

Not to be cited without
permission of the authors¹

DFO Atlantic Fisheries
Research Document 93/62

Ne pas citer sans
autorisation des auteurs¹

MPO Document de recherche sur
les pêches dans l'Atlantique 93/62

**Analyse préliminaire des mesures de L_1 sur des otolithes
de maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) du golfe du Saint-Laurent**

par

François Grégoire et Pierre Gagnon

**Division des poissons et de l'océanographie des pêches
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4**

¹This series documents the scientific basis for the evaluation of fisheries resources in Atlantic Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the secretariat.

¹La présente série documente les bases scientifiques des évaluations des ressources halieutiques sur la côte atlantique du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Les Documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au secrétariat.

RÉSUMÉ

Nous avons constaté chez le maquereau du golfe du Saint-Laurent, des variations de la taille moyenne de l'otolithe à un an (L_1), parmi les classes d'âge qui sont apparues récemment. Aucune différence n'a été observée pour les classes d'âge antérieures à 1977; alors que la biomasse du stock était beaucoup plus basse. Les fortes classes d'âge de 1982, 1987 et 1988 se sont distinguées par une baisse subite de la valeur moyenne de L_1 . Nous avons aussi montré que le retard ou l'avance de croissance d'un poisson par rapport à son groupe à un an, tel qu'indiqué par la mesure de L_1 , tend à se maintenir par la suite.

ABSTRACT

We have observed in the Gulf of St. Lawrence mackerel some variations in the mean size of the otoliths at age one (L_1) among the most recent year-classes. No difference was observed for year-classes prior to 1977, when the stock biomass was much lower. The strong year-classes of 1982, 1987 and 1988 were signalled by sudden decreases of the mean value of L_1 . We have also shown that fish with inferior or superior first-year growth relative to their group, as reflected by the L_1 measurement, tend to maintain their position afterwards.

INTRODUCTION

Les variations inter-annuelles du recrutement ou de la force d'une classe d'âge (l'ensemble des poissons qui sont nés lors de la même saison) caractérisent la plupart des stocks de poissons marins. La difficulté à comprendre et à prédire la variabilité du recrutement demeure toujours l'un des problèmes majeurs de la recherche sur les pêches (Sissenwine 1984). Deux approches sont généralement utilisées pour étudier le recrutement (Parson 1993). La première, qui a d'abord été popularisée par les travaux de Beverton et Holt (1957) et Ricker (1954), tente de relier mathématiquement la taille du stock à celle des recrues. La seconde est orientée vers une meilleure compréhension des mécanismes affectant le recrutement. La façon la plus directe d'évaluer le recrutement demeure l'utilisation des résultats provenant de l'analyse séquentielle des populations ou d'autres analyses basées sur la capture à l'âge (Hilborn et Walters 1992). Lorsque la composition à l'âge n'est pas disponible, les données provenant des missions de recherche axées spécifiquement sur la collecte des oeufs ou des juvéniles ou de celles provenant de la pêche commerciale peuvent être utilisées pour le calcul du recrutement (Gulland 1983; Hilborn et Walters 1992). Pour certains stocks, des relations ont été déterminées entre le recrutement et certaines variables environnementales. Cependant, dans la plupart des cas, ces relations ne sont pas assez précises ou fiables pour prédire la force des classes d'âge (Gulland 1983).

Il n'existe présentement pour le maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) du golfe du Saint-Laurent aucune estimation directe du recrutement. Cette population est caractérisée par l'apparition sporadique de fortes classes d'âge. Ces dernières peuvent se maintenir et supporter la pêche pendant plusieurs années. Les paramètres biologiques qui décrivent globalement cette population sont surtout l'image des classes d'âge dominantes (Grégoire 1993a). L'analyse des échantillons des prises commerciales selon les âges démontre que les poids moyens à l'âge des fortes classes de 1967, 1969, 1974 et 1982 sont plus faibles que les poids moyens des autres classes moins importantes (Grégoire 1993b). Chez le maquereau, comme pour la plupart des espèces, on ne peut prédire la force d'une classe d'âge avant son plein recrutement. Le maquereau serait pleinement recruté à la pêche hivernale pratiquée dans les sous-régions cinq et six de l'OPANO à environ trois ans mais il serait capturé plus vieux par les autres pêches (Gascon et Mercille 1986). Les taux d'exploitation sont si faibles ces dernières années que les analyses séquentielles de population, calibrées de surplus avec des indices d'abondances peu fiables, sont instables au point d'être inutilisables.

Certaines études chez d'autres stocks ont montré des relations entre la taille des individus et la biomasse du stock lors de leur première année. Selon Agnalt (1989), les variations de croissance observées chez les maquereaux âgés de un et deux ans de la Mer du Nord pourraient être reliées à la biomasse. À l'exception de certaines années, ce dernier a en effet observé une relation inverse entre la longueur moyenne des maquereaux de ces deux groupes d'âge et la biomasse totale. Pour ce même stock, une corrélation négative entre la hauteur moyenne de l'otolithe à un an (L_1) et l'abondance totale a aussi été présentée par Dawson (1991). Des variations évidentes de L_1 pour ce stock et celui de l'ouest de l'Angleterre sont présentes entre les classes d'âge. Cependant, aucune relation significative n'a été observée chez ces deux stocks entre la valeur moyenne de L_1 et la force des classes d'âge (Dawson 1991).

Nous constatons tout d'abord qu'il existe chez le maquereau du golfe du Saint-Laurent des différences entre les classes d'âge pour la valeur de L_1 . Puis nous vérifions qu'il aurait été possible de prédire l'apparition de certaines classes d'âge dominantes avant leur entrée dans la pêche commerciale par l'examen suivi des valeurs de L_1 . Enfin, nous examinons la relation qui existe entre la mesure de L_1 d'un poisson (une indication de sa taille à un an) et sa taille lors de la capture.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les données biologiques provenant des échantillons des prises commerciales de maquereau, effectuées en 1983 et entre 1987 et 1991 ont été utilisées (Tableau 1). Ces données, qui sont récoltées sur une base annuelle, servent à l'évaluation de la biomasse reproductrice. Les différentes mesures qui sont généralement effectuées sont la longueur et le poids du poisson, le poids et le stade de maturité des gonades, le sexe ainsi que l'âge. L'âge est déterminé par la lecture des otolithes sagittae. Leur utilisation chez le maquereau a été validée par Steven (1952) et Mackay (1967).

Les mesures L_1 et L_t ont été effectuées sur chaque otolithe gauche. Ces mesures correspondent respectivement à la distance maximale qu'on retrouve à un an et au moment de la capture, c'est-à-dire à la marge, entre le postrostre et le rostre (Figure 1). Un total de 10,948 mesures L_1 ont été effectuées. La mesure L_t a été effectuée dans le but de convertir, au besoin, la mesure L_1 en longueur réelle. Un micromètre objet a été utilisé à des grossissements de 18X ou 25X. Aucune mesure n'a été effectuée sur les otolithes droits ou sur les otolithes gauches pour lesquels le rostre était manquant. De plus, les otolithes dont le premier annulus s'est avéré difficile à localiser n'ont pas été retenus.

Les valeurs moyennes de L_1 ont été comparées entre les classes d'âge par des tests de Student. Une approximation de la statistique t et de sa distribution ont été utilisées lorsque les variances n'étaient pas égales (SAS/STAT 1990). La relation entre les valeurs de L_1 et la longueur du poisson au moment de la capture a été examinée pour chaque groupe d'âge. Nous avons considéré le modèle linéaire suivant pour représenter la longueur d'un poisson à un âge donné en fonction de la valeur de L_1 :

$$(1) \quad (L_{i(jk)} - \overline{L_{(jk)}}) = \alpha (X_{i(jk)} - \overline{X_{(jk)}}) + \epsilon_{i(jk)}$$

- où:
- $L_{i(jk)}$ = Longueur au moment de la capture du poisson i de la classe d'âge j et du groupe d'âge k
 - $\overline{L_{(jk)}}$ = Longueur moyenne des poissons de la classe d'âge j et du groupe d'âge k
 - α = Pente de la relation
 - $X_{i(jk)}$ = Valeur de L_1 pour le poisson i de la classe d'âge j et du groupe d'âge k
 - $\overline{X_{(jk)}}$ = Valeur moyenne de L_1 pour la classe d'âge j et le groupe d'âge k
 - $\epsilon_{i(jk)}$ = Erreur distribuée normalement

RÉSULTATS

Mesures de L_1 et variabilité entre les classes d'âge.

Il y a une grande disparité dans la taille des échantillons selon les classes d'âge. Les poissons les plus âgés sont nés entre 1966 et 1970 mais ils sont très rares (Tableau 1). La valeur moyenne de L_1 présente des variations d'une classe d'âge à l'autre (Tableau 2). Des fluctuations importantes s'observent surtout pour les classes qui sont apparues après l'instauration en 1977 de la zone exclusive de pêche des 200 milles marins. Pour l'ensemble des échantillons, on ne note aucune différence entre les mesures L_1 des deux sexes.

Après 1977, les valeurs moyennes de L_1 ont diminué graduellement. La plus petite valeur moyenne a été observée pour la classe de 1982 (Tableau 2, Figure 2). Pour les classes d'âge suivantes, les valeurs moyennes ont respectivement augmenté jusqu'à la classe de 1986 et diminué à nouveau jusqu'à la classe de 1988. Les classes de 1987 et de 1988, bien qu'elles aient été de moindre importance que celle de 1982, s'avèrent aussi être de fortes classes d'âge.

Cette coïncidence entre les minima locaux de L_1 et l'apparition des fortes classes d'âges nous a suggéré l'hypothèse (à posteriori) qu'une diminution subite de L_1 pourrait signaler l'arrivée des fortes classes d'âge, bien avant qu'elles soient pleinement recrutées. Plus précisément, nous avons examiné l'hypothèse que la valeur moyenne de L_1 des fortes classes d'âge était significativement inférieure à celle des deux classes précédentes combinées. Pour la période postérieure à 1977, ce critère indique correctement les fortes classes de 1982, 1987 et 1988 (Tableau 3). Il indique aussi correctement toutes les faibles classes d'âge sauf 1980.

Relations entre L_1 et la longueur au moment de la capture.

Les coefficients de corrélation mesurés entre les valeurs L_1 et les longueurs pour les différents groupes d'âges sont presque tous significatifs (Figure 3). L'intensité de la relation varie d'un groupe d'âge à l'autre. L'écart de la longueur d'un poisson par rapport à la moyenne de son groupe (classe d'âge, groupe d'âge) à la capture est proportionnel à l'écart de sa valeur L_1 par rapport au groupe ($P < 0.0001$). Lorsque L_1 et la longueur sont exprimées dans les mêmes unités, le rapport (α de l'équation 1) dans l'ensemble est de 11.4. Cependant, l'estimation de cette valeur varie selon les classes ou les groupes d'âge ($P < 0.0001$).

DISCUSSION ET CONCLUSION

La taille à un an chez le maquereau du golfe du Saint-Laurent présente des variations intra et inter-annuelles. Pour une même année, la variation de taille pourrait s'expliquer par le fait que tous les poissons ne fraient pas au même moment. De plus, le fait que les poissons sont soumis à des conditions environnementales différentes, ont accès à des quantités de nourriture qui varient ou sont génétiquement différents pourrait aussi expliquer qu'ils ne croissent pas tous au même taux (Jamieson *et al.*, 1987).

Avant 1977, la pêche au maquereau était caractérisée par les plus fortes captures jamais enregistrées de toute son histoire. Il y a même eu un effondrement du stock vers la fin de cette période. Lorsque le stock est à un très bas niveau, il n'y a peut être pas de différences de croissance lors de la première année entre les classes d'âge. Il faut noter que le nombre d'échantillons associés à cette période est peu élevé et possiblement non représentatif de l'ensemble de la population. Par exemple, les otolithes échantillonnés pourraient ne provenir que des poissons ayant eu une faible croissance et ayant du même coup évité la pêche. Cette hypothèse pourra être étudiée lorsque l'examen des otolithes échantillonnés auprès de la pêche commerciale effectuée à cette époque sera complétée.

La longueur atteinte par un maquereau à un âge donné est reliée à la croissance effectuée lors de la première année. Nous observons que les retards ou les avances de croissance qui se manifestent à un an tendent à se maintenir tout au cours de la vie du poisson. Nous remarquons aussi que la dispersion des tailles n'augmente pas avec l'âge, ce qui supporte la suggestion faite par Dawson (1991) que la première année de croissance n'influence pas le taux de croissance subséquent. Les poids et la longueur à l'âge observés chez les poissons pleinement recrutés (Grégoire 1993b) montrent des tendances similaires à celles des mesures L_1 .

Il semble donc que plusieurs indices pourraient annoncer l'arrivée des fortes classes d'âge. L'examen de la mesure L_1 nous a permis d'étudier indirectement les populations de maquereau juvéniles et d'y détecter les signes précurseurs de fort recrutement. Un examen direct de ce groupe d'âge serait bien sur préférable mais les échantillons disponibles à date ne le permettent pas. Des captures importantes de jeunes maquereaux sont effectuées tout au cours de la saison estivale le long des côtes de la Nouvelle-Écosse. Or, certaines années, aucun échantillonnage commercial de maquereau n'est effectué dans cette région (Grégoire 1993b). Ces jeunes poissons ne participent pas, avec les plus âgés, à la fraie qui se produit à l'intérieur du golfe du Saint-Laurent. Pour développer et éventuellement utiliser un indice fiable de la force des classes d'âge, il faudra qu'un échantillonnage adéquat des jeunes maquereau qui séjournent à l'extérieur du golfe soit effectué chaque année.

REMERCIEMENTS

Les auteurs aimeraient remercier M. Alain Proulx qui a grandement participé à la prise des mesures sur les otolithes et M. Jean Lambert pour la révision d'une version précédente du document.

RÉFÉRENCES

- Agnalt, A.L. 1989. Long-term changes in growth and age at maturity of mackerel *Scomber scombrus* L., from the North Sea. J. Fish Biol. (Supplement A), 35: 305-311.
- Beverton, R.J.H., et Holt, S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Ministry of Agriculture and Fisheries. Fish. Invest., Lond., Ser. 2, 19: 533p.
- Dawson, W.A. 1991. Otolith measurement as a method of identifying factors affecting first-year growth and stock separation of mackerel (*Scomber scombrus* L.). J. Cons. int. Explor. Mer, 47: 303-317.
- Gascon, D. et B. Mercille. 1986. Le maquereau (*Scomber scombrus* L.) du nord-ouest de l'Atlantique, sous-région 2 à 6 de l'OPANO. CSCPCA Document de Recherche 86/92.
- Grégoire, F. 1993a. Caractéristiques biologiques du maquereau bleu (*Scomber scombrus* L.) échantillonné le long des côtes canadiennes entre 1983 et 1991. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1907: x + 137p.
- Grégoire, F. 1993b. Estimation du stock reproducteur de maquereau (*Scomber scombrus* L.) du golfe du Saint-Laurent et suivi des captures pour les sous-régions 2-6 de l'OPANO en 1992. MPO Document de Recherche sur les Pêches dans l'Atlantique (93/54) 70 p.
- Gulland, J.A. 1983. Fish Stock Assessment: a manual of basic methods. John Wiley and Sons. New York. 223p.
- Hilborn, R., et C.J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall. New York. 570p.
- Jamieson, A., Turner, R.J., Dawson, W.A. et Birley, A.J. 1987. Atlantic mackerel (*Scomber scombrus* L.) adenosine deaminase, esterase-D and otolith L₁. J. Cons. int. Explor. Mer, 44: 59-65.
- MacKay, K.T. 1967. An ecological study of mackerel *Scomber scombrus* (Linnaeus) in the coastal waters of Canada. Fish. Res. Board Can. Tech. Rep. 31, 127 p.

Parsons, L.S. 1993. Management of marine fisheries in Canada. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 225: 763p.

Ricker, W.E. 1954. Stock and recruitment. J. Fish. Res. Bd. Can. 11: 559-623.

SAS/STAT User's Guide. 1990. Version 6, Fourth Edition, Volume 2. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Sissenwine, M.P. 1984. Why do fish populations vary ?, p. 59-94. *In* R. M. May [ed.] Exploitation of marine communities. Dahlem Konferenzen, Springer-Verlag, Berlin.

Steven, G.A. 1952. Contributions to the biology of the mackerel *Scomber scombrus* L. III. Age and growth. J. Mar. Biol. Assoc. U.K. 30:549-568.

Tableau 1. Nombre de mesures L_1 et L_T effectuées par classe d'âge et par année.

ANNÉE	CLASSE D'ÂGE	NOMBRE DE POISSONS ÉCHANTILLONNÉS	NOMBRE DE POISSONS AGÉS	NOMBRE DE MESURES L_1	NOMBRE DE MESURES L_T
1983	66	1	1	0	0
	67	8	8	5	5
	68	4	4	0	1
	69	7	7	3	3
	70	15	15	4	5
	71	51	51	26	26
	72	109	109	39	40
	73	379	379	146	150
	74	825	825	300	334
	75	301	301	109	121
	76	93	93	36	45
	77	54	54	16	17
	78	540	540	220	231
	79	137	137	73	77
	80	434	434	202	201
	81	372	372	172	172
	82	378	378	172	216
?	482	0	149	146	
TOTAL		4190	3708	1672	1790
1987	72	1	1	1	1
	73	1	1	1	1
	74	11	11	8	7
	75	21	21	15	13
	76	15	15	9	9
	77	8	8	5	4
	78	14	14	5	5
	79	20	20	13	11
	80	18	18	13	13
	81	317	317	216	217
	82	1302	1302	940	936
	83	118	118	80	77
	84	224	224	119	141
	85	265	265	162	160
	86	127	127	86	84
?	657	0	372	392	
TOTAL		3119	2462	2045	2071

Tableau 1. (Suite).

ANNÉE	CLASSE D'ÂGE	NOMBRE DE POISSONS ÉCHANTILLONNÉS	NOMBRE DE POISSONS AGÉS	NOMBRE DE MESURES L_1	NOMBRE DE MESURES L_T
1988	74	9	9	7	5
	75	14	14	13	12
	76	11	11	10	9
	77	13	13	12	12
	78	25	25	16	19
	79	14	14	10	12
	80	15	15	9	11
	81	295	295	199	235
	82	1265	1265	948	997
	83	77	77	51	56
	84	91	91	52	72
	85	71	71	46	48
	86	79	79	38	37
	87	30	30	11	13
	?	335	0	191	245
TOTAL		2344	2009	1613	1783
1989	73	1	1	0	0
	74	1	1	1	1
	75	6	6	3	4
	76	2	2	2	1
	77	1	1	0	0
	78	9	9	4	7
	79	10	10	8	8
	80	20	20	13	13
	81	152	152	104	96
	82	1146	1146	848	741
	83	45	45	36	32
	84	96	96	62	70
	85	136	136	95	84
86	257	257	153	157	
87	755	755	459	444	
88	227	227	120	120	
?	511	86	302	261	
TOTAL		3375	2950	2210	2039

Tableau 1. (Suite).

ANNÉE	CLASSE D'ÂGE	NOMBRE DE POISSONS ÉCHANTILLONNÉS	NOMBRE DE POISSONS AGÉS	NOMBRE DE MESURES L_1	NOMBRE DE MESURES L_T
1990	75	3	3	3	2
	76	1	1	1	1
	77	-	-	-	-
	78	3	3	3	2
	79	5	5	5	5
	80	3	3	3	3
	81	49	49	41	36
	82	782	782	657	584
	83	27	27	20	19
	84	60	60	44	43
	85	77	77	60	59
	86	135	135	105	103
	87	525	525	402	382
	88	259	259	191	180
	89	25	25	16	16
?	379	0	260	240	
TOTAL		2333	1954	1811	1675
1991	76	2	2	1	1
	77	4	4	3	3
	78	4	4	4	3
	79	6	6	5	5
	80	3	3	3	3
	81	35	35	27	22
	82	655	655	530	469
	83	54	54	44	43
	84	65	65	51	50
	85	63	63	44	44
	86	85	85	62	64
	87	456	456	357	339
	88	377	377	262	259
	89	141	141	90	88
	90	73	73	42	41
?	110	0	72	65	
TOTAL		2133	2023	1597	1499
GRAND TOTAL		17494	15106	10948	10857

Tableau 2. Statistiques générales calculées sur la variable L_1 (mm) pour chaque classe d'âge.

CLASSE D'ÂGE	N°	NON MESURÉS ²	MÉDIANE	MINIMUM	MOYENNE	MAXIMUM	ÉCART-TYPE
66	0	1	-	-	-	-	-
67	5	3	2.73	2.57	2.96	3.42	0.39
68	0	4	-	-	-	-	-
69	3	4	2.84	2.68	2.80	2.89	0.11
70	4	11	2.89	2.62	2.93	3.32	0.32
71	26	25	2.62	1.98	2.66	3.42	0.32
72	40	70	2.52	2.14	2.54	3.32	0.26
73	147	234	2.57	1.98	2.57	3.05	0.23
74	316	530	2.52	2.14	2.55	3.59	0.22
75	143	201	2.57	2.14	2.58	3.21	0.22
76	59	65	2.62	2.16	2.59	3.16	0.22
77	36	44	2.73	2.12	2.70	3.26	0.26
78	252	343	2.68	2.14	2.70	3.48	0.21
79	113	78	2.68	2.20	2.70	3.30	0.24
80	242	249	2.57	2.14	2.57	3.54	0.24
81	755	459	2.59	1.92	2.61	3.59	0.23
82	4070	1427	2.51	1.81	2.51	3.53	0.23
83	231	89	2.52	1.89	2.56	3.58	0.32
84	327	207	2.78	2.09	2.79	3.65	0.28
85	407	205	2.78	2.16	2.81	4.17	0.24
86	434	236	3.14	2.14	3.11	3.93	0.26
87	1202	526	2.79	2.16	2.80	3.89	0.20
88	572	290	2.71	1.92	2.71	3.73	0.24
89	106	60	2.93	2.40	2.93	3.54	0.23
90	42	31	3.06	2.71	3.05	3.58	0.21

¹ Certains échantillons n'ont pas été inclus dans les analyses à cause d'une inégalité entre le nombre de poissons âgés et le nombre d'otolithes correspondant.

² L_1 n'a pas été mesurée sur ces otolithes en raison de leur mauvais état ou de la difficulté à localiser le premier annulus.

Tableau 3. Résultats des tests de t calculés pour L_1 entre une classe d'âge et les deux qui précèdent.

CLASSE D'ÂGE	ÉCART ENTRE LES MOYENNES	T ¹	P	I ²
73	-0.0071	-0.1682	0.8668	
74	-0.0226	-1.0132	0.3115	
75	0.0258	1.1457	0.2524	
76	0.0249	0.7677	0.4430	
77	0.1144	2.6822	0.0079	
78	0.0696	2.5067	0.0127	
79	0.0044	0.1704	0.8648	
80	-0.1287	-6.4554	0.0000	*
81	0.0035	-0.2179	0.8275	
82	-0.0870	-9.8528	0.0000	*
83	0.0321	1.4007	0.1628	
84	0.2717	16.9675	0.0001	
85	0.1052	5.5879	0.0001	
86	0.3149	19.5196	0.0000	
87	-0.1663	-13.6185	0.0001	*
88	-0.1749	-14.1119	0.0001	*
89	0.1678	7.4340	0.0000	
90	0.2991	7.3790	0.0000	

¹ Les variances sont inégales, une approximation de la statistique T est calculée (SAS/STAT 1990)

² I est un indicateur des classes d'âge importantes, I= * lorsque l'écart < 0 et P < 0.01.



= Classes d'âge importantes.

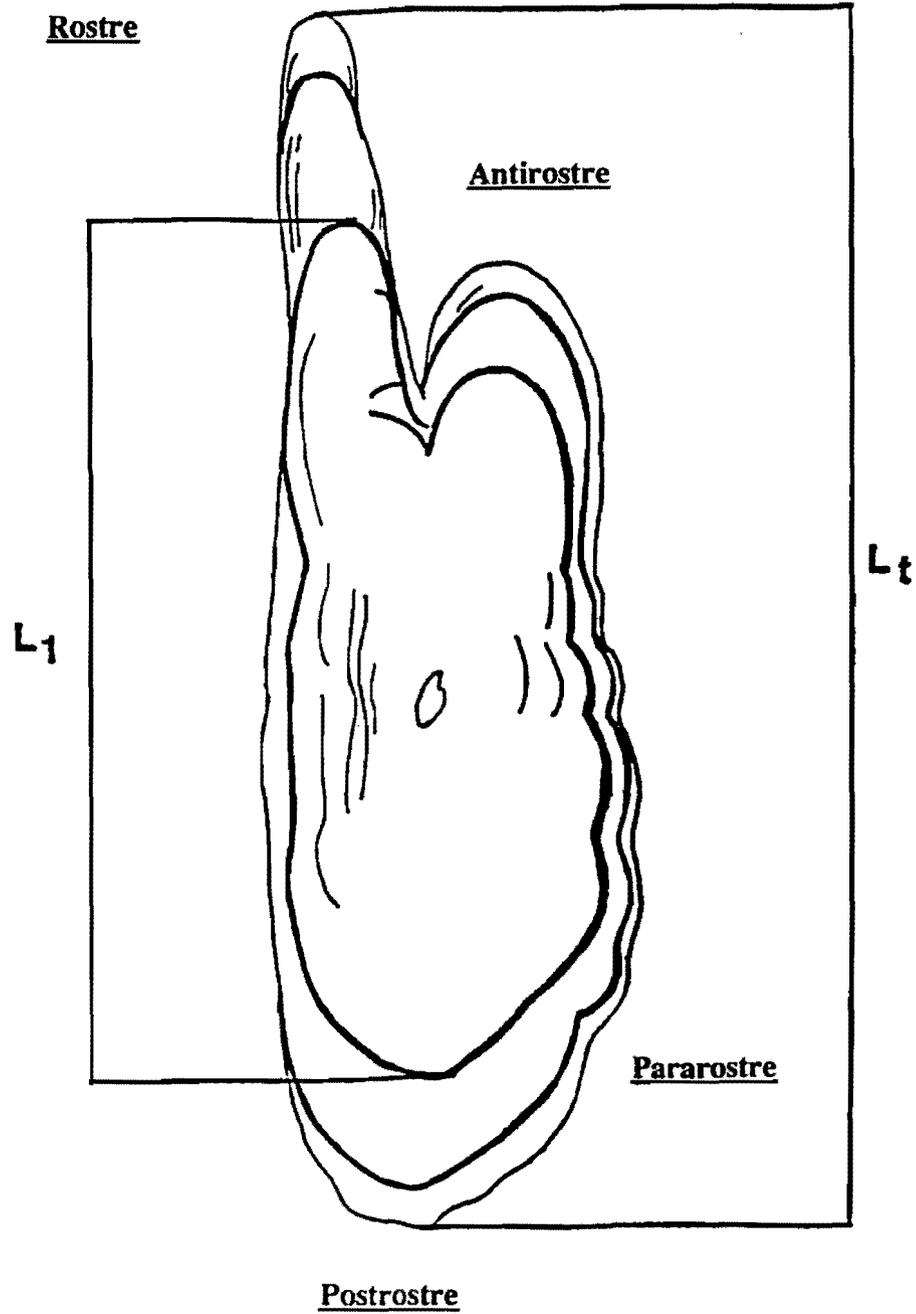


Figure 1. Description des mesures L_1 et L_t effectuées sur des otolithes de maquereau provenant de l'échantillonnage commercial.

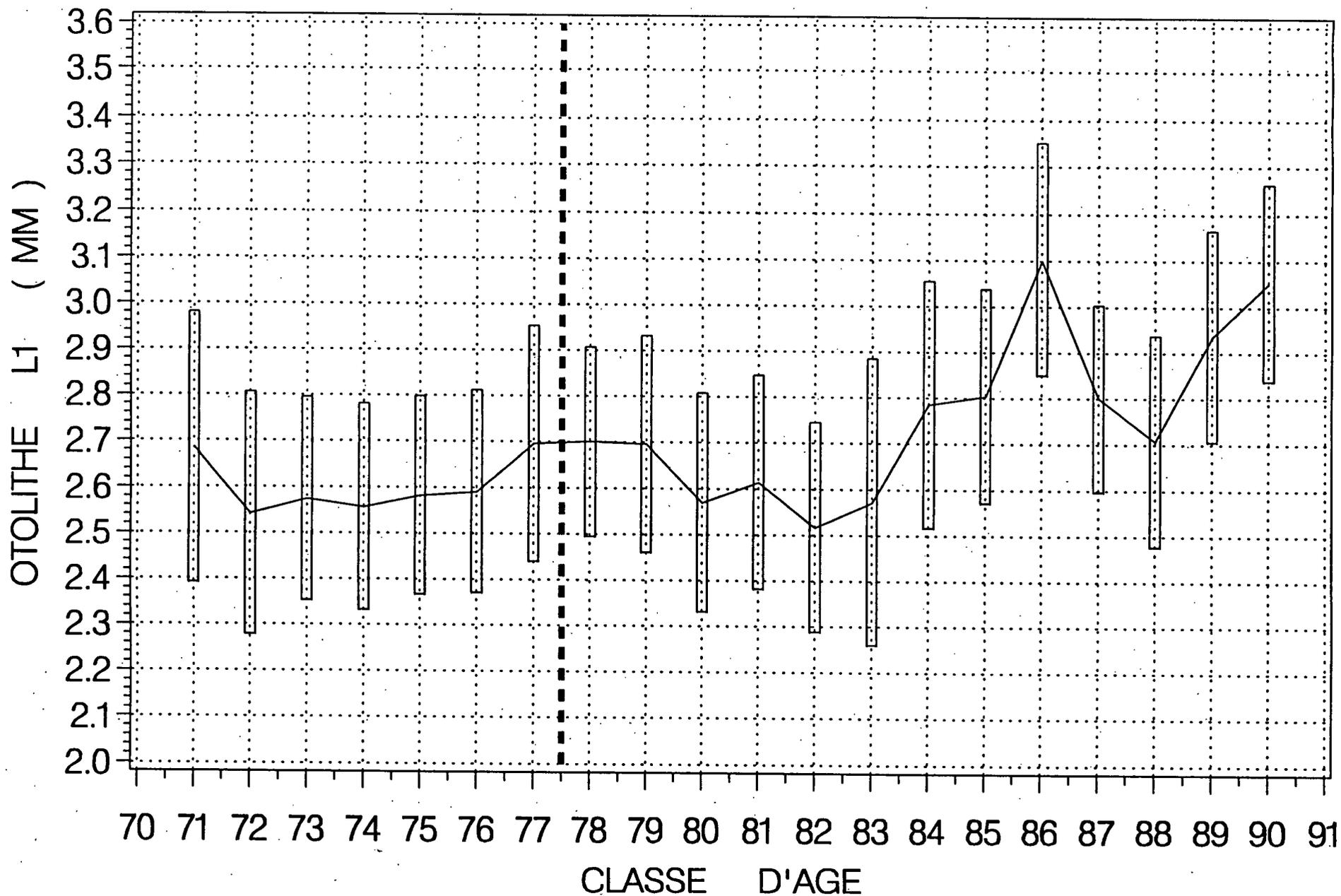


Figure 2. Valeurs moyennes de la mesure L_1 (+ ou - un écart-type) calculées pour chaque classe d'âge. La ligne pointillée verticale représente le moment de mise en application de la zone de 200 milles marins.

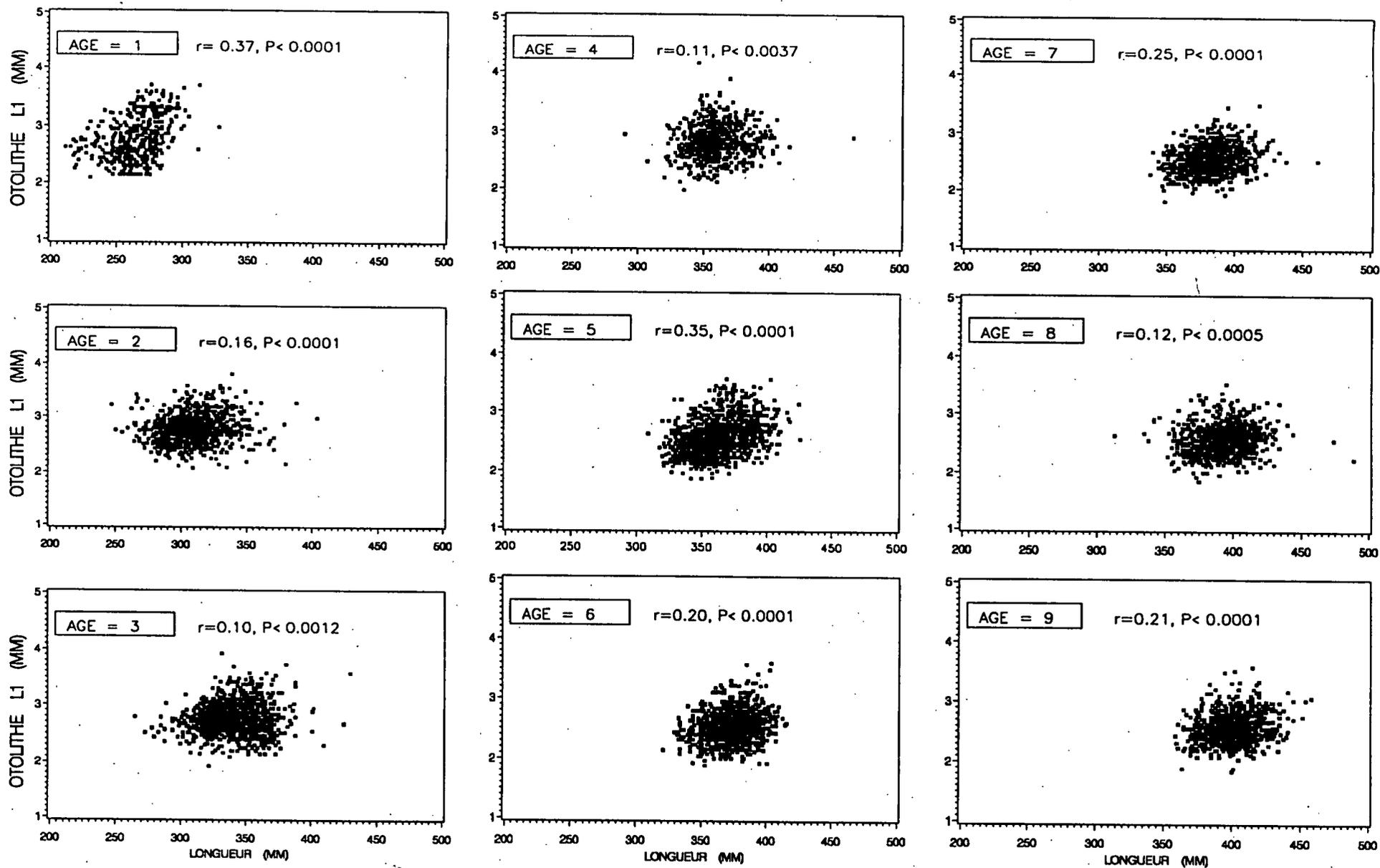


Figure 3. Relations entre les mesures de L_1 et la longueur des maquereaux au moment de la capture. Le coefficient de corrélation de Pearson a été calculé pour les groupes d'âge de 1 à 16 ans.

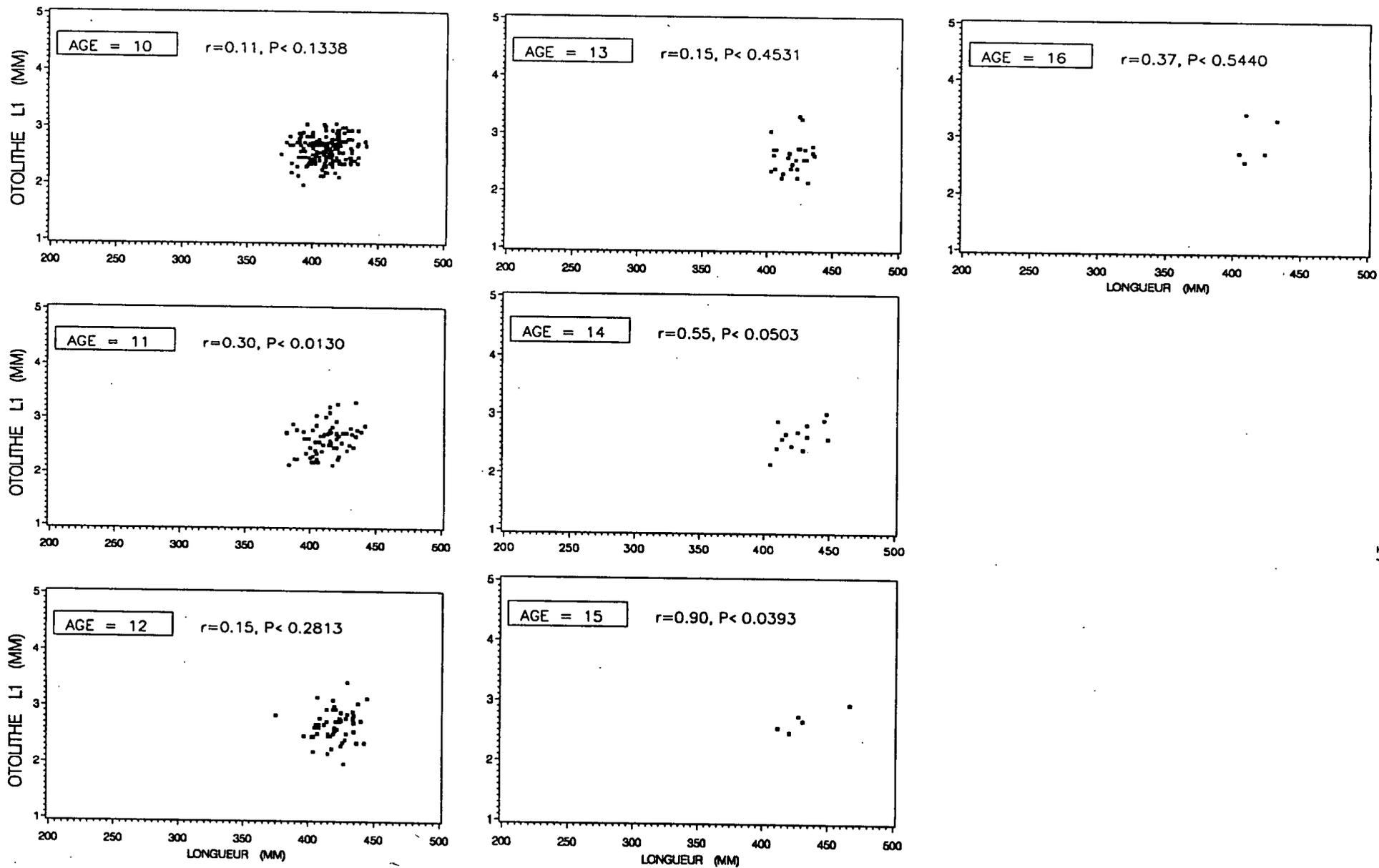


Figure 3. (Suite).