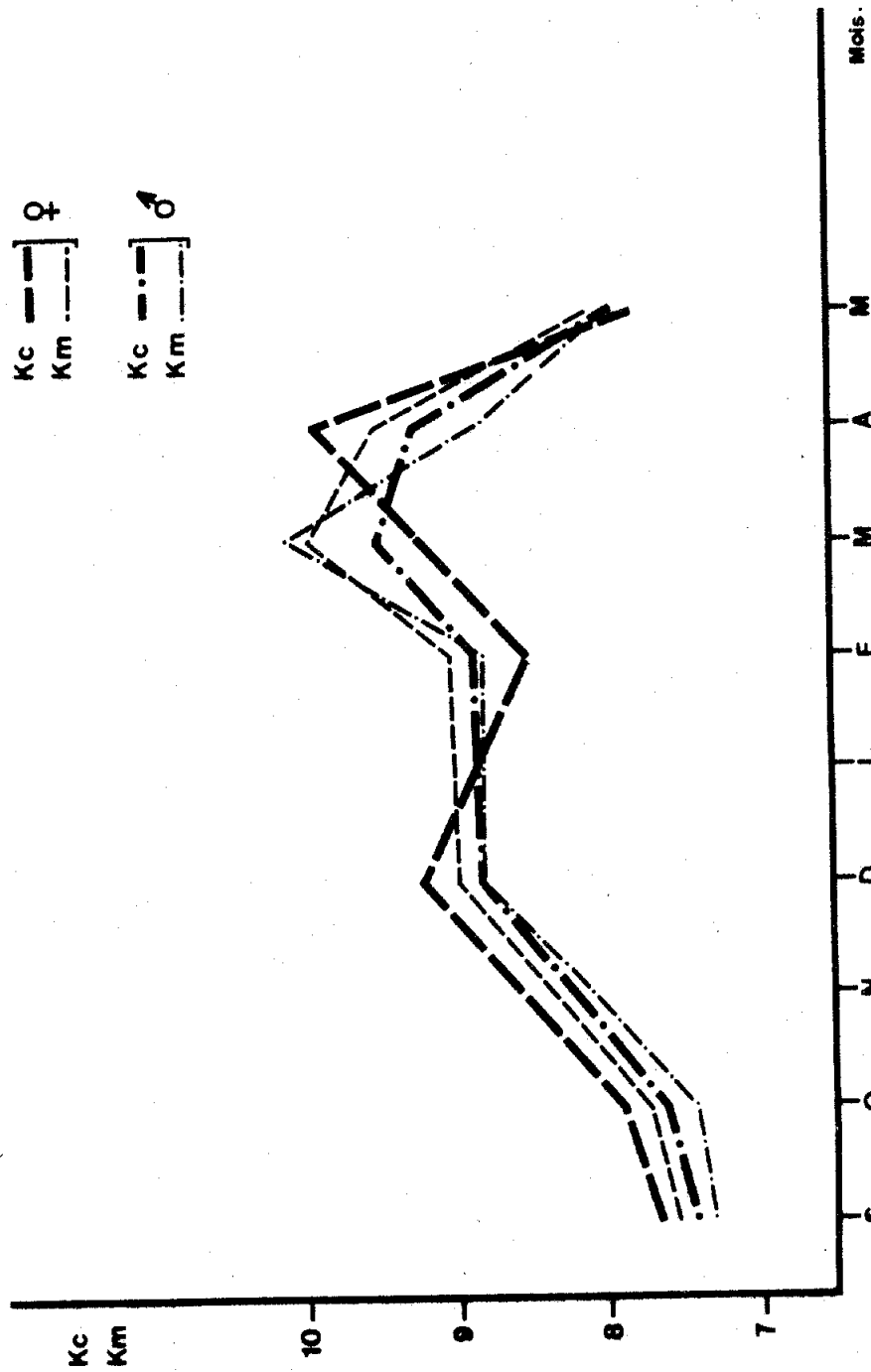


Fig. 91. - Variations en fonction des mois des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez les aloses femelles et mâles du lac.

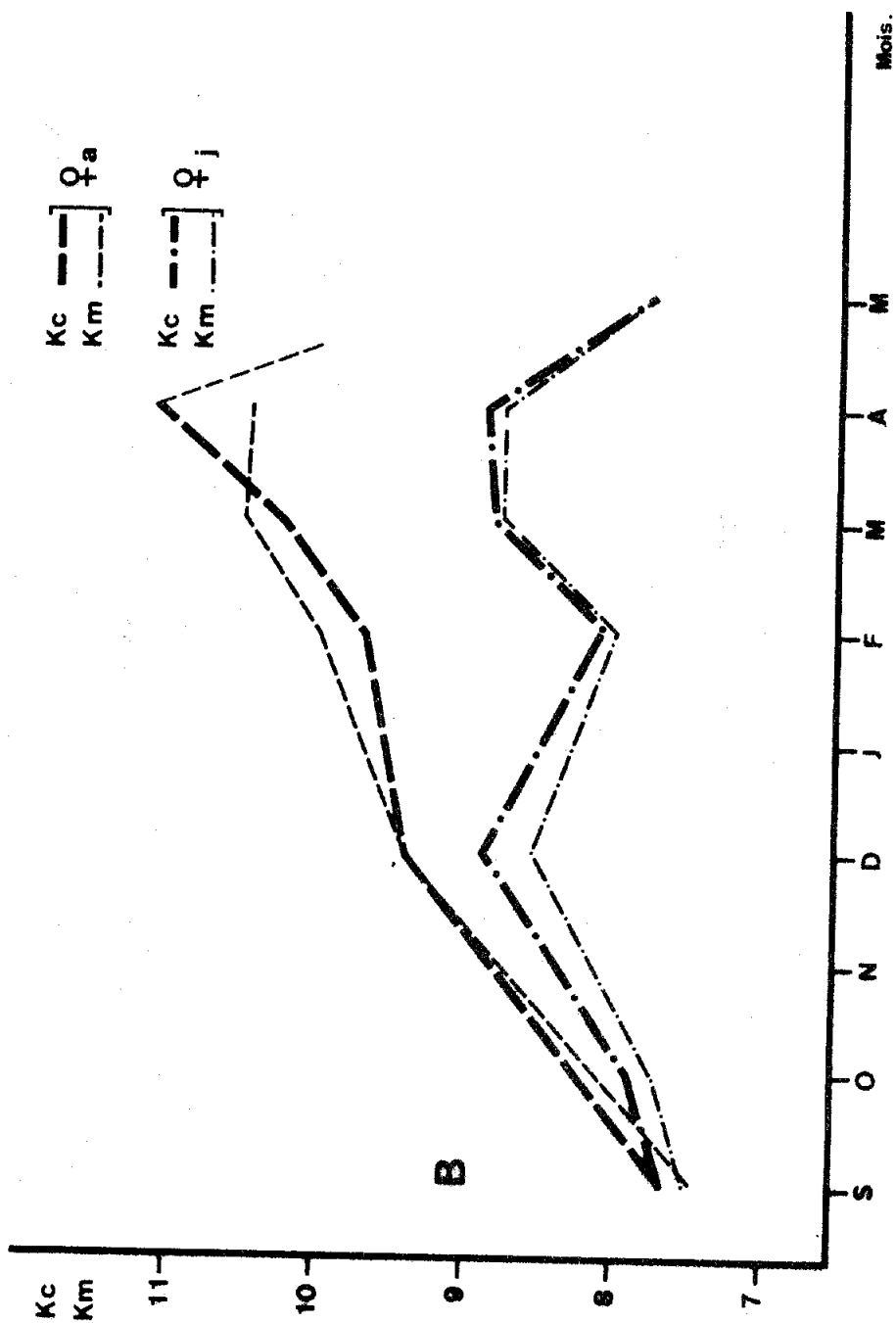


Fig. 92. - Variations en fonction des mois des coefficients composite (K_c) et moyen (K_m) de condition chez les femelles adultes et juvéniles du lac.

L'analyse mensuelle détaillée de la relation taille-poids n'a pu être complètement menée à bien en raison de l'insuffisance des effectifs mensuels et du très faible nombre d'individus juvéniles mâles. Pour cela, la comparaison entre les équations établies mensuellement, d'une part, pour les femelles (tabl.90 ; fig.90) et d'autre part, pour les mâles (tabl.92 ; fig.90) n'a pas été jugée nécessaire et l'étude séparée des juvéniles et des adultes a été limitée aux seuls individus femelles.

Femelles

Les 144 femelles étudiées se répartissent en 108 juvéniles comprises entre 165 et 275 mm de long et 36 adultes entre 285 et 385 mm, soit respectivement en pourcentage 75 et 25. La relation taille-poids est :

$$\begin{array}{ll} \text{juvéniles :} & W = 3,6161 \cdot 10^{-6} LT^{3,92862} \\ \text{adultes :} & W = 4,3959 \cdot 10^{-6} LT^{3,92862} \end{array}$$

L'allométrie est majorante dans les deux échantillons ; la pente est significativement supérieure à 3 (juvéniles: $t = 2,32$; adultes: $t = 2,05$). La comparaison des deux équations met en évidence une différence de pente ($t = 2,51$) indiquant un taux d'accroissement pondéral plus élevé chez les adultes.

D'après le tableau 91 et la figure 92, les valeurs des coefficients de condition des juvéniles sont très basses par rapport aux adultes à l'exception de septembre où elles sont égales. La condition des adultes évolue progressivement de sa valeur la plus faible, en septembre, à la plus élevée en avril. L'évolution est plus rapide entre février et avril, période correspondant au développement des gonades. En négligeant la valeur de décembre calculée d'après un effectif très réduit, nous constatons que la condition des jeunes évolue parallèlement à celle des adultes pendant toute la période

considérée. En avril, il y a une nette baisse de la condition de toutes les femelles. Les coefficients composite et moyen de condition présentent des valeurs mensuelles très voisines surtout chez les juvéniles. La chute apparente de la condition des femelles en février est provoquée par les faibles valeurs des coefficients de condition des femelles juvéniles qui sont plus nombreuses que les adultes.

Mâles

Dans les grandes lignes, la condition de l'alose mâle présente les mêmes caractéristiques que celle de la femelle (tabl.91 et 92 ; fig.90 et 91). Les valeurs extrêmes des coefficients de condition sont enregistrées en septembre pour les plus basses et en mars pour les plus élevées. La condition du mâle progresse ainsi de septembre à mars puis subit entre mars et mai une baisse très sensible.

Relation avec les facteurs écologiques

La température ne semble pas avoir un effet quelconque, du moins directement, sur l'embonpoint de l'alose étant donné la dysharmonie de leur évolution respective. Durant la période allant d'octobre à avril, marquant l'amélioration continue de la condition, la température moyenne mensuelle est très variable ; elle subit une diminution d'octobre (16,5°C) à janvier (9,5°C) puis remonte progressivement à 15°C environ en avril. Il apparaît toutefois qu'une température trop élevée (supérieure à 20°C) pourrait jouer un rôle néfaste sur la condition de l'alose ; en septembre, la température est égale à 25°C et la condition est à son niveau le plus bas ; en mai, à une température égale à 22,5°C, correspond une chute importante de la condition.

Comme pour la température, l'influence de la salinité sur la condition de l'alose est peu probable. En effet, la salinité du lac est caractérisée par de grandes variations temporelles et spatiales.

Nous constatons que l'abondance de certains éléments nutritifs tel que l'azote des nitrites et des nitrates évolue presque parallèlement avec l'amélioration de l'embonpoint de l'alose.

En fait, l'action de tous ces facteurs sur la production primaire puis secondaire se répercute sur la condition de l'alose. Celle-ci dépend essentiellement de la densité des populations de crustacés amphipodes et isopodes qui avec l'anchois constituent la nourriture de prédilection de l'alose. La chute de la condition qui s'amorce en mai et qui semble se poursuivre jusqu'en septembre est directement liée à la diminution brutale de la densité des populations animales provoquée par une mortalité estivale très forte. Par ailleurs, l'élaboration des produits sexuels ne se réalise pas aux dépens des réserves corporelles ; bien au contraire, le développement considérable des gonades en février et mars contribue à l'accroissement des valeurs des coefficients de condition.

3- Comparaison des deux populations d'alose

Nous avons vu que, chez les deux populations, la pente des équations des effectifs globaux, des effectifs des femelles et de ceux des mâles est toujours différente significativement de 3 en lui étant supérieure, indiquant, ainsi, dans tous les cas, une allométrie majorante. La confrontation des paramètres des six droites d'allométrie, prises deux à deux, montre qu'en ce qui concerne les équations des effectifs globaux et ceux des mâles, il existe une différence significative au niveau de la pente (effectif total: $t = 2,85$; mâles: $t = 2,90$). Pour ce qui est des femelles, les deux équations diffèrent significativement par leur position ($t_{pe} = 1,54$; $t_{po} = 3,82$). Autrement dit, la croissance pondérale relative est plus rapide chez l'alose du lac que chez celle des fleuves.

D'une façon générale, et comme le laisse deviner la superposition des graphiques (fig.88 et 91) représentant l'évolution annuelle des coefficients de condition durant la période considérée (septembre-octobre—avril-mai), la progression de l'embonpoint est semblable dans les deux populations d'alose. Cette amélioration est imputable d'une part aux conditions trophiques favorables et d'autre part au développement des glandes sexuelles. En fait, les fluctuations ne sont pas tout à fait synchrones chez les deux populations. La dysharmonie résulte des différences de biotope, de comportement, de taille à la première maturité sexuelle et d'époque de reproduction des deux aloses. Ainsi, à partir de 265 mm (pour les mâles) et 285 mm (pour les femelles), l'alose du lac pèse plus lourd que celle des fleuves ; ces longueurs correspondent approximativement à la taille de première maturité de l'alose du lac, laquelle est plus précoce que celle des fleuves.

D- CONCLUSION

A défaut de résoudre entièrement les divers problèmes que pose la biologie de l'alose des côtes tunisiennes, nous nous sommes borné, dans l'étude que nous venons d'exposer, à aborder seulement quelques aspects concernant la croissance, la reproduction et la condition. Devant l'impossibilité de nous procurer un matériel abondant et la complexité de certains phénomènes, comme ceux de la croissance par exemple, nous n'avons pas été toujours en mesure d'interpréter d'une manière probante et d'analyser suffisamment les aspects considérés.

Toutefois, les résultats que nous avons obtenus constituent, d'une part, une première contribution à la connaissance de la biologie de l'alose tunisienne complètement ignorée jusqu'ici et offrent, d'autre part, des indications intéressantes qui permettent de distinguer biologiquement la

population migratrice de la population sédentaire et qui confirment, de ce fait, les observations morphométriques et de distribution des rendements.

Du point de vue de l'âge et de la croissance :

- Dans les deux populations d'alose, les femelles grandissent plus rapidement que les mâles à partir d'un certain âge. Cette croissance différentielle, qui se manifeste approximativement au moment du passage des mâles de l'état juvénile à l'état adulte, devient de plus en plus importante à mesure que les poissons vieillissent. D'autre part, les femelles ont, dans l'ensemble, une plus grande durée de vie que les mâles.
- Les aloses migratrices mâles et femelles semblent grandir plus rapidement et vivent plus longtemps que les aloses sédentaires.

En ce qui concerne la sexualité et la reproduction :

- Dans les deux populations, les femelles sont plus nombreuses que les mâles, quoique dans le cas de l'alose sédentaire, la dominance des femelles ne soit pas statistiquement significative.
- Dans les deux populations, les mâles sont plus nombreux que les femelles dans les classes de taille intermédiaires, à l'inverse des femelles qui prédominent dans les grandes classes. Ce fait s'explique par une maturité et une mortalité plus précoces et une longévité plus faible des mâles.
- La diminution progressive du taux de masculinité constatée, de mars à juin, chez les aloses migratrices, correspondrait à une ségrégation spatio-temporelle des sexes induite vraisemblablement par des causes

- liées à la migration reproductrice: les mâles se rassembleraient dans les abords de l'embouchure du fleuve et entreprendraient leur migration plus tôt que les femelles. Le même phénomène a été remarqué par ROULE (1922) chez les aloses de la Seine.
- Dans les deux populations, les mâles atteignent leur première maturité à une taille et un âge plus petits que les femelles.
 - Les aloses migratrices mâles et femelles sont mûres pour la première fois à une taille plus grande et à un âge plus tardif que les aloses sédentaires.
 - L'époque de ponte est d'un mois plus tardive chez l'alose migratrice (juin) que chez l'alose sédentaire (mai).
 - Chez l'alose migratrice, les œufs seraient émis par vagues successives sans qu'il y ait phénomène de récupération au niveau des ovaires.
 - Le nombre moyen d'œufs émis par l'alose migratrice varie entre 91 000 et 269 000. Une femelle de 40 cm de longueur totale pond environ 132 000 œufs. La fécondité relative moyenne est égale à 200 œufs par gramme de poids corporel.

Pour ce qui est de l'évolution de l'embonpoint :

- Il existe chez les deux populations d'alose une amélioration continue de la condition des individus de septembre-octobre à avril-mai. Cette amélioration est due aux conditions trophiques favorables et au développement des glandes sexuelles.
- Certaines divergences entre les deux populations ont pu être mises en évidence. Elles sont imputables à des différences de biotope, de comportement, de croissance et d'époque de ponte.

- La dysharmonie constatée dans l'évolution de la condition des aloses migratrices adultes, d'une part, et juvéniles, d'autre part, est mise en relation avec le phénomène de la migration reproductrice.

III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO-MEDITERRANEENNES

A- AGE ET CROISSANCE

Comme nous l'avons déjà mentionné, les données fournies par la littérature concernant l'âge et la croissance de l'alose feinte sont assez nombreuses. Malheureusement, elles reposent toutes sur la lecture des écailles dont l'interprétation est parfois erronée, ce qui rend toute étude comparative risquée. De plus, certaines de ces estimations, comme celles, par exemple, de ROULE (1922) sur les aloses de la Seine (France) et de CLARIDGE et GARDNER (1978) sur celles du Severn (Angleterre) sont fragmentaires et insuffisantes. Malgré ces réserves et en supposant que les erreurs d'interprétation peuvent être évaluées à un an, il est possible de tirer un certain nombre de conclusions des données que nous avons retenues. Ces dernières sont consignées dans les tableaux 93 et 94 et illustrées par les figures 93 et 94. Les unes correspondent aux aloses des fleuves, les autres aux aloses des lacs.

Nous constatons de prime abord qu'il existe aussi bien chez les aloses des fleuves que chez celles des lacs, et ce, quel que soit le secteur envisagé, une croissance différentielle entre les sexes: les femelles grandissent plus rapidement que les mâles. Toutefois, cette divergence de croissance apparaît, suivant les régions, à un âge plus ou moins précoce. C'est ainsi que, d'après BOUNHIOL (1917 a) en Algérie, elle se manifeste dès la première année de vie

Auteurs	Fleuves	Sexes	Tailles calculées (LF en mm)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Claridge et Gardner, 1978	Severn	F			380	415	427				
		M		295	355						
Roule, 1922	Seine	F			358	450	410	485			
		M		223	292						
D'Ancona, 1926	Tibre	F	130	199	263	320	371	416	457	487	505
		M	124	202	268	322	365	395	414	421	
Vukovic, 1961	Neretva	F	210	275	325	372	412	453	485	515	542
		M	198	263	307	349	390	432	475	503	511
Bounhiol, 1917a	Mazafran	F	165	225	310	340	390				
		M	130	185	255	275	295				
Présent travail	Miliane-Nejerdah	F	119	206	276	331	376	411	439	461	479
		M	118	203	268	319	358	388	412	430	444

Tabl. 93. - Tailles atteintes par les aloses des fleuves aux différentes années de vie, calculées par quelques auteurs.

Auteurs	Lacs	Sexes	Tailles calculées (LF en mm)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Berg et Grimaldi, 1966	Majeur	F	134	223	277	302						
		M	132	202	232	260						
Vukovic, 1961	Skadarsko	F	209	278	332	377	416	450	484	507	529	544
		M	203	267	317	363	400	436	468	486	510	
Vukovic, 1961	Bacinsko	F	198	263	314	358	401	439	471	501		
		M	196	257	302	338	377	440	472			
Présent travail	Ichkeul	F	136	223	279	316	340	355	366			
		M	136	216	263	290	306	315	320			

Tabl. 94. - Tailles atteintes par les aloses des lacs aux différentes années de vie, calculées par quelques auteurs.

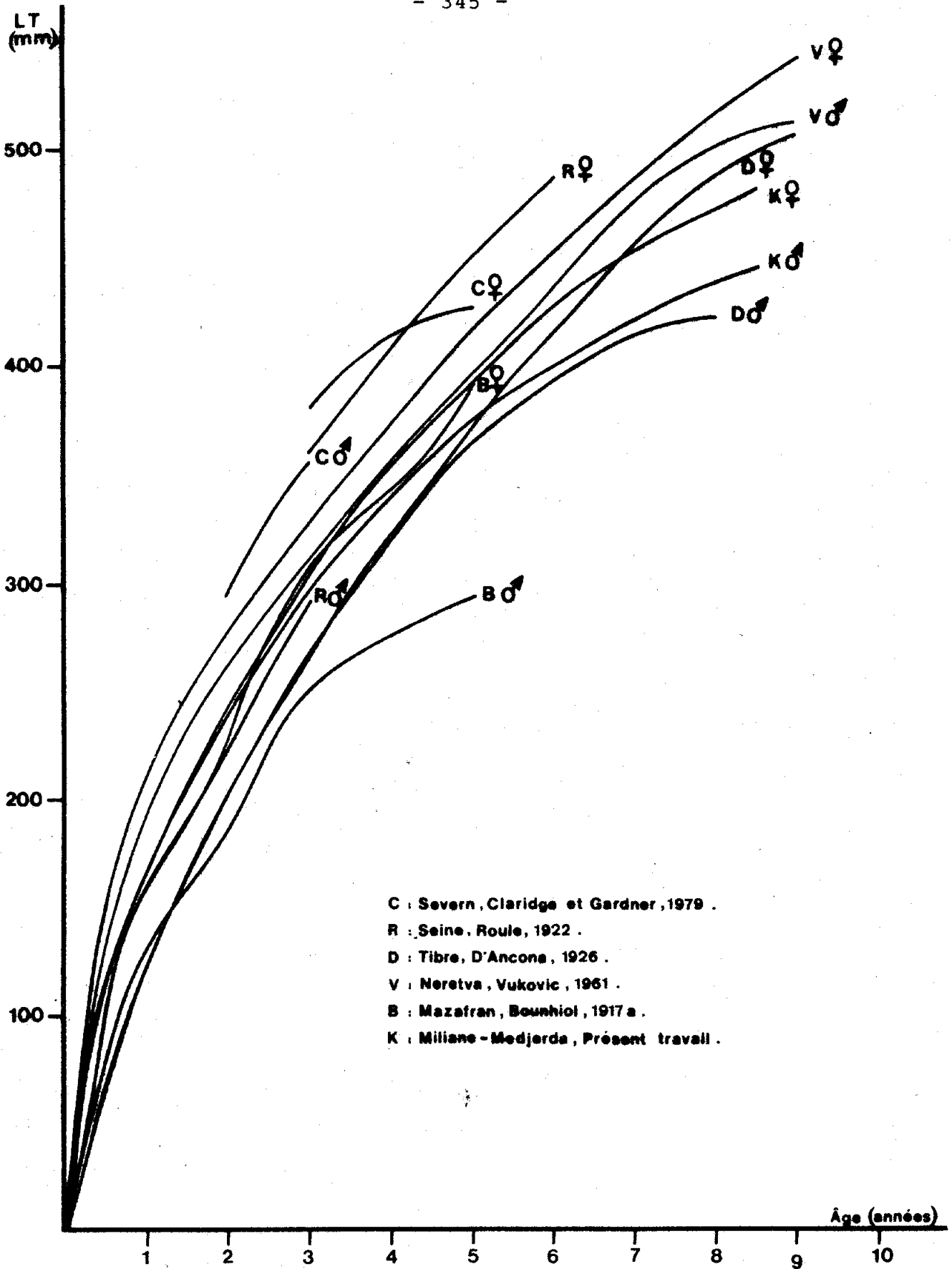


Fig. 93. - Courbes de croissance linéaire de l'alose des fleuves établies d'après les données de quelques auteurs.

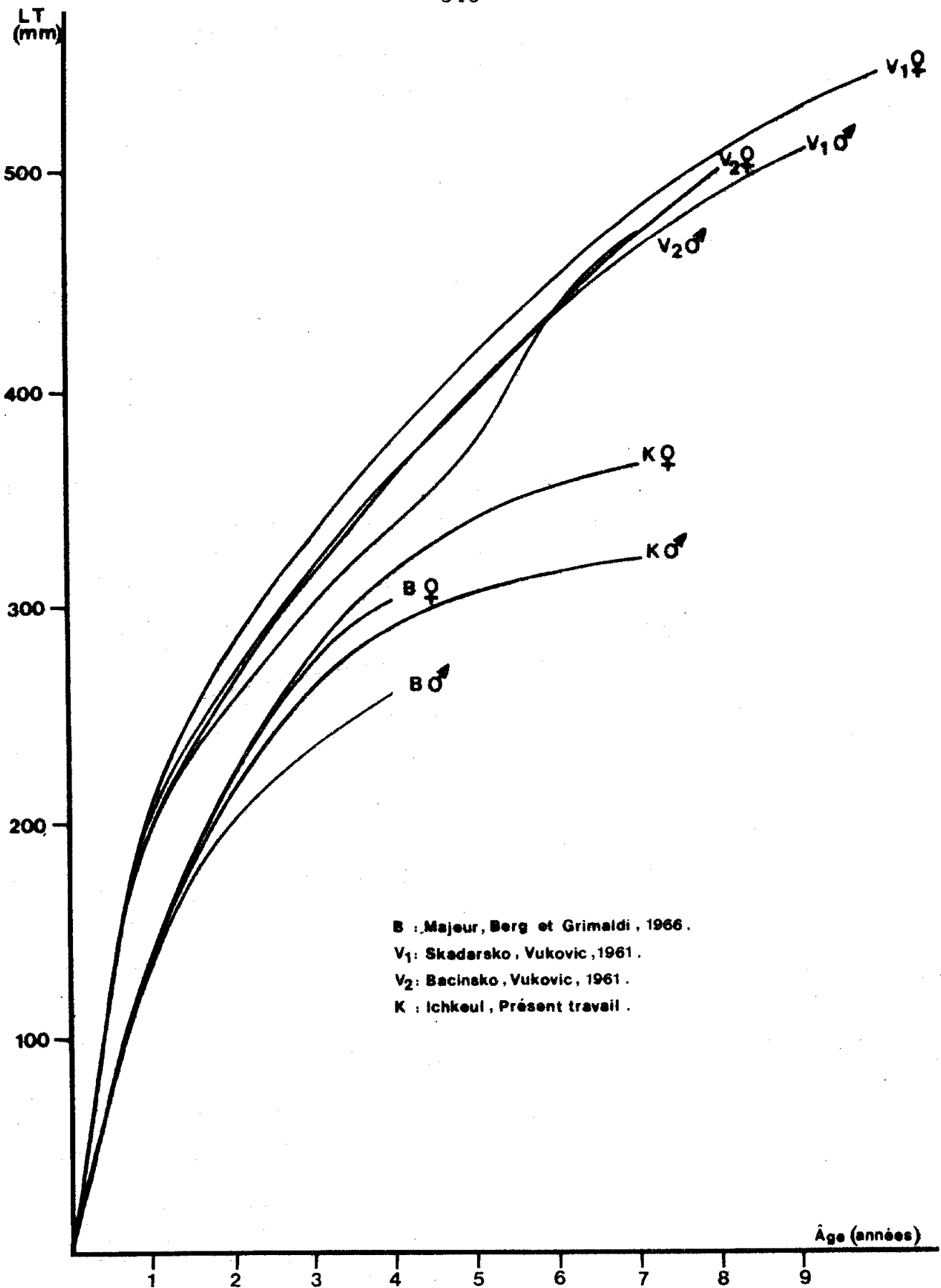


Fig. 94. - Courbes de croissance linéaire de l'aloise des lacs établies d'après les données de quelques auteurs.

(35 mm) et atteint 95 mm au bout de la cinquième année. En revanche, chez les aloses du Tibre (Italie) (D'ANCONA, 1926), la différence ne devient sensible qu'à partir de la cinquième année (6 mm) et reste relativement faible au cours des années suivantes (66 mm à la huitième année). Entre ces deux exemples extrêmes, l'ampleur de l'écart entre la croissance des femelles et de celle des mâles est, en général, modérée et survient, le plus souvent, à l'âge de 2-3 ans dans les autres régions. La réduction relative de la taille des mâles paraît résulter de leur maturité sexuelle plus précoce, sauf dans le cas des aloses d'Algérie chez lesquelles la différence de croissance a lieu même chez les individus immatures. En effet, ce phénomène, observé chez les aloses de Tunisie, a été relevé par la majorité des auteurs (ROULE, 1922 ; D'ANCONA, 1926).

Nous remarquons également que l'alose des côtes atlanto-européennes grandissent beaucoup plus rapidement que les aloses méditerranéennes. Il est très vraisemblable, en effet, que cette différence est la conséquence des conditions hydrologiques et trophiques des eaux atlantiques plus favorables au développement des aloses que celles en Méditerranée. Les valeurs relatives aux aloses des fleuves méditerranéens font apparaître que la croissance se caractérise par sa grande hétérogénéité: l'alose du Neretva (Yougoslavie) semble avoir la croissance la plus rapide (VUKOVIC, 1961) et celle du Mazafran (Algérie) la croissance la plus lente (BOUNHIOL, 1917 a). Les aloses du Tibre (Italie) (D'ANCONA, 1926), d'une part, et de la Medjerdah et du Miliane (Tunisie), d'autre part, suivent un rythme de croissance tout à fait comparable.

En ce qui concerne les aloses des lacs, les indications se rapportant aux aloses des lacs yougoslaves (Skadarsko et Bacinsko) (VUKOVIC, 1961) démontrent, d'un côté, que la croissance est du même ordre que celle des aloses du fleuve Neretva et, de l'autre, qu'elle est nettement plus rapide que celle des aloses du lac Majeur (Italie)

(BERG et GRIMALDI, 1966) et du lac Ichkeul. Les résultats obtenus par BERG et GRIMALDI (1966) et par nous-même sont concordants et mettent en évidence que la croissance des aloses des lacs est très lente comparativement à celle des aloses des fleuves.

Il existe donc de grandes divergences dans les résultats des études de la croissance des aloses. Elles sont imputables, partiellement, aux difficultés d'interprétation de la lecture des écailles, mais aussi, aux particularités hydrologiques et trophiques propres à chaque biotope. A ces particularités s'ajoute la composante génétique dont l'importance est d'autant plus grande que chacune des populations semble tributaire d'un fleuve ou d'un lac donnés.

B- SEXUALITE ET REPRODUCTION

1- Proportions numériques des sexes

Dans la littérature, il n'existe pas à notre connaissance de données précises relatives au sex-ratio de l'aloise feinte. Néanmoins, il est possible de déduire, de la lecture des travaux consacrés à la croissance et à la migration, quelques renseignements sur l'évolution des proportions des sexes en fonction de la taille et du temps, du moins chez les individus adultes.

Les femelles sont, nous l'avons dit, plus grandes que les mâles de même âge. De plus, elles vivent plus longtemps, car comme l'écrit ROULE (1922): les mâles "arrêtent leur croissance et disparaissent à l'âge même où les plus jeunes femelles commencent à pouvoir se reproduire". Aussi pouvons-nous concevoir que l'action simultanée de ces deux facteurs entraîne un accroissement du taux de féminité dans les grandes classes de taille.

Pour ce qui est de l'évolution temporelle du sex-ratio, ROULE (1922) signale qu'au début de la migration reproductrice, les mâles sont nettement plus nombreux que les femelles, à raison de trois femelles pour quatre cents mâles. Cette inégalité numérique s'atténue progressivement pour atteindre, au moment de la ponte, la proportion d'une femelle pour deux ou trois mâles. RAMEYE *et al.* (1976) font la même observation sur les aloses du Rhône dont les mâles entreprennent leur migration trois semaines ou un mois avant les femelles.

Nous avons relevé des faits semblables chez les aloses migratrices et sédentaires de Tunisie. Ajoutons que l'analyse de l'ensemble des échantillons d'aloses migratrices a montré une prédominance des femelles statistiquement significative et que cette prédominance se retrouve, d'une part, dans les petits groupes de taille (immatures) et, d'autre part, dans les plus grands.

2- Taille et âge à la première maturité

Nous avons réuni dans le tableau 95 les données des différents auteurs. Il est difficile d'en dégager des conclusions précises car les auteurs n'indiquent pas explicitement si les valeurs fournies sont des moyennes ou bien correspondent aux individus les plus petits.

A la lumière de ce tableau, nous observons que la taille de première maturité de l'alose migratrice ne semble pas très différente d'une région à l'autre, y compris la Tunisie. Il apparaît, toutefois, que les valeurs signalées par BOUNHIOL (1917 a) en Algérie sont les plus basses et qu'elles diffèrent nettement des nôtres. Notons aussi que l'alose mâle des fleuves tunisiens atteint sa première maturité sexuelle à une taille plus grande que les autres.

Auteurs	Fleuves - Lacs	Première maturité	
		Taille (en mm)	Age
Wheeler, 1969	Fleuves nord-ouest européens		F : 4 - 5 ans M : 2 - 3 ans
Claridge et Gardner, 1978	Severn (Angleterre)	F : 303,59 LS (380 LT) M : 235,55 LS (295 LT)	F : 3 ans M : 2 ans
Roule, 1922	Seine (France)	F : 358 LT M : 215 LT	F : 3 ans M : 2 ans
D'Ancona, 1927	Tibre (Italie)	F : 319,9 - 370,9 LT M : 268,2 - 322,4 LT	F : 4 - 5 ans F : 3 - 4 ans
Berg et Grimaldi, 1966	Lac Majeur (Italie)	F + M : 180 - 190 LT	F + M : 2 ans
Bounhiol, 1917a	Mazafran (Algérie)	F : 300 - 320 LT M : 250 - 260 LT	F : 3 ans M : 3 ans
Présent travail	Miliane-Medjerdah (Tunisie)	F : 365 - 395 LT M : 325 - 355 LT	F : 4 - 5 ans M : 3 - 4 ans
Présent travail	Lac Ichkeul (Tunisie)	F : 285 LT M : 165 - 215 LT	F : 3 ans M : 2 ans

Tabl. 95. - Tailles et âges de première maturité sexuelle de l'aloë feinte(mâle et femelle) d'après différents auteurs.

L'étude de BERG et GRIMALDI (1966) sur l'alose du lac Majeur ne met pas en évidence une différence quelconque entre les sexes. Une comparaison avec nos résultats sur l'alose du lac Ichkeul montre que si la taille de première maturité est la même pour les mâles, elle est, au contraire, beaucoup plus importante chez les femelles du lac tunisien.

En ce qui concerne l'âge de première maturité de l'alose migratrice, les divergences que nous constatons, seraient dues, en partie, à une interprétation différente de l'âge. Il semble tout de même que l'alose du nord-ouest européen soit dans l'ensemble, plus précoce d'un an que l'alose méditerranéenne. BOUNHIOL (1917 a) est le seul auteur à ne pas signaler de différence d'âge entre mâle et femelle.

Comme pour la taille, l'âge de première maturité de l'alose mâle du lac Ichkeul est le même que celui des aloses du lac Majeur. Cet âge est d'un an plus élevé chez les femelles du lac Ichkeul.

3- Cycle sexuel

Les premiers stades du cycle de reproduction n'ont pas fait l'objet d'une étude exhaustive de la part des chercheurs, à l'exception de LAHAYE *et al.* (1963) qui donnent des renseignements sur l'ovogenèse de l'alose marocaine.

Les auteurs sont en revanche unanimes sur l'état déjà avancé de développement des gonades au début de la migration (ROULE, 1922 ; D'ANCONA, 1927 ; CLARIDGE et GARDNER, 1978), ce qui confirme bien nos observations personnelles. La fin de la maturation rapide et la ponte ont lieu ensuite dans le fleuve. Les gonades, en se développant, atteignent des proportions considérables, aussi bien chez l'alose

migratrice tunisienne que chez celle de la Seine (ROULE, 1922) ou du Severn (CLARIDGE et GARDNER, 1978). A ce stade d'avancement du cycle sexuel, les ovaires et les testicules constituent respectivement entre 1/10 - 1/4 et 1/15 du poids total du poisson.

La période de ponte n'est pas rigoureusement fixe dans le temps et, suivant les années, elle peut être plus ou moins précoce à un mois près. La ponte a lieu presque à la même période dans l'ensemble des fleuves considérés (Severn, Seine, Tibre, Medjerdah-Miliane, Mazafran). Elle semble toutefois légèrement plus tardive dans les régions à latitude élevée que dans celles à latitude plus faible :

- à la mi-juin dans le Severn (CLARIDGE et GARDNER, 1978) ;
- de fin mai au début de juillet dans la Seine, la température étant comprise entre 19 et 22°C (ROULE, 1922) ;
- de la mi-avril à la mi-juin dans le Tibre, la température variant entre 22 et 25°C (D'ANCONA, 1927) ;
- de la mi-mars à la fin mai dans le Mazafran, la température étant comprise entre 12,8 et 23°C (BOUNHIOL, 1917 a) ;
- dans les fleuves tunisiens, entre mai et juin, la température étant de l'ordre de 22°C.

L'influence directe de la température sur le déclenchement de la ponte est donc indéniable comme l'affirme la concordance de toutes ces observations. Une température de 19 à 22°C pour l'alose atlantique et de 22-25°C pour l'alose méditerranéenne paraît ainsi décisive dans le déroulement de la ponte. Quant au déphasage dans la période de ponte relevé entre les aloses de Tunisie et d'Algérie, il aurait pour cause la réaction plus tardive des eaux fluviales tunisiennes - du fait de leur masse relativement importante - à l'augmentation de la température atmosphérique.

Pour ce qui est de l'alose des lacs, nous notons deux différences principales entre le lac Ichkeul et le lac Majeur:

- les processus d'élaboration des produits sexuels se déroulent pendant une période plus longue chez l'alose de l'Ichkeul, s'étendant de janvier à avril, alors que dans le lac Majeur, le développement des gonades se fait au cours de deux mois seulement (mai-juin) ;
- la ponte de l'alose du lac Majeur survient en juillet, enregistrant ainsi deux mois de retard par rapport à l'alose de l'Ichkeul.

Sans exclure le rôle de la température dans le déclenchement de la ponte, BERG et GRIMALDI (1966) expliquent que le développement très rapide des gonades, d'une part, et le retard dans l'émission des produits sexuels, d'autre part, dépendent directement des disponibilités en nourriture de l'alose. En effet, celle-ci est planctonophage et a besoin, pour faire face aux exigences à la réalisation du cycle de reproduction, d'une grande quantité de zooplancton nécessaire à l'élaboration des réserves lipo-protéiques. La quantité optimale de zooplancton dans le lac Majeur n'est atteinte qu'en mai, provoquant ainsi un brusque développement des gonades en mai-juin.

Contrairement à l'alose du lac Majeur, l'alose de l'Ichkeul est piscivore et carcinivore (anchois, isopodes, amphipodes). Les mécanismes du cycle reproducteur ne sont pas tributaires, du moins directement, d'une éventuelle poussée planctonique quelconque. Par ailleurs, comme pour l'alose migratrice, la ponte a lieu à une température égale à 22,5°C.

4- Fécondité

Sans fournir de renseignements précis sur la fécondité de l'alose, les auteurs s'accordent sur le nombre extrêmement élevé des oeufs émis par les femelles. Pour BOUNHIOL (1917 a) la fécondité varie avec l'âge. Le nombre d'oeufs est compris entre 30 000 et 60 000 chez les femelles de trois ans et dépasse 150 000 chez celles de cinq ans longues de 38-40 cm. Ces valeurs sont très voisines des nôtres, puisque pour une taille de 40 cm, nous trouvons un nombre moyen de 132 000 oeufs.

RAMAYE *et al.* (1976) trouvent des ovules de différentes grosseurs et émettent l'idée que les femelles lâchent leurs oeufs en plusieurs fois, ce qui correspond parfaitement à nos observations personnelles.

C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION

Les observations faites par les auteurs sur la condition de l'alose sont pour la plupart qualitatives, à l'exception de quelques indications chiffrées fournies par BERG et GRIMALDI (1966) sur l'alose du lac Majeur et par CLARIDGE et GARDNER (1978) sur l'alose du Severn. Ces derniers ont établi une équation générale taille-poids dans laquelle il est tenu compte du poids somatique. Celles que nous avons calculées pour les aloses de Tunisie sont basées sur le poids du poisson entier. De ce fait, les deux types d'équations ne peuvent être comparés.

Pour ce qui est des variations annuelles de l'embonpoint, les auteurs signalent que l'alose migratrice cesse de se nourrir et de croître au cours de son séjour dans le fleuve et qu'elle y vit sur les réserves qu'elle a pu accumuler dans les eaux marines. Tant qu'elle se maintient dans l'eau douce, elle maigrit régulièrement, perdant ainsi,

au moment de sa descente en mer, jusqu'à 40 % de son poids initial (RAMEYE *et al.* 1976).

D'après ROULE (1922) et D'ANCONA (1926), une deuxième période d'arrêt de croissance se déroule dans la mer en saison hivernale, se situant plus précisément entre décembre et janvier pour l'alose du Tibre. Il y a donc, selon D'ANCONA (1926), deux périodes d'arrêt de croissance alternées par deux périodes d'accroissement ; celles-ci ayant lieu en mer.

Pour l'alose de la Seine, ROULE (1922) ne relève qu'une seule période de croissance qui s'accomplit exclusivement pendant la saison estivale, après la descente en mer des reproducteurs. L'auteur considère que la descente s'opère immédiatement après la ponte et que l'alose dispose, dans ces conditions, d'un temps suffisamment long pour pouvoir grandir et engraisser.

BOUNHIOL (1917 a) aboutit à des conclusions analogues. Il écrit que l'alose du Mazafran regagne la mer juste après avoir pondu et que l'accumulation abondante des réserves graisseuses s'effectue de septembre à décembre à l'exception des autres mois.

Il convient de remarquer que, contrairement à l'alose de la Seine qui pond en juin, celle du Mazafran émet ses produits sexuels un mois plus tôt (mai). Elle dispose, par conséquent, d'un délai plus long que l'alose de la Seine pour profiter des conditions estivales favorables à sa croissance. Il est bien évident, par ailleurs, que les aloses dont le retour en mer a lieu longtemps après la ponte, ne peuvent grandir et engraisser en été. C'est le cas des aloses de Tunisie qui ne quittent les fleuves qu'à la fin de l'été. C'est aussi celui des aloses du Rhône dont "la redescente massive des reproducteurs s'effectue essentiellement au début de l'automne avec les premières fortes crues" (RAMEYE *et al.* 1976).

Nous avons montré que l'alose de Tunisie se retrouve en mer, en automne, dans un état d'épuisement extrême. Son embonpoint va s'améliorer progressivement d'octobre à mai jusqu'à sa montée reproductrice. Les rudes conditions hivernales lui sont plus supportables que celles qu'elle a connues dans les fleuves et ne perturbent que très faiblement la reprise de sa croissance relative en poids. En revanche, l'embonpoint des juvéniles subit une régression sous l'action de ces mêmes conditions hivernales.

Quant à l'alose des lacs, BERG et GRIMALDI (1966) ont mis en évidence chez l'alose du lac Majeur que le coefficient de condition varie en fonction des facteurs écologiques généraux, en particulier les facteurs trophiques, et présente deux maxima : l'un au printemps, l'autre à la fin de l'été. Chez l'alose de l'Ichkeul, les coefficients de condition augmentent de septembre à avril et subissent une diminution marquée à partir de mai.

IV- CONCLUSION

Cette étude a permis d'acquérir un certain nombre de précisions sur la biologie des aloses migratrices et sédentaires de la Tunisie et de mettre en évidence les divergences existant entre les deux populations tunisiennes, d'une part et, entre celles-ci et les autres populations atlanto-méditerranéennes, d'autre part. La nature et l'ampleur de ces divergences sont variables selon l'aspect biologique envisagé et semblent étroitement liées à la diversité des biotopes, mais parfois aussi à l'insuffisance de certains résultats due aux difficultés d'estimer avec certitude certains paramètres biologiques.

En résumé, les points essentiels permettant de distinguer les deux populations tunisiennes consistent dans le fait que les aloses migratrices vivent plus longtemps et

atteignent des dimensions beaucoup plus importantes que les aloses sédentaires. De plus, leur première maturité sexuelle survient à un âge plus tardif et à une taille plus grande.

Pour ce qui est des autres secteurs, il apparaît que, du point de vue de la croissance, les aloses migratrices atlanto-européennes grandissent plus rapidement que les aloses méditerranéennes. Celles-ci sont très hétérogènes ; en particulier, les aloses yougoslaves présentent le rythme de croissance le plus rapide et les aloses algériennes, le rythme le plus lent. En Méditerranée, les aloses des lacs ont un taux de croissance beaucoup plus faible que les aloses des fleuves, à l'exception des aloses yougoslaves dont la croissance est semblable à celle des aloses des fleuves de la même région.

La taille et l'âge de première maturité de l'aloise migratrice présentent de faibles différences d'un secteur à l'autre. L'aloise atlantique serait toutefois d'un an plus précoce que l'aloise méditerranéenne.

A quelques semaines près, la ponte a lieu à la même époque de l'année (mi-mars-début juillet) dans les différents secteurs considérés. Elle paraît cependant, légèrement plus tardive dans les hautes latitudes. L'émission des œufs s'effectue lorsque la température des eaux atteint 19-22°C dans les fleuves nord-est-atlantiques et 22-25°C dans les fleuves méditerranéens.

La croissance et l'engraissement de l'aloise se déroulent en mer pendant la belle saison tandis que l'amai-grissement a lieu dans les fleuves lors de la remontée re-productrice. Il apparaît, toutefois, des observations des auteurs, que la durée et le nombre exact de périodes d'engrais-sement varient suivant les secteurs et semblent dépendre de la longueur de séjour des aloses dans les fleuves.

La Sardinelle plate

Sardinella maderensis (Lowe, 1841)

I- INTRODUCTION

Du point de vue biologique, les recherches concernant la sardinelle plate de Tunisie sont inexistantes si l'on exclut la note de HELDT (1950) dans laquelle l'auteur donne quelques indications sur la période de reproduction. Nous tâcherons, dans les paragraphes suivants, de pallier ces lacunes en abordant quelques phénomènes biologiques des individus des populations du golfe de Tunis et de comparer nos résultats à ceux obtenus par les chercheurs dans les autres régions méditerranéennes et dans le sud-est-atlantique.

II- DONNEES SUR LES SARDINELLES PLATES DE TUNISIE

A- AGE ET CROISSANCE

1- Scalimétrie (tabl.96 à 100 ; fig.95)

Nous ne reviendrons pas sur la description des écailles dont l'étude est réalisée par de nombreux auteurs, à commencer par CUVIER et VALENCIENNES (1847) qui ont donné à cette espèce le nom de "*granigera*" à cause des perforations situées sur le champ postérieur de l'écaille. Nous rappelons simplement que les écailles sont grandes, épaisses et très adhérentes. Elles sont ornées de stries transversales dont la première, rectiligne et continue, semble partager l'écaille en deux.

En Méditerranée, la lecture des écailles est relativement facile. Déjà, FAGE (1920) est surpris de trouver sur les écailles de spécimens provenant d'Egypte, des anneaux de croissance parfaitement lisibles. De son côté, DIEUZEIDE (1950) note que les stries hivernales sont franchement marquées sur les écailles des sardinelles d'Algérie.

Par ailleurs, l'époque de ponte étant limitée, la date de naissance des poissons peut être évaluée au mois près. Mais alors qu'en Méditerranée, la méthode scalimétrique ne pose pas de problèmes particuliers chez *Sardinella maderensis*, elle devient presque inutilisable dans les mers tropicales où les saisons sont peu tranchées: au Sénégal (POSTEL, 1955) et à Pointe-Noire (GUENO et LE GUEN, 1968). D'autre part, comme dans ces régions la reproduction s'effectue uniformément durant toute l'année, il est difficile de déterminer la date de naissance des individus.

Les écailles des spécimens étudiés sont lisibles dans environ 40 % des cas. Les zones d'arrêt de croissance sont reconnaissables et bien distinctes surtout les trois premières années. Au delà, elles deviennent difficiles à séparer à cause du faible accroissement annuel. Pour cette même raison d'ailleurs, il n'a pas été possible de suivre l'accroissement marginal et de déterminer l'époque de formation des anneaux d'arrêt de croissance, la grande majorité des poissons examinés étant déjà âgés d'au moins trois ans. Toutefois, la régularité et la constance de l'importance relative des anneaux ne laissent aucun doute quant à leur périodicité.

La relation allométrique entre le rayon de l'écaille grossie 16 fois et la longueur totale du poisson exprimés en mm est décrite par les équations (tabl.96) calculées par la méthode des moindres rectangles. La comparaison des deux premières équations montre que la croissance relative des écailles est sensiblement la même dans les deux groupes définis précédemment. Seule est représentée graphiquement (fig.95) l'équation correspondant à l'effectif total (groupe 1 + 2). Dans le calcul de l'âge, nous avons appliqué à chacun des groupes de poissons l'équation correspondante.

	Equations	n	r	2dy	LT
1er groupe	$l = 0,329 \text{ LT} - 6,288$	240	0,986	1,802	157 - 252
2e groupe	$l = 0,322 \text{ LT} - 5,436$	65	0,986	1,480	162 - 232
1er + 2e groupe	$l = 0,322 \text{ LT} - 4,994$	523	0,970	2,710	152 - 252

Tabl. 96. - Relations entre la longueur du rayon de l'écaille agrandie 16 fois (l en mm) et la longueur totale de la sardinelle plate (LT en mm). n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée.

Classes de taille	1er anneau		2e anneau		3e anneau		4e anneau		5e anneau		6e anneau	
	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT
152												
157	1	92,47	1	130,64								
162	1	93,54	1	132,25								
167	5	95,42	5	134,17	1	159,20						
172	6	96,97	6	136,57	2	161,54						
177	3	97,52	3	135,23	1	162,02						
182	7	95,30	7	140,58	3	167,44						
187	10	101,20	8	142,38	5	168,56						
192	18	100,23	17	142,50	14	166,52	3	189,09				
197	17	102,08	17	142,74	16	169,60	8	191,22				
202	21	100,93	20	140,00	20	169,05	15	189,03				
207	20	102,14	20	143,02	20	170,23	17	192,19	4	206,67		
212	25	102,57	23	143,08	23	170,36	22	192,40	12	207,28		
217	47	100,87	44	141,16	41	169,78	37	190,82	19	205,94	6	216,98
222	32	100,41	31	140,92	27	167,25	26	190,21	23	205,78	9	220,50
227	13	100,50	13	139,25	11	165,43	10	188,12	10	203,02	7	217,52
232	9	101,08	9	141,19	9	168,50	8	190,97	6	206,79	5	221,26
237	2	103,48	2	140,31	2	170,99	2	194,02	1	209,37	1	224,70
242	1	102,72	1	136,75	1	170,87	1	198,67	1	207,97		
247	1	106,49	1	147,06	1	175,13	1	200,10				
252	1	105,25	1	146,73	1	181,82	1	207,34	1	216,92	1	236,04
	240	100,75	230	141,10	198	168,77	151	191,00	77	206,03	29	219,87
T.A.A.			40,35		27,67		22,23		15,03		13,84	

Tabl. 97. - Tailles (longueur totale LT en mm) des sardinelles plates du premier groupe atteintes à la formation de chacun des six premiers anneaux. n : effectif ; T.A.A : taux d'accroissement absolu (en mm).

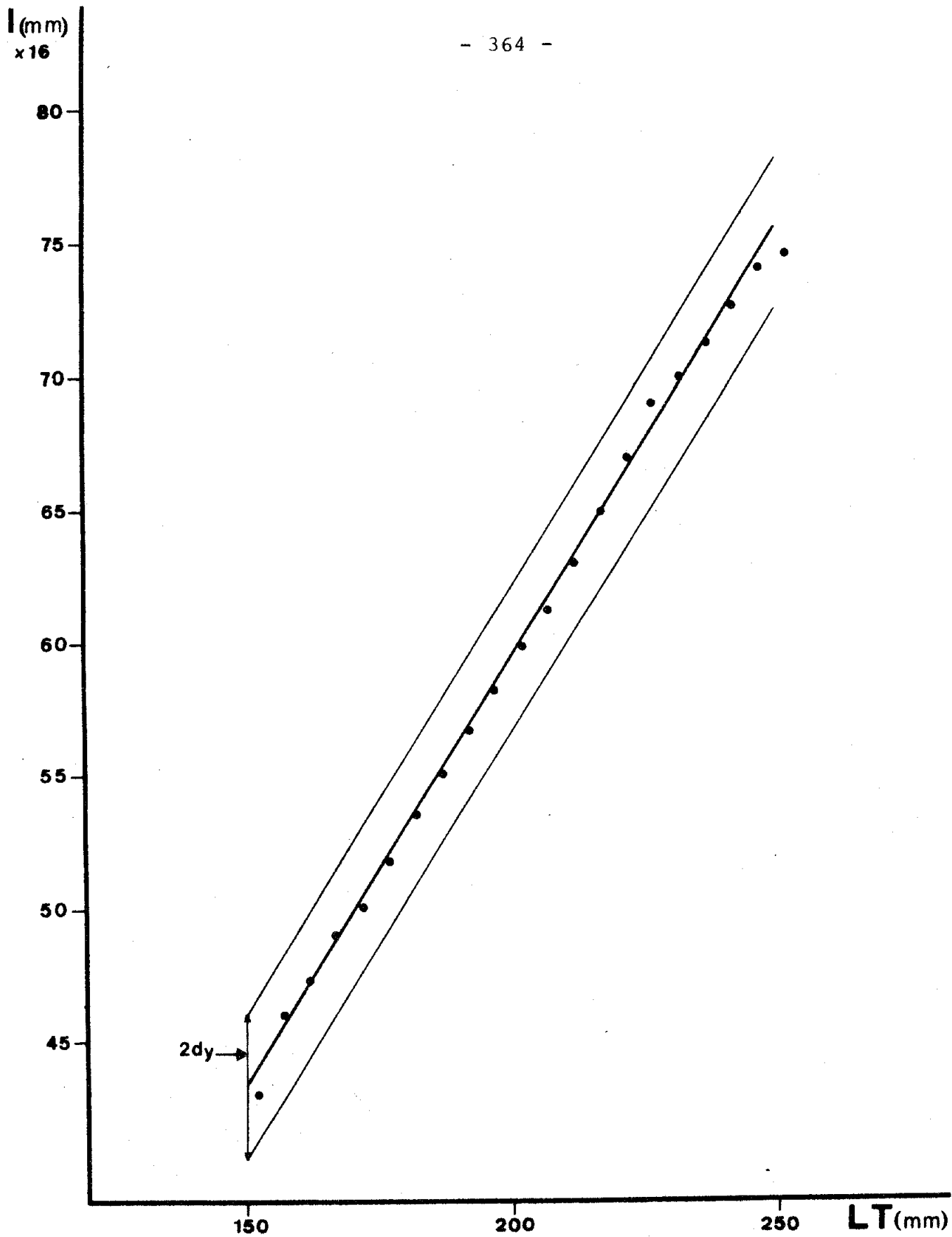


Fig. 95. - Relation entre la longueur du rayon de l'écaïlle agrandie 16 fois (l en mm) et la longueur totale de la sardinelle plate (LT en mm).

Classes de taille	1er anneau		2e anneau		3e anneau		4e anneau		5e anneau		6e anneau		7e anneau	
	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT
152	1	94,83	1	136,10										
157	2	93,90	2	132,31										
162	4	92,96	4	137,17										
167	9	94,89	9	135,76	1	160,84								
172	13	97,10	12	137,47	4	163,73								
177	19	97,47	15	136,35	7	163,51								
182	20	95,61	18	140,14	12	166,93								
187	34	96,48	32	142,35	24	167,74	5	187,56						
192	40	98,19	38	142,66	33	167,16	11	159,24						
197	48	100,61	44	140,54	42	168,95	20	191,17						
202	47	100,33	46	140,08	44	168,98	36	190,33						
207	46	99,68	45	141,10	43	169,13	40	191,91	7	205,99				
212	51	100,89	45	141,57	43	169,69	39	191,98	18	207,02				
217	73	99,24	68	140,14	62	168,95	56	191,14	32	206,27	7	217,12		
222	49	98,53	48	139,61	43	167,21	38	190,11	29	205,90	11	220,57		
227	30	98,96	27	139,15	25	166,55	22	189,80	15	204,87	9	220,00		
232	23	99,62	23	139,86	21	167,46	17	191,95	9	206,74	5	221,65	1	226,00
237	12	99,77	12	141,26	11	168,79	7	193,28	3	208,39	3	222,93	3	229,14
242	2	101,42	2	138,90	2	168,54	1	196,67	1	206,02	-	-	-	-
247	2	101,48	2	143,71	2	170,28	1	196,86	-	-	-	-	-	-
252	2	104,37	2	145,61	2	178,92	2	201,14	2	212,24	2	229,70	2	231,29
T.A.A.	523	98,99	495	140,36	421	168,26	295	191,11	116	206,27	37	220,60	6	229,33
			41,37		27,90		22,85		15,16		14,33		8,73	

Tabl. 99. - Tailles (longueur totale LT en mm) des sardinelles plates (1er + 2e groupes) atteintes à la formation de chacun des sept premiers anneaux. n : effectif T.A.A : taux d'accroissement absolu (en mm).

Classes de taille	1er anneau		2e anneau		3e anneau		4e anneau		5e anneau	
	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT
162	1	92,46	1	143,89						
167	1	96,71	1	142,77						
172	1	96,03	1	140,38	1	168,86				
177	1	96,96	1	133,90	1	164,70				
182	6	98,38	6	143,80	6	168,02				
187	7	93,73	7	144,98	7	168,40	1	186,95		
192	8	97,89	7	142,49	7	166,78	3	190,64		
197	10	101,95	10	140,45	10	169,33	3	194,89		
202	10	103,32	10	142,31	8	169,36	8	193,96		
207	6	99,25	5	142,31	5	168,86	5	191,10	1	205,32
212	7	102,79	7	145,32	7	172,15	4	194,67	3	210,09
217	4	100,18	4	143,77	4	171,03	2	195,94	2	209,96
222	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
227	1	100,93	1	142,96	1	167,00	1	195,01		
232	2	102,94	2	141,35	2	169,02	1	195,17		
	65	99,81	63	142,74	59	169,05	28	193,12	6	209,25
T.A.A.			42,93		26,31		24,07		16,13	

Tabl. 98. - Tailles (longueur totale LT en mm) des sardinelles plates du deuxième groupe atteintes à la formation de chacun des cinq premiers anneaux. n : effectif ; T.A.A : taux d'accroissement absolu (en mm).

L'âge est étudié d'après l'examen de 240, 65 et 523 individus appartenant respectivement au premier et au deuxième groupe et à l'effectif total (tabl.97-98-99). Dans ce calcul, il n'a pas été tenu compte des sexes, car l'analyse préliminaire n'a pas permis de déceler de différence notable entre la croissance des femelles et celle des mâles.

Pour les deux groupes de poissons, la ponte ayant lieu en juillet-août-septembre, si l'on admet que les anneaux d'arrêt de croissance se forment durant l'hiver (janvier-février), les longueurs des individus atteintes aux différents âges exprimés en mois, et groupées dans le tableau 100, permettent de constater que la croissance est strictement la même dans les deux groupes durant les 54 premiers mois de vie.

2- Analyse des distributions de fréquence de longueur
(tabl.101 et 102 ; fig.96)

L'analyse a porté sur 351 individus mâles et femelles des deux groupes pêchés au cours de juillet-août-septembre. De longueur totale comprise entre 157 et 247 mm, ils sont rassemblés en classes de 5 mm (tabl.101 ; fig.96).

La décomposition a permis de mettre en évidence l'existence de quatre sous-populations distinctes dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau 102. A l'exception de la quatrième sous-population définie d'après un très faible effectif, les longueurs moyennes obtenues pour les trois autres sont très proches de celles calculées par le modèle de Von Bertalanffy, lesquelles correspondent respectivement aux 3^e, 4^e, 5^e et 6^e années entières de vie, la ponte ayant lieu en été.

Age en mois	1er groupe LT en mm	2è groupe LT en mm	1er + 2è groupe LT en mm
6	100,75	99,81	98,99
18	141,10	142,74	140,36
30	168,77	169,05	168,26
42	191,00	193,12	191,111
54	206,03	209,25	206,27
66	219,87	-	220,66
78	-	-	229,33

Tabl. 100. - Tailles (longueur totale en mm) des sardinelles plates atteintes aux différents âges exprimés en mois.

Classes de taille LT	157	162	167	172	177	182	187	192	197	202	207	212	217	222	227	232	237	242	247
Effectif	1	1	3	5	4	23	34	53	52	53	32	24	17	21	18	5	1	2	2

Tabl. 101. - Distribution de fréquence de taille (longueur totale LT en mm) des sardinelles plates pêchées en juillet-août-septembre.

Sous-population	L_3	L_4	L_5	L_6
Longueur moyenne	174	200	221	244,5
Longueur limite	157 - 187	177 - 222	207 - 232	232 - 247
Ecart-type	6,32	10,82	6,08	5,80
Proportion	4,4 %	72,4 %	21,3 %	1,8 %
Effectif	15	255	75	6
Longueur théorique (Von Bertalanffy)	181	200	214,3	224,8

Tabl. 102. - Résultats de la décomposition des distributions de fréquence de longueur de la sardinelle plate obtenus par application de la méthode de Bhattacharya et tailles (longueur totale L en mm) calculées par le modèle de Von Bertalanffy.

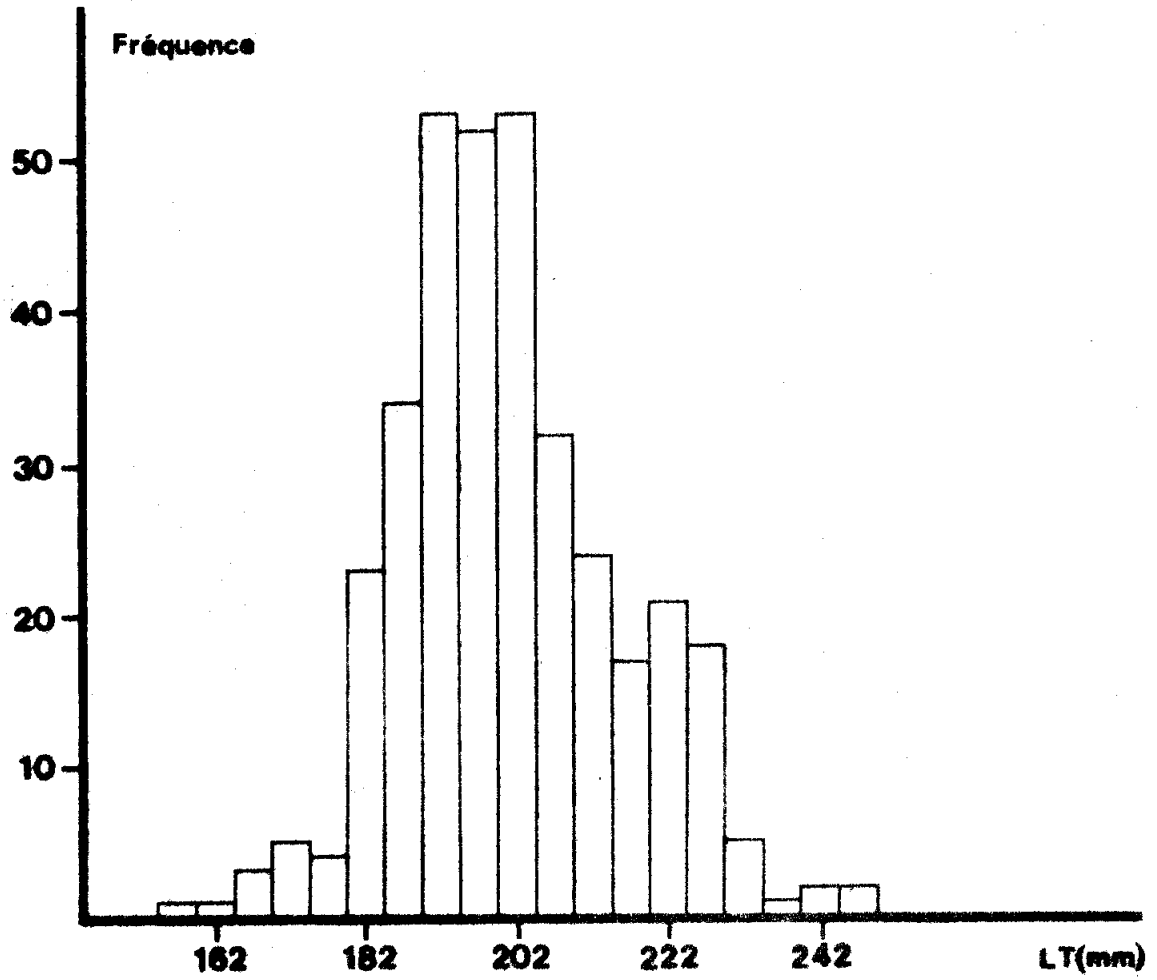


Fig. 96. - Histogramme de fréquence de longueur de la sardinelle plate pêchée en juillet-août-septembre.

3- Etude théorique de la croissance
(tabl.102 à 104 ; fig.97 et 98)

a) Croissance linéaire

Les équations des droites de Walford, calculées par la méthode des moindres carrés sont pour :

$$1^{\text{er}} \text{ groupe: } L_{t+1} = 0,744 L_t + 65,175$$

$$2^{\text{e}} \text{ groupe: } L_{t+1} = 0,724 L_t + 69,085$$

$$1^{\text{er}} + 2^{\text{e}} \text{ groupe: } L_{t+1} = 0,742 L_t + 65,823$$

Les valeurs des paramètres des équations de Von Bertalanffy sont les suivantes :

	1 ^{er} groupe	2 ^e groupe	1 ^{er} + 2 ^e groupe
L_{∞} :	254,59 mm	255,31 mm	255,13 mm
k :	0,296	0,323	0,298
t_0 :	- 1,186	- 0,921	- 1,147

L'application de ces dernières équations montre que les longueurs atteintes au cours des dix années et demi de vie sont identiques pour les deux groupes 1 et 2 (tabl. 103). La figure 97 représente les valeurs obtenues d'après l'équation de l'effectif total (groupe 1 + 2) ainsi que les accroissements annuels moyens.

Les résultats calculés par application du modèle théorique et par la lecture des écailles concordent étroitement, ce qui confirme l'adaptation parfaite de l'équation de Von Bertalanffy aux phénomènes de la croissance de *Sardinella maderensis*.

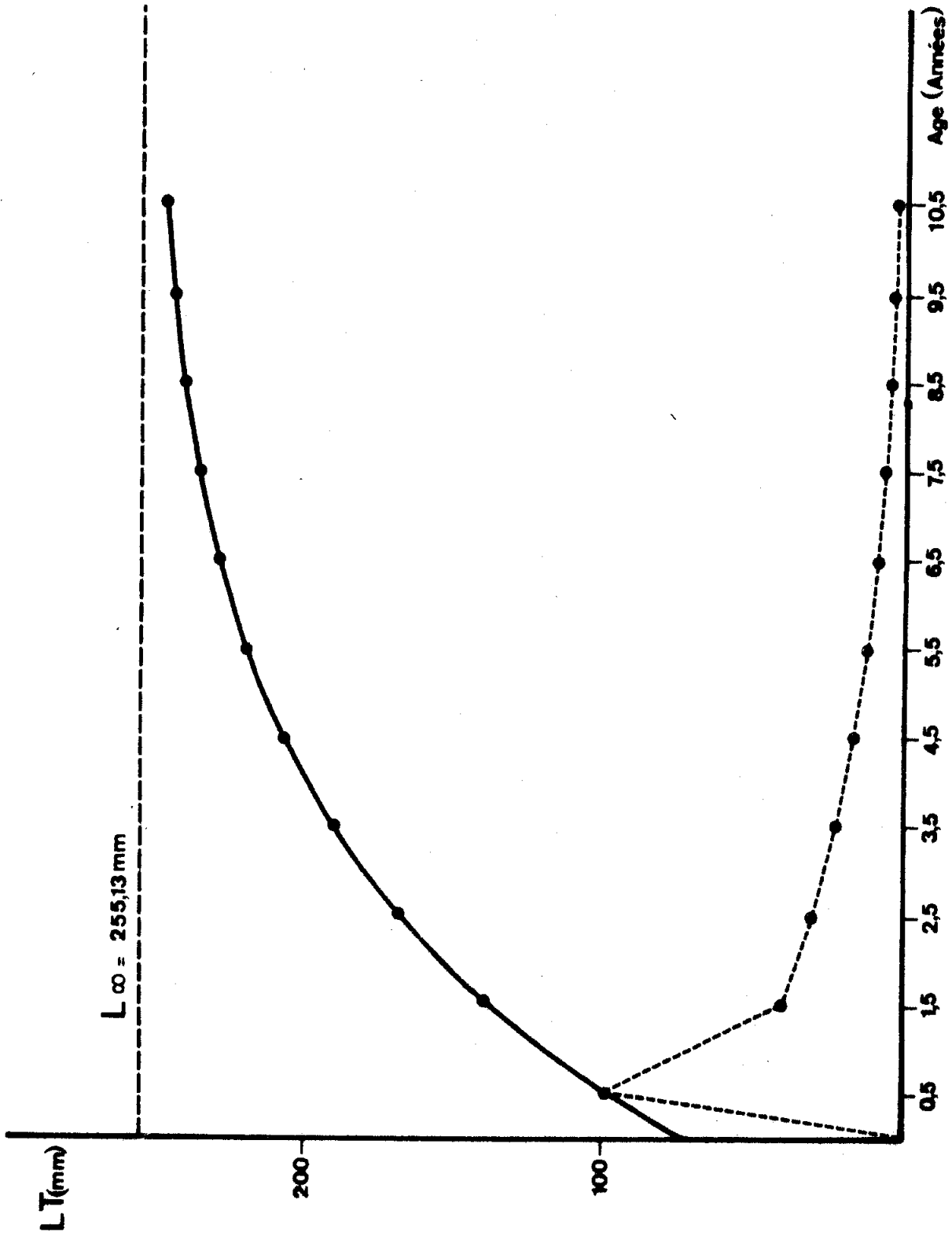


Fig. 97. - Courbe de croissance linéaire théorique (—) et taux d'accroissement absolu (-----) de la sardinelle plate. LT : longueur totale en mm.

Age (années)	groupe 1		groupe 2		gr. 1 + 2	
	LT	TAA	LT	TAA	LT	TAA
0,5	100,03		93,97		98,96	
1,5	139,63	39,60	138,51	44,54	139,20	40,24
2,5	169,08	29,45	170,75	32,24	169,08	29,88
3,5	190,99	21,91	194,09	23,34	191,25	22,17
4,5	207,28	16,29	210,99	16,90	207,71	16,46
5,5	219,40	12,12	223,22	12,23	219,93	12,22
6,5	228,42	9,02	232,08	8,86	229,00	9,07
7,5	235,12	6,70	238,49	6,41	235,73	6,73
8,5	240,11	4,99	243,13	4,64	240,73	5,00
9,5	243,82	3,71	246,49	3,36	244,44	3,71
10,5	246,58	2,76	248,92	2,43	247,20	2,76

Tabl. 103. - Tailles (longueur totale LT en mm) théoriques calculées d'après les équations de Von Bertalanffy et taux d'accroissement absolu (T.A.A.).

Age (années)	Groupe 1				Groupe 2				Groupe 1 + 2			
	Femelles + Mâles		F	M	Femelles + Mâles		F	M	Femelles + Mâles		F	M
	LT	W	W	W	LT	W	W	W	LT	W	W	W
0,5	100,03	6,89	6,98	6,89	93,97	6,04	6,05	6,84	98,96	7,21	7,37	7,18
1,5	139,63	19,34	19,58	19,20	138,51	20,52	20,72	21,25	139,20	20,28	20,66	20,03
2,5	169,08	35,00	35,42	34,57	170,75	39,70	40,28	39,16	169,08	36,54	37,16	35,95
3,5	190,99	51,07	51,66	50,29	194,09	59,47	60,51	56,94	191,25	53,07	53,91	52,08
4,5	207,28	65,83	66,59	64,70	210,99	77,37	78,88	72,67	207,71	68,14	69,18	66,76
5,5	219,40	78,54	79,42	77,87	223,22	92,42	94,34	85,68	219,93	81,02	82,22	79,28
6,5	228,42	89,00	90,00	87,25	232,08	104,51	106,75	96,00	229,00	91,57	92,89	89,53
7,5	235,12	97,38	98,47	95,40	238,49	113,86	116,40	103,95	235,73	99,97	101,38	97,68
8,5	240,11	103,96	105,11	101,79	243,13	121,00	123,75	109,98	240,73	106,52	108,01	104,04
9,5	243,82	109,04	110,25	106,72	246,49	126,35	129,26	114,48	244,44	111,57	113,12	108,94
10,5	246,58	112,94	114,18	110,50	248,92	130,32	133,35	117,81	247,20	115,42	117,01	112,67

Tabl. 104. - Tailles (longueur totale LT en mm) et poids (W en g) calculés d'après les équations de Von Bertalanffy. F : femelles ; M : mâles.

b) Croissance pondérale

Les équations de la relation taille-poids définies dans le chapitre traitant de la condition de la sardine plate nous permettent de calculer les différentes valeurs de W_{∞} correspondant aux L_{∞} . Nous les reportons dans le tableau ci-dessous ainsi que celles des coefficients de regression "b" :

		W_{∞}	b
1 ^{er} groupe	femelles :	126,19	3,09048
	mâles :	122,03	3,06739
	f + m :	124,82	3,09257
2 ^e groupe	femelles :	144,52	3,17546
	mâles :	126,86	2,92183
	f + m :	141,15	3,15287
1 ^{er} + 2 ^e groupe	femelles :	128,72	3,01975
	mâles :	123,90	3,00750
	f + m :	127,01	3,02832

Pour chacun des lots, les poids à différents âges sont calculés et consignés dans le tableau 104. La figure 98 représente les poids à différents âges obtenus par application de l'équation de l'effectif total (groupe 1 + 2).

Les valeurs indiquées dans le tableau 104 montrent que dans tous les cas, la croissance pondérale des femelles est plus importante que celle des mâles ; faible durant les premières années, la différence atteint au bout de 6,5 ans 2,75 g chez les individus du groupe 1, 10,75 g chez ceux du groupe 2 et 3,36 g chez ceux du groupe 1 + 2.

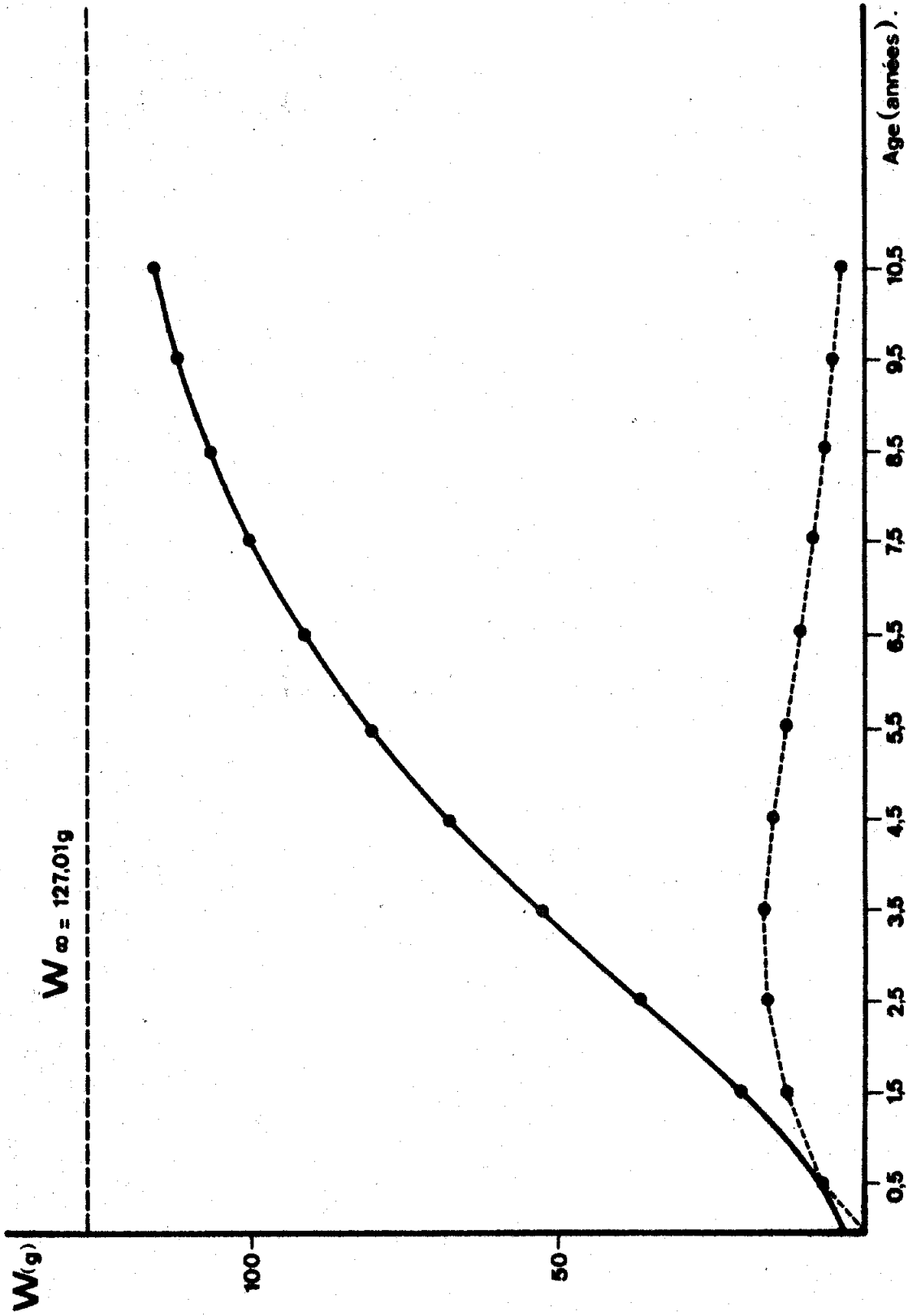


Fig. 98. - Courbe de croissance pondérale théorique (—) et taux d'accroissement absolu (---) de la sardine plate. W : poids en g.

Dans le groupe 1, la croissance des femelles et des mâles, pris globalement, est nettement plus faible que dans le groupe 2. La différence, négligeable à 2 ans, atteint 15,51 g au profit du groupe 2 à l'âge de 6,5 ans.

Les observations que nous tirons de l'étude de l'âge et de la croissance de *Sardinella maderensis* sont les suivantes :

- l'examen des écailles et l'analyse des distributions de fréquence de longueur nous ont permis de déterminer les longueurs atteintes au cours des six premières années de vie ;
- les valeurs obtenues par application de l'équation de Von Bertalanffy sont très voisines de celles fournies par les méthodes scalimétrique et de décomposition des fréquences de longueur, démontrant ainsi que le modèle mathématique décrit d'une manière assez rigoureuse les phénomènes de la croissance de la sardinelle plate ;
- alors qu'il ne semble pas exister un dimorphisme sexuel au niveau de la croissance linéaire, la croissance pondérale accuse en revanche un avantage plus ou moins grand selon les groupes, au profit des femelles ;
- la croissance linéaire ne diffère pas d'un groupe à l'autre, contrairement à la croissance pondérale qui est nettement plus importante dans le groupe 2.

B- SEXUALITE ET REPRODUCTION

1- Proportions numériques des sexes

(Tabl.105 et 106 ; fig.99 et 100)

Chez *Sardinella maderensis*, les sexes sont séparés et aucun cas d'hermaphrodisme n'est observé. Les individus étudiés sont tous adultes et l'examen macroscopique des gonades permet une distinction facile des sexes. Sur un total de 1 732 spécimens, il y a 996 femelles et 736 mâles, soit respectivement en pourcentage 57,5 et 42,5. Les femelles sont donc plus nombreuses que les mâles et la différence est hautement significative ($\chi^2 = 39,03$).

Les fluctuations du sex-ratio dans le temps (tabl.105 ; fig.99) montrent que, quel que soit le mois considéré, le taux de féminité est toujours supérieur à 52 %. Ces fluctuations annuelles s'effectuent en deux étapes distinctes. La première s'étend de juin à septembre ; elle correspond à la période d'activité sexuelle et se caractérise par un taux de féminité élevé, supérieur à 61 %, avec un maximum en juillet (82,86 %). Les valeurs mensuelles du χ^2 sont toujours supérieures à 3,841. La deuxième couvre les mois qui précèdent l'activité sexuelle et ceux qui lui succèdent (d'un côté mars-avril-mai correspondant au printemps, de l'autre octobre-novembre correspondant à l'automne). Durant ce temps, le taux de féminité est relativement faible et fluctue entre 52,23 et 56,60. Les valeurs mensuelles du χ^2 sont inférieures à 3,841.

En fonction de la longueur totale (tabl.106 ; fig.100), le taux de féminité augmente régulièrement des petites aux grandes classes de taille. En considérant trois tranches de taille de même amplitude, nous observons que pour la longueur comprise entre 150 et 180 mm, le nombre de femelles (51,6 %) quoique plus élevé que celui des mâles

		M	A	M	J	J	A	S	O	N
1er + 2e groupe	♀	30	271	339	58	58	111	86	18	25
	♂	23	234	310	36	12	49	36	15	21
	χ^2	0,92	2,71	1,29	5,15	30,22	24,02	20,49	0,27	0,35

Tabl. 105. - Variations des proportions numériques des sexes de la sardinelle plate en fonction des mois.

		LT	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260
1er + 2e groupe	♀		5	38	53	126	159	198	245	141	24	7		
	♂		1	12	38	39	65	105	175	224	63	11	2	1
	χ^2		-	2,88	0,00	2,13	19,48	11,04	1,42	0,94	29,82	4,83	2,78	-

Tabl. 106. - Variations des proportions numériques des sexes de la sardinelle plate en fonction de la longueur totale (LT en mm).

		Sexe		A	M	J	J	A	S	O	N
1er groupe	♀	n		67	60	13	10	31	32	5	5
		R G S		0,847	0,831	2,245	3,528	3,540	1,435	0,240	0,301
	♂	n		53	59	10	3	6	15	5	6
		R G S		0,172	0,209	0,863	1,990	2,784	0,433	0,125	0,216
2e groupe	♀	n		5	20	2	23	26	21		
		R G S		0,717	0,974	0,810	4,242	4,562	2,109		
	♂	n		4	14	1	3	4	6	1	1
		R G S		0,172	0,260	0,758	2,962	2,921	0,383	0,065	0,121
1er + 2e groupe	♀	n		90	139	30	43	88	63	5	5
		R G S		0,846	0,894	2,446	3,958	3,948	1,642	0,240	0,301
	♂	n		68	128	17	10	33	25	6	7
		R G S		0,168	0,248	1,210	2,492	3,460	0,427	0,115	0,202

Tabl. 107. - Evolution du rapport gonadosomatique (R G S) en fonction des mois chez la sardinelle plate.
n : effectif.

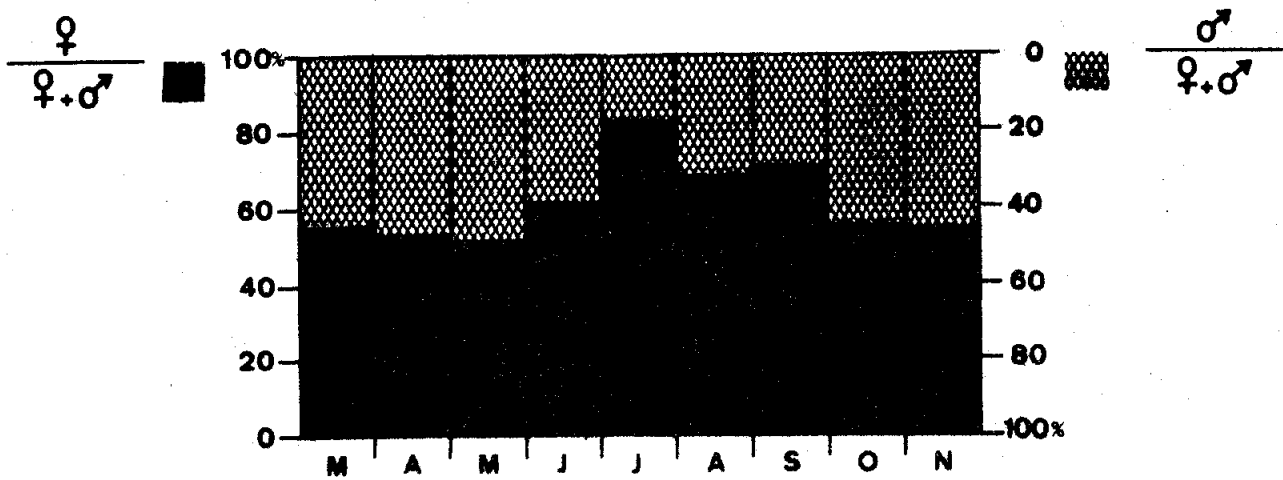


Fig. 99. - Variations des proportions numériques des sexes de la sardinelle plate en fonction des mois.

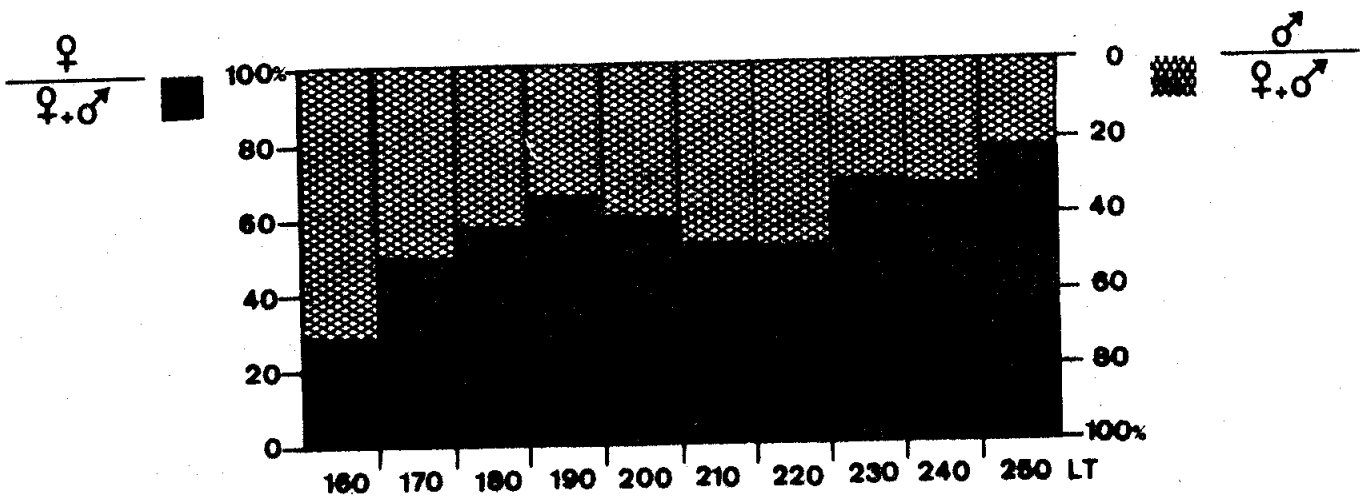


Fig. 100. - Variations des proportions numériques des sexes de la sardinelle plate en fonction de la longueur totale (LT en mm).

(48,4 %) n'en diffère pas significativement ($\chi^2 = 0,19$). Pour les deux tranches suivantes, 190-220 mm d'une part et 230-260 mm d'autre part, le taux de féminité progresse de 56,1 % à 69,1 % différant ainsi d'une manière significative du taux de masculinité, le χ^2 étant respectivement égal à 19,49 et 36,24.

Les variations du sex-ratio en fonction des mois et de la taille montrent que les femelles sont dans tous les cas plus nombreuses que les mâles. Le sex-ratio semble lié à des facteurs internes propres à *Sardinella maderensis* qui peut être considérée comme un poisson polygame. La faiblesse du taux de masculinité pendant la période estivale et qui correspond à l'époque d'activité sexuelle peut être due à un comportement sexuel différent lié ou non aux facteurs du milieu. Quant aux valeurs élevées du taux de féminité trouvées dans les grandes classes, elles ne proviennent pas d'une croissance plus rapide des femelles mais plutôt de leur grande longévité.

2- Taille et âge à la première maturité

Contrairement aux adultes qui, en période estivale, s'approche des embouchures pour frayer, les individus juvéniles ne semblent pas sensibles à l'"appel" des eaux dessalées. C'est probablement la raison pour laquelle ils ne figurent pas en été dans les prises des barques qui ne s'écartent pas habituellement des côtes. Ne disposant pas par conséquent d'individus immatures durant les mois de reproduction, nous ne pouvons déterminer avec certitude la taille et l'âge à la première maturité. Nous supposons toutefois avec quelques raisons que les sardinelles de 160-170 mm de long et âgées de trois ans se reproduisent pour la première fois. En effet, alors qu'en juillet, au cours de la phase de ponte, leurs gonades sont bien développées et leurs RGS très élevés, en revanche, au début du cycle en avril-mai, leurs glandes sexuelles ne présentent pas les

mêmes caractéristiques que celles d'individus plus grands se trouvant à la fin de la phase de repos sexuel. Les ovaires, de par leur petitesse, leur forme tubulaire et leur transparence, diffèrent nettement de ceux de femelles plus âgées ; ceux-ci sont enflés dans leur région antérieure et de couleur rose transparent.

3- Cycle sexuel (tabl.107 et 108 ; fig.101 à 103)

Femelles

Du fait du manque de données se rapportant à la période allant de décembre à mars, il est difficile de situer avec précision le début de la phase d'accroissement lent. Nous pensons quand même, qu'aussi bien pour les femelles du groupe 1 que pour celles du groupe 2 ou pour celles de l'effectif total, les valeurs du RGS de novembre et d'avril étant peu différentes, la phase d'accroissement lent débiterait en mars, au moment même où les poissons arrivent sur la côte. Suivant la taille des femelles, les ovaires, en avril et mai, sont d'abord tubulaires et transparents puis grandissent, s'enflent dans leur région antérieure et sont de couleur rose très pâle et très finement vascularisés. Le RGS, inférieur à 1, est stable durant ces deux mois. La phase d'accroissement lent s'étalerait de mars à avril.

La phase de maturation ou de grand accroissement débute en juin. Si l'on excepte les valeurs particulièrement basses du RGS obtenues chez les femelles du 2^e groupe d'après un très faible effectif et qui sont de ce fait non représentatives, l'augmentation en poids des ovaires est considérable et rapide. En l'espace d'un mois, le RGS croît respectivement de 0,831 à 2,245 et de 0,894 à 2,446 chez les femelles du premier groupe et chez celles de l'effectif total. Ces gonades occupent le tiers ou la

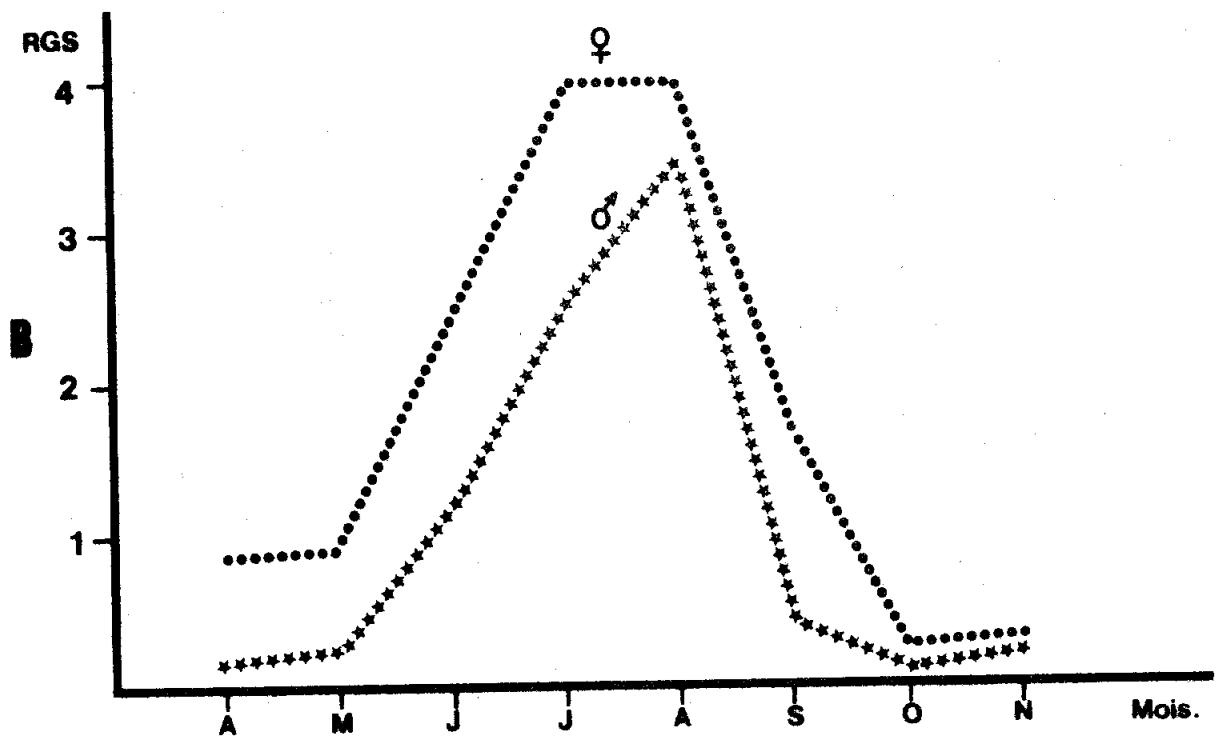
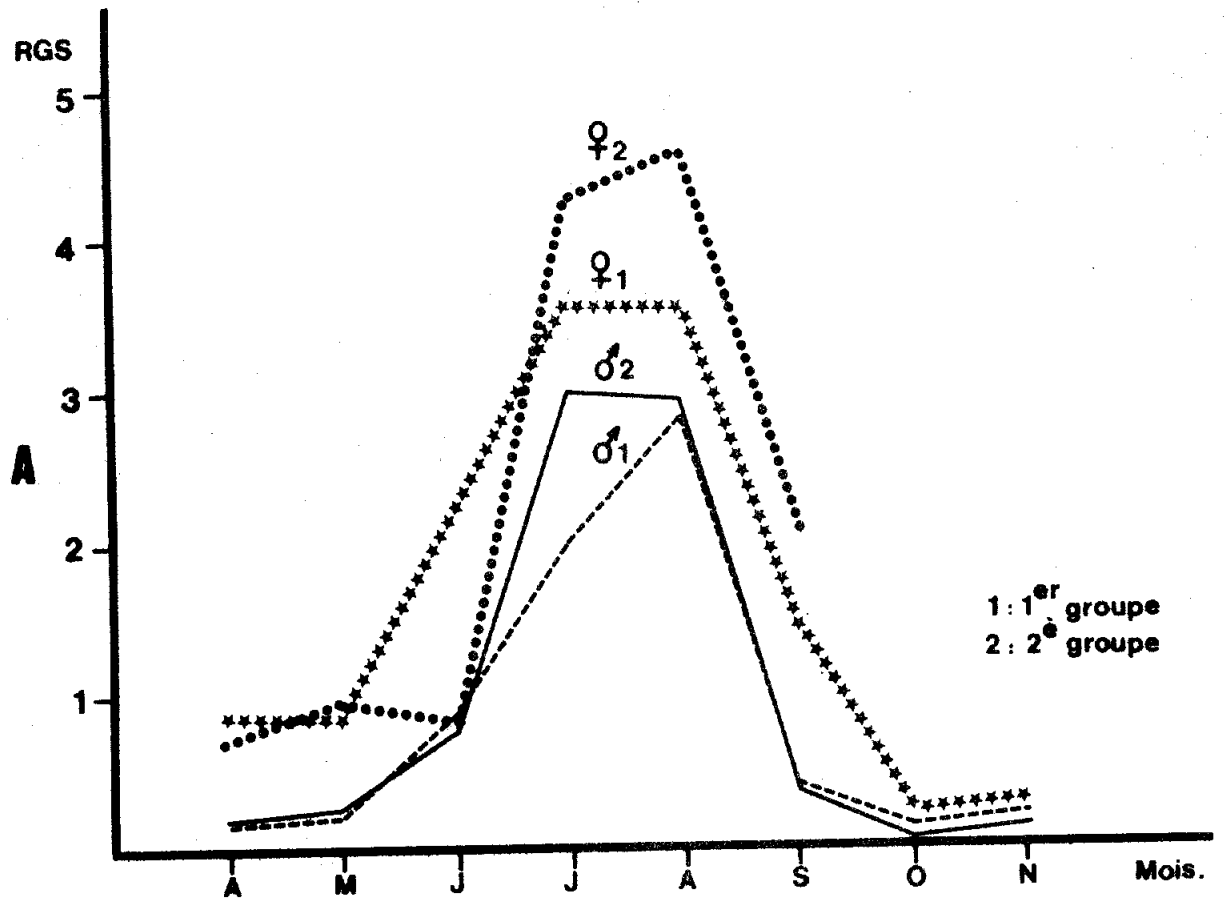


Fig. 101. - Evolution du rapport gonadosomatique (RGS) en fonction des mois chez les sardinelles mâles et femelles du premier et du deuxième groupe (A) et des deux groupes réunis (B).

moitié de la cavité viscérale, l'ovaire gauche étant plus développé que le droit. Elles sont fermes et de couleur orangé clair. Leur enveloppe d'apparence rugueuse laisse deviner la présence de petits ovocytes. En juillet, leur accroissement se poursuit sur le même rythme qu'en juin atteignant ainsi leur poids maximum, avec un RGS de l'effectif total égal à 3,958 et emplissant la totalité de la cavité abdominale. Elles s'amollissent et acquièrent une coloration variant de l'orange clair au jaune canari. Les ovocytes sont gros et bien visibles à l'œil nu à travers la paroi ovarienne.

La ponte débute au cours du mois de juillet. En effet, entre juillet et août la valeur du RGS se stabilise sauf pour les femelles du 2^e groupe où elle accuse une légère augmentation. L'arrêt du rythme d'accroissement des gonades pourrait s'expliquer par le déclenchement de l'émission des œufs, laquelle est compensée par le développement rapide des ovocytes. Il semble s'établir ainsi, durant cette période, un équilibre entre la quantité d'œufs évacués et ceux produits par les gonades. Au début septembre, l'intensité de la ponte atteint son maximum et les œufs émis ne sont plus remplacés dans la gonade par des ovocytes développés. Il en résulte une régression rapide du RGS dont la valeur passe de 3,948 à 1,642. La période de ponte s'étale ainsi de juillet à la mi-septembre environ.

La phase d'atrésie suit immédiatement la ponte. La diminution du RGS se poursuit pour atteindre en octobre sa valeur la plus basse: 0,240. Les gonades sont flasques, congestionnées et de couleur rouge sombre. A l'atrésie succède le repos sexuel qui va durer d'octobre à mars. Durant cette période le RGS est à son minimum.

Si le déroulement du cycle sexuel s'effectue d'une manière presque synchrone chez les femelles des deux

	Sexe	Régression de Wg sur LT	n	LT
1er groupe	♀ _i	$\log Wg = 3,59143 \log LT - 8,44983$	127	167 - 247
	♂ _i	$\log Wg = 3,40760 \log LT - 8,65169$	112	147 - 237
	♀ _m	$\log Wg = 4,49626 \log LT - 9,94535$	41	172 - 242
	♂ _m	$\log Wg = 2,45270 \log LT - 5,35248$	9	182 - 227
2e groupe	♀ _i	$\log Wg = 4,32454 \log LT - 10,10130$	25	172 - 222
	♂ _i	$\log Wg = 3,13555 \log LT - 7,96389$	18	162 - 232
	♀ _m	$\log Wg = 2,88558 \log LT - 6,13722$	48	162 - 232
	♂ _m	$\log Wg = 3,79614 \log LT - 8,39535$	7	182 - 222
1er + 2e gr.	♀ _i	$\log W = 3,32858 \log LT - 7,83086$	229	157 - 252
	♂ _i	$\log W = 4,26240 \log LT - 10,58910$	196	157 - 242
	♀ _m	$\log W = 3,77779 \log LT - 8,24278$	131	157 - 242
	♂ _m	$\log W = 3,19030 \log LT - 6,95714$	43	182 - 227

Tabl. 108. - Equations logarithmiques mettant en relation le poids des gonades (Wg en g) et la taille du poisson (LT en mm) chez la sardinelle plate, établies en avril-mai (♀_i et ♂_i) et en juillet-août (♀_m + ♂_m). n : effectif.

Diamètre des ovocytes en micron		125	200	275	350	425	500	575	650
1er groupe	n	35	118	417	724	646	350	26	11
	%	1,5	5,0	18,0	31,0	28,0	15,0	1,0	0,5
2e groupe	n	56	146	370	687	707	384	52	7
	%	2,0	6,0	16,0	29,0	30,0	16,0	2,0	0,5
1er + 2e groupe	n	91	264	787	1411	1351	734	78	18
	%	2,0	5,5	16,5	30,0	28,5	15,5	1,5	0,5

Tabl. 109. - Fréquence des diamètres des ovocytes de la sardinelle plate. n : effectif ; % : pourcentage.

	Régression de F sur LT, W et Wg	n	r	Limites
1er groupe	$\log F = 3,91163 \log LT - 4,24478$	27	0,74382	170 - 240 mm
2e groupe	$\log F = 2,82802 \log LT - 1,64978$	24	0,56530	170 - 220 mm
1er + 2e gr.	$\log F = 3,22509 \log LT - 2,60901$	54	0,63673	170 - 240 mm
1er groupe	$\log F = 1,36389 \log W + 2,30271$	27	0,77205	40 - 105 g
2e groupe	$\log F = 0,98900 \log W + 3,03077$	24	0,59036	40 - 90 g
1er + 2e gr.	$\log F = 1,27288 \log W + 2,49011$	54	0,72324	40 - 105 g
1er groupe	$\log F = 0,73626 \log Wg + 4,45753$	27	0,80220	1 - 6,5g
2e groupe	$\log F = 0,40270 \log Wg + 4,63575$	24	0,59234	1 - 6,5g
1er + 2e gr.	$\log F = 0,60921 \log Wg + 4,52778$	54	0,78192	1 - 6,5g

Tabl. 110. - Equations logarithmiques mettant en relation la fécondité (F) et la taille du poisson (LT en mm), le poids total du poisson (W en g) et le poids des gonades (Wg en g). n : effectif ; r : coefficient de corrélation

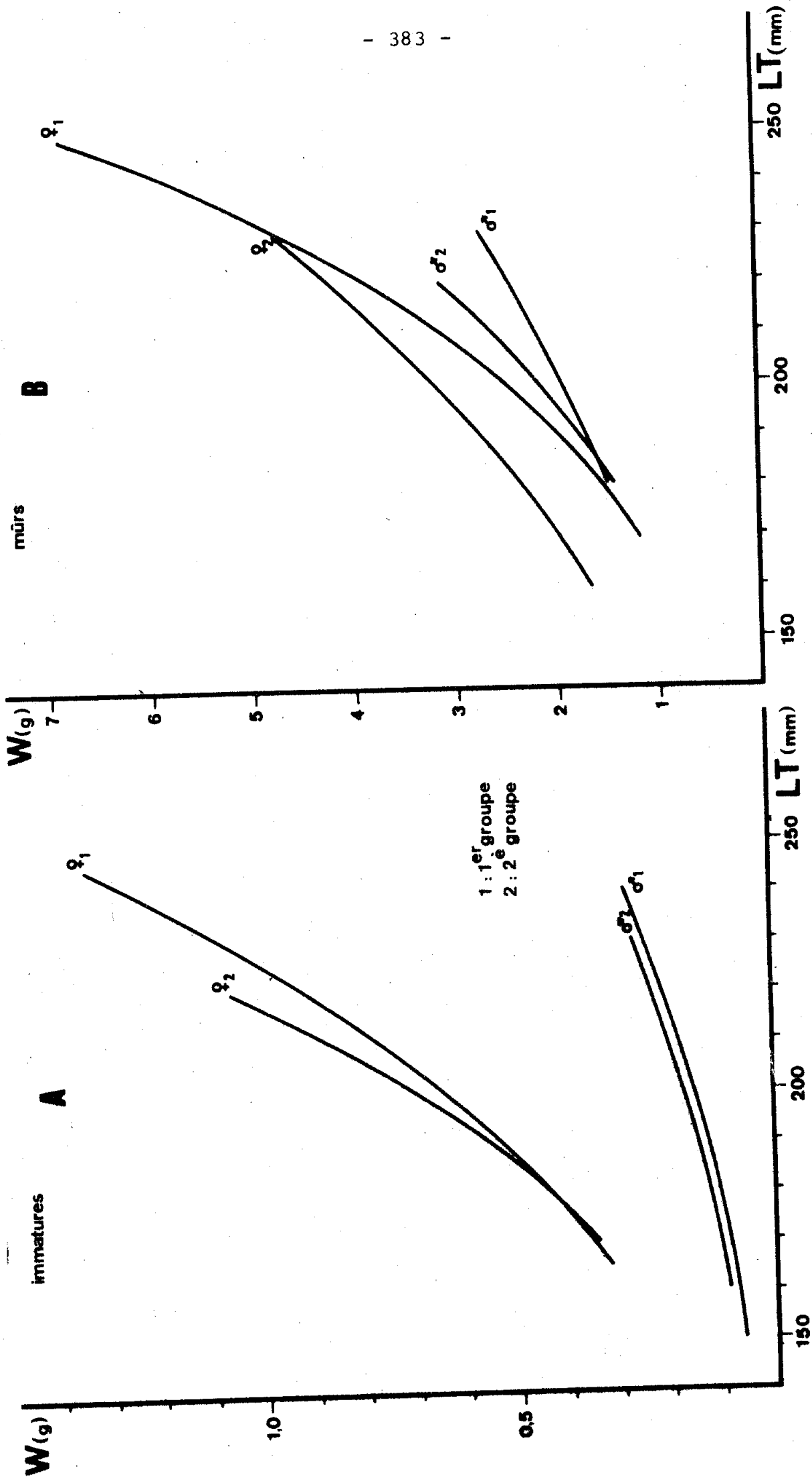


Fig. 102. - Relations entre le poids des gonades (W_g en g) et la taille du poisson (LT en mm) chez les sardinelles plates immatures (A : avril-mai) et mures (B : juillet-aout) du premier et du deuxième groupe.

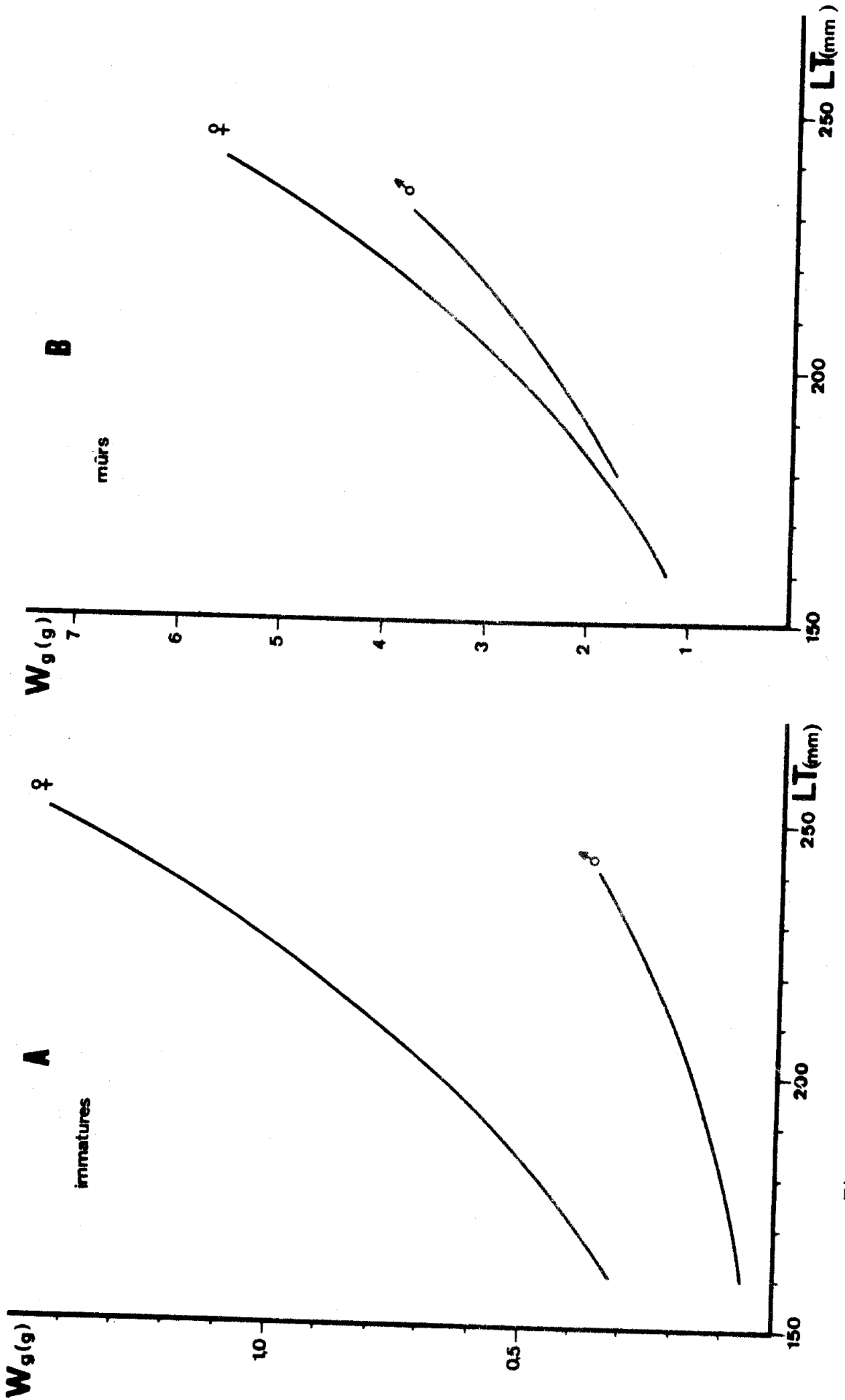


Fig. 103. - Relation entre le poids des gonades (W_g en g) et la taille du poisson (LT en mm) chez les sardinelles plates immatures (A : avril-mai) et mûres (B : juillet-août) des deux groupes réunis.

groupes et si l'aspect macroscopique des gonades est lui aussi similaire quelle que soit la phase de développement considérée, il n'en est pas de même du poids relatif des glandes génitales, plus particulièrement en période d'accroissement rapide et de ponte. En effet, pendant juillet-août-septembre, les femelles du 2^e groupe présentent toujours un RGS supérieur à celui des femelles du 1^{er} groupe. Cette différence pondérale des gonades n'est pas aussi évidente durant la phase d'accroissement lent en avril-mai. Ces observations sont également illustrées par les courbes représentant la relation poids des gonades-longueur totale (tabl.108 ; fig.102-103). Les équations de ces courbes sont établies à deux moments distincts du cycle sexuel. Le premier, au début du cycle (avril-mai), lorsque le RGS est très bas, l'autre en juillet-août quand les gonades sont à leur maximum d'évolution. Il convient de signaler qu'alors que le poids des ovaires est relativement important chez les femelles du 2^e groupe, son taux d'accroissement par rapport à la longueur est faible comme l'indique la valeur du coefficient de régression inférieur à 3 (2,88). Le phénomène inverse s'observe chez les femelles du 1^{er} groupe : poids des gonades relativement faible mais taux d'accroissement élevé (coefficient de régression supérieur à 3 : 4,497).

Mâles

Le cycle sexuel mâle présente les mêmes phases évolutives que celui des femelles.

La phase de maturation lente débute vraisemblablement en mars et se poursuit jusqu'en mai. Les testicules sont fortement adhérents, petits et très aplatis. Larges dans leur portion antérieure, ils diminuent d'épaisseur progressivement vers la région postérieure où ne persiste plus qu'un cordon plus ou moins filiforme. Le RGS est très bas et varie entre 0,168 et 0,246.

La phase de grand accroissement s'étale de mai à août. Il s'établit durant cette phase un rythme régulier d'accroissement du RGS qui passe successivement de 0,246 à 1,210 puis à 2,492 pour atteindre son maximum à 3,460 chez les mâles de l'effectif total.

L'émission des spermatozoïdes se déclenche déjà en juillet et s'arrête vers la mi-septembre. Au cours de cette phase, la moindre petite incision des testicules laisse couler un liquide blanchâtre.

L'épuisement des testicules: les testicules sont flasques et vascularisés. Le RGS chute brutalement pour atteindre sa valeur minimum en octobre.

Dans les groupes 1 et 2, le cycle sexuel mâle présente quelques fluctuations dues au faible effectif des mois d'été. Il est toutefois possible de déceler durant cette période, un certain avantage au profit des mâles du 2^e groupe portant sur le poids relatif des testicules comme l'illustre la figure 102 B représentant la relation poids des gonades-longueur totale. Mais contrairement à ce qui s'observe chez les femelles, les testicules se caractérisent par un poids relatif et un taux d'accroissement en fonction de la longueur élevés tous les deux chez les mâles du 2^e groupe et faibles chez les mâles du 1^{er} groupe. Quant aux testicules des individus des deux groupes durant la phase d'accroissement lent, ils ne semblent pas se distinguer d'une façon sensible du point de vue de leur poids.

La comparaison des cycles femelle et mâle révèle que dans l'ensemble, les glandes sexuelles des deux sexes présentent la même évolution au cours de leur cycle reproducteur et ne diffèrent que par leur poids respectif. Tout au long du cycle, le poids des ovaires est toujours supérieur à celui des testicules.

4- Fécondité (tabl.109 et 110 ; fig. 104 à 106)

54 femelles ont servi à l'étude de la fécondité. Elles sont pêchées au mois d'août au moment où les gonades sont bien développées et le RGS à son maximum. 27 d'entre elles sont du 1^{er} groupe et 24 du deuxième.

Environ 5 000 ovocytes sont mesurés, soit une moyenne de 100 par individu. Ceux dont le diamètre est inférieur à 125 microns ne sont pas pris en ligne de compte. L'amplitude de variation des diamètres est comprise entre 125 et 650 microns. Dans chaque groupe, la distribution de fréquence des diamètres des ovocytes est unimodale. Pour le 1^{er} groupe et pour l'effectif total le mode se situe à 350 microns et il est à 425 microns pour le 2^e groupe. Il s'agit d'un décalage minime dû probablement au hasard et la différence des moyennes des deux groupes n'est pas significative. Si l'on admet que la diminution du diamètre provoquée par l'action rétrécissante du liquide de Gilson est de l'ordre de 25 % comme l'indiquent DIAS *et al.* (1973) pour les œufs de la sardine, la valeur modale du diamètre des ovocytes frais doit être d'environ 470 microns. Cette distribution unimodale des diamètres des ovocytes laisse supposer que la ponte chez la sardinelle plate des côtes tunisiennes n'est pas fractionnée.

Dans le calcul de la fécondité individuelle, nous avons appliqué la méthode de sous-échantillonnage volumétrique. Les ovocytes fixés et dissociés d'une même gonade sont placés dans une fiole contenant du liquide et le volume total est complété à 50 ml. Après homogénéisation, trois échantillons ovocytes-liquide d'un ml chacun sont prélevés et les ovocytes qu'ils contiennent sont comptés sous une loupe binoculaire.

Trois équations de régression mettant en relation la fécondité avec la longueur totale du poisson, le



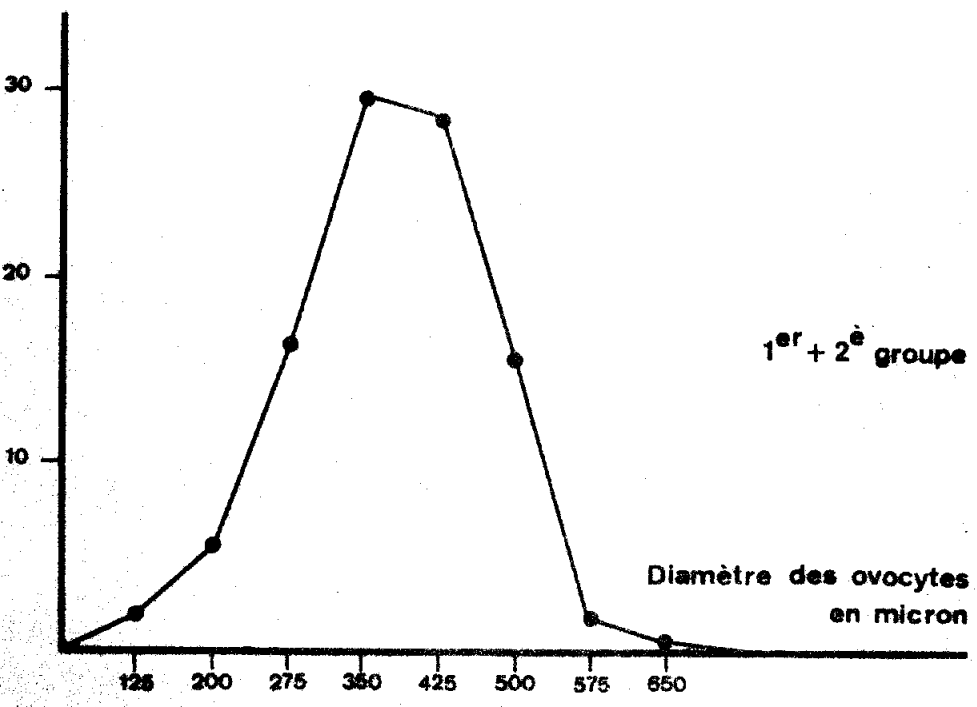
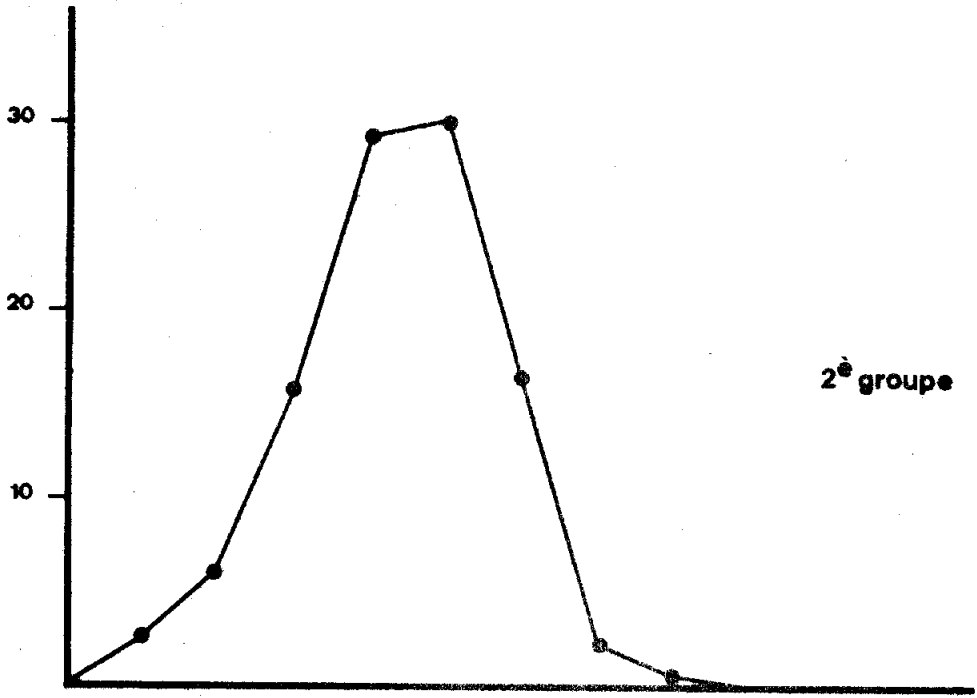
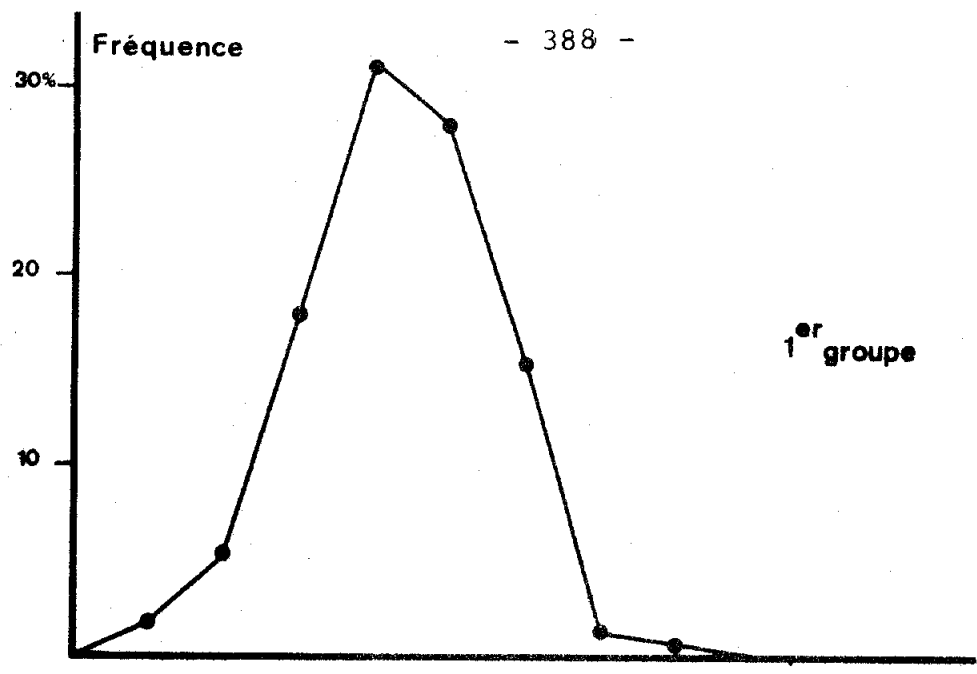


Fig. 104. - Fréquence des diamètres des ovocytes de la sardinelle plate

poids du poisson et le poids des gonades, sont calculées après transformation logarithmique des données.

Parmi les trois équations, c'est la relation fécondité-poids des gonades qui présente le plus fort coefficient de corrélation. Quel que soit le type de relation, c'est toujours dans le 1^{er} groupe qu'on obtient le coefficient de corrélation le plus élevé.

La fécondité croît proportionnellement au cube de la longueur totale dans les trois lots de poissons. La pente est légèrement inférieure à 3 dans le 2^e groupe et légèrement supérieure dans le 1^{er} mais la différence entre les deux n'est pas significative. Il n'en est pas de même des positions des courbes qui montrent que les femelles du 2^e groupe sont plus fécondes que celles du 1^{er}. Pour une longueur moyenne de 200 mm correspond une fécondité respectivement égale à 57 000 et 72 000 œufs chez les femelles du 1^{er} et du 2^e groupe, soit une différence de 15 000 œufs. La fécondité de l'effectif total varie pour des tailles comprises entre 170 et 240 mm entre 38 000 et 116 000 et pour une longueur moyenne de 200 mm, elle est égale à 65 000 œufs.

La pente des équations de régression de la fécondité sur le poids du poisson est très proche de 1 et n'en diffère pas significativement chez les trois lots de poissons. Cette valeur est prévisible étant donné que la croissance du poids corporel par rapport à la taille ($b = 3$, comme nous le verrons dans le chapitre traitant de la relation taille-poids) et celle de la fécondité par rapport à la taille ($b \approx 3$) sont toutes les deux isométriques. Cette croissance isométrique de la fécondité par rapport au poids du poisson signifie que la fécondité relative ou nombre d'œufs par unité de poids du poisson reste constante quel que soit le poids du poisson. La fécondité relative calculée pour une femelle de l'effectif total de 200 mm

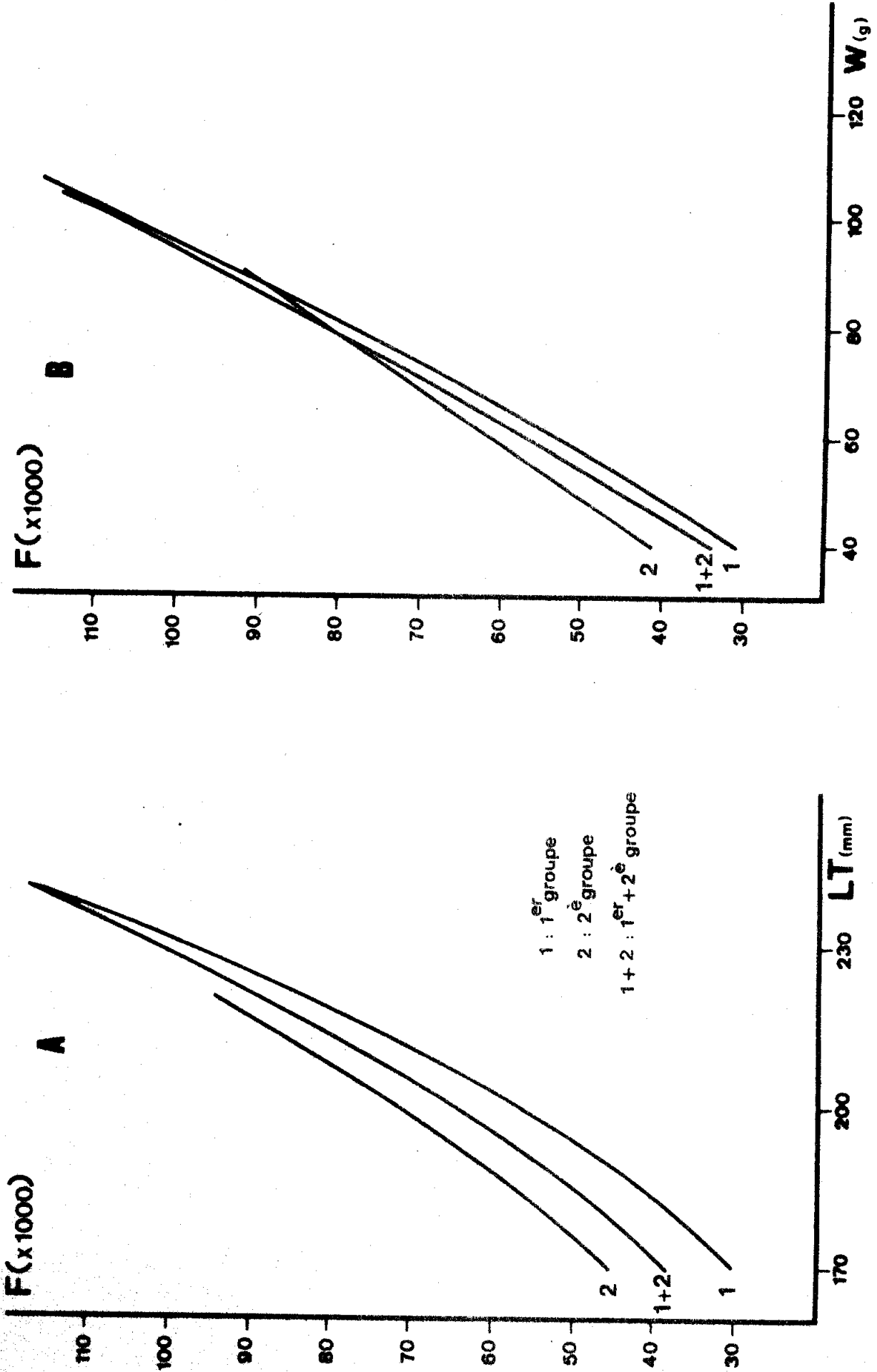


Fig. 105. - Relations fécondité-taille (A) et fécondité-poids du poisson (B) chez la sardine plate. F : nombre d'ovocytes en milliers ; LT : longueur totale du poisson en mm ; W : poids total du poisson en g.

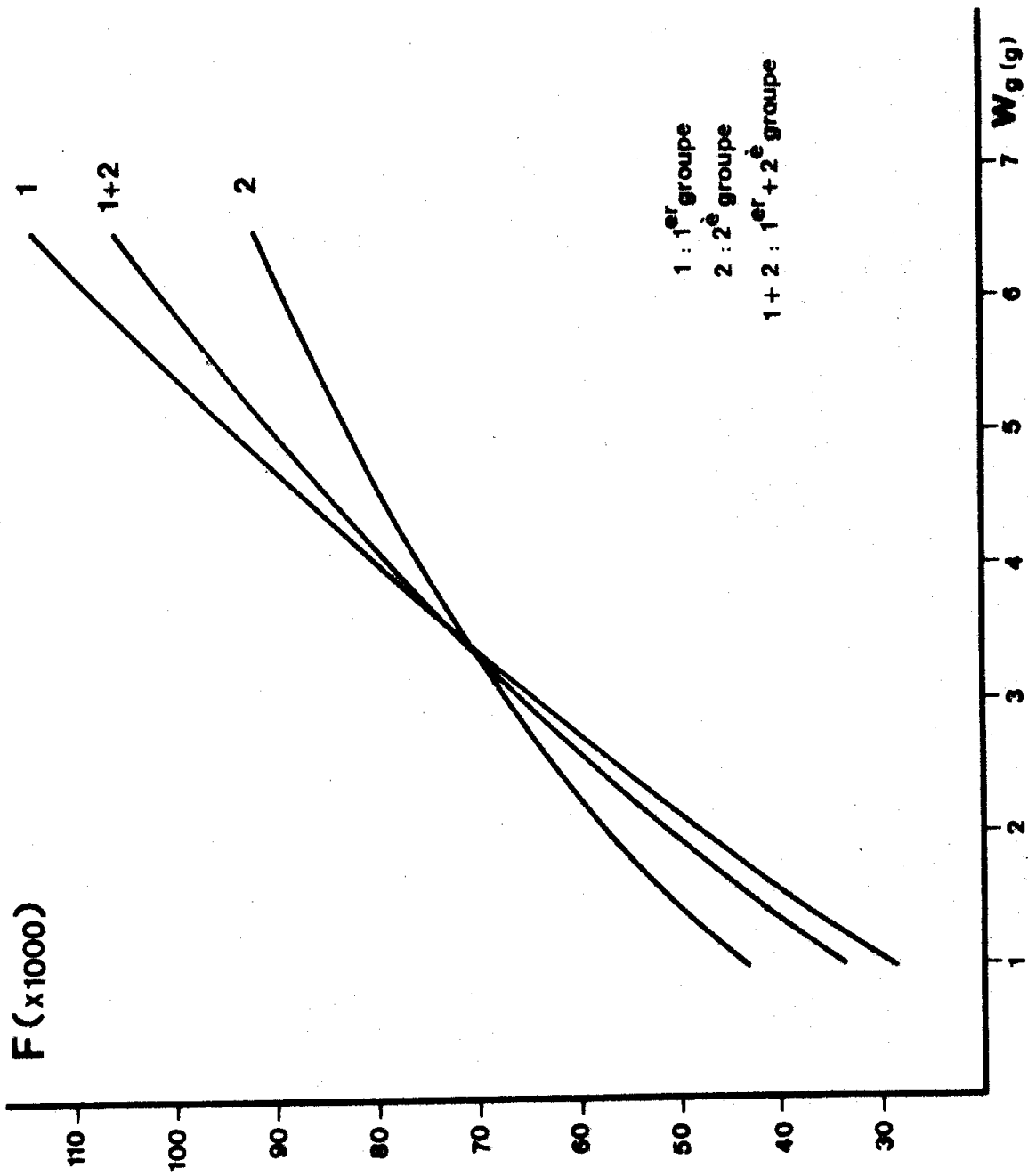


Fig. 106. - Relations fécondité-poids des gonades chez la sardine. F : nombre d'ovocytes en milliers, Wg : poids des gonades en g.

de long et pesant 62 g environ est égale à 950 œufs par gramme de poisson.

En ce qui concerne l'évolution de la fécondité par rapport au poids des gonades, la figure 106 montre qu'elle croît beaucoup moins rapidement que le poids des ovaires surtout chez les femelles du 2^e groupe. Etant donné que, d'une part, la croissance des gonades mûres par rapport à la longueur totale est majorante et que, d'autre part, la croissance de la fécondité en fonction de la longueur est isométrique, il est normal que la croissance de la fécondité par rapport au poids des gonades soit minorante. L'explication la plus probable est que les femelles de grande taille présentent des ovocytes proportionnellement plus gros que les femelles plus petites. Le phénomène serait plus accusé chez les individus du 2^e groupe.

L'analyse de la distribution des sexes dans les échantillons étudiés a mis en évidence la prédominance numérique des sardinelles femelles (57,5 %). Celle-ci se manifeste principalement en été au moment où l'activité sexuelle est la plus intense (82,86 % de femelles en juillet). Il pourrait s'agir, soit d'un comportement différent des individus des deux sexes ayant une répercussion sur leur distribution spatiale, soit plus vraisemblablement d'une vulnérabilité plus accusée des femelles aux engins de pêche durant l'époque de ponte. On a pu observer également un accroissement régulier du taux de féminité des petites aux grandes classes de taille (69,1 % de femelles pour la tranche de taille comprise entre 230 et 260 mm). Ce phénomène ne semble pas lié à une croissance différentielle — l'étude de l'âge n'ayant pas révélé de différence de croissance entre les sexes — mais à la plus grande longévité des femelles.

L'examen des variations saisonnières du RGS et des courbes de régression du poids des gonades sur la longueur a permis de situer la période de ponte qui s'étend de juillet à la mi-septembre environ et qui est la même pour les deux groupes de poissons. Ceux-ci, en revanche, diffèrent principalement par le poids relatif des gonades mâles et femelles qui est nettement plus important chez les individus du groupe 2, en particulier lors de l'activité sexuelle. Le déroulement du cycle sexuel est synchrone chez les femelles et les mâles des deux groupes. La différence porte uniquement sur le poids des glandes sexuelles, les ovaires étant toujours plus lourds que les testicules.

La distribution de fréquence des diamètres des ovocytes est unimodale chez les deux groupes de poissons. Ceci laisse supposer que l'émission des œufs s'effectue en une seule fois. Quant à la fécondité individuelle, elle est beaucoup plus élevée chez les femelles du groupe 2: pour une longueur totale moyenne de 200 mm, elle est égale à 57 000 œufs dans le groupe 1 contre 72 000 œufs dans le groupe 2. Considérée dans son ensemble, la fécondité individuelle de la sardinelle plate, les groupes étant confondus, varie entre 38 000 et 116 000 œufs pour un éventail de taille compris entre 170 et 240 mm. La fécondité individuelle moyenne d'un poisson de 200 mm est égale à 65 000 œufs. La fécondité relative est estimée à 950 œufs par gramme de poisson, elle est stable et n'évolue pas avec la taille.

C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION

1- Effectif total (tabl.111 à 116 ; fig.107)

Afin de pouvoir établir des comparaisons entre le secteur tunisien et les autres secteurs de distribution

de *Sardinella maderensis*, nous traitons dans un premier temps l'ensemble des individus examinés en groupant les sardinelles du groupe 1, du groupe 2 et celles qui n'y sont pas incluses. L'effectif total s'élève à 1 732 spécimens récoltés durant la période allant de mars à novembre des années 1974-1977. Ils se répartissent en 996 femelles et 736 mâles, adultes, de taille sensiblement égale comprise entre 147 et 257 mm. Les équations exprimant la relation taille-poids, calculées par la méthode des moindres rectangles sont les suivantes :

$$\text{total} : W = 6,5375 \cdot 10^{-6} LT^{3,02832}$$

$$\text{femelles} : W = 6,9474 \cdot 10^{-6} LT^{3,01975}$$

$$\text{mâles} : W = 7,1573 \cdot 10^{-6} LT^{3,00750}$$

Confrontées à 3, les valeurs des pentes indiquent qu'au seuil de 5 %, la croissance est isométrique dans les trois cas ($tpe_{\varphi + \sigma} = 0,82$; $tpe_{\varphi} = 0,52$; $tpe_{\sigma} = 0,23$). La différence significative de position ($tpo = 7,92$), entre les droites des mâles et des femelles, montre que ces dernières sont plus lourdes.

Une étude préliminaire de la relation taille-poids a montré que son évolution mensuelle est pratiquement invariable d'une année à l'autre. Aussi, à une analyse inter-annuelle qui risque d'être répétitive, avons-nous jugé plus utile de traiter globalement les données en groupant celles qui se rapportent au même mois sans tenir compte des années. Pour chaque mois (de mars à novembre) et pour chaque sexe, les paramètres "a" et "b" des droites d'allométrie sont déterminés ainsi que les valeurs des coefficients composite et moyen de condition.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
M	log W = 2,96799 log LT - 5,05527	30	0,91543	0,03839	202 - 242	0,14 (-)
A	log W = 3,28292 log LT - 5,78850	271	0,86792	0,07142	187 - 252	2,84 (+)
M	log W = 3,09475 log LT - 5,34517	339	0,96585	0,06663	157 - 247	2,17 (+)
J	log W = 3,14396 log LT - 5,44741	58	0,93642	0,09092	167 - 252	0,98 (-)
J	log W = 2,74790 log LT - 4,47894	58	0,78189	0,09087	177 - 237	1,10 (-)
A	log W = 3,13273 log LT - 5,39565	111	0,87728	0,10090	157 - 242	0,92 (-)
S	log W = 3,15828 log LT - 5,44660	86	0,89045	0,09312	167 - 242	1,00 (-)
O	log W = 3,08851 log LT - 5,28788	18	0,94303	0,06064	182 - 232	0,34 (-)
N	log W = 2,66634 log LT - 4,31322	25	0,91875	0,05392	187 - 227	1,52 (-)
TOTAL	log W = 3,01975 log LT - 5,15818	996	0,91794	0,08750	157 - 252	0,52 (-)

Tabl. 111. - Equations mensuelles de la relation taille-poids (LT en mm ; W en g) chez la sardinelle plate femelle. n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée ; t (+) : valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 3.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
M	log W = 3,12142 log LT - 5,41574	23	0,89811	0,04795	202 - 237	0,40 (-)
A	log W = 3,20948 log LT - 5,62104	234	0,91003	0,05680	187 - 257	2,40 (+)
M	log W = 2,97674 log LT - 5,08018	310	0,96911	0,06167	157 - 237	0,56 (-)
J	log W = 3,31743 log LT - 5,86525	36	0,96418	0,08309	162 - 232	2,10 (+)
J	log W = 3,18594 log LT - 5,54641	12	0,97140	0,04980	162 - 217	0,78 (-)
A	log W = 2,75217 log LT - 4,53882	49	0,94469	0,05236	182 - 227	1,88 (-)
S	log W = 2,99907 log LT - 5,10391	36	0,94810	0,08128	147 - 232	0,01 (-)
O	log W = 2,65618 log LT - 4,29386	15	0,92427	0,05755	182 - 222	1,22 (-)
N	log W = 3,07865 log LT - 5,3095	21	0,97548	0,04253	182 - 232	0,50 (-)
TOTAL	log W = 3,00750 log LT - 5,14525	736	0,95791	0,06513	147 - 257	0,23 (-)

Tabl. 112. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez la sardinelle plate mâle.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
M	log W = 3,05099 log LT - 5,25061	53	0,91587	0,04277	202 - 242	0,30 (-)
A	log W = 3,26154 log LT - 5,74040	505	0,88740	0,06488	187 - 257	3,90 (+)
M	log W = 3,04354 log LT - 5,23038	649	0,96690	0,06489	157 - 247	1,43 (-)
J	log W = 3,24855 log LT - 5,69577	94	0,94796	0,09037	162 - 252	2,30 (+)
J	log W = 3,06738 log LT - 5,22509	70	0,80510	0,10057	162 - 237	0,30 (-)
A	log W = 3,07804 log LT - 5,27523	160	0,88922	0,09087	157 - 242	0,70 (-)
S	log W = 3,11432 log LT - 5,35238	122	0,90932	0,09211	147 - 242	0,97 (-)
O	log W = 2,93088 log LT - 4,92473	33	0,93577	0,06026	182 - 232	0,37 (-)
N	log W = 2,92355 log LT - 4,91287	46	0,94649	0,05358	182 - 232	0,54 (-)
TOTAL	log W = 3,02832 log LT - 5,18459	1732	0,93358	0,08040	147 - 257	0,82 (-)

Tabl. 113. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez la sardinelle plate (femelles + mâles).

		M - A		A - M		M - J		J - J		J - A		A - S		S - O		O - N	
		tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo
Groupe 1	Femelles			2,32 (+)		1,50 (-)	0,20 (-)	1,81 (-)	3,10 (+)	1,32 (-)	2,71 (+)	0,33 (-)	1,48 (-)	0,68 (-)	0,44 (-)	1,01 (-)	0,04 (-)
	Mâles			1,50 (-)	0,60 (-)	1,85 (-)	0,23 (-)	0,20 (-)	0,90 (-)	1,19 (-)	1,37 (-)	0,74 (-)	0,47 (-)	0,13 (-)	1,14 (-)	0,08 (-)	0,03 (-)
	F + M			0,12 (-)	0,29 (-)	1,59 (-)	0,41 (-)	1,55 (-)	3,48 (+)	0,74 (-)	1,39 (-)	0,41 (-)	0,97 (-)	0,64 (-)	0,01 (-)	0,83 (-)	0,20 (-)
Gr. 1+2	Femelles	0,77 (-)	0,90 (-)	1,78 (-)	1,39 (-)	0,40 (-)	2,24 (+)	1,40 (-)	6,14 (+)	1,36 (-)	3,60 (+)	0,12 (-)	1,09 (-)	0,17 (-)	0,24 (-)	1,26 (-)	0,46 (-)
	Mâles	0,25 (-)	0,08 (-)	2,31 (+)		2,76 (+)		0,35 (-)	1,21 (-)	1,64 (-)	1,22 (-)	1,16 (-)	0,34 (-)	0,87 (-)	1,61 (-)	1,41 (-)	0,65 (-)
	F + M	0,81 (-)	0,76 (-)	22,96 (+)		2,34 (+)		0,76 (-)	6,83 (+)	0,04 (-)	3,66 (+)	0,22 (-)	1,12 (+)	0,64 (-)	0,29 (-)	0,03 (-)	0,49 (-)

Tabl. 114. - Comparaison des équations mensuelles de la relation taille-poids chez la sardinelle plate.

		M		A		M		J		J		A		S		O		N	
		tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo
Gr. 1	F/M			0,95 (-)	1,26 (-)	3,75 (+)		0,65 (-)	0,04 (-)	0,78 (-)	2,30 (+)	0,97 (-)	0,13 (-)	0,55 (-)	1,24 (-)	0,13 (-)	0,71 (-)	0,84 (-)	0,58 (-)
Gr. 1+2	F/M	0,42 (-)	0,16 (-)	0,54 (-)	1,39 (-)	1,94 (-)	2,87 (+)	0,81 (-)	1,91 (-)	0,97 (-)	4,12 (+)	1,48 (-)	2,35 (+)	0,68 (-)	2,56 (+)	1,13 (-)	0,50 (-)	1,53 (-)	0,84 (-)

Tabl. 115. - Comparaison des équations mensuelles de la relation taille-poids des sardinelles plates femelles et mâles.

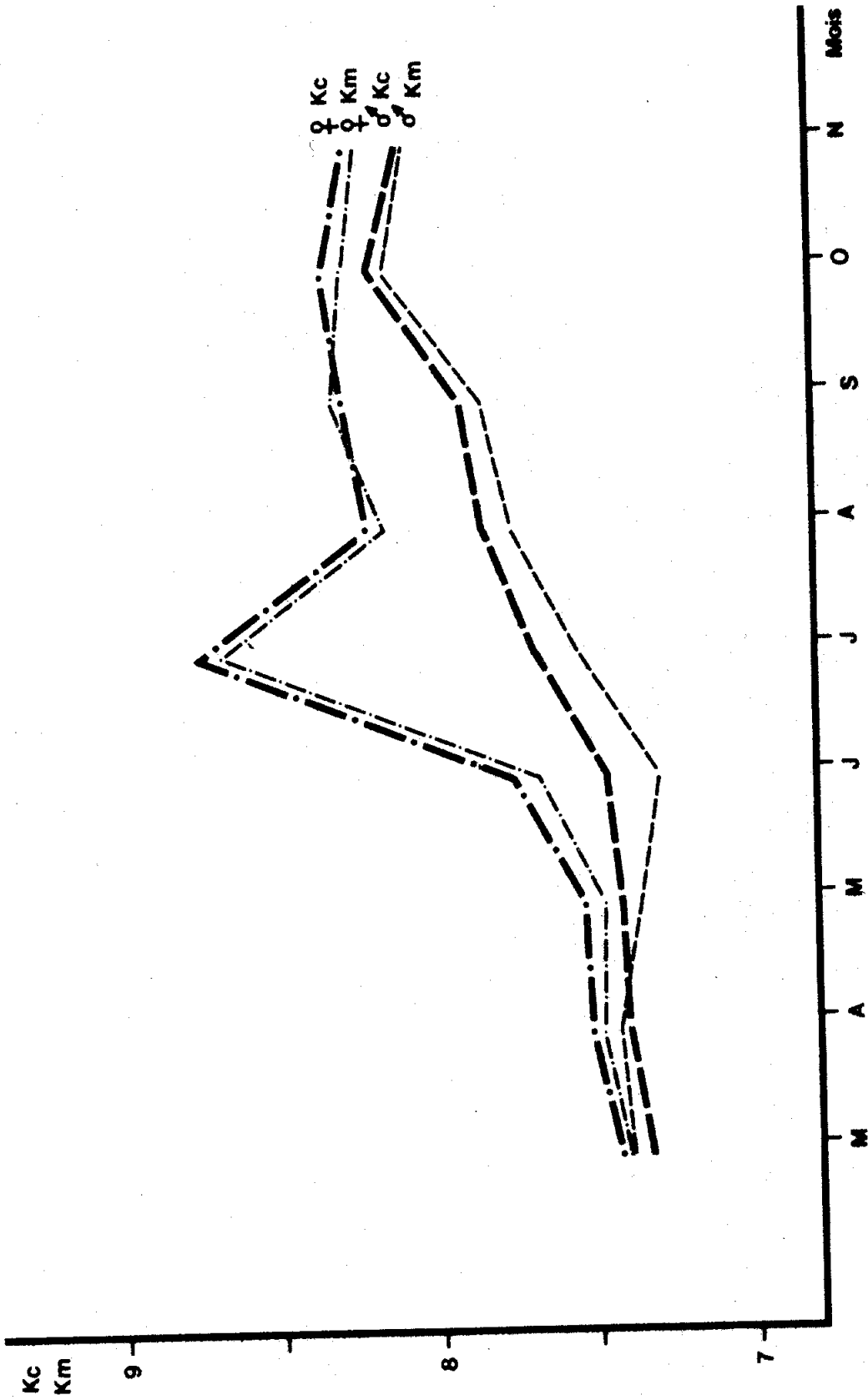


Fig. 107. - Variations en fonction des mois des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition des sardinelles plates femelles et mâles.

Femelles

Comparée à 3, la pente calculée mensuellement n'en diffère pas d'une manière significative sauf en avril et mai où elle lui est supérieure ; ainsi, la croissance pondérale relative est majorante pendant ces deux mois, mais partout ailleurs, elle est plus ou moins isométrique.

L'absence de différence significative entre les valeurs mensuelles consécutives des pentes comparées deux à deux, signifie que les droites correspondantes sont assimilables à des parallèles. Pour ce qui est des positions, les différences significatives que nous relevons, se situent entre mai et août. De mars à mai et d'août à novembre, les droites d'allométrie prises successivement deux à deux peuvent par conséquent être confondues.

Les deux coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition évoluent d'une manière intimement liée au cours de l'année (fig.107). Leurs valeurs respectives sont très proches, celles du Kc sont toutefois légèrement supérieures sauf pour septembre. Cette évolution synchrone des deux coefficients s'explique par la croissance isométrique observée durant la plupart des mois. Leurs fluctuations s'effectuent en plusieurs étapes. La première s'étend de mars à juin où le Kc s'élève légèrement d'un mois à l'autre (de 7,421 à 7,740). La deuxième, de juin à août, est caractérisée par une augmentation suivie d'une chute brutales dues à la valeur de Kc très élevée en juillet (8,746). En fait, les valeurs observées en juin et août entrent dans les normes de l'accroissement général au cours des mois. L'accroissement, faible mais régulier, se maintient ensuite entre août et octobre. Enfin, à partir d'octobre, une diminution du coefficient de condition se déclenche et semble se poursuivre pendant les mois d'hiver.

Mâles

La comparaison à 3 des pentes calculées mensuellement, montre que la croissance est isométrique à l'exception d'avril et de juin où l'allométrie est majorante. D'un mois à un autre, la pente ne semble pas beaucoup changer sauf entre avril et mai puis entre mai et juin. Ainsi, entre mars et avril puis à partir de juin jusqu'en novembre, les droites des mois pris consécutivement deux à deux, peuvent être assimilées à des parallèles. Quant aux positions, là aussi, comme pour les pentes et pour les mêmes mois considérés, l'absence de différence significative d'un mois à l'autre, permet de considérer les droites prises successivement deux à deux comme pratiquement confondues.

Les coefficients composite et moyen de condition évoluent grosso-modo de la même manière. C'est toujours le Kc qui présente la valeur la plus élevée, sauf en mars et avril. Les valeurs extrêmes du Kc se situent en mars pour la plus basse (7,334) et en octobre pour la plus élevée (8,183). Tout le long de cette période se fait une progression lente mais régulière jusqu'en octobre. En novembre le coefficient de condition subit une petite diminution (fig. 107).

Comparaison des femelles et des mâles

La comparaison mensuelle de la relation taille-poids des femelles et des mâles montre que pour tous les mois sans exception, la pente ne présente pas de différence significative. Le taux d'accroissement pondéral est donc le même dans les deux sexes pour chacun des mois considérés. Il n'en est pas de même des positions des droites qui diffèrent en mai puis durant toute la période de reproduction: juillet-août-septembre. Ceci est d'ailleurs confirmé par les valeurs des coefficients de condition (Kc et Km). De mars à juin, les coefficients de condition des femelles

et des mâles sont très voisins et progressent de la même manière. Pendant les trois mois suivants (juillet-août-septembre), l'écart entre les valeurs se creuse au profit des femelles. Il atteint son maximum en juillet, mois au cours duquel les ovaires se développent considérablement. En octobre et novembre, l'écart se réduit de nouveau et les valeurs des coefficients des femelles et des mâles deviennent très comparables (fig.107).

L'évolution annuelle de l'embonpoint des femelles présente des similitudes et des différences. Les premières résident dans le fait que chez les deux sexes, les coefficients de condition progressent de mars à octobre puis subissent une chute en novembre qui semble se poursuivre pendant l'hiver. Car en arrivant sur la côte, au début du printemps, les poissons sont maigres, mais leur condition s'améliore au fur et à mesure, grâce à une nourriture très riche qui leur permet d'engraisser et de mûrir leurs produits sexuels. Nous avons, en effet, observé des réserves lipidiques sous forme de graisse mésentérique qui s'accumulent en août, septembre et octobre. Les différences de condition entre mâles et femelles observées en été proviennent de l'inégalité du développement des gonades ; les ovaires grandissent plus que les testicules. La chute de la condition des femelles relevée en août serait due à l'intensification de la ponte.

2- 1^{er} groupe (tabl.114-115-117-119-120-121)

Les 414 individus ayant servi à cette étude, se répartissent en 244 femelles et 170 mâles de longueur totale respectivement comprise entre 167-252 et 147-237 mm. La relation taille-poids s'écrit pour :

$$\begin{array}{l} \text{total} \quad : W = 4,5296 \cdot 10^{-6} \text{ LT}^{3,09257} \\ \text{femelles} : W = 4,6327 \cdot 10^{-6} \text{ LT}^{3,09048} \\ \text{mâles} \quad : W = 5,0972 \cdot 10^{-6} \text{ LT}^{3,06739} \end{array}$$

		M	A	M	J	J	A	S	O	N
♀	n	30	271	339	58	58	111	86	18	25
	Kc	7,421	7,517	7,521	7,740	8,746	8,196	8,266	8,332	8,245
	Km	7,404	7,475	7,463	7,660	8,663	8,114	8,310	8,261	8,210
♂	n	23	234	310	36	12	49	36	15	21
	Kc	7,334	7,397	7,408	7,453	7,676	7,832	7,905	8,183	8,091
	Km	7,388	7,434	7,354	7,288	7,532	7,741	7,834	8,135	8,075
Total	n	53	505	649	94	70	160	122	33	46
	Kc	7,383	7,461	7,467	7,630	8,562	8,084	8,159	8,264	8,175
	Km	7,396	7,461	7,410	7,572	8,506	8,017	8,107	8,227	8,131

Tabl. 116. - Variations annuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez la sardinelle plate des deux groupes. n : effectif.

		A	M	J	J	A	S	O	N
♀	n	82	60	13	15	31	33	5	5
	Kc	7,284	7,234	7,443	8,500	7,847	8,069	7,884	7,903
	Km	7,240	7,178	7,367	8,334	7,800	8,107	7,856	7,818
♂	n	61	59	11	7	6	15	5	6
	Kc	7,124	7,198	7,258	7,595	7,834	7,745	8,073	8,084
	Km	7,140	7,219	7,103	7,515	7,800	7,627	8,078	8,137
♀ + ♂	n	143	119	24	22	37	48	10	11
	Kc	7,216	7,216	7,358	8,212	7,845	7,968	7,978	8,002
	Km	7,184	7,171	7,243	8,074	7,805	7,894	7,968	7,989

Tabl. 117. - Variations annuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez la sardinelle plate du premier groupe. n : effectif.

		A	M	J	J	A	S	O	N
♀	n	6	20	2	24	25	21	-	-
	Kc	6,950	7,451	7,740	8,787	8,808	8,714		
	Km	6,823	7,478	-	8,841	8,731	8,634		
♂	n	6	14	1	3	4	6	1	1
	Kc	7,471	7,623	7,581	7,907	8,090	8,239	8,485	9,463
♀ + ♂	n	12	34	3	27	29	27	1	1
	Kc	7,210	7,522	7,686	8,689	8,709	8,608	8,485	9,463
	Km	7,377	7,564	-	8,728	8,697	8,584	-	-

Tabl. 118. - Variations annuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez la sardinelle plate du deuxième groupe. n : effectif.

Dans les trois échantillons, la croissance est isométrique ($tpe_{\text{♀}+\text{♂}} = 1,59$; $tpe_{\text{♀}} = 1,05$; $tpe_{\text{♂}} = 0,96$). Mais alors que le taux d'accroissement pondéral est le même dans les deux sexes ($tpe = 0,20$), pour une taille donnée, les femelles pèsent légèrement plus lourd que les mâles ($tpe = 2,89$).

Femelles

D'avril à novembre, la valeur des pentes calculées mensuellement, ne diffère pas de façon significative de 3, à l'exclusion de mai et juin où elle lui est significativement supérieure. Durant les autres mois la croissance est isométrique.

Suivant la succession naturelle des mois, la comparaison deux à deux des pentes ne révèle aucune différence significative, sauf en avril et mai où la valeur de "b" est nettement plus grande que celle d'avril. Cette différence est due vraisemblablement à l'échantillonnage. En ce qui concerne les positions des droites d'allométrie, elles diffèrent d'une façon significative seulement en juin, juillet et août. Ces fluctuations brutales de poids s'expliquent d'une part par le grand accroissement des ovaires en juillet et d'autre part par l'intense émission des œufs en août.

Les valeurs mensuelles des coefficients de condition K_c et K_m sont très voisines avec toutefois, à l'exception de septembre, un léger avantage pour le coefficient composite. Les valeurs extrêmes de ce dernier se situent en mai pour la plus basse (7,234) et en juillet pour la plus élevée (8,500). D'avril à novembre, la tendance générale est à l'augmentation des valeurs des coefficients de condition. Entre avril et juillet, l'amélioration de la condition est considérable d'un mois à l'autre. Elle s'atténue par la suite, devenant à peine sensible entre août et novembre.

Mâles

La croissance pondérale des mâles est isométrique pour l'ensemble des mois considérés. Confrontées successivement deux à deux, les équations mensuelles ne diffèrent significativement ni par la pente ni par la position. Ainsi, d'un mois à l'autre, l'évolution pondérale des mâles est faible et s'effectue d'une manière imperceptible.

De valeurs comparables, les coefficients de condition K_c et K_m évoluent d'une façon synchrone au cours des mois. Le plus souvent, le coefficient composite est légèrement plus grand sauf en mai et novembre. Sa valeur la plus faible est relevée en avril (7,124), la plus forte en novembre (8,084).

Quoique l'augmentation soit plus accusée entre juin et août que durant les autres mois en raison du développement des glandes sexuelles, l'amélioration de la condition des mâles se fait dans l'ensemble d'une manière régulière d'avril à novembre.

Comparaison des femelles et des mâles

La comparaison des paramètres "a" et "b" des équations établies mensuellement pour les femelles et les mâles permet de déceler seulement deux différences significatives, l'une au niveau de la pente en mai, l'autre au niveau de la position en juillet. Pour tous les autres mois, les droites peuvent être confondues. Ceci signifie que la croissance pondérale relative est la même pour les deux sexes et évolue de la même manière en fonction du temps.

L'analyse du graphique représentant les coefficients composite et moyen de condition confirme cette évolution. En effet, aucune différence sensible n'est observée en dehors de juillet où l'écart entre les valeurs des coefficients des femelles et des mâles, imputable au développement considérable des ovaires, est assez appréciable.

3- 2^e groupe (tabl.118)

Les spécimens étudiés sont au nombre de 134 dont 98 femelles et 36 mâles, de longueur total comprise respectivement entre 162-232 mm et 167-232 mm. Les équations de la relation taille-poids sont les suivantes :

$$\text{total} : W = 3,63515.10^{-6} LT^{3,15287}$$

$$\text{femelles} : W = 3,28375.10^{-6} LT^{3,17546}$$

$$\text{mâles} : W = 11,7564.10^{-6} LT^{2,92183}$$

La croissance est isométrique dans les trois échantillons ($t_{\varphi+\sigma} = 0,99$; $t_{\varphi} = 0,94$; $t_{\sigma} = 0,36$). La différence significative relevée au niveau de la position ($t_{pe} = 0,78$; $t_{po} = 3,10$) indique que, pour une taille donnée, les femelles sont plus lourdes que les mâles.

A cause du faible effectif des mâles de ce groupe, nous n'avons pu établir les équations d'allométrie pour chaque mois. Seul le coefficient composite de condition est calculé.

Femelles

Les valeurs du coefficient de condition s'élèvent très rapidement d'avril (6,950) à juillet (8,787). Elles se stabilisent entre juillet et août pour subir une très légère diminution en septembre (8,714).

Mâles

Le coefficient composite de condition s'accroît régulièrement d'avril à novembre, passant ainsi de 7,471 à 9,463.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t(±)
A	log W = 3,05673 log LT - 5,25799	82	0,93637	0,05182	187 - 232	0,42 (-)
M	log W = 3,34641 log LT - 5,94565	60	0,99522	0,02178	167 - 247	8,14 (+)
J	log W = 3,57040 log LT - 6,46200	13	0,96694	0,08329	177 - 252	2,08 (+)
J	log W = 2,69340 log LT - 4,36797	15	0,84002	0,09799	182 - 237	0,75 (-)
A	log W = 3,17683 log LT - 5,51712	31	0,96108	0,06042	172 - 242	1,08 (-)
S	log W = 3,27704 log LT - 5,73222	33	0,91274	0,09902	167 - 247	1,15 (-)
O	log W = 2,83284 log LT - 4,71788	5	0,97076	0,05504	182 - 232	0,42 (-)
N	log W = 3,49135 log LT - 6,24734	5	0,97653	0,03568	197 - 222	1,13 (-)
TOTAL	log W = 3,09048 log LT - 5,33417	244	0,90066	0,09040	167 - 252	1,05 (-)

Tabl. 119. - Equations mensuelles de la relation taille-
poids (LT en mm ; W en g) chez la sardinelle
plate femelle du premier groupe.
n : effectif ; r : coefficient de corréla-
tion ; 2dy : variabilité de l'ordonnée ;
t (+) : valeur du test t et signification
de l'écart par rapport à 3.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t(±)
A	log W = 3,26991 log LT - 5,77408	61	0,87540	0,05896	192 - 232	1,31 (-)
M	log W = 2,93454 log LT - 4,99154	59	0,96999	0,05585	157 - 237	0,69 (-)
J	log W = 3,31753 log LT - 5,87675	11	0,96918	0,09298	162 - 232	1,16 (-)
J	log W = 3,51280 log LT - 6,30892	7	0,910164	0,05561	192 - 217	0,79 (-)
A	log W = 2,80597 log LT - 4,65978	6	0,99412	0,02264	182 - 227	1,28 (-)
S	log W = 3,10649 log LT - 5,35925	15	0,98090	0,06827	147 - 227	0,63 (-)
O	log W = 2,96248 log LT - 5,00601	5	0,90581	0,03753	197 - 212	0,05 (-)
N	log W = 3,02614 log LT - 5,15019	6	0,98049	0,03967	187 - 232	0,08 (-)
TOTAL	log W = 3,06739 log LT - 5,29267	170	0,95565	0,06585	147 - 237	0,96 (-)

Tabl. 120. - Equations mensuelles de la relation taille-
poids chez la sardinelle plate mâle du
premier groupe.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t(±)
A	log W = 3,13507 log LT - 5,45706	143	0,91643	0,05529	187 - 232	1,28 (-)
M	log W = 3,11627 log LT - 5,41207	119	0,93062	0,08265	157 - 247	1,10 (-)
J	log W = 3,4327 log LT - 6,14135	24	0,97034	0,08676	162 - 252	2,44 (+)
J	log W = 2,81587 log LT - 4,66578	22	0,80762	0,09793	182 - 237	0,49 (-)
A	log W = 3,11793 log LT - 5,38050	37	0,94295	0,07164	172 - 242	0,67 (-)
S	log W = 3,22034 log LT - 5,60745	48	0,94537	0,09170	147 - 247	1,42 (-)
O	log W = 2,88674 log LT - 4,83645	10	0,96093	0,04641	182 - 232	0,40 (-)
N	log W = 3,19311 log LT - 5,54560	11	0,97458	0,04009	187 - 232	0,81 (-)
TOTAL	log W = 3,09257 log LT - 5,34394	414	0,92417	0,08228	147 - 252	1,59 (-)

Tabl. 121. - Equations mensuelles de la relation taille-
poids chez la sardinelle plate (femelles +
mâles) du premier groupe.

Comparaison des femelles et des mâles

D'une façon générale, durant la période considérée, l'embonpoint des femelles et des mâles s'améliore constamment d'un mois à l'autre. A l'exception d'avril et mai, les valeurs du coefficient de condition sont plus élevées chez les femelles que chez les mâles. L'écart est particulièrement important à l'époque de la reproduction (juillet-août-septembre).

4- Comparaison des deux groupes

Les équations globales, correspondant à chacun des groupes et précédemment établies d'après l'effectif total, l'effectif des femelles et celui des mâles, ont été comparées respectivement deux à deux. Il en ressort que la différence significative de position observée aussi bien pour l'effectif total ($t_{pe} = 0,40$; $t_{po} = 9,65$) que pour les sexes pris séparément ($t_{pe} \text{ ♀} = 0,43$; $t_{po} \text{ ♀} = 7,75$; $t_{pe} \text{ ♂} = 0,70$; $t_{po} \text{ ♂} = 4,37$), met en évidence une meilleure condition des individus du groupe 2.

En ce qui concerne l'évolution annuelle de la condition, le coefficient composite de condition des femelles du groupe 2, tout en étant plus élevé que celui des femelles de groupe 1, progresse de la même manière jusqu'en juillet. Mais, à partir de ce mois, alors que dans le groupe 1, le coefficient de condition subit une chute brutale en août pour reprendre son accroissement lent pendant les mois suivants, celui du groupe 2 se stabilise en août et diminue légèrement en septembre. L'écart relevé en avril-juillet au profit du groupe 2 va donc se creuser davantage en août-septembre.

Pour ce qui est des mâles, les valeurs du coefficient du groupe 2 sont toujours supérieures à celles du groupe 1 même si nous ne tenons pas compte des résultats obtenus en octobre-novembre d'après un faible effectif.

A la lumière de l'étude de la relation taille-poids de la sardinelle plate, nous pouvons faire les observations ci-dessous.

- Quels que soient le groupe, le sexe ou le mois considérés, la croissance pondérale est le plus souvent isométrique. Ceci permet d'expliquer d'une part, la concordance parfaite entre les deux coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition et de calculer d'autre part, le coefficient composite en englobant toutes les classes de taille.
- Dans un même groupe, les femelles sont, pour une taille donnée, plus lourdes que les mâles et les individus du groupe 2 sont plus lourds que ceux du groupe 1.
- Il existe une amélioration constante de la condition du début du printemps à l'automne, l'explication réside dans le fait que les poissons en arrivant sur la côte, trouvent une nourriture suffisamment riche qui leur assure le mûrissement de leurs produits sexuels en été et le stockage des réserves lipidiques en automne.

D- CONCLUSION

Nous avons présenté dans les chapitres réservés à chacun des aspects biologiques abordés les principales conclusions auxquelles nous avons abouti. Elles ne seront donc pas reprises ici. Disons seulement qu'un certain nombre de points ont pu être précisés alors que beaucoup d'autres sont encore obscurs. En particulier, la distinction des deux groupes de sardinelles, quoique confirmée par quelques données biologiques, n'a pu être totalement menée à bien en raison de la faible représentativité du deuxième groupe et des difficultés d'approche de certains paramètres.

III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO-MEDITERRANEENNES

A- AGE ET CROISSANCE

L'étude de la croissance a été faite par plusieurs auteurs. Les résultats sont consignés dans le tableau 122 et représentés graphiquement par la figure 108. Les tailles correspondent à la longueur totale exprimée en mm. Les valeurs initiales de GHENO et LE GUEN (1968) données par rapport à la longueur à la fourche sont converties en longueur totale par la formule $LF = 0,904 LT$ établie par GHENO et POINSARD (1969). A l'exception de POSTEL (1955) qui se sert de méthodes statistiques, tous les autres auteurs déterminent l'âge par la méthode scalimétrique. Aucun des auteurs ne signale de différence de croissance entre les sexes et le fait de trouver parfois dans un échantillon moins de mâles que de femelles de grande taille est imputable à une plus grande longévité de celles-ci (GHENO et LE GUEN, 1968).

En Méditerranée, les premiers travaux sont réalisés en Egypte par FAGE (1920) qui détermine les quatre premières périodes de croissance à partir de l'observation de 40 spécimens dont le plus grand mesure 150 mm. Toujours en Egypte, les résultats obtenus par EL MAGHRABY en 1960 et EL MAGHRABY *et al.* en 1970 sur 432 individus de longueur comprise entre 75 et 170 mm sont très comparables entre eux et très voisins de ceux de FAGE (1920). En Algérie, DIEUZEIDE (1950) complète les données de FAGE d'après un lot de 28 spécimens en calculant les longueurs atteintes aux 4^e, 5^e et 6^e périodes de croissance. En Israël, BEN TUVIA (1960 b) trouve des valeurs peu différentes de celles de DIEUZEIDE mais légèrement plus élevées que celles déterminées en Egypte. En Tunisie, nos résultats se rapprochent beaucoup de ceux de BEN TUVIA et de DIEUZEIDE.

Pour les trois ou quatre premières années de vie de *S. maderensis*, la croissance semble plus lente en Egypte que dans les autres secteurs de la Méditerranée.

Secteurs	Auteurs	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇
Egypte	Fage, 1920	110-115	120-125	135	140-150			
Egypte	El Maghraby, 1960	111	127	139	163			
Egypte	El Maghraby et al., 1970	113	135	145				
Israël	Ben Tuvia, 1960 b	115	145	175	195	220	-	275
Algérie	Dieuzelde, 1950				175	180-220	230-255	
Tunisie	Présent travail	99	139,3	169,1	191,3	207,7	219,9	229,1
Sénégal	Postal, 1955	150	210-220	250-260	290-300	330-340		
Congo	Rossignol, 1955	124	190	230	250			
Congo	Giéno et Le Guan, 1968	170,7	236,6	261,3	273,8	275		

Tabl. 122. - Tailles atteintes par la sardinelle plate aux différentes années de vie calculées par quelques auteurs. L : longueur totale en mm.

Secteurs	Auteurs	Equations de régression	n	Unités	Limites mm
Egypte	El Maghraby, 1969	$W = 0,0102 LT^{2,99}$	2226	W : g LT : cm	60 - 170
Egypte	Soliman et al., 1970	$W = 1,278.10^{-5} LT^{2,9176}$	805	W : g LT : mm	50 - 270
Tunisie	Présent travail	$W = 1,9113.10^{-5} LT^{2,8272}$	1732	W : g LT : mm	150 - 260
Sénégal	Boely, 1979	$W = 4,43.10^{-6} LF^{3,244}$		W : g LF : mm	
Côte d'Ivoire	Marchal, 1965 a	$W = 17,5 LS^{3,09}$	1057	W : g LS : cm	40 - 280
Congo-Gabon	Fontana et Pianet, 1973	$W = 5,94.10^{-6} LF^{3,183}$		W : g LF : mm	90 - 290

Tabl. 123. - Equations reliant le poids à la taille de la sardinelle plate calculées par quelques auteurs.

Saison	EL MAGHRABY, 1969			SOLIMAN et al., 1970			Présent travail		
	1961	n	Kc	1964 - 1965	n	Kc	1974 - 1977	n	Kc
Hiver	janvier-mars	583	9,41	janvier-mars	72	8,60	mars	53	7,38
Printemps	avril-juin	520	9,19	avril-juin	182	8,41	avril-juin	1248	7,48
Eté	juin-août	552	9,22	juillet-août	116	7,29	juillet-août	230	8,23
Automne	octobre-décembre	572	10,73	septembre-novembre	280	10,51	septembre-novembre	201	8,18

Tabl. 124. - Variations annuelles du coefficient composite de condition (Kc) de la sardinelle plate d'après les données de quelques auteurs.

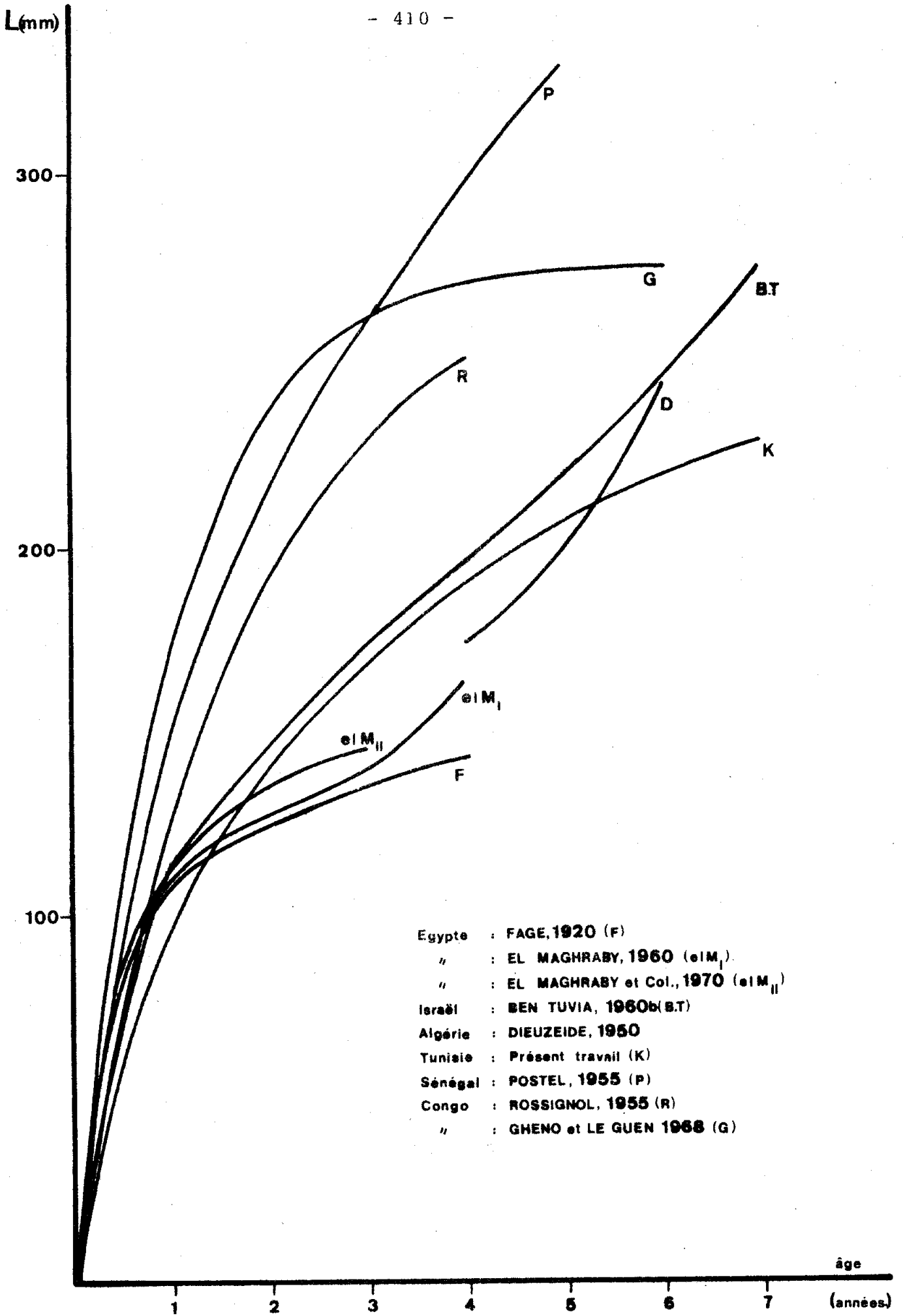


Fig. 108. - Courbes de croissance linéaire de la sardinelle plate établies d'après les données de quelques auteurs.

Dans le sud-est-atlantique, les principaux travaux sont ceux de POSTEL (1955) au Sénégal, de ROSSIGNOL (1955) et de GHENO et LE GUEN (1968) à Pointe-Noire (Congo). Les résultats obtenus sont différents suivant les régions et même pour une région donnée suivant les auteurs. Ces différences seraient en partie dues aux difficultés que rencontrent les chercheurs dans la détermination de l'âge. Car dans ces régions tropicales, comme le notent GHENO et LE GUEN (1968): "l'étalement des pontes sur toute l'année sans interruption ni variation d'amplitude importante rend la méthode de Petersen totalement inapplicable". De plus, "des conditions de milieu relativement stables font que les variations du métabolisme sont peu marquées. Les méthodes directes de détermination de l'âge sont donc d'un usage plus difficile que dans les mers tempérées ou froides".

ROSSIGNOL (1955) trouve une croissance globale plus lente mais des accroissements annuels moyens plus importants que GHENO et LE GUEN (1968). D'après ces derniers auteurs, la croissance est très rapide au cours des deux premières années puis semble s'arrêter brusquement après. Quant aux résultats de POSTEL (1955), ils montrent que la croissance est rapide et qu'elle ne ralentit pratiquement pas durant la vie du poisson.

Par rapport à la Méditerranée, les spécimens ouest-africains sont atteints de gigantisme. Nous pouvons dire qu'en moyenne, il y a deux ans de décalage entre les individus selon qu'ils sont méditerranéens ou atlantiques: un poisson de Méditerranée met trois ans pour atteindre la même taille qu'un individu atlantique âgé d'un an. Il est bien évident que cet écart s'amplifie à mesure que les poissons vieillissent.

Les valeurs maximales de la longueur totale relevées par les auteurs dans différents secteurs fournissent

s'il en est besoin la preuve indiscutable quant à la différence de croissance entre les sardinelles sud-méditerranéennes et ouest-africaines: Egypte: 180 mm (TILLIER, 1902) ; 150 mm (PAGE, 1920) ; 270 mm (SOLIMAN *et al.*, 1970). Israël: 275 mm (BEN TUVIA, 1960 b). Algérie: 255 mm (DIEUZEIDE, 1950). Tunisie: 250 mm (HELDT, 1950) ; 256 mm (Présent travail). Sénégal: 350 mm (POSTEL, 1955). Côte d'Ivoire: 356 mm (MARCHAL, 1965 a). Congo: 330 mm (ROSSIGNOL, 1955) ; 380 mm (ROUX, 1957). Angola: 339 mm (MONTEIRO, 1957).

L'examen des tailles moyennes des poissons pêchés reflètent encore mieux la différence de croissance entre les régions. En Méditerranée orientale se trouvent les tailles moyennes les plus basses. En Egypte, sur 805 individus étudiés par SOLIMAN *et al.* (1970), 761 poissons, soit 94,5 % de l'effectif ont une taille comprise entre 50 et 160 mm avec un mode situé à 140 mm, contre 44 individus seulement (5,5 %) qui ont une longueur allant de 170 à 270 mm. Sur les côtes d'Israël, BEN TUVIA (1960 b) note que la taille varie entre 60 et 220 mm avec deux modes à 85 et à 160 mm. Sur 2285 spécimens mesurés, 2159 (94,5 %) ont une taille comprise entre 60 et 165 mm et 126 (5,5 %) entre 170 et 220. Au Maghreb, la moyenne est déjà plus importante. Dans le golfe de Tunis, la taille varie entre 125 et 250 mm (HELDT, 1950) et le mode se situe à 215 mm. Sur les côtes algériennes, la taille est comprise entre 175 et 265 mm (DIEUZEIDE, 1950). Dans le sud-est-atlantique, la taille moyenne est encore plus élevée, la valeur modale en Côte d'Ivoire est d'environ 220 mm (MARCHAL, 1965 a) et de 210 mm au Congo (GHENO et POINSARD, 1969).

B- SEXUALITE ET REPRODUCTION

1- Proportions numériques des sexes (fig.109)

Peu nombreux sont les auteurs qui ayant travaillé sur *Sardinella maderensis* ont abordé le problème de la distribution numérique des sexes.

Pour la Méditerranée, nous disposons seulement des données de POSTEL (1959) et de SOLIMAN *et al.* (1970). Le premier a examiné 20 spécimens provenant du golfe de Tunis, répartis en 9 femelles et 11 mâles. Mais cet échantillon est trop petit pour être pris en considération. Celui étudié par les seconds auteurs en Egypte se compose de 805 individus dont 346 sont reconnaissables sexuellement et se distribuent en 157 femelles et 189 mâles, soit un sex-ratio voisin de 1. Il convient de préciser que, bien que la distribution de fréquence de taille de ces spécimens couvre un éventail assez large (100-270 mm), leur longueur moyenne est petite puisque la valeur modale se situe à 140 mm.

Dans le sud-est-atlantique, au large du Sénégal, POSTEL (1955) relève une légère prédominance des femelles: sur 102 individus, 56 sont des femelles et 46 des mâles. Une analyse plus récente et plus complète effectuée par BOELY (1980) sur 9 869 individus du Sénégal montre que le taux des femelles est sensiblement plus élevé (54 %) que celui des mâles. En ce qui concerne les variations du sex-ratio en fonction de la taille, l'auteur les résume ainsi: en dessous d'une longueur à la fourche de 160 mm (193 mm LT), il existe une nette prédominance des femelles explicable, soit par le développement plus précoce des ovaires, soit par la reconnaissance plus facile de ces derniers; pour des tailles comprises entre 160 et 190 mm (193-230 mm LT), les mâles sont plus nombreux, puis à partir de 200 mm (243 mm LT), le taux de féminité croît progressivement, de sorte qu'au delà de 240 mm (294 mm LT), les femelles deviennent de nouveau dominantes. En Côte d'Ivoire, MARCHAL (1965 a) distingue sur un total de 2 408 individus, 1 275 femelles et 1 133 mâles, soit une nette prédominance des femelles ($\chi^2 = 8,37$). L'auteur note qu'à des longueurs standard inférieures à 140-160 mm (170-205 mm LT), les sexes ne sont pas identifiables. Dans l'intervalle compris entre 160 et 190 mm (205-245 mm LT)

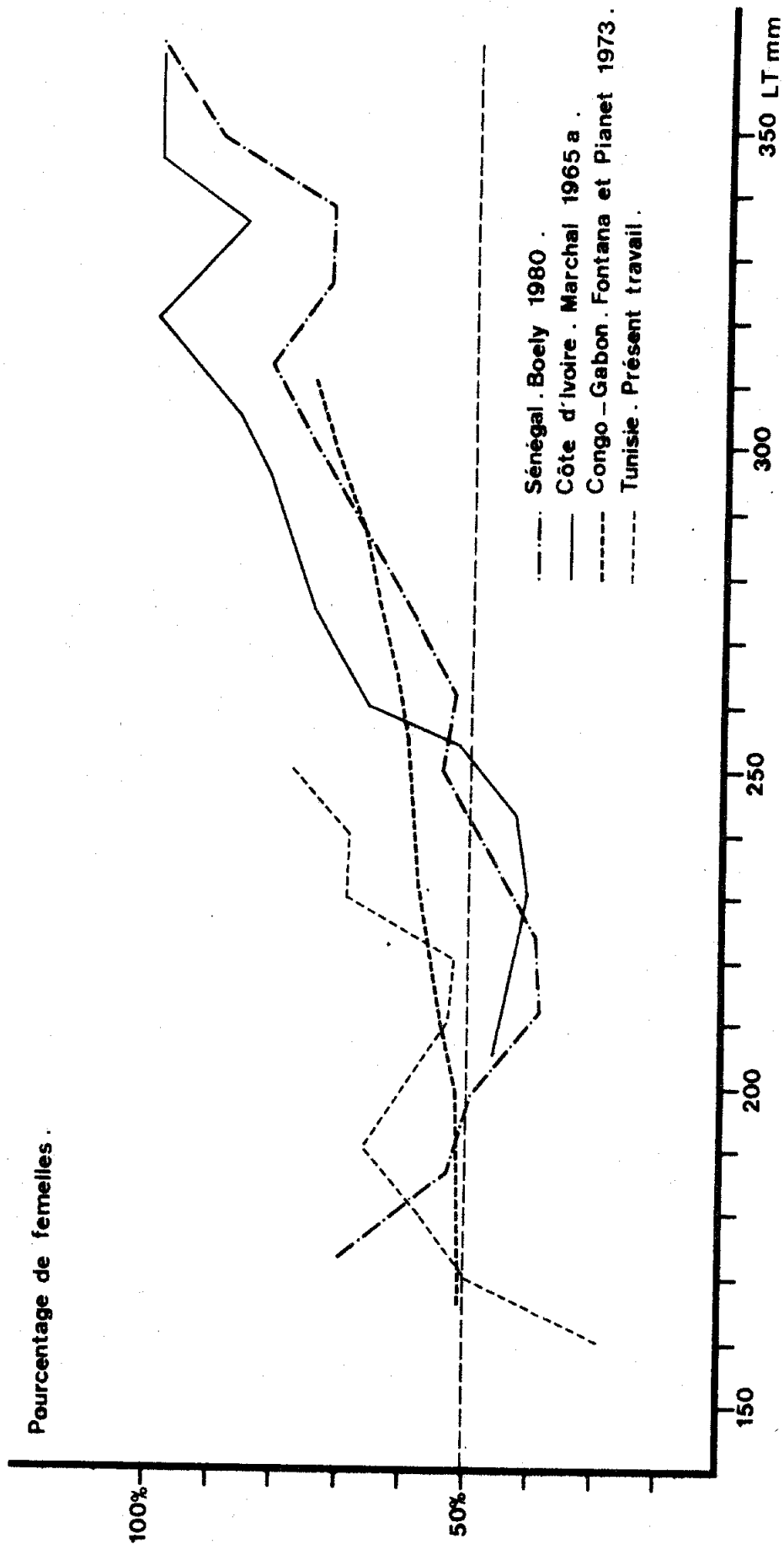


Fig. 109. - Evolution du pourcentage des sardinelles plates femelles en fonction de la taille selon différents auteurs.

les mâles sont dominants. A 200 mm (255 mm LT) les sexes sont à égalité. Puis entre 210 et 280 mm (260-360 mm LT), le taux de féminité augmente très rapidement et, en particulier, à partir de 250 mm (320 mm LT), il n'y a pratiquement plus que des femelles. Sur les côtes du Congo et du Gabon, FONTANA et PIANET (1973) dénombrent 4 047 femelles et 3 536 mâles sur un effectif de 7 583 sardinelles et remarquent que les tests appliqués ne leur permettent pas de conclure à un sex-ratio égal à 1. L'analyse qu'ils ont faite du sex-ratio pour chaque classe de taille a conduit les auteurs à des résultats semblables à ceux de MARCHAL (1965 a) : une égalité numérique des sexes dans les classes de taille comprises entre 145 et 200 mm LF (170-220 mm LT), puis, dans les classes de taille supérieures un accroissement régulier du taux de féminité qui peut atteindre 75 % à 280 mm LF (310 mm LT).

En faisant abstraction des valeurs absolues des classes de taille à cause de l'inégalité de croissance des sardinelles méditerranéennes et sud-est-atlantiques, nous retrouvons en Tunisie une évolution du sex-ratio similaire à celle observée au Sénégal par BOELY (1980) en Côte d'Ivoire, par MARCHAL (1965 a) et au Congo-Gabon par FONTANA et PIANET (1973) (fig.109) : les femelles et les mâles sont en nombre égal pour des longueurs totales variant entre 150 et 180 mm. Puis les femelles prédominent de plus en plus à mesure que la taille s'accroît, le taux de féminité passant ainsi de 56,1 % à 190-220 mm à 69,1 % à 230-260 mm. A cet égard, la légère supériorité numérique des mâles signalée en Egypte serait due au fait que les individus examinés sont dans leur ensemble de petite taille.

L'étude de l'âge ayant démontré l'absence de croissance différentielle entre les sexes aussi bien en Tunisie qu'au Congo (GHENO et LE GUEN, 1968), la prédominance numérique des femelles dans les grandes classes de taille

trouverait son explication vraisemblablement dans la longévité plus importante des femelles mais peut-être aussi dans la plus grande vulnérabilité des femelles vis-à-vis des engins de pêche.

2- Taille et âge à la première maturité

Pour la Méditerranée, BEN TUVIA (1960 b) signale que les plus petites femelles mûres rencontrées sur les côtes israéliennes sont longues de 170 mm et âgées de trois ans. Ces observations confirment les suppositions que nous avons faites concernant la sardinelle du golfe de Tunis. Les plus petits individus mûrs que nous avons observés et qui semblent se reproduire pour la première fois ont une taille de 160-170 mm et sont âgés de trois ans.

BOELY (1980), qui considère que la taille à la première maturité est celle à laquelle 50 % des individus sont mûrs pour la première fois, l'estime à 165 mm LF (200 mm LT) pour les sardinelles femelles des côtes sénégalaises et note que toutes les femelles sont mûres à la taille de 240 mm LF (294 mm LT). L'auteur constate que cette taille peut varier suivant les années et les saisons. Selon ROSSIGNOL (1955), à pointe-Noire (Congo), l'espèce atteint sa première maturité sexuelle à 160-180 mm, ce qui correspond à la fin de la deuxième année de vie. D'après les données de FONTANA et PIANET (1973) sur les sardinelles du Congo et du Gabon, tous les individus sont adultes à 200 mm LF (220 mm LT) et ont 25 mois d'âge. Les auteurs remarquent que la taille à la première maturité varie au cours de l'année et est fonction de la richesse des eaux en plancton. En saison chaude (janvier à mai), les eaux sont pauvres en plancton et la première maturité se situe 200 mm LF (220 mm LT). En mai, les eaux sont, au contraire, riches en plancton et la première maturité est atteinte à 190 mm LF (210 mm LT).

Il importe de relever que les données concernant la sardinelle plate ouest-africaine sont très divergentes et ce, même en faisant abstraction des résultats obtenus par ROSSIGNOL (1955) qui ne donne pas une définition précise de la taille à la première maturité.

Dans le cas où seules les valeurs fournies par FONTANA et PIANET (1973) sont prises en compte pour caractériser la sardinelle ouest-africaine, celle-ci est adulte à une taille plus grande (220 mm) et à un âge plus précoce (2 ans) que la sardinelle méditerranéenne dont la première maturité survient à une taille de 170 mm et à un âge de trois ans.

3- Cycle sexuel

En Méditerranée, à l'exception de WHITEHOUSE (1933) qui a récolté au large de l'Egypte des larves de *Sardinella maderensis* en avril, ce qui situerait la période de ponte au printemps, tous les auteurs fixent la saison de reproduction de l'espèce pendant les mois les plus chauds de l'année. En Egypte, EL MAGHRABY (1969) la situe de fin juin à août. En Israël (BEN TUVIA, 1960 b), en août et septembre lorsque la température de surface est égale à 28,4 et 27,7°C alors que la salinité, d'une valeur supérieure à 39 ‰ en août, chute en septembre à environ 37 ‰ à cause de la crue du Nil (avant la mise en service du barrage d'Assouan en 1966). Au Maghreb, d'après DIEUZEIDE (1950), la période de maturation s'étend en Algérie sur les deux mois chauds juillet et août quand la température moyenne de surface est comprise entre 23,5 et 22,4°C. Les poissons se trouvant aux abords immédiats des embouchures des fleuves où les apports d'eau douce sont assez importants. En Tunisie, HELDT (1950) signale que les glandes sexuelles de la sardinelle du golfe de Tunis arrivent à maturité en août, ce qui situe la ponte à la deuxième quinzaine de ce mois. Dès les premiers jours de septembre, on trouve des femelles ayant

des ovaires épuisés. Nos observations personnelles prouvent que la ponte s'étend de juillet à la mi-septembre. A cette époque de l'année, les valeurs de la température et de la salinité dans le golfe de Tunis sont égales à 23°C et 37‰; la salinité au niveau des embouchures du Miliane et de la Medjerdah devant être plus basse. Ainsi, là où se trouve *S.maderensis* en Méditerranée, sa ponte est très limitée dans le temps, se déroule en saison estivale (juillet-septembre) et a lieu au voisinage de la côte où les conditions hydrologiques se caractérisent par une température très élevée et une salinité relativement basse.

Dans le sud-est-atlantique, la saison de ponte est plus ou moins longue et précoce selon les régions. Sur les côtes sénégalaises, elle s'étend, d'après POSTEL (1955), de juin à août et correspond au maximum de salinité qui s'établit autour de 35‰, la température étant alors supérieure à 23°C. Dans la même région, MAINGUY et DOUTRE (1958) signalent que la ponte s'étale de juillet à septembre, la température variant entre 26 et 28°C et la salinité autour de 35,5‰. Au sud du Sénégal, BLANC (1957) trouve des femelles mûres en mars-avril-mai et pense que la ponte peut se poursuivre jusqu'en septembre. Toujours sur les côtes du Sénégal, BOELY (1980) constate que la période d'activité sexuelle s'étend de janvier à octobre avec un maximum de ponte entre mai et août. Sur le plateau continental de Guinée, POSTEL (1955) trouve des femelles mûres dès le mois de mars. Au sud de l'Equateur, dans la région de Pointe-Noire, ROSSIGNOL (1955) écrit que la reproduction a lieu toute l'année avec deux maximums: fin juin-août et fin novembre-décembre, ce qui correspond aux grande et petite saisons froides. Dans le même secteur de Pointe-Noire, GHENO et POINSARD (1968) notent que les sardinelles plates pondent d'une façon constante toute l'année (les températures extrêmes étant égales à 17-29°C). Enfin, pour FONTANA et PIANET (1973), la sardinelle des côtes du Congo et du Gabon se reproduit toute l'année

avec un maximum en saison froide et un minimum en petite saison chaude (octobre).

Il apparaît donc, dans cette partie de l'ouest-africain, que la ponte de la sardinelle se caractérise principalement par son étalement dans le temps, de plus en plus important, du nord au sud.

Parmi les facteurs externes pouvant déclencher les mécanismes de la reproduction, la température et la salinité ont retenu particulièrement l'attention des chercheurs. Pour la plupart d'entre eux, la température semble l'élément décisif sinon exclusif. En Méditerranée, la ponte a lieu durant les mois les plus chauds de l'année alors que pendant cette période la salinité peut varier de plus de 39 ‰ à 37 ‰ (au large d'Israël). A Pointe-Noire, GUENO et POINSARD (1968) attribuent l'uniformité de la ponte annuelle à la température moyenne des eaux superficielles. En revanche, POSTEL (1955) établit une relation directe entre la ponte et une forte salinité. Ce que confirment implicitement les travaux de MAINGUY et DOUTRE (1958). La température mensuelle moyenne est supérieure à 23°C durant une très longue période qui va de juin à novembre. Or la ponte qui débute en juillet s'achève en septembre, soit deux mois avant que la température ne descende à une valeur inférieure à 23°C. C'est qu'en octobre et novembre, la salinité qui oscillait autour de 35,5 ‰, subit une baisse très sensible (33,5 ‰). A Pointe-Noire, les deux maximums de ponte signalés par ROSSIGNOL (1955) se produisent pendant les saisons froides au moment où la salinité est supérieure à 35 ‰.

Faut-il en conclure que température et salinité peuvent agir simultanément et que selon les régions l'un des facteurs prime sur l'autre, ou tout simplement constater avec POSTEL (1960) à propos de la sardinelle ronde que "la saison de ponte varie avec la latitude" sans essayer d'indiquer le

sens de la relation et "qu'on aperçoit très mal le rôle que peuvent jouer les facteurs hydrologiques (température et salinité) dans la fixation de la période de ponte" ?

Il est certain que le couple $T^{\circ}\text{C} - S^{\circ}\text{‰}$ et son évolution annuelle interviennent dans le déclenchement de la ponte. Nous pouvons ainsi relever que, dans un secteur donné, l'association d'un maximum de température à un minimum relatif de salinité favorise la ponte. Le cas des régions sud-méditerranéennes où débouchent les oueds et dont la structure hydrologique estivale est telle qu'elles sont le siège d'une température maximum liée à une salinité basse, est à cet égard très démonstratif. Dans ces régions méditerranéennes à forte salinité annuelle moyenne, l'optimum halin susceptible d'agir sur la ponte se situe au niveau des basses valeurs. C'est le phénomène inverse qui se produit dans les secteurs à salinité annuelle moyenne basse comme la région de Dakar par exemple où l'optimum halin requis correspond aux valeurs maximums de la salinité. La ponte s'établit donc, selon les secteurs, lorsque les conditions se rapprochent le plus d'une valeur donnée du couple $T^{\circ}\text{C} - S^{\circ}\text{‰}$, généralement au moment du maximum ou du minimum de $S^{\circ}\text{‰}$ et de $T^{\circ}\text{C}$, les deux facteurs pouvant être dissociés.

D'autres facteurs climatiques et trophiques jouent également un rôle important dans la reproduction. FONTANA et CHARDY (1971) ont mis en évidence l'influence de l'ensoleillement et surtout de la pluviométrie sur la ponte de la sardinelle ronde deux mois avant son déclenchement. De même, FONTANA et PIANET (1973) expliquent l'absence de reproduction des sardinelles en 1972 par la sécheresse exceptionnelle des mois qui précèdent la saison de ponte. Les pluies en drainant de grandes quantités de sels nutritifs, engendrant de la sorte une importante production planctonique, agissent indirectement sur le métabolisme des sardinelles.

En ce qui concerne les processus de maturation des gonades, FONTANA (1969), après avoir montré que les gonades possèdent trois stocks bien individualisés d'ovocytes, conclut que la ponte est fractionnée. Toutefois le nombre de pontes par saison ne correspond pas obligatoirement au nombre de stocks d'ovocytes et reste inconnu. D'après FONTANA et PIANET (1973), la durée du frai et le nombre de pontes dépendent des conditions hydrologiques et trophiques. En Tunisie, l'ovaire des sardinelles plates semble évoluer différemment puisqu'il ne renferme qu'un groupe unique d'ovocytes qui mûrissent et sont pondus en une seule fois. Il est logique de rattacher ce phénomène au fait que les conditions hydrologiques du milieu ambiant au moment de la ponte sont assez tranchées et de durée limitée.

De ce fait, la comparaison de la fécondité de la sardinelle du golfe de Tunis et de celle du Gabon et du Congo est difficilement réalisable étant donné que son calcul n'a porté dans cette dernière région que sur les ovocytes du dernier mode, ceux dont l'état de maturation est le plus avancé. Nous rapportons à titre indicatif que la fécondité relative calculée d'après l'équation de FONTANA et PIANET (1973) est égale à 320 œufs par gramme de poisson contre 950 œufs en Tunisie.

C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION

Toutes les équations reliant le poids à la taille de la sardinelle plate que nous avons réunies dans le tableau 123 sont calculées par les auteurs par la méthode des moindres carrés d'après l'examen d'individus mâles et femelles pêchés à différentes époques de l'année. Afin de procéder à une étude comparative, nous avons porté sur le même graphique (fig.110) les courbes correspondant à ces équations. Nous avons dû traduire au préalable en longueur totale (LT) la longueur standard (LS) et la longueur à la fourche (LF) utilisées par certains chercheurs comme grandeurs de référence.

Pour cela, nous avons appliqué respectivement pour l'équation de MARCHAL (1965 a) les valeurs des rapports $\frac{LT}{LS}$ qu'il a lui-même déterminées, pour celle de BOELY (1979) la formule $LT = 1,26 LF - 8,82$ définie par l'auteur et pour celle de FONTANA et PIANET (1973) la formule $LF = 0,904 LT$ calculée par GHENO et POINSARD (1969). En l'absence d'éléments mathématiques nécessaires à une comparaison statistique des équations, l'analyse des courbes considérées ne peut être que graphique.

Il y a lieu de remarquer, toutefois, que les coefficients de régression peuvent être groupés en deux ensembles suivant qu'ils sont supérieurs ou inférieurs à 3. Pour peu rigoureuse qu'elle soit, cette distinction permet de constater que, dans l'ensemble, la croissance pondérale relative subit une allométrie plus ou moins minorante en Méditerranée alors qu'elle présente une allométrie plus ou moins majorante dans l'ouest-africain.

L'observation de la figure 110 montre que les courbes sont confondues au niveau des petites tailles mais qu'elles s'individualisent très tôt pour occuper une position bien étagée: la première, située vers le haut, correspond à la sardinelle du Congo et du Gabon et la dernière, la plus basse, à la sardinelle de Tunisie. Pour fixer les idées, nous avons calculé pour chaque secteur, les poids moyens d'un individu de 200 mm de longueur totale. Les valeurs obtenues sont:

79 g:	Egypte	(données d'EL MAGHRABY)
66 g:	Egypte	(données de SOLIMAN <i>et al.</i>)
61 g:	Tunisie	
70 g:	Sénégal	
70 g:	Côte d'Ivoire	
91 g:	Congo-Gabon	

Les chiffres ci-dessus font ressortir que le poids des sardinelles diffère considérablement d'un secteur à l'autre et pour un secteur donné d'une période à l'autre, comme

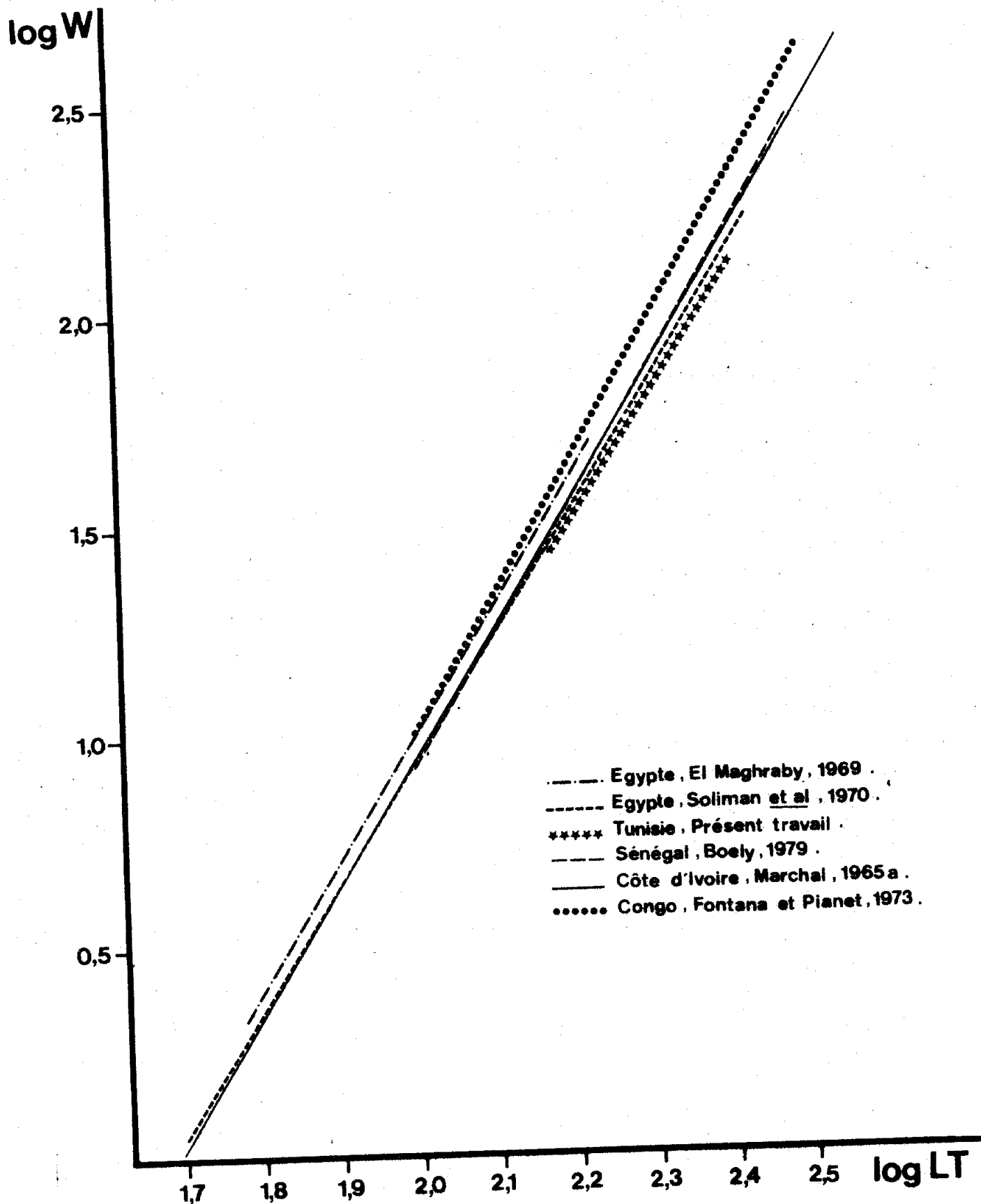


Fig. 110. - Relations poids (W en g) - longueur (LT en mm) chez la sardinelle plate d'après les données de quelques auteurs.

c'est le cas de l'Egypte. Les individus du golfe de Tunis se distinguent par leur très faible poids qui ne constitue que les deux tiers de celui des sardinelles du Congo et du Gabon. Bien qu'il faille tempérer ces divergences en raison des imprécisions inhérentes à l'échantillonnage et de la grande variabilité du poids pour une longueur considérée au sein d'un même échantillon, il paraît légitime d'en tenir compte et de conclure qu'elles sont dues essentiellement à des causes écologiques et peut être même génétiques. En effet, l'explication la plus probable à la faiblesse relative du poids des sardinelles de Tunisie est que les conditions trophiques et hydrologiques qui règnent dans le golfe de Tunis ne sont pas des conditions idéales à l'épanouissement d'une espèce avant tout tropicale qu'est *Sardinella maderensis*.

Pour pouvoir interpréter les différences constatées en Egypte entre les résultats d'EL MAGHRABY (1969), d'une part, et ceux de SOLIMAN *et al.* (1970), d'autre part, il est nécessaire de préciser que le premier auteur a effectué ses observations en 1961, avant la construction du barrage d'Assouan, alors que les seconds ont travaillé en 1964-65, c'est-à-dire à un moment où une grande partie des eaux du Nil commence à être retenue par le barrage. En effet, avant l'édification de ce dernier, le Nil, en déversant dans la mer, grâce à ces crues annuelles, d'importantes quantités de sels nutritifs et de particules organiques diverses, faisait de ce secteur du bassin oriental l'une des zones les plus productives de la Méditerranée qui rappelait d'une certaine manière les côtes ouest-africaines marquées par la présence d'upwelling. Ce phénomène d'enrichissement périodique du milieu marin, qui avait pour conséquence, entre autres, une amélioration certaine de la condition des sardinelles, s'est considérablement atténué depuis les années 1964-1965. Les différences entre le poids moyen des sardinelles observées par EL MAGHRABY (1969), d'un côté, et par SOLIMAN *et al.* (1970), de l'autre, trouveraient ainsi leur explication dans les bouleversements spectaculaires du milieu ambiant.

Pour l'étude comparative de l'évolution annuelle du coefficient composite de condition des sardinelles plates, nous avons pris en considération les travaux d'EL MAGHRABY (1969) et de SOLIMAN *et al.* (1970) effectués en Egypte, de FONTANA et PIANET (1973) au Congo et au Gabon et de BOELY (1979) au Sénégal.

EL MAGHRABY (1969) fournit pour chaque saison le poids moyen correspondant à chaque classe de taille. En nous servant de ses données, nous avons calculé les valeurs saisonnières moyennes du coefficient de condition. Nous avons ensuite groupé par saison les valeurs mensuelles du coefficient de condition établies par SOLIMAN *et al.* (1970) ainsi que celles que nous avons calculées pour la sardinelle du golfe de Tunis. Toutes ces données sont rassemblées dans le tableau 124 et illustrées par la figure 111. Ne pouvant disposer des valeurs chiffrées par FONTANA et PIANET (1973) et par BOELY (1979), nous nous sommes contenté de transposer sur la figure 111, en modifiant les échelles, les graphiques dressés par les auteurs. Les valeurs portées sur l'échelle droite de la figure 111, déterminées graphiquement, sont donc peu précises.

L'examen de cette figure montre, pour la Méditerranée, que les valeurs du coefficient de condition sont plus faibles en Tunisie qu'en Egypte, sauf l'été où nos valeurs sont légèrement supérieures à celles calculées par SOLIMAN *et al.* (1970).

Les valeurs obtenues par ces derniers auteurs sont plus faibles et présentent des variations saisonnières plus accusées que celles d'EL MAGHRABY (1969). Nous avons dit, dans les paragraphes précédents, que cette diminution de la condition de la sardinelle d'Egypte, à partir des années 1964-1965, pourrait avoir pour origine l'appauvrissement des eaux marines en sels nutritifs.

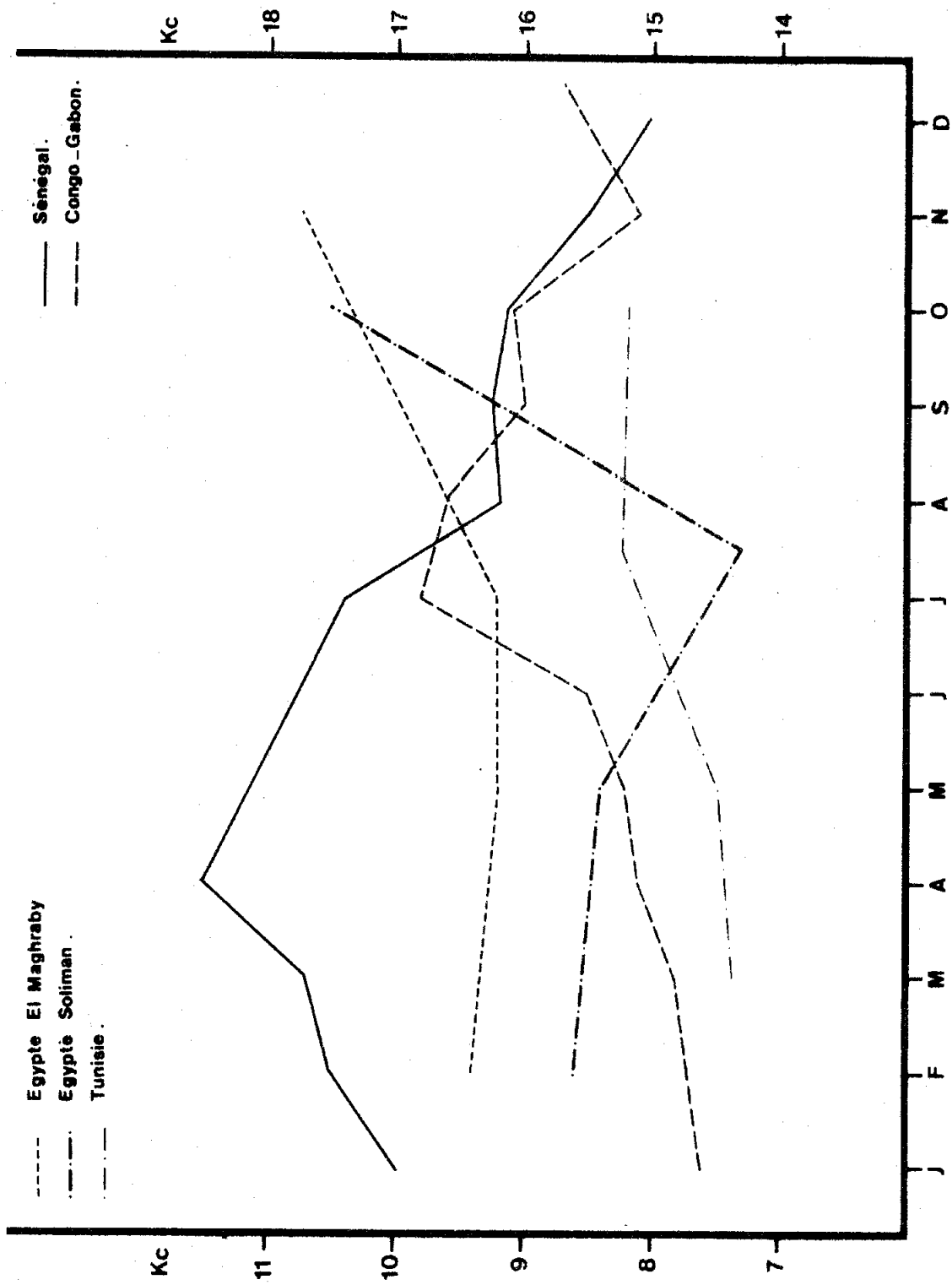


Fig. 111. - Evolution annuelle du coefficient composite de condition de la sardine plate selon différents auteurs.

Les résultats des auteurs égyptiens mettent en évidence que l'évolution saisonnière de l'embonpoint ne présente pas de grandes variations suivant les années: les valeurs les plus élevées se situent en automne et les plus basses au printemps et en été.

En Tunisie, le coefficient de condition progresse depuis l'hiver jusqu'en automne. Son évolution saisonnière est très faible par rapport à ce qui s'observe en Egypte.

La différence notable entre les deux régions réside dans le fait qu'en été le maximum enregistré en Tunisie correspond au minimum en Egypte.

D'après EL MAGHRABY (1969), "les changements de poids dépendent surtout de la quantité de graisse emmagasinée dans les tissus et non de l'état de réplétion stomacale ou du poids des gonades". L'auteur explique qu'en hiver, le poisson ne se nourrit pas par manque de nourriture et son métabolisme dépend essentiellement de l'excès de lipides accumulés dans son corps durant l'automne. Au printemps, le poisson retrouve juste la quantité suffisante de plancton lui permettant de maintenir son poids au niveau hivernal. En été, bien que le poisson se nourrisse normalement, les réserves lipidiques sont à leur minimum et les aliments ingurgités servent uniquement au développement des gonades. Le poids des gonades compense en partie, la perte estivale en poids. En automne, le plancton est très abondant, le poisson se nourrit bien et retient le plus possible de réserves lipidiques qui seront utilisées pendant la mauvaise saison.

En Tunisie, les phénomènes semblent légèrement différents. L'accumulation des réserves s'effectue bien en automne et le poisson atteint au cours de cette saison un poids relatif important. Ces réserves seront utilisées durant la mauvaise saison que le poisson passe au large, loin de la côte. A la fin de l'hiver, le coefficient de condition est

à son minimum. La sardinelle, ayant épuisé ses réserves et ne s'étant pas suffisamment nourrie, est amaigrie et a une mauvaise condition. En arrivant sur la côte, au début du printemps, elle trouve une nourriture plus riche et plus abondante qui va lui permettre de reprendre du poids. L'augmentation de poids pendant les mois de printemps est faible mais constante. Au cours des saisons suivantes, l'accroissement en poids est considérable, beaucoup plus important qu'au printemps. La différence d'accroissement entre le printemps, d'une part, et l'été-l'automne, d'autre part, est imputable au développement des gonades en été et à l'accumulation des réserves lipidiques en automne. Contrairement à ce qui se passe en Egypte, le poisson ne maigrit pas en été malgré la mobilisation d'une grande quantité d'aliments nécessaires au développement des gonades. Ceci est particulièrement visible chez les femelles dont le coefficient de condition atteint son maximum puis chute après la ponte. Mais, même après l'épuisement des ovaires, la valeur du coefficient de condition se maintient à un niveau bien supérieur à celui du printemps. La nourriture semble donc suffisante pour permettre à la fois la maturation des gonades et l'amélioration de la condition. En automne, le poids du poisson est pratiquement le même qu'en été. La perte en poids du poisson due à l'épuisement des gonades est compensée par l'accumulation des réserves lipidiques, en grande partie, sous forme de graisses mésentériques.

D'après BOELY (1979), le poids moyen des sardinelles du Sénégal, appartenant à une même classe de taille, croît régulièrement jusqu'en avril-mai pour diminuer ensuite et se stabiliser de septembre à décembre.

Le coefficient de condition des sardinelles plates du Congo et du Gabon est maximum en août-septembre et en décembre-janvier et minimum de février à avril et en octobre-novembre (FONTANA et PIANET, 1973). Les auteurs montrent que la condition dépend de l'action cumulative du développement des

gonades et de l'engraissement. En effet, ces deux facteurs varient en même temps et dans le même sens et sont tributaires de l'apport en matières nutritives qui entraînent une intensité du métabolisme.

IV- CONCLUSION

Nous devons reconnaître que, du point de vue biologique, nos données ne nous permettent pas de distinguer entre les deux groupes de sardinelles plates peuplant le golfe de Tunis. Les principaux résultats montrent, toutefois, que les individus du 2^e groupe (à branchiospines nombreuses) se caractérisent par une croissance pondérale plus rapide, un développement des gonades plus important et une fécondité individuelle beaucoup plus élevée que les individus du 1^{er} groupe (à branchiospines peu nombreuses).

Les données générales relatives à la population de sardinelles plates considérée dans sa totalité peuvent être résumées comme suit :

- La croissance pondérale est plus rapide chez les femelles que chez les mâles.

- Les femelles sont plus nombreuses que les mâles. La prédominance des femelles est particulièrement grande en juillet, au moment où l'activité sexuelle atteint son maximum d'intensité. Il existe, par ailleurs, un accroissement régulier du taux de féminité des petites aux grandes classes de taille.

- La période de ponte, peu étalée, s'étend de juillet à la mi-septembre. Elle est associée à une température maximale et à une salinité relativement basse des eaux.

- L'émission des ovocytes s'effectue en une seule fois.

- La condition s'améliore régulièrement du printemps à l'automne. L'accroissement pondéral relatif est dû au développement des gonades et à l'accumulation des réserves lipidiques. Les processus métaboliques se trouvent accélérés grâce à l'augmentation de la température des eaux et à la présence d'une nourriture plus riche dans les eaux côtières.

La population tunisienne présente, du point de vue de la croissance, de la saison de ponte, de la taille et de l'âge de première maturité, beaucoup d'affinités avec les autres populations sud-méditerranéennes.

Un certain nombre de traits biologiques permettent d'opposer les sardinelles méditerranéennes aux sardinelles sud-est-atlantiques :

- La croissance est beaucoup plus rapide en Atlantique.

- Les tailles maximales atteintes par les sardinelles atlantiques sont nettement plus importantes en Atlantique qu'en Méditerranée (380 mm contre 275 mm).

- La sardinelle atlantique atteint sa première maturité à une taille plus grande (220 mm contre 160-170 mm) et à un âge plus précoce (2 ans contre 3) que celle de Méditerranée.

- La saison de ponte est beaucoup plus étalée en Atlantique qu'en Méditerranée.

- L'émission des ovocytes est fractionnée en Atlantique et unique en Méditerranée.

- La condition des individus est, dans l'ensemble, meilleure en Atlantique qu'en Méditerranée.

L' Allache

Sardinella aurita Valenciennes, 1847

I- INTRODUCTION

Parmi les quatre Clupéidés qui peuplent les eaux côtières tunisiennes, l'allache *Sardinella aurita* est l'espèce la plus abondante. Elle représente, de ce fait, un potentiel économique non négligeable dont l'exploitation sera d'autant mieux assurée que les divers aspects biologiques sont mieux cernés. Malheureusement aucun travail de ce genre n'a été entrepris jusqu'ici. Quoique limitées à quelques points, les recherches biologiques, que nous avons menées et dont nous exposons ci-dessous les résultats principaux, constituent une première approche indispensable à la connaissance de ce poisson.

II- DONNEES SUR LES ALLACHES DE TUNISIE

A- AGE ET CROISSANCE

1- Scalimétrie (tabl. 125 ; fig. 112)

Contrairement aux écailles de la sardinelle plate dont la lecture est relativement aisée, celles de l'allache, que nous avons observées, sont très difficiles à interpréter à cause de la faible netteté, de l'irrégularité et de l'inconstance de leurs anneaux d'arrêt de croissance. De plus, aucun critère sûr n'a pu être mis en évidence pour distinguer un anneau vrai d'un faux. Cette difficulté d'appréciation de l'âge de l'allache méditerranéenne par l'étude des écailles a été déjà signalée par FAGE (1920) et NAVARRO (1927-1932). En raison de ces incertitudes, nous avons jugé inopportun, pour résoudre ce problème, de traiter séparément les individus selon leur sexe ou leur région d'origine.

Pour étudier la relation entre la longueur du rayon de l'écaille et celle du poisson, nous avons examiné les écailles de 563 individus mâles et femelles mesurant entre 122 et 252 mm de longueur totale et provenant des régions

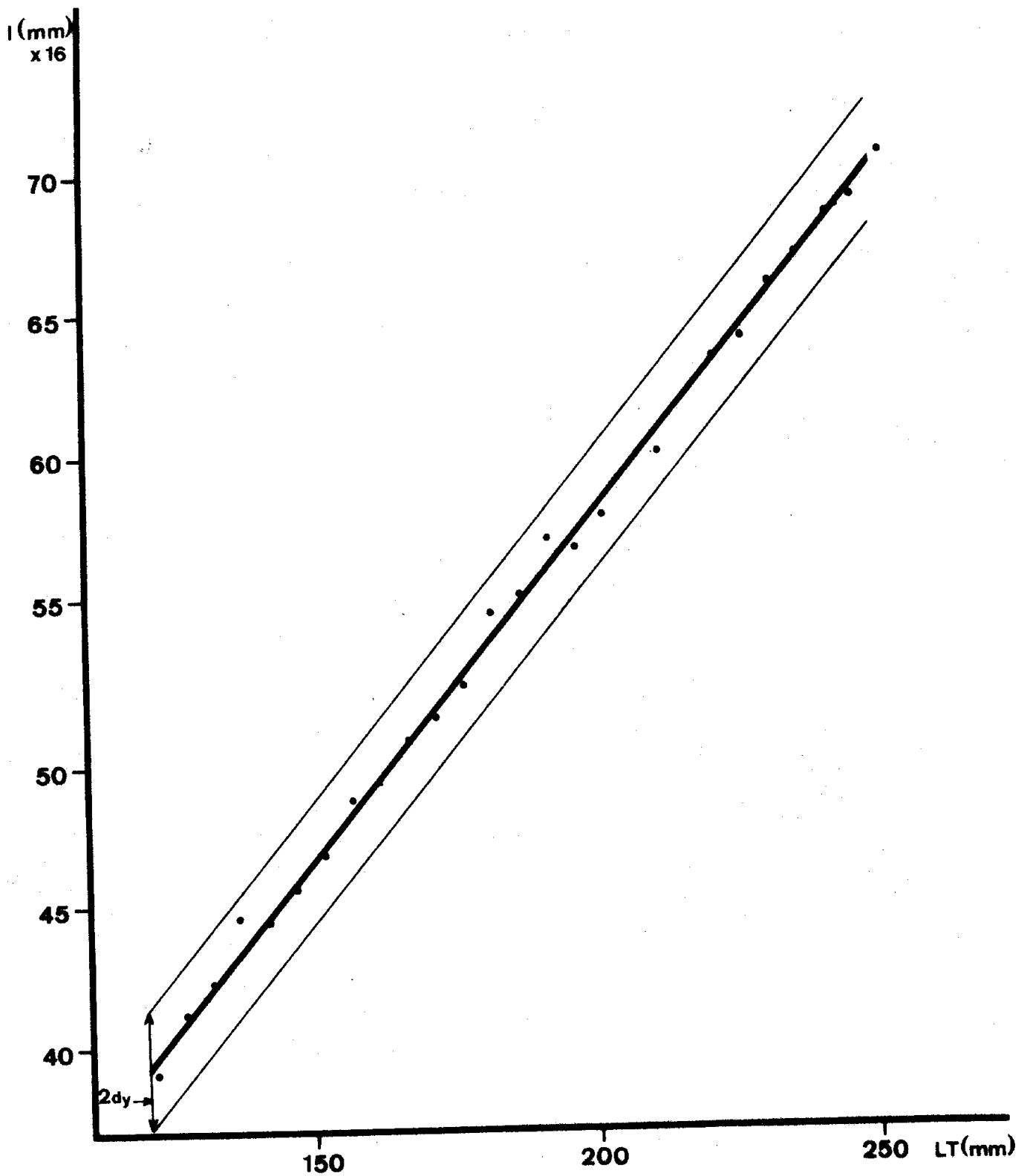


Fig. 112. - Relation entre la longueur du rayon de l'écaïlle agrandie 16 fois (l en mm) et la longueur totale de l'allache (LT en mm). $2 dy$: variabilité de l'ordonnée.

Classes de taille	1er anneau		2e anneau		3e anneau		4e anneau	
	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT
127	1	119,26						
132	3	120,83						
137	3	114,66						
142	6	118,71						
147	7	122,22	2	137,85				
152	5	117,54	1	150,02				
157	8	115,81	1	155,37				
162	13	119,55	2	160,68				
167	11	121,06	5	164,50				
172	16	116,47	9	168,87				
177	19	118,25	13	173,44	1	178,33		
182	17	117,00	13	175,62	1	180,48		
187	14	114,89	10	170,81	3	183,62		
192	5	118,74	5	171,66	1	189,55		
197	7	115,66	7	173,05	2	194,14		
202	9	116,69	8	168,12	2	196,83		
207	5	117,39	5	165,37	2	204,99		
212	10	113,97	9	169,44	5	208,27	1	211,13
217	6	114,05	4	168,97	3	215,11	1	216,89
222	9	115,56	9	167,35	8	213,78	2	220,65
227	8	116,20	8	166,65	7	211,66	5	224,77
232	4	115,74	4	172,06	4	212,39	1	229,52
237	7	113,65	7	166,78	5	209,71	3	234,43
242	3	117,11	3	165,93	3	206,86	3	240,19
247	3	115,37	3	171,11	3	207,25	3	245,86
252	4	114,49	4	168,50	4	210,07	3	237,61
	203	116,99	132	169,04	54	206,49	22	231,68
T.A.A.		52,05		37,45		25,19		

Tabl. 125. - Tailles (longueur totale LT en mm) des allaches atteintes à la formation de chacun des quatre premiers anneaux.
n : effectif ; T.A.A. : taux d'accroissement absolu (en mm).

nord et est. L'équation obtenue est calculée par la méthode des moindres rectangles :

$$l = 0,238 \text{ LT} + 10,614$$

où l désigne la longueur du rayon de l'écaille en mm agrandie 16 fois,

LT la longueur totale du poisson en mm, avec un coefficient de corrélation $r = 0,902$ et une variabilité de l'ordonnée $2dy = 2,153$.

De ce lot d'allaches, nous avons retenu 203 individus dont les écailles sont marquées par un à quatre anneaux que nous avons supposé être des anneaux d'arrêt de croissance à cause de leur relative netteté et de leur resserrement de plus en plus grand du centre vers le bord antérieur de l'écaille.

Pour chaque classe de taille, nous avons calculé les tailles atteintes à la formation de chacun des anneaux considérés. Les tailles moyennes déduites de la totalité des classes sont pour :

1er anneau :	117 mm
2e anneau :	169 mm
3e anneau :	206,5 mm
4e anneau :	231,7 mm

Sachant que la ponte s'effectue entre juillet et septembre et en admettant, comme le font NAVARRO (1932) pour l'allache des Baléares et EL MAGHRABY *et al.* (1970) pour l'allache d'Egypte, que les anneaux se forment en hiver, nous considérons que les tailles citées ci-dessus correspondent respectivement à un âge approximatif de 6, 18, 30 et 42 mois.

2- Analyse des distributions de fréquence de longueur
(tabl.126 à 129 ; fig.113)

Pour l'analyse des distributions de fréquence de longueur, nous nous sommes servi des échantillons récoltés en juin-juillet en raison de leur abondance relative. De plus, étant donné que la ponte a lieu à peu près à la même époque, un tel choix permet de considérer que les tailles moyennes des diverses sous-populations mises en évidence par la méthode de Bhattacharya pourraient correspondre aux tailles atteintes par les individus au bout d'un nombre entier d'années de vie.

Les données correspondant à chaque sexe et à chaque région sont étudiées d'abord séparément puis rassemblées et analysées dans leur totalité. Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux 126-129. La figure 113 correspond aux histogrammes de fréquence de longueur des individus des deux régions réunies.

Deux conclusions principales s'en dégagent :

- aucune différence sensible ne ressort ni entre les sexes ni entre les régions ;
- pris dans son ensemble (tabl.129), l'échantillon considéré semble renfermer six sous-populations distinctes. En fait, seules les trois premières doivent être prises en compte. Les trois dernières sont déterminées d'après un très faible nombre d'individus, constituant moins de 10 % de l'effectif total.

Il est à remarquer que les longueurs moyennes des trois premières sous-populations obtenues par la méthode de décomposition et celles calculées, pour les trois premières années entières de vie, par application de l'équation de Von Bertalanffy ne sont pas très dissemblables :

Classes de taille (LT)	127	132	137	142	147	152	157	162	167	172	177	182	187	192	197	202	207	212	217	222	227	232	237	242	247	252	257
Nord F				3	2	2	1	1	1	3	4	2	4	7	13	16	12	7	11	-	3	1	1				
Nord M				1	2	3	-	1	-	1	1	1	2	4	13	13	7	9	7	2	2	1	2	2	2	1	2
Nord F + M				4	4	5	1	2	1	4	5	3	6	11	26	29	19	16	18	2	5	2	3	2	2	1	2
Est F	1	8	13	14	24	31	31	23	16	13	9	14	8	8	3	5	3	3	3	3	1						
Est M		5	10	21	31	43	37	27	25	19	12	16	11	-	3	2	4	9	1	-	-	1					
Est F + M	1	13	23	35	55	74	68	50	41	32	21	30	19	8	6	7	7	12	4	3	1	1					
Nord + Est F	1	8	13	14	27	33	33	24	17	14	12	18	10	12	10	18	19	15	10	14	1	3	1	1			
Nord + Est M		5	10	21	32	45	40	27	26	19	13	17	12	2	7	15	17	16	10	7	2	3	1	2	2	1	2
Nord + Est F + M	1	13	23	35	59	78	73	51	43	33	25	35	22	14	17	33	36	31	20	21	3	6	2	3	2	1	2

Tabl. 126. - Distribution de fréquence de taille (longueur totale LT en mm) des allaches pêchées en juin-juillet.

	Sous population	Longueur moyenne	Longueur limite	Ecart-type	Proportion	Effectif
Femelles	L ₁	152,5	147 - 167	6,79	8,4 %	8
	L ₂	181,0	167 - 192	5,95	12,5 %	11
	L ₃	205,0	187 - 222	8,73	79,1 %	70
Mâles	L ₃	205,0	177 - 222	8,55	79,8 %	56
	L ₄	229,5	217 - 242	5,59	9,9 %	7
	L ₅	244,5	232 - 257	5,80	10,2 %	7
F + M	L ₁	157,0	147 - 172	6,92	9,0 %	15
	L ₂	182,0	172 - 192	5,10	1,7 %	17
	L ₃	207,0	192 - 222	6,40	67,6 %	115
	L ₄	232,0	227 - 237	3,43	6,9 %	12
	L ₅	243,0	232 - 257	6,45	6,8 %	12

Tabl. 127. - Résultats de la décomposition des distributions de fréquence de longueur de l'allache de la région nord obtenus par application de la méthode de Bhattacharya.

	Sous population	Longueur moyenne	Longueur limite	Ecart-type	Proportion	Effectif
Femelles	L ₁	157,0	127 - 182	12,41	72,2 %	169
	L ₂	184,5	172 - 197	7,15	17,4 %	41
	L ₃	202,0	192 - 212	4,79	5,1 %	12
	L ₄	215,0	202 - 227	6,46	5,3 %	12
Mâles	L ₁	158,0	132 - 182	11,08	78,7 %	202
	L ₂	182,0	172 - 187	6,18	21,3 %	55
F + M	L ₁	156,0	127 - 177	11,09	67,8 %	347
	L ₂	183,5	162 - 202	9,75	24,3 %	124
	L ₃	208,5	192 - 232	8,00	7,9 %	40

Tabl. 128. - Résultats de la décomposition des distributions de fréquence de longueur de l'allache de la région est obtenus par application de la méthode de Bhattacharya.

	Sous population	Longueur moyenne	Longueur limite	Ecart-type	Proportion	Effectif
Femelles	L ₁	154,5	127 - 177	11,55	55,60 %	182
	L ₂	187,0	172 - 202	8,37	14,20 %	47
	L ₃	206,5	192 - 222	7,63	20,90 %	69
	L ₄	220,0	217 - 227	2,50	7,80 %	26
	L ₅	232,0	227 - 242	2,94	1,40 %	4
Mâles	L ₁	156,5	132 - 177	10,92	61,10 %	216
	L ₂	182,5	172 - 192	4,58	13,10 %	46
	L ₃	209,0	192 - 227	7,98	21,80 %	77
	L ₄	231,0	222 - 237	3,82	1,90 %	8
	L ₅	244,5	232 - 257	5,80	2,00 %	8
F + M	L ₁	155,5	127 - 177	10,23	50,20 %	342
	L ₂	182,5	167 - 197	6,84	15,80 %	108
	L ₃	206,5	187 - 227	9,55	25,10 %	171
	L ₄	220,0	212 - 227	3,00	6,10 %	42
	L ₅	231,5	222 - 237	3,49	1,60 %	11
	L ₆	242,5	232 - 257	5,95	1,20 %	8

Tabl. 129. - Résultats de la décomposition des distributions de fréquence de longueur de l'allache des régions nord et est obtenus par application de la méthode de Bhattacharya.

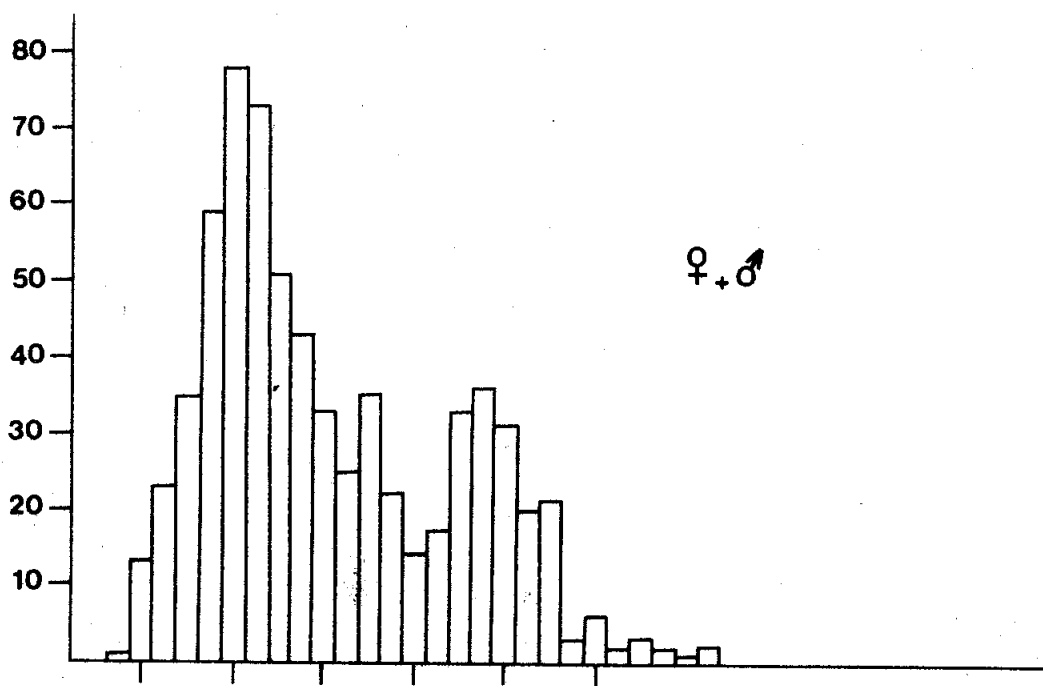
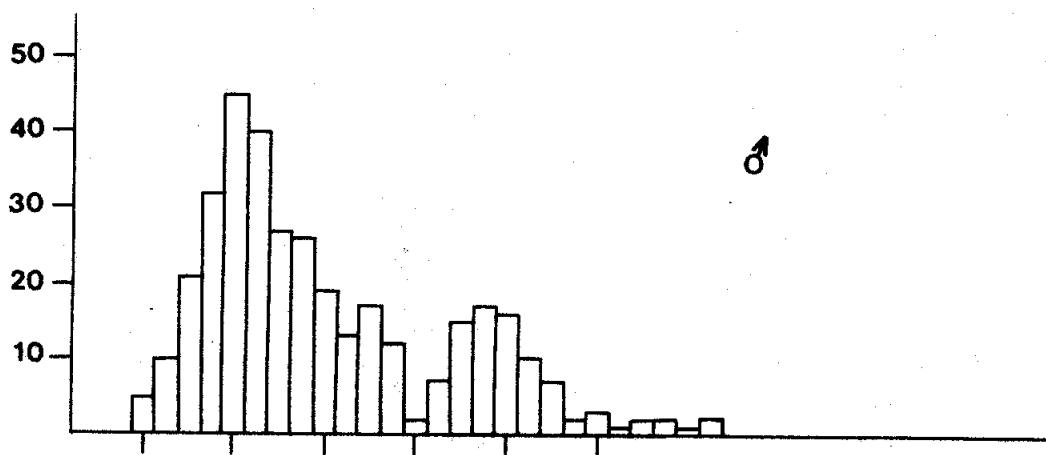
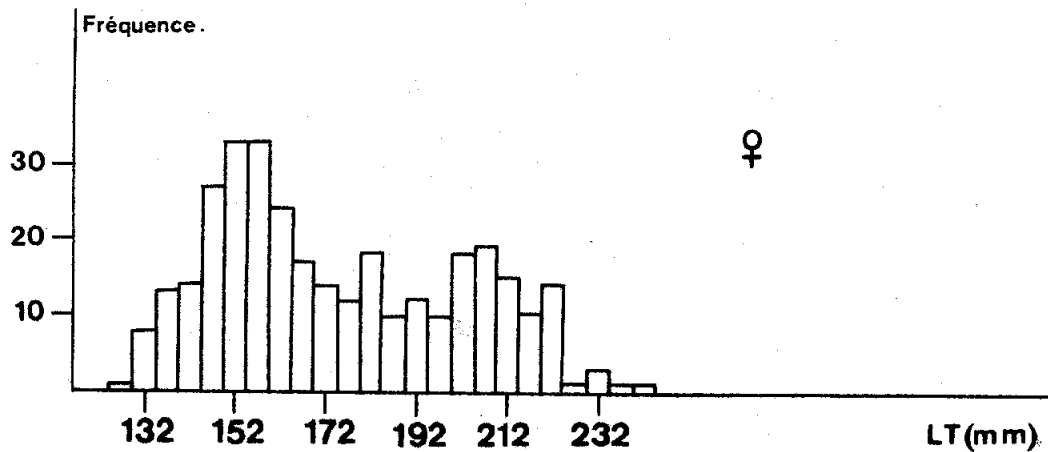


Fig. 113. - Histogrammes de fréquence de longueur de l'allache en juin-juillet.

	L_1	L_2	L_3
Bhattacharya :	155,5	182,5	206,5 mm
Von Bertalanffy :	145,7	189,5	220,0 mm

3- Etude théorique de la croissance
(tabl.130 ; fig.114-115)

a) Croissance linéaire

L'équation de la droite de Walford, établie par la méthode des moindres carrés, d'après les données obtenues par la scalimétrie, s'écrit :

$$L_{t+1} = 0,696 L_t + 88,139$$

Les paramètres de l'équation de croissance de Von Bertalanffy sont :

$$L_{\infty} = 289,93 \text{ mm}$$

$$k = 0,362$$

$$t_0 = -0,929$$

Les valeurs obtenues, pour les 7,5 premières années de vie de l'allache, par application de cette équation, sont consignées dans le tableau 130 et illustrées par la figure 114 .

Nous remarquons, d'une part, que la longueur asymptotique théorique ($L_{\infty} = 289,93 \text{ mm}$) est exactement égale à la taille maximale que nous avons observée ($L_m = 290 \text{ mm}$) et que, d'autre part, les valeurs correspondant aux 3,5 premières années de vie obtenues par la méthode scalimétrique et par application du modèle de Von Bertalanffy sont confondues, ce qui démontre la parfaite adaptation de ce dernier aux phénomènes de croissance de l'allache.

Age (années)	Scalimétrie	Théorique			
	LT	LT	T.A.A.	W	T.A.A.
0,5	116,99	117,09		10,71	
1,5	169,04	169,59	52,50	35,30	24,59
2,5	206,49	206,14	36,55	66,14	30,84
3,5	231,68	231,59	25,45	96,19	30,05
4,5		249,31	17,72	121,94	25,75
5,5		261,64	12,33	142,88	20,94
6,5		270,23	8,59	158,04	15,16
7,5		276,22	5,99	169,57	11,53

Tabl. 130. - Tailles (LT en mm) et poids (W en g) de l'allache correspondant aux différents anneaux d'arrêt de croissance calculés par la méthode scalimétrique et par application du modèle de Von Bertalanffy (théorique). T.A.A. : taux d'accroissement absolu.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
♀	67	32	59	103	56	38	57	19	25	14	10	27
NORD ♂	32	21	42	79	40	15	69	22	18	8	13	22
X ²	12,37	2,28	2,86	3,16	2,67	9,98	1,14	0,22	1,14	1,63	0,39	0,51
♀	19	99	46	12	156	138	96	32	24	22	17	
EST ♂	15	37	29	6	161	189	88	35	23	32	7	
X ²	0,47	28,26	3,85	2,00	0,08	7,95	0,34	0,13	0,02	1,85	4,16	
♀	86	131	105	115	212	176	153	51	49	36	27	27
TOTAL ♂	47	58	71	85	201	204	157	57	41	40	20	22
X ²	11,43	28,19	6,57	4,50	0,29	2,06	0,05	0,33	0,71	0,20	1,04	0,51

Tabl. 131. - Variations des proportions numériques des sexes de l'allache en fonction des mois.

	LT	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
NORD	♀				13	10	19	36	35	89	93	67	40	38	23	22	12	9	1
	♂				8	10	8	25	30	81	77	63	25	13	16	14	10	1	
	X ²				1,19	0,00	4,48	1,98	0,38	0,37	1,50	0,12	3,46	12,25	1,25	1,77	0,18	6,4	
EST	♀	2	33	55	118	142	124	84	44	26	12	13	6	2					
	♂	2	19	65	151	135	119	70	21	10	17	5	8						
	X ²		3,77	0,83	4,05	0,17	0,10	1,27	8,13	7,11	0,86	3,55	0,28	-					
TOTAL	♀	2	33	55	131	152	143	120	79	115	105	80	46	40	23	22	12	9	1
	♂	2	19	65	159	145	127	95	51	91	94	68	33	13	16	14	10	1	-
	X ²		3,77	0,83	2,70	0,16	0,94	2,90	6,03	2,80	0,60	0,97	2,14	13,75	1,25	1,77	0,18	6,4	-

Tabl. 132. - Variations des proportions numériques des sexes de l'allache en fonction de la longueur totale (LT en mm).

b) Croissance pondérale

La valeur de W^∞ correspondant à L^∞ est déduite de l'équation générale taille-poids calculée dans le paragraphe traitant de la relation taille-poids et des coefficients de condition de l'allache.

L'équation décrivant la croissance pondérale théorique s'écrit :

$$W_t = 198,18 \left[1 - e^{-0,362 (t + 0,929)} \right]^{3,21732}$$

Les poids théoriques qu'atteint l'allache au bout de chacune des 7,5 premières années de vie sont consignés dans le tableau 130 et illustrés par la figure 115.

En raison des imprécisions inhérentes aux difficultés d'appréciation de l'âge par la méthode scalimétrique, nous avons estimé plus prudent de résoudre ce problème en traitant l'allache des côtes tunisiennes dans son ensemble. En effet, des divergences qui seraient apparues entre les sexes ou les régions n'auraient pas vraisemblablement traduit des différences réelles de croissance et les résultats peu différents obtenus par l'analyse des distributions de fréquence de longueur ne semblent pas plaider en faveur d'une étude séparée des sexes ou des régions.

Nous avons calculé les tailles moyennes correspondant aux quatre anneaux hivernaux dénombrés.

L'analyse de distribution de fréquence de longueur des échantillons d'été a démontré l'existence de six sous-populations distinctes dont les trois premières sont considérées comme sûres.

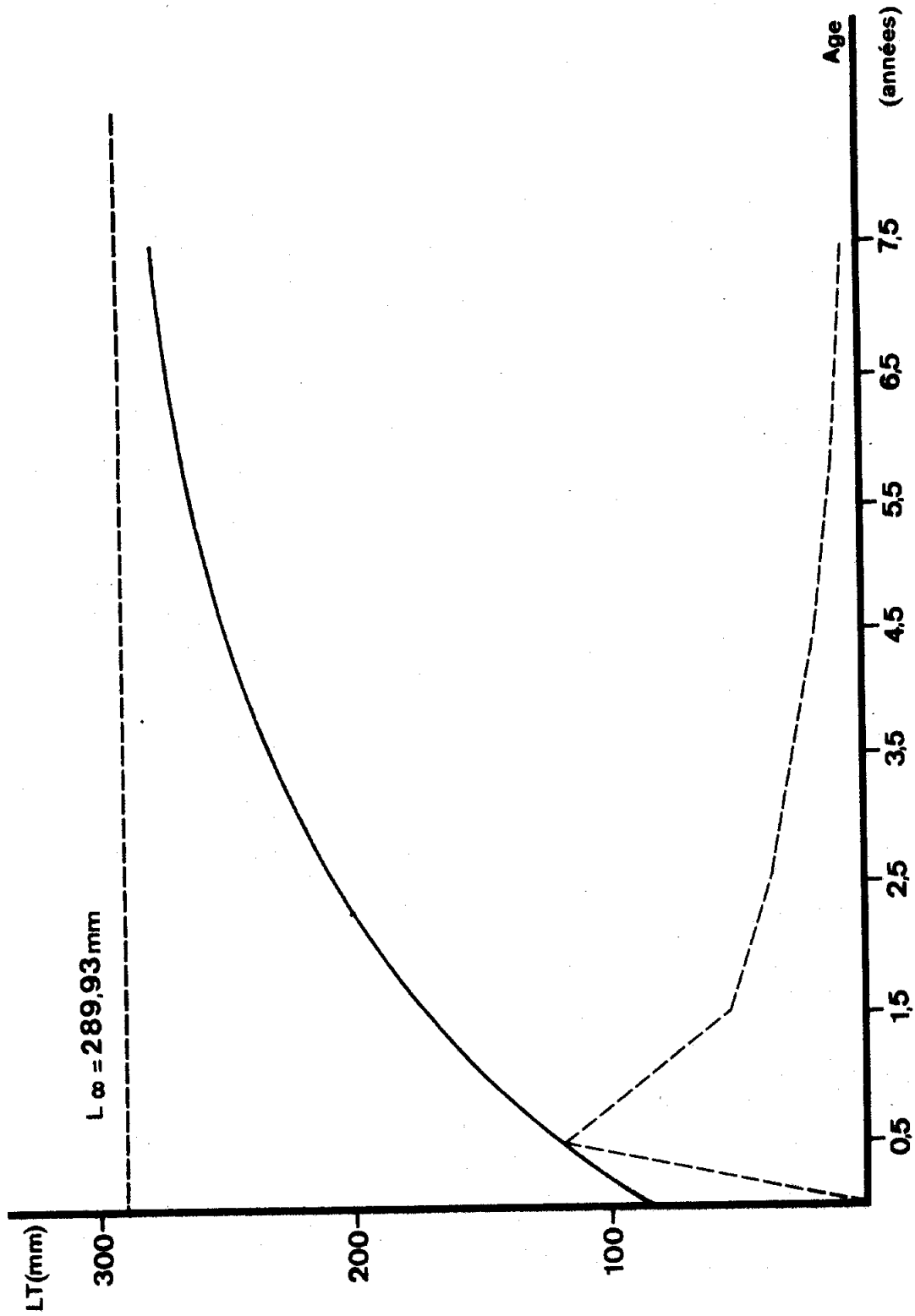


Fig. 114. - Courbe de croissance linéaire théorique (—) et taux d'accroissement absolu (-----) de l'allache. LT : longueur totale en mm.

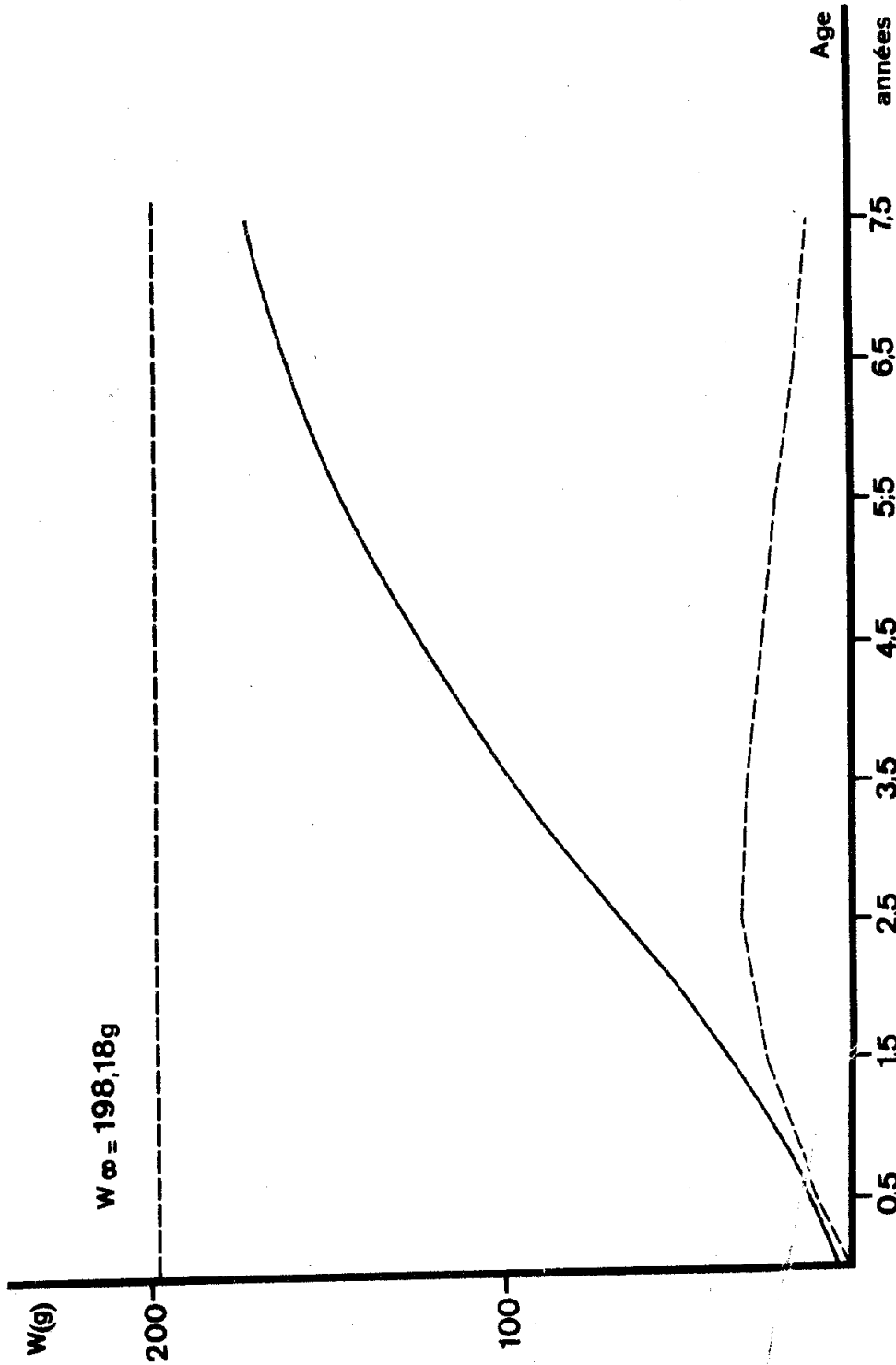


Fig. 115. - Courbe de croissance pondérale théorique (—) et taux d'accroissement absolu (-----) de l'allache. W : poids en g.

L'application du modèle de Von Bertalanffy (1) permet de comparer, d'une part, les résultats obtenus par la scalimétrie (2) et, d'autre part, par la méthode de décomposition (3) :

âge (mois)	1	2	3
6	117,1	117,0	-
12	145,7	-	155,5
18	169,6	169,0	-
24	189,5	-	182,5
30	206,1	206,5	-
36	220,0	-	206,5
42	231,6	231,7	-

B- SEXUALITE ET REPRODUCTION

1- Proportions numériques des sexes

(tabl.131-132 ; fig.116-117)

a) Région nord

Dans cette région, les 888 individus étudiés sont tous adultes et mesurent entre 150 et 290 mm de longueur totale. Ils se répartissent en 507 femelles et 381 mâles. La valeur élevée du χ^2 (17,88) montre une nette prédominance des femelles dont le taux s'élève à 57,1 % contre 42,9 % pour les mâles.

D'après l'examen de la distribution mensuelle des sexes (tabl.131 ; fig.116), le sex-ratio est constamment favorable aux femelles durant les six premiers mois de l'année (janvier-juin). En revanche, de juillet à décembre, c'est l'un ou l'autre des sexes qui domine. Mais les différences ne sont vraiment significatives qu'en janvier ($\chi^2 = 12,37$) et juin ($\chi^2 = 9,98$). En totalisant les effectifs par six mois, nous constatons un sex-ratio rigoureusement égal à 1 pour la deuxième moitié de l'année avec 152 individus pour chaque sexe

et la disproportion aux dépens des mâles se trouve ainsi renforcée au cours de la première période, le χ^2 étant égal à 27,18.

Par rapport à la longueur, le sex-ratio est toujours favorable aux femelles dans l'ensemble des quinze classes de taille, mais le χ^2 n'est supérieur à 3,841 que pour les classes 170, 240 et 280 mm (tabl.132). Le diagramme (fig. 117) représentant l'évolution numérique des sexes en fonction des classes de taille de 20 mm illustre bien la stabilité de la dominance des femelles. Toutefois, au niveau des trois dernières classes, le taux de féminité (66 %) se détache en subissant une nette progression.

b) Région est

L'étude a porté sur 1 283 individus adultes dont la taille est comprise entre 120 et 240 mm. Le nombre des femelles s'élève à 661, celui des mâles à 622, soit respectivement en pourcentage 51,5 et 48,5. Le sex-ratio est très voisin de 1 ($\chi^2 = 1,18$).

Les fluctuations du sex-ratio en fonction du temps sont irrégulières. Nous pouvons constater, cependant, que pour l'ensemble des quatre premiers mois, les femelles sont deux fois plus nombreuses ($\chi^2 = 30,11$), alors que pour le reste de l'année, ce sont les mâles qui dominent sans que la différence ne soit significative ($\chi^2 = 2,45$).

En fonction de la taille (tabl.132; fig.117) le sex-ratio, légèrement favorable aux mâles, reste égal à 1 ($\chi^2 = 0,30$) entre 120 et 170 mm. Il s'inverse par la suite au profit des femelles entre 180 et 240 mm ($\chi^2 = 9,86$). Ainsi, des petites aux grandes classes de taille, le pourcentage des femelles croît progressivement aux dépens de celui des mâles.

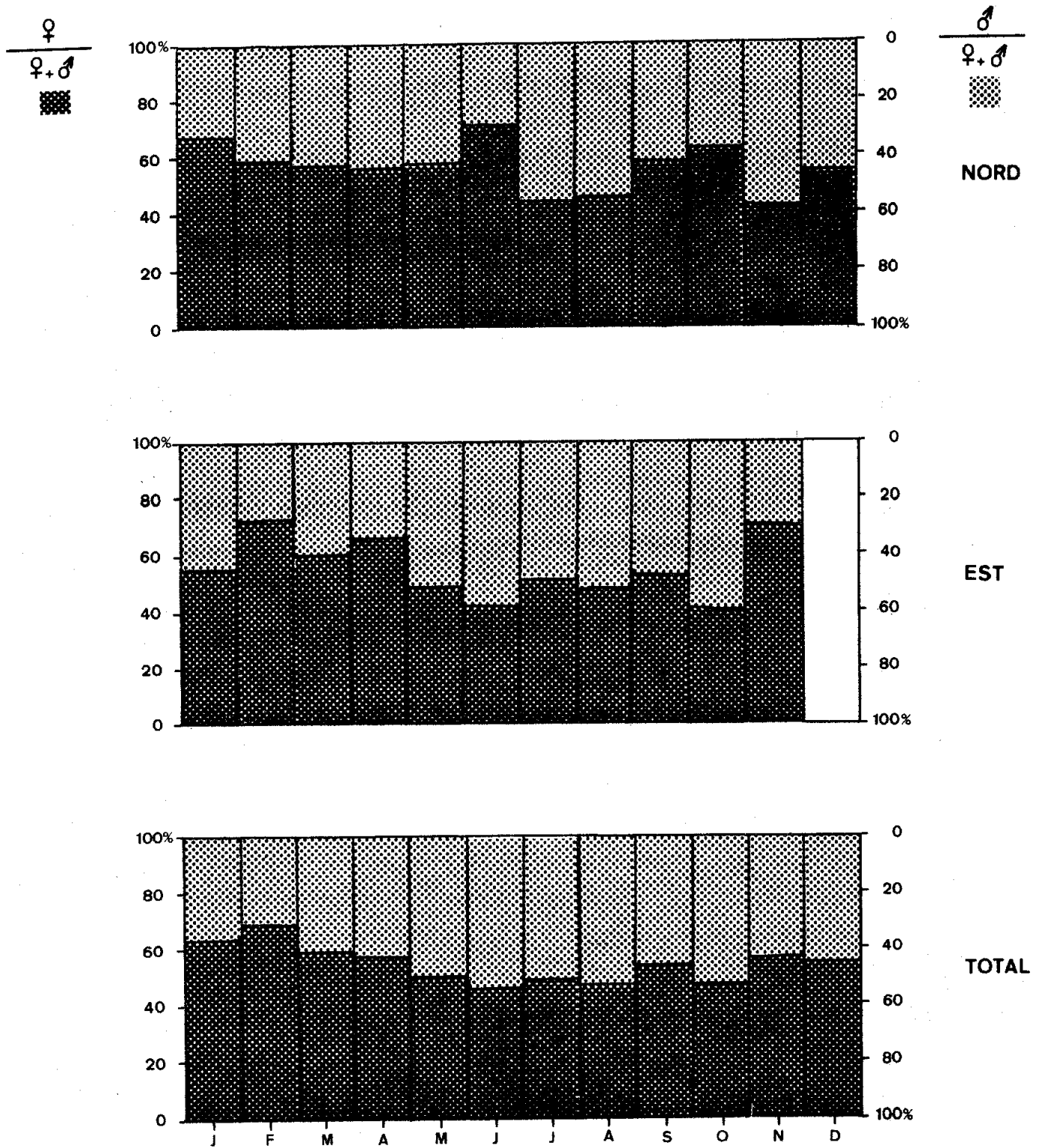


Fig. 116. - Variations des proportions numériques des sexes de l'allache en fonction des mois.

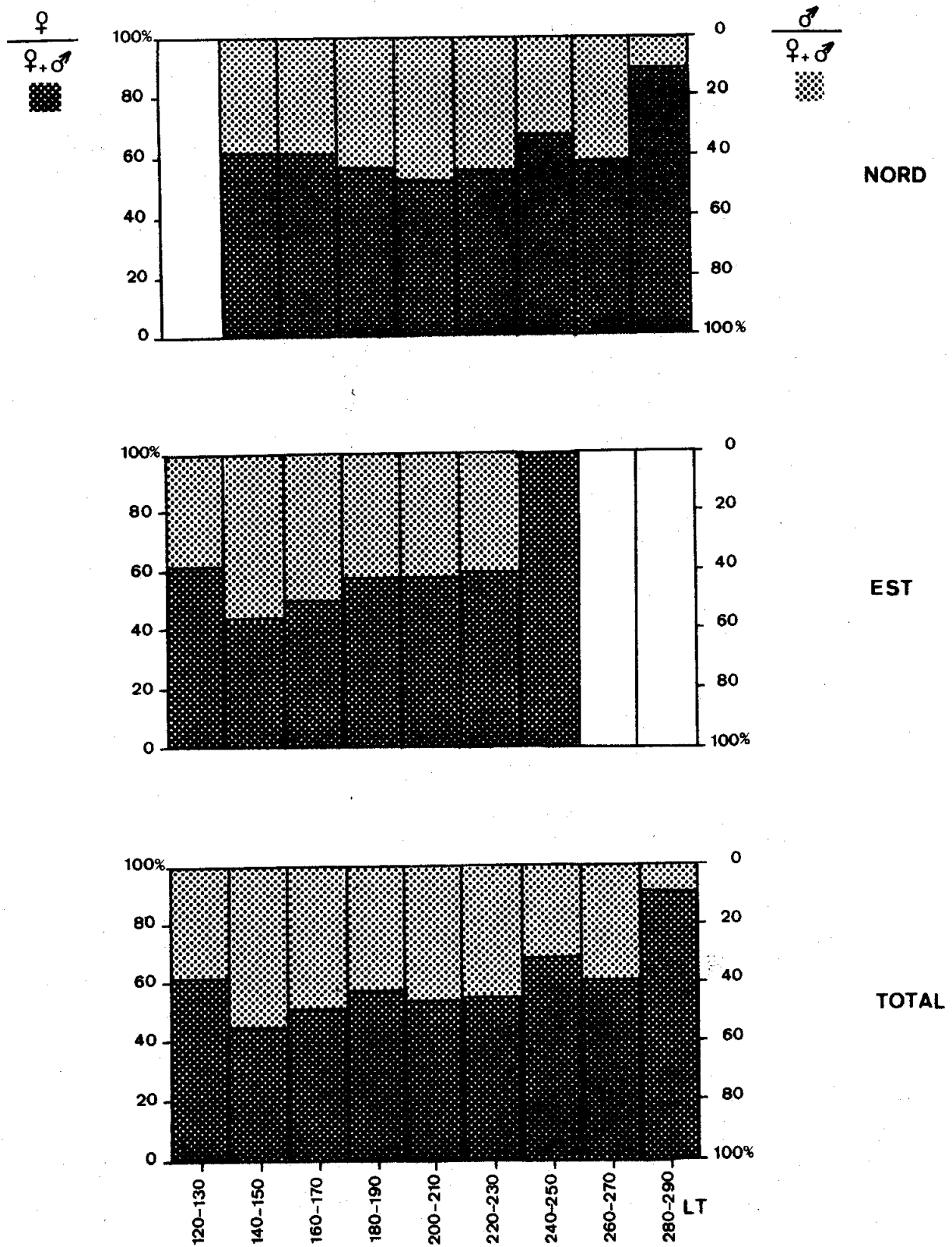


Fig. 117. - Variations des proportions numériques des sexes de l'allache en fonction de la longueur totale (LT en mm).

c) Comparaison des régions nord et est

La comparaison entre les deux régions met en évidence des analogies et des différences que nous résumons ci-après :

- à l'égalité numérique des sexes dans la région est correspond une dominance du taux de féminité dans le nord ;
- dans les grandes lignes, les schémas évolutifs du sex-ratio dans le temps et par rapport à la longueur sont semblables dans les deux régions avec, d'une part, une dominance du taux de féminité durant les premiers mois de l'année et un sex-ratio égal à 1 au cours des autres mois et, d'autre part, une dominance de plus en plus importante du taux de féminité en fonction de la longueur.

Le sex-ratio de l'allache de Tunisie prise dans sa totalité est favorable aux femelles puisque les 2 171 individus se répartissent en 1 168 femelles et 1 003 mâles avec un χ^2 égal à 12,54. Les proportions sont respectivement 53,8 % et 46,2 %.

De janvier à avril (tabl.131 ; fig.116), les valeurs mensuelles du χ^2 , toujours supérieures à 3,841, montrent que durant cette période les femelles sont 1,67 fois plus nombreuses que les mâles. En revanche, entre juin et décembre, les valeurs mensuelles du χ^2 , inférieures à 3,841, expliquent l'égalité numérique des femelles et des mâles.

Par rapport à la longueur (tabl.132 ; fig.117) nous constatons qu'entre 120 et 190 mm, le sex-ratio est voisin de 1 ($\chi^2 = 1,96$) malgré un léger avantage pour les femelles et que pour des tailles supérieures, comprises entre 200 et 290 mm, les femelles sont nettement plus abondantes que les mâles ($\chi^2 = 16,10$).

2- Taille et âge à la première maturité

Dès le mois de juillet, les gonades des individus aptes à la reproduction, en subissant un brusque accroissement de volume, occupent la totalité de la cavité abdominale. La couleur des ovaires varie entre le jaune clair et l'orangé foncé. Leur membrane, fine et transparente, laisse bien voir les ovocytes. Les testicules sont également très gros et de couleur blanchâtre. Dans les deux sexes, la gonade gauche est nettement plus développée que la droite. Le RGS est très élevé et oscille autour de 4,5. Les valeurs les plus basses sont de l'ordre de 2. Chez les juvéniles, les ovaires sont filiformes et de couleur rose pâle transparent. Les testicules sont très petits, extrêmement aplatis et parcourus par un dense réseau de fins capillaires. Le RGS est très faible, le plus souvent inférieur à 0,5. Nous considérons qu'à ce stade de l'époque de reproduction, tous les individus dont les gonades ne se sont pas suffisamment développées et dont le RGS reste inférieur à 1, ne peuvent participer à la ponte qu'à la saison suivante.

a) Région nord

Il n'a pas été possible de déterminer la taille et l'âge à la première maturité de l'allache de cette région étant donné que les spécimens examinés sont trop grands (180-250 mm) et qu'ils ne sont pas à leur première ponte.

b) Région est

Toutes les allaches de cette région, dont la longueur est inférieure à 115 mm sont des immatures. Le plus petit mâle mûr observé mesurait 120 mm et la plus petite femelle 130 mm. Ils sont alors âgés d'un an environ. Nos observations au niveau des classes de taille 120 et 130 mm ne sont pas suffisamment nombreuses pour déterminer l'établissement progressif de la maturité ni pour affirmer avec certitude que

les mâles sont plus précoces que les femelles. A partir d'une taille de 140 mm, tous les individus des deux sexes sont, sans exception, aptes à la reproduction.

3- Cycle sexuel (tabl.133-134 ; fig.118-119)

L'étude du cycle sexuel de l'allache est effectuée d'après l'examen macroscopique des gonades, les valeurs mensuelles du rapport gonadosomatique (RGS) et les relations allométriques entre le poids des gonades et la longueur totale du poisson. L'ensemble de ces données permettent de caractériser les trois principales étapes du cycle reproducteur à savoir la pré ponte, la ponte et la postponte.

a) Région nord (fig.118 A - 119 A)

Les exemplaires étudiés, au nombre de 601, se répartissent en 362 femelles et 239 mâles. Tous adultes et d'assez grande taille (180-250 mm), ils sont récoltés toute l'année.

Cycle sexuel femelle

La pré ponte débute en avril avec la phase de maturation lente des gonades qui se poursuit jusqu'en mai. Les ovaires se présentent sous forme de cordons de couleur rose transparent. Leur poids a augmenté légèrement par rapport au mois de mars. C'est ainsi que le RGS, tout en restant inférieur à 1, s'élève progressivement (mars: 0,3 ; avril: 0,6 ; mai: 0,8).

En juin a lieu le grand accroissement des ovaires qui acquièrent rapidement du poids et changent complètement d'aspect. Ils occupent une partie importante de l'espace abdominal. Ils sont de consistance assez ferme et de couleur orangé. Les ovocytes commencent à devenir visibles à l'oeil nu. Le RGS moyen est de l'ordre de 3,7.

La ponte a lieu en juillet-septembre. Les ovaires deviennent plus gros et moins fermes. Leur membrane, très fine, laisse apparaître des ovocytes plus ou moins transparents. Le RGS moyen atteint la valeur 4. Nous observons au mois de septembre une diminution du RGS moyen et une grande variation de ses valeurs individuelles due à la présence simultanée d'individus poursuivant encore l'élaboration de leurs produits sexuels et d'autres ayant achevé complètement leur ponte.

En octobre, les gonades deviennent flasques, congestionnées et de couleur rouge brique foncé. Le RGS subit une chute brutale atteignant des valeurs inférieures à 1. Il va se stabiliser ainsi pendant une longue période (de novembre à mars) qui correspond à la phase de repos sexuel.

Cycle sexuel mâle

Nous retrouvons chez les mâles les mêmes processus de maturation que chez les femelles avec une concordance parfaite des différentes phases.

De mars à mai, les testicules, tout en étant aplatis, rigides et fortement adhérents, grossissent légèrement. Leur RGS s'accroît mais reste très bas. En juin s'établit la phase de grand accroissement au cours de laquelle les testicules envahissent toute la cavité abdominale et deviennent mous. Ils sont de couleur blanchâtre. Le RGS est à son maximum (4,7). L'émission des spermatozoïdes se fait de juin à septembre. Le RGS subit de petites variations mais maintient ses valeurs élevées. En octobre, les testicules deviennent flasques et vascularisés. Le RGS décroît d'une façon spectaculaire (0,3). La période de repos s'étend de novembre à mars et se caractérise par des valeurs du RGS extrêmement faibles, gravitant autour de 0,1.

			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
NORD	♀	n	46	32	35	85	51	20	9	19	25	14	-	26
		RGS	0,455	0,471	0,309	0,593	0,762	3,691	4,062	4,174	3,730	0,896	-	0,479
	♂	n	17	21	18	57	35	5	17	22	18	8	-	21
		RGS	0,156	0,129	0,073	0,143	0,457	4,749	4,240	4,498	3,643	0,313	-	0,131
EST	♀	n		38	20	12	113	138	13	20	24	-	-	-
		RGS		0,444	0,558	0,848	2,223	4,135	4,200	4,424	3,429			
	♂	n		17	3	6	144	189	11	26	23			
		RGS		0,232	0,240	0,746	2,677	4,941	4,600	4,905	3,588			
TOTAL	♀	n	46	70	55	97	164	158	22	39	49	14	-	26
		RGS	0,455	0,456	0,399	0,624	1,769	4,079	4,143	4,302	3,582	0,896	-	0,479
	♂	n	17	38	21	63	179	194	28	48	41	8	-	21
		RGS	0,156	0,175	0,097	0,200	2,243	4,936	4,381	4,718	3,612	0,313	-	0,131

Tabl. 133. - Evolution du rapport gonadosomatique (RGS) en fonction des mois chez l'allache. n : effectif.

Régions	Sexes	Equations	n	r	2dy	Limites LT mm
Nord	Femelles	$\log Wg = 3,87649 \log LT - 8,47823$	73	0,61713	0,31171	180 - 250
	Mâles	$\log Wg = 4,16293 \log LT - 9,10399$	62	0,69423	0,28733	180 - 250
Est	Femelles	$\log Wg = 3,61367 \log LT - 7,78957$	195	0,65542	0,43244	125 - 240
	Mâles	$\log Wg = 3,31745 \log LT - 7,04433$	249	0,67820	0,34696	125 - 230
Total	Femelles	$\log Wg = 3,26561 \log LT - 7,02852$	268	0,74012	0,40570	125 - 250
	Mâles	$\log Wg = 2,95694 \log LT - 6,25824$	311	0,75439	0,34103	125 - 250

Tabl. 134. - Equations logarithmiques mettant en relation le poids des gonades (Wg en g) et la taille du poisson (LT en mm) chez l'allache établies pour la période juin-septembre. n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2 dy : variabilité de l'ordonnée.

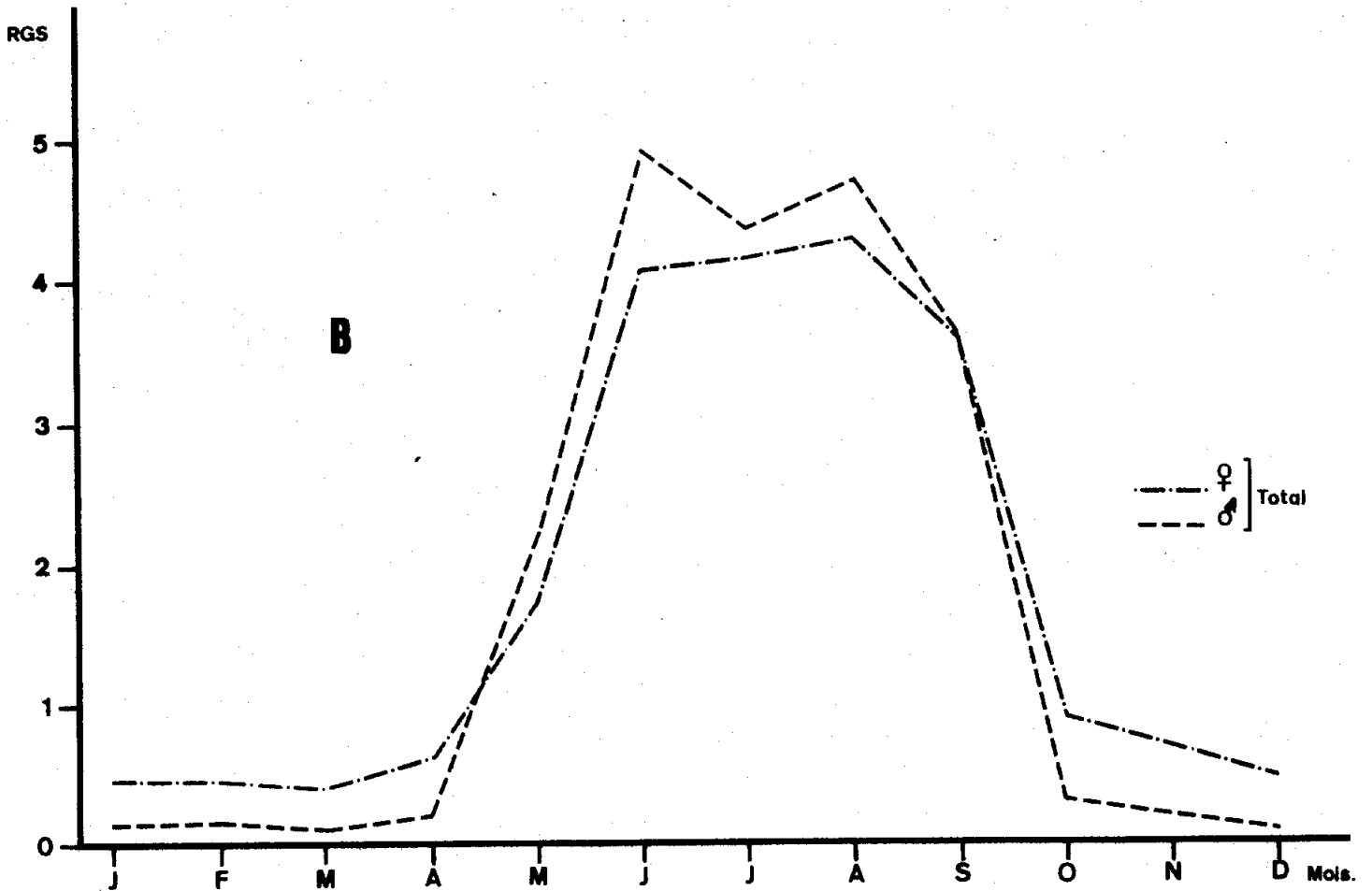
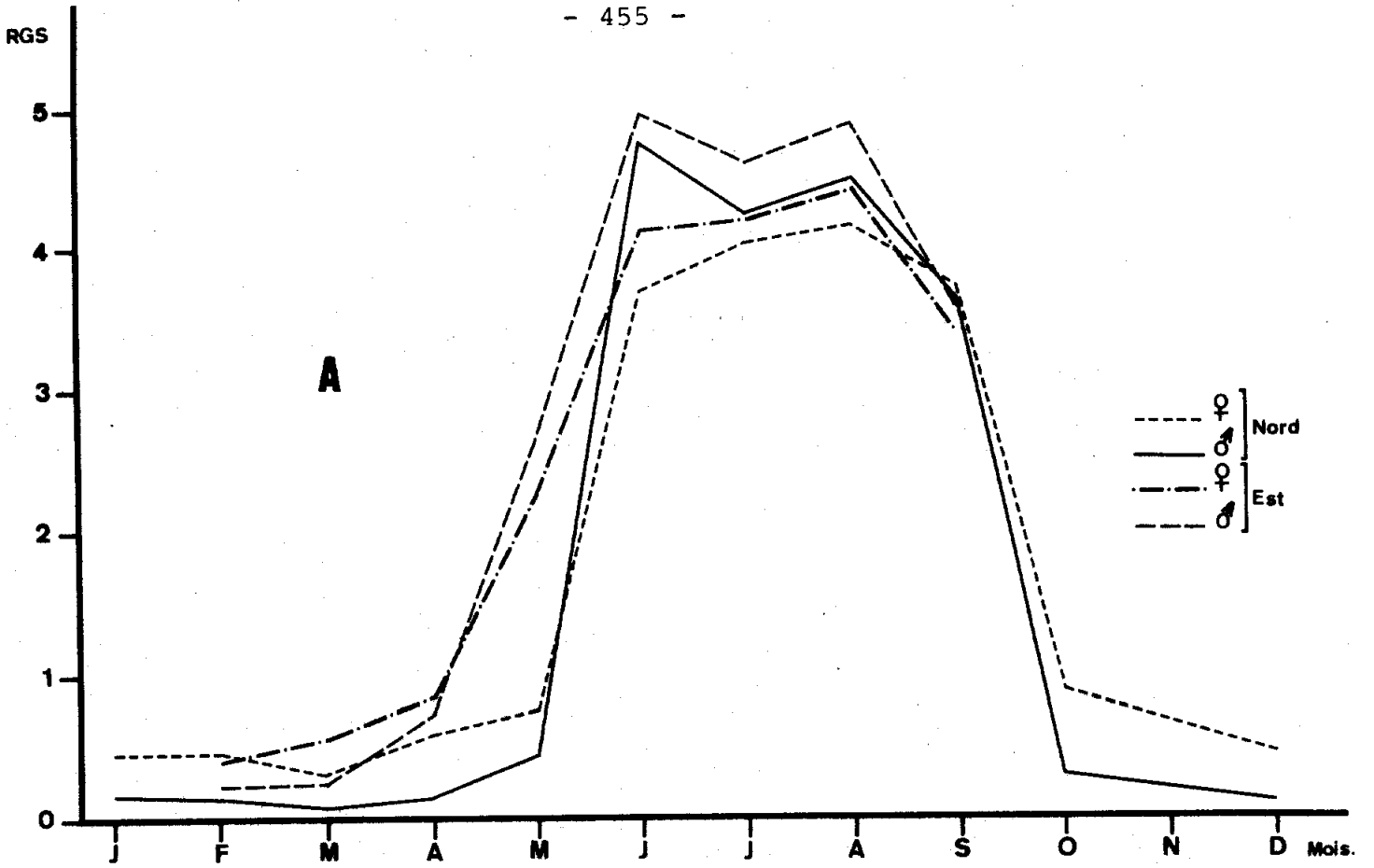


Fig. 118. - Evolution du rapport gonadosomatique (RGS) en fonction des mois chez l'allache mâle et femelle des régions nord et est (A) et des deux régions réunies (B).

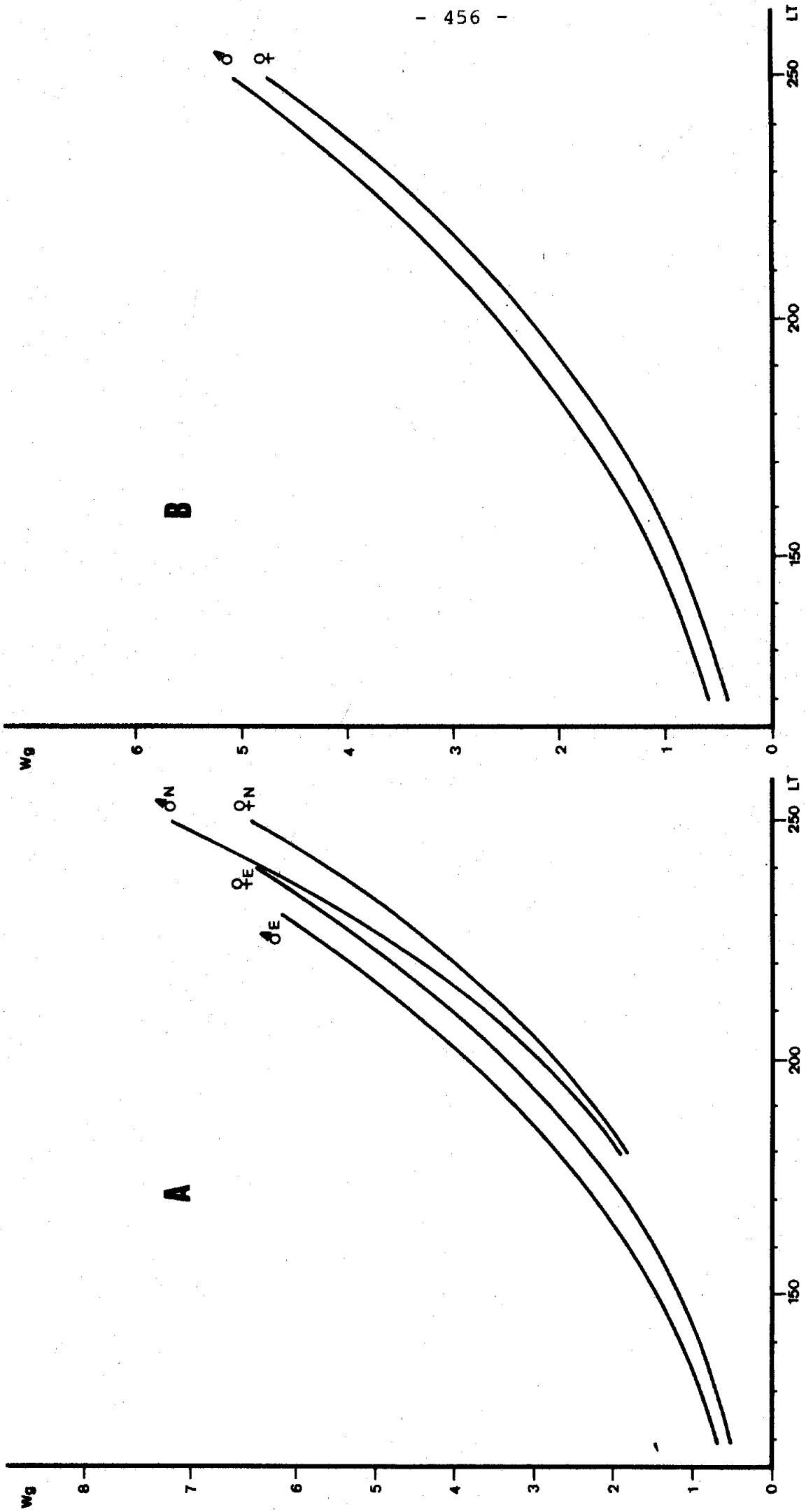


Fig. 119. - Relations entre le poids des gonades (Wg en g) et la taille du poisson (LT en mm) chez l'allache mâle et femelle des régions nord et est (A) et des deux régions réunies (B) durant la période juin-septembre.

Comparaison des femelles et des mâles

Si comme nous l'avons vu, les différentes phases évolutives du cycle sexuel coïncident chez les femelles et les mâles, le diagramme du RGS ainsi que les courbes poids des gonades-longueur totale établies pour la période juin-septembre (tabl.134 ; fig.119A), montrent de légères différences entre les sexes. Ainsi, par rapport aux mâles, le poids relatif des gonades femelles serait plus élevé durant la phase d'atrésie et de repos sexuel et plus bas pendant la phase d'accroissement rapide et de ponte. En fait, ces différences semblent négligeables puisque les courbes ne diffèrent significativement ni par la pente ($t_{pe} = 0,35$) ni par la position ($t_{po} = 1,43$).

b) Région est (fig.118 A - 119 A)

Dans ce secteur, les résultats correspondent seulement à la période allant de février à septembre. Ils sont établis d'après l'examen de 798 spécimens longs de 120 à 240 mm, se répartissant en 378 femelles et 419 mâles.

Cycle sexuel femelle

La pré ponte débute en mars et se poursuit en avril et même jusqu'en mai selon les années. Durant ces trois mois, la progression du RGS est bien nette (0,5 - 0,8 - 2,2) mais reste limitée. En juin, c'est la phase d'accroissement rapide au cours de laquelle le RGS double sa valeur (4,1) qu'il maintient pendant les deux mois suivants (juillet-août) pour subir en septembre une diminution bien marquée (3,4) indiquant le début de l'épuisement des ovaires. Toute cette période qui va de juin à septembre correspond à la ponte.

Il est à noter que la valeur moyenne du RGS de mai est calculée d'après les résultats obtenus en 1976 et 1977 qui étaient respectivement de 1,5 et 3,5. Ainsi, par

rapport à 1976, 1977 est une année précoce, puisque dès le mois de mai les poissons déclenchent l'émission de leurs produits sexuels.

Cycle sexuel mâle

Comme l'illustre la figure 118 A, le cycle sexuel évolue d'une manière tout à fait similaire à celui des femelles.

Comparaison des femelles et des mâles

La différence entre les sexes réside, comme pour la région nord, essentiellement, dans le fait que les valeurs du RGS des mâles sont plus élevées lors de la phase de ponte (juin-septembre) et plus faibles à la fin de la phase de repos et au début de la ponte (février-avril) que celles des femelles. La comparaison des équations mettant en relation le poids des gonades et la longueur totale durant la période de ponte (juin-septembre) (tabl.134 ; fig.119 A) laisse déceler une différence de position ($t_{pe} = 0,8$; $t_{po} = 4,41$) montrant ainsi que pour une taille donnée, le poids des testicules est plus grand que celui des ovaires.

c) Comparaison des régions nord et est (fig.118 B - 119 B)

Les processus de maturation des gonades de l'allache du nord et de l'est sont identiques. Dans les deux secteurs nous observons chez les mâles des valeurs du RGS plus élevées que chez les femelles lors de la ponte et plus basses au moment du repos sexuel. Pour la période de juin à septembre, les équations poids des gonades-longueur totale des femelles des deux régions sont semblables et peuvent être confondues ($t_{pe} = 0,32$; $t_{po} = 1,90$). Celles des mâles présentent une faible différence significative au niveau de la position ($t_{pe} = 1,23$; $t_{po} = 2,82$).

La différence principale entre les deux régions porte sur la période de ponte que nous estimons, compte tenu des variations interannuelles, à environ 15 jours à un mois plus précoce dans l'est que dans le nord.

Le retard qu'enregistre l'allache du nord dans l'émission de ses produits sexuels s'explique par le contraste thermique des eaux côtières superficielles du nord et du sud-est de la Tunisie. Les auteurs (FAGE, 1920 ; NAVARRO, 1932 ; ANANIADES, 1952) ont, en effet, mis en évidence le rôle décisif que joue une température supérieure à 20°C dans le déclenchement de la ponte de l'allache méditerranéenne. En reprenant les résultats fournis par BRANDHORST (1977), nous trouvons que dans la région est (de Ras Capudia au Golfe de Gabès) la température des eaux de surface est supérieure à 20°C vers la deuxième moitié de mai (1973). Or cette même valeur n'est atteinte dans la région nord qu'environ un mois plus tard (juin, 1972).

Quoi qu'il en soit, la ponte de l'allache des côtes tunisiennes (fig.118 B) est très étalée dans le temps (juin-septembre) et peut être plus ou moins précoce selon les années. En outre, il semble exister une différence pondérale relative entre les ovaires et les testicules durant la période de ponte comme l'illustre la figure 119 B représentant les relations allométriques ($tpe = 0,05$; $tpo = 4,72$).

4- Fécondité (fig.120)

55 femelles pêchées en juillet et provenant des deux secteurs ont servi à l'étude de la fécondité. Elles mesurent entre 150 et 240 mm et pèsent de 25 à 120 g. Les ovaires, très volumineux, pèsent entre 0,5 et 7,5 g. Ils sont fixés dans le liquide de Gilson modifié pendant deux semaines puis conservés, après dissociation des ovocytes, dans de l'alcool à 70°.

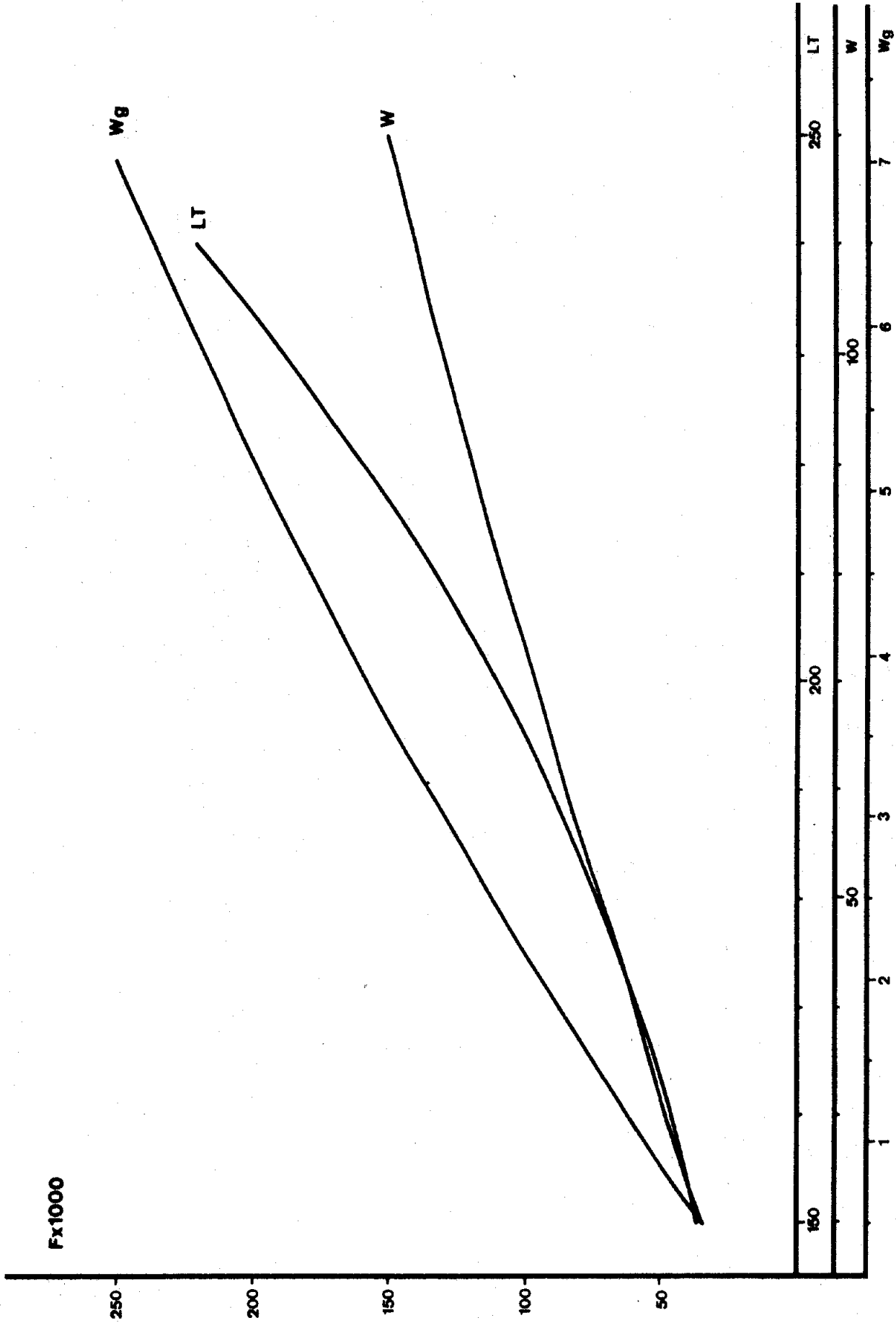


Fig. 120. - Relations entre la fécondité (F : nombre d'ovocytes en milliers) et la taille du poisson (LT en mm), le poids total du poisson (W en g) et le poids des gonades (Wg en g) chez l'allache.

Environ 5 500 ovocytes sont mesurés, à raison d'une centaine par femelle. L'amplitude de variation de leur diamètre est comprise entre 100 et 850 μ avec un seul mode situé à 500 . Cette distribution unimodale des diamètres des ovocytes laisse supposer que l'émission des œufs s'effectue en une seule fois.

La fécondité absolue individuelle est calculée par la formule $N = 50 n$

où N est le nombre total d'ovocytes contenus dans l'ovaire,

n : le nombre moyen d'ovocytes contenus dans 1 ml ovocytes-liquide,

50: le volume en ml du nombre total d'ovocytes que renferme l'ovaire ramené à 50 ml par addition d'alcool.

Les équations, illustrées par la figure 120, mettant en relation, d'une part, la fécondité (F) exprimée en milliers et, d'autre part, la longueur totale (LT), le poids du poisson entier (W) et le poids des gonades (Wg) s'écrivent :

$$F = 1,894.10^{-7} LT^{3,810}$$

$$F = 3,004 W^{0,818}$$

$$F = 1,805.10^{-2} Wg^{0,777}$$

La fécondité présente ainsi une allométrie majorante par rapport à la taille et une allométrie minorante par rapport au poids du poisson et à celui des gonades.

Pour l'intervalle de taille considéré (150-240 mm), la fécondité absolue de l'allache varie entre 37 000 et 222 000 ovocytes avec une valeur moyenne de 110 000 ovocytes pour une taille de 200 mm. Pour l'éventail de poids 25-120 g, la fécondité relative oscille de 1 260 à 1 670 ovocytes par gramme de poids corporel.

C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION

1- Région nord (tabl.135 à 137 et 144 à 146 ; fig.121)

Dans cette région, la relation taille-poids de l'allache est étudiée d'après l'examen de 888 individus adultes récoltés de 1974 à 1977. Ils se répartissent en 507 femelles et 381 mâles. Leur longueur totale, sensiblement la même pour les deux sexes, varie entre 145 et 285 mm. Les équations calculées par la méthode des moindres rectangles et correspondant à l'ensemble des spécimens, aux femelles et aux mâles s'écrivent respectivement :

$$\text{total} : W = 5.2984.10^{-6} LT^{3,06396}$$

$$\text{femelles} : W = 4,4614.10^{-6} LT^{3,09676}$$

$$\text{mâles} : W = 7,1755.10^{-6} LT^{3,00626}$$

Confrontée à 3, la pente de ces équations montre que la croissance pondérale relative est isométrique chez les mâles ($t = 0,24$) et majorante chez les femelles ($t = 4,06$) et dans les deux sexes combinés ($t = 3,62$). La comparaison des droites d'allométrie des femelles et des mâles permet de déceler une différence significative au seuil de 5 % au niveau de la pente ($t_{pe} = 2,50$) démontrant par là que l'accroissement est plus accentué chez les femelles.

a) Femelles

Le caractère majorant de l'allométrie pondérale chez les femelles constaté plus haut est en fait le reflet de l'ensemble des observations mensuelles. C'est ainsi que nous observons une pente significativement supérieure à 3 pendant six mois sur douze (janvier, mars, avril, mai, septembre et décembre) contre deux seulement où elle est significativement inférieure (août, octobre) et quatre où elle peut être confondue à 3 (février, juin, juillet et novembre).

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
J	$\log W = 3,10176 \log LT - 5,36871$	67	0,99579	0,04985	152 - 277	2,88(+)
F	$\log W = 3,07893 \log LT - 5,33187$	32	0,99399	0,05174	182 - 287	1,28(-)
M	$\log W = 3,17848 \log LT - 5,53534$	59	0,98933	0,05315	167 - 277	2,91(+)
A	$\log W = 3,27080 \log LT - 5,75887$	103	0,95780	0,06534	192 - 262	2,89(+)
M	$\log W = 3,29339 \log LT - 5,78707$	56	0,98390	0,11371	147 - 282	3,66(+)
J	$\log W = 3,04496 \log LT - 5,20712$	38	0,98958	0,06880	147 - 242	0,61(-)
J	$\log W = 3,14070 \log LT - 5,44341$	57	0,95981	0,04922	182 - 237	1,18(-)
A	$\log W = 2,56884 \log LT - 4,10437$	19	0,97740	0,03220	207 - 247	3,27(+)
S	$\log W = 3,27154 \log LT - 5,78160$	25	0,99052	0,02843	187 - 232	2,90(+)
O	$\log W = 2,72501 \log LT - 4,50863$	14	0,99080	0,03985	147 - 202	2,58(+)
N	$\log W = 3,41148 \log LT - 6,14334$	10	0,97077	0,05247	227 - 277	1,42(-)
D	$\log W = 3,32134 \log LT - 5,89787$	27	0,98274	0,04525	187 - 262	2,61(+)
TOTAL	$\log W = 3,09676 \log LT - 5,35053$	507	0,98496	0,07530	147 - 287	4,06(+)

Tabl. 135. - Equations mensuelles de la relation taille-poids (LT en mm ; W en g) chez l'allache femelle de la région nord. n : effectif; r : coefficient de corrélation ; 2 dy : variabilité de l'ordonnée ; t(+) valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 3.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
J	$\log W = 3,08276 \log LT - 5,32454$	32	0,99960	0,01625	152 - 262	5,20 (+)
F	$\log W = 2,98046 \log LT - 5,10958$	21	0,99402	0,04807	192 - 277	0,26 (-)
M	$\log W = 2,95439 \log LT - 5,02479$	42	0,99009	0,04537	162 - 267	0,73 (-)
A	$\log W = 3,05805 \log LT - 5,26765$	79	0,93109	0,06530	177 - 252	0,45 (-)
M	$\log W = 3,21335 \log LT - 5,61563$	40	0,99205	0,06747	147 - 267	3,24 (+)
J	$\log W = 3,04241 \log LT - 5,20223$	15	0,99068	0,06125	147 - 222	0,37 (-)
J	$\log W = 2,96666 \log LT - 5,03283$	69	0,95501	0,04806	182 - 232	0,30 (-)
A	$\log W = 2,80901 \log LT - 4,57161$	22	0,96939	0,03858	207 - 247	1,24 (-)
S	$\log W = 3,25067 \log LT - 5,73557$	18	0,98372	0,04036	187 - 232	1,72 (-)
O	$\log W = 2,98439 \log LT - 5,09363$	8	0,99742	0,02229	147 - 202	0,18 (-)
N	$\log W = 3,16419 \log LT - 5,54392$	13	0,98648	0,03186	227 - 272	1,05 (-)
D	$\log W = 3,14492 \log LT - 5,49526$	22	0,95259	0,03120	197 - 222	0,68 (-)
TOTAL	$\log W = 3,00626 \log LT - 5,14415$	381	0,98587	0,06406	147 - 277	0,24 (-)

Tabl. 136. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez l'allache mâle de la région nord.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
J	$\log W = 3,09521 \log LT - 5,35339$	99	0,99719	0,03415	152 - 277	4,04 (+)
F	$\log W = 3,03692 \log LT - 5,23693$	53	0,99351	0,04244	182 - 287	0,76 (-)
M	$\log W = 3,09232 \log LT - 5,33926$	101	0,98895	0,04204	162 - 277	2,00 (+)
A	$\log W = 3,20525 \log LT - 5,60768$	182	0,94984	0,05474	177 - 262	2,75 (+)
M	$\log W = 3,27708 \log LT - 5,75509$	96	0,98633	0,08078	147 - 282	4,97 (+)
J	$\log W = 3,04574 \log LT - 5,20913$	53	0,99043	0,05407	147 - 242	0,78 (-)
J	$\log W = 3,04915 \log LT - 5,22721$	126	0,95558	0,04077	182 - 237	0,61 (-)
A	$\log W = 2,68918 \log LT - 4,38844$	41	0,97205	0,02959	207 - 247	3,07 (+)
S	$\log W = 3,26188 \log LT - 5,76018$	43	0,98754	0,02732	187 - 232	3,27 (+)
O	$\log W = 2,82272 \log LT - 4,72951$	22	0,99190	0,03072	147 - 202	2,21 (+)
N	$\log W = 3,27037 \log LT - 5,80108$	23	0,97804	0,03433	227 - 277	1,82 (-)
D	$\log W = 3,34284 \log LT - 5,95056$	49	0,98077	0,03324	187 - 262	3,60 (+)
TOTAL	$\log W = 3,06396 \log LT - 5,27566$	888	0,98519	0,07101	147 - 287	3,62 (+)

Tabl. 137. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez l'allache (mâle + femelle) de la région nord.

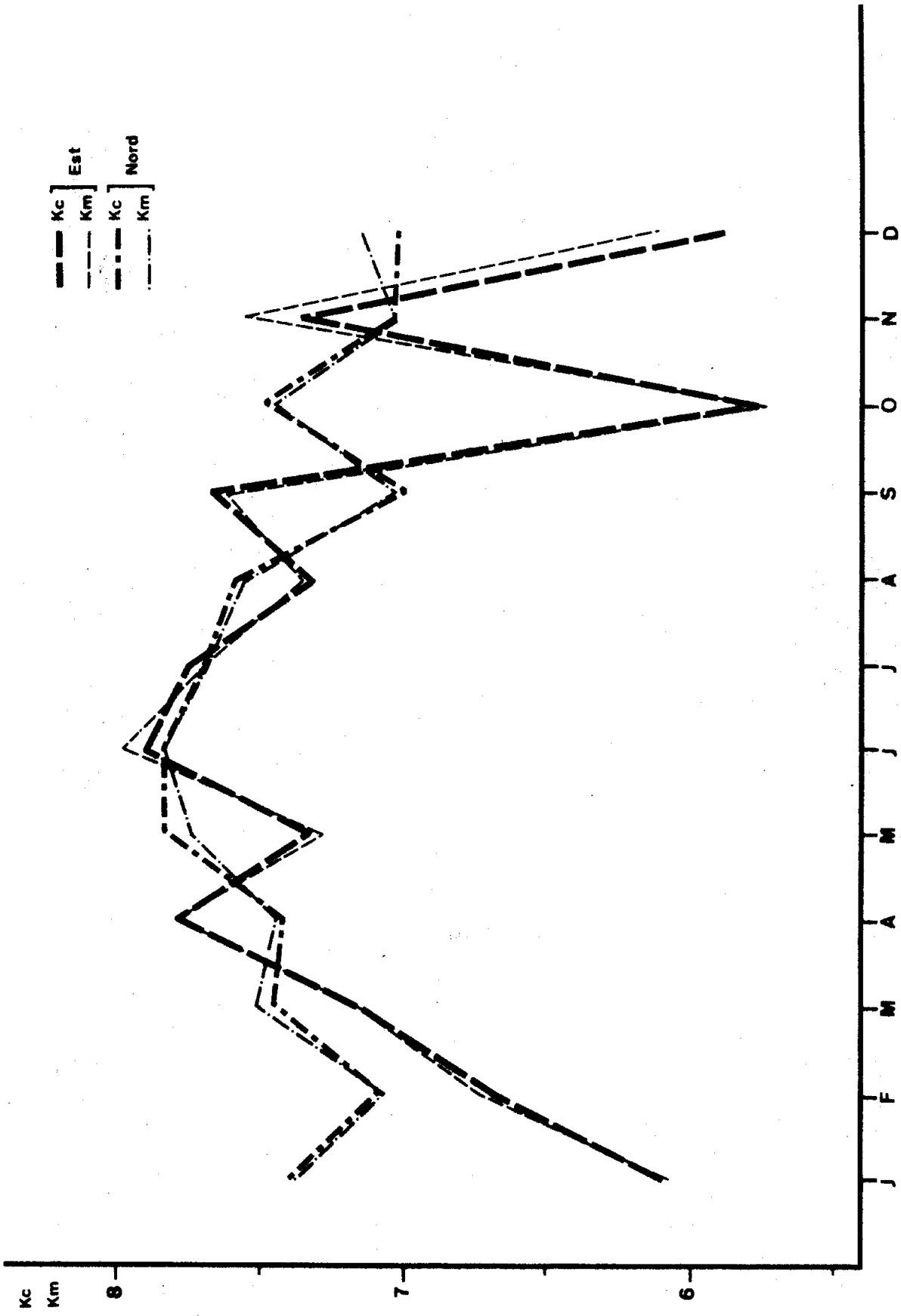


Fig. 121. - Variations en fonction des mois des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition de l'allache (mâle et femelle) des régions nord et est.

Suivant leur succession naturelle, la comparaison mois par mois montre que la pente est pratiquement identique pour toute la période allant de novembre à mai et pour les mois juin-juillet. La différence est significative entre mai-juin et entre tous les mois s'étendant de juillet à novembre. Au cours de cette dernière période, la différence significative est provoquée par la faiblesse excessive de la pente des mois d'août et d'octobre, due incontestablement à la petitesse des échantillons. Pour cela, il ne serait pas hasardeux d'assimiler toutes les droites à des parallèles et de conclure que l'évolution du poids en fonction de la longueur ne subit aucun changement notable d'un mois à l'autre de l'année. Pour ce qui est des positions, elles sont significativement différentes pour deux mois consécutifs.

Les valeurs très voisines des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition sont même confondues pour certains mois. Leur évolution annuelle, assez régulière, semble se réaliser en deux périodes. La première, correspondant à la bonne condition de l'allache, va de mars à août et se distingue par des valeurs élevées oscillant entre 7,5 et 8 environ ; la condition des femelles s'améliore de mars à mai où elle atteint son maximum avant de subir une baisse continue mais peu importante jusqu'en août. La deuxième s'étend de septembre à février ; durant ce temps, sont enregistrées les valeurs les plus faibles (entre 7 et 7,5), traduisant la mauvaise condition des individus ; les valeurs des coefficients chutent brutalement de juillet à septembre et se maintiennent plus ou moins régulièrement à un niveau assez bas jusqu'en mars.

b) Mâles

Comme pour les femelles, l'isométrie caractérisant la croissance relative pondérale des mâles n'est que la conséquence des résultats mensuels. En effet, pour l'ensemble des mois, la pente est assimilable à 3 à l'exception de janvier

et mai où elle est significativement différente de 3 en lui étant supérieure.

Quels que soient les mois considérés, les équations mensuelles d'allométrie comparées une à une ne présentent pas de différence significative au niveau de la pente, ce qui dénote un parallélisme parfait entre les douze droites. En revanche, les positions de ces mêmes droites diffèrent significativement d'un mois à l'autre.

L'isométrie, que nous avons constatée tous les mois, explique la concordance rigoureuse entre les valeurs mensuelles des coefficients composite et moyen de condition dont l'évolution annuelle se fait d'une manière synchrone. Comme pour les femelles, cette évolution s'effectue en deux étapes. La première, marquée par des valeurs élevées des coefficients de condition (7,4-7,8) s'étend de mars à août et correspond à la bonne condition des individus. Au cours de la deuxième, de septembre à février, les valeurs basses des coefficients (7-7,4) reflètent en revanche une certaine détérioration de l'embonpoint des mâles.

c) Comparaison des femelles et des mâles

Une comparaison mensuelle des droites d'allométrie des femelles et des mâles met en relief une très grande similitude dans l'évolution de la relation taille-poids en fonction des mois, puisque seulement deux différences significatives sont observées, l'une en mars au niveau de la pente, l'autre en juillet au niveau de la position. Pour cette raison et malgré la différence significative (faible) portant sur la pente des équations générales des femelles et des mâles, il est permis de penser que les relations taille-poids des deux sexes sont très proches et peuvent être confondues. D'autant plus que les valeurs mensuelles des coefficients composite et moyen de condition des femelles et des mâles sont pratiquement identiques.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t	(±)
J	log W = 3,11239 log LT - 5,47738	19	0,92788	0,06088	142 - 177	0,40	(-)
F	log W = 3,50230 log LT - 6,27801	99	0,96152	0,05803	137 - 197	5,14	(-)
M	log W = 3,63635 log LT - 6,56816	46	0,98423	0,05133	142 - 202	5,56	(+)
A	log W = 3,34369 log LT - 5,90174	12	0,99284	0,03264	167 - 242	2,72	(+)
M	log W = 3,19207 log LT - 5,56576	156	0,98887	0,05519	122 - 227	0,50	(-)
J	log W = 3,13867 log LT - 5,40972	138	0,98722	0,04849	142 - 227	3,23	(+)
J	log W = 2,87030 log LT - 4,82475	96	0,98774	0,05299	127 - 217	2,81	(+)
A	log W = 3,06463 log LT - 5,28180	32	0,99662	0,04222	127 - 237	1,41	(-)
S	log W = 3,24869 log LT - 5,65745	24	0,99100	0,04344	132 - 197	2,09	(+)
O	log W = 2,88991 log LT - 4,99177	22	0,96077	0,04161	132 - 177	0,61	(+)
N	log W = 3,48115 log LT - 6,17904	17	0,97786	0,05519	132 - 182	2,56	(+)
TOTAL	log W = 3,21855 log LT - 5,61922	661	0,96907	0,08495	122 - 242	7,06	(+)

Tabl. 138. - Equations mensuelles de la relation taille-poids (LT en mm ; W en g), chez l'allache femelle de la région est. n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2dy : variabilité de l'ordonnée ; t(±) valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 3.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t	(±)
J	log W = 2,63510 log LT - 4,44411	15	0,97898	0,03433	137 - 182	2,45	(+)
F	log W = 3,72174 log LT - 6,76644	37	0,99053	0,03311	147 - 202	8,35	(+)
M	log W = 3,32094 log LT - 5,85175	29	0,97882	0,05268	137 - 197	2,45	(+)
A	log W = 2,72160 log LT - 4,47423	6	0,99210	0,03167	172 - 227	1,63	(-)
M	log W = 3,25450 log LT - 5,70422	161	0,98420	0,05696	117 - 227	5,57	(+)
J	log W = 3,09600 log LT - 5,31285	189	0,98586	0,04777	132 - 232	2,53	(+)
J	log W = 2,86068 log LT - 4,80323	88	0,98448	0,05045	132 - 212	2,57	(+)
A	log W = 3,06977 log LT - 5,28920	35	0,99512	0,04657	127 - 232	1,32	(-)
S	log W = 3,17271 log LT - 5,51008	23	0,96778	0,06276	142 - 192	0,99	(-)
O	log W = 2,48192 log LT - 4,11592	32	0,91366	0,04481	132 - 172	2,81	(+)
N	log W = 4,23394 log LT - 7,80680	7	0,97751	0,04311	132 - 157	3,09	(+)
TOTAL	log W = 3,29016 log LT - 5,77403	622	0,95845	0,09145	117 - 232	7,70	(+)

Tabl. 139. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez l'allache mâle de la région est.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t	(±)
J	log W = 3,27295 log LT - 5,81605	50	0,86919	0,08208	137 - 182	1,17	(-)
F	log W = 3,30545 log LT - 5,83827	201	0,99166	0,06506	107 - 202	10,11	(+)
M	log W = 3,50115 log LT - 6,26083	75	0,98022	0,05486	137 - 202	5,18	(+)
A	log W = 3,13826 log LT - 5,42681	18	0,98900	0,04021	167 - 242	1,19	(+)
M	log W = 3,21917 log LT - 5,62596	317	0,98684	0,05602	117 - 227	7,47	(+)
J	log W = 3,11241 log LT - 5,35008	327	0,98656	0,04811	132 - 232	3,98	(+)
J	log W = 2,86669 log LT - 4,81668	184	0,98660	0,05168	127 - 212	3,84	(+)
A	log W = 3,06429 log LT - 5,27898	67	0,99593	0,04429	127 - 237	1,88	(-)
S	log W = 3,20551 log LT - 5,57217	47	0,97966	0,05760	132 - 197	0,68	(-)
O	log W = 2,81674 log LT - 4,83902	54	0,94199	0,04808	132 - 177	1,40	(-)
N	log W = 3,58466 log LT - 6,40394	24	0,97626	0,05380	132 - 182	3,53	(+)
D	log W = 3,41223 log LT - 6,08645	79	0,97364	0,05589	107 - 157	4,65	(+)
TOTAL	log W = 3,40302 log LT - 6,02874	1443	0,97817	0,09152	107 - 242	21,63	(+)

Tabl. 140. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez l'allache (mâle + femelle) de la région est.

L'évolution de l'embonpoint des deux sexes en fonction des mois est la même et s'effectue en deux périodes, l'une marquant l'amélioration de la condition des individus (printemps-été) et l'autre une légère régression (automne-hiver).

2- Région est (tabl.138 à 140 et 144-145-147 ; fig.121)

1443 individus longs de 105 à 240 mm de la région est ont servi à l'étude de la relation taille-poids, parmi lesquels nous dénombrons 661 femelles mesurant entre 120 et 240 mm et 622 mâles de 115 à 230 mm de longueur totale. Le sexe des 160 autres spécimens n'a pas été déterminé. Les équations traduisant cette relation sont respectivement pour :

$$\begin{array}{lcl} \text{total} & : & W = 9,3598 \cdot 10^{-7} LT^{3,40302} \\ \text{femelles} & : & W = 2,4010 \cdot 10^{-6} LT^{3,21855} \\ \text{mâles} & : & W = 1,6826 \cdot 10^{-6} LT^{3,29016} \end{array}$$

La pente de ces équations diffère d'une manière hautement significative de 3 en lui étant supérieure, ce qui met en évidence une allométrie majorante aussi bien dans l'effectif total que dans les deux sexes pris séparément. La relation taille-poids est la même chez les femelles et les mâles, aucune différence significative n'étant décelée ni au niveau de la pente ($t_{pe} = 1,48$) ni au niveau de la position ($t_{po} = 1,58$).

a) Femelles

L'allométrie majorante que subit le poids de l'allache dans la région est est dominante tout le long de l'année. Nous n'avons en effet relevé qu'une seule allométrie minorante au mois de juillet et quatre isométries en janvier, mai, août et

octobre. La comparaison des équations mensuelles prises successivement deux à deux ne montre pas de différence significative au niveau de la pente de la plupart des mois, sauf entre juin et août, à cause de l'allométrie très minorante de juillet et entre octobre et novembre, à cause de l'allométrie fortement majorante de ce dernier mois. Il apparaît donc que l'évolution du poids en fonction de la longueur s'effectue dans l'ensemble de la même manière au cours de l'année. De février à mai, l'absence de différence significative au niveau de la position permet d'assimiler les quatre droites en une seule et de déduire une même croissance pondérale relative durant cette période. Ailleurs, la position diffère significativement d'un mois à l'autre.

Les valeurs mensuelles des deux coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition, semblables et souvent même confondues, fluctuent d'une façon parfaitement synchrone. Mais leur évolution annuelle est extrêmement irrégulière, sinon anarchique. Compte-tenu de ces variations, il semble toutefois possible de distinguer deux périodes différentes dans l'année. Au cours de la première qui s'étend de mars à septembre, les valeurs des coefficients de condition sont élevées et oscillent entre 7,1 et 8; elles correspondent à l'amélioration de la condition des femelles. Les coefficients très bas relevés pendant la deuxième période, d'octobre à février, attestent en revanche d'une mauvaise condition des individus.

b) Mâles

Chez les mâles de la région est, l'allométrie est majorante pendant cinq mois (février, mars, mai, juin et novembre), isométrique en avril, août et septembre et minorante en janvier, juillet et octobre. Contrairement aux femelles, la différence significative au niveau des pentes des équations comparées consécutivement une à une dénote une certaine hétérogénéité dans l'évolution mensuelle du poids des mâles en fonction de la longueur totale, à l'exclusion d'avril-mai et d'août-septembre où les droites peuvent être confondues.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t	(+)
J	$\log W = 3,39113 \log LT - 6,05542$	86	0,99283	0,07090	142 - 277	11,43	(+)
F	$\log W = 3,16261 \log LT - 5,52446$	131	0,99238	0,05602	137 - 287	4,74	(+)
M	$\log W = 3,5876 \log LT - 5,94873$	105	0,99008	0,05033	142 - 277	7,71	(+)
A	$\log W = 3,25778 \log LT - 5,72629$	115	0,96122	0,05433	167 - 262	3,05	(+)
M	$\log W = 3,26867 \log LT - 5,73359$	212	0,99250	0,06816	122 - 282	9,74	(+)
J	$\log W = 3,08014 \log LT - 5,28160$	176	0,99003	0,05062	142 - 242	2,44	(+)
J	$\log W = 2,91933 \log LT - 4,93188$	153	0,99348	0,04936	127 - 237	2,98	(+)
A	$\log W = 3,10150 \log LT - 5,36059$	51	0,99702	0,04212	127 - 247	2,97	(+)
S	$\log W = 2,82498 \log LT - 4,73336$	49	0,98766	0,05543	132 - 232	2,71	(+)
O	$\log W = 3,78215 \log LT - 6,92046$	36	0,93153	0,10862	132 - 202	3,31	(+)
N	$\log W = 2,94604 \log LT - 5,01813$	27	0,99616	0,05939	132 - 277	1,05	(-)
D	$\log W = 3,321434 \log LT - 5,89787$	27	0,98274	0,04525	187 - 262	2,61	(+)
TOTAL	$\log W = 3,12741 \log LT - 5,41947$	1168	0,98754	0,07579	122 - 287	8,84	(+)

Tabl. 141. - Equations mensuelles de la relation taille-poids (LT en mm ; W en g) chez l'allache femelle des côtes tunisiennes. n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2 dy : variabilité de l'ordonnée ; t(+/-) : valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 3.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t	(+)
J	$\log W = 3,46593 \log LT - 6,23040$	47	0,99011	0,08263	137 - 262	6,43	(+)
F	$\log W = 3,12903 \log LT - 5,45761$	58	0,99636	0,04727	147 - 277	3,62	(+)
M	$\log W = 3,10895 \log LT - 5,38011$	71	0,99119	0,04609	137 - 267	2,20	(+)
A	$\log W = 2,94789 \log LT - 5,01062$	85	0,94229	0,05369	172 - 252	0,48	(-)
M	$\log W = 3,22120 \log LT - 5,63136$	201	0,99236	0,05640	117 - 267	7,85	(+)
J	$\log W = 3,07863 \log LT - 5,27519$	204	0,98690	0,04801	132 - 232	2,27	(+)
J	$\log W = 2,96265 \log LT - 5,02661$	157	0,99232	0,04754	132 - 232	1,27	(-)
A	$\log W = 3,08148 \log LT - 5,31407$	57	0,99714	0,04262	127 - 247	2,59	(+)
S	$\log W = 2,87620 \log LT - 4,85808$	41	0,98485	0,05660	142 - 232	1,55	(-)
O	$\log W = 3,86555 \log LT - 7,11249$	40	0,92794	0,09776	132 - 202	3,70	(+)
N	$\log W = 2,97655 \log LT - 5,09185$	20	0,99780	0,04551	132 - 272	0,51	(-)
D	$\log W = 3,14492 \log LT - 5,49526$	22	0,95259	0,03120	197 - 222	0,68	(-)
TOTAL	$\log W = 3,10080 \log LT - 5,35873$	1003	0,98458	0,07952	117 - 277	5,88	(+)

Tabl. 142. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez l'allache mâle des régions nord et est.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t	(+)
J	$\log W = 3,38647 \log LT - 6,04361$	149	0,99220	0,07429	142 - 277	11,10	(+)
F	$\log W = 3,19561 \log LT - 5,60239$	254	0,99575	0,06339	137 - 287	10,55	(+)
M	$\log W = 3,25448 \log LT - 5,71130$	176	0,98980	0,05031	137 - 277	7,24	(+)
A	$\log W = 3,15796 \log LT - 5,49541$	200	0,95495	0,05512	167 - 262	2,37	(+)
M	$\log W = 3,25237 \log LT - 5,69888$	413	0,99248	0,06280	117 - 282	12,85	(+)
J	$\log W = 3,07416 \log LT - 5,26670$	380	0,98903	0,04910	132 - 242	3,17	(+)
J	$\log W = 2,94065 \log LT - 4,97829$	310	0,99302	0,04845	127 - 237	3,00	(+)
A	$\log W = 3,09033 \log LT - 5,33461$	108	0,99710	0,04212	127 - 247	3,95	(+)
S	$\log W = 2,84760 \log LT - 4,78857$	90	0,98618	0,05633	132 - 232	3,03	(+)
O	$\log W = 3,85870 \log LT - 7,09381$	76	0,93760	0,10350	132 - 202	5,50	(+)
N	$\log W = 2,95557 \log LT - 5,04120$	47	0,99704	0,05365	132 - 277	1,31	(-)
D	$\log W = 3,31579 \log LT - 5,8869$	128	0,99851	0,04581	107 - 262	19,59	(+)
TOTAL	$\log W = 3,21732 \log LT - 5,62491$	2331	0,98870	0,08273	122 - 287	21,74	(+)

Tabl. 143. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez

Les valeurs mensuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition sont le plus souvent identiques, fluctuant par conséquent de la même manière. Leur évolution annuelle, très irrégulière, semble se réaliser en gros suivant les deux étapes observées chez les femelles.

c) Comparaison des femelles et des mâles

Nous avons vu que les équations générales de la relation taille-poids des mâles et des femelles sont identiques. Cette similitude se retrouve presque tous les mois. En effet, les quelques différences significatives observées sont faibles ; une seule au niveau de la pente en avril et trois au niveau de la position en mars, septembre et octobre.

Les valeurs mensuelles des coefficients composite et moyen de condition des femelles et des mâles sont très proches et fluctuent de la même manière anarchique au cours de l'année. Toutefois deux étapes ont pu être distinguées: une période de bonne condition de l'allache (printemps-été) à laquelle semble s'opposer une période de mauvaise condition (automne-hiver).

3- Comparaison des régions nord et est
(tabl.141 à 145 et 148 ; fig.122)

Dans les deux régions considérées, les équations, reliant le poids à la taille de l'effectif total des femelles et des mâles, confrontées respectivement deux à deux, présentent toujours une différence significative au niveau de la pente (effectif total : $t = 11,53$; femelles: $t = 3,03$; mâles: $t = 5,60$). Ces différences obtenues sont prévisibles puisque nous avons observé antérieurement qu'à l'allométrie faiblement majorante ou même isométrique (dans le cas des mâles) constatées dans la région nord, correspond une allométrie fortement majorante dans le secteur est.

	J - F	F - M	N - A	A - M	M - J	J - J	J - A	A - S	S - O	O - N	N - D	D - J								
	tpc	tpc	tpc	tpc	tpc	tpc	tpc	tpc	tpc	tpc	tpc	tpc								
♀ N	0,33 (-)	3,75 (+)	1,14 (-)	4,94 (+)	0,82 (-)	2,20 (+)	0,17 (-)	4,22 (+)	1,99 (+)	0,63 (+)	2,76 (+)	2,65 (+)	4,45 (+)	3,92 (+)	2,49 (+)	0,32 (-)	2,85 (+)	1,63 (-)	3,62 (+)	
♂ N	1,71 (-)	6,12 (+)	0,27 (-)	3,75 (+)	0,72 (-)	0,65 (-)	1,08 (-)	2,26 (+)	1,24 (-)	2,79 (+)	0,50 (-)	0,75 (-)	1,43 (-)	1,95 (-)	4,69 (+)	1,40 (-)	3,50 (+)	1,97 (-)	0,38 (-)	5,46 (+)
♀ + ♂ N	1,18 (-)	6,35 (+)	0,83 (-)	6,13 (+)	1,27 (-)	2,08 (+)	0,72 (-)	4,75 (+)	2,48 (+)	0,01 (+)	2,42 (+)	2,39 (+)	4,47 (+)	3,93 (+)	2,71 (+)	0,42 (-)	3,13 (+)	2,49 (+)		
♀ E	1,38 (-)	7,25 (+)	0,95 (-)	1,63 (-)	1,44 (-)	0,61 (-)	0,74 (-)	1,66 (-)	0,91 (-)	12,31 (+)	4,29 (+)	2,77 (+)	1,59 (-)	55,5 (+)	1,50 (-)	17,7 (+)	2,24 (+)			
♂ E	6,48 (+)		2,60 (+)		2,15 (+)		1,92 (-)	0,84 (-)	2,69 (+)		3,63 (+)	2,72 (+)	0,64 (-)	1,11 (-)	2,62 (+)	4,08 (+)				
♀ + ♂ E	0,16 (-)	8,82 (+)	2,03 (+)		2,16 (+)		1,78 (-)	1,73 (-)	2,60 (+)		5,58 (+)	3,88 (+)	1,53 (-)	4,26 (+)	2,31 (+)	3,75 (+)	0,94 (-)	5,34 (+)	0,64 (-)	2,31 (+)
♀ T	4,70 (+)		3,30 (+)		0,74 (-)	2,44 (+)	0,11 (-)	4,22 (+)	4,05 (+)		3,78 (+)	3,91 (+)	3,97 (+)		4,73 (+)	3,92 (+)	2,21 (+)		0,32 (-)	0,72 (-)
♂ T	4,45 (+)		3,34 (+)		1,36 (-)	0,38 (-)	2,37 (+)		3,08 (+)		2,54 (+)	2,67 (+)	2,64 (+)		4,47 (+)	12,9 (+)	0,55 (-)	2,35 (+)	0,55 (-)	0,87 (-)
♀ + ♂ T	5,11 (+)		1,33 (-)	8,00 (+)	1,30 (-)	2,05 (+)	1,25 (-)	5,04 (+)	5,53 (+)		4,36 (+)	4,71 (+)	4,73 (+)		7,10 (+)	6,28 (+)	10,4 (+)		1,92 (-)	0,45 (-)

Tabl. 144. - Comparaison des équations mensuelles de la relation taille-poids chez l'allache.

	J		F		M		A		M		J		J		A		S		C		N		D	
	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo
N ♀-♂	0,37 (-)	0,00 (-)	1,00 (-)	1,82 (-)	2,42 (+)		1,35 (-)	0,63 (-)	0,68 (-)	1,75 (-)	0,02 (-)	0,10 (-)	1,09 (-)	2,01 (+)	1,17 (-)	0,63 (-)	0,12 (-)	0,54 (-)	1,59 (-)	0,91 (-)	0,80 (-)	0,79 (-)	0,71 (-)	1,26 (-)
E ♀-♂	1,48 (-)	1,71 (-)	1,35 (-)	0,43 (-)	1,95 (-)	2,40 (+)	2,96 (+)		1,05 (-)	0,17 (-)	0,75 (-)	0,92 (-)	0,13 (-)	0,07 (-)	0,07 (-)	0,73 (-)	0,36 (-)	2,67 (+)	1,57 (-)	2,29 (+)	1,51 (-)	0,14 (-)		
T ♀-♂	1,05 (-)	0,55 (-)	0,65 (-)	2,16 (+)	3,62 (+)		2,25 (+)		1,17 (-)	1,26 (-)	0,03 (-)	1,18 (-)	1,08 (-)	1,03 (-)	0,43 (-)	0,25 (-)	0,50 (-)	1,45 (-)	0,25 (-)	0,68 (-)	0,43 (-)	0,25 (-)		
♀ N-E	0,05 (-)	10,39 (+)	3,49 (+)		4,13 (+)		0,34 (-)	3,26 (+)	1,37 (-)	1,49 (-)	1,19 (-)	1,75 (-)	1,82 (-)	0,84 (-)	2,63 (+)		0,14 (-)	9,19 (+)	0,79 (-)	15,06 (+)	0,18 (-)	3,58 (+)		
♂ N-E	4,55 (+)		6,48 (+)		2,73 (+)		1,16 (-)	1,74 (-)	0,51 (-)	0,83 (-)	0,47 (-)	1,44 (-)	0,79 (-)	2,40 (+)	1,26 (-)	0,73 (-)	0,29 (-)	3,43 (+)	1,97 (+)		3,01 (+)			
♀-♂ N-E	1,11 (-)	10,26 (+)	3,59 (+)		4,64 (+)		0,40 (-)	3,81 (+)	1,07 (-)	0,68 (-)	1,10 (-)	2,40 (+)	1,83 (-)	2,34 (+)	2,73 (+)		0,38 (-)	7,91 (+)	0,04 (-)	17,56 (+)	1,30 (-)	4,79 (+)	0,45 (-)	1,21 (-)

Tabl. 145. - Comparaison des équations mensuelles de la relation taille-poids, chez l'allache, en fonction des sexes et des régions.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
♀	n	67	32	59	103	56	38	57	19	25	14	10	27
	Kc	7,409	7,161	7,481	7,451	7,984	7,864	7,634	7,652	7,039	7,527	7,004	7,118
	Km	7,378	7,160	7,634	7,556	7,860	7,863	7,639	7,589	7,055	7,508	6,992	7,198
♂	n	32	21	42	79	40	15	69	22	18	8	13	22
	Kc	7,367	6,990	7,431	7,381	7,645	7,829	7,730	7,578	7,008	7,441	7,077	6,927
	Km	7,357	6,985	7,397	7,372	7,541	7,830	7,762	7,560	7,016	7,437	7,072	6,936
Total	n	99	53	101	182	96	53	126	41	43	22	23	49
	Kc	7,395	7,093	7,460	7,421	7,843	7,854	7,708	7,612	7,026	7,496	7,045	7,032
	Km	7,380	7,087	7,524	7,455	7,752	7,859	7,706	7,577	7,039	7,472	7,048	7,163

Tabl. 146. - Variations annuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez l'allache de la région nord.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
♀	n	19	99	46	12	156	138	96	32	24	22	17	
	Kc	5,895	6,914	7,120	7,849	7,444	7,911	7,769	7,293	7,845	5,848	7,406	
	Km	5,890	6,884	7,143	7,796	7,308	8,018	7,692	7,770	7,819	5,854	7,534	
♂	n	15	37	29	6	161	189	88	35	23	32	7	
	Kc	5,677	6,780	7,259	7,736	7,220	7,934	7,746	7,342	7,508	5,723	7,291	
	Km	5,660	7,099	7,263	7,690	7,299	8,010	7,691	7,373	7,474	5,685	7,220	
Total	n	50	201	75	18	317	327	184	67	47	54	24	79
	Kc	6,110	6,709	7,174	7,811	7,330	7,924	7,758	7,318	7,680	5,774	7,372	5,881
	Km	6,094	6,743	7,172	7,805	7,290	8,006	7,707	7,344	7,635	5,757	7,576	6,125

Tabl. 147. - Variations annuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez l'allache de la région est.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
♀	n	86	131	105	115	212	176	153	51	49	36	27	27
	Kc	7,074	6,974	7,323	7,492	7,587	7,901	7,719	7,427	7,434	6,501	7,257	7,118
	Km	7,090	7,121	7,625	7,482	7,647	7,962	7,698	7,401	7,451	6,569	7,206	7,198
♂	n	47	58	71	85	201	204	157	57	41	40	20	22
	Kc	6,828	6,856	7,361	7,406	7,304	7,926	7,756	7,433	7,288	6,067	7,152	6,927
	Km	5,909	6,947	7,418	7,384	7,443	7,982	7,748	7,421	7,265	6,472	7,150	6,936
Total	n	149	254	176	200	413	380	310	108	90	76	47	128
	Kc	6,964	6,789	7,344	7,456	7,428	7,915	7,737	7,416	7,374	6,265	7,213	6,372
	Km	7,106	7,099	7,524	7,454	7,570	7,968	7,727	7,413	7,379	6,523	7,187	6,696

Tabl. 148. - Variations annuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez l'allache des deux régions réunies.

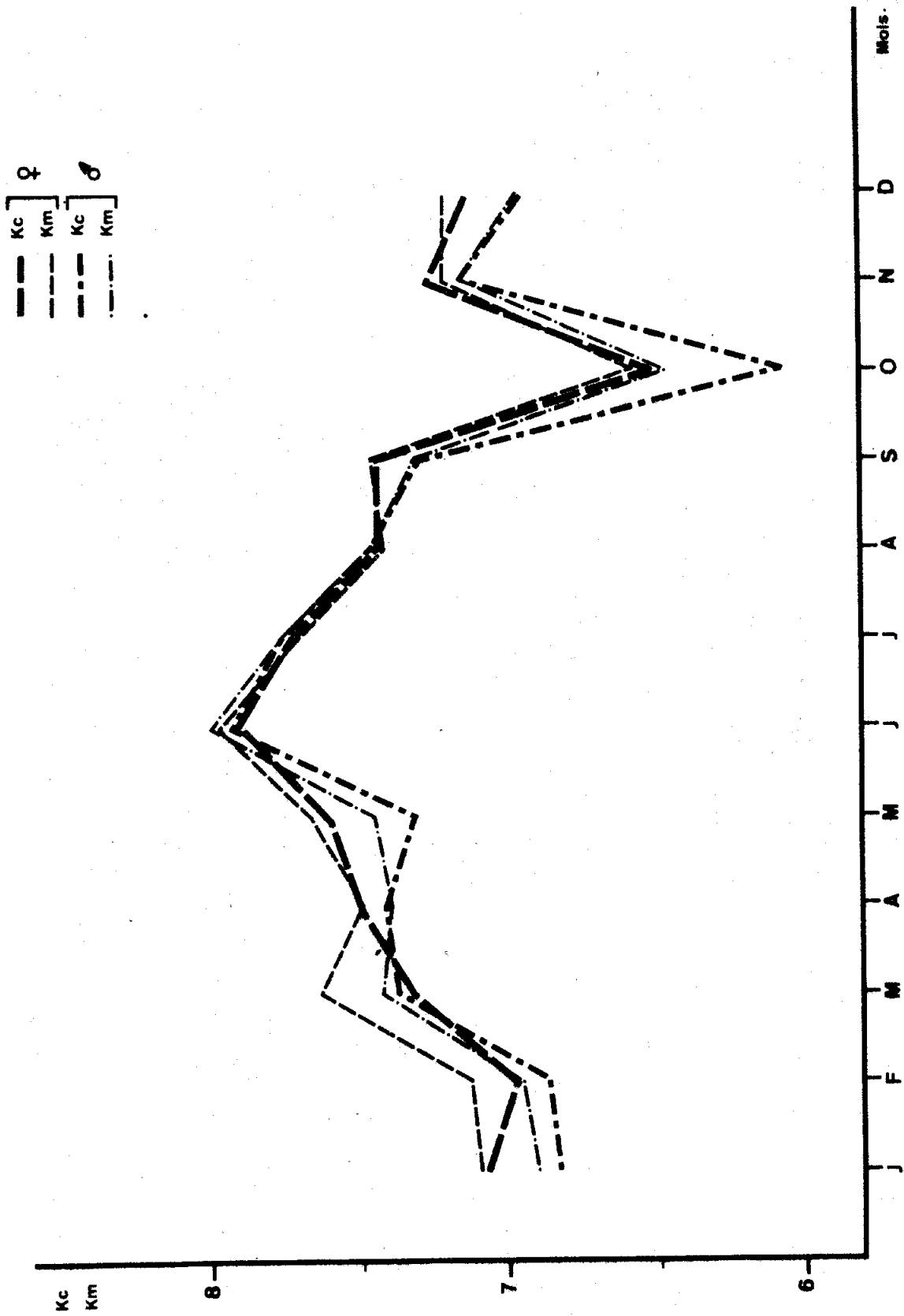


Fig. 122. - Variations en fonction des mois des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition de l'allache mâle et femelle des régions nord et est réunies.

L'évolution annuelle des coefficients composite et moyen de condition est régulière dans le nord, contrairement à la région est où elle semble quelque peu anarchique. Mais dans les deux régions, deux mêmes périodes ont pu être distinguées: une période d'embonpoint ayant lieu au printemps et en été et une période de mauvaise condition en automne et en hiver. Dans chacun des cas, il n'existe pas de différence entre les sexes.

Afin de localiser l'allache tunisienne dans le cadre biogéographique de l'espèce, nous avons fusionné les données se rapportant aux deux régions. L'effectif total est de 2331 spécimens longs de 105 à 285 mm. Il s'agit essentiellement d'individus adultes ; la proportion d'immatures de longueur inférieure à 130 mm ne constitue que 6,4 % de l'ensemble. Le nombre de femelles s'élève à 1168 exemplaires mesurant entre 120 et 285 mm, celui des mâles à 1003 et mesurant entre 115 et 275 mm. Les équations d'allométrie générales sont pour :

$$\text{total} : W = 2,3718 \cdot 10^{-6} LT^{3,21732}$$

$$\text{femelles} : W = 3,8065 \cdot 10^{-6} LT^{3,12721}$$

$$\text{mâles} : W = 4,3779 \cdot 10^{-6} LT^{3,10080}$$

Leur comparaison montre que dans tous les cas la pente diffère significativement de 3 en lui étant supérieure, traduisant ainsi une allométrie majorante. D'autre part, ni par la pente ($t_{pe} = 1,19$) ni par la position ($t_{po} = 0,43$) les équations des deux sexes ne diffèrent d'une manière significative. Pour cette dernière raison, et bien que nous disposions de résultats séparés concernant les femelles et les mâles, nous ne jugeons pas nécessaire, dans ce paragraphe récapitulatif, de traiter les deux sexes distinctement.

La confrontation des équations mensuelles deux à deux montre qu'elles diffèrent toutes les unes des autres, soit

par la pente (de mai à février), soit par la position (de février à mai), mettant ainsi en évidence que l'évolution du poids par rapport à la taille est variable selon les mois.

Quant aux coefficients composite et moyen de condition, ils présentent des valeurs mensuelles très voisines sinon confondues. Ils évoluent au cours de l'année d'une manière régulière laissant déceler deux périodes. Durant la première (mars-septembre) le coefficient composite est toujours supérieur à 7 avec un maximum en juin-juillet (7,9 - 7,7). C'est une période faste de l'allache à laquelle s'oppose une mauvaise période (octobre-février) où l'on observe des coefficients le plus souvent inférieurs à 7 (6,2 - 7,2).

D- CONCLUSION

Les principaux éléments qui se dégagent de cette étude sur la biologie de l'allache des côtes tunisiennes peuvent être résumés comme suit :

- L'estimation de l'âge et de la croissance est faite conjointement par la lecture des écailles et par l'analyse de distribution de fréquence de taille. Elle est basée sur l'examen d'individus mâles et femelles prélevés, dans des échantillons provenant des régions nord et est.
- Les tailles moyennes atteintes à la formation de chacun des quatre premiers anneaux d'arrêt de croissance sont calculées.
- Les tailles moyennes, correspondant aux diverses sous-populations mises en évidence par la méthode de décomposition, ne diffèrent pas beaucoup ni en fonction des sexes ni en fonction des régions. Seules les trois premières sous-populations, définies d'après des effectifs importants, sont prises en considération.

- La croissance de l'allache est évaluée tous les six mois grâce à la combinaison des résultats obtenus par les deux méthodes. Ces derniers sont comparés aux valeurs théoriques calculées par application de l'équation de croissance de Von Bertalanffy.
- Le sex-ratio de l'allache des côtes tunisiennes est nettement favorable aux femelles dont le pourcentage s'élève à 53,8 %.
- La prédominance numérique des femelles est significative dans la région nord mais ne l'est pas dans la région est. Cette différence serait due à ce que les échantillons provenant de la région est sont constitués d'individus de taille moyenne (120-240 mm) légèrement plus faible que celle des individus de la région nord (150-290 mm).
- En effet, il existe une évolution croissante du pourcentage des femelles en fonction de la taille. Les observations effectuées sur l'effectif total ont montré une égalité numérique des sexes pour des tailles variant entre 120 et 190 mm et une dominance des femelles pour des longueurs comprises entre 200 et 290 mm. Cet accroissement du taux de féminité par rapport à la taille serait lié à une plus grande longévité des femelles.
- Tous les individus mâles et femelles dont la taille atteint 140 mm sont aptes à se reproduire. Ils sont alors âgés d'un an environ.
- La période de reproduction, assez étalée, peut présenter des variations interannuelles. En moyenne, elle débute en juin et s'achève en septembre. Le déclenchement de la ponte semble avoir lieu lorsque la température des eaux de surface atteint 20°C. La ponte est généralement de 15 jours à un mois plus précoce dans la région est que dans la région nord. Cette différence est attribuée au réchauffement des eaux relativement plus tardif dans la région nord.

- Durant la période de ponte, le poids relatif des testicules est légèrement plus important que celui des ovaires.
- La distribution unimodale des diamètres des ovocytes indique que l'émission des œufs s'effectue en une seule fois.
- Le nombre d'œufs pondus annuellement par une femelle varie de 37 000 à 220 000 pour une taille comprise entre 150 et 220 mm. Quant à la fécondité relative, elle oscille entre 1 260 et 1 670 œufs par gramme de poids de poisson.
- Quelle que soit la région considérée, la croissance pondérale relative de l'allache est pratiquement la même chez les mâles et les femelles.
- Pour une taille donnée, l'allache de la région est est plus lourde que celle de la région nord. Quoique faible, puisqu'elle ne dépasse pas en moyenne quatre grammes chez un individu de 200 mm de long, cette différence pourrait être due aux conditions hydrologiques et trophiques qui règnent dans la région est et qui seraient plus favorables à la croissance pondérale de ce poisson.
- Dans les deux régions, l'embonpoint subit de faibles variations au cours de l'année. Il est possible, toutefois, de distinguer deux périodes auxquelles correspondent deux types d'embonpoint différents: durant la première (automne-hiver), la condition de l'allache est relativement basse ; au cours de la deuxième (printemps-été), l'embonpoint subit une amélioration sensible. Celle-ci, consécutivement à l'augmentation de la température des eaux, résulte de l'action conjuguée de l'intensification de l'activité métabolique et du développement des gonades.

III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO-MEDITERRANEENNES

A- AGE ET CROISSANCE

Le problème de l'âge et de la croissance de l'allache a été abordé par de nombreux auteurs. Les principaux résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau 149 et illustrés par la figure 123. Les tailles sont exprimées en mm et correspondent à la longueur totale. Les valeurs initiales de GHENO (1975) et de BOELY (1979), données par rapport à la longueur à la fourche, sont converties en longueur totale grâce, d'une part, à la formule :

$LF = 0,837, LT$ établie par GHENO et POINSARD (1969) et appliquée aux résultats de GHENO et, d'autre part, à l'équation

$LT = 1,21 LF - 8,57$, calculée par BOELY (1979) et appliquée à ses propres résultats.

La méthode la plus couramment employée par les auteurs pour la détermination de l'âge est celle basée sur la lecture des écailles, combinée ou non avec les méthodes statistiques de décomposition des mélanges. Seuls DIEUZEIDE et ROLAND (1957), POSTEL (1955) et ROSSIGNOL (1955) se sont servis uniquement des méthodes d'analyse de distribution des fréquences de longueur.

Les équations de croissance de Von Bertalanffy ont été calculées par EL MAGHRABY *et al.* (1970) pour l'allache d'Egypte, par GHENO (1975) pour celle de la région de Pointe-Noire (Congo) et par BOELY (1979) pour celle des côtes du Sénégal. GHENO (1975) a établi deux équations très voisines correspondant respectivement aux individus adultes supposés nés le premier janvier (1) et à ceux supposés nés le premier mai (2) (voir tabl. 149).

La comparaison de ces différents résultats n'est pas toujours aisée. Car si dans le cas de la Méditerranée, par exemple, la plupart des chercheurs (NAVARRO, 1927-1932 ; EL MAGHRABY *et al.*, 1970) admettent que le premier anneau d'arrêt de croissance se forme au bout de six mois (ponte en août et arrêt de croissance en février), il n'en est pas de même de BEN TUVIA (1960 a) qui dit "the yearly mark is formed in the spring shortly before or at the beginning of the spawning season", ce qui laisse supposer que la formation du premier anneau d'arrêt de croissance a lieu au bout d'un an environ.

Par ailleurs, en admettant comme l'avancet BELLON et BARDAN (1931) que la ponte se produit en hiver autour des îles Canaries et en supposant que l'anneau d'arrêt de croissance se forme à la même période, on s'aperçoit que le premier anneau correspond à une année entière de vie.

Les données sur la croissance des juvéniles n'ayant pas encore un an d'âge sont peu nombreuses. Pour l'allache des Baléares, NAVARRO (1932) donne les chiffres suivants: en août, les jeunes mesurent entre 35 et 85 mm ; ils sont longs de 75 en septembre et de 90 à 100 mm en octobre ; vers mars, leur taille est comprise entre 120 et 140 mm. Pour l'ouest-africain, GHENO (1975) calcule l'âge des petites allaches qui mesurent 57 mm à un mois, 90 mm à 3 mois, 120 mm à 4 mois, 190 mm à 10 mois et 200 mm à 11 mois. Dans les deux cas, la croissance des juvéniles se caractérise par sa grande rapidité. Elle est à peu près la même à 3 mois mais devient très vite inégale au profit des individus sud-est-atlantiques qui atteignent à 11 mois la taille des poissons méditerranéens âgés de plus de deux ans.

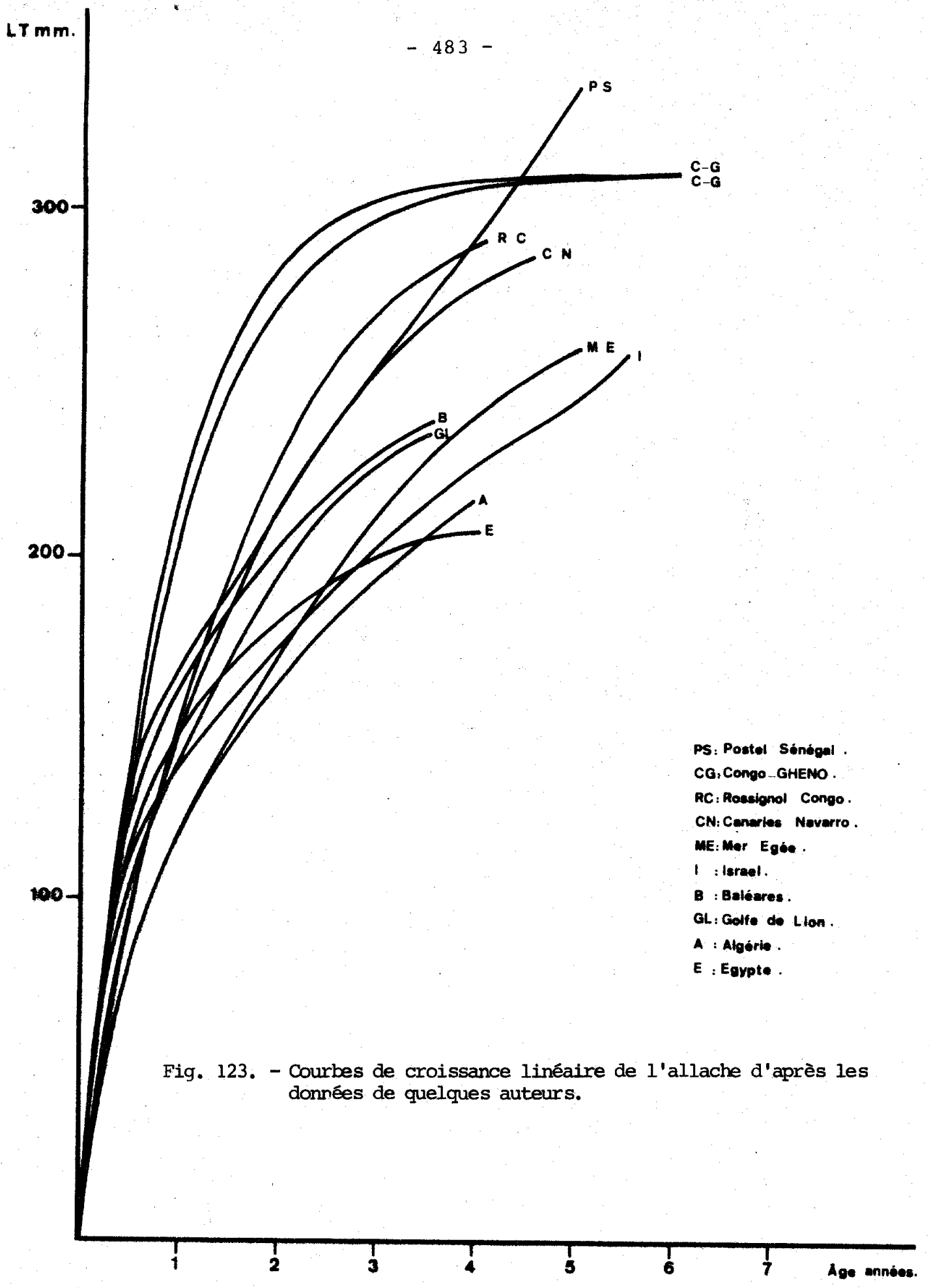
Compte tenu des réserves évoquées plus haut quant à l'imprécision, dans la comparaison de la croissance, due aux difficultés de lecture des écailles et de détermination de la période de formation des anneaux de croissance, il

Secteurs	Auteurs	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
Egée	Ananiadès, 1952	121	172,3	217,4	247	260	
Israël	Ben Tuvia, 1956	112	158	192	217	234	257
Egypte	El Maghraby <i>et al.</i> , 1970	132,5	185	216	234		
Tunisie	Présent travail	117,1	169,6	206,1	231,6		
Algérie	Dieuzeide et Roland, 1957	100 - 120	130 - 160	170 - 200	210 - 260		
Baléares	Oliv er et Navarro, 1952	129	182	218	238		
G. du Lion	Lee, 1961	105	169	214	234		
Canaries	Navarro, 1932	137	189	236	268	285	
Sénégal	Postel, 1955	150	210 - 220	250 - 260	290 - 300	330 - 340	
Sénégal	Boely, 1979	(226)	(325)	(353)	(363)		
Congo	Rossignol, 1955	150	230	270	290		
Congo	Ghêno, 1975	1 (208)	(273)	(297)	(305)	(308)	(310)
		2 (220)	(283)	(301)	(307)	(310)	(310)

Tabl. 149. - Tailles atteintes par l'allache aux différentes années de vie calculées par quelques auteurs.

Secteurs	Auteurs	Equations	n	Limites
Egée	Ananiadès, 1952	$(W = 1,846 \cdot 10^{-5} LT^{2,85})$	675	100 - 275 cm
Egypte	El Maghraby, 1969	$W = 0,0106 LT^{2,97}$		10,5 - 18,5 cm
Egypte	Soliman <i>et al.</i> , 1970	$W = 4,315 \cdot 10^{-6} LT^{3,12}$		60 - 230 mm
Tunisie	Présent travail	$W = 2,862 \cdot 10^{-6} LT^{3,181}$	2331	105 - 285 mm
Algérie	Dieuzeide et Roland, 1957	$(W = 5,67 \cdot 10^{-6} LT^{3,06})$		60 - 260 mm
Baléares	Oliv er et Navarro, 1952	$(W = 2,18 \cdot 10^{-6} LT^{3,230})$	1459	50 - 270 mm
Sénégal	Postel, 1960	$W = \frac{0,8 LT^3}{100}$		cm
Sénégal	Boely et Champagnat, 1968	$W = 3,22 \cdot 10^{-6} LS^{3,31}$	518	140 - 300 mm
Sénégal	Boely, 1979	$W = 5,25 \cdot 10^{-6} LF^{3,1943}$		mm
Congo	Fontana et Planet, 1973	$W = 4,25 \cdot 10^{-6} LF^{3,218}$		90 - 290 mm
		$(W = 2,397 \cdot 10^{-6} LT^{3,218})$		(107 - 347 mm)

Tabl. 150. - Equations reliant le poids à la taille de l'allache calculées par quelques auteurs.



- PS: Postel Sénégal .
- CG: Congo GHENO .
- RC: Rossignol Congo .
- CN: Canaries Navarro .
- ME: Mer Egée .
- I : Israël .
- B : Baléares .
- GL: Golfe de Lion .
- A : Algérie .
- E : Egypte .

Fig. 123. - Courbes de croissance linéaire de l'allache d'après les données de quelques auteurs.

apparaît que l'allache méditerranéenne présente à peu près le même rythme de croissance dans les différents secteurs considérés y compris la Tunisie.

Dans l'Atlantique africain, les résultats de POSTEL (1955) et de BOELY (1979) obtenus au Sénégal, quoique très dissemblables, montre que la croissance est très rapide et qu'elle ne ralentit pratiquement pas durant la vie du poisson. Jusqu'à l'âge de quatre ans, les tailles moyennes annuelles estimées par POSTEL (1955) sont voisines de celles calculées par ROSSIGNOL (1955) au Congo. Dans cette dernière région, l'âge établi par ROSSIGNOL (1955), d'une part, et par GHENO (1975), d'autre part, est assez différent. En effet, ROSSIGNOL trouve une croissance globale plus lente mais des accroissements annuels moyens plus importants. D'après les valeurs de GHENO, la croissance, très rapide durant les deux premières années, semble s'arrêter brutalement au delà de cet âge.

Par rapport à la Méditerranée, l'allache ouest-africaine se distingue par une croissance extrêmement rapide et une longueur asymptotique très élevée. Pour fixer les idées, un poisson méditerranéen met environ quatre ans pour atteindre la taille d'un individu atlantique âgé seulement de deux ans. Quant à la longueur asymptotique, elle est égale à 312,33 mm LF (370 mm LT) au Sénégal, d'après BOELY (1979) contre seulement 290 mm LT en Tunisie.

Il importe de remarquer que l'allache des Canaries, par son rythme de croissance relativement faible, se rapproche davantage de l'allache méditerranéenne que de celle des autres secteurs sud-est-atlantiques.

Un certain nombre d'auteurs ont constaté un dimorphisme sexuel au niveau de la croissance. Mais contrairement aux observations de BOUNHIOL (1921) en Algérie et de

BEN TUVIA (1960 a) en Israël, la différence de croissance, au profit des femelles semble en fait négligeable. NAVARRO (1932) signale des différences presque nulles (1 mm) durant la première période de croissance, maximums au cours de la deuxième période (5 mm) et faibles au cours de la troisième (3 mm). GHENO (1975), trouvant une très faible différence, n'a pas jugé nécessaire de faire deux calculs séparés pour chaque sexe. Les divergences de croissance entre les allaches mâles et femelles des côtes tunisiennes, mise en évidence par l'analyse de distribution de fréquence de longueur sont très peu importantes.

B- SEXUALITE ET REPRODUCTION

1- Proportions numériques des sexes (fig.124)

Les données bibliographiques relatives au sex-ratio de l'allache montrent que les femelles sont en général proportionnellement plus nombreuses que les mâles. Cette supériorité numérique des femelles est parfois statistiquement significative.

Les pourcentages des femelles que nous indiquons ci-dessous, à titre d'exemple, calculés d'après des effectifs assez importants, sont déduits des données d'EL MAGHRABY (1969) et BOTROS *et al.* (1970) pour l'Egypte, de NAVARRO (1932), MASSUTI *et al.* (1950) et ANDREU et RODRIGUEZ-RODA (1952) pour les Baléares, de CONAND (1977) pour le Sénégal et de FONTANA et PIANET (1973) pour le Congo :

Egypte	:	58,65 %	de femelles
Tunisie	:	53,80 %	"
Baléares	:	54,57 %	"
Sénégal	:	52,20 %	"
Congo	:	51,5 %	"

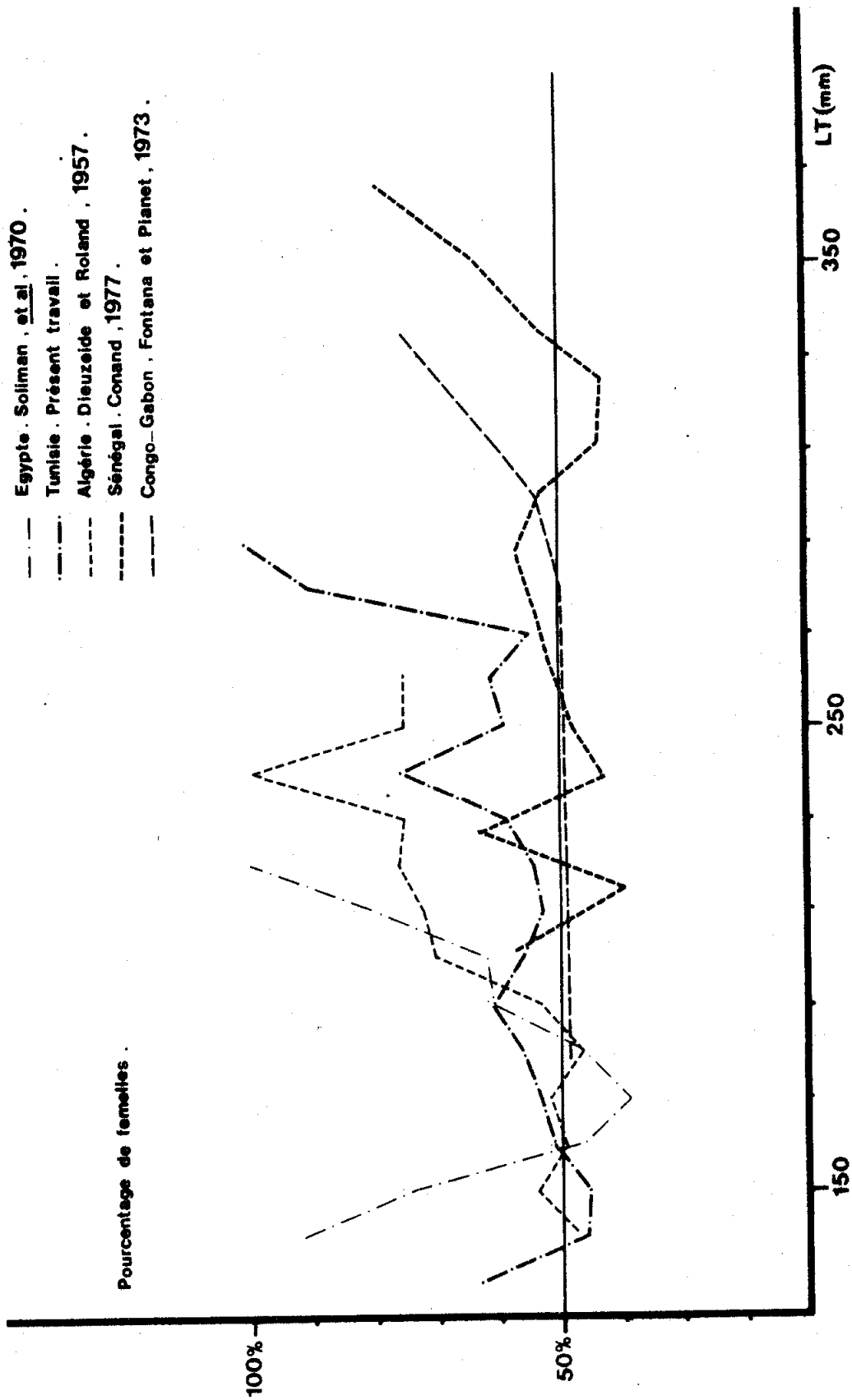


Fig. 124. - Evolution du pourcentage de l'allache femelle en fonction de la taille selon différents auteurs.

En ce qui concerne l'évolution du sex-ratio en fonction du temps, ANDREU et RODRIGUEZ-RODA (1952) tirent trois remarques principales de l'analyse qu'ils ont effectuée sur des échantillons provenant de la région des Baléares: de décembre à avril, les mâles prédominent sans que des différences significatives ne soient mises en évidence ; en revanche, il y a prédominance des femelles entre juin et juillet, au commencement de la ponte ; la moyenne annuelle se caractérise par un sex-ratio égal à 1. Les auteurs expliquent ces grandes variations par l'existence d'une ségrégation sexuelle horizontale. Pour la même région, OLIVER et NAVARRO (1951) aboutissent à la même constatation quant à l'isolement fugace des sexes à l'approche de la ponte. Mais, contrairement aux auteurs précédents, ils observent une grande disproportion au profit des mâles. Ils notent qu'une fois la ponte réalisée, la représentation des sexes dans les lots redevient normale. D'après la répartition mensuelle des sexes de l'allache de la baie de Bou Ismaïl (Algérie) établie par DIEUZEIDE et ROLAND (1957), il ressort une prédominance constante des femelles adultes. Sur les côtes tunisiennes, nous avons observé que les femelles sont, mensuellement, plus nombreuses que les mâles de janvier à avril et qu'elles sont à égalité numérique avec les mâles de juin à décembre.

Pour ce qui est des variations du sex-ratio en fonction de la longueur des individus, il apparaît, des résultats de la plupart des chercheurs, une relation évidente entre l'accroissement du taux de féminité et l'augmentation de la taille (fig.124). FONTANA et PIANET (1973) constatent que le sex-ratio de l'allache des côtes du Congo et du Gabon est proche de 1 pour des tailles comprises entre 140-150 mm LF (173 mm LT) et 240 mm LF (285 mm LT) et que pour les tailles supérieures, le pourcentage des femelles croît continuellement pour atteindre 75 % à 280 mm LF (335 mm LT). CONAND (1977) trouve, sur les côtes du Sénégal, une augmentation du



pourcentage des femelles à partir de 290 mm LF (345 mm LT). D'après DIEUZEIDE et ROLAND (1957), il y a à peu près autant de mâles que de femelles jusqu'à la taille de 190 mm (LT), puis au delà, le nombre de femelles devient nettement plus élevé. Selon les données de SOLIMAN *et al.* (1970), en Egypte, le taux de féminité, égal à 56,1 % entre 140 et 180 mm (LT), s'élève à 65,1 % entre 190 et 230 mm. Sur les côtes tunisiennes, malgré un léger avantage pour les femelles, le sex-ratio reste très voisin de 1 entre 120 et 190 mm (LT). Au delà de cette taille, les femelles sont significativement plus nombreuses que les mâles. L'interprétation de ce phénomène, déjà évoquée pour la sardinelle plate, peut être également retenue pour l'allache: il s'agirait soit d'une différence de vulnérabilité des mâles et des femelles vis-à-vis des engins de pêche, soit d'une plus grande longévité des femelles.

2- Taille et âge à la première maturité

D'après FURNESTIN (1952), l'allache de la Méditerranée est mûre lorsqu'elle atteint une longueur de 140 à 160 mm, à l'âge de deux ans.

Dans la mer Egée, ANANIADES (1952) écrit qu'un grand nombre d'allaches de 150 mm (taille supérieure à la moyenne: 130 mm) arrivent à maturité à un an.

En Israël, BEN TUVIA (1956) indique qu'une grande proportion de mâles sont mûrs à 120 mm et que les femelles le sont à 125 mm. Ces tailles sont atteintes à la fin de la première année de vie.

Selon BOUNHIOL (1921), en Algérie, les femelles sont adultes à 135 mm et les mâles à 120 mm. Ces individus sont alors âgés de dix mois. Les données de DIEUZEIDE et ROLAND (1957) semblent confirmer ces observations.

Sur les côtes méditerranéennes d'Espagne, l'allache atteint sa première maturité sexuelle à une taille plus grande: 169 mm pour les mâles et 194 mm pour les femelles (ANDREU et RODRIGUEZ-RODA, 1951).

D'après NAVARRO (1927), l'allache des îles Baléares, âgée d'un an et mesurant entre 140 et 170 mm est déjà complètement apte à se reproduire.

Tous ces résultats concordent avec ceux que nous avons obtenus pour l'allache des côtes tunisiennes. En effet, celle-ci est adulte à une taille égale à 140 mm et à un an d'âge environ.

Dans l'Atlantique ouest-africain, CONAND (1977) signale que, sur les côtes sénégalaises, 50 % des femelles atteignent la taille de première maturité à 200 mm LT (233 mm LF) et que toutes les femelles sont matures à 230 mm LF (270 mm LT). Dans la même région, BOELY (1979) indiquent que la taille à la première maturité des allaches femelles se situe vers 185 mm LF (215 mm LT) et qu'elle peut subir des variations selon le trimestre ou l'année.

A Pointe-Noire (Congo), l'évolution sexuelle débute, selon ROSSIGNOL (1955), vers la fin de la deuxième année aux tailles de 200 à 220 mm. Au large du Congo et du Gabon, FONTANA et PIANET (1973) notent que tous les individus atteignent leur première maturité à 210 mm LF (250 mm LT). Il sont alors âgés de 18 mois (GHENO, 1975). Ce dernier auteur a montré qu'au nord de la latitude 2°30'S, l'allache est mature à partir de 120 mm LF (145 mm LT) et que cette maturité précoce serait en relation avec une croissance plus faible.

Il se dégage de ces observations que suivant les secteurs, la taille et l'âge à la première maturité

de l'allache présentent des différences plus ou moins importantes. En considérant la Méditerranée et l'Atlantique africain dans leur ensemble, il apparaît que si l'âge offre quelques similitudes (1 à 2 ans), en revanche, la différence de taille est notable et peut être évaluée à 90 mm environ.

3- Cycle sexuel

FAGE (1920) écrit que la ponte et le développement des larves de l'allache ont lieu, en Méditerranée, dans les eaux côtières superficielles et nécessitent une haute température et une salinité assez forte. L'auteur donne les valeurs moyennes de température et de salinité des stations les plus riches en larves et qui sont à 25 m de profondeur: $T^{\circ}C = 22,25$ et $S \text{ ‰} = 38,11$.

Dans la mer Egée (ANANIADES, 1952), la période normale de frai couvre les trois mois d'été: juin-juillet-août. La ponte s'effectue très près de la côte dans des eaux caractérisées par une température comprise entre $21,5^{\circ}C$ et $22,5^{\circ}C$ et une salinité oscillant entre $38,15 \text{ ‰}$ et $39,13 \text{ ‰}$.

D'après BEN TUVIA (1956-1960 a) la ponte débute, en Israël, en mai, à une température supérieure à $20^{\circ}C$ et se poursuit pendant les mois d'été, jusqu'à fin septembre, la température atteignant $28^{\circ}C$.

En Algérie, BOUNHIOL (1921) signale que la reproduction se termine en septembre et parfois même début octobre. D'après DIEUZEIDE et ROLAND (1957), l'époque de ponte s'étend ordinairement de juillet à septembre avec un maximum d'intensité en août. Les auteurs remarquent que d'une année à l'autre, la ponte peut être précoce (juin) ou au contraire tardive (octobre).

Aux Baléares, l'époque de frai se situe en août-septembre, à une température supérieure à 24°C et une salinité variant entre 37,14‰ et 38,01‰. Les plus grands individus, précoces, émettent leurs produits sexuels dès la deuxième moitié de juillet (NAVARRO, 1927, 1932, 1948). OLIVER et NAVARRO (1952) et MASSUTI *et al.* (1950) constatent une reproduction tardive en 1948-1949 allant de septembre à octobre.

ANDREU et RODRIGUEZ-RODA (1951) notent que la ponte s'établit de juin à septembre à Castellon et aux îles Baléares avec un maximum en août. Les auteurs ont récolté une très grande quantité d'œufs à la température de 25,3°C.

MAURIN et LEE (1959) ont pêché dans le golfe du Lion, près de Sète, des œufs d'allache près de la surface, sur des fonds de 25m; la température et la salinité étaient respectivement égales à 22,0°C et 37,54‰ à 5m et à 21,5°C et 37,92‰ à 20 m. Selon LEE (1961), la ponte débute en juin et s'achève en octobre.

En Tunisie, HELDT(1950) écrit que la ponte a lieu dès la première quinzaine de juillet au large de la côte nord orientale du pays. Nos observations personnelles ont montré que la ponte s'étale de juin à septembre, qu'elle est en général de deux à quatre semaines plus précoce dans la région est et qu'elle se déclenche lorsque la température superficielle des eaux dépasse 20°C.

Ainsi en Méditerranée, l'époque de ponte de l'allache coïncide avec les maximums thermique et halin des eaux côtières. Particulièrement intense en août, l'émission des œufs se déroule ordinairement de juin à septembre. Selon que l'année est plus ou moins chaude, son commencement et sa fin peuvent être plus ou moins tardifs.

Dans l'Atlantique africain, autour des Canaries, l'allache se reproduit en hiver: janvier-février-mars (BELLON et BARDAN, 1931). La température est de l'ordre de 18-19°C et la salinité égale à 36-37 ‰ au moment de la ponte (NAVARRO, 1932).

Sur les côtes sénégalaises, BOELY (1979) trouve des poissons en état de se reproduire tout le long de l'année. L'auteur distingue toutefois deux périodes principales de reproduction: l'une en saison chaude et dessalée (en octobre), l'autre en saison froide (de février à juin). Les conditions optimales pour la reproduction sont, d'une part, une température de 24°C et une salinité de 35,5 ‰ et, d'autre part une température de 28°C et une salinité de 34,5 ‰.

D'après FONTANA et PIANET (1973), l'allache des côtes du Congo et du Gabon ne peut se reproduire qu'en saisons froides, au début janvier et surtout en mai et septembre ($T^{\circ} = 20-25^{\circ}\text{C}$, $S = 33-37 \text{ ‰}$). Les auteurs montrent que les aires de ponte se caractérisent, d'une part, par de fortes productions zooplanctoniques et d'autre part, par des conditions hydrologiques telles qu'elles engendrent un apport de matériel nutritif.

Ainsi, du point de vue de la reproduction, de grandes divergences apparaissent entre les allaches de la Méditerranée et de l'Atlantique. En effet, alors qu'en Méditerranée, il n'existe qu'une seule saison de ponte par an, généralement peu étalée dans le temps, en revanche, en Atlantique, les périodes de reproduction sont multiples et certaines d'entre elles sont très étalées.

De plus, en ce qui concerne l'émission des ovocytes, elle est unique en Méditerranée comme nous l'avons montré pour l'allache des côtes tunisiennes et fractionnée dans l'est-atlantique (FONTANA et PIANET, 1973 ; CONAND, 1977).

C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION.

Les équations générales mettant en relation le poids et la taille des allaches de différents secteurs sont rassemblées dans le tableau 150. La plupart d'entre elles sont établies par les auteurs eux-mêmes. Nous avons calculé celles correspondant aux allaches de la mer Egée, des côtes algériennes et des Baléares d'après les données fournies respectivement par ANANIADES (1952), DIEUZEIDE et ROLAND (1957) et OLIVER et NAVARRO (1952). A l'exception de l'équation de BOELY et CHAMPAGNAT (1968) établie uniquement d'après des spécimens femelles, toutes les autres sont calculées d'après l'examen d'un mélange d'individus mâles et femelles pêchés à différentes époques de l'année.

En raison de l'absence d'un certain nombre d'éléments mathématiques, la comparaison de ces équations ne peut être qu'approximative.

Etant donné les divergences relativement faibles entre les équations, nous n'avons représenté graphiquement que certaines d'entre elles (fig.125).

Le parallélisme qu'on observe entre les différentes droites montre que l'accroissement pondéral par rapport à la longueur est pratiquement le même quel que soit le secteur considéré.

Il convient de remarquer, cependant, que du point de vue de la position, les droites correspondant aux secteurs méditerranéens sont situées plus bas que celles des secteurs atlantiques: ainsi, pour une taille donnée, l'allache atlantique est, dans l'ensemble, légèrement plus lourde que l'allache méditerranéenne.

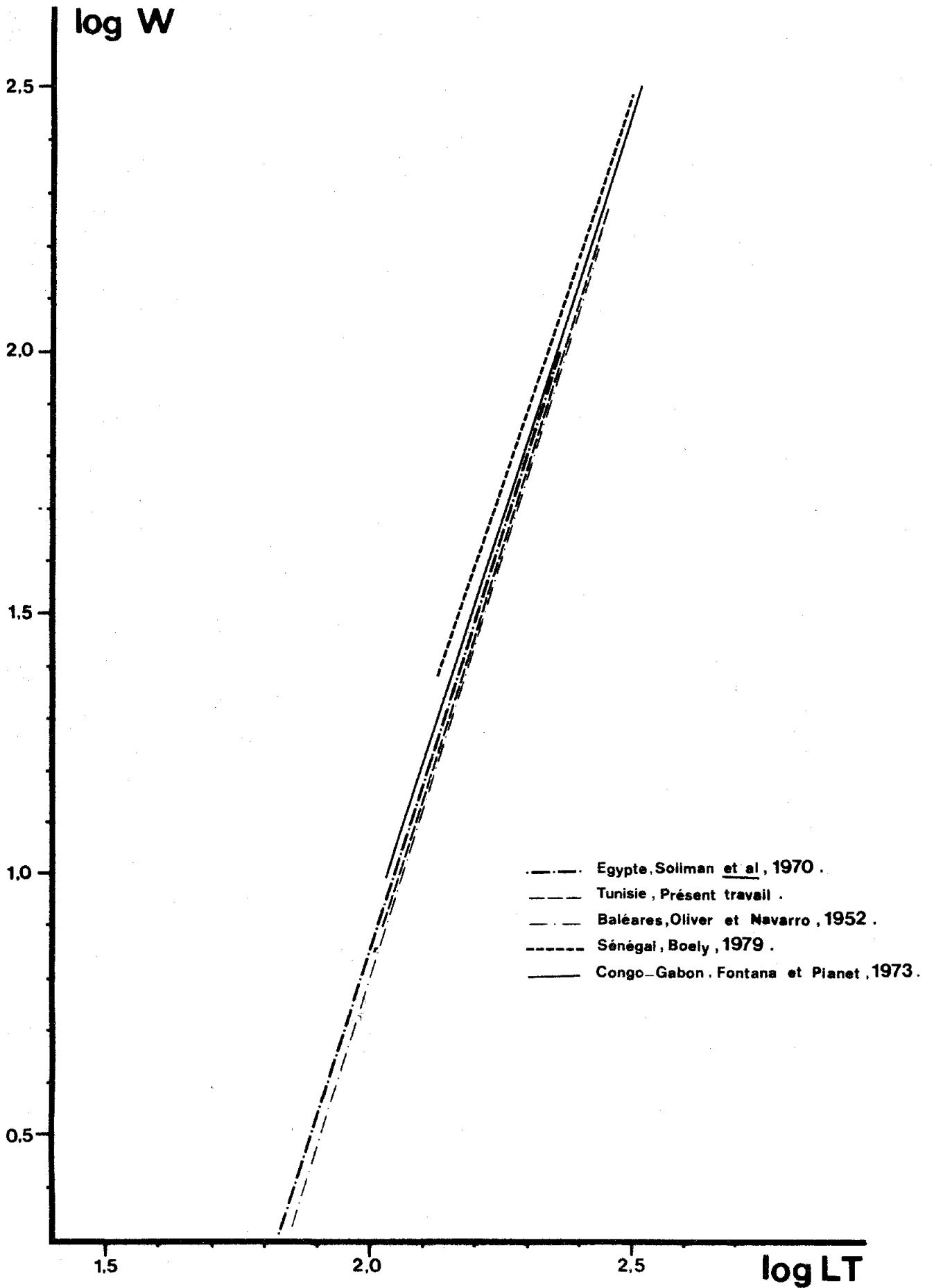


Fig. 125. - Relations poids (W en g) - longueur (LT en mm) chez l'allache d'après les données de quelques auteurs.

Afin d'avoir une idée plus concrète des différences pondérales entre les allaches, nous avons calculé, pour chaque secteur, le poids moyen d'un individu de 200 mm de longueur totale :

67 g:	Egée	
77 g:	Egypte	(données d'EL MAGHRABY)
65 g:	Egypte	(données de SOLIMAN <i>et al.</i>)
60 g:	Tunisie	
62 g:	Algérie	
59 g:	Baléares	
64 g:	Sénégal	(données de POSTEL)
69 g:	Sénégal	(données de BOELY et CHAMPAGNAT)
73 g:	Sénégal	(données de BOELY)
61 g:	Congo	

Il se dégage de ces chiffres une grande variabilité d'un secteur à l'autre et dans un même secteur d'une année à l'autre. Les divergences sont particulièrement importantes entre les bassins oriental et occidental de la Méditerranée. Dans le premier, le poids de l'allache, relativement élevé, est comparable à celui de l'allache sud-est-atlantique. Dans le second, on enregistre le poids le plus bas (Baléares). Il est, en effet, très vraisemblable que dans cette région, les températures moyennes annuelles soient trop faibles pour favoriser l'accroissement en poids de l'allache qui est somme toute une espèce essentiellement intertropicale.

Pour ce qui est des différences relevées dans le secteur égyptien, elles s'expliquent, comme nous l'avons suppose pour la sardinelle plate, par le fait que les observations d'EL MAGHRABY (1969) sont effectuées en 1961, avant la construction du barrage d'Assouan, au moment où la côte égyptienne était encore considérée comme l'un des secteurs les plus fertiles du monde.

L'étude de l'évolution annuelle de la condition de l'allache est abordée, selon les auteurs, de diverses manières: calcul mensuel de la relation taille-poids et des coefficients de condition, établissement d'une échelle empirique de l'engraissement et de la réplétion stomacale et enfin dosage de la matière grasse.

Nous avons représenté sur la figure 126 l'évolution en fonction des mois du coefficient de condition de l'allache de quatre secteurs distincts: deux méditerranéens (l'Egypte, d'après les données de SOLIMAN *et al.* (1970) et la Tunisie, d'après nos propres données) et deux atlantiques (le Sénégal et le Congo-Gabon). Pour ces deux derniers secteurs, nous avons dû transposer les graphiques établis respectivement par BOELY (1979) et FONTANA et PIANET (1973) en modifiant les échelles.

Comme l'indique la figure 126, l'évolution de la condition de l'allache est variable selon les secteurs. L'embonpoint de l'allache des côtes tunisiennes fluctue dans de très faibles limites, avec une période de léger amaigrissement (automne-hiver) et une période d'amélioration sensible (printemps-été). En Egypte, au contraire, l'allache engraisse d'une façon spectaculaire en automne, saison de grande abondance planctonique. Des observations similaires sont faites par BEN TUVIA (1960 a) sur les côtes d'Israël. L'auteur indique, en effet, que le poisson est dans sa meilleure condition en automne.

Sur les côtes algériennes, DIEUZEIDE ET ROLAND (1957) constatent que le poids des allaches est maximum entre mai et juillet et minimum entre janvier et mars.

MASSUTI *et al.* (1950) remarquent que l'allache des Baléares est, dans l'ensemble, un poisson maigre. L'amaigrissement est prononcé en période de frai et de janvier à avril.

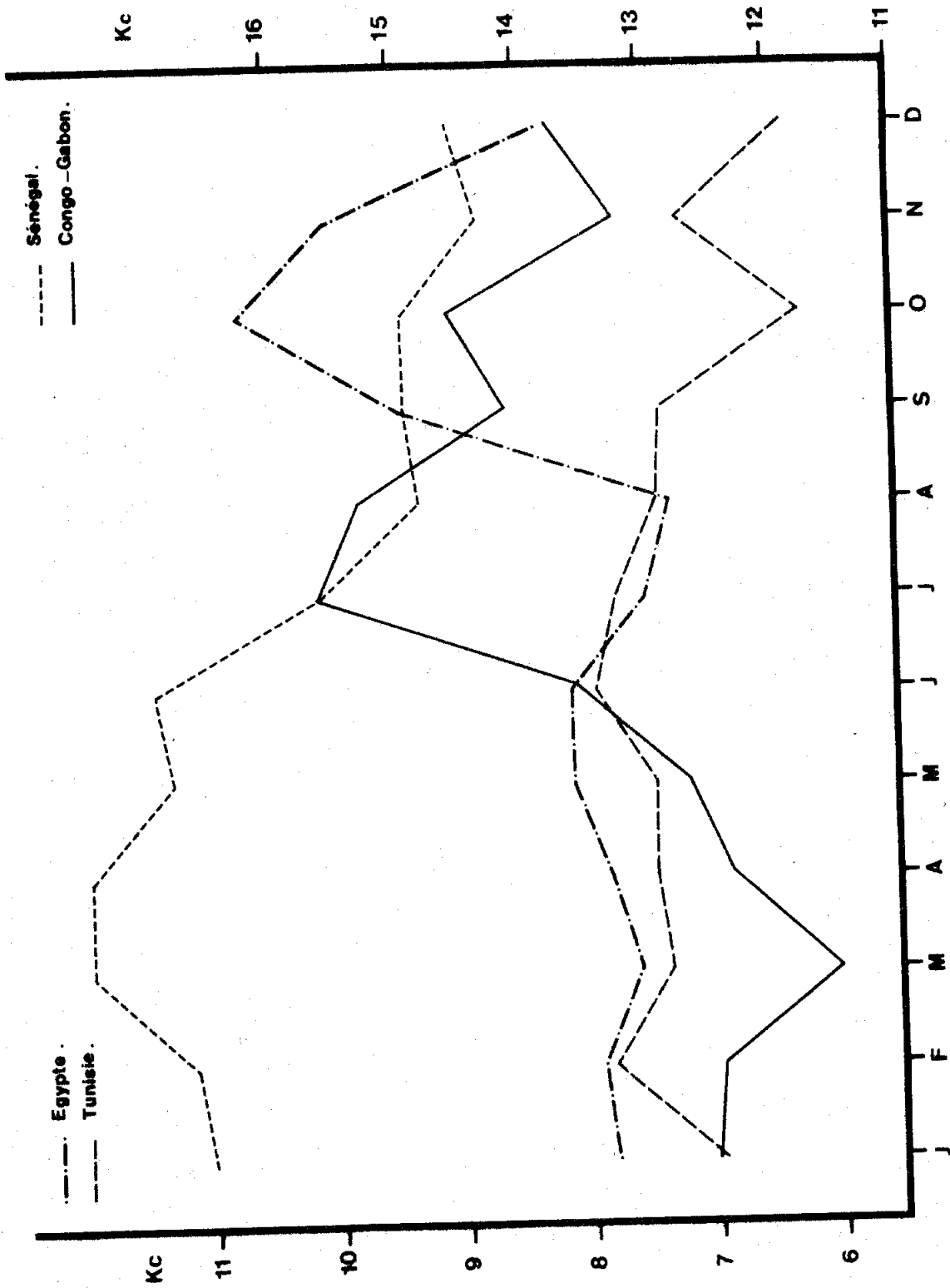


Fig. 126. - Evolution en fonction des mois du coefficient composite de condition de l'allache selon différents auteurs.

Sur les côtes catalanes, ANDREU et RODRIGUEZ-RODA (1951) observent le même antagonisme entre la période de ponte et la teneur en graisse et signalent une augmentation progressive de l'engraissement de novembre à avril, suivie d'un amaigrissement d'abord lent en juin puis brutal de juillet à septembre. L'engraissement reprend ensuite entre octobre et décembre où il atteint son maximum.

Au Sénégal, MAINGUY et DOUTRE (1958) trouvent, en dosant la teneur en matière grasse de l'allache, que la période d'engraissement des adultes se situe pendant la première partie de l'année (mi-janvier-fin juillet) et la période d'amaigrissement dans la seconde (août-début janvier). BOELY (1979) aboutit à la même constatation, comme le montre la figure 126.

D'après FONTANA et PIANET (1973), le coefficient de condition de l'allache du Congo et du Gabon (fig.126) dépend de deux facteurs agissant simultanément, la ponte et l'engraissement. La teneur en matière grasse est minimale en saison chaude, augmente en saison froide et atteint son maximum en période de transition entre grande saison froide et petite saison chaude. Les auteurs expliquent que les remontées d'eaux froides, riches en sels nutritifs, favorissent le développement planctonique en saison froide, entraînant ainsi une augmentation de poids des poissons durant ces saisons.

IV- CONCLUSION

Au terme de cette étude, il se dégage très peu d'éléments biologiques permettant la distinction des deux stocks d'allaches des côtes tunisiennes. Les deux seules différences, mises en évidence, portent, d'une part, sur le fait que la saison de reproduction est de 15 jours à un mois plus précoce dans la région est et, d'autre part, sur le poids

relatif des individus qui est sensiblement plus important dans cette même région.

Considérée dans son ensemble, l'allache des côtes tunisiennes présente, du point de vue biologique, beaucoup de similitudes avec les allaches des autres régions méditerranéennes et plus particulièrement celles du bassin occidental.

Par rapport à l'allache sud-est-atlantique, l'allache méditerranéenne se caractérise par :

- un rythme de croissance très lent,
- une taille maximale très petite (290 mm en Tunisie contre 370 mm au Sénégal),
- une taille de première maturité plus petite,
- une époque de ponte relativement peu étalée coïncidant avec les maximums thermique et halin des eaux côtières, alors qu'en Atlantique cette période est très étalée et correspond à une gamme étendue de températures et de salinités.

La Sardine

Sardina pilchardus sardina Regan, 1916

I- INTRODUCTION

Nous poursuivons l'exposé des résultats que nous avons obtenus concernant un certain nombre d'aspects de la biologie des Clupéidés des côtes tunisiennes en abordant ci-dessous les données relatives à la sardine. Pas plus que les espèces précédentes, celle-ci n'a donné lieu à des investigations biologiques importantes, exception faite d'un travail récent que nous devons à KTARI et ABDELMOULEH (1980) et qui se rapporte à l'effet du parasitisme sur l'évolution du cycle reproducteur et de la condition des sujets infestés.

II- DONNEES SUR LES SARDINES DE TUNISIE

A- AGE ET CROISSANCE

1- Scalimétrie (tabl.151 à 155 ; fig.127)

Les écailles le plus souvent examinées par les auteurs sont celles situées au niveau des premiers rayons de la nageoire dorsale, au dessus de la ligne longitudinale médiane du corps. ANDREU et FUSTER DE PLAZA (1962 b) ont montré, chez la sardine de Vigo, que la croissance de l'écaille subit une allométrie saisonnière, majorante au printemps et en été et minorante en automne et en hiver. Ils ont aussi mis en évidence que pour une taille donnée de poisson, l'écaille de la sardine méditerranéenne est légèrement plus grande que celle de l'Atlantique (environ 0,2 mm). La lisibilité des écailles diffère d'une région à l'autre ; dans l'ensemble, elle est plus facile chez la sardine atlantique que chez celle de la Méditerranée. Si sur les côtes basques, 53 % seulement des écailles étudiées sont utilisables (LARRANETA, 1951), en revanche, les proportions atteignent 98,5 % au large de Vigo (ANDREU et FUSTER DE PLAZA, 1962 a). Chez la sardine des Açores qui présente quelques affinités avec celle de la Méditerranée, la lecture des écailles n'est possible que sur 60 % des

individus (LETACONNOUX, 1953). MURAT (1935) et DIEUZEIDE et ROLAND (1957) évoquent les grandes difficultés dans l'interprétation des écailles de la sardine d'Algérie.

Plusieurs types d'anneaux sont décrits :

- Les anneaux sombres, signalés par BLACKBURN (1949) chez la sardine d'Australie, ne peuvent être confondus avec les vrais anneaux d'hiver qui sont clairs.
- Les anneaux préhivernaux sont considérés par MURAT (1935) comme de faux anneaux. Ils sont observés par LARRANETA et LOPEZ (1957) et ANDREU et FUSTER DE PLAZA (1962 b) respectivement à Castellon et à Vigo. Ils apparaissent avant le vrai premier anneau hivernal et semblent disparaître avec l'âge. D'après les auteurs précités, leur formation est en relation avec les mouvements migratoires des jeunes sardines.
- Les anneaux de condition observés par BLACKBURN (1950) chez la sardine de Cornouailles, n'ont pas été retrouvés à Castellon (LARRANETA et LOPEZ, 1957) où la maturation des gonades et l'amaigrissement corporel ont lieu simultanément durant la période hivernale.
- Les anneaux surnuméraires ou atypiques, en nombre variable, intercalés entre les vrais anneaux hivernaux, sont généralement dédoublés en partie ou en totalité.
- Les anneaux hivernaux ou typiques se forment en hiver à raison d'un anneau par an. Ils se distinguent par leur netteté, leur régularité, leur position stable par rapport au nucléus et leur présence sur toutes les écailles d'un même poisson.

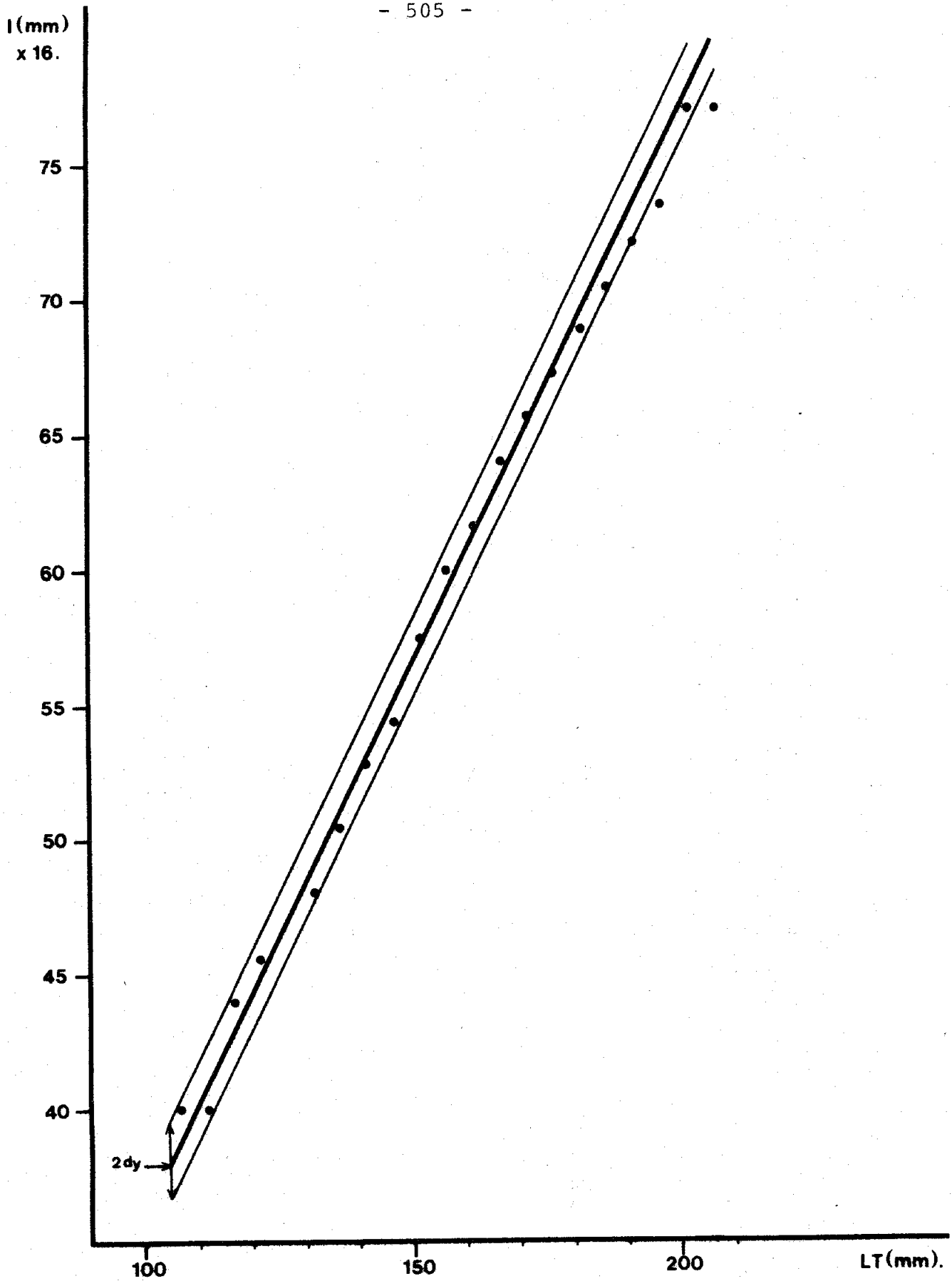


Fig. 127. - Relation entre la longueur du rayon de l'écaille agrandie 16 fois (l en mm) et la longueur totale de la sardine (LT en mm). 2 dy : variabilité de l'ordonnée.

L'équation de la droite d'allométrie reliant la longueur de l'écaille à celle du poisson (fig.127) est calculée d'après l'examen de 611 sardines mâles et femelles provenant des régions nord et est et mesurant entre 105 et 205 mm. Des observations préliminaires nous ont montré, en effet, que la croissance relative des écailles est identique chez les individus des deux sexes des deux régions.

L'équation s'écrit :

$$l = 0,408 LT - 4,810$$

où l : longueur de l'écaille en mm agrandie 16 fois,
 LT : longueur totale du poisson en mm,

avec un coefficient de corrélation $r = 0,995$ et
une variabilité de l'ordonnée $2dy = 1,352$.

429 sardines ont servi au calcul de l'âge. Elles sont réparties en 148 femelles et 135 mâles de la région nord et 89 femelles et 57 mâles de la région est.

Les seuls anneaux pris en considération sont les anneaux hivernaux ou typiques décrits plus haut. Nous admettons, comme l'ont montré tous les travaux sur la sardine, que leur formation a lieu en hiver, une fois par an. Sachant que la ponte a lieu également en hiver, nous considérons que chaque anneau correspond à une année entière de vie.

Les longueurs atteintes à chaque année de vie sont déterminées, par application de l'équation d'allométrie longueur de l'écaille-longueur du poisson, à partir des moyennes des longueurs des anneaux corrigées par le rapport lt/l (tabl.151 à 154).

Classes de taille	1er anneau		2è anneau		3è anneau		4è anneau		5è anneau		6è anneau	
	n	IT	n	IT	n	IT	n	IT	n	IT	n	IT
117	1	105,04										
122	1	110,87										
127	3	102,83	1	121,62								
132	7	107,93	2	119,46								
137	5	106,19	2	133,51								
142	8	102,05	4	136,32								
147	10	108,98	7	140,29	2	144,75						
152	6	103,81	3	135,93	3	149,84						
157	11	103,98	8	137,62	6	154,09						
162	19	105,18	13	137,35	11	155,90	2	160,52				
167	23	103,69	15	134,73	14	158,01	3	163,84	2	173,05		
172	12	105,82	9	137,06	9	156,83	5	167,58	2	176,63		
177	13	105,70	10	138,87	9	159,77	6	172,07	4	178,22	2	182,65
182	15	106,04	10	138,94	10	159,97	8	172,83	4	180,01	3	183,22
187	4	105,60	3	135,46	2	159,87	2	176,04	2	181,01	1	190,98
192	5	105,38	2	140,68	2	161,95	1	174,47				
197	2	110,06	1	140,29	1	160,43	1	175,57				
202	1	110,60	1	140,24	1	162,41						
207	2	118,27	2	142,35	1	163,91						
148	105,53	93	137,28	71	157,32	28	170,27	14	178,16	6	184,32	
T.A.A.	31,75	20,04	12,95	7,89	6,16							

Tabl. 151. - Sardines femelles de la région nord. Tailles (longueur totale IT en mm) atteintes à la formation de chacun des six premiers anneaux. n : effectif ; T.A.A. : taux d'accroissement absolu (en mm).

Classes de taille	1er anneau		2è anneau		3è anneau		4è anneau		5è anneau		6è anneau	
	n	IT	n	IT	n	IT	n	IT	n	IT	n	IT
117	1	102,64										
122	1	108,44	1	118,12								
127	5	104,52	2	125,27								
132	10	106,68	7	127,97								
137	8	105,43	7	131,28								
142	10	106,48	7	131,64								
147	2	104,99	2	134,83	1	146,00						
152	5	104,06	4	130,34	1	150,53						
157	21	103,52	16	130,37	10	148,52						
162	20	105,43	18	130,54	14	148,81	5	157,61	1	165,40		
167	18	102,98	14	131,35	13	147,59	5	158,74	2	168,20		
172	12	105,33	11	131,69	8	149,28	6	158,81	3	167,36	1	175,40
177	7	106,68	4	131,60	3	151,90	2	162,98	2	169,13	2	175,28
182	7	106,29	2	132,99	2	152,05	2	163,93	1	170,11	1	177,53
187	4	107,10	3	135,47	3	152,15	1	163,59	1	173,56	1	178,54
192	4	107,14	2	136,91	1	156,95	1	166,95				
135	105,09	100	130,91	56	149,13	22	159,95	10	168,58	5	176,41	
T.A.A.	25,82	18,22	10,82	8,63	7,83							

Tabl. 152. - Sardines mâles de la région nord. Tailles (longueur totale IT en mm) atteintes à la formation de chacun des six premiers anneaux. n : effectif ; T.A.A. : taux d'accroissement absolu (en mm).

classes de taille	1er anneau		2è anneau		3è anneau		4è anneau	
	n	LT	n	LT	n	LT	n	LT
127	4	103,79	1	124,05				
132	5	108,17	3	127,72				
137	6	105,94	5	131,52				
142	10	104,52	7	135,10				
147	7	105,99	5	139,53				
152	7	105,75	4	135,88	2	150,53		
157	14	104,23	12	136,67	9	154,82		
162	19	104,69	16	138,09	13	155,40	3	161,26
167	9	104,91	7	138,16	7	158,01	7	165,28
172	5	105,58	3	137,06	3	156,61	2	169,30
177	3	105,94	3	138,87	3	158,54	3	173,29
	89	105,14	66	136,30	37	155,84	15	166,61
T.AA	31,16		19,54		10,77			

Tabl. 153. - Sardines femelles de la région est. Tailles (longueur totale LT en mm) atteintes à la formation de chacun des quatre premiers anneaux. n : effectif. T.A.A. : taux d'accroissement absolu (en mm).

classes de taille	1er anneau		2è anneau		3è anneau	
	n	LT	n	LT	n	LT
117	1	102,64				
122	3	102,30				
127	6	104,28	1	124,05		
132	11	106,19	4	127,48		
137	4	106,43	4	131,03		
142	12	106,24	9	131,89		
147	8	103,49	8	135,07	2	144,75
152	3	103,08	2	129,85	2	150,53
157	4	104,47	4	129,63	3	149,01
162	2	105,67	2	131,28	2	150,78
167	1	103,93	1	135,47	1	150,02
172	1	104,60	1	133,90		
177	1	107,66	1	132,25	1	154,38
	57	105,06	37	131,57	11	149,41
T.A.A.	26,51		17,84			

Tabl. 154. - Sardines mâles de la région est. Tailles (longueur totale LT en mm) atteintes à la formation de chacun des trois premiers anneaux. n : effectif; T.A.A. : taux d'accroissement absolu (en mm).

	Femelles		Mâles		Femelles + Mâles		
	scalimétrie	théorique	scalimétrie	théorique	dist. fréq.	scalimétrie	théorique
L ₁	105,38	105,36	105,08	104,26	-	105,24	104,95
L ₂	136,87	136,46	131,09	130,19	133,50	134,20	134,02
L ₃	156,82	156,68	149,17	148,28	157,50	153,89	153,36
L ₄	169,00	169,94	159,95	160,90	170,00	165,93	166,21
L ₅	178,16	178,40	168,58	169,70		174,17	174,76
L ₆	184,32	183,97	176,41	175,84		180,72	180,45
L ₇		187,59		180,13			184,23
L ₈		189,94		183,12			186,74
L ₉		191,48		185,20			188,41
L ₁₀		192,47		186,66			189,52

Tabl. 155. - Comparaison des résultats sur la croissance des sardines femelles et mâles des côtes tunisiennes, obtenus par la scalimétrie, par l'application du modèle de Von Bertalanffy (théorique) et par la décomposition des distributions de fréquence de longueur (dist. fréq.).

Nous avons calculé les tailles correspondant aux six premières années des sardines mâles et femelles de la région nord et aux quatre premières années des sardines de la région est.

Dans les deux régions, une croissance différentielle au profit des femelles se manifeste dès la deuxième année où l'on note une différence de 5 mm. Cette différence se creuse au cours des années suivantes atteignant 10 mm au bout de 5 ans (tabl.155).

Aussi bien chez les mâles que chez les femelles, il ne semble pas exister une différence de croissance entre les deux régions.

2- Analyse des distributions de fréquence de longueur
(tabl.156-157 ; fig.128)

Les échantillons soumis à cette analyse sont ceux récoltés aux mois de janvier et février. Etant donné qu'il s'agit d'une période marquant le ralentissement, sinon l'arrêt total de la croissance, les erreurs, dues au fait de mélanger les lots des deux mois, devraient être minimes. Cette manière de procéder permet de disposer d'effectifs importants, condition nécessaire à une étude précise. Dans cette décomposition, il n'a pas été tenu compte des sexes.

L'analyse a porté sur un échantillon de 946 sardines réparties en deux lots: celui de la région nord constitué de 646 individus mesurant entre 107 et 207 mm de longueur totale et celui de la région est de 300 individus de 112-167 mm de long. Les sardines sont rassemblées en classe de longueur de 5 mm (tabl.156 ; fig.128).

Classes de taille LT	107	112	117	122	127	132	137	142	147	152	157	162	167	172	177	182	187	192	197	202	207
Nord	3	4	17	30	48	54	67	49	42	28	37	28	61	61	45	34	24	8	3	2	1
Est		2	7	11	35	51	41	19	13	19	54	37	9	2							
Nord + Est	3	6	24	41	83	105	108	68	55	47	91	65	70	63	45	34	24	8	3	2	1

Tabl. 156. - Distribution de fréquence de taille (longueur totale LT en mm) des sardines pêchées en janvier et février dans les régions nord et est.

Région	Sous-population	Longueur moyenne	Longueur limite	Ecart-type	Proportion	Effectif
Nord	L ₂	135,5	107 - 157	11,22	43 %	278
	L ₃	157	142 - 172	6,48	15 %	97
	L ₄	171,5	157 - 187	6,69	26 %	168
	L ₅	180,5	167 - 207	7,61	16 %	103
Est	L ₂	132,5	112 - 152	9,90	67 %	201
	L ₃	158,5	152 - 167	4,23	33 %	99
Nord + Est	L ₂	133,5	107 - 152	9,90	46 %	435
	L ₃	157,5	147 - 167	4,70	20 %	189
	L ₄	170	147 - 207	10,58	34 %	322

Tabl. 157. - Résultats de la décomposition des distributions de fréquence de longueur de la sardine obtenus par application de la méthode de Bhattacharya.

	Femelles	Mâles	F + M
W ₁	7,85	7,92	8,07
W ₂	18,07	15,16	16,82
W ₃	27,60	22,18	25,23
W ₄	35,33	28,16	32,13
W ₅	41,07	32,90	37,35
W ₆	45,13	36,50	41,13
W ₇	47,91	39,16	43,77
W ₈	49,78	41,09	45,49
W ₉	51,01	42,47	46,83
W ₁₀	51,83	43,46	47,66

Tabl. 158. - Valeurs de la croissance pondérale théorique (W en g) des sardines des côtes tunisiennes.

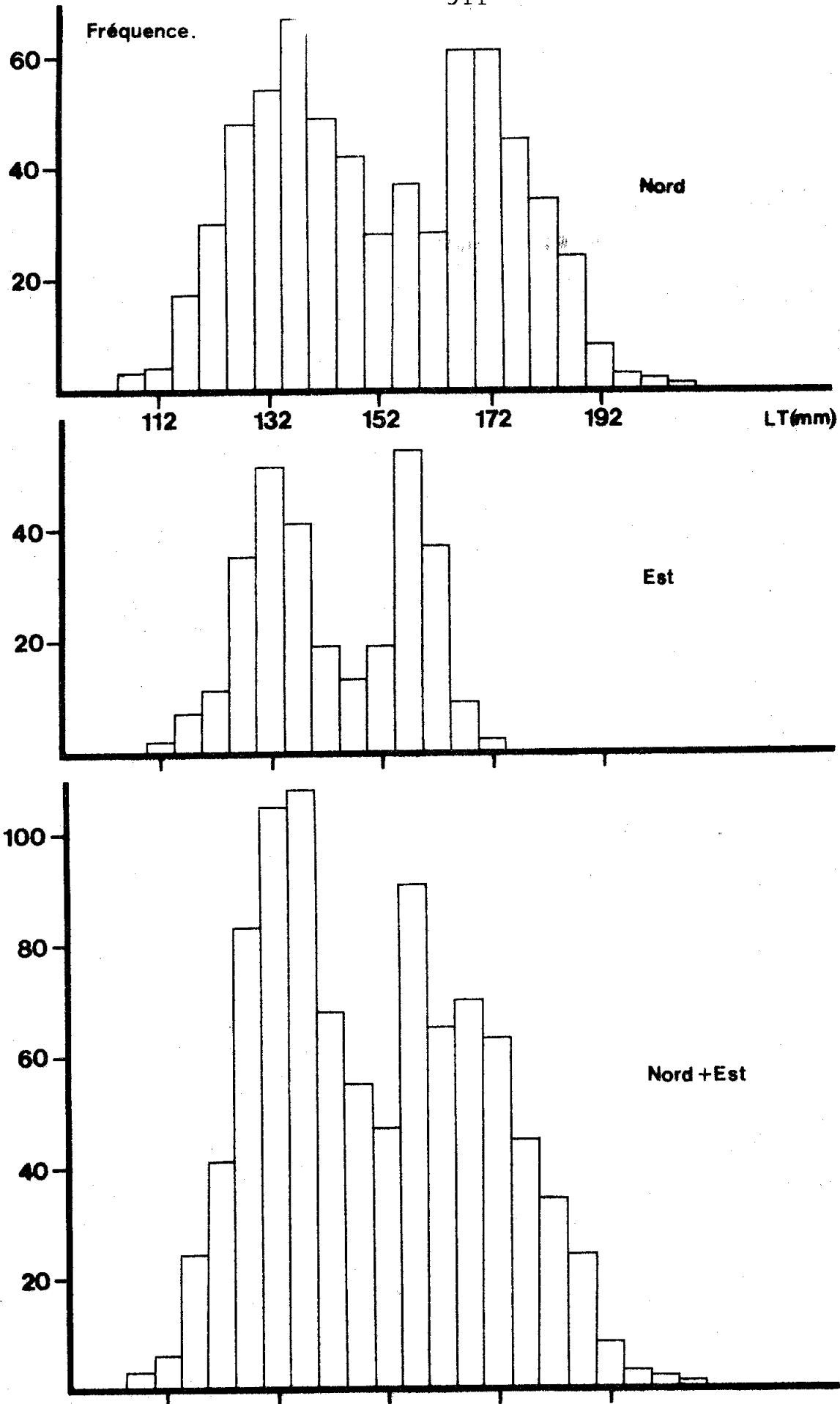


Fig. 128. - Histogrammes de fréquence de longueur de la sardine en janvier-février.

La méthode de décomposition de Bhattacharya a permis de mettre en évidence quatre sous-populations dans la région nord et deux dans la région est. Les valeurs des longueurs moyennes indiquées, bien que légèrement supérieures, sont très comparables à celles obtenues par la méthode scalimétrique et correspondent aux tailles atteintes aux 2^e, 3^e, 4^e et 5^e années de vie de la sardine.

La quatrième sous-population n'a pu être distinguée graphiquement à partir de l'effectif total.

3- Etude théorique de la croissance
(tabl.155, 158 ; fig.129 à 131)

a) Croissance linéaire

Nous ne tenons pas compte des régions dans le calcul des paramètres des équations de Von Bertalanffy, la détermination de l'âge par scalimétrie ayant montré que la croissance de la sardine est identique au nord et à l'est de la Tunisie.

Les équations des droites de Walford sont calculées par la méthode des moindres carrés :

$$\begin{aligned} \text{femelles} & : L_{t+1} = 0,650 L_t + 68,017 \\ \text{mâles} & , : L_{t+1} = 0,698 L_t + 57,387 \\ \text{total} & : L_{t+1} = 0,665 L_t + 64,230 \end{aligned}$$

Les valeurs des différents paramètres des équations de Von Bertalanffy sont les suivantes :

	femelles	mâles	total
L_{∞}	= 194,33	190,02	191,73
k	= 0,430	0,360	0,408
t_0	= - 0,817	- 1,210	- 0,943

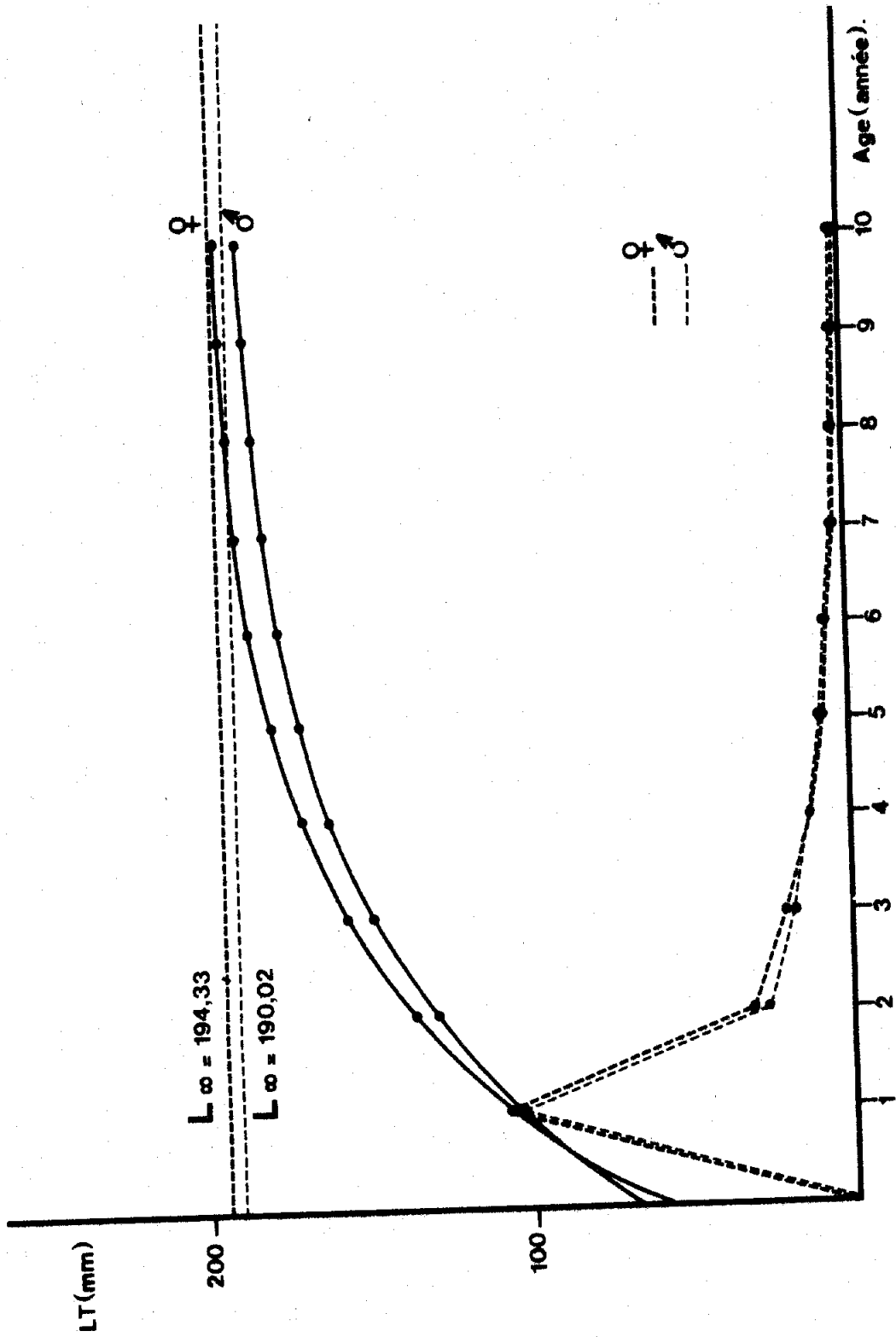


Fig. 129. - Courbes de croissance linéaire théorique (—) et taux d'accroissement absolu (----) de la sardine mâle et femelle. L_{∞} : longueur totale en mm.

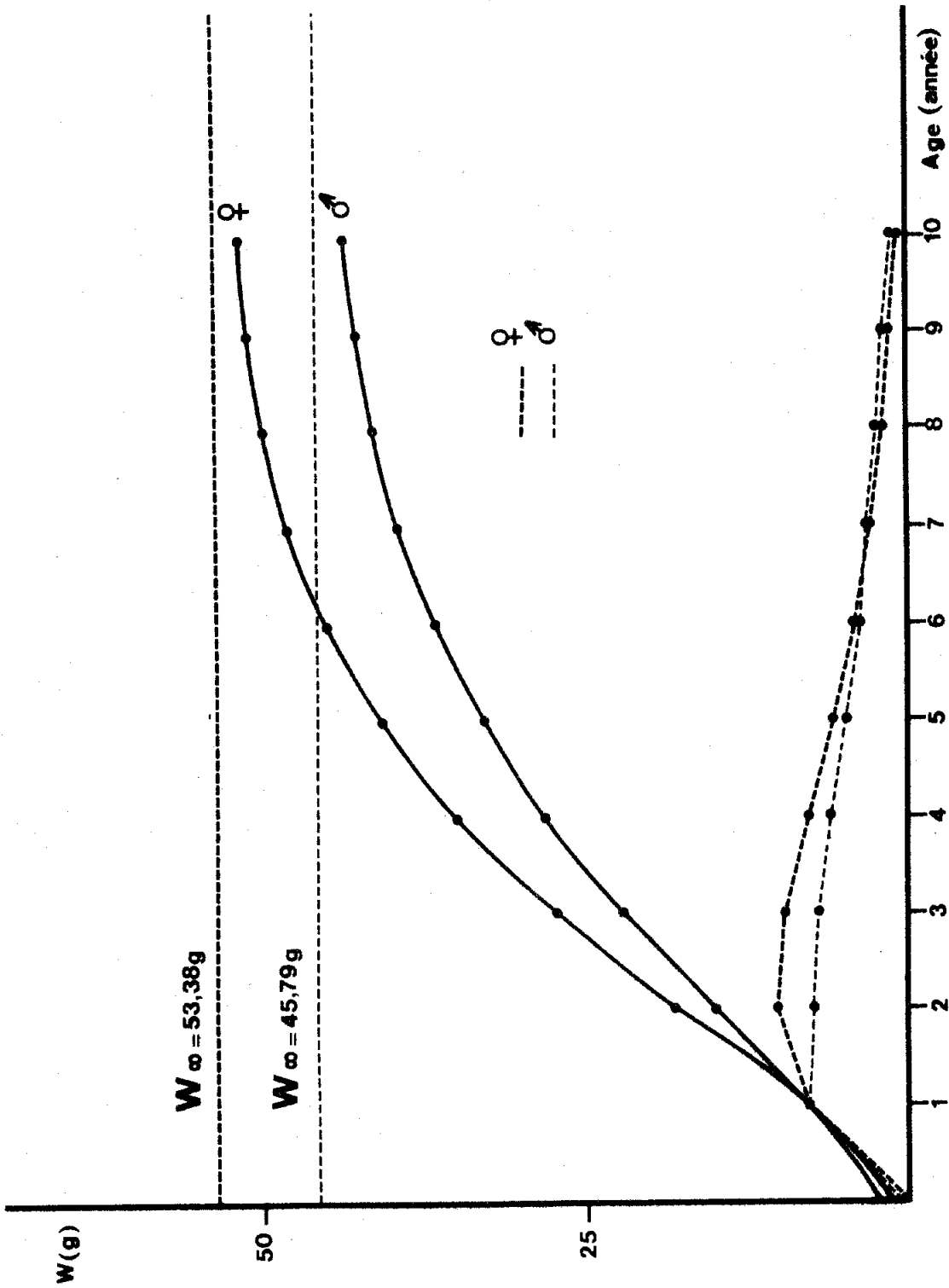


Fig. 130. - Courbes de croissance pondérale théorique (—) et taux d'accroissement absolu (----) de la sardine mâle et femelle. W : poids en g.

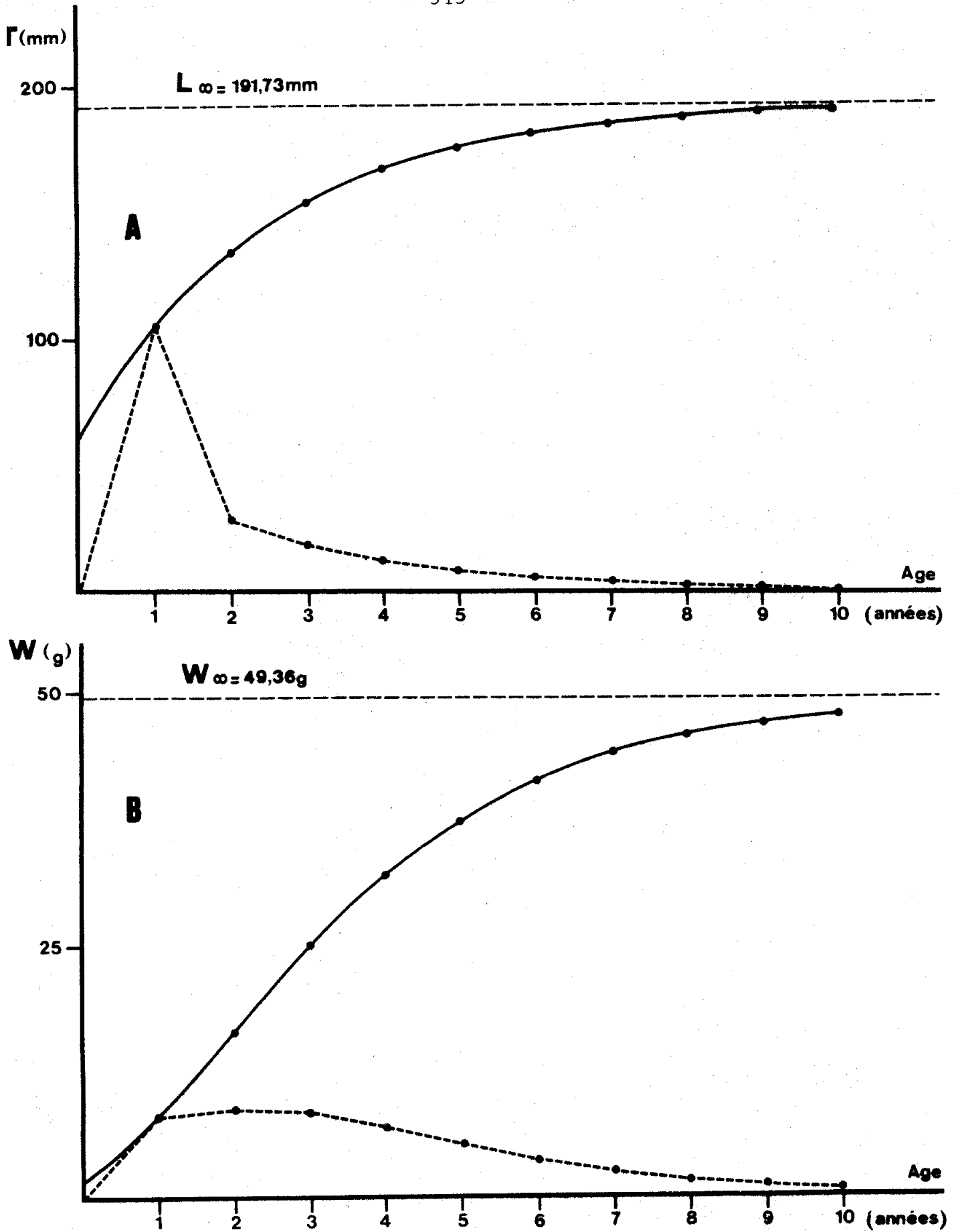


Fig. 131. - Courbes de croissance linéaire (A) et pondérale (B) théorique (—) et taux d'accroissement absolu (---) de la sardine. LT : longueur totale en mm ; W : poids en g.

Les résultats sont illustrés par les figures 129 et 131 A. D'après le tableau récapitulatif 155, le modèle de Von Bertalanffy décrit bien l'évolution de la croissance de la sardine. Nous notons toutefois que les valeurs de L_{∞} sont un peu sous-évaluées puisque le plus grand spécimen que nous ayons observé était une femelle de 215 mm de longueur totale.

b) Croissance pondérale

Les valeurs de W_{∞} correspondant à L_{∞} sont calculées à partir des équations taille-poids déterminées dans le chapitre traitant de la relation taille-poids et les coefficients de condition.

La croissance pondérale théorique est donnée par les équations suivantes :

$$\begin{aligned} \text{femelles: } W_t &= 53,38 \left[1 - e^{-0,430 (t + 0,817)} \right]^{3,0629} \\ \text{mâles : } W_t &= 47,79 \left[1 - e^{-0,360 (t + 1,210)} \right]^{2,92214} \\ \text{total : } W_t &= 49,36 \left[1 - e^{-0,408 (t + 0,943)} \right]^{3,00507} \end{aligned}$$

Les résultats illustrés graphiquement par les figures 130 et 131, B montrent que la croissance pondérale est plus rapide chez les femelles. La différence est de 3 grammes à 2 ans et atteint environ 9 g à l'âge de 7 ans (tabl.158).

4- Autres paramètres

Deux autres paramètres sont calculés d'après les formules de TAYLOR (1958, 1959): l'âge limite ($A_{0,95}$) correspondant à $0,95 L_{\infty}$ et la mortalité naturelle (M).

L'âge limite de la sardine des côtes tunisiennes serait égal à :

$$A_{0,95} = \frac{2,996}{k} + t_0 = \frac{2,996}{0,408} - 0,943 = 6,4 \text{ ans.}$$

La mortalité naturelle est égale à :

$$M = \frac{2,996}{A_{0,95}} = \frac{2,996}{6,4} = 0,47.$$

Jusqu'à l'âge de 6 ans, la croissance de la sardine a pu être ainsi étudiée conjointement par l'examen des écailles et la décomposition des distributions de fréquence de longueur. Il a été démontré, d'une part, que la croissance de la sardine des régions nord et est de la Tunisie est identique et que, d'autre part, la croissance linéaire et pondérale des femelles est plus rapide que celle des mâles.

B- SEXUALITE ET REPRODUCTION

1- Proportions numériques des sexes

(tabl.159-160 ; fig.132-133)

a) Région nord

Sur 1 841 sardines, longues de 110 à 210 mm, on dénombre 849 femelles et 992 mâles, soit respectivement en pourcentage 46,1 et 53,9 et la valeur élevée du χ^2 (11,11) indique une nette prédominance des mâles.

Les variations annuelles du sex-ratio sont très irrégulières (tabl.159 ; fig.132). On constate toutefois

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nord	♀	224	33	181	88	17	29	38	31	17	25	73	93
	♂	241	148	237	53	17	31	24	18	26	16	125	56
	χ^2	0,62	73,06	7,50	8,69		0,07	3,16	3,45	1,88	1,97	13,65	9,19
Est	♀	35	152	30	69	66	35	148	120	59	65	24	27
	♂	36	87	55	49	43	29	140	114	63	54	21	19
	χ^2	0,01	17,67	7,35	3,39	4,85	0,56	0,22	0,15	0,13	1,01	0,20	1,39
TOTAL	♀	259	185	211	157	83	64	186	151	76	90	97	120
	♂	277	235	292	102	60	60	164	132	89	70	146	75
	χ^2	0,60	5,94	13,04	11,68	3,70	0,13	1,38	1,27	1,02	2,50	9,88	10,38

Tabl. 159. - Variations des proportions numériques des sexes de la sardine en fonction des mois.

	LT	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
Nord	♀	2	25	47	78	91	164	224	141	64	11	2
	♂	5	24	81	126	142	205	248	134	26	1	-
	χ^2	1,28	0,02	9,03	11,29	11,16	4,55	1,22	0,18	16,04	9,09	-
Est	♀	1	73	96	156	189	204	75	27	5	2	2
	♂	2	92	132	166	159	91	27	34	6	1	-
	χ^2	0,33	2,19	5,68	0,31	2,58	43,28	22,59	0,80	0,09	0,33	-
Total	♀	3	98	143	234	280	368	299	168	69	13	4
	♂	7	116	213	292	301	296	275	168	32	2	-
	χ^2	1,60	1,51	13,76	6,39	0,76	7,80	1,00	0	13,55	8,06	-

Tabl. 160. - Variations des proportions numériques des sexes de la sardine en fonction de la longueur totale (LT en mm).

		LT	107	112	117	122	127	132	137	142	147
♀	NORD	n	1	1	11	14	21	21	20	25	29
		m	-	-	3	5	12	21	19	24	29
		%	0	0	27,3	35,7	57,1	100	35	96	100
	EST	n	-	1	3	4	9	27	27	15	12
		m	-	-	3	3	7	22	26	15	12
		%	-	0	100	75	77,8	81,5	96,3	100	100
	TOTAL	n	1	2	14	18	30	48	47	40	41
		m	-	-	6	8	19	43	45	39	41
		%	0	0	42,8	44,4	63,3	89,6	95,7	97,5	100
♂	NORD	n	2	3	7	16	28	45	60	49	54
		m	-	-	1	12	20	43	55	49	54
		%	0	0	14,3	75	71,4	95,5	91,7	100	100
	EST	n	-	1	4	8	33	33	21	10	10
		m	-	1	2	5	32	29	20	10	10
		%	-	100	50	62,5	97	87,9	95,2	100	100
	TOTAL	n	2	4	11	24	61	78	81	59	64
		m	-	1	3	17	52	72	75	59	64
		%	0	25	27,3	70,8	85,2	92,3	92,6	100	100

Tabl. 161. - Proportions d'individus mûrs par classe de taille (LT en mm)
 n : effectif total par classe ; m : nombre d'individus mûrs par classe ; % : pourcentage.

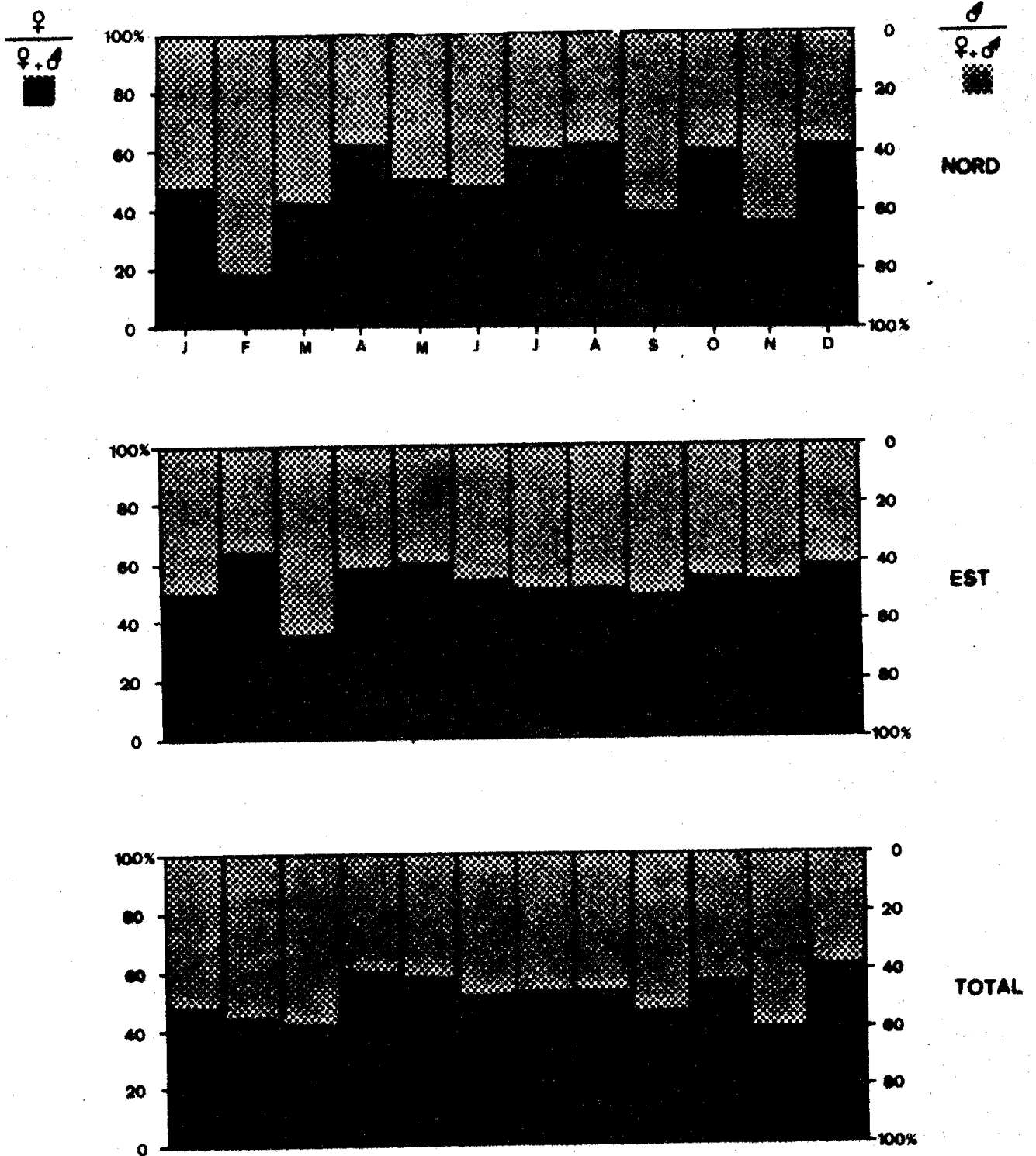


Fig. 132. - Variations des proportions numériques des sexes de la sardine en fonction des mois.

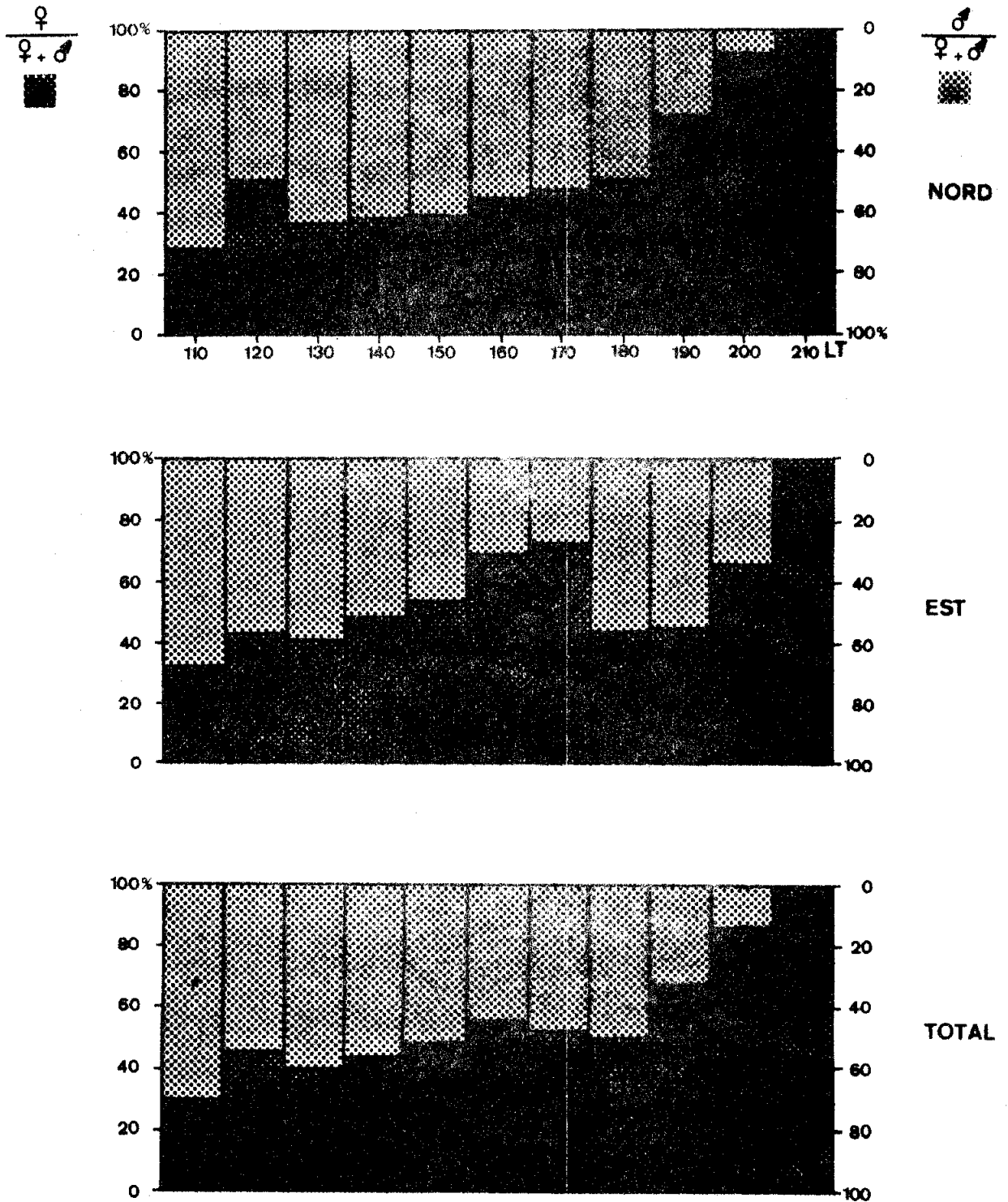


Fig. 133. - Variations des proportions numériques des sexes de la sardine en fonction de la longueur totale (LT en mm).

que les valeurs mensuelles du χ^2 sont inférieures à 3,841 pour toute la période allant de mai à octobre et pour janvier et supérieures pour les autres mois. Ainsi, en groupant les effectifs par six mois, on obtient un sex-ratio favorable aux mâles entre octobre-mars ($\chi^2 = 25,92$) et aux femelles entre avril-septembre ($\chi^2 = 6,69$).

Par rapport à la longueur (tabl.160 ; fig.133), le taux de masculinité, très élevé au niveau des petites classes de taille, diminue progressivement jusqu'à 170 mm. Puis à partir de 180 mm, le sex-ratio s'inverse au profit des femelles dont le taux croît régulièrement jusqu'à 210 mm.

b) Région est

Les 1 540 sardines examinées sont longues de 110 à 210 mm et se répartissent en 830 femelles et 710 mâles, soit respectivement en pourcentage 53,9 et 46,1. Le $\chi^2 = 9,35$ montre une nette prédominance des femelles.

Les proportions des sexes sont stables d'un mois à l'autre (tabl.159 ; fig.132). Les femelles sont presque toujours plus nombreuses que les mâles, mais les différences ne sont significatives qu'en février, mars et mai. Le sex-ratio est favorable aux femelles durant la période allant d'octobre à mars ($\chi^2 = 6,15$) et il est voisin de 1 pour celle comprise entre avril et septembre ($\chi^2 = 3,72$).

Par rapport à la longueur totale (tabl.160 ; fig.133), on remarque que ce sont les mâles qui dominent dans les petites classes de taille (110-140 mm) et, qu'à partir de 150 mm, les proportions s'inversent au profit des femelles jusqu'à 210 mm. Mais les différences significatives ne s'observent qu'au niveau des classes 130, d'une part, et 160-170 d'autre part.

c) Comparaison des régions nord et est

Il ressort de cette comparaison les observations suivantes :

- A la dominance des mâles dans la région nord, correspond une dominance des femelles dans l'est.
- Durant l'automne et l'hiver, le sex-ratio est favorable aux mâles dans le nord et aux femelles dans l'est.

En revanche, au printemps et en été, il existe une égalité numérique des sexes dans l'est et une dominance des femelles dans le nord.

- Par rapport à la longueur totale, l'évolution du sex-ratio est la même dans les deux régions avec une dominance des mâles dans les petites classes de taille et des femelles dans les grandes.

Prise dans sa totalité, la sardine tunisienne se caractérise par un sex-ratio égal à 1, en effet, les 3 381 individus considérés se répartissent en 1 679 femelles et 1 702 mâles, ce qui correspond respectivement à 49,7 et 50,3 %.

Par rapport aux saisons, si pendant l'automne et l'hiver, époque de la reproduction, le sex-ratio est favorable aux mâles ($\chi^2 = 8,60$), au cours du printemps et de l'été, ce sont par contre les femelles qui dominent ($\chi^2 = 9,14$) (tabl.159 ; fig.132). Cette prédominance saisonnière de l'un des sexes est difficile à expliquer vu l'état actuel de nos connaissances. Elle aurait vraisemblablement pour causes, soit une ségrégation partielle dans l'espace des femelles et des mâles, soit un comportement différent des sexes vis-à-vis des engins de pêche. Ces deux causes,

dont l'effet peut être simultané ou non, seraient dues à une sensibilité particulière de chacun des sexes variable en fonction de l'évolution annuelle de la physiologie de la reproduction.

Par rapport à la longueur totale, les mâles sont plus nombreux que les femelles entre 110 et 180 mm (χ^2 12,93). Par la suite, le sex-ratio s'inverse au profit des femelles entre 160 et 210 mm. L'évolution progressive (tabl.160 ; fig.133) du taux de féminité des petites aux grandes classes de taille est imputable à la croissance plus rapide des femelles.

2- Taille et âge à la première maturité (tabl.161 ; fig.134)

Sont considérés comme aptes à la reproduction tous les individus dont les gonades sont dans la phase de maturation ou de préonte. Les ovaires de couleur rose ou jaune, occupent alors environ le tiers ou la moitié de la cavité viscérale et laissent voir des ovocytes opaques à travers leur paroi. Les testicules, également volumineux, sont fermes et de couleur blanchâtre. Dans les deux sexes, le RGS est supérieur à 1. D'après les données correspondant à la période de reproduction (novembre-mars), les pourcentages d'individus mûrs sont calculés, pour chaque classe de taille de 5 mm dans l'intervalle de longueur compris entre 107 et 147 mm.

a) Région nord

Si les classes 107 et 112 mm, mal représentées, ne permettent pas d'affirmer avec certitude qu'à cette taille tous les individus sont encore vierges, en revanche, les longueurs auxquelles l'ensemble des femelles et des mâles se trouvent à un stade avancé de maturité, sont respectivement 147 et 142 mm. La première maturation des gonades

			Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril
Nord	♀	n	18	73	91	32	168	69
		RGS	1,333	2,845	3,277	4,082	2,132	0,848
	♂	n	56	30	45	148	93	15
		RGS	1,107	2,484	2,769	1,444	0,836	0,540
Est	♀	n	13	17	20	152	18	52
		RGS	1,738	2,414	2,447	2,789	1,362	0,565
	♂	n	10	19	25	77	21	40
		RGS	1,583	1,832	1,415	2,179	0,439	0,313
Total	♀	n	31	90	111	184	186	121
		RGS	1,503	2,763	3,127	3,014	2,057	0,700
	♂	n	66	49	70	225	114	55
		RGS	1,179	2,231	2,285	1,695	0,763	0,375

Tabl. 162. - Evolution du rapport gonadosomatique (RGS) en fonction des mois chez la sardine. n : effectif.

Régions	Régression de F sur LT, W et Wg	n	r	Limites
Nord	$\log F = 0,02052 \log LT - 5,42714$	52	0,516	150 - 210 mm
Est	$\log F = 3,00500 \log LT - 5,48459$	71	0,520	120 - 180 mm
N + E	$\log F = 3,53299 \log LT - 6,61878$	123	0,631	120 - 210 mm
Nord	$\log F = 1,26255 \log W - 0,62774$	52	0,619	23 - 56 g
Est	$\log F = 1,05699 \log W - 0,37834$	71	0,570	14 - 50 g
N + E	$\log F = 1,23649 \log W - 0,61461$	123	0,682	14 - 56 g
Nord	$\log F = 0,62176 \log Wg + 1,14514$	52	0,641	0,5 - 6,5 g
Est	$\log F = 0,99785 \log Wg + 1,10344$	71	0,682	0,5 - 3 g
N + E	$\log F = 0,74612 \log Wg + 1,10688$	123	0,798	0,5 - 6,5 g

Tabl. 163. - Equations logarithmiques mettant en relation la fécondité (F : nombre d'ovocytes en milliers) et la taille du poisson (LT en mm), le poids total du poisson (W en g) et le poids des gonades (Wg en g). n : effectif ; r : coefficient de corrélation.

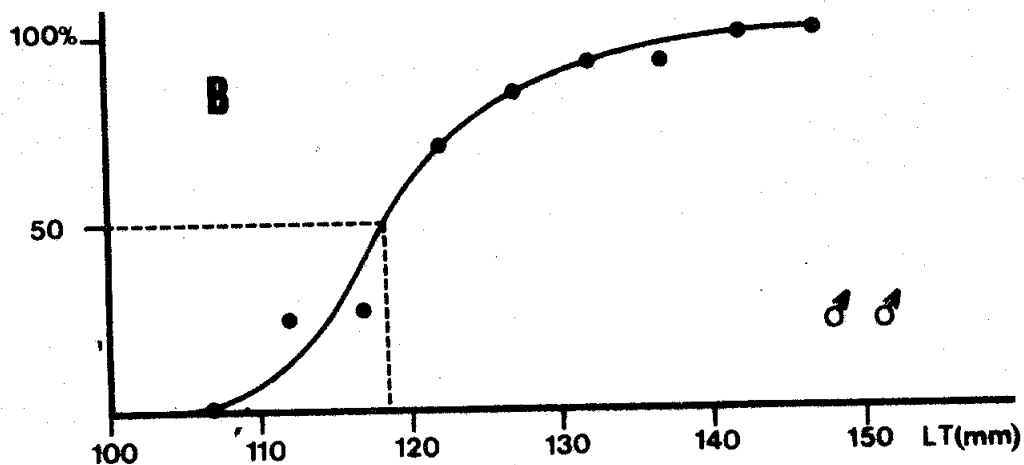
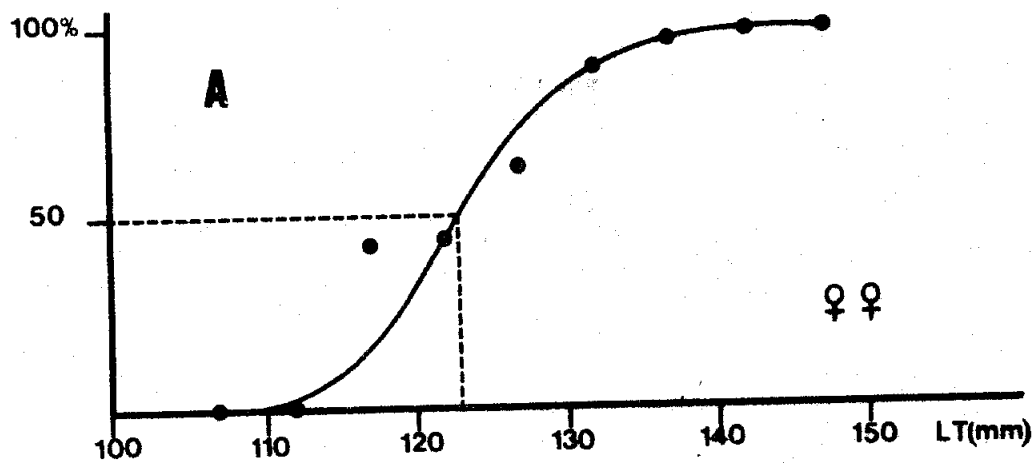


Fig. 134. - Taille à la première maturité sexuelle de la sardine femelle (A) et mâle (B).

s'établit progressivement entre 122 et 147 mm. Les mâles se distinguent par une légère précocité d'environ 5 mm.

b) Région est

Les 250 individus longs de 70 à 95 mm, récoltés au large de Sousse en octobre 1975, étaient tous immatures et de sexe indéterminable macroscopiquement. Pour des longueurs supérieures, les processus de maturation des mâles et des femelles se déclenchent à une taille comprise entre 117 et 142 mm.

c) Comparaison des régions nord et est

En raison du faible effectif des petites classes de taille, il est difficile d'envisager une comparaison précise des résultats obtenus dans les deux régions pour déterminer si la première maturité a lieu à la même taille ou non.

La taille à la première maturité de la sardine tunisienne prise dans son ensemble, peut être définie comme suit :

- les individus sont immatures et de sexe indéterminé jusqu'à une taille de 95 mm ; puis à 105 mm environ, les sexes sont reconnaissables tout en restant vierges ;
- les plus petites femelles mûres mesurent 117 mm et les plus petits mâles 112 mm.
- toutes les femelles et tous les mâles sont mûrs lorsqu'ils atteignent respectivement 147 et 142 mm ;
- la longueur à laquelle 50 % des individus sont mûrs est évaluée à 123 mm pour les femelles et à 118 mm pour les mâles (tabl.161 ; fig.134).

- l'âge de première maturité sexuelle peut être déduit des clefs âge-longueur. Il apparaît qu'un très petit nombre d'individus sont mûrs à la fin de leur première année de vie et que la plupart d'entre eux le sont au bout de la deuxième année. A trois ans, tous les individus sont aptes à se reproduire.

3- Cycle sexuel (tabl.162 ; fig.135)

L'étude de l'évolution sexuelle est effectuée d'après l'examen macroscopique des gonades et les valeurs mensuelles du rapport gonadosomatique (RGS).

Les principales étapes évolutives sont la pré-ponte, la ponte et la postponte.

Elles sont précédées d'une période de repos sexuel durant laquelle, lorsque les sexes sont reconnaissables, l'ovaire se présente sous forme d'un petit cylindre d'environ 2 à 3 millimètres de diamètre. Il est de consistance molle, très finement vascularisé et de couleur rose transparent. Les ovocytes sont invisibles à travers la paroi de l'ovaire. Les testicules sont petits et aplatis. Ils sont situés dans la partie postérieure de la cavité abdominale. Dans les deux sexes, le RGS est très bas et varie entre 0,1 et 0,5.

La pré-ponte commence par la phase de maturation lente. Les ovaires, assez volumineux, occupent jusqu'au tiers de la cavité viscérale. Ils sont très vascularisés et de couleur rose ou jaune. Les ovocytes commencent à devenir visibles. Les testicules, blanchâtres, se sont enflés tout en gardant l'aspect aplati. Le RGS oscille autour de 1. Au cours de la deuxième phase de pré-ponte, celle de grand accroissement, les ovaires sont très gros et remplissent la

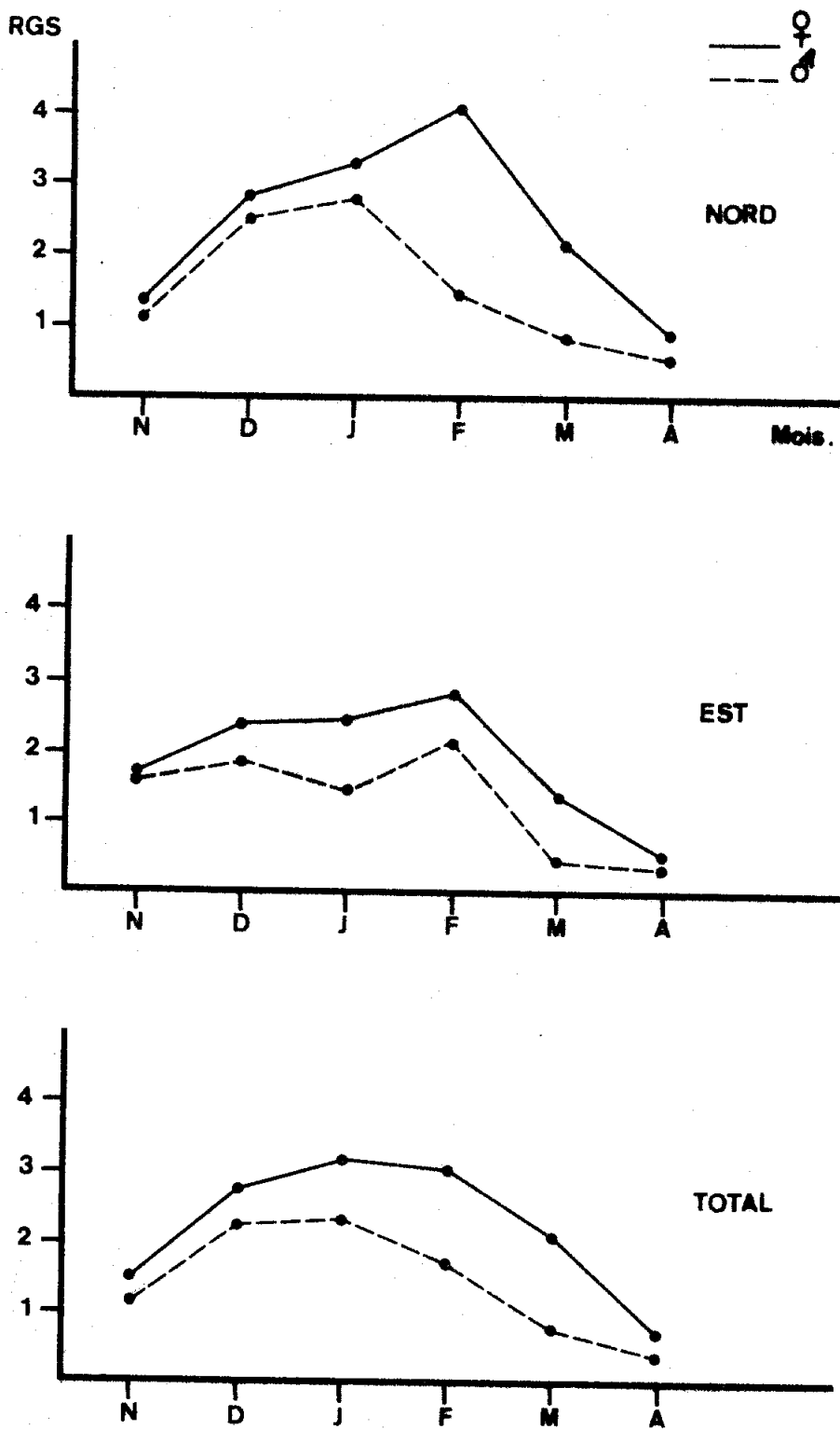


Fig. 135. - Evolution du rapport gonadosomatique (RGS) en fonction des mois chez la sardine.

moitié ou la totalité de l'abdomen. Ils sont fermes et de couleur variant entre le jaune et l'orangé. Les ovocytes, opaques, sont bien visibles. Les testicules sont également gros, fermes et de couleur blanchâtre. Le RGS est compris entre 2 et 4.

Lors de la ponte, les ovaires sont mous mais restent très volumineux. Ils sont de couleur rouge et laissent percevoir à travers leur membrane beaucoup d'ovocytes transparents. Les testicules sont mous et de couleur blanc gris. La valeur moyenne du RGS varie entre 2 et 5.

A la postponte, les gonades vidées sont flasques. L'ovaire est de couleur rouge brique. Le RGS est inférieur à 1.

Dans chacune des phases, quel que soit le sexe, la gonade gauche est plus grande que la droite.

Pour une phase donnée, le volume des gonades varie dans de grandes proportions et il n'existe pas de relation évidente entre le poids des gonades et la longueur des poissons.

Les valeurs mensuelles du RGS correspondant à la période de repos sexuel, stables d'un mois à l'autre, ne sont pas représentées graphiquement. Seules sont illustrées celles de la période d'activité sexuelle qui s'étend de novembre à avril.

Les individus examinés pendant cette période sont tous adultes et mesurent entre 120 et 210 mm de longueur totale. Sur un total de 1302 spécimens, 838 proviennent de la région nord et se répartissent en 451 femelles et 387 mâles ; les 464 autres sont d'origine est et se répartissent en 272 femelles et 192 mâles.

Dans la région nord, les valeurs du RGS évoluent en deux temps. Chez les femelles, la progression est rapide et s'étend de novembre à février ; elle est suivie d'une diminution brutale entre février et avril. Chez les mâles, le RGS suit la même progression entre novembre et janvier mais la diminution a lieu un mois plus tôt.

Dans la région est, nous retrouvons, bien que moins nette, la même évolution en deux étapes. La diminution se produit simultanément chez les deux sexes à partir de février.

Par rapport à la région nord, le RGS dans la région est, plus élevé en novembre et plus faible en mars, laisse supposer que la ponte est légèrement plus précoce dans cette région.

Dans les deux régions, le mois d'avril marque la fin de la ponte qui débute en novembre et s'achève en mars avec un maximum en janvier et février.

4- Fécondité (tabl.163 ; fig.136)

L'évolution de la fécondité de la sardine est basée sur l'examen de 123 femelles dont 52 proviennent de la région nord (Bizerte) et 71 de la région est (Sousse). Les premières mesurent entre 150 et 210 mm et pèsent entre 23 et 56 g. Les secondes, plus petites, ont une longueur totale comprise entre 120 et 180 mm et un poids variant entre 14 et 50 g. Elles sont toutes pêchées en hiver durant la période d'activité sexuelle. Leurs gonades, bien développées, sont dans la phase de grand accroissement du stade de pré-ponte.

Pour l'individualisation et le comptage des ovocytes, nous avons utilisé les mêmes techniques appliquées aux espèces précédentes.

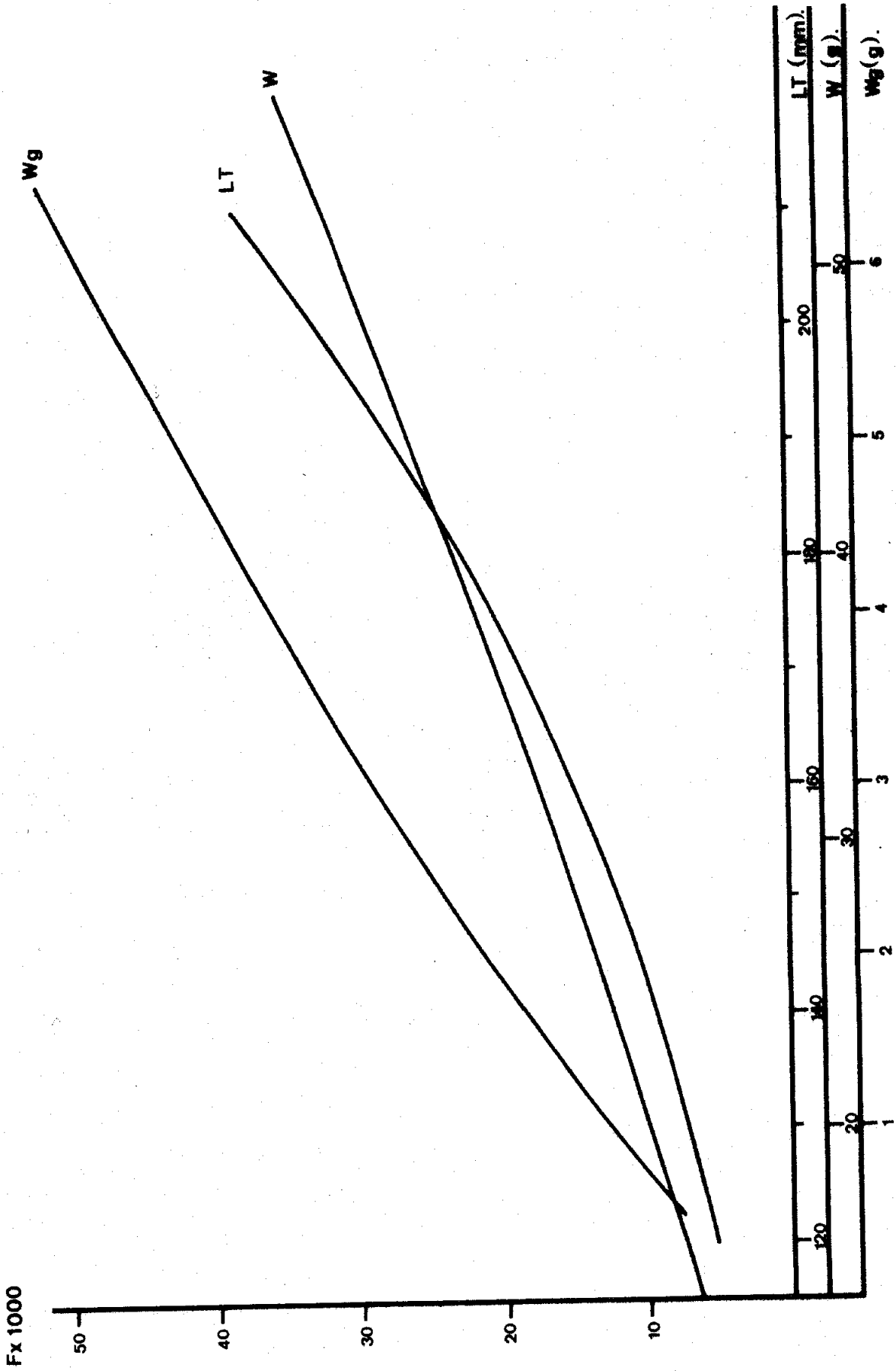


Fig. 136. - Relations entre la fécondité (F : nombre d'ovocytes en milliers) et la taille du poisson (LT en mm), le poids total du poisson (W en g) et le poids des gonades (Wg en g) chez la sardine.

Environ 12 300 ovocytes sont mesurés, à raison d'une centaine par individu. Leur diamètre varie entre 75 et 750 μ . Le diamètre correspondant aux ovocytes à l'état frais devrait être compris entre 100 et 1000 μ , si l'on tient compte de l'effet rétrécissant du liquide de Gilson estimé à 25 % par DIAS *et al.* (1973).

La distribution des fréquences des diamètres présente trois modes distincts de valeur respective égale à 200, 325 et 550 μ . Cette distribution polymodale laisse supposer que la ponte de la sardine est fractionnée.

Seuls les ovocytes appartenant à la dernière distribution modale et mesurant entre 375 et 750 μ , sont retenus pour le calcul de la fécondité individuelle. Les équations de régression reliant la fécondité (exprimée en milliers d'ovocytes) à la longueur totale du poisson, au poids du poisson et au poids des gonades sont établies par la méthode des moindres carrés après transformation logarithmique des données. Elles sont consignées dans le tableau 163. La figure 136 illustre les résultats obtenus dans les deux régions réunies.

Comme l'indiquent les faibles valeurs des coefficients de corrélation, la relation entre la fécondité et les paramètres de référence pris en considération est assez lâche dans l'ensemble. Quelle que soit la grandeur de référence, la fécondité serait plus élevée dans la région nord, mais la différence observée n'est pas démontrée statistiquement.

D'une façon générale, la fécondité croît proportionnellement au cube de la longueur. Sa croissance est isométrique ou légèrement majorante par rapport au poids du poisson et présente une allométrie légèrement minorante en fonction du poids des gonades.

Les équations correspondant à l'effectif total sont les suivantes :

$$F = 2,405 \cdot 10^{-7} LT^{3,533}$$

$$F = 0,243 Wg^{1,236}$$

$$F = 12,79 Wg^{0,746}$$

Dans l'intervalle de taille compris entre 120 et 210 mm, la fécondité individuelle moyenne varie entre 5 332 et 38 505 ovocytes. Pour une taille moyenne de 160 mm, elle est égale à 14 733. Pour un poids total de poisson oscillant entre 14 et 56 g, la fécondité relative varie entre 453 et 628 ovocytes par gramme de poids corporel. A un poids moyen de poisson de 35 g, la fécondité relative est égale à 562.

C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION

1- Région nord (tabl.164 et 173 à 175 ; fig.137)

Les sardines ayant servi à l'étude de la relation taille-poids sont récoltées dans les différents secteurs de la région nord, durant la période 1974-1977. Elles sont au nombre de 1 921 réparties en 849 femelles et 992 mâles. Leur longueur totale est respectivement comprise entre 107-212 et 107-197 mm. A l'exception d'une vingtaine d'individus, tous les autres sont adultes. Les équations d'allométrie, calculées par la méthode des moindres rectangles pour l'effectif total, les femelles et les mâles, s'écrivent :

$$\begin{aligned} \text{total} & : W = 4,1766 \cdot 10^{-6} \text{ LT}^{3,09527} \\ \text{femelles} & : W = 3,2589 \cdot 10^{-6} \text{ LT}^{3,15165} \\ \text{mâles} & : W = 4,8800 \cdot 10^{-6} \text{ LT}^{3,05552} \end{aligned}$$

La comparaison à 3 de la pente de ces équations montre que l'allométrie est majorante, pour l'effectif total ($t = 3,79$) et les femelles ($t = 4,91$) et isométrique, chez les mâles ($t = 1,46$). La comparaison des droites d'allométrie des femelles et des mâles indique une différence significative ($t_{pe} = 1,94$; $t_{po} = 14,48$) mettant ainsi en évidence un accroissement pondéral relatif plus important chez les femelles que chez les mâles.

a) Femelles

La confrontation à 3 de la pente des équations établies mensuellement montre que l'allométrie est majorante en hiver et au printemps (de janvier à mai) et aux mois de septembre et novembre et qu'elle est isométrique durant l'été (juin-juillet-août) et au cours des mois d'octobre et décembre. Pendant sept mois sur douze, la pente est significativement supérieure à 3 expliquant ainsi le caractère majorant de la croissance pondérale relative des sardines femelles de la région nord.

La comparaison des mois pris deux à deux suivant leur succession naturelle met en évidence une différence significative de pente entre janvier-février-mars, entre août-septembre-octobre et novembre-décembre. Il n'est pas exclu de penser que la pente, particulièrement élevée en février et septembre, due sans doute à la petitesse des échantillons, soit à l'origine des différences observées. Durant les autres mois et notamment pour toute la période couvrant le printemps et l'été (mars-août), l'évolution d'un mois à l'autre de la pente se fait d'une manière imperceptible permettant

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (±)
J	log W = 3,09934 log LT - 5,37723	224	0,97404	0,07685	107 - 187	2,11 (+)
F	log W = 4,55798 log LT - 8,75692	33	0,92106	0,07051	167 - 212	4,89 (+)
M	log W = 3,34676 log LT - 5,73644	181	0,93174	0,05853	152 - 207	3,82 (+)
A	log W = 3,39457 log LT - 5,97189	88	0,97486	0,06532	132 - 197	4,83 (+)
M	log W = 3,74332 log LT - 6,74220	17	0,96383	0,04381	147 - 177	2,88 (+)
J	log W = 3,15760 log LT - 5,47844	29	0,92563	0,04539	152 - 182	0,68 (-)
J	log W = 3,07263 log LT - 5,24924	38	0,98442	0,03343	137 - 177	0,81 (-)
A	log W = 3,26918 log LT - 5,69424	31	0,93601	0,05845	152 - 197	1,26 (-)
S	log W = 4,20100 log LT - 7,83827	17	0,95121	0,06925	152 - 187	3,59 (+)
O	log W = 3,19340 log LT - 5,60286	25	0,96834	0,05292	132 - 172	1,16 (-)
N	log W = 3,42540 log LT - 6,11977	73	0,97607	0,06250	132 - 202	4,81 (+)
D	log W = 3,00583 log LT - 5,18832	93	0,95698	0,04546	142 - 182	0,06 (-)
TOTAL	log W = 3,15165 log LT - 5,48693	849	0,95850	0,09020	107 - 212	4,91 (+)

Tabl. 164. - Equations mensuelles de la relation taille-poids (LT en mm ; W en g) chez la sardine femelle de la région nord. n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2 dy : variabilité de l'ordonnée ; t (+) : valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 3.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (±)
J	log W = 3,13197 log LT - 5,47842	241	0,93518	0,09088	107 - 177	1,84 (-)
F	log W = 3,47818 log LT - 6,34903	148	0,86996	0,07679	132 - 197	3,37 (+)
M	log W = 3,35924 log LT - 5,97389	237	0,87025	0,07344	132 - 192	3,33 (+)
A	log W = 3,31055 log LT - 5,79860	53	0,95977	0,06714	127 - 182	2,38 (+)
M	log W = 3,37288 log LT - 5,93964	17	0,87815	0,05596	147 - 172	0,90 (-)
J	log W = 2,86122 log LT - 4,82855	31	0,87026	0,03758	147 - 172	0,53 (-)
J	log W = 2,78737 log LT - 4,63738	24	0,93698	0,04576	137 - 172	1,02 (-)
A	log W = 2,83778 log LT - 4,75710	18	0,91132	0,06079	142 - 182	0,55 (-)
S	log W = 3,84698 log LT - 7,05240	26	0,90127	0,08157	152 - 187	2,49 (+)
O	log W = 2,85202 log LT - 4,87510	16	0,77400	0,09826	117 - 152	0,31 (-)
N	log W = 3,03525 log LT - 5,26756	125	0,96751	0,06105	117 - 182	0,50 (-)
D	log W = 2,83589 log LT - 4,83325	56	0,77712	0,05346	137 - 157	0,67 (-)
TOTAL	log W = 3,05552 log LT - 5,31158	992	0,92061	0,11499	107 - 177	1,46 (-)

Tabl. 165. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez la sardine mâle de la région nord.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (±)
J	log W = 3,20147 log LT - 5,61340	465	0,95825	0,09077	107 - 187	4,73 (+)
F	log W = 3,95526 log LT - 7,41314	181	0,89714	0,08526	132 - 212	7,31 (+)
M	log W = 3,43085 log LT - 6,12977	418	0,91454	0,06903	132 - 207	6,33 (+)
A	log W = 3,38788 log LT - 5,96119	141	0,97030	0,06716	127 - 197	5,58 (+)
M	log W = 3,12353 log LT - 5,37461	114	0,98380	0,04998	112 - 177	2,33 (+)
J	log W = 3,11999 log LT - 5,39680	60	0,92799	0,04291	147 - 182	0,79 (-)
J	log W = 2,99247 log LT - 5,07878	62	0,96960	0,04152	137 - 177	0,08 (-)
A	log W = 3,29934 log LT - 5,76850	49	0,93705	0,06551	142 - 197	1,78 (-)
S	log W = 4,01609 log LT - 7,42792	43	0,92373	0,07828	152 - 187	4,23 (+)
O	log W = 3,14911 log LT - 5,50780	41	0,94504	0,07964	117 - 172	0,90 (-)
N	log W = 3,23175 log LT - 5,69561	198	0,97171	0,06476	117 - 202	4,25 (+)
D	log W = 3,13793 log LT - 5,48319	149	0,95498	0,05281	137 - 182	1,79 (-)
TOTAL	log W = 3,09527 log LT - 5,37918	1921	0,93478	0,11196	107 - 212	3,79 (+)

Tabl. 166. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez la sardine (femelle + mâle) de la région nord.

d'assimiler les droites correspondantes à des parallèles. En ce qui concerne les positions des droites, nous notons une similitude entre avril-mai, juillet-août et octobre-novembre.

Les valeurs mensuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition, très voisines et parfois même confondues pour certains mois, évoluent d'une manière synchrone. D'après l'examen de la figure 137, l'évolution de la condition de la sardine se réalise en deux étapes principales. La première étape a lieu pendant le printemps et l'été (d'avril à août). Elle se caractérise par des valeurs mensuelles très élevées, toujours supérieures à 7 et oscillant entre 7,5 et 8,134. A l'exception de juin où l'on observe une chute assez appréciable du coefficient de condition (7,481), l'embonpoint se maintient à un niveau élevé. Les valeurs les plus grandes sont celles de juillet et d'août (8,123 et 8,134). C'est la période qui constitue la phase d'engraissement de la sardine. Nous avons, en effet, constaté la présence dans la cavité abdominale des individus de grandes quantités de graisse entourant plus ou moins complètement les viscères. La deuxième étape débute en septembre et s'achève en mars, couvrant ainsi l'automne et l'hiver. Les coefficients de condition qui sont alors faibles et varient entre 6,058 et 7,132, atteignent leur niveau le plus bas en février. C'est la période d'amaigrissement de la sardine dont la cavité générale est dépourvue de graisse, notamment pendant les mois d'hiver. Le cycle sexuel ne semble avoir aucune influence sur l'embonpoint, puisque à la mauvaise condition hivernale correspond le développement maximum des ovaires ; le phénomène inverse se produit en été.

b) Mâles

L'isométrie caractérisant l'accroissement pondéral relatif de la sardine mâle est en fait la conséquence

des résultats obtenus mensuellement. En effet, la pente est assimilable à 3 pendant huit mois sur douze. C'est seulement en février, mars, avril et septembre qu'elle diffère significativement de 3 en lui étant supérieure.

Confrontées successivement deux à deux, les équations d'allométrie ne diffèrent pas significativement par la pente, à l'exception de janvier-février et août-septembre. Par conséquent, de février à août et de septembre à janvier, il est permis d'assimiler les différentes droites à des parallèles. Pour ce qui est des positions; il n'existe pas de différence significative ni entre avril-mai et juillet-août ni entre tous les mois pris deux à deux de la période allant de septembre à décembre.

Les coefficients moyens (Km) de condition, calculés mensuellement, sont dans l'ensemble, légèrement plus faibles que les coefficients composites (Kc) ; ils restent toutefois très proches et parfois même confondus. Comme pour les femelles, leur évolution annuelle s'effectue en deux étapes. La première s'étend d'avril à août et correspond à la période d'engraissement. Elle se distingue par des valeurs supérieures à 7, oscillant entre 7,342 et 8,129. Au cours de la deuxième, qui va de septembre à mars, les valeurs basses (5,128-6,848) traduisent en revanche, une nette détérioration de l'embonpoint. Là aussi, l'accroissement des testicules, en hiver, ne contribue pas à l'amélioration de la condition.

Comparaison des femelles et des mâles

Les droites d'allométrie des femelles et des mâles, établies mensuellement, sont assimilables entre elles en avril, mai, juin, septembre et octobre. Pour les autres mois, elles diffèrent significativement, soit par la pente (février, novembre), soit par la position (janvier, mars, juillet, août et décembre).

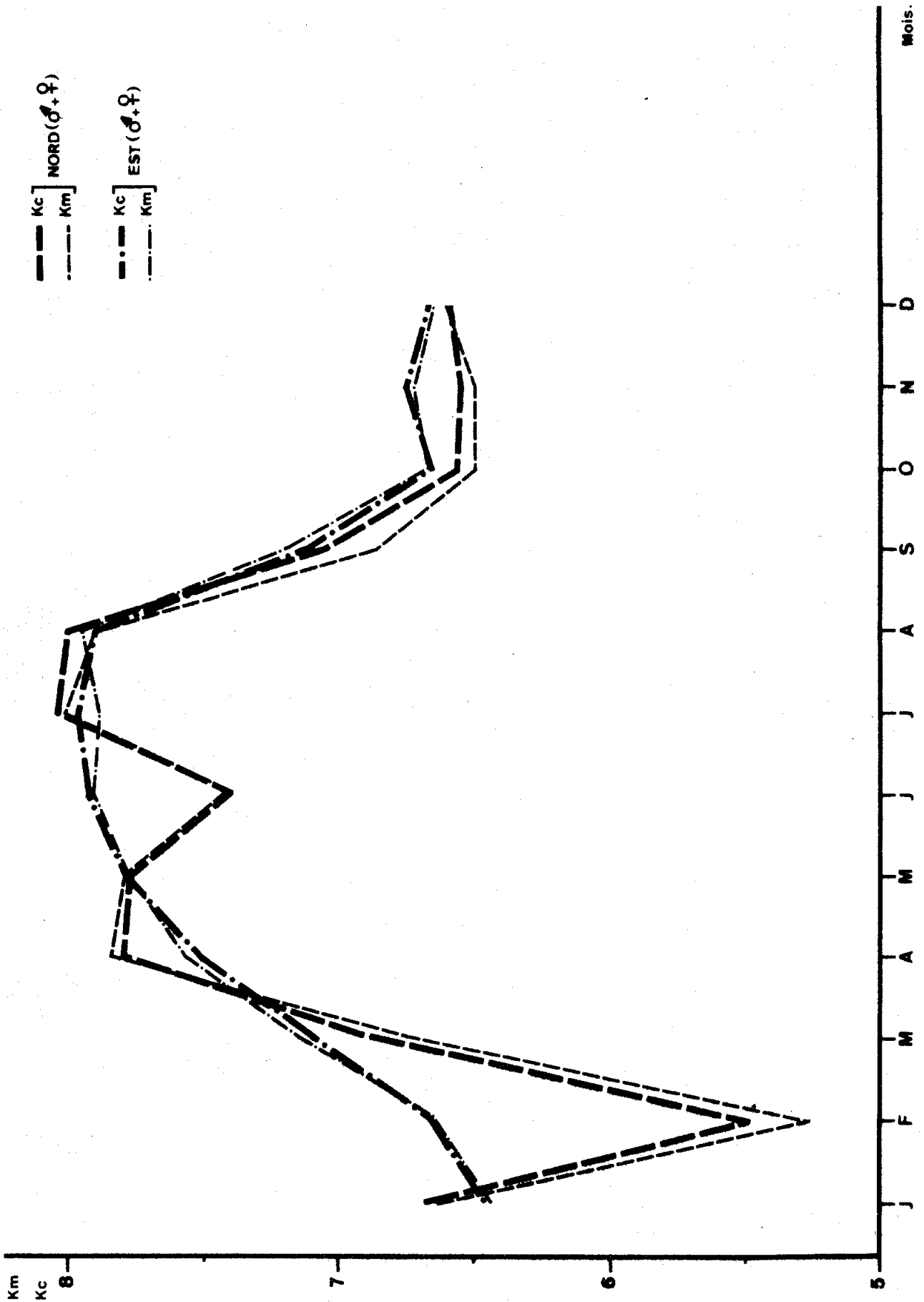


Fig. 137. - Variations en fonction des mois des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition de la sardine des régions nord et est.

Les valeurs des coefficients de condition des mâles sont, quel que soit le mois, inférieures à celles des femelles, ce qui démontre que pour une taille donnée, les mâles sont plus légers que les femelles. Mais la condition des deux sexes évolue d'une manière parfaitement parallèle au cours de l'année. Comme nous l'avons signalé, cette évolution se fait en deux étapes principales: une phase d'engraissement (d'avril à août) et une phase d'amaigrissement (de septembre à mars). Pour ce qui est des glandes sexuelles, leur rôle dans l'évolution de l'embonpoint semble négligeable, car au maximum de leur développement en hiver, la condition se trouve à son niveau le plus bas. Les fluctuations de la condition sont régies essentiellement par la quantité de graisse musculaire et mésentérique.

2- Région est (tabl.167 à 169 et 173-174-176 ; fig.137).

Dans cette région, la relation taille-poids est étudiée d'après l'examen de 1 540 individus récoltés durant la période 1974-1977. A l'exception d'une cinquantaine de spécimens, tous sont adultes et se répartissent en 830 femelles et 710 mâles: Leur longueur totale se situe dans l'intervalle de taille compris entre 112-212 mm pour les femelles et 112-197 mm pour les mâles. Les équations d'allométrie sont les suivantes :

$$\text{total,} \quad : \quad W = 4,0509.10^{-6} LT^{3,11817}$$

$$\text{femelles:} \quad W = 4,2588.10^{-6} LT^{3,10778}$$

$$\text{mâles} \quad : \quad W = 3,7278.10^{-6} LT^{3,13537}$$

La pente de ces équations diffère significativement de 3 en lui étant supérieure, mettant ainsi en évidence une allométrie majorante aussi bien dans l'effectif total que dans les deux sexes pris séparément. Il n'existe pas

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (±)
J	log W = 2,66759 log LT - 399	35	0,95357	0,05513	112 - 157	2,38 (+)
F	log W = 2,85770 log LT - 4,87074	152	0,95961	0,05257	127 - 172	2,17 (+)
M	log W = 2,98111 log LT - 5,09959	30	0,93823	0,05564	172 - 212	0,10 (-)
A	log W = 3,48454 log LT - 6,18881	69	0,94200	0,04483	147 - 177	3,39 (+)
M	log W = 3,31851 log LT - 5,81705	66	0,91000	0,05155	147 - 182	1,85 (-)
J	log W = 3,28692 log LT - 5,73049	35	0,94265	0,04455	137 - 167	1,50 (-)
J	log W = 3,45048 log LT - 6,07917	148	0,96757	0,04432	122 - 177	6,24 (+)
A	log W = 3,12284 log LT - 5,36051	120	0,97171	0,04585	117 - 152	1,80 (-)
S	log W = 3,21409 log LT - 5,59891	59	0,84686	0,08816	117 - 142	0,94 (-)
O	log W = 3,34560 log LT - 5,92177	65	0,86015	0,06619	132 - 162	1,60 (-)
N	log W = 2,98056 log LT - 5,12860	24	0,95569	0,06415	122 - 167	0,10 (-)
D	log W = 3,01100 log LT - 5,19824	27	0,97351	0,02904	147 - 177	0,08 (-)
TOTAL	log W = 3,10778 log LT - 5,37071	830	0,95281	0,08901	112 - 212	3,29 (+)

Tabl. 167. - Equations mensuelles de la relation taille-poids (LT en mm ; W en g) chez la sardine femelle de la région est. n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2 dy : variabilité de l'ordonnée ; t (+) : valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 3.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (±)
J	log W = 2,93098 log LT - 5,04392	36	0,95861	0,06225	112 - 157	0,48 (-)
F	log W = 2,84151 log LT - 4,84764	87	0,95925	0,05507	122 - 167	1,82 (-)
M	log W = 3,46092 log LT - 6,19074	55	0,85599	0,05627	162 - 197	1,87 (-)
A	log W = 3,22836 log LT - 5,62451	49	0,91927	0,04043	142 - 172	1,23 (-)
M	log W = 3,60395 log LT - 6,43903	43	0,87822	0,05596	147 - 177	2,24 (+)
J	log W = 2,86255 log LT - 4,80119	29	0,91848	0,04784	137 - 162	0,63 (-)
J	log W = 3,02472 log LT - 5,15377	140	0,94640	0,05163	112 - 162	0,30 (-)
A	log W = 3,19184 log LT - 5,50863	114	0,93539	0,06640	117 - 152	1,80 (-)
S	log W = 3,60150 log LT - 6,40884	63	0,81011	0,10085	117 - 142	2,22 (+)
O	log W = 3,10088 log LT - 5,39819	54	0,94576	0,04042	127 - 167	0,72 (-)
N	log W = 2,91431 log LT - 4,98780	21	0,96951	0,05250	122 - 162	0,52 (-)
D	log W = 2,69255 log LT - 4,50569	19	0,95982	0,03592	142 - 177	1,68 (-)
TOTAL	log W = 3,13537 log LT - 5,42855	710	0,95232	0,09363	112 - 197	31,58 (+)

Tabl. 168. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez la sardine mâle de la région est.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (±)
J	log W = 2,81597 log LT - 4,79969	71	0,95568	0,05957	112 - 157	1,84 (-)
F	log W = 2,93206 log LT - 5,03586	239	0,97177	0,05525	122 - 172	1,51 (-)
M	log W = 3,22706 log LT - 5,66122	85	0,90380	0,05739	162 - 212	1,50 (-)
A	log W = 3,36298 log LT - 5,92021	118	0,94447	0,04329	142 - 177	3,54 (+)
M	log W = 3,32205 log LT - 5,82209	109	0,91493	0,05347	147 - 182	2,48 (+)
J	log W = 3,06249 log LT - 5,23721	64	0,94160	0,04707	137 - 167	0,48 (-)
J	log W = 3,22995 log LT - 5,59883	288	0,95695	0,04956	112 - 177	4,15 (+)
A	log W = 3,15775 log LT - 5,53551	234	0,95499	0,05698	117 - 152	2,56 (+)
S	log W = 3,40444 log LT - 5,99744	122	0,82758	0,09447	117 - 142	2,33 (+)
O	log W = 3,23815 log LT - 5,69159	119	0,90602	0,05853	127 - 167	1,88 (-)
N	log W = 2,95114 log LT - 5,06605	45	0,96227	0,05894	122 - 167	0,40 (-)
D	log W = 2,91620 log LT - 4,99183	46	0,96845	0,03398	142 - 177	0,76 (-)
TOTAL	log W = 3,11817 log LT - 5,39245	1540	0,95363	0,09121	112 - 212	4,94 (+)

Tabl. 169. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez la sardine (sardine mâle) de la région est.

de différence significative de pente ni de position entre les femelles et les mâles ($t_{pe} = 0,57$; $t_{po} = 0,74$).

a) Femelles

Les valeurs de la pente des équations obtenues mensuellement ne diffèrent pas significativement de 3 sauf pour janvier, février, avril et juillet où elles sont significativement plus grandes. Confrontées deux à deux suivant la succession naturelle des mois, ces pentes ne laissent pas déceler de différence significative sauf entre mars-avril et juillet-août. Ainsi, pour deux mois consécutifs, l'accroissement pondéral relatif est pratiquement le même et son évolution annuelle se fait d'une manière imperceptible. Il n'en est pas de même des positions qui diffèrent significativement d'un mois à l'autre sauf pour avril-mai, octobre-novembre et novembre-décembre.

Les valeurs des coefficients composite et moyen de condition, très voisines les unes des autres et souvent même confondues pour un mois donné, s'expliquent par l'isométrie observée dans la plupart des mois. Comme pour la région nord, leurs variations en fonction des mois mettent en évidence une évolution en deux temps de l'embonpoint. La première période s'étend de mars à septembre et se caractérise par des valeurs toujours supérieures à 7, fluctuant entre 7,132 et 7,959. Celles-ci augmentent d'une manière régulière de mars à juillet-août où elles atteignent leur maximum pour subir une diminution très nette en septembre. C'est la période faste de la sardine, au cours de laquelle se produit une grande accumulation des réserves lipidiques essentiellement sous forme de graisse mésentérique. Durant la deuxième période qui va d'octobre à février, les faibles valeurs des coefficients de condition (comprises entre 6,4 et 6,7) attestent au contraire d'une mauvaise condition.

b) Mâles

A l'exception de mai et septembre, l'absence de différence significative de la pente par rapport à 3 pour les divers mois de l'année, indique une croissance pondérale mensuelle isométrique des sardines mâles. La confrontation deux à deux des équations permet de déceler seulement deux différences significatives de pente (entre février - mars et mai-juin) et trois différences significatives de position (mars-avril, août-septembre et septembre-octobre). Ces différences s'observent particulièrement au moment du passage de la phase d'engraissement à celle d'amaigrissement.

Les valeurs des coefficients composite et moyen de condition sont très voisines et varient de la même manière en fonction des mois.

c) Comparaison des femelles et des mâles

La similitude de l'accroissement pondéral relatif des femelles et des mâles, mise en évidence pour les effectifs globaux, se retrouve au niveau des observations mensuelles. En effet, pour tous les mois, à l'exception de février et juillet, aucune différence significative de pente ni de position n'a pu être décelée entre les deux sexes. Leur condition est par conséquent la même et évolue d'une manière simultanée au cours de l'année suivant les deux phases décrites plus haut.

3- Comparaison des régions nord et est

(tabl.170 à 174 et 177 ; fig.137 et 138).

Dans les deux régions, les équations d'allométrie établies d'après l'effectif total, l'effectif des femelles et celui des mâles, comparées respectivement deux à deux présentent dans les trois cas des différences hautement significatives au niveau de la position (effectif total :

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
J	log W = 3,12062 log LT - 5,42649	259	0,97352	0,07747	107 - 187	2,71 (+)
F	log W = 2,76848 log LT - 4,67968	185	0,96894	0,06246	127 - 212	4,57 (+)
M	log W = 3,32217 log LT - 5,87957	211	0,93356	0,05936	152 - 212	3,91 (+)
A	log W = 3,41913 log LT - 6,03431	157	0,96719	0,06035	132 - 197	6,00 (+)
M	log W = 3,40719 log LT - 6,01069	83	0,91942	0,05253	147 - 182	2,73 (+)
J	log W = 2,89146 log LT - 4,87446	64	0,93222	0,05041	137 - 182	0,81 (-)
J	log W = 3,37022 log LT - 5,90376	186	0,97173	0,04326	122 - 177	6,31 (+)
A	log W = 3,09500 log LT - 5,30197	151	0,99075	0,04871	117 - 197	0,23 (-)
S	log W = 3,07685 log LT - 5,31365	76	0,97454	0,08789	117 - 187	0,96 (-)
O	log W = 3,19546 log LT - 5,59963	90	0,92334	0,06324	132 - 172	1,49 (-)
N	log W = 3,19592 log LT - 5,60526	97	0,97942	0,06665	122 - 202	2,96 (+)
D	log W = 3,00664 log LT - 5,18978	120	0,95965	0,04232	142 - 182	0,08 (-)
TOTAL	log W = 3,06429 log LT - 5,28533	1679	0,95942	0,09078	107 - 212	3,04 (+)

Tabl. 170. - Equations mensuelles de la relation taille-poids (LT en mm ; W en g) chez la sardine femelle des régions nord et est.
n : effectif ; r : coefficient de corrélation ; 2 dy : variabilité de l'ordonnée ; t (+) : valeur du test t et signification de l'écart par rapport à 3.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
J	log W = 3,10002 log LT - 5,40900	277	0,93898	0,08773	107 - 177	1,55 (-)
F	log W = 2,39588 log LT - 3,91296	235	0,80225	0,16622	122 - 197	6,45 (+)
M	log W = 3,45465 log LT - 6,18444	292	0,89150	0,07225	132 - 197	4,95 (+)
A	log W = 3,31017 log LT - 5,80026	102	0,95416	0,05635	127 - 182	3,13 (+)
M	log W = 3,53502 log LT - 5,28995	60	0,87495	0,05670	147 - 177	2,38 (+)
J	log W = 2,48758 log LT - 3,99631	60	0,91582	0,04603	137 - 172	3,91 (+)
J	log W = 2,98767 log LT - 5,07400	164	0,95155	0,05109	112 - 172	0,17 (-)
A	log W = 2,98805 log LT - 5,07965	132	0,97022	0,06614	117 - 182	0,19 (-)
S	log W = 3,03351 log LT - 5,22514	89	0,97312	0,09660	117 - 187	0,45 (-)
O	log W = 3,09374 log LT - 5,38489	70	0,90986	0,06555	117 - 167	0,60 (-)
N	log W = 2,95239 log LT - 5,09201	146	0,97160	0,06077	117 - 182	0,75 (-)
D	log W = 2,93194 log LT - 5,03881	75	0,88786	0,05308	137 - 177	0,43 (-)
TOTAL	log W = 2,92214 log LT - 4,99817	1702	0,92743	0,11538	107 - 197	2,94 (+)

Tabl. 171. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez la sardine mâle des régions nord et est.

Mois	Equations	n	r	2dy	LT	t (+)
J	log W = 3,18244 log LT - 5,57308	536	0,95949	0,08816	107 - 187	4,70 (+)
F	log W = 2,54719 log LT - 4,22297	420	0,94261	0,09032	122 - 212	10,88 (+)
M	log W = 3,44907 log LT - 6,16890	503	0,91942	0,06845	132 - 212	7,41 (+)
A	log W = 3,40000 log LT - 5,99396	259	0,96460	0,05936	127 - 197	7,15 (+)
M	log W = 3,08705 log LT - 5,29877	223	0,98385	0,05204	112 - 182	2,35 (+)
J	log W = 2,77432 log LT - 4,61986	124	0,93098	0,05125	137 - 182	2,46 (+)
J	log W = 3,19188 log LT - 5,51607	350	0,96205	0,04858	112 - 177	4,11 (+)
A	log W = 3,06694 log LT - 5,2446	283	0,98390	0,05850	117 - 197	2,05 (+)
S	log W = 3,05106 log LT - 5,26081	165	0,97365	0,09312	117 - 187	0,94 (-)
O	log W = 3,18213 log LT - 5,57273	160	0,92549	0,06523	117 - 172	1,90 (-)
N	log W = 3,09795 log LT - 5,39696	243	0,97472	0,06582	117 - 202	2,20 (+)
D	log W = 3,10761 log LT - 5,41580	195	0,95731	0,04937	137 - 182	1,66 (-)
TOTAL	log W = 3,00507 log LT - 5,16627	3461	0,94205	0,10707	107 - 212	0,29 (-)

Tabl. 172. - Equations mensuelles de la relation taille-poids chez la sardine (femelle + mâle) des régions nord et est.

	J - F	F - M	M - A	A - M	M - J	J - J	J - A	A - S	S - O	O - N	N - D	D - J
	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps
♀ N	4,30 (+)	4,27 (+)	0,39 14,55 (-) (+)	0,97 0,26 (-) (-)	1,70 4,67 (-) (+)	0,38 6,87 (-) (+)	0,93 1,04 (-) (-)	2,48 (+)	2,93 (+)	1,14 1,07 (-) (-)	3,18 (+)	0,64 3,69 (-) (+)
♂ N	2,01 (+)	0,67 25,45 (-) (+)	0,28 10,45 (-) (+)	0,13 0,38 (-) (-)	1,12 2,25 (-) (+)	0,21 4,53 (-) (+)	0,14 0,87 (-) (-)	2,15 (+)	1,76 0,36 (-) (-)	0,57 0,02 (-) (-)	0,73 0,24 (-) (-)	0,76 0,40 (-) (-)
♀ + ♂ N	5,28 (+)	3,88 (+)	0,44 18,78 (-) (+)	2,97 (+)	0,02 6,23 (-) (+)	0,71 8,35 (-) (+)	1,67 1,66 (-) (-)	2,50 (+)	2,96 (+)	0,55 1,32 (-) (-)	0,93 1,91 (-) (-)	1,42 2,10 (-) (+)
♀ E	1,28 (-)	0,64 (-)	2,20 (+)	0,75 0,92 (-) (-)	0,12 2,57 (-) (+)	0,82 2,09 (-) (+)	3,31 (+)	0,49 8,53 (-) (+)	0,41 3,25 (-) (+)	1,28 0,64 (-) (-)	0,11 0,30 (-) (-)	1,40 3,52 (-) (+)
♂ E	0,56 (-)	1,03 (+)	0,74 4,40 (-) (+)	1,17 1,25 (-) (-)	2,12 (+)	0,67 0,08 (-) (-)	1,25 0,46 (-) (-)	1,63 5,88 (-) (+)	1,54 4,16 (-) (+)	0,90 1,36 (-) (-)	0,84 0,10 (-) (-)	1,64 0,79 (-) (-)
♀ + ♂ E	1,81 (-)	1,93 (+)	0,77 6,70 (-) (+)	0,25 2,07 (-) (+)	1,37 2,88 (-) (+)	1,15 1,00 (-) (-)	0,88 2,82 (-) (+)	1,61 10,00 (-) (+)	0,74 5,34 (-) (+)	1,63 1,30 (-) (-)	0,19 0,30 (-) (-)	0,54 3,48 (-) (+)
♀ T	4,95 (+)	1,79 (-)	0,90 14,86 (-) (+)	0,07 0,78 (-) (-)	2,58 (+)	3,59 (+)	3,93 (+)	0,24 10,90 (-) (+)	0,69 4,47 (-) (+)	0,00 0,89 (-) (-)	1,66 0,82 (-) (-)	0,87 3,40 (-) (+)
♂ T	5,86 (+)	6,17 (+)	0,97 12,88 (-) (+)	0,92 1,03 (-) (-)	4,15 (+)	3,18 (+)	0,00 1,25 (-) (+)	0,46 8,75 (-) (+)	0,29 4,30 (-) (+)	0,86 0,75 (-) (+)	0,13 0,01 (-) (-)	0,68 0,82 (-) (-)
♀ + ♂ T	11,19 (+)	11,42 (+)	0,60 21,00 (-) (+)	14,72 (+)	3,13 (+)	4,16 (+)	2,11 (+)	0,27 13,90 (-) (+)	1,03 6,10 (-) (+)	0,79 1,90 (-) (-)	0,11 0,82 (-) (-)	0,68 1,78 (-) (-)

Tabl. 173. - Comparaison des équations mensuelles de la relation taille poids chez la sardine.

	J		F		M		A		M		A		J		J		A		S		O		N		D	
	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo	tpe	tpo
(N) ♀ - ♂	0,39 (-)	7,57 (+)	0,09 (-)	2,58 (+)	0,55 (-)	1,8 (-)	0,78 (-)	1,61 (-)	0,83 (+)	0,73 (-)	1,40 (-)	2,20 (+)	1,21 (-)	2,20 (+)	0,72 (-)	0,44 (-)	1,36 (-)	0,43 (-)	3,50 (+)	0,70 (-)	2,73 (+)					
(E) ♀ - ♂	1,30 (-)	0,11 (-)	1,53 (-)	1,52 (-)	1,02 (-)	0,84 (-)	0,92 (-)	1,46 (-)	1,47 (-)	0,51 (-)	3,87 (+)		0,55 (-)	0,56 (-)	1,10 (-)	0,17 (-)	0,95 (-)	1,01 (-)	0,26 (-)	0,15 (-)	1,43 (-)	1,34 (-)				
(T) ♀ - ♂	0,27 (-)	7,17 (+)	1,05 (-)	2,51 (+)	0,88 (-)	1,15 (-)	0,48 (-)	0,62 (+)	2,15 (+)		4,15 (+)		1,56 (-)	1,64 (-)	0,39 (-)	0,52 (-)	0,50 (-)	0,93 (-)	2,75 (+)	0,45 (-)	2,91 (+)					
N/E ♀	2,27 (+)		1,67 (-)	2,02 (+)	0,46 (-)	4,09 (+)	1,29 (-)	2,33 (+)	0,43 (-)	4,69 (+)	2,86 (+)		0,77 (-)	0,87 (-)	2,21 (+)		0,54 (-)	1,48 (-)	2,22 (+)	0,02 (-)	0,31 (-)					
N/E ♂	0,96 (-)	0,97 (-)	0,32 (-)	1,95 (+)	0,30 (-)	0,92 (-)	0,47 (-)	1,18 (-)	0,01 (-)	3,99 (+)	1,00 (-)	0,34 (-)	1,10 (-)	2,18 (+)	0,52 (-)	3,21 (+)	0,71 (-)	1,05 (-)	0,63 (-)	2,48 (+)	0,43 (-)	1,90 (-)				
N/E. T	2,56 (+)		1,08 (-)	2,35 (+)	0,17 (-)	3,73 (+)	1,45 (-)	2,07 (+)	0,28 (-)	6,64 (+)	1,96 (+)		0,88 (-)	2,37 (+)	1,90 (-)	3,95 (+)	0,46 (-)	1,49 (-)	1,39 (+)	0,41 (-)	0,92 (-)					

Tabl. 174. - Comparaison des équations mensuelles de la relation taille-poids, chez la sardine, en fonction des sexes et des régions.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Femelles	n	224	33	181	88	17	29	38	31	17	25	73	93
	Kc	6,929	6,058	7,026	7,892	7,994	7,481	8,123	8,134	7,132	6,618	6,711	6,681
	Km	6,835	6,071	6,995	7,978	7,944	7,444	8,131	8,109	6,905	6,590	6,683	6,677
Mâles	n	241	148	237	53	17	31	24	18	26	16	125	56
	Kc	6,443	5,361	6,762	7,655	7,703	7,341	7,928	7,785	6,996	6,485	6,470	6,469
	Km	6,384	5,128	6,596	7,597	7,614	7,342	8,129	7,688	6,848	6,458	6,441	6,473
Total	n	465	181	418	141	114	60	62	49	43	41	198	149
	Kc	6,677	5,488	6,876	7,803	7,786	7,396	8,048	8,006	7,050	6,566	6,559	6,601
	Km	6,643	5,275	6,757	7,853	7,795	7,409	8,030	7,913	6,873	6,515	6,515	6,614

Tabl. 175. - Variations annuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez la sardine de la région nord.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Femelles	n	35	152	30	69	66	35	148	120	59	65	24	27
	Kc	6,469	6,686	7,223	7,530	7,789	7,960	7,986	7,902	7,126	6,727	6,775	6,702
	Km	6,446	6,608	7,203	7,614	7,738	7,859	7,941	7,959	7,132	6,715	6,752	6,700
Mâles	n	36	87	55	49	43	29	140	114	63	54	21	19
	Kc	6,470	6,632	7,031	7,484	7,814	7,885	7,950	7,907	7,112	6,610	6,750	6,625
	Km	6,446	6,462	7,047	7,530	7,857	7,943	7,925	7,935	7,270	6,612	6,728	6,568
Total	n	71	239	85	118	109	64	288	234	122	119	45	46
	Kc	6,469	6,666	7,098	7,511	7,799	7,926	7,968	7,905	7,119	6,674	6,763	6,670
	Km	6,442	6,562	7,151	7,571	7,788	7,927	7,892	7,946	7,189	6,673	6,738	6,663

Tabl. 176. - Variations annuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez la sardine de la région est.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Femelles	n	259	185	211	157	83	64	186	151	76	90	97	120
	Kc	6,867	6,574	7,054	7,733	7,831	7,743	8,014	7,950	7,127	6,697	6,727	6,686
	Km	6,829	6,391	7,049	7,832	7,789	7,702	7,957	8,058	7,141	6,708	6,713	6,682
Mâles	n	277	235	292	102	60	60	164	132	89	70	146	75
	Kc	6,447	5,831	6,813	7,573	7,782	7,604	7,947	7,890	7,078	6,581	6,510	6,508
	Km	6,395	5,758	6,644	7,554	7,799	7,634	7,934	7,842	7,045	6,556	6,506	6,484
Total	n	536	420	503	259	223	124	350	283	165	160	243	195
	Kc	6,649	6,158	6,914	7,670	7,792	7,670	7,983	7,922	7,100	6,646	6,597	6,617
	Km	6,630	5,944	6,824	7,745	7,755	7,646	7,903	7,984	7,086	6,611	6,582	6,624

Tabl. 177. - Variations annuelles des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition chez la sardine des deux régions réunies.

tpe = 0,64 ; tpo = 19,19 ; femelles : tpe = 0,97 ; tpe = 8,51 ; mâles : tpe = 1,48 ; tpo = 19,43). Ainsi, si le taux d'accroissement pondéral est pratiquement le même dans les deux régions, en revanche, la sardine de l'est est relativement un peu plus lourde que celle de la région nord ; pour une taille moyenne de 150 mm, la différence est de l'ordre de deux grammes.

La comparaison mensuelle entre le nord et l'est montre que chez les femelles les droites peuvent être confondues pour août, octobre et décembre. En revanche, elles diffèrent significativement pour tous les autres mois, soit par la position (de mars à juin), soit par la pente (janvier, février, juillet, septembre et novembre). Chez les mâles, durant six mois sur douze, les droites sont semblables (janvier, avril, mai, juillet, octobre et décembre) ; elles diffèrent significativement par la pente en février et par la position en mars, juin, août, septembre et novembre. Pour l'effectif global (femelles + mâles), les droites sont assimilables seulement en octobre et décembre ; elles sont différentes significativement par la position de mars à juin et en août-septembre et par la pente en janvier, février, juillet et novembre.

Les deux étapes qui caractérisent l'évolution de la condition s'effectuent à la même époque dans les deux régions nord et est (fig.137).

En considérant l'ensemble des secteurs prospectés du littoral tunisien, nous avons examiné un effectif global de 3 461 sardines dans lesquelles nous avons distingué 1 679 femelles et 1 702 mâles. Leur longueur totale, presque la même pour les deux sexes, est comprise dans l'éventail de taille 107-212 mm.

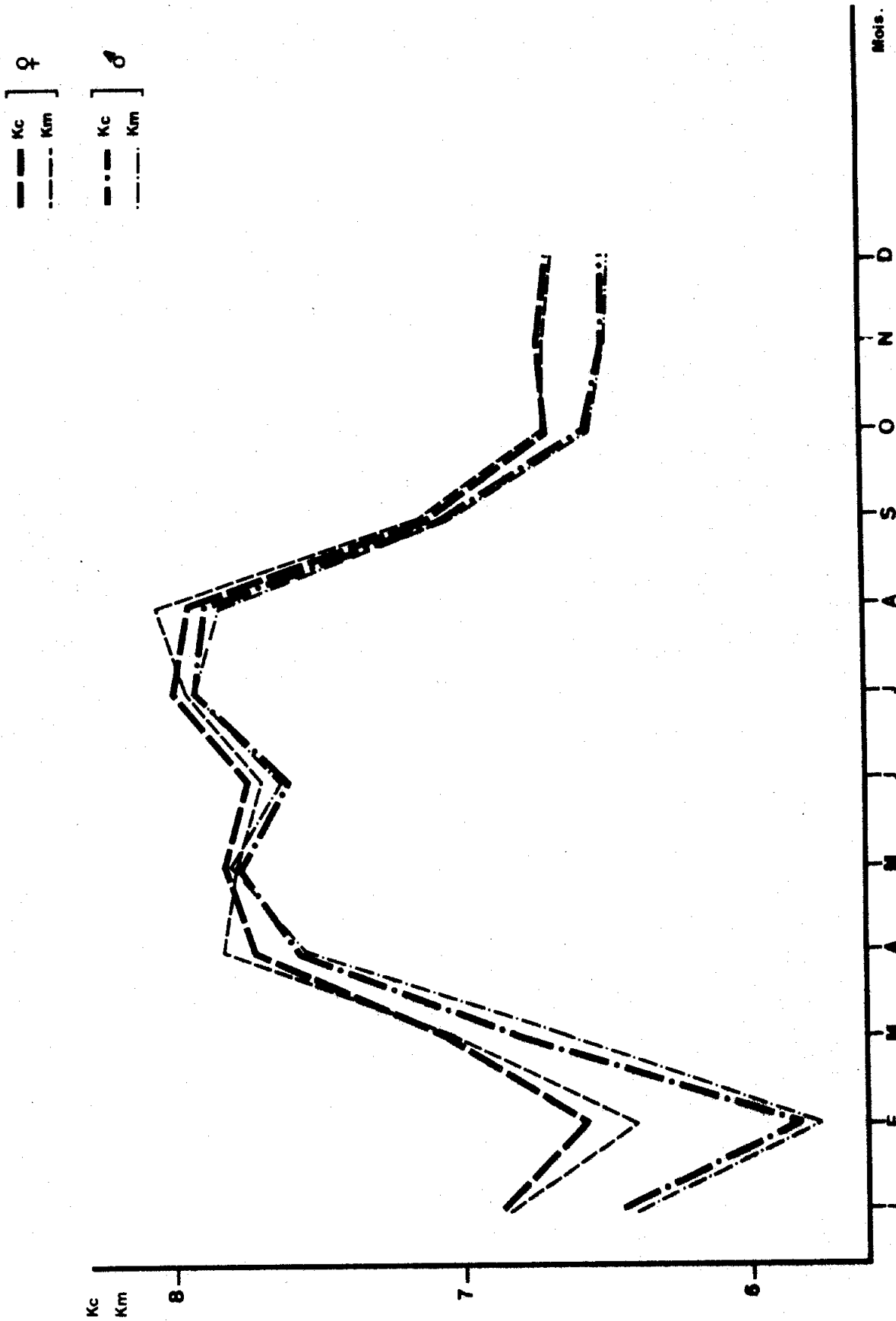


Fig. 138. - Variations en fonction des mois des coefficients composite (Kc) et moyen (Km) de condition de la sardine femelle et mâle des deux régions nord et est réunies.

Les équations allométriques sont :

$$\text{total} \quad : \quad W = 6,8192 \cdot 10^{-6} \text{ LT}^{3,00507}$$

$$\text{femelles} \quad : \quad W = 5,1841 \cdot 10^{-6} \text{ LT}^{3,06429}$$

$$\text{mâles} \quad : \quad W = 1,0042 \cdot 10^{-5} \text{ LT}^{2,92214}$$

La comparaison de la pente à 3, met en évidence une croissance isométrique pour l'effectif total ($t = 0,29$), une allométrie majorante pour les femelles ($t = 3,04$) et une allométrie minorante pour les mâles ($t = 2,94$). Il existe par ailleurs une différence significative au niveau des pentes des droites des deux sexes ($t_{pe} = 4,19$) correspondant à un taux d'accroissement pondéral plus élevé chez les femelles. Il en résulte une différence de poids d'environ 5 g au profit des femelles à la taille de 200 mm.

Les équations établies mensuellement pour les mâles, d'une part, et pour les femelles, d'autre part, peuvent être confondues pour avril-mai et août-septembre-octobre. Elles diffèrent par la pente en février, juin, juillet et novembre et par la position en janvier, mars et décembre.

En ce qui concerne les valeurs des coefficients composite et moyen de condition, elles sont, quel que soit le mois, plus faibles chez les mâles que chez les femelles (fig. 138). Mais, comme le montre la comparaison des équations, la supériorité de la condition des femelles n'est significative ni en avril-mai, ni en août-septembre-octobre. L'évolution de la condition dans le temps est synchronisée chez les deux sexes. Elle s'effectue comme nous l'avons vu, en deux étapes avec une période d'engraissement d'avril à août et une période d'amaigrissement de septembre à mars.

D- CONCLUSION

L'étude biologique de la sardine des côtes tunisiennes nous apporte les résultats suivants :

- L'observation des écailles et l'analyse des distributions de fréquence de taille ont permis l'évaluation des longueurs atteintes par les individus au bout de chacune des six premières années de vie.
- Il ne semble pas exister de différences de croissance entre la sardine de la région nord et celle de la région est.
- Un dimorphisme sexuel au niveau de la croissance a pu être démontré. Les femelles grandissent plus vite et acquièrent un poids plus important que les mâles durant une même période d'existence.
- Les proportions des sexes ne sont pas les mêmes dans les deux régions. Les mâles sont plus nombreux que les femelles dans le nord et moins nombreux dans l'est.
- L'évolution saisonnière du sex-ratio diffère d'une région à l'autre.
- L'évolution du sex-ratio en fonction de la taille est semblable dans les deux régions.
- Le sex-ratio de la sardine des côtes tunisiennes prises dans leur ensemble est voisin de 1. Faible en automne et en hiver (saison de reproduction), le taux de féminité est, par contre, élevé le reste de l'année (printemps-été). L'évolution des proportions des sexes en fonction de la longueur se caractérise par une dominance des mâles dans les petites classes de taille et une dominance des femelles dans les plus grandes. La supériorité numérique des femelles au niveau des grandes classes s'explique par leur croissance plus rapide.

- 50% des femelles et des mâles atteignent leur première maturité sexuelle à une taille respectivement égale à 123 mm et 118 mm. Les premières sont toutes adultes à 147 mm, les seconds à 142 mm. La plupart des individus mâles et femelles sont mûrs à 2 ans.
- La période de ponte s'étale de novembre à mars. Elle semble légèrement plus précoce dans la région est. Les femelles effectuent plusieurs actes de ponte au cours d'une même saison de reproduction.
- La fécondité individuelle varie de 5 332 à 38 505 ovocytes pour un éventail de taille compris entre 120 et 210 mm. La fécondité relative moyenne est d'environ 562 ovocytes par gramme de poids corporel.
- Le taux d'accroissement pondéral de la sardine est identique dans les deux régions. Mais, pour une taille donnée, les individus du nord semblent légèrement moins lourds que ceux de la région est. Etant donné la grande variation individuelle au sein d'un même échantillon, cette différence, estimée à 2 g pour une taille de 150 mm, nous paraît trop faible pour avoir une signification biologique.
- Dans les deux régions, la sardine engraisse au printemps et en été et subit une perte en poids assez appréciable en automne et en hiver. La diminution du poids des individus est faiblement compensée par le développement des gonades en hiver.

III- ETUDE COMPAREE DES POPULATIONS ATLANTO-MEDITERRANEENNES

A- AGE ET CROISSANCE

L'étude comparative de l'âge et de la croissance, d'après les résultats fournis par les auteurs dans différentes

régions, ne peut être qu'imprécise en raison de la diversité des méthodes employées et des difficultés dans la lecture et l'interprétation des anneaux d'arrêt de croissance. Sans aller jusqu'à évoquer les données obtenues par l'observation des otolithes ou par l'analyse des polygones de fréquence de taille, les valeurs calculées par la seule méthode scalimétrique restent difficilement comparables, entre autres, pour les raisons signalées par ANDREU et FUSTER DE PLAZA (1962 a): les anneaux préhivernaux peuvent être confondus avec les vrais anneaux d'arrêt de croissance et la taille est souvent déterminée par la méthode de simple proportionnalité de Lea.

Quoi qu'il en soit, nous n'envisageons pas dans ce paragraphe une étude comparative détaillée à laquelle les auteurs ont consacré de nombreux travaux. Néanmoins, afin de pouvoir situer la sardine des côtes tunisiennes par rapport aux autres populations de l'espèce, nous passons en revue, chaque fois que cela est possible, les résultats les plus récents correspondant, d'une part, à chacune des races atlantiques définies par FURNESTIN (1945) et, d'autre part, à celles des différents groupements mis en évidence en Méditerranée par LARRANETA (1968) :

- Atlantique septentrional: Boulogne (LE GALL, 1928);
côtes basques (LARRANETA, 1951).
- Atlantique méridional: Galice (LOPEZ VEIGA, 1978).
- Atlantique marocain : Agadir (BELVEZE et RAMI, 1978).
- Atlantique saharien : Cap Blanc de Mauritanie
(BELVEZE et RAMI, 1978).
- Açores (LETACONNOUX, 1953).

Secteurs	Auteurs	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
A. septentrional	Le Gall, 1928	115	177	209	217	223	228
"	Larraneta, 1951	103	142	164	183		
A. méridional	Lopez Veiga, 1978	144	178	198	211	218	223
A. marocain	Belveze et Rami, 1978	125	173	192	199	201	202
A. saharien	Belveze et Rami, 1978	119	186	212	222	226	227
Açores	Letaconnoux, 1953	92	129	143			
Malaga	Bardan et Navarro, 1952	135	165				
Alicante	Larraneta, 1975	134	157	174	187	196	203
Castellon	Larraneta et Lopez, 1957	107	129	146	163	172	175
Baléares	Andreu <i>et al.</i> , 1950	138	156	184	193	200	
Sète	Lee, 1962	103	138	152	165	175	183
Adriatique	Mozzi et Duo, 1959	128	149	160	165		
Egée	Laskaridis, 1948	112	136	145	153	161	188
Al Hoceima	Belveze et Rami, 1978	146	167	180	188	193	197
Alger	Fage, 1920	87	120	143	150		
Alger	Murat, 1935	110	145	155	160		
Alger	Dieuzeide et Roland, 1957	(75)	(110)	(145)	(185)		
Tunisie	Présent travail	105	134	153	166	175	180

Tabl. 178. - Tailles atteintes par la sardine aux différentes années de vie calculées par quelques auteurs.

Secteurs	Auteurs	Equations	n	Limites LT
Vigo	Andreu et Fuster De Plaza, 1962 a	$W = 305.10^{-8} LT^{3,1972}$		80 - 235 mm
Cadix	Rodriguez-Roda, 1970	$W = 271065.10^{-11} LT^{3,215701}$	2896	85 - 200 mm
Larache	Rodriguez-Roda, 1971	$W = 370872.10^{-11} LT^{3,162404}$	1348	110 - 210 mm
Agadir	Belveze, 1972	$W = 0,4.10^{-6} LT^{3,578}$	22351	105 - 225 mm
Sénégal	Freon et Stequert, 1979	$W = 5,6.10^{-3} LT^{3,21}$	121	7 - 21 cm
G. du Lion	Lee, 1962	$(W = 9,32.10^{-5} LT^{2,514})$	2078	125 - 180 mm
Castellon	Larraneta et Lopez, 1957	$W = 0,00554 LT^{3,124}$		4 - 20 cm
Algérie	Dieuzeide et Roland, 1957	$(W = 1,503.10^{-5} LT^{2,874})$	7300	60 - 200 mm
Tunisie	Présent travail	$W = 1,635.10^{-5} LT^{2,831}$	3461	105 - 210 mm

Tabl. 179. - Equations reliant le poids à la taille de la sardine calculées par quelques auteurs.

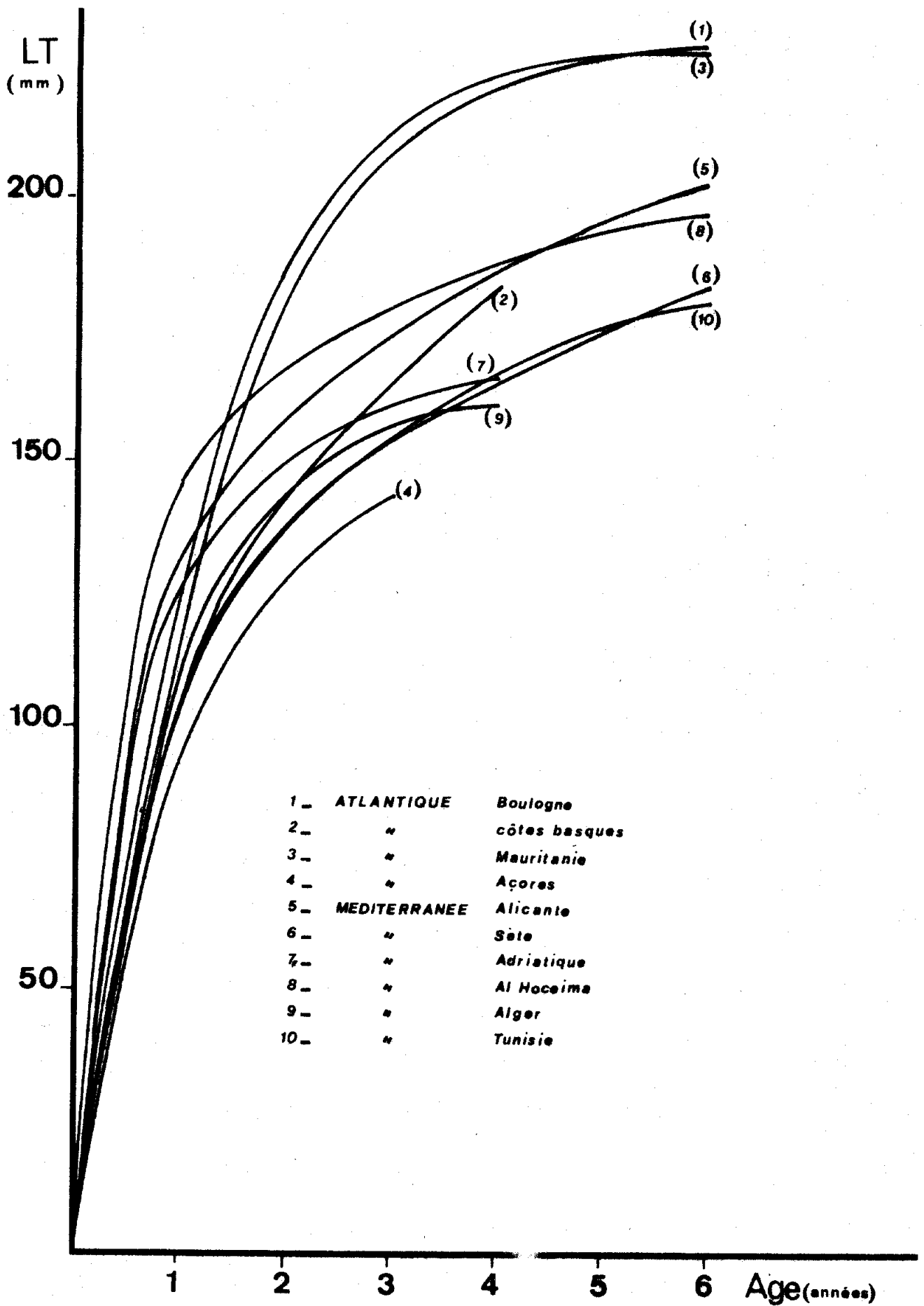


Fig. 139. - Courbes de croissance linéaire de la sardine d'après les données de quelques auteurs.

- Méditerranée : Malaga (BARDAN et NAVARRO, 1952) ; Alicante (LARRANETA, 1975) ; Castellon (LARRANETA et LOPEZ, 1957) ; Sète (LEE, 1962) ; Baléares Formentera (ANDREU *et al.*, 1950) ; Adriatique (MOZZI, 1963 ; MOZZI et DUO, 1959) ; Egée (LASKARIDIS, 1948) ; Maghreb, Al Hoceima (BELVEZE et RAMI, 1978) ; Alger (FAGE, 1913-1920 ; MURAT, 1935 ; DIEUZEIDE et ROLAND, 1957) ; Tunisie (Présent travail).
- Toutes les données sont rassemblées dans le tableau 178. Certaines d'entre elles sont représentées graphiquement par la figure 139. Leur analyse nous permet de constater un certain nombre de faits :
- Globalement, la sardine atlantique croît beaucoup plus vite que celle de la Méditerranée et des mers limitrophes.
- Pour l'ensemble du plateau continental est-atlantique, exception faite des côtes basques, la croissance de la sardine est très similaire et se caractérise par son rythme rapide.
- Par sa croissance très faible , la sardine des Açores se rapproche beaucoup plus de la sardine méditerranéenne que de celle de l'atlantique. Il en est de même de la sardine du fond du golfe de Gascogne qui présente plus d'analogie avec celle du golfe du Lion, par exemple, qu'avec celle des autres secteurs atlantiques.
- Autour des Baléares, on enregistre l'accroissement le plus rapide de la Méditerranée. Légèrement plus réduit qu'en atlantique, il est voisin de celui observé chez la sardine de Malaga, d'Alicante et d'Al Hoceima. Ceci s'explique très vraisemblablement par le fait que ces régions de la Méditerranée occidentale sont d'une façon (migration) ou d'une autre (caractéristiques hydrologiques) sous influence atlantique.

- Pour le reste du bassin occidental, la croissance, relativement faible, est sensiblement la même d'une région à l'autre (Castellon, golfe du Lion, Algérie, Tunisie).
- La croissance en Adriatique et en mer Egée est de type méditerranéen.
- Sur la rive sud de la Méditerranée, les résultats, obtenus par FAGE (1920) en Algérie, indiquent une croissance très faible. D'après les chiffres fournis par l'auteur, il semble que la croissance soit sous-évaluée non seulement d'ailleurs en Algérie mais aussi dans les autres régions méditerranéennes. Selon MURAT (1935), la croissance de la sardine algéroise, très rapide au cours de deux premières années, subit un fléchissement très net durant les deux années suivantes. Toujours pour la même région, les données de DIEUZEIDE et ROLAND (1957), calculées d'après les tailles respectives des individus répartis en quatre groupes, sont imprécises et ne doivent, par conséquent, être prises en ligne de compte. La croissance de la sardine d'Al Hoceima (Maroc méditerranéen) présente la particularité d'être plus lente qu'en Atlantique et plus rapide qu'en Algérie et en Tunisie.

Les auteurs ont observé un dimorphisme sexuel en rapport avec la croissance. Celle-ci est constamment favorable aux femelles quel que soit l'âge considéré. La différence de longueur estimée à environ 25 mm à 20 mois d'âge par BOUNHIOL (1917 a) chez la sardine d'Algérie est trop importante pour être exacte. D'après FAGE (1920), les femelles de trois ans sont plus grandes de 6 mm que les mâles ayant le même âge (146 contre 140 mm). Chez la sardine d'Alicante, LARRANETA (1975) a évalué pour les cinq premières années de vie des différences respectives de 2,5-4,5-5,3-9,3 et 21,6 mm.

BELVEZE et RAMI (1978) ont établi pour chacun des sexes de la sardine atlantique du Maroc, une équation de la croissance mettant en évidence un écart de 1,5 mm à la première année et de 5 mm environ aux années suivantes, ce qui correspond à une différence pondérale de 2,5 et 5 grammes. Chez la sardine des côtes tunisiennes, nous avons montré que la croissance linéaire et pondérale des femelles est plus rapide que celle des mâles. Au bout de 6 ans d'âge, les femelles sont d'environ 8 mm plus grandes et de 8,5 g plus lourdes que les mâles.

B- SEXUALITE ET REPRODUCTION

1- Proportions numériques des sexes

La répartition numérique des sexes a été très étudiée par les auteurs. Les quelques résultats que nous passons en revue sont souvent contradictoires. Ils montrent que suivant les secteurs, les années, les saisons ou la taille, le sex-ratio est favorable à l'un ou l'autre sexe.

D'après BELLOC et DESBROSSES (1930) (côtes bretonnes), NAVARRO (1932) (Baléares), FURNESTIN (1945) (nord-est-atlantique), il existe une nette et constante prédominance du nombre des femelles sur celui des mâles. Pour MOZZI et DUO (1959) (Adriatique), FREON et STEQUERT (1979), (côtes sénégalaises), ce sont en revanche les mâles qui dominant généralement. Pour d'autres tels que BARDAN et NAVARRO (1948) (Malaga), BELVEZE et RAMI (1978) (côtes marocaines), le sex-ratio a tendance à être égal à 1.

La plupart des chercheurs ont constaté l'influence de la période de reproduction sur la distribution numérique des sexes. MURAT (1935) signale en Algérie le déséquilibre manifeste au profit des femelles dont le taux peut atteindre 80 %. Une observation semblable est faite par

DIEUZEIDE et ROLAND (1957) (Algérie) et LEE (1962) (golfe du Lion) quant à la forte proportion des femelles durant l'époque de frai. Par contre, d'après ANDREU *et al.* (1950) et BAS et MORALES (1951) (Costa Brava), ce sont les mâles qui prédominent. L'étude réalisée par ANDREU et RODRIGUEZ-RODA (1952) (Castellon) sur deux cycles sexuels consécutifs, montre une nette supériorité des mâles (70 % contre 30 %) au cours du premier cycle (1949-1950) et une majorité de femelles lors du deuxième (1950-1951) (65 % contre 35 %). Les auteurs concluent à une ségrégation partielle horizontale.

Certains auteurs ont mis en évidence une variation du sex-ratio en fonction de la longueur des individus. MURAT (1935) indique que les mâles sont plus nombreux aux petites tailles et moins nombreux aux grandes tailles que les femelles. DIEUZEIDE et ROLAND (1957) écrivent que les mâles sont numériquement supérieurs aux femelles aux tailles de 120 et 130 mm (52 %). Leur taux diminue régulièrement jusqu'à 180 mm où ils ne représentent plus que 17 % ; ils sont absents dans les classes 190 et 200 mm. LEE (1962) constate que les sardines mâles du golfe du Lion dépassent rarement 170 mm, alors que les femelles restent encore assez nombreuses à cette même taille. L'auteur explique la prédominance des femelles aux grandes classes de taille par le fait qu'elles ont une plus forte croissance et une plus grande longévité que les mâles.

Sur les côtes tunisiennes, les échantillons de sardine, pris dans leur totalité, renferment autant de mâles que de femelles. Mais les proportions des sexes présentent des variations en fonction des saisons et de la longueur. Les femelles sont plus nombreuses que les mâles au printemps et en été et moins nombreuses en automne et en hiver (saison de reproduction). Par rapport à la longueur, le sex-ratio est d'abord favorable aux mâles pour des tailles comprises entre 110 et 150 mm, puis s'inverse entre 160 et 210 mm au profit des femelles.

2- Taille et âge à la première maturité

Les valeurs que nous avons puisées dans la littérature, de la taille et de l'âge auxquels la sardine arrive à maturité, sont difficilement comparables. Car selon les auteurs, c'est la taille minimale ou bien celle correspondant à 50 % ou encore celle à 100 % d'individus mûrs, qui est prise en considération.

En Atlantique, FURNESTIN (1945) note que la sardine du golfe de Gascogne effectue sa première ponte à la fin de sa deuxième année d'existence ; elle mesure alors entre 137 et 150 mm de long. D'après ANDREU (1954), la sardine de Vigo (nord-ouest de l'Espagne) se reproduit lorsqu'elle atteint 135 mm et est âgée d'un peu plus d'un an. A Cadix (sud-ouest de l'Espagne) la taille minimum de frai signalée par RODRIGUEZ-RODA (1970) est de 105 mm chez les deux sexes. Un peu plus au sud, à Larache, sur les côtes marocaines, le même auteur observe en 1971 que les plus petites sardines mâles et femelles sont mûres à 115 mm. FURNESTIN et FURNESTIN (1970) écrivent que la première ponte de la sardine appartenant à la race marocaine a lieu entre les 12^e et 16^e mois, manifestant ainsi une nette précocité par rapport à la sardine du golfe de Gascogne.

D'après LARRANETA (1960), la sardine de la Méditerranée et des mers limitrophes, se reproduit pour la première fois à l'âge de 1 à 2 ans et à une taille comprise entre 100 et 140 mm. L'auteur indique qu'à Alicante et peut-être dans la mer d'Alboran, 98 % des individus pondent au cours de leur première année de vie et qu'à Castellon 50 % sont mûrs à la première année et 95 % à la deuxième. Dans la région de Sète, LEE (1962) considère que la première maturité sexuelle est généralement atteinte à environ 2 ans, à 130 mm pour les mâles et à 140 mm pour les femelles. MUZINIC (1954) mentionne en Adriatique une activité sexuelle intense à 130-140 mm. L'auteur note toutefois que certains sujets peuvent

se reproduire à 110-120 mm. Dans la mer Egée, le pourcentage d'individus mûrs s'élève de 6-8 % la première année à 100 % à la deuxième (LASKARIDIS, 1948).

Sur les côtes tunisiennes, toutes les femelles et tous les mâles sont mûrs à une taille respectivement égale à 147 et 142 mm. Une grande proportion des individus atteignent leur première maturité à 2 ans.

Etant donné la grande hétérogénéité des résultats, il est difficile de mettre en évidence des divergences quelconques entre les secteurs atlantiques et méditerranéens du point de vue de la taille et de l'âge de première maturité de la sardine.

3- Cycle sexuel

Les travaux consacrés à l'étude de la ponte, trop nombreux pour être analysés en détail ou même simplement passés en revue, sont basés sur l'observation de l'évolution du cycle sexuel et la distribution et la densité des œufs et des larves récoltés dans les pêches planctoniques. Cette étude revêt plusieurs aspects dont la détermination de la période et des aires de ponte, le rôle que jouent les facteurs écologiques notamment la température et la salinité dans le déclenchement ou l'inhibition de la ponte et l'évaluation quantitative des œufs émis.

En Atlantique, dans les limites extrêmes nord de distribution de la sardine, il existe une seule période de ponte correspondant aux mois les plus chauds de l'année (SOUTHWARD et DEMIR, 1973 ; DEMIR et SOUTHWARD, 1974). Dans la Manche occidentale, au sud des Cornouailles, les mêmes auteurs précisent que des œufs et des postlarves sont pêchés presque toute l'année ; ils signalent toutefois, pour les années 1969 et 1970, deux périodes de réelle abondance,

juin-juillet et octobre-novembre, la première étant nettement plus importante. D'après FURNESTIN (1945), dans le golfe de Gascogne, la ponte a lieu dans la région nord lorsque la température s'élève de 10 à 17°C (de mai à août), alors que dans la région sud, elle s'effectue pendant la saison des basses températures (de novembre à mai). Au large de la Galice, (ANDREU, 1954) la saison de ponte intensive s'étend de février à juin. A Cadix et à Larache, RODRIGUEZ-RODA (1971) fixe la période de ponte entre octobre et mai. Pour la race marocaine, FURNESTIN et FURNESTIN (1970) indiquent que la ponte s'inscrit dans une marge thermique relativement étroite (15,5-20°C), avec un optimum entre 16 et 18°C. Elle est intense à 16-17,6°C lorsque l'hiver est chaud et faible quand il est froid (température inférieure à 16°C).

Dans le bassin occidental de la Méditerranée, y compris les côtes tunisiennes, la ponte, qui, selon les années peut être plus ou moins précoce, a lieu essentiellement pendant les mois d'hiver, de novembre à mars (la température variant alors entre 11 et 17°C: LEE, 1922). Dans le sud du bassin oriental, elle s'effectue également en hiver (de janvier à mars) lorsque la température oscille entre 16 et 20°C (BEN TUVIA, 1959 b). D'après KARLOVAC (1969), la période de frai en Adriatique centrale s'étend de novembre à avril, à des températures moyennes comprises entre 11,9 et 19,4°C. Mais les plus grandes quantités d'œufs sont pêchées de janvier à mars (la température étant égale à 12,8-13,6°C).

Les exigences thermiques de la sardine au moment de sa reproduction sont fixées ainsi: entre 12 et 15°C par FAGE (1920) et DEMIR et SOUTHWARD (1974); entre 11 et 15°C par DE BUEN (1935) et entre 11 et 17°C par FURNESTIN (1945). Ce dernier auteur écrit "dans son aire de distribution la sardine fait preuve d'une sténothermie stricte pendant toute sa période de reproduction". Ainsi, alors que l'époque de frai est courte en Méditerranée, limitée essentiellement aux

seuls mois d'hiver, en Atlantique en revanche, elle est particulièrement longue, couvrant presque tous les mois de l'année.

De l'avis de la plupart des chercheurs, l'influence de la salinité sur la ponte ne semble pas aussi déterminante. FURNESTIN (1945) donne les valeurs de la salinité des côtes atlanto-européennes comprises entre 34,5 et 36 ‰ et conclut à une relative euryhalinité de la sardine. ALDEBERT et TOURNIER (1971) sont du même avis et indiquent que dans le golfe du Lion, la ponte s'effectue dans les eaux de 36,90 à 38,30 ‰. KARLOVAC (1969) est d'un avis contraire. Il écrit que la salinité influe davantage sur l'abondance des œufs que la température. Les valeurs qu'il fournit de la salinité des eaux de l'Adriatique centrale au moment de la reproduction sont comprises entre 37,4 et 38,84 ‰.

En ce qui concerne la Tunisie, nous avons montré que dans les deux régions considérées, la période intensive de reproduction de la sardine est limitée aux seuls mois d'hiver (de novembre à mars). De ce point de vue, elle ne diffère pas par conséquent de l'Adriatique ni des autres régions du bassin occidental méditerranéen. D'après les travaux d'AZOUZ (1973) et de KTARI-CHAKROUN et AZOUZ (1971), les données relatives à la température et à la salinité pour la saison hivernale dans la région nord: $t: 14,5^{\circ}\text{C}$ et $S \text{ ‰} = 37 \text{ ‰}$ et dans la région sud-est (golfe de Gabès): $t = 12,4^{\circ}\text{C} - 15,1^{\circ}\text{C}$ et $S \text{ ‰} = 37,5 - 39,25 \text{ ‰}$. A l'exception de la zone côtière du golfe de Gabès où l'on relève une salinité forte, supérieure à 39 ‰, les caractéristiques hydrologiques moyennes des eaux baignant les côtes tunisiennes sont voisines de celles du bassin occidental et de l'Adriatique et correspondent aux exigences de la sardine au moment de sa reproduction.

4- Fécondité

Comme la ponte de la sardine est fractionnée, il est pratiquement impossible de déterminer le nombre de pontes qu'une femelle est susceptible d'effectuer et par conséquent d'évaluer le nombre moyen d'œufs qu'elle émet durant une même saison de reproduction. D'autre part, les auteurs ne précisent pas toujours si le comptage a porté sur tout le stock d'ovocytes ou bien seulement sur ceux de la distribution modale la plus avancée. Pour ces raisons, la confrontation des résultats obtenus par les auteurs reste imprécise. D'après les observations d'ANDREU (1948), la sardine de Malaga pond entre 15 000 et 50 000 œufs avec une moyenne de 29 000. A Vigo, l'auteur (1954) donne les valeurs extrêmes allant de 20 000 œufs pour les individus de 140 à 145 mm à 120 000 œufs pour ceux de 210 mm. CULLEY (1971) écrit que la femelle pond entre 60 000 et 80 000 œufs durant une saison de ponte. DIAS *et al.* (1973) estiment la fécondité moyenne de la sardine des côtes portugaises à 27 100 œufs. Ils ont établi une équation reliant la longueur à la fourche et le nombre d'ovocytes ayant un diamètre égal ou supérieur à 405 μ :

$$\log F = 5,509 \log LF - 2,581.$$

Pour la sardine des côtes tunisiennes, seul le nombre d'ovocytes ayant un diamètre compris entre 375 et 750 μ est pris en considération dans l'estimation de la fécondité individuelle. Pour une taille allant de 120 à 210 mm, la fécondité absolue varie entre 5 300 et 38 500 ovocytes. La fécondité relative moyenne est égale à 562 ovocytes par gramme de poids corporel.

C- RELATION TAILLE-POIDS. COEFFICIENTS DE CONDITION

Parmi les équations de régression du poids sur la longueur, nous avons retenu pour l'Atlantique celles d'ANDREU

et FUSTER DE PLAZA (1962 a) à Vigo (nord-ouest de l'Espagne, de RODRIGUEZ-RODA (1970, 1971) à Cadix et à Larache, de BELVEZE (1972) à Agadir et de FREON et STEQUERT (1978) au Sénégal et pour la Méditerranée celle de LARRANETA et LOPEZ (1957) à Castellon. Pour le golfe du Lion et les côtes algériennes, nous avons établi des équations à partir des données fournies respectivement par LEE (1962) et DIEUZEIDE et ROLAND (1957). Toutes les observations sont faites par les auteurs d'après de grands échantillons renfermant des mâles et des femelles pêchés à différentes époques de l'année, à l'exception des résultats de FREON et STEQUERT (1979) obtenus d'après l'examen d'un petit lot de 121 individus. Les équations, calculées par la méthode des moindres carrés, sont consignées dans le tableau 179 et illustrées pour les tailles comprises entre 100 et 200 mm par la figure 140.

La comparaison des équations permet de constater que le coefficient de régression est plus grand en Atlantique ($b > 3,2$) qu'en Méditerranée ($b < 3,1$). Autrement dit, par rapport à la longueur, le poids de la sardine augmente beaucoup plus rapidement en Atlantique qu'en Méditerranée. D'autre part, l'allométrie est majorante ou fortement majorante en Atlantique et à Castellon et minorante ou très minorante dans le golfe du Lion et sur les côtes algéro-tunisiennes. Pour une longueur de 150 mm, par exemple, la valeur calculée du poids moyen est particulièrement élevée au Sénégal (33,4 g) et faible en Tunisie (23,7 g) et au Maroc (Agadir: 24,4 g). Dans toutes les autres régions, cette valeur est comprise entre 26,1 et 27,6 g. En tenant compte des variations pondérales individuelles et du fait que le poisson est pesé avec ou sans écailles, nous admettons qu'une variation de l'ordre de 4 g est négligeable. Pour les régions considérées, à l'exception du Sénégal, le poids moyen d'un individu de 150 mm est d'environ 26 g.

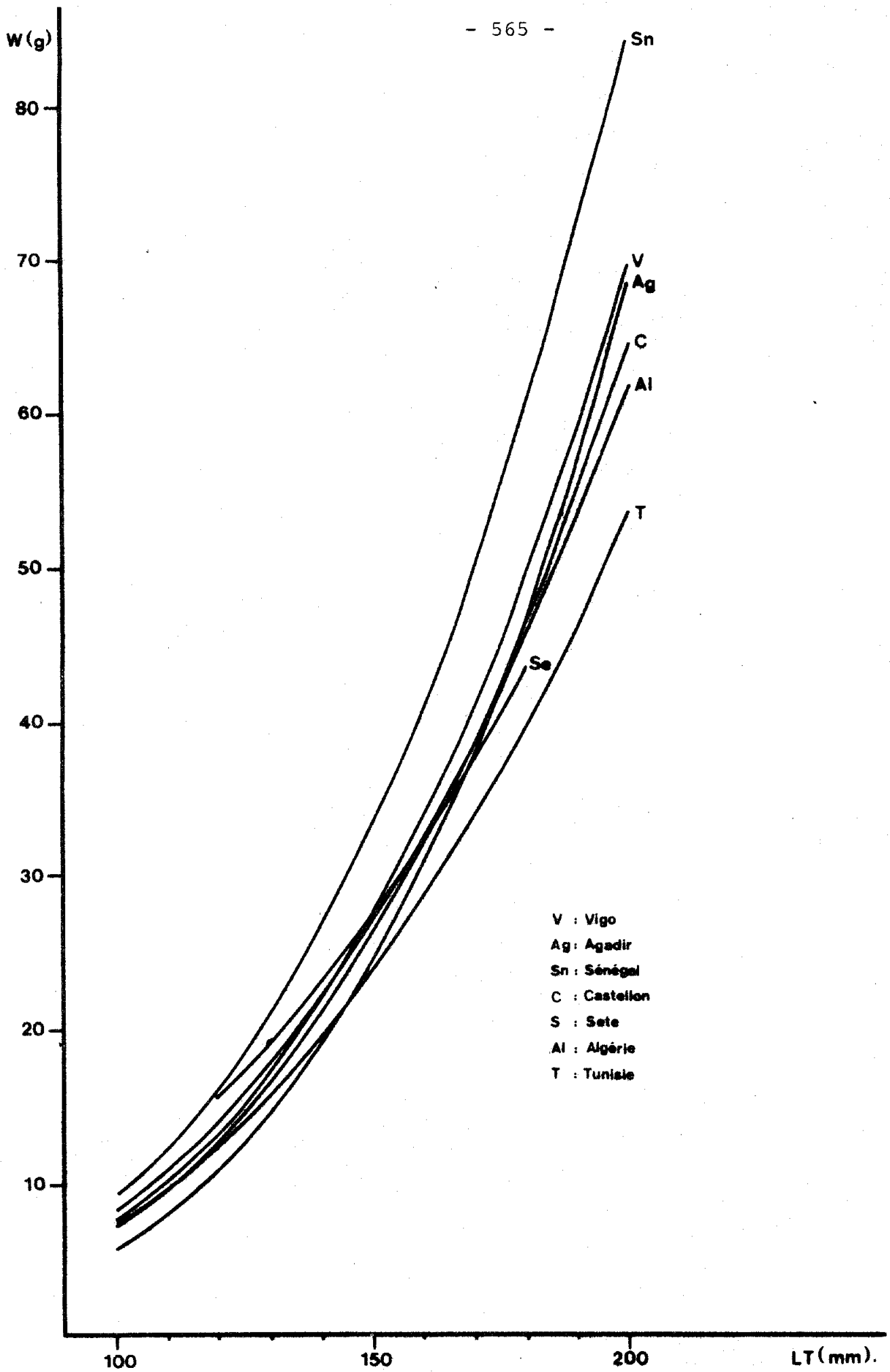


Fig. 140. - Relations poids (W en g) - longueur (LT en mm) chez la sardine d'après les données de quelques auteurs.

Il semble, d'après l'observation de la figure 140 que les sardines qui sont sous influence atlantique (océan ou courant) soient pondéralement supérieures à celles qui en sont éloignées (Sète, Tunisie).

En ce qui concerne l'évolution annuelle de la condition de la sardine, DIEUZEIDE et ROLAND (1957) ont calculé, en Algérie, le poids moyen correspondant à chaque classe de taille de 10 mm pour trois périodes différentes de l'année. Ils ont montré que le poids est à son maximum d'avril à septembre. Il subit par la suite une diminution d'octobre à décembre qui se poursuit pour atteindre un minimum entre janvier-mars.

BELVEZE (1972), étudiant les variations saisonnières du coefficient de condition de la sardine d'Agadir, a constaté pour trois années successives 1971-1973, que l'évolution générale est d'augmenter du printemps à l'été et de décroître en automne.

Nous avons mis en évidence chez la sardine tunisienne une évolution en deux temps du coefficient de condition: le premier s'étend de mars à septembre et correspond à la période d'accumulation des réserves lipidiques; le deuxième d'octobre à février, correspond à une période d'amaigrissement.

Chez la sardine du golfe du Lion, LEE (1962) signale une certaine perte de poids en été malgré le taux élevé en graisse de la chair.

De toute manière, les auteurs constatent d'une façon unanime que la teneur en graisse est minimum en hiver aussi bien chez la sardine d'origine atlantique que méditerranéenne. Mais les interprétations qu'ils donnent à ce processus d'amaigrissement hivernal diffèrent d'un auteur à l'autre et sont parfois même contradictoires.

Se référant à la sardine atlantique, du Portugal au nord du golfe de Gascogne, FURNESTIN (1945) observe que l'amaigrissement a lieu toujours en hiver alors que la ponte s'effectue à des époques différentes de l'année. Il conclut que l'amaigrissement est indépendant de l'état sexuel, mais qu'il est lié essentiellement à la baisse de la température, principale cause de la diminution du plancton animal en hiver. La même explication est fournie par LEE (1962) dans son étude sur la sardine du golfe du Lion.

Dans leur étude sur le cycle sexuel, l'engraissement et la répletion stomacale de la sardine, l'allache et l'anchois de la mer catalane, ANDREU et RODRIGUEZ-RODA (1951) ont montré que le maximum d'abondance du plancton se situe en hiver, que la période de reproduction de l'anchois et de l'allache ont lieu en été, celle de la sardine en hiver et qu'il y a pour les trois espèces un antagonisme constant entre l'évolution sexuelle et l'engraissement. Ils expliquent que si l'état d'adiposité dépendait exclusivement de l'abondance du plancton, les variations de la teneur en graisses seraient semblables chez les trois espèces. Ils concluent que la reproduction exerce une influence décisive sur l'état d'adiposité ; la graisse mésentérique est mobilisée en totalité dans l'élaboration des produits sexuels et est accumulée pendant le reste de l'année. Cet avis est partagé par de nombreux auteurs dont DIEUZEIDE et ROLAND (1957) dans leur travail sur la sardine des côtes algériennes.

Nos observations sur toutes les espèces de Clupéidés des côtes tunisiennes montrent que quelle que soit la saison de reproduction, l'amélioration de la condition et l'accumulation des réserves lipidiques se déclenchent avec l'accroissement de la température des eaux et se poursuivent durant la belle saison, l'amaigrissement ayant lieu en automne et surtout en hiver. Il est indéniable, toutefois,

qu'une partie des réserves lipidiques ou leur totalité (dans le cas de la sardine) intervienne dans l'élaboration des produits sexuels.

IV- CONCLUSION

D'après les résultats acquis, aucun caractère biologique ne permet de séparer avec certitude les deux stocks de sardine existant sur les côtes tunisiennes. Les très légères différences entre les sardines des deux régions relatives à la période de reproduction et au poids des individus sont trop faibles pour être prises en ligne de compte.

Considérées dans leur totalité, les populations des côtes tunisiennes présentent beaucoup de ressemblances avec les autres populations du bassin occidental de la Méditerranée et principalement avec celles qui, de par leur position géographique, se trouvent peu influencées par le courant atlantique.

Si, du point de vue de la taille et de l'âge de première maturité, il est malaisé de mettre en évidence des divergences quelconques entre les secteurs atlantiques et méditerranéens, il existe, en revanche, des différences notables portant, en particulier, sur la croissance et la période de ponte.

D'une façon générale, la sardine atlantique croît beaucoup plus rapidement que la sardine méditerranéenne. Seules les sardines des côtes basques et des Açores présentent une croissance réduite semblable à celle des sardines méditerranéennes. D'autre part, chez les populations méditerranéennes qui subissent l'influence de l'océan, comme celles, par exemple, de la mer d'Alboran et des Baléares, la croissance est relativement rapide et est comparable à celle observée dans certains secteurs atlantiques.

En ce qui concerne la période de ponte, étant donné les exigences thermiques strictes de la sardine, cette période est plus étalée en Atlantique et s'effectue à des époques différentes de l'année suivant les régions. En Méditerranée, par contre, la ponte est limitée essentiellement aux seuls mois d'hiver.

CONCLUSION A LA QUATRIEME PARTIE

Nous avons cherché, dans cette partie de notre travail, à étudier quelques aspects de la biologie des quatre espèces de Clupéidés qui peuplent les côtes tunisiennes. Nous avons tenté de distinguer biologiquement les différentes populations tunisiennes et essayé de les situer par rapport à l'ensemble des populations atlanto-méditerranéennes. Les principaux résultats obtenus sont exposés dans les chapitres consacrés à chacune des espèces. Nous nous bornerons ici à quelques remarques générales.

Nous savons que la Tunisie, par sa position centrale en Méditerranée, à cheval entre le bassin occidental et le bassin oriental, se caractérise par des conditions hydrologiques telles qu'elles permettent la coexistence de certaines espèces d'origine septentrionale (alose, sardine) et d'autres à affinité intertropicale (allache et sardinelle plate). Il s'agit donc de conditions particulières qui s'écartent plus ou moins de celles, typiques, des espèces septentrionales d'une part et méridionales d'autre part, et qui, de ce fait, ne sont complètement favorables ni aux unes ni aux autres.

Ceci se traduit, en particulier, par une croissance déficiente et un embonpoint faible et peu variable. Il est possible, cependant, de distinguer schématiquement, au cours de l'année, et ce, pour l'ensemble des Clupéidés étudiés, deux périodes correspondant à une évolution différente de la condition: une période d'amélioration (printemps-été) et une période de détérioration (automne-hiver). L'amélioration de la condition peut résulter simultanément de l'engraissement et du développement des gonades, comme c'est

le cas de l'alose, de la sardinelle plate et de l'allache, ou bien seulement de l'engraissement, comme c'est le cas de la sardine. L'engraissement est dû essentiellement à des causes trophiques, d'une part et, à une intensification des processus métaboliques induite par une élévation sensible de la température des eaux, d'autre part.

Pour ce qui est de la ponte, elle se caractérise notamment par son faible étalement dans le temps et semble régie, en premier lieu, par la température et la salinité des eaux. Pour se reproduire, l'allache exige un maximum thermique et halin, la sardinelle plate un maximum thermique et une salinité relativement basse, la sardine une température et une salinité assez faibles et l'alose une température assez élevée. Par ailleurs, à l'exception de la sardine dont l'émission des ovocytes est fractionnée, les autres espèces pondent leurs œufs en une seule fois.

En ce qui concerne les proportions numériques des sexes, il apparaît que les femelles sont plus nombreuses que les mâles sauf chez la sardine dont le sex-ratio est voisin de 1. En fonction de la taille, le taux de féminité augmente régulièrement des petites aux grandes classes de taille. Les facteurs qui président, conjointement ou non, à ce type d'évolution du sex-ratio sont: une faible croissance des mâles, une grande longévité des femelles et une grande vulnérabilité des femelles d'une certaine taille aux engins de pêche.

Pour chacune des espèces considérées, la distinction biologique, entre les différentes populations définies par l'analyse des distributions des rendements de la pêche et par l'étude biométrique, n'est pas toujours évidente sauf dans le cas des aloses. Ceci semble imputable essentiellement aux difficultés l'approche des phénomènes biologiques.

Compte tenu de leurs particularités, les populations des Clupéidés des côtes tunisiennes présentent, au niveau biologique, beaucoup de similitudes avec les autres populations méditerranéennes.

Elles s'opposent aux populations atlantiques par un certain nombre de points :

- D'abord la croissance en longueur que les auteurs, dont BOUGIS (1952), s'accordent à démontrer qu'elle est plus rapide en Atlantique qu'en Méditerranée.
- Il en est de même de la taille maximale atteinte par les individus et qui est plus importante en Atlantique.
- Le taux d'accroissement pondéral est aussi plus élevé. Pour une taille donnée, les spécimens atlantiques sont nettement plus lourds que ceux de la Méditerranée.
- Le cas des sardines des Açores et des côtes basques et celui des allaches des Canaries dont la croissance est semblable à celle des individus méditerranéens, est exceptionnel.
- Le cas des populations méditerranéennes de sardines ayant une croissance individuelle comparable à celle des sardines atlantiques s'explique par le fait que ces populations sont sous l'influence océanique.
- La saison de ponte est le plus souvent plus étalée en Atlantique et peut varier en fonction des régions.
- L'émission des ovocytes est toujours fractionnée chez les individus atlantiques.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

A l'image de l'ensemble de la faune ichthyique de la Méditerranée, les Clupéidés qui peuplent actuellement cette mer, sont essentiellement d'origine est-atlantique. Ils s'y sont introduits après l'ouverture du détroit de Gibraltar qui a lieu au Pliocène, les uns venant du nord, les autres du sud de l'Atlantique. Le seul clupe indo-pacifique à avoir emprunté le canal de Suez est *Herklotsichthys punctatus* (Rüppell), signalé récemment dans le bassin levantin par MOUNEIMNE (1977). Ce sont les deux sardinelles (*Sardinella maderensis* et *Sardinella aurita*), espèces intertropicales, qui, les premières, ont colonisé la Méditerranée, dès la formation du détroit de Gibraltar, favorisées en cela par une transgression marine chaude. L'arrivée des espèces à affinité septentrionale telles que la sardine (*Sardine pilchardus*) ou même franchement boréale comme le sprat (*Sprattus sprattus*), est plus tardive et date du quaternaire. Cette dernière espèce fait partie d'une faune froide dont l'entrée en Méditerranée remonte au Sicilien ; alors que la sardine s'y serait propagée seulement vers le Tyrrhénien (FURNESTIN, 1952), en même temps (ou légèrement plus tôt ?) que d'autres formes à tendance thermophile chaude. Quant aux aloses, elles appartiendraient, d'après FAGE (1952), à un reliquat mésogéen qui constitue les survivants de la faune paléoméditerranéenne définie par ARAMBOURG (1943). Mais, à considérer la distribution géographique actuelle d'*Alosa alosa* et d'*Alosa fallax*, il n'est pas exclu que des immigrants quaternaires se soient ajoutés ou substitués aux premiers occupants.

Les modifications qu'ont subies les Clupéidés après leur pénétration dans la Méditerranée, sont d'autant plus profondes qu'ils sont - beaucoup plus que d'autres espèces de poissons - particulièrement sensibles aux conditions du milieu et que les échanges faunistiques entre l'Atlantique et la Méditerranée sont pratiquement interrompus en raison d'un équilibre écologique qui s'est installé de part et d'autre du détroit de Gibraltar. En effet, même en souscrivant au point de vue de FURNESTIN (1950 b) concernant la migration actuelle de la sardine atlantique en Méditerranée, on note que cette pénétration est chaque année de très faible ampleur et reste circonscrite aux côtes sud-est-ibériques.

La méditerranéisation des Clupéidés est en perpétuelle évolution et est étroitement liée, d'une part, au biotope originel de chacune des espèces et, d'autre part, aux conditions changeantes et complexes de la Méditerranée. Celle-ci, bien que considérée comme une sous-province (ou région) de la grande province atlanto-méditerranéenne, ne forme pas pour autant, et ce, quel que soit l'aspect envisagé, une entité homogène (QUIGNARD, 1978). On a certes coutume de subdiviser la Méditerranée en deux bassins: un bassin occidental, soumis à l'influence directe des eaux océaniques, caractérisé par des salinités et des températures superficielles moyennes relativement peu élevées et un bassin oriental aux eaux nettement plus salées et plus chaudes. Mais de nombreuses études ont montré que la simple opposition entre les deux bassins est par trop schématique et que, étant donné la faible étendue d'eau qu'est la Méditerranée, l'interférence locale des divers facteurs écologiques et autres, confère à de nombreux secteurs des caractéristiques propres qui les distinguent les uns des autres.

La méditerranéisation des Clupéidés revêt plusieurs aspects dont les plus saillants portent sur la

distribution géographique, la densité et les modifications morphologiques et biologiques.

A propos de la distribution géographique des Clupéidés et des variations de la densité de leurs populations le long des côtes méditerranéennes, il est possible de distinguer deux groupes opposés: le premier renferme les espèces d'origine septentrionale dont la présence et l'épanouissement ont lieu essentiellement sur les côtes nord de la Méditerranée. Le deuxième comprend les espèces intertropicales dont l'aire de répartition couvre presque exclusivement les côtes sud de cette mer. Ainsi, le sprat espèce d'eau froide et la sardinelle plate espèce d'eau chaude sont respectivement absents des côtes sud et nord. A côté de cette situation extrême (absence-présence des espèces), on constate, si l'on tient compte des variations de densité que, dans le bassin occidental, la sardine est abondante sur les côtes nord mais l'est beaucoup moins sur les côtes sud, tandis que dans le bassin oriental, elle est présente sur les côtes nord et pratiquement inexistante sur les côtes sud. Le phénomène inverse s'observe chez la sardinelle ronde: en effet, accidentelle ou très rare sur les côtes nord du bassin occidental, elle est relativement abondante sur les côtes sud et dans le bassin oriental, elle est beaucoup plus répandue sur les côtes sud que sur les côtes nord. En ce qui concerne les aloses, si l'aloise feinte (*Alosa fallax*) se rencontre sur toutes les côtes méditerranéennes, il n'en est pas de même de l'aloise vraie (*Alosa alosa*) qui se cantonne uniquement dans le bassin occidental, principalement dans ses côtes nord.

Toutes ces considérations démontrent que l'évolution longitudinale de la densité des populations des Clupéidés s'effectue suivant un gradient dont le sens diffère selon qu'il s'agit d'espèces d'origine septentrionale ou intertropicale: on assiste, en effet, d'ouest en est, à un appauvrissement de plus en plus manifeste en sardine des

côtes nord et sud du bassin occidental et des côtes nord du bassin oriental et à un enrichissement progressif en sardinelles (*Sardinella aurita* et *S. maderensis*) des côtes sud des bassins occidental et oriental.

Parmi les différents secteurs de la Méditerranée, les côtes tunisiennes constituent une aire géographique assez originale du point de vue de la distribution des peuplements ichthyologiques en général et des Clupéidés en particulier. Les caractéristiques propres au littoral tunisien résultent du jeu et de la conjugaison de plusieurs facteurs d'ordre géographique, géomorphologique, climatique et hydrologique. Sans reprendre ici tous ces facteurs, retenons seulement que par leur double appartenance, d'une part, au bassin occidental sous influence océanique, et d'autre part, au bassin oriental à affinité tropicale, les côtes tunisiennes forment, pour les Clupéidés, une zone frontière correspondant pour certaines espèces à une limite nette d'extension et permettant à d'autres un passage progressif d'un bassin à l'autre. C'est ainsi que, sur les rives sud de la Méditerranée, l'alose vraie ne franchit pas les frontières algéro-tunisiennes, tandis que la sardine devient introuvable au delà des îles Kerkennah. Mais beaucoup plus qu'une limite réelle, le littoral tunisien est principalement une zone de transition dans laquelle coexistent les espèces d'origine septentrionale et les espèces intertropicales: à l'exception du sprat et de l'alose vraie, d'une part, et de *Herklotsichthys punctatus*, d'autre part, tous les autres représentants de la famille y sont associés: la sardine, l'alose feinte, la sardinelle plate et la sardinelle ronde.

L'alose feinte et la sardinelle plate sont localisées dans la région nord de la Tunisie où débouchent la Medjerdah et le Miliane qui sont les deux oueds perennes du pays. L'existence de ces deux espèces est, en effet,

étroitement liée à la présence d'eau douce ou bien à un certain degré de dessalure.

L'alose feinte comprend deux populations bien isolées l'une de l'autre : une population sédentaire inféodée aux eaux du lac Ichkeul et une population migratrice dont les individus se nourrissent en mer et remontent les fleuves pour se reproduire.

La sardinelle ronde est présente sur tout le littoral, des frontières algéro-tunisiennes aux frontières tuniso-libyennes, alors que la sardine peuple une grande partie de ce même littoral, des frontières algéro-tunisiennes jusqu'au sud des îles Kerkennah où elle disparaît, comme nous l'avons vu . Les variations d'abondance relative de ces deux dernières espèces le long des côtes tunisiennes sont antagonistes et obéissent au schéma, évoqué plus haut, traçant l'évolution longitudinale de la densité des populations des Clupéidés en Méditerranée: abondante sur les côtes nord, la sardine se raréfie à partir du Cap Bon alors que la sardinelle ronde ne trouve son plein épanouissement que sur les côtes est. En fait, l'évolution de la densité de la sardine et de l'allache n'est pas tout à fait graduelle. L'analyse de la distribution des rendements nous a permis de mettre en évidence, pour chacune des espèces considérées, deux stocks bien individualisés, l'un sur la côte nord et l'autre sur la côte est. Ces deux stocks sont d'importance inégale: pour la sardine, celui du nord étant plus grand que celui de l'est, tandis que pour l'allache, celui du sud étant le plus important.

Après avoir ainsi individualisé les différents stocks en fonction de leurs biotopes et des résultats de l'analyse des distributions des rendements de la pêche le long des côtes tunisiennes, nous avons essayé de démontrer leurs principales caractéristiques biométriques et biologiques et d'effectuer une étude synthétique permettant de les situer par rapport aux autres populations atlanto-méditerranéennes.

Les aloses des eaux tunisiennes se groupent naturellement en deux populations d'après les biotopes fréquentés: oueds (Medjerdah-Miliane) et lac Ichkeul. Les individus de la première population entreprennent des migrations entre la mer et les fleuves tandis que ceux de la deuxième ont un comportement sédentaire (aloses "landlockées").

Ces deux populations, comme dans tous les autres secteurs où elles coexistent (Italie continentale, Sardaigne), se distinguent l'une de l'autre par des caractères biométriques, essentiellement le nombre de branchiospines et le nombre de vertèbres qui sont toujours plus élevés chez la population sédentaire que chez la population migratrice. Elles diffèrent également l'une de l'autre au niveau biologique. L'alose sédentaire a une taille maximale plus faible, parfois une croissance plus lente et toujours un âge et une taille de première maturité sexuelle inférieurs à ceux de l'alose migratrice.

En fonction des secteurs géographiques, les aloses atlanto-méditerranéennes présentent des différences biométriques et même biologiques très importantes, si bien que nous avons été amené à distinguer, malgré quelques variabilités locales, quatre sous-espèces dans leur aire de répartition : *Alosa fallax fallax* (Lacepède, 1803), *A. f. rhodanensis* (Roule, 1924), *A. f. nilotica* (Geoffroy Saint Hilaire, 1808) et *A. f. algeriensis* (Regan, 1916). Les aloses de Tunisie se rattachent ainsi à cette dernière sous-espèce.

Notons que les différences biologiques entre les sous-espèces portent aussi bien sur les phénomènes de la croissance que de la reproduction. Toutefois, ces différences biologiques sont moins accentuées que celles observées au niveau des caractères biométriques. Pourtant nous devons signaler qu'entre populations voisines comme celles d'Algérie et de Tunisie, par exemple, des divergences biologiques notables apparaissent: ainsi, l'alose algérienne croît plus lentement, atteint sa première maturité sexuelle à une taille et à un âge plus faibles et redescend le fleuve beaucoup plus tôt que l'alose tunisienne.

La population de sardinelle plate du golfe de Tunis comprend deux groupes bien différents. Les individus du premier groupe apparaissent plus tôt sur la côte et se distinguent de ceux du deuxième groupe par un certain nombre de caractères anatomiques et biologiques dont les plus importants sont le nombre moyen de branchiospines, la hauteur du corps, la croissance pondérale et la fécondité individuelle.

Cette hétérogénéité au sein d'une même population, que nous avons mise en évidence en Tunisie et qui existe dans d'autres secteurs, montre que les structures des populations sont très complexes et que l'espèce, par certains de ces caractères, est extrêmement plastique. Ce problème est d'ailleurs à l'origine de la confusion qui a régné dans la nomenclature de l'espèce.

Les sardinelles plates des côtes tunisiennes diffèrent d'une façon remarquable de toutes les populations atlanto-méditerranéennes par sa moyenne vertébrale très élevée et par son poids relatif moyen très bas. Elle présente quelques ressemblances avec celle du sud-est-méditerranéen du point de vue du nombre moyen de branchiospines et de la croissance linéaire.

Les deux stocks d'allache présent sur les côtes tunisiennes diffèrent au niveau des caractères biométriques principalement par la moyenne vertébrale et le nombre moyen de branchiospines: à une valeur élevée de la moyenne vertébrale et à un nombre de branchiospines bas, dans la région nord, correspond une moyenne vertébrale faible et un nombre de branchiospines élevé, dans la région est. Cette variation antagoniste des deux caractères, du nord au sud du pays, semble liée à l'augmentation de la température des eaux. Sur le plan biologique les différences relevées portent d'une part sur la ponte qui paraît plus précoce dans la région est de 15 jours à un mois et, d'autre part sur le poids relatif individuel qui semble plus important dans la région est. Cependant, ces différences ne sont pas suffisamment grandes pour pouvoir individualiser avec certitude les deux groupements d'allache.

Les allaches tunisiennes, en raison de leur moyenne vertébrale élevée et leur faible nombre de branchiospines, peuvent être intégrées aux allaches du bassin occidental avec lesquelles elles forment un ensemble assez homogène. Un tel ensemble diffère d'une part de l'ensemble ouest-africain et d'autre part de celui localisé dans le sud-est du bassin oriental.

Il y a lieu de constater que les populations du nord du bassin oriental s'opposent d'une façon remarquable à celles de la côte sud de ce même bassin et présentent des caractéristiques proches de celles du bassin occidental. Il en est de même des allaches des Canaries qui offrent beaucoup de ressemblances avec celles du bassin occidental méditerranéen. Par ailleurs les populations sud-est-méditerranéennes et sud-est-atlantiques sont, du point de vue de la moyenne vertébrale et du nombre de branchiospines, très voisines.

A quelques détails près, l'allache des côtes méditerranéennes, y compris celle du littoral tunisien, présente les mêmes caractéristiques biologiques. Elle diffère de l'allache de la plateforme continentale est-atlantique notamment par un rythme de croissance plus lent, une taille maximale plus réduite, une taille de première maturité plus petite et une période de ponte moins étalée.

Dans la Méditerranée, la sardine est représentée par une sous-espèce (*Sardina pilchardus sardina* Regan, 1916) qui se distingue de l'espèce typique atlantique *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) par un certain nombre de caractères biologiques et anatomiques, en particulier le nombre moyen de branchiospines sur la branche inférieure du premier arc branchial ; ce nombre étant inférieur à 60 chez la sardine méditerranéenne.

Les sardines des côtes tunisiennes ne constituent pas un ensemble homogène. Au niveau morphologique, l'analyse de la moyenne vertébrale et du nombre moyen de branchiospines montre, du nord au sud du pays, une évolution régulière et antagoniste des deux caractères : à une augmentation de la moyenne vertébrale s'oppose une diminution du nombre de branchiospines. D'une façon générale, les variations observées sont légères sauf dans le secteur de Sfax. En effet, la sardine de Sfax se caractérise par une moyenne vertébrale très élevée et un coefficient de régression du nombre de branchiospines sur la taille assez grand qui la différencie d'une manière frappante de la sardine des autres secteurs tunisiens et qui la rapproche de la sardine atlantique.

La combinaison de l'analyse des distributions des rendements de la pêche et de l'étude des caractères morphologiques permet de distinguer deux stocks de sardine sur le littoral tunisien : l'un est localisé sur la côte nord et l'autre sur la côte est ; ce dernier étant le moins important. Sur le plan biologique, la séparation des deux stocks n'a pu être mise en évidence d'une manière certaine.

D'après la répartition de la densité de la

sardine le long des côtes méditerranéennes du Maghreb, il existe quatre groupements distincts identifiables par leur nombre de branchiospines et surtout par leur moyenne vertébrale.

Du point de vue biologique, les sardines des côtes tunisiennes présentent beaucoup de similitudes avec celles des autres secteurs du bassin occidental de la Méditerranée et notamment avec celles qui sont peu influencées par l'océan Atlantique.

Schématiquement, les divergences entre les Clupéidés atlantiques et méditerranéens peuvent être résumées comme suit :

- au niveau des caractères méristiques, les variations se font, le plus souvent, d'une façon graduelle et harmonieuse en Atlantique alors qu'en Méditerranée, elles ne sont jamais aussi régulières ;
- au niveau des modalités biologiques, les Clupéidés atlantiques se caractérisent par une croissance plus rapide, une taille de première maturité plus grande, une taille maximale plus importante et une période de reproduction plus étalée que les Clupéidés méditerranéens.

BIBLIOGRAPHIE

- ABOUSSOUAN, A. et LAHAYE, J., 1979. - Les potentialités des populations ichtyologiques. Fécondité et ichtyoplancton. *Cybium*, 3e sér. (6) : 29 - 46.
- ALBARET, J.J. et GERLOTTO, F., 1976. - Biologie de l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata* Bowdick) en Côte d'Ivoire. 1. Description de la reproduction et des premiers stades larvaires. *Doc. scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 7 (1) : 113 - 133.
- ALDEBERT, Y. et TOURNIER, H., 1971. - La reproduction de la sardine et de l'anchois dans le golfe du Lion. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 35 (1) : 57 - 75.
- ALLAIN, Ch., FURNESTIN, M.L. et MAURIN, C., 1966. - Essai de synthèse sur l'océanographie physique et biologique dans la zone d'influence du courant atlantique en Méditerranée du sud et du Levant. *Comm. int. Mer Médit.* Schéma présenté à la conférence d'experts réunis à Split (4 - 11 déc. 1965), 38 p.
- ANANIADES, C.I., 1952. - Quelques considérations biométriques sur l'allache (*Sardinella aurita* C. et V.) des eaux grecques. *Prakt. hellen. hydrobiol. Inst.*, 5 : 5 - 45.
- ANDREU, B., 1948. - Algunos datos sobre la fecundidad de la sardina. *Boln Inst. esp. Oceanogr.*, (4) : 4 p.
- ANDREU, B., 1951. - Consideraciones sobre el comportamiento del ovario de sardina (*S. pilchardus*) en relacion con el proceso de maduracion y de freza. *Boln Inst. esp. Oceanogr.*, (41) : 16 p.

- ANDREU, B., 1953. - Sobre la relacion entre el numero de branquispinas y la talla en la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) espanola. *Boln. Inst. esp. Oceanogr.*, (62) : 1 - 28.
- ANDREU, B., 1954. - La ciencia y la tecnica al servicio de la industria pesquera. Conferencia national pesquera, mars 1954, Vigo, 11 : 22 p.
- ANDREU, B., 1955. - The sexuality of sardines. *Proc. tech. Pap. gen. Fish. Coun. Medit.*, (3) : 45 - 60.
- ANDREU, B., 1969. - Las branquispinas en la caracterizacion de las poblaciones de *Sardina pilchardus* (Walb.). *Inv. Pesq.*, 33 (2) : 425 - 607.
- ANDREU, B. et FUSTER DE PLAZA, M.L., 1962 a. - Estudio de la edad y crecimiento de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) del N W de Espana. *Inv. Pesq.*, 21 : 49 - 95.
- ANDREU, B. et FUSTER DE PLAZA, M.L., 1962 b. - Sobre la relacion longitud pez-longitud escama y su disarmonia ciclica estacional, eu la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) del N W de Espana. *Inv. Pesq.*, 21 : 113 - 144.
- ANDREU, B., RODRIGUEZ-RODA, J. et LARRANETA, M.G., 1950. - Contribucion al estudio de la talla, edad y crecimiento de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) de las costas espanolas de Levante. *Publ. Inst. Biol. apl.*, 7 : 159 - 189.
- ANDREU, B. et RODRIGUEZ-RODA, J., 1951. - Estudio comparativo del ciclo sexual, engrasamiento y replecion estomacal de la sardina, alacha y anchoa del mar Catalan. *Publ. Inst. Biol. apl.*, 9 : 193 - 232.
- ANDREU, B. et RODRIGUEZ-RODA, J., 1952. - Considérations sur la proportion des sexes dans les pêches de poissons pélagiques dans la Méditerranée et leur signification statistique. *Vie et Milieu*, suppl. 2 : 271 - 281.

ARAMBOURG, C., 1943. - Les Poissons de la "Faune paléoméditerranéenne".
Bull. Soc. Zool. Fr., 68 : 79 - 85.

ARCHAMBAULT, J., 1947. - Hydrologie tunisienne. *Annls Mines Géol. Tunisie*, 3 (1) : 1 - 83.

AZOUZ, A., 1973. - Les fonds chalutables de la région nord de la Tunisie. 1. Cadre physique et biocoenoses benthiques. *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 2 (4) : 473 - 563.

AZOUZ, A. et BEN OTHMAN, S., 1975. - Les fonds chalutables de la région est de la Tunisie (de Kélibia à Mahdia). Premiers résultats. *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 4 (1) : 49 - 59.

BARDAN, E., NAVARRO, F.P. et RODRIGUEZ, O., 1949. - Nuevos datos sobre la sardina del mar de Alboran (Agosto de 1948 a marzo de 1949). *Boln Inst. esp. Oceanogr.*, (17) : 11 p.

BARDAN, E. et NAVARRO, F.P., 1952. - Estudios sobre la sardina de Malaga en 1951 y consideraciones sobre la variabilidad de su formula vertebral. *Boln Inst. esp. Oceanogr.*, (57) : 23 p.

BAS, C. et MORALES, E., 1951. - Nota sobre la talla y la evolucion sexual de las sardinas de la Costa Brava (septiembre de 1949 a septiembre de 1950). *Publ. Inst. Biol. apl.*, (8) : 161 - 181.

BELLOC, G., 1935. - Etude monographique du merlu (*Merluccius merluccius* L.). *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, 8 (2) : 145 - 202.

BELLOC, G. et DESBROSSES, P., 1930. - Remarques sur la sexualité de la sardine *Clupea pilchardus* Walb. *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, 3 (1) : 63 - 78.

- BELLON, E. et BARDAN, E., 1931. - Primeros trabajos del laboratorio oceanografico de Canarias. *Notas Resum. Inst. esp. Oceanogr.*, 2 (48) : 17 p.
- BELVEZE, H., 1972. - Le facteur de condition de la sardine et son évolution à Safi et Agadir. *Bull. Inst. Pêches marit. Maroc*, (20) : 57 - 69.
- BELVEZE, H. et RAMI, M., 1978. - Détermination de l'âge de la sardine marocaine (*Sardina pilchardus* Walb). Elements de croissance comparés. *Bull. Inst. Pêches marit. Maroc*, (23) : 57 - 81.
- BEN OTHMAN, S., 1971. - Observations hydrologiques, dragages et chalutages dans le sud-est tunisien. *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 2 (2) : 103 - 120.
- BEN TUVIA, A., 1956. - The biology of *Sardinella aurita* with a systematic account of the family *Clupeidae* of the mediterranean coast of Israel. *Fish. Bull. Haifa*, (7) : 20 - 24.
- BEN TUVIA, A., 1957. - Pelagic fisheries in Israel. *Proc. gen. Fish. Coun. Medit.*, (4) : 383 - 391.
- BEN TUVIA, A., 1959 a. - Fluctuations in the stock of *Sardinella aurita* and its dependence of temperature and rain. In : Proceedings of the World Scientific Meeting on the Biology of Sardines and Related Species. Experience Paper 20 : 1193 - 1203.
- BEN TUVIA, A., 1959 b. - Some studies on *Sardina pilchardus* from the coast of Israel. *Proc. gen. Fish. Coun. Medit.*, 5 : 385 - 392.
- BEN TUVIA, A., 1960 a. - Synopsis of biological data on *Sardinella aurita* of the Mediterranean sea and other Waters. *FAO Fish. Biol. Synopsis*, (14) : 287 - 312.

- BEN TUVIA, A., 1960 b. - Synopsis on the *systematics* and biology of *Sardinella maderensis* (Lowe). *FAO Fish. Biol. Synopsis*, (19) : 497 - 518.
- BEN TUVIA, A., 1963. - Variations in vertebral number of young *Sardinella aurita* in relation to temperature during spawning season. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 17 (2) : 313 - 318.
- BERG, A. et GRIMALDI, E., 1965. - Biologia delle due forme di coregone (*Coregonus* sp.) del lago Maggiore. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.*, 18 : 25 - 196.
- BERG, A. et GRIMALDI, E., 1966. - Biologia dell'agone (*Alosa ficta lacustris*) del lago Maggiore. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.*, 20 : 41 - 83.
- BERG, A. et GRIMALDI, E., 1967. - A critical interpretation of the scale structures used for the determination of annuli in fish growth studies. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.*, 21 : 225 - 239.
- BINDER, E., 1972. - La génétique des populations. Coll. "Que sais-je ?" n° 1283, Presses universitaires de France, Paris, 128 p.
- BINI, G., 1971. - Atlante dei pesci delle coste italiane. Mondo Sommerso, Milano. - 2. Osteitti (Acipenseriformi, Clupeiformi, Mictofiformi, Anguilliformi), 300 p.
- BLACKBURN, M., 1949. - Age, rate of growth and general life-history of Australian pilchard (*Sardinops neopilchardus*) in New South Wales waters. *Bull. Div. Fish.*, 242 : 86 p.
- BLACKBURN, M., 1950. - "Condition rings" on scales of the european sardine, *Sardina pilchardus* (Walb). *J. Cons.*, 17 (2) : 181 : 195.



- BOELY, T., 1979. - Biologie des deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* Valenciennes 1847 et *Sardinella maderensis* Lowe 1841) des côtes sénégalaises. *Pêche marit.*, (1216) : 426 - 430.
- BOELY, T., 1980. - Etude du cycle sexuel de la sardinelle plate *Sardinella maderensis* (Lowe 1841) des côtes sénégalaises. *Cybiurn*, 3e sér. (8) : 77 - 88.
- BOELY, T. et CHAMPAGNAT, C., 1968. - Observations préliminaires sur *Sardinella aurita* (C. et V.) des côtes sénégalaises. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 157 : 176 - 181.
- BOTROS, G.A., EL MAGHRABY, A.M. et SOLIMAN, I.A.M., 1970. - Biometric studies on *Sardinella maderensis* Lowe and *Sardinella aurita* Cuv. Val. from the Mediterranean Sea at Alexandria (U.A.R.). *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. Alexandria*, 1 : 83 - 128.
- BOUCHEREAU, J.L., 1976. - La pêche des sardinelles à Pointe-Noire (R.P. Congo) en 1973 - 1974 - 1975. *Doc. Centre ORSTOM Pointe-Noire*, (46) : 12 p.
- BOUGIS, P., 1952. - La croissance des Poissons méditerranéens. *Vie et Milieu*, suppl. 2 : 118 - 146.
- BOUGIS, P., 1976. - L'exploitation de la production marine. Les poissons marins. In : BOUGIS, P. et al., *Océanographie biologique appliquée. L'exploitation de la vie marine*. Masson, Paris, XII + 320 p.
- BOUNHIOL, J.P., 1917 a. - Sur la biologie de l'alose finte (*Alosa finta* Cuv.) des côtes d'Algérie. *C. r. Séanc. Soc. Biol.*, 80 : 480 - 483.

- BOUNHIOL, I.P., 1917 b. - Le dimorphisme sexuel chez la sardine (*Alosa sardina* L.) des côtes d'Algérie. *C. r. Séanc. Soc. Biol.*, 80 : 77 - 80.
- BOUNHIOL, J.P., 1921. - Sur la biologie de l'allache (*Sardinella aurita* Val.) des côtes d'Algérie. Rapport présenté au congrès de Strasbourg de l'association française pour l'avancement des sciences, 4 p.
- BRANDHORST, W., 1977. - Les conditions de milieu au large de la côte tunisienne. *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammô*, 4 (2 - 4) : 129 - 220.
- BUI DINH CHUNG, 1973. - Bimetrische untersuchungen an *Sardinella aurita* Val. (*Teleostei Clupeidae*) in nord west afrikanischen Gewässern. *Fischerei-Forschung*, 11 (1) : 91 - 100.
- CADENAT, J. et MOAL, R., 1955. - Note sur la sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum) dans la région du Cap Blanc. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 137 : 21 - 23.
- CARSCADDEN, J.E. et LEGGETT, W.C., 1975. - Meristic differences in spawning populations of american shad, *Alosa sapidissima* : evidence for homing to tributaries in the St. John River, New Brunswick. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 32 (5) : 653 - 660.
- CASTANY, G., 1955. - Le Haut-bassin siculo-tunisien. Etude de morphologie et de géologie sous-marines. *Bull. Stn Océanogr. Salammô*, (52) : 3 - 17.
- CATING, J.P., 1953. - Determining age of atlantic shad from their scales. *Fish. Bull. Fish Wildl. Serv. U.S.*, 54 : 187 - 199.
- CHABANAUD, P., 1934. - A propos de *Sardinella eba* C.V., *maderensis*

Lowe et aurita C.V. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 59 (2) :
129 - 132.

CHABANAUD, P. et MONOD, Th., 1927. - Les poissons de Port-Etienne.
Contribution à la faune ichthyologique de la région du
Cap Blanc (Mauritanie Française). *Bull. Com. Etud. hist.
scient. Afr. occid. fr.*, 9 : 225 - 287.

CHAUMONT, M., 1956. - Hydrologie du lac Ichkeul et de ses affluents.
Archives du ministère de l'agriculture, Tunis, ronéo,
83 p.

CLARIDGE, P.N. et GARDNER, D.C., 1978. - Growth and movements of the
twaitte shad, *Alosa fallax* (Lacepède), in the Severn
estuary. *J. Fish. Biol.*, 12 : 203 - 211.

COLOMBANI, J., 1977. - Les apports telluriques naturels dissous de
la Medjerdah à la Méditerranée. Direction des ressour-
ces en eau et en sol. Ministère de l'agriculture-
ORSTOM, Tunis, ronéo, 15 p.

COLOMBANI, J., KALLEL, R., CIAUDE, J. et al., 1974. - La monogra-
phie de la Medjerdah. Direction des ressources en
eau et en sol. Ministère de l'agriculture- ORSTOM,
Tunis, ronéo, 753 p.

CONAND, C., 1977. - Contribution à l'étude du cycle sexuel et de la
fécondité de la sardinelle ronde, *Sardinella aurita* :
Pêche sardinière dakaroise en 1975 et premier semes-
tre 1976. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 15 (4) : 301 -
312.

CORNIDE, J., 1788. - Ensayo de una historia de los peces y otras
producciones marinas de la costa de Galicia arreglado
al sistema del caballero Carlos Linneo, con un tratado
de las diversas pescas, y de las redes y aparejos con
que se practican. *Publ. Oficina de Benito Cano*, 215 p.

- COTTIGLIA, M., 1963 a. - Studi sull'ittiofauna dulciacquicola della Sardegna. I - L'alosa migratrice del Tirso. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 18 (1) : 15 - 38.
- COTTIGLIA, M., 1963 b. - Studi sull'ittiofauna dulciacquicola della Sardegna. II - L'agone del lago Onodeo. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 18 (2) : 125 - 141.
- COTTIGLIA, M., 1970. - Nuovi dati sulla biologia e sulla sistematica di *Alosa fallax* Lac. della Sardegna. *R.C. Semin. Fac. Sci. Univ. Cagliari*, 39 (3 - 4) : 351 - 365.
- CULLEY, M., 1971. - The pilchard. Biology and exploitation. Pergamon Press, Oxford, New York, 241 p.
- CUSCHING, D.H., 1968. - A study in population dynamics. The University of Wisconsin Press, Madison, Milwaukee and London, 200 p.
- CUVIER, G. et VALENCIENNES, A., 1847. - Histoire naturelle des poissons. Bertrand, Paris, 20 : 472 p.
- DAGET, J. et BAUCHOT, M.L., 1976. - Les problèmes de l'espèce chez les téléostéens. In : BOCQUET, C., GENFERMONT, J. et LAMOTTE, M., les problèmes de l'espèce dans le règne animal. *Mém. Soc. zool. Fr.*, 38 : 67 - 127.
- D'ANCONA, U., 1926. - L'accrescimento dell'alosa del Tevere. *Rend. R. Accad. Lincei*, 5 (3) : 214 - 219.
- D'ANCONA, U., 1927. - Notizie sulla biologia dell'*Alosa finta* (Cuv.) del bacino del Tevere. *Notas Resum. Inst. esp. Oceanogr.*, 2 (19) : 19 p.
- DE BUEN, F., 1930. - Clupeidés et leur pêche. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 5 : 173 - 194.

DEMIR, N. et SOUTHWARD, A.J., 1974. - The abundance and distribution of eggs and larvae of teleost fishes off plymouth in 1969 and 1970.

3. - Eggs of pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum) and sprat (*Sprattus sprattus* (L.)). *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 54 : 333 - 353.

DIAS, A.A., SERRANO, M.D. et JORGE, I.A., 1973. - Etude de la fécondité de la sardine des côtes portugaises. *Bolm inform. Inst. Biol. marit. Lisboa*, (12) : 1 - 18.

DIEUZEIDE, R., 1933. - *Sardinella granigera* Cuv. Val. sur le littoral nord-africain. *Bull. Stn. Aquic. Pêche Castiglione*, (2) : 81 - 90.

DIEUZEIDE, R., 1950. - *Sardinella maderensis* Lowe (= *S. granigera* C.V.) sur les côtes nord-africaines. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 126 : 21 - 22.

DIEUZEIDE, R. et ROLAND, J., 1957. - Etude biométrique de *Sardina pilchardus* Walb. et de *Sardinella aurita* C.V. capturées dans la baie de Castiglione. *Bull. Stn. Aquic. Pêche Castiglione*, (8) : 111 - 225.

EHRENBAUM, E., 1896. - Beiträge zur Naturgeschichte einiger Elbefische (*Osmerus eperlanus* L., *Clupea finta* Cuv., *Acerina cernua* L., *Acipenser sturio* L.). *Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel und Abt. Helgoland*, N. Folge, 1 (1) : 35 - 79.

- EL MAGHRABY, A.M., 1960. - Preliminary account of the biology of *Sardinella eba* Cuv. and Val. *Notes Mem. Inst. Hydrobiol. Cairo*, (58) : 26 p.
- EL MAGHRABY, A.M., 1969. - The weight-length relationship of United Arab Republic sardinella. *Stud. Rev. gen. Fish. Coun. Medit.*, (38) : 1 - 14.
- EL MAGHRABY, A.M., BOTROS, G.A. et SOLIMAN, I.A.M., 1970. - Age and growth studies on *Sardinella maderensis* Lowe and *Sardinella aurita* Cuv. and Val. from the Mediterranean sea at Alexandria (U.A.R.). *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. Alexandria*, 1 : 48 - 82.
- EL SABY, M.K., 1937. - A chemical study of the egyptian sardinella.
1. - Variation in the fat content of whole fish, flesh and gonads. *Notes Mem. Inst. Hydrobiol. Cairo*, (29) : 1 - 25.
- ELSHOLZ, M., GUTMANN, A. et STASCHEN, G., 1973. - Monographie de l'oued Miliane. Direction des ressources en eau et en sol. Ministère de l'agriculture, Tunis, ronéo, 176 p.
- ESSIPOV, V.K., 1927. - Le rouget *Mullus barbatus* L. du district de Kertch. *Rep. Sci. Stn. Fish. Kertch* : 101 - 146 (en russe, résumé en français).
- FAGE, L., 1913. - Recherches sur la biologie de la sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) I. Premières remarques sur la croissance et l'âge des individus, principalement en Méditerranée. *Archs. Zool. exp. gén.*, 52 (3) : 305 p.

- FAGE, L. 1920. - *Engraulidae, Clupeidae. Rep. Dan. oceanogr. Exped. Medit. adj. seas.*, 2 Biol. (A. 9) : 140 p.
- FAGE, L., 1952. - Réflexions d'un biologiste sur la Méditerranée. *Vie et Milieu*, suppl. 2 : 17 - 23.
- FAGE, L., 1958. - Races. In : GRASSE, P.-P., *Traité de Zoologie*, Masson & Cie, Paris, 13 (3) : 1813 - 1849.
- FERRERO, L., 1951. - Studio comparativo sulle cheppie del Mediterraneo e gli agoni delle acque interne d'Italia. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 6 (2) : 108 - 133.
- FIGUERAS, A., 1963. - Les otolithes dans l'étude de la croissance, de la détermination de l'âge et de l'époque de la ponte des sardines de la côte orientale espagnole. *Proc. gen. Fish. Coun. Medit.*, 7 : 291 - 298.
- FONTANA, A., 1969. - Etude de la maturité sexuelle des sardinelles *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* C. et V. de la région de Pointe-Noire. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 7 (2) : 101 - 114.
- FONTANA, A. et LE GUEN, J.C., 1969. - Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de *Pseudolithus (Fonticulus) elongatus*. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 7 (3) : 9 - 19.
- FONTANA, A. et PIANET, R., 1973. - Biologie des sardinelles, *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* (Val.) des côtes du Congo et du Gabon. *Doc. Centre ORSTOM Pointe-Noire*, (31) : 40 p.
- FOWLER, H.W., 1936. - The marine fishes of West Africa. *Bull. Am. Mus. nat. Hist.*, 70 (1) : VII + 606 p.
- FREON, P. et STEQUERT, B., 1979. - Note sur la présence de *Sardina*

- pilchardus* (Walb.) au Sénégal : étude de la biométrie et interprétation. *Cybium*, 3e sér. (6) : 65 - 90.
- FURNESTIN, J., 1943. - Contribution à l'étude biologique de la sardine atlantique (*Sardina pilchardus* Walb.). *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, 13 (1- 4) : 221 - 386.
- FURNESTIN, J., 1950 a. - Etude comparative de quelques caractères métriques des sardines du golfe de Gascogne et du Maroc. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 126 : 37 - 42.
- FURNESTIN, J., 1950 b. - Premières observations sur la biologie de la sardine marocaine. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 126 : 57 - 61.
- FURNESTIN, J., 1950 c. - Les races de sardines du détroit de Gibraltar et de ses abords. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 126 : 62 - 67
- FURNESTIN, J., 1952. - Biologie des clupéidés méditerranéens. *Vie et Milieu*, suppl. 2 : 96 - 117.
- FURNESTIN, J., 1955. - Remarques sur quelques caractères de la sardine de Mauritanie (*Sardina pilchardus* Walbaum). *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 137 : 24 - 25.
- FURNESTIN, J. et VINCENT, A., 1958. - Variation des branchiospines dans le genre *Alosa*. *C.r. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris*, 246 (2) : 3376 - 3379.
- FURNESTIN, J. et FURNESTIN, M.L., 1970. - La sardine marocaine et sa pêche. Migrations trophiques et génétiques en relation avec l'hydrologie et le plancton. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 159 : 165 - 175.

- GERY, J., 1962. - Le problème de la sous-espèce et de sa définition statistique (à propos du coefficient de Mayr-Linsley-Usinger). *Vie et Milieu*, 13 (3) : 521 - 541.
- GHEO, Y., 1975. - Nouvelle étude sur la détermination de l'âge et de la croissance de *Sardinella aurita* Val. dans la région de Pointe-Noire. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 13 (3) : 251 - 262
- GHEO, Y. et POINSARD, F., 1968. - Observations sur les jeunes sardiennes de la baie de Pointe-Noire (Congo). *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 6 (2) : 53 - 67.
- GRUVEL, A., 1926. - L'industrie des pêches sur les côtes tunisiennes. *Bull. Stn. océanogr. Salammbô*, (4) : 136 p.
- GULLAND, J.A., 1969. - Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. *Manuels FAO Sci. halieutiques*, 4 : 160 p.
- HAMMER, R.C. 1942. - Maryland commercial fish hatchery operations. *Md. Bd. Nat. Resources, Chesapeake Biol. Lab. Publ.*, 60 : 1 - 16.
- HASS, H., 1965. - Untersuchungen über den Laichfischbestand der Elbfinte *Alosa fallax* (Lacepède, 1803). *Arch. Fisch Wiss.*, 16 (2) : 150 - 168.
- HEINCKE, C.F., 1898. - Naturgeschichte des herings. 1.-Die localformen und die wanderungen des herings in den europäischen meeren. *Abh. dt. SeefischVer.*, 2 (1) 136 : 1 - 128.
- HELDT, H., 1948. - Contribution à l'étude de la biologie des muges des lacs tunisiens. *Bull. Stn. Océanogr. Salammbô*, (41) : 4 - 35.

- HELDT, H., 1950. - *Sardinella granigera* (*S. granigera* C.V.). Espèce nouvelle pour la faune ichthyologique tunisienne. *Annls. biol. Copenhague*, 6 : 69 - 70.
- HELDT, H., 1956. - Rapport sur la sardine *Clupea pilchardus* (Walbaum). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 13 : 115 - 144.
- HELDT, J.H., 1950. - *S. aurita* dans les mers tunisiennes. *Annls. biol. Copenhague*, 6 : 67 - 68.
- HILDEBRAND, S.F., 1963. - Fishes of the western north Atlantic. 3. - Family Clupeidae Mem. Sears Found. mar. Res. Yale University, 1 : 257 - 454.
- HJORT, J., 1910. - Report on herring investigations until january 1910. *Publ. Circonst. Cons. int. Explor. Mer*, 53 : 25 - 34.
- HOEK, P.P.C., 1900. - Die beiden Arten Maifisch und Finte. *Tijdschr. ned. dierk. Vereen. Leiden*, 2 (6) : 212 - 240.
- JENKINS, J.T., 1902. - Altersbestimmung durch otolithen bei den Clupeiden. *Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel und Abt. Helgoland*, 6 : 81 - 122.
- JUGE, C., 1968. - Etude de la formule vertébrale de quelques espèces de Poissons du golfe du Lion. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 19 (2) : 273 - 274.
- KALLEL, R., 1974. - Les principaux cours d'eau de la Tunisie. Direction des ressources en eau et en sol. Ministère de l'agriculture, Tunis, ronéo, 8 p.
- KARLOVAC, J., 1969. - Distribution et densité des oeufs de sardines (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique centrale au cours de la saison 1965 - 66. *Stud. Rev. gen. Fish. Coun. Medit. (Fr)*, (38) : 15 - 24.

- KARTAS, F., 1979. - Caractéristiques des populations tunisiennes de la sardinelle plate *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841) Pisces, Clupeidae. Problèmes systématiques et taxinomiques. *Bull. Off. natn. Pêches Tunisie*, 3 (2) : 193 - 219.
- KARTAS, F. et QUIGNARD, J.-P., 1976. - Contribution à l'étude de l'allache (*Sardinella aurita* Val., 1847) des côtes de Libye. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 23 (8) : 33 - 34.
- KTARI, M.H. et ABDELMOULEH, A., 1980. - Note sur la présence et les effets du Copépode *Peroderma cylindricum* Heller, 1868 parasite de la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) des côtes tunisiennes. *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 7 : 103 - 112.
- KTARI-CHAKROUN, F. et AZOUZ, A., 1971. - Les fonds chalutables de la région sud-est de la Tunisie (golfe de Gabès). *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 2 (1) : 5 - 47.
- LACOMBE, H. et TCHERNIA, P., 1960. - Quelques traits généraux d'hydrologie méditerranéenne d'après diverses campagnes hydrologiques récentes en Méditerranée, dans le proche Atlantique et dans le détroit de Gibraltar. *Cah. Océanogr.*, (8) : 527 - 547.
- LARRANETA, M.G., 1951. - Observaciones sobre la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) de la costa vizcaina (octubre-noviembre 1950). *Publ. Inst. Biol. apl.*, 9 : 29 - 48.
- LARRANETA, M.G., 1960. - Synopsis of biological data on *Sardina pilchardus* of the Mediterranean and adjacent seas. *FAO Fish. Biol. Synopsis*, (9) : 137 - 173.

- LARRANETA, M.G., 1968. - Unités de stock de la sardine de la Méditerranée occidentale et de l'Adriatique. *Stud. Rev. gen. Fish. Coun. Medit. (Fr)*, (33) : 54 p.
- LARRANETA, M.G., 1975. - La pesqueria pelagica de las costas de Alicante. *Inv. Pesq.*, 39 (1) : 79 - 117.
- LARRANETA, M.G., et LOPEZ, L., 1957. - El crecimiento de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) de las costas de Castellon. *Inv. Pesq.*, 6 : 53 - 82.
- LASKARIDIS, K., 1948. - Study of the biology of the sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) in greek waters. *Prakt. hellen. Hydrobiol. Inst.*, 2 : 11 - 88.
- LASSERRE, G., 1976. - Dynamique des populations ichthyologiques lagunaires. Application à *Sparus aurata* L. Thèse U.S.T.L., Montpellier, n° AO 12754 : 306 p.
- LATINI, E., et PETTOROSSO, L., 1977. - Osservazioni sui caratteri biometrici e meristici di *Sardinella aurita* Valenciennes nell'alto Adriatico (*Pisces, Clupeidae*). *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, 2 (3) : 143 - 151.
- LAURENT, M. et MOREAU, G., 1973. - Influence des facteurs écologiques sur le coefficient de condition d'un téléostéen (*Cottus gobio* L.). *Annls Hydrobiol.*, 4 (2) : 211 - 228.
- LE DANOIS, E., 1925. - Recherches sur les fonds chalutables des côtes de Tunisie (croisière du chalutier "Tanche" en 1924. *Annls Stn océanogr. Salammbô*, (1) : 56 p.
- LEE, J.Y., 1961. - Note complémentaire sur les sardinelles, *Sardinella aurita* C.V. du golfe du Lion. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 16 (2) : 335 - 339.

- LEE, J.Y., 1962. - La sardine du golfe du Lion (*Sardina pilchardus sardina* Regan). Thèse Fac. Sci. Paris, n° 3862, publiée par *Inst. Pêches marit.* : 102 p.
- LEE, R.M., 1920. - A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. *Fish. Invest.* sér. 2, 4 (2) : 1 - 32.
- LEFORT, G., 1967. - Mathématiques pour les sciences biologiques et agronomiques. Armand Colin, Paris, 679 p.
- LE GALL, J., 1928. - Contribution à l'étude de la sardine des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique. *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, 1 (2) : 11 - 26.
- LE GALL, J., 1930. - Contribution à l'étude de la sardine des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique. Deuxième partie. *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, 3 (1) : 19 - 46.
- LE GUEN, J.C., 1971. - Dynamique des populations de *Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus* (Bowd. 1925). Poissons *Sciaenidae*. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 9 (1) : 3 - 84.
- LETACONNOUX, R., 1953. - Observations sur la sardine des Açores et nouvelle contribution à l'étude du genre *Sardina*. *Vie et Milieu*, 4 (1) : 37 - 56.
- LINNE, C., 1758. - *Systema Naturae*, ed. 10th, vol. 1, 824 p (reprint 1956, London).
- LONGHURST, A.R., 1971. - The clupeoid resources of tropical seas. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 9 : 349 - 385.

- LOPEZ VEIGA, E.C. 1978. - Parametros poblacionales de la sardina (*Sardina pilchardus*) de Galicia. *Inv. Pesq.*, 42 (2) : 335 - 339.
- LOZANO-REY, L., 1947. - Peces Ganoideos y Fisostomos. *Mem. R. Acad. Cienc. Madrid*, 11 : XV + 839 p.
- LOZANO-REY, L., 1950. - Etude systématique des clupéidés et des engraulidés de l'Espagne, du Maroc et du Sahara espagnols. *Rapp. P.-v. Cons. int. Explor. Mer*, 126 : 7 - 20.
- LUBET, P. et AZOUZ, A., 1969. - Etude des fonds chalutables du golfe de Tunis. *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammô*, 1 (3) : 87 - 111.
- MAC GREGOR, J., 1957. - Fecundity of the Pacific sardine (*Sardinops coerulea*). *Fish. Bull.*, 57 : 427 - 449.
- MAIGRET, J., 1974. - La sardine sur les côtes de Mauritanie (*Sardina pilchardus* Walb.). *Bull. Inst. fond. Afr. noire*, A, 36 (3) : 714 - 721.
- MAINGUY, P. et DOUTRE, M., 1958. - Variations annuelles de la teneur en matières grasses de trois clupéidés du Sénégal (*Ethmalosa fimbriata* Bowdich, *Sardinella eba* C.V., *Sardinella aurita* C.V.). *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 22 (3) : 303 - 321.
- MARCHAL, E., 1965 a. - Etude de quelques caractères de *Sardinella eba* (C. et V.) de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 3 (1) : 87 - 94.
- MARCHAL, E., 1965 b. - Note sur deux caractères de *Sardinella aurita* (C. et V.) de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 3 (1) : 95 - 99.

- MASSUTI, M., VALLS, T. et NAVARRO, F., 1950. - Nuevas observaciones sobre la sardina y la alacha de Baleares. *BoIn Inst. esp. Oceanogr.*, (35) : 1 - 7.
- MAURIN, C., 1968. - Ecologie ichthyologique des fonds chalutables atlantiques (de la baie ibéro-marocaine à la Mauritanie) et de la Méditerranée occidentale. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 32 (1) : 1 - 147.
- MAURIN, C., 1977. - Les problèmes halieutiques en Méditerranée et en Tunisie. *Bull. Off. natn. Pêches Tunisie*, 1 (1) : 9 - 16.
- MAURIN, C., BONNET, M., QUERO, J.C. et al., 1977. - Poissons des côtes nord-ouest-africaines (Campagnes de la Thalassa 1962, 1968, 1971 et 1973). *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 41 (1) : 5 - 92.
- MAURIN, C. et LEE, J.Y., 1959. - Note sur la présence de *Sardinella aurita* Cuvier et Valenciennes dans le golfe du Lion. In : Proceedings of the World Scientific Meeting on the Biology of Sardines and Related Species. Expérience Paper 24 : 1229 - 1234.
- MAYRAT, A., 1959. - Nouvelle méthode pour l'étude comparée d'une croissance relative dans deux échantillons. Application à la carapace de *Penaeus kerathurus* (Forsk.) . *Bull. Inst. fr. Afr. noire*, A, 21 (1) : 21 - 59.
- MAYRAT, A., 1967. - Croissance et développement chez les Crustacés. Leur étude biométrique (avec quelques remarques sur les Insectes). *Mém. Inst. fond. Afr. noire*, 77 : 499 - 648.
- MAYRAT, A., 1970. - Allométrie et taxinomie. *Rev. Stat. appl.*, 18 (4) : 47 - 58.

- MUZINIC, R., 1963. - Etude comparative des écailles et des otolithes de sardine (*Sardina pilchardus* Walk.). *Pro. gen. Fish. Coun. Medit.*, 7 : 171 - 189.
- NAVARRO, F.P., 1927. - Estudios sobre los clupeidos de Baleares. II. - La alatxa (*Sardinella aurita* C.y V.) *Notas Resum. Inst. esp. Oceanogr.*, 2 (21) : 33 p.
- NAVARRO, F.P., 1932. - Nuevos estudios sobre la alacha (*Sardinella aurita* C.V.) de Baleares y de Canarias. *Notas Resum. Inst. esp. Oceanogr.*, 2 (60) : 35 p.
- NAVARRO, F.P., 1948. - Los clupeidos y la anchoa de las costas españolas en el invierno 1947-48. Observaciones bimetricas y biologicas de los laboratorios oceanograficos. *Boln Inst. esp. Oceanogr.*, (10) : 36 p.
- OLIVER, M. et NAVARRO, F., 1951. - La sardinelle ou allache des Baléares en 1950. *Annls biol. Copenhagen*, 7 : 59 - 61.
- OLIVER, M. et NAVARRO, F., 1952. - La alacha y la sardina de Baléares. Investigaciones en 1950 y 1951. *Boln Inst. esp. Oceanogr.*, (58) : 49 p.
- PELLEGRIN, J., 1921. - Les poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord française : Maroc, Algérie, Tunisie, Sahara. *Mém. Soc. Sci. nat. phys. Maroc*, 1 (2) : 216 p.
- PIETSCHMANN, V., 1906. - Ichthyologische Ergebnisse einer Reise nach Island an die atlantische küste von Marokko und in die westliche hälfte des mittelmeeres. *Annln naturh. Mus. Wien.*, 21 : 72 - 148.
- PIMIENTA, J., 1959. - Le cycle pliocène actuel dans les bassins paraliques de Tunis. *Mém. Soc. géol. Fr.*, 38 (85) : 176 p.

- QUIGNARD, J.-P., 1978. - Introduction à l'ichthyologie méditerranéenne : aspect général du peuplement. *Bull. Off. natn. Pêches Tunisie*, 2 (1-2) : 3 - 21.
- QUIGNARD, J.-P., HAMDOUNI, T. et ZAOUALI, J., 1973. - Données préliminaires sur les caractères biométriques des anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) des côtes de Tunisie et du lac Ischkeul. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 37 (2) : 191 - 196.
- QUIGNARD, J.-P. et KARTAS, F., 1976 a. - Observations sur la sardine (*Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), Poisson, Téléostéen) des côtes tunisiennes durant l'hiver 1973-74 (caractères numériques ; relation taille-poids ; état sexuel). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 23 (8) : 21 - 25.
- QUIGNARD, J.-P. et KARTAS, F., 1976 b. - Observations sur les sardinelles (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 et *S. maderensis* (Lowe, 1839) Poissons, Téléostéens) des côtes tunisiennes durant l'hiver 1973-1974 (caractères numériques ; relation taille-poids ; état sexuel). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 23 (8) : 27 - 31.
- QUIGNARD, J.-P. et KARTAS, F., 1977. - Les aloses fines *Alosa fallax* (Lacepède, 1803) Poissons Clupeiformes de l'Atlantique nord-est et de la Méditerranée. Etude des caractères numériques. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 3^e sér. 501, zool. 350 : 1241 - 1256.
- REDEKE, H.C., 1938. - Über den Bastard *Clupea alosa finta* Hoek. *Archs neerl. Zool.*, 3 : 148 - 158.
- REGAN, C.T., 1916. - The british fishes of the subfamily *Clupeinae* and related species in other seas. *Annls Mag. nat. Hist.*, 18 (103) : 1 - 19.

- REGAN, C.T., 1917. - A revision of the Clupeid fishes of the genera *Sardinella*, *Harengula* etc. *Annls Mag. nat. Hist.*, 19 (113) : 377 - 395.
- RIJAVEC, L. et GUEBLAOU, M., 1975. - Distribution, abondance relative et identification des stocks pélagiques au large de la Tunisie en 1973. *Bull. Pêches Tunisie*, (2) : 3 - 69.
- RIJAVEC, L. et ZAARAH, Y., 1974. - Distribution et abondance relative des stocks de poissons pélagiques dans les eaux tunisiennes en 1972. *Bull. Pêches Tunisie*, (1) : 86 - 133.
- RODRIGUEZ-RODA, J., 1960. - Estudios sobre la sardina, *Sardina pilchardus* Walb. de Barbate (Costa sudatlantica espanola) y Larrache (costa marroqui). *Bohn R. Soc. esp. Hist. nat.*, 58 (2) : 363 - 370.
- RODRIGUEZ-RODA, J., 1970. - La sardina, *Sardina pilchardus* (Walb.) del golfo de Gadiz. *Inv. Pesq.* 34 (2) : 451 - 476.
- RODRIGUEZ-RODA, J., 1971. - Estudio de la sardina, *Sardina pilchardus* (Walb.), capturada por la flota pesquera espanola en aguas de Larache (Marruecos). *Inv. Pesq.* 35 (2) : 655 - 680.
- ROSSIGNOL, M., 1955. - Premières observations sur la biologie des sardinelles dans la région de Pointe-Noire. *Sardinella eba* Val., *Sardinella aurita* Val. *Rapp. P.-v. Réunion. Cons. int. Explor. Mer*, 137 : 17 - 21.
- ROSSIGNOL, M., 1959. - Contribution à l'étude biologique des sardinelles. Etude de la variabilité d'un caractère méristique : le nombre de branchiospines. *Rev. Trav. Off. Pêches marit.*, 23 (2) : 211 - 223.

- ROULE, L., 1922. - La migration reproductrice et la protandrie de l'alose feinte (*Alosa finta* L.). *Annls Sci. nat. (Zool)*, 10 (5) : 61 - 76.
- ROUX, Ch., 1957. - Poissons marins, 1ere partie. In : COLLIGNON, J., ROSSIGNOL, M. et ROUX, Ch., Mollusques, Crustacés, Poissons marins des côtes d'A.E.F. en collection au Centre d'Océanographie de l'Institut d'Etudes Centrafricaines de Pointe-Noire. Paris, ORSTOM : 137 - 253.
- ROUX, Ch., 1976. - Caractéristiques des faunes ichthyologiques des côtes africaines et américaines de l'Atlantique intertropical. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 40 (3-4) : 735 - 736.
- SCHMIDT, J., 1930. - The atlantic cod (*Gadus callarias* L.) and local races of the same. *C.r. Acad. Sci.*, 18 : 1 - 72.
- SCHWARTZ, D., 1963. - Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Editions médicales Flammarion, Paris, 296 p.
- SEURAT, L.G., 1929. - Observations sur les limites, les faciès et les associations animales de l'étage intercotidal de la petite Syrte (golfe de Gabès). *Bull. Stn. océanogr. Salammbô*, (3) : 72 p.
- SEURAT, L.G., 1934. - Formations littorales et estuaires de la Syrte mineure (golfe de Gabès). *Bull. Stn Océanogr. Salammbô*, (32) : 65 p.
- SOLIMAN, I.A.M., BOTROS, G.A. et EL MAGHRABY, A.M., 1970. - Length-Weight relationship and coefficient of condition for *Sardinella maderensis* Lowe and *Sardinella aurita* Cuv. Val. from the Mediterranean sea at Alexandria (U.A.R.). *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. Alexandria*, 1 : 28 - 45.

- SPELLMANN, C.J., 1961. - Poissons d'eau douce. Faune de France, n° 65, P. Lechevalier, Paris, 303 p.
- STEQUERT, 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) : 227 - 247.
- SVETOVIDOV, A.N., 1952. - *Clupeidae*, Fauna U.S.S.R., Fishes, 2 (1) : 331 p. (in Russian, Engl. Transl., Israel Program Sci. Tranl., Jerusalem, 1963 : 374 p.).
- SVETOVIDOV, A.N., 1964. - Ribí Chernogo Morya. (The fishes of the Black Sea) *Opred Faune SSSR*, 86 : 1 - 552.
- SVETOVIDOV, A.N., 1973 a. - *Clupeidae*. In : FISCHER, W., Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire (zone de pêche 37). 1, Rome, FAO, pag. var.
- SVETOVIDOV, A.N., 1973 b. - *Clupeidae*. In : HUREAU, J.C. et MONOD, Th., Catalogue des poissons de l'Atlantique du nord-est et de la Méditerranée, UNESCO, Paris, 1 : 99 - 109.
- TAYLOR, C.C., 1958. - A note on Lee's phenomenon in Georges Bank haddock. *Spe. Publ. ICNAF*, 1 : 243 - 251.
- TAYLOR, C.C., 1958. - Temperature and growth. The Pacific razor clam. *J. Conseil*, 25 (1) : 93 - 101.
- TILLIER, J.B., 1902. - Le canal de Suez et sa faune ichthyologique. *Mém. Soc. zool. Fr.*, 15 : 279 - 318.
- TORTONESE, E., 1970. - Osteichthyes. Pesci Ossei. Fauna d'Italia, vol. 10. Edizioni Calderini, Bologna, 565 p.



- VINCIGUERRA, D., 1883. - Risultati ittiologici delle crociere del "Violante". *Annali Mus. civ. Stor. nat. Genova*, 18 : 465 - 590.
- VINCIGUERRA, D., 1884. - Materiali per lo studio della fauna Tunisia raccolti da G. e L. Doria. 1. Pesci. *Annali Mus. civ. Stor. nat. Genova*, 20 : 393 - 445.
- VUKOVIC, T., 1961. - Populacije i mrescenje *Alosa fallax nilotica* (Geoffroy) u vodama Neretve i Skadarskog jezera. *Godisnjak biol. Inst. Saraj.*, 14 : 85 - 176.
- WALFORD, L.A., 1946. - A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole*, 90 (2) : 141 - 147.
- WHEELER, A., 1969. - The fishes of the British Isles and northwest Europe. Macmillan, London, XVII + 613 p.
- ZAOUALI, J., 1975. - Contribution à l'étude écologique du lac Ichkeul (Tunisie septentrionale). *Bull. Inst. natn. scient. tech. Océanogr. Pêche Salammbô*, 4 (1) : 115 - 124.