

ETUDE BIOMETRIQUE
D'UNE POPULATION DE *LAMINARIA DIGITATA*
LAMOUREUX DE L'ETAGE INFRALITTORAL PROFOND

I. - Résultats relatifs aux dimensions des thalles

par René PEREZ

Au cours de l'année 1964-1965, J. COSSON a suivi l'évolution d'une population de *Laminaria digitata* vivant au large de Luc-sur-Mer (Calvados), sur le rocher de « Quihot ». Cette population, qui émerge aux marées basses de vives-eaux, se situe à la limite supérieure de l'étage infralittoral, c'est-à-dire dans des conditions très particulières pour une espèce qui vit généralement en dessous de cette limite. J. COSSON faisait d'ailleurs lui-même remarquer que, pour cette raison, ses résultats ne pouvaient être généralisés. La différence entre ses propres observations et les quelques mesures faites par des plongeurs sous-marins sur des colonies vivant au voisinage du rocher de « Quihot », mais plus profondément, laissait supposer une évolution différente de l'espèce en surface et en profondeur.

C'est pour vérifier cela que nous avons refait, sur une population de *Laminaria digitata* située au-dessous du niveau des plus basses mers (population dite « profonde » ou de « mer »), des travaux identiques à ceux de COSSON sur la population du rocher de « Quihot » (population dite de « rive »).

On conçoit que l'élaboration d'un tel programme posa de nombreux problèmes que nous n'aurions pu résoudre sans l'aide du laboratoire d'Algologie de la Faculté des Sciences de Caen que dirige M^{me} le professeur GAYRAL et le concours du laboratoire de Luc-sur-Mer.

Nous avons utilisé une équipe de plongeurs sous-marins qui avaient accepté de suivre un entraînement hebdomadaire de façon à être capables de séjourner deux à trois heures sous l'eau aussi bien en été qu'en hiver. Si, en été, le travail fut, en effet, relativement facile, en hiver, au contraire, dans une eau dont la température ne dépassait pas 6°C, il fut extrêmement pénible (1).

Choix de la population de *Laminaria digitata*.

Pour cette étude, nous avons choisi la population de *Laminaria digitata* vivant au large de Ver-sur-Mer, par 0° 32' 40" de longitude ouest et 49° 21' 45" de latitude nord, sur des fonds rocheux, dans une eau généralement claire, sauf en novembre et en décembre où elle devient trouble. De plus, ce peuplement présente l'avantage d'être :

(1) J'exprime ici tous mes remerciements à MM. A. DISTINGUIN et P. BAUDRY qui m'ont apporté très sympathiquement et très efficacement leur concours et qui ont bien voulu mettre à ma disposition leur bateau sans lequel ce travail n'aurait sans doute pas été possible.

situé à une profondeur de trois à quatre mètres au-dessous du niveau des plus basses mers, homogène, avec pratiquement pas de *Laminaria saccharina* dont les jeunes représentants ne pourraient être distingués de ceux de l'espèce *L. digitata*, éloigné de la zone dans laquelle les fleuves (Seine, Orne, Seulles) déversent leurs alluvions.

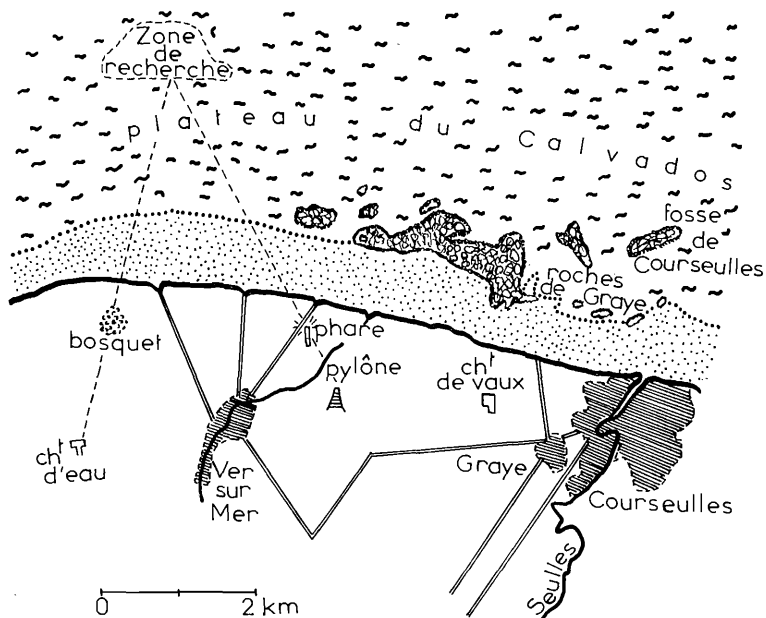


FIG. 1. — Carte permettant de localiser la zone de recherche.

Pour repérer plus facilement le site, une grande bouée fut fixée, par une chaîne en fer galvanisé, à quatre plots de trente kg chacun (fig. 1).

Méthode de travail.

Les premières plongées eurent lieu en décembre 1965. Elles permirent de délimiter la zone de recherche et d'effectuer quelques essais afin de tester la valeur de la technique employée. Ce n'est qu'à partir de mars 1966 que les mesures furent assez précises et nombreuses pour être utilisables.

Les plongeurs opéraient de la façon suivante. Ils posaient sur le fond un cadre de fer d'un mètre de côté et arrachaient toutes les algues situées à l'intérieur du carré; puis ils recommençaient la même opération plus loin, jusqu'à avoir ramassé au moins deux cents thalles. Cette méthode permet une grande objectivité : en fixant l'attention des plongeurs sur une surface restreinte, elle assure la récolte des petites algues qui, sans cela, seraient négligées.

Immédiatement après la récolte, les algues étaient apportées au laboratoire où nous mesurons, pour chacune, la longueur et la largeur de la lame ainsi que la longueur et le diamètre du stipe. A partir de ces résultats, nous avons pu, d'une part construire des histogrammes pour chacun des paramètres considérés en portant en abscisses les valeurs de ce paramètre et en ordonnées la fréquence des mesures pour chacune de ces valeurs, d'autre part déterminer les moyennes mensuelles et la dispersion autour de la moyenne en nous conformant à la méthode statistique (1).

(1) Nous ne reviendrons pas sur l'exposé de cette méthode qui a déjà été résumée par COSSON dans la publication de ces travaux.

N'ayant pas été gênés, comme le fut COSSON, par les marées, nous avons pu effectuer les récoltes à des intervalles de temps réguliers, les plongées ayant lieu les premiers jours de chaque mois. Il a été ainsi possible de comparer les résultats obtenus mois après mois et de suivre avec précision l'évolution des différentes classes composant la population.

Etude de la longueur de la lame.

La longueur de la lame est la distance comprise entre le point où le stipe se joint à la lame et la projection de l'extrémité de la plus longue lanière sur l'axe longitudinal de l'algue (fig. 2).

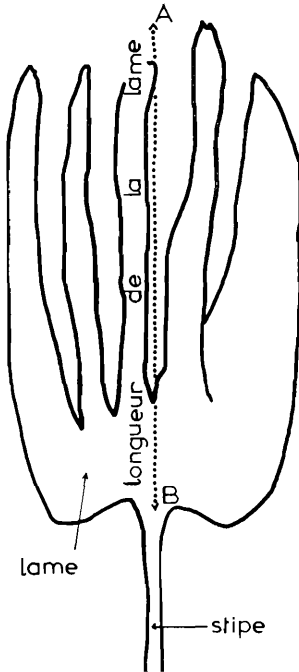


FIG. 2. — La distance AB représente la longueur de la lame.

Analyse des histogrammes.

Beaucoup de lames, en particulier les plus âgées, ne peuvent être étalées dans un même plan. Elles sont en effet soumises à des tensions internes, résultant sans doute d'inégalités de croissance, qui provoquent des torsions de la partie basale. De ce fait, en dépit du soin apporté à l'élaboration des mesures, les possibilités d'erreurs sont élevées et nous avons dû prendre un intervalle de classe important, 5 cm.

Les histogrammes de la figure 3 résument les résultats acquis.

Le premier, de mars 1966, présente quatre sommets que l'on retrouve décalés vers la droite sur les graphiques d'avril, mai, juin, juillet et août. On n'en compte que trois en septembre; deux, disposés différemment selon le mois, en octobre, novembre et décembre; trois de nouveau en janvier et février; quatre, enfin, en mars 1967. Les résultats obtenus de mars à août semblent donc indiquer la présence de quatre classes modales alors que, d'après ceux de décembre, il n'y en aurait que deux. Cette contradiction révèle sans aucun doute un comportement particulier chez la population étudiée, comportement que nous allons essayer de préciser en analysant chacun des histogrammes à la lumière des connaissances acquises sur la croissance de *Laminaria digitata* après de nombreux marquages de thalles aussi bien en surface qu'en profondeur.

Le graphique de mars 1966, montrant quatre sommets, traduit l'existence de quatre classes modales :

- la première, que nous appellerons, pour des raisons de commodité, classe A, se situe entre 1 et 5 cm; ce sont de très jeunes lames de couleur claire et souvent encore entières, qui la constituent;
- la classe B dont le point modal oscille autour de 27 cm, est caractérisée par des lames plus sombres, découpées en deux ou trois lanières;
- la troisième, C, a une fréquence maximale de 45 à 50 cm; elle représente un groupe de lames qui diffèrent des précédentes par leur longueur, leur coloration plus sombre, leurs nombreuses lanières et la présence, aux extrémités distales, de quelques sores;
- enfin, la classe D (point modal : 70 cm) est celle des lames de couleur brun-sombre, épaisses, d'une relative rigidité, portées généralement par un très long stipe. Elles sont découpées en nombreuses lanières et souvent chargées, sur presque toute leur longueur, d'une multitude de sores.

Au cours des mois de mars, avril et mai, on note un déplacement de tous les sommets vers la droite. C'est donc que la valeur modale de chaque groupe augmente : la production tissulaire l'emporte sur les pertes apicales.

Durant le mois de mars, c'est surtout la valeur modale du quatrième groupe qui croît puisque le

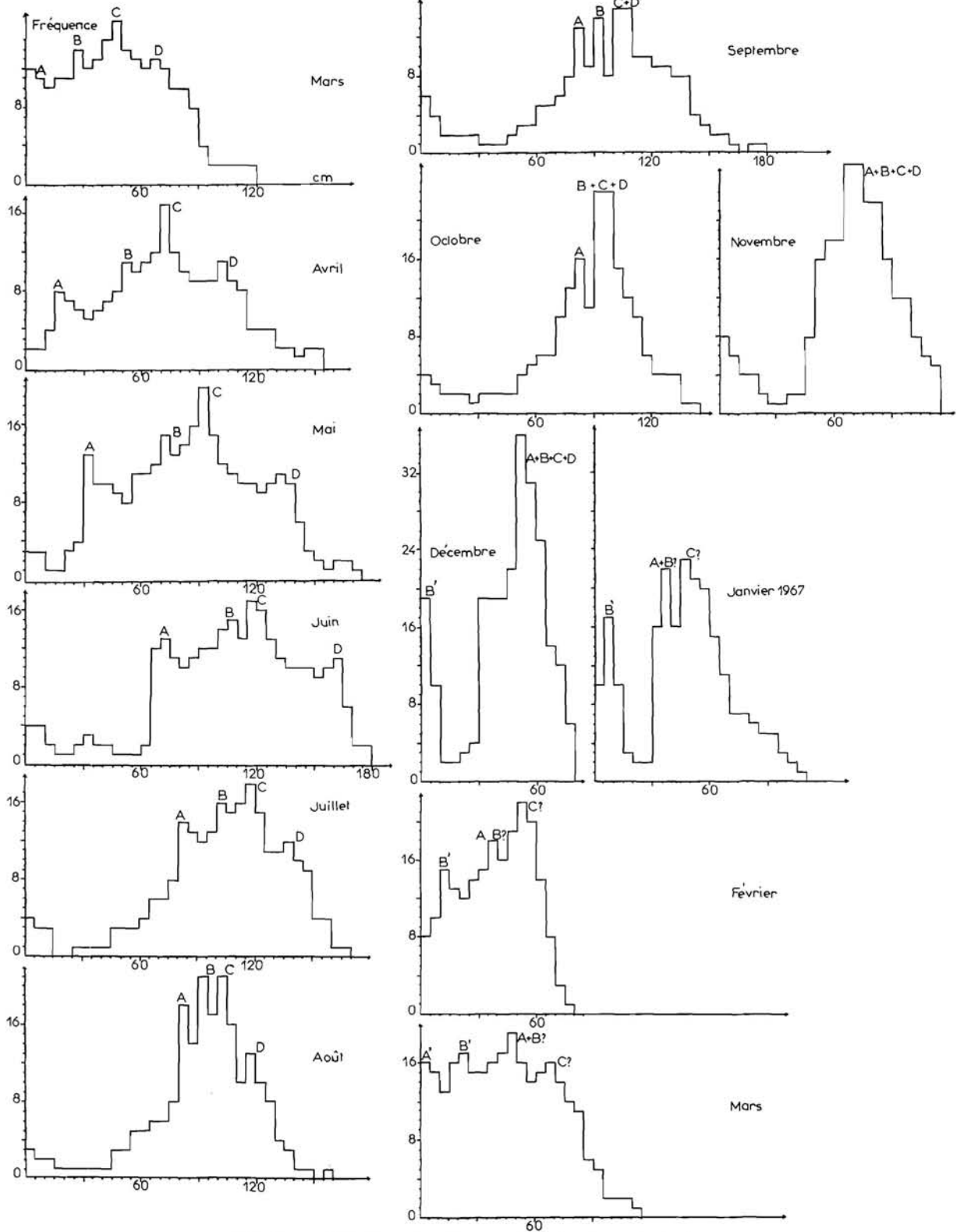


FIG. 3. — Histogrammes concernant la longueur de la lame.

déplacement du sommet qui la représente, dans l'histogramme établi au cours de la première semaine d'avril, indique qu'elle passe de 70 à 110 cm. Les études de la croissance par marquage de thalles ont permis de comprendre cet allongement en révélant que c'est au cours de mars que ce groupe d'algues connaît sa période de croissance maximale.

En mai, les quatre sommets continuent leur progression, tout en restant à la même distance les uns des autres. L'évolution des quatre classes est donc à peu près identique, l'allongement moyen variant de 15 à 20 cm.

Au début de juin, le déplacement vers la droite s'accroît. A et B, en particulier, subissent un accroissement sensible de 40 cm en moyenne, la longueur modale passant de 30 à 70 cm pour la première, de 70 à 105 cm pour la seconde. Cet allongement est le fruit d'une grande activité méristématique qui affecte, au cours du mois de mai, toutes les lames. Cependant, celles des classes C et D, moins souples et plus larges, sont soumises à une usure apicale importante qui réduit l'effet de leur croissance.

Sur les histogrammes obtenus en juin, juillet et août, on peut constater que le mouvement des sommets change de sens, dès le mois de juin pour la classe D, à partir de juillet pour C; les lames de A et B ne subissent, par contre, que peu de modifications. La diminution rapide de la longueur modale de C (de 115 à 100 cm) et D (de 160 à 130 cm), indiquée par le déplacement vers la gauche des sommets correspondants, ne peut s'expliquer par un arrêt de croissance puisque cette dernière, si elle n'a pas la valeur qu'elle avait en mai, n'en reste pas moins appréciable (15 à 20 cm). La cause principale semble résider dans un changement d'état de l'algue qui émet ses éléments reproducteurs en juin-juillet. Les sores vidés constituent alors des plages de tissus morts qui, se désagrégant rapidement sous l'effet des vagues et des frottements sur le sol, accélèrent ainsi la diminution de la longueur de la lame.

De septembre à novembre, les histogrammes confirment que la diminution de longueur de C et de D se poursuit et que le phénomène commence à affecter les deux autres classes. La réduction étant plus importante pour D que pour C, le quatrième sommet de l'histogramme se déplace plus vite que le troisième, le rattrape et finalement se confond avec lui : ce qui explique que le graphique de septembre ne présente plus que trois sommets. Celui d'octobre n'en a que deux : les lames de C et de D ont été soumises à une telle destruction apicale que leur longueur a été réduite à celle des lames de la classe B.

En novembre, tous les groupes ont une lame dont la longueur moyenne est d'environ 70 cm. Il y a, à ce moment, une nouvelle émission d'éléments reproducteurs qui accélère la dégradation des lames dont la longueur moyenne s'abaisse à 50 cm en décembre. Ce sont les lames de la classe D (celles munies d'un long stipe) qui paraissent avoir le plus mal supporté les intempéries : elles sont le plus souvent réduites à deux ou trois lanières.

L'histogramme de décembre révèle, en outre, la présence d'un autre sommet B' indiquant ainsi l'apparition de très jeunes lames dont la valeur modale varie de 1 à 5 cm et qui proviennent peut-être de la germination des spores émises en juin-juillet.

En janvier, on compte à nouveau trois sommets. Le premier (B') se situe à 10 cm; le second est le point modal d'une classe qui groupe les lames portées par des stipes courts et trapus et qui appartiennent sans doute aux classes A et B. Le troisième représenterait les lames qui constituaient C. D semble avoir disparu : le nombre de lames la formant avait déjà sensiblement diminué au cours des trois derniers mois. D'autre part, les plongeurs ont noté, à cette période, que la plupart des très longs stipes (60 à 70 cm) ne portaient plus de lames, sinon deux ou trois lambeaux plus ou moins déchiquetés; ils auraient, en quelque sorte, assisté à la disparition progressive de D dont le nombre de représentants survivant n'est plus suffisamment important pour influencer l'aspect des histogrammes.

En février, la séparation des trois modes est encore plus nette : celui de B' est à 20 cm, celui de AB (fusion de A et de B) à 35 cm, celui de C à 60 cm.

Enfin, le graphique dessiné en mars 1967 porte, sur sa marge gauche, un nouveau mode caractérisant un groupe de lames de petites dimensions (classe A') qui résultent sans doute de la germination des spores libérées en masse pendant les mois de novembre et de décembre.

Nous avons ainsi obtenu en mars 1967 un histogramme presque identique à celui de mars 1966, avec quatre sommets situés à des positions identiques :

la classe A', formée par les algues apparues en février-mars, remplace A;

B' constituée par celles apparues en novembre-décembre remplace B;

A et B, fusionnées en un même groupe AB, remplace C;

C a pris la place de D.

Les courbes de la figure 4, construites en portant les mois en abscisses et les valeurs modales mensuelles de chacune des classes A, B, C, D, en ordonnées, résument les variations qui viennent d'être analysées.

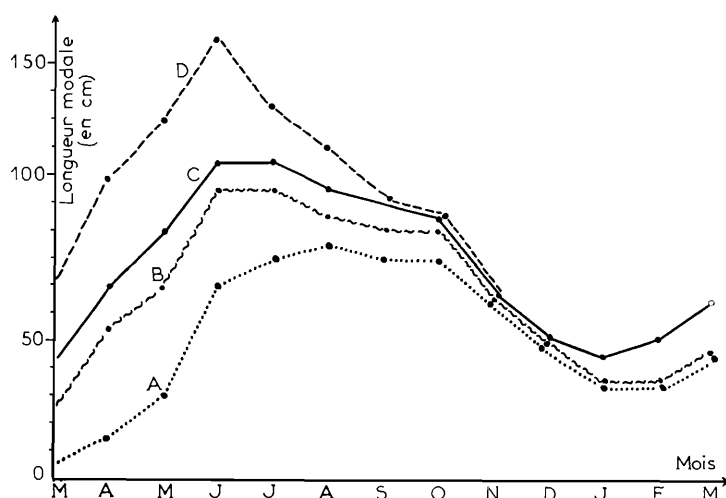


FIG. 4. — Variations des longueurs modales de chacune des classes A, B, C, D, au cours des mois.

Les quatre sommets apparaissant sur les histogrammes de mars à août, traduisent la présence dans la population d'une hétérogénéité correspondant à l'âge : A et B comprenant les lames de l'année, C groupant celles âgées d'un an et commençant leur deuxième année, D celles âgées de deux ans et commençant leur troisième année.

Les graphiques relatifs à la longueur de la lame, établis par COSSON à la même époque, sur la population de « rive » du rocher de « Quihot », ne montre que trois sommets dont le devenir est difficile à suivre en raison de la trop grande différence de structure des histogrammes successifs. Cependant, il semble bien que la division en quatre classes que nous avons mise en évidence sur la population de « mer », n'existe pas ou est moins marquée dans la population de « rive ».

Variation de la moyenne annuelle.

Cette différence entre la population de « rive » et la population de profondeur devrait se traduire, a priori, par une différence dans la longueur moyenne générale des lames des deux groupes

Nous avons obtenu, au cours des mois, les longueurs moyennes qui ont permis d'établir la figure 5.

Nous avons ainsi eu la surprise de constater que la longueur moyenne maximale de la lame, enregistrée au printemps, ne diffère guère de celle notée par COSSON pour les algues de surface. Nous avons pourtant bien vérifié qu'en profondeur la croissance de la lame est plus active qu'en surface et que le pourcentage d'algues atteignant trois ans y est aussi plus élevé. Ces deux avantages laissent donc prévoir une moyenne plus importante : les résultats montrent qu'il n'en est rien. La cause

principale est sans doute l'usure apicale car plus la lame s'allonge, plus elle frotte contre les substrats et sa partie terminale s'use. En ce qui concerne le pourcentage plus élevé d'algues âgées, il convient de rappeler qu'à mesure qu'une *Laminaria digitata* vieillit, son extrémité se découpe en lambeaux rapidement arrachés par la houle.

La longueur moyenne minimale (janvier-février) est inférieure à celle notée en surface. Ceci semble provenir du fait que la quantité d'algues âgées qui disparaissent à cette période est beaucoup plus importante qu'en surface où peu d'algues atteignent trois ans et où la plupart sont arrachées tout au long de l'année et non, comme en profondeur, sur une période relativement courte.

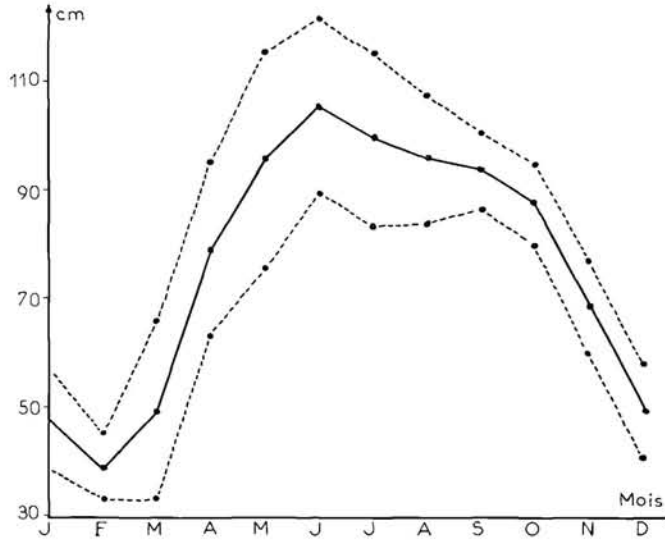


FIG. 5. — Courbes montrant la variation de la moyenne générale au cours de l'année (en trait plein) et la dispersion autour de la moyenne (en pointillés).

Dispersion autour de la moyenne.

D'après les valeurs que prend l'écart-type au cours des mois :

MOIS	ÉCART-TYPE (en cm)	MOIS	ÉCART-TYPE (en cm)
Janvier	9,2	Juillet	18,1
Février	6	Août	17,4
Mars	17	Septembre	12,2
Avril	17,3	Octobre	8,1
Mai	20	Novembre	8,7
Juin	20,1	Décembre	8,9

on peut déduire que la dispersion autour de la moyenne est très large en mai, juin et juillet tandis qu'au contraire, elle se réduit fortement en automne à la suite de l'absence de très jeunes lames et de la disparition des très âgées. Ces résultats rappellent, dans leurs grandes lignes, ceux obtenus sur *Laminaria digitata* de « rive ». Les courbes de la figure 5 représentant d'une part la variation de la moyenne générale au cours de l'année et d'autre part la dispersion autour de la moyenne sont presque superposables à celles dessinées par COSSON.

Malgré la différence de structure entre la population de « mer » et la population de « rive » et les différences dans les potentialités méristématiques, il n'y a pas, en fin de compte, de grandes différences dans la longueur moyenne de la lame, l'érosion apicale venant constamment contrebalancer les phénomènes de croissance.

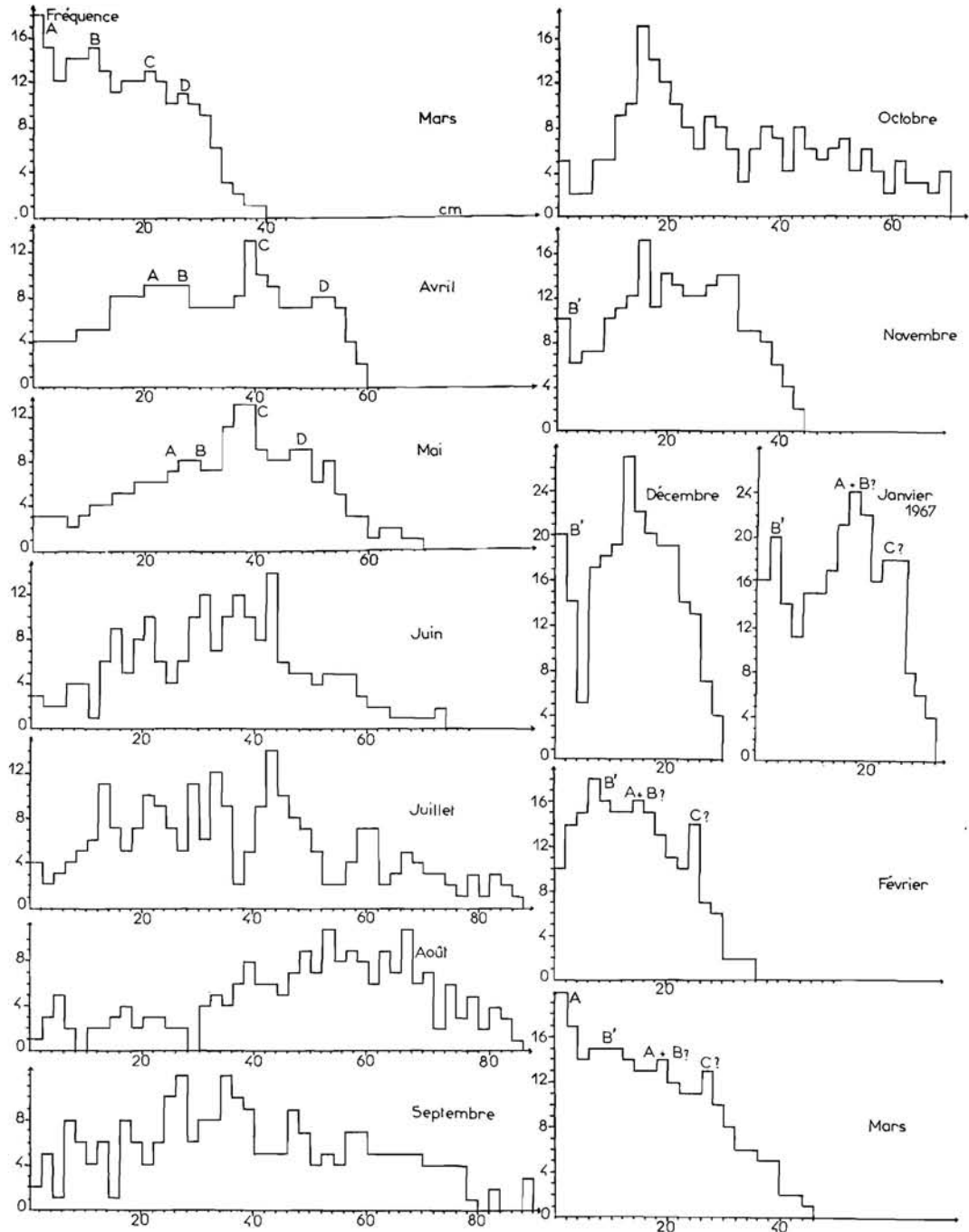


FIG. 7. — Histogrammes relatifs à la largeur de la lame.

Etude de la largeur de la lame.

Nous aurions voulu utiliser comme paramètre la largeur maximale de la lame mais sa détermination entraînait des difficultés insurmontables en raison de la structure en lanières.

Nous avons donc été amené à ne considérer que la largeur en un point où la fronde est encore entière ou peu divisée. Le niveau choisi se situe à 3 cm au-dessus du sommet du stipe (fig. 6).

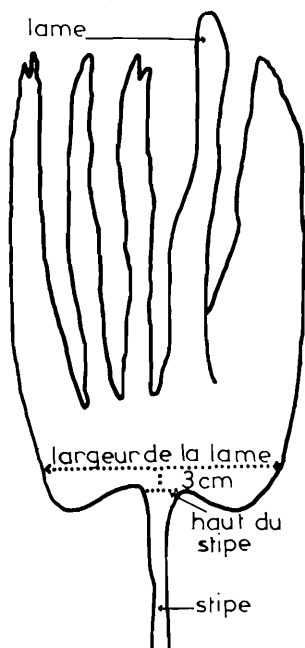


FIG. 6. — Largeur de la lame mesurée tout au long de l'année.

Analyse des histogrammes.

Les histogrammes (fig. 7), obtenus en prenant un intervalle de classe de 2 cm, ont permis de suivre l'évolution de ce paramètre tout au long de l'année.

En mars 1966, les valeurs enregistrées ont conduit à dessiner un graphique à quatre sommets. Il y a donc, à ce moment, dans la population, quatre groupes d'algues dont la largeur moyenne de la lame se situe respectivement autour de 1, 11, 22 et 27 cm.

Les mesures d'avril n'indiquent que trois sommets car le mode du premier groupe, à la suite d'une augmentation sensible de la largeur moyenne des lames qu'il représente, est venu se confondre avec celui du deuxième groupe. La croissance affecte aussi, comme en témoigne le déplacement de tous les sommets vers la droite, les autres catégories.

À partir de mai et jusqu'en octobre, les histogrammes présentent des contours en dents de scie, ce qui rend toute interprétation difficile. L'augmentation en largeur varie donc fortement d'une lame à l'autre. Parallèlement, l'éventail enregistré devient très large (de 1 à 70 cm en mai, de 2 à 74 cm en juin, de 2 à 88 cm en juillet et août, de 2 à 90 cm en septembre, de 2 à 72 cm en octobre). Ceci est sans doute dû au changement de forme qui affecte, pendant cette période, la base

de la lame. J. COSSON a en effet constaté, en déterminant statistiquement la croissance en largeur de

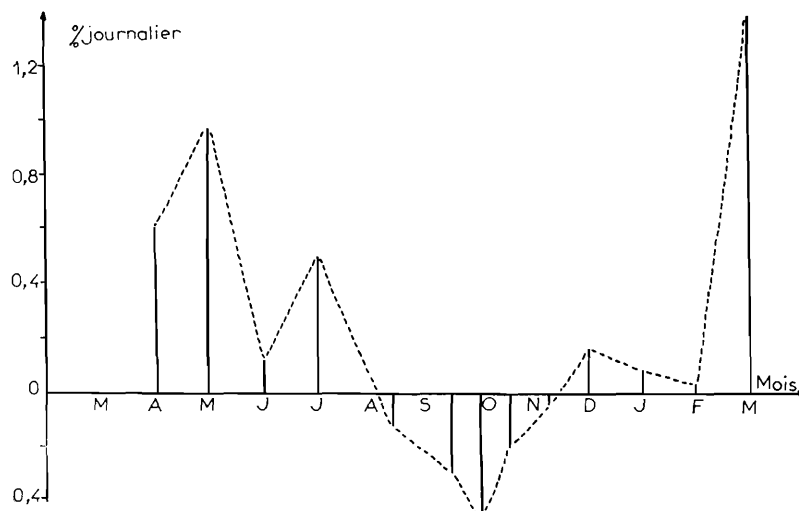


FIG. 8. — Courbe obtenue par COSSON et représentant en pour cent journalier l'accroissement en largeur de la lame, à trois cm du haut du stipe.

la lame, qu'il obtenait, à certaines époques, des valeurs négatives; il en a conclu : « le fait que la courbe (fig. 8 extraite des travaux de COSSON) soit négative en automne et positive le reste du

temps... traduit un changement de forme de la lame ». Nous avons pu vérifier cette évolution en relevant, chaque mois, le contour de quelques *Laminaria digitata* marquées (fig. 9). Ce changement de forme ne se fait pas au même moment pour toutes les algues : on rencontre, au début de l'été, des lames à contour déjà cordiforme (largeur importante) et d'autres à contour encore fusiforme (largeur modeste) et, à la fin de l'été, des lames à contour encore cordiforme ou déjà fusiforme. Cela expliquerait, d'après nous, la variété des mesures enregistrées et l'aspect en dents de scie des histogrammes.

En novembre, il y a un regroupement des valeurs. L'éventail des mesures ne s'échelonne qu'entre 1 et 44 cm. On peut arriver à distinguer trois sommets qui représenteraient les trois classes présentes en avril.

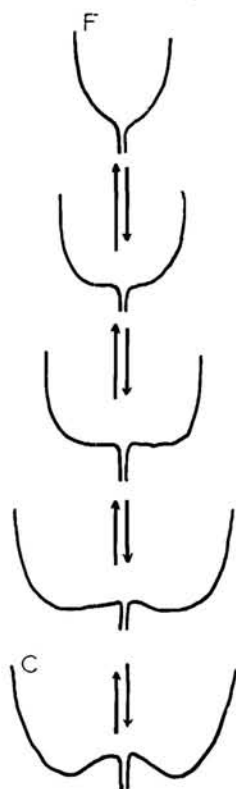


FIG. 9. — Variation schématique du contour de la lame de *Laminaria digitata* au cours de l'année.

Ce regroupement des valeurs se poursuit en décembre jusqu'à une moyenne de 18 cm : les trois sommets précédemment observés fusionnent en un seul tandis qu'un nouveau mode, laissant deviner l'apparition d'un groupe d'algues dont la largeur moyenne varie de 1 à 4 cm, se dessine sur la gauche du graphique.

En janvier, février et mars, le groupe central se scinde en deux.

Etant donné les variations de forme de la lame et l'aspect irrégulier des histogrammes, l'interprétation des résultats est difficile et délicate. Sans doute, l'histogramme de mars 1967 rappelle, dans son ensemble, celui de mars 1966 mais il est préférable d'attendre les résultats des mesures faites sur les échantillons bagués avant de tenter une étude plus précise de l'évolution annuelle de ce paramètre.

Variation de la moyenne annuelle.

Le calcul, mois après mois, de la moyenne générale a donné les résultats suivants :

MOIS	LARGEUR MOYENNE (en cm)	MOIS	LARGEUR MOYENNE (en cm)
Janvier	14,7	Juillet	37,8
Février	15,3	Août	37,7
Mars	18,6	Septembre	43,2
Avril	35,2	Octobre	33,4
Mai	35,6	Novembre	20,1
Juin	34,1	Décembre	14,3

ce qui donne, par saison : printemps : 35,06 été : 39,5 automne : 22,6 hiver : 16,2

Vu la courbe obtenue en portant les mois en abscisses et les valeurs précédentes en ordonnées, la largeur est maximale en août-septembre lorsque beaucoup de lames ont acquis un contour cordiforme. Elle est minimale en décembre-janvier en raison du retour au contour fusiforme, de la disparition de nombreux échantillons âgés et de l'apparition massive de jeunes (fig. 10).

Dispersion autour de la moyenne.

Les écarts-types ci-après, déterminés pour chaque mois, confirment ce que les histogrammes nous avaient permis de constater : les lames ont une largeur généralement assez proche de la moyenne de décembre à mars alors qu'en juin, juillet et août, il y a une forte dispersion autour de cette moyenne (fig. 10).

Les valeurs dépassent, dans presque tous les cas, celles obtenues à la même période sur les

Laminaria digitata de « rive ». Cela résulte-t-il d'une plus grande croissance en largeur des algues de profondeur ou d'un rapport algues âgées/algues jeunes plus élevé qu'en surface ? Il nous a semblé que les deux arguments sont valables, les mesures individuelles étant très supérieures à celles de la surface et le calme relatif du milieu permettant à beaucoup plus d'algues de devenir adultes.

MOIS	ÉCART-TYPE (en cm)	MOIS	ÉCART-TYPE (en cm)
Janvier	5	Juillet	11
Février	7	Août	14
Mars	5	Septembre	15
Avril	8	Octobre	9
Mai	10	Novembre	7
Juin	11	Décembre	5

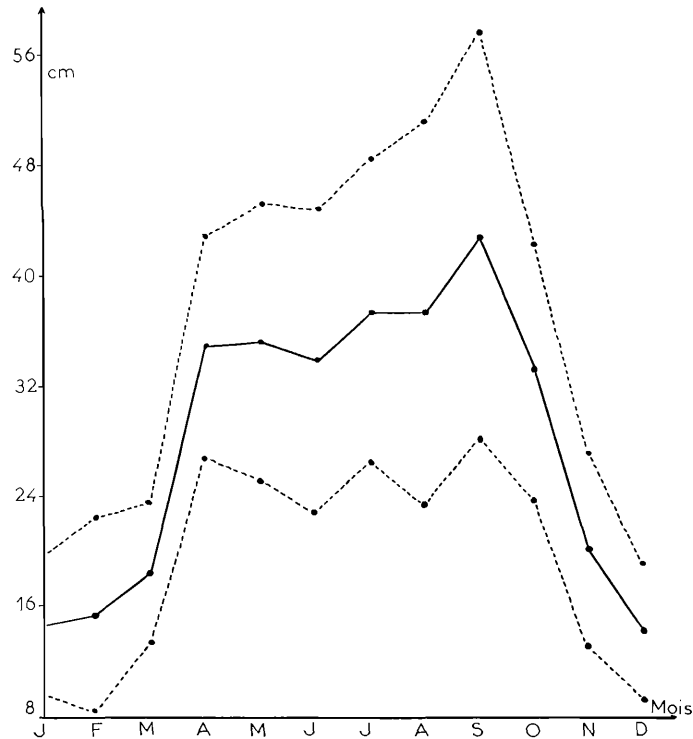


FIG. 10. — Variation de la largeur moyenne de la lame au cours de l'année (en trait plein) et dispersion autour de la moyenne (en pointillés).

Etude de la longueur du stipe.

Pour la mesure de ce paramètre, la difficulté réside principalement dans le fait que tous les stipes ne sont pas rectilignes : certains sont tordus sur eux-mêmes ou arqués et il est nécessaire de les redresser avant d'appliquer contre eux la règle graduée. La longueur du stipe représente la distance AB séparant le dernier haptère du crampon, de la base de la lame (fig. 11).

Les treizes graphiques, obtenus de mars 1966 à mars 1967 (fig. 12) en prenant un intervalle de classe de 2 cm, se caractérisent par la présence quasi constante de six sommets, nommés, pour les repérer plus facilement, A, B, C, D, E, F.

En comparant ceux établis de mars à juin, nous avons pu constater un déplacement rapide de tous les modes vers la droite, ce qui indique une augmentation appréciable de la longueur de tous les stipes. Les modes C et D sont les plus affectés par ce phénomène : C passe en effet de 18 à 30 cm, D de 30 à 40 cm, soit une augmentation de 10 à 12 cm en quatre mois.

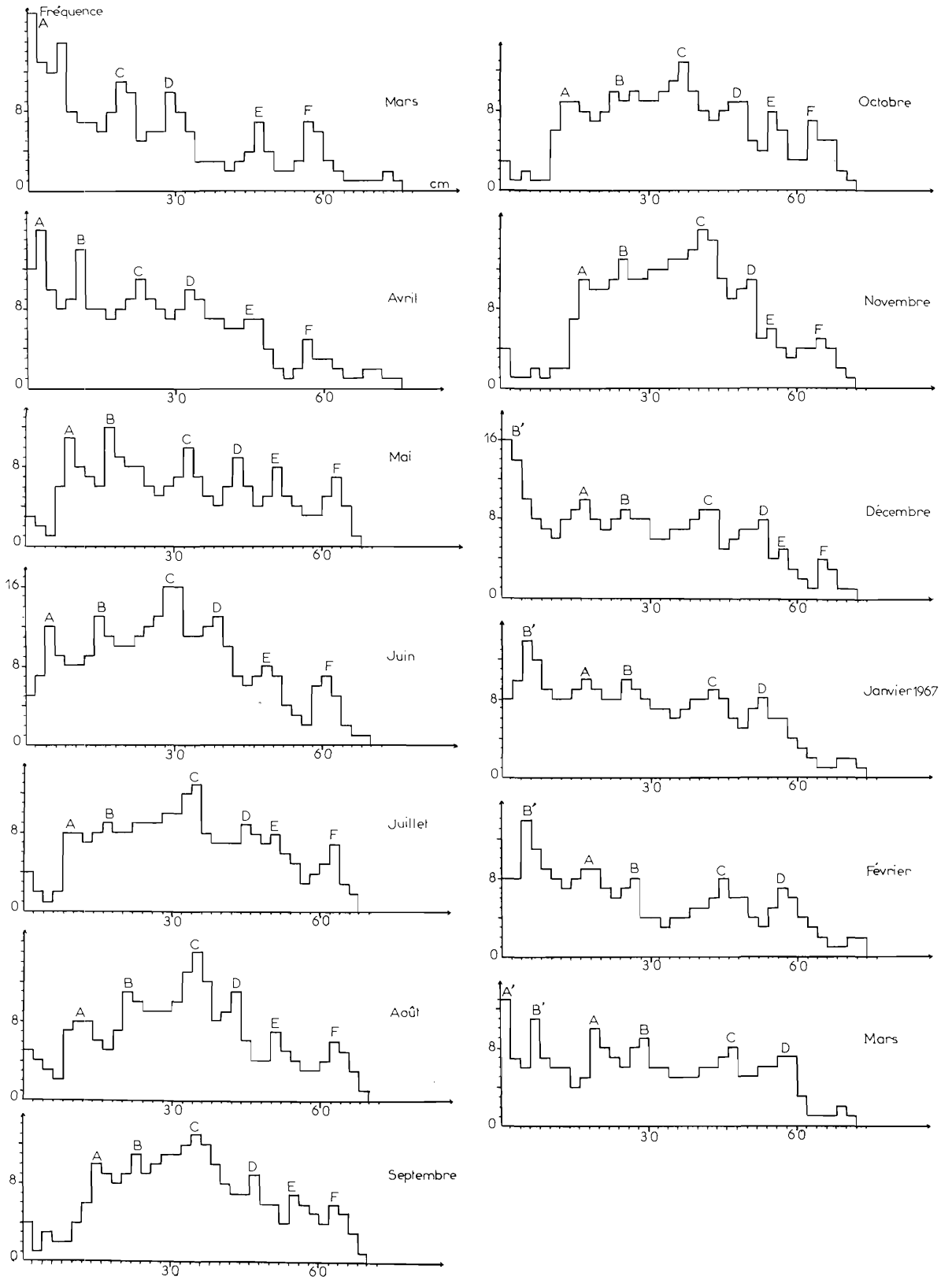


FIG. 12. — Histogrammes relatifs à la longueur du stipe.

Cette progression s'atténue ensuite mais peut encore être décelée de juillet à septembre.

Les histogrammes dessinés de novembre à janvier sont à peu près identiques quant à la position des principaux modes. Le déplacement a donc pratiquement cessé, résultat, sans doute, d'un arrêt général de la croissance en longueur.

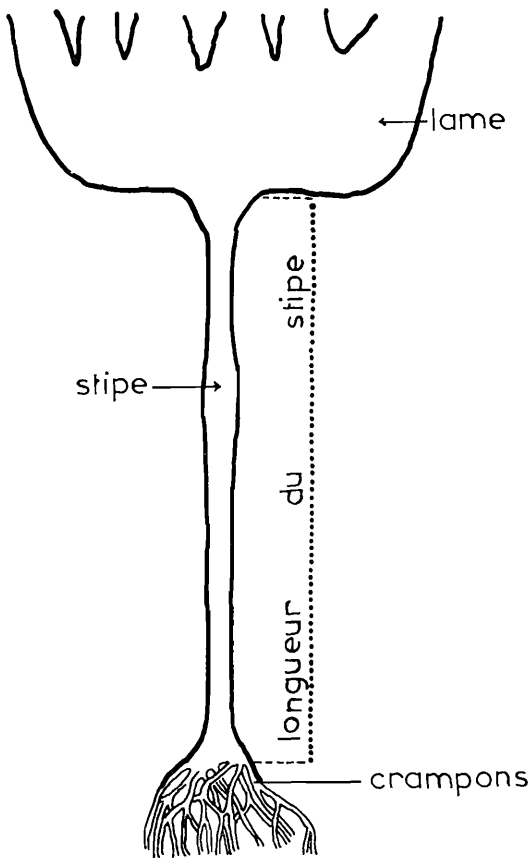


FIG. 11. — Longueur du stipe, du dernier haptère du crampon à la base de la lame.

La présence de deux classes par année proviendrait du fait qu'il y a deux grandes périodes d'apparition massive de jeunes thalles. Les stipes de la première période (novembre-décembre) possèdent déjà une longueur de 8 à 10 cm lorsque apparaissent ceux de la seconde période (février-mars). La croissance étant pour ces deux catégories à peu près égale, la différence de longueur va subsister.

Variation de la moyenne annuelle.

Les moyennes notées en profondeur sont les suivantes (en centimètre) :

MOIS	LONGUEUR MOYENNE	MOIS	LONGUEUR MOYENNE
Janvier	29,5	Juillet	33
Février	33	Août	32,6
Mars	28	Septembre	36
Avril	28,9	Octobre	36
Mai	29,7	Novembre	36
Juin	31,9	Décembre	31

ce qui donne, par saison : printemps : 30,16 été : 33,53 automne : 34,80 hiver : 30,16

La courbe obtenue (fig. 13) en portant les mois en abscisses et les valeurs correspondantes en ordonnées, permet d'observer que la moyenne augmente régulièrement de mai à août, passe par un

En décembre, l'histogramme est composé de sept sommets car un nouveau mode B' vient occuper la gauche du graphique. Ce mode reflète la présence, dans la population à ce moment-là, d'un grand nombre de stipes de petite taille, appartenant à la multitude des algues qui apparaissent alors. Parallèlement, E et F s'estompent à tel point qu'il est très difficile de les distinguer en janvier. Ils ont d'ailleurs totalement disparu en février mais on observe déjà la formation d'un autre sommet A' qui occupe la partie gauche du graphique de mars 1967.

Ce dernier rappelle alors l'histogramme tracé un an avant à la même période : A', B', A, B, C et D remplacent respectivement A, B, C, D, E et F.

Ces résultats laissent supposer qu'il y a, chaque année, apparition de deux modes (A' et B'). En conséquence, on peut conclure que, dans l'histogramme de mars 1966, A et B représentaient les stipes de l'année, C et D ceux apparus un an avant et commençant leur deuxième année, E et F ceux qui débutent leur troisième année.

Pour les stipes des classes modales E et F, on note une rapide diminution de la fréquence à partir du mois d'octobre; durant l'automne, les plongeurs ont, en effet, constaté que les lames âgées se détachaient facilement des longs stipes qui allaient, par la suite, pourrir sur place ou être entraînés par la houle. Nous n'avons évidemment pas fait intervenir de tels stipes dans nos mesures.

maximum de septembre à novembre, s'abaisse en décembre et janvier avec l'apparition de la première vague de jeunes algues, remonte en février car de nombreuses jeunes mal fixées sont emportées par les tempêtes, enfin passe par un minimum en mars-avril avec l'arrivée de la deuxième vague de petites *Laminaria digitata*.

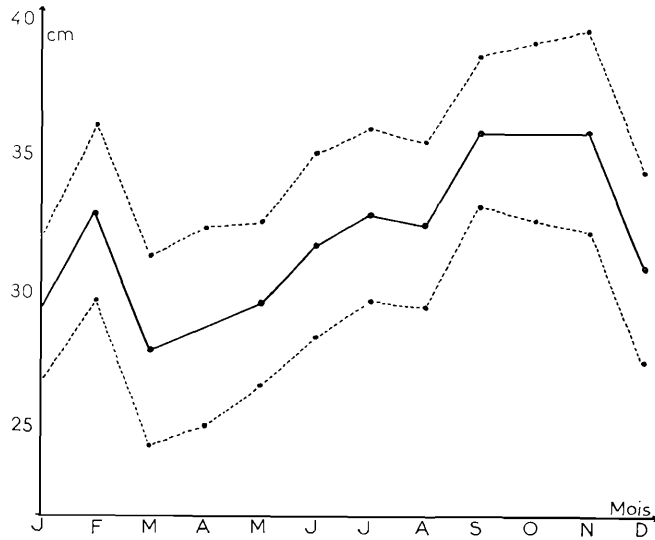


FIG. 13. — Courbes indiquant la variation au cours de l'année de la longueur moyenne du stipe (trait plein) et de la dispersion autour de la moyenne (en pointillés).

Dispersion autour de la moyenne.

Comme nous nous y attendions, après observation des histogrammes, l'écart-type ne varie presque pas au cours de l'année. Il est de :

5,2 cm en janvier	6,1 cm en mai	5,2 cm en septembre
6,4 » en février	6,6 » en juin	6,4 » en octobre
6,8 » en mars	6,2 » en juillet	7,4 » en novembre
7,2 » en avril	6,1 » en août	6,8 » en décembre

On remarque (fig. 13 courbes en pointillés) cependant une dispersion maximale autour de la moyenne en novembre-décembre avec l'apparition des stipes très courts et une dispersion minimale en septembre avec le fait qu'il n'y a plus ou peu de stipes très jeunes.

Comparaison avec les résultats obtenus sur une population de « rive ».

Nos résultats diffèrent fortement de ceux établis sur la population de surface du rocher de « Quihot » par COSSON qui, dans presque tous les cas, obtient des histogrammes à forme unimodale. Leur forme est ici plurimodale. D'autre part, nos moyennes saisonnières dépassent de beaucoup celles de COSSON.

Longueur moyenne du stipe (cm)	printemps	été	automne	hiver
en surface (COSSON)	12,4	12,8	12,5	9,3
en profondeur	30,1	33,5	34,8	30,1

Nous avons d'abord pensé que la longueur des stipes restait faible en surface parce que les algues étaient arrachées avant d'avoir atteint leur complet développement. Mais l'observation plus précise des algues de « rive » a permis de vérifier que les stipes des laminaires de surface n'atteignaient jamais, dans notre région, de grandes dimensions quel que soit leur âge, les plus longs dépassant rarement 30 cm. Parmi les algues de « rive » que nous avons baguées, certaines n'ont pas allongé leur stipe de

plus de 1 cm en douze mois. Il semble que la position bathymétrique de *Laminaria digitata* influe considérablement sur le développement de cet organe dont la croissance se trouve ralentie pour les algues proches de la surface tandis qu'elle est très active pour celles vivant à 3 ou 4 m de profondeur.

Etude du diamètre du stipe.

Le stipe de *Laminaria digitata* ne présente pas une section constante sur toute sa longueur. Ainsi, suivant le niveau où l'on fait la mesure, la valeur du diamètre est-elle différente.

Plutôt que de prendre cette dimension à une hauteur plus ou moins bien déterminée, nous avons préféré ne considérer que le plus grand diamètre, quel que soit le niveau où il se trouve. Il se situe, dans la plupart des cas, aux deux tiers de la longueur du stipe mais il peut être aussi, chez les algues âgées en particulier, à la base ou encore au sommet.

Les mesures ont été faites avec une précision allant jusqu'au dixième de millimètre et l'intervalle de mesure adopté est de 0,5 mm.

Analyse des histogrammes.

L'histogramme de mars comprend quatre sommets dont l'importance va décroissant de gauche à droite (fig. 14).

Le mode 1 indique la présence d'un pourcentage élevé de stipes très fins et cylindriques puisque leur diamètre oscille entre 0,5 et 1 mm. Le mode 2 représente l'ensemble des stipes courts dont la section est nettement elliptique et dont le diamètre varie, suivant l'échantillon considéré, de 3,5 à 5,5 mm. Le sommet 3 groupe les stipes dont le diamètre se situe près de 10 mm; 4 caractérise l'existence de très longs stipes à grand diamètre.

D'avril à juillet, tous les sommets se déplacent vers la droite, indiquant ainsi un net accroissement de toutes les valeurs modales; 1 progresse plus rapidement que les autres modes si bien qu'il vient se confondre avec 2 à partir de mai.

D'août à octobre, les histogrammes conservent pratiquement le même aspect (si l'on excepte les variations de fréquence), la position des modes ne variant guère de l'un à l'autre. Il n'y a donc plus d'augmentation durant cette période, quel que soit le groupe considéré.

En décembre, on note la présence d'un nouveau sommet 2' que l'on pouvait deviner déjà en formation en novembre et qui semble dû à l'arrivée de jeunes algues à stipes très étroits. Ce mode se décale rapidement vers la droite dans les histogrammes suivants : il bénéficie donc d'une croissance importante alors que les autres ne bougent pas.

4 qui s'atténuait progressivement depuis octobre disparaît après le mois de février.

En mars, on compte à nouveau quatre sommets car, en bordure du graphique, se forme le sommet 1', résultat d'une nouvelle arrivée d'un grand nombre de petits stipes.

On constate, comme dans les cas précédents, un cycle net dans l'évolution de la population, l'histogramme de mars 1967 étant semblable, à quelques détails près, à celui de mars 1966.

Il est permis donc de penser que 1 et 2, rencontrés en mars 1966 et qui fusionnent par la suite, représentaient, à ce moment-là, les stipes de l'année, provenant des apparitions massives de jeunes respectivement en novembre-décembre et en février-mars, que 3 groupait ceux âgés d'un an, et que 4 concernait ceux âgés de deux ans et commençant leur troisième année.

Variation de la moyenne annuelle.

Les résultats obtenus, mois après mois, pour la population étudiée, sont les suivants (en 1/10 de mm) :

MOIS	DIAMÈTRE	MOIS	DIAMÈTRE	MOIS	DIAMÈTRE	MOIS	DIAMÈTRE
Janvier	108	Avril	88	Juillet	106	Octobre	113
Février	86	Mai	93	Août	105	Novembre	113
Mars	65	Juin	108	Septembre	107	Décembre	102

Les valeurs enregistrées sont supérieures à celles mesurées sur *Laminaria digitata* de « rive » car, d'une part en profondeur, le nombre des algues qui atteignent leur troisième année est beaucoup plus

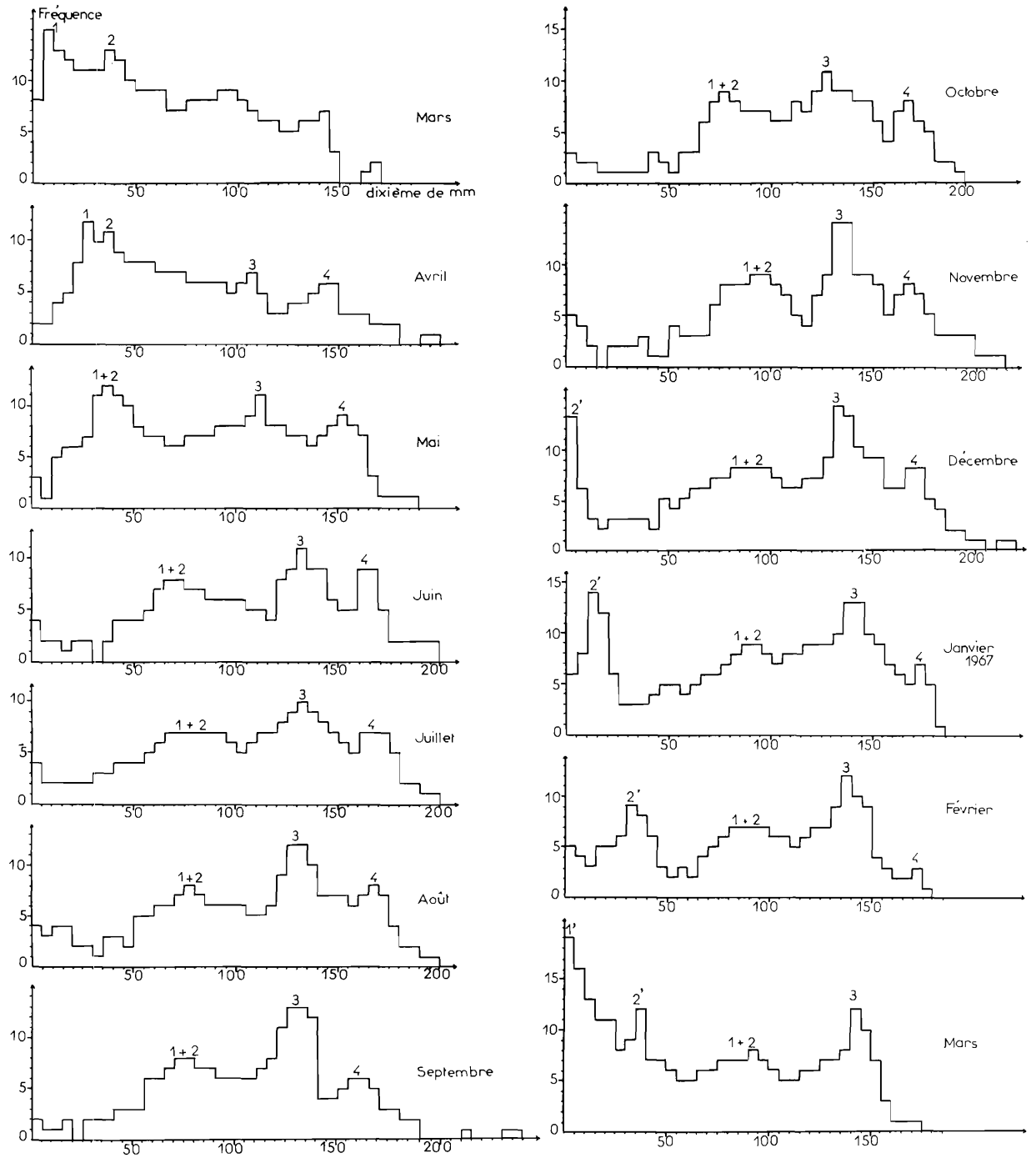


FIG. 14. — Histogrammes relatifs au diamètre du stipe.

élevé qu'en surface et d'autre part la croissance en diamètre des stipes semble y être, en valeur absolue, plus importante.

Cependant, la variation de cette moyenne, au cours des mois, s'effectue comme en surface. On retrouve, en effet, en portant les mois en abscisses et les moyennes correspondantes en ordonnées, une courbe de variation (fig. 15) ayant la forme de celle obtenue par COSSON. Elle indique une chute de

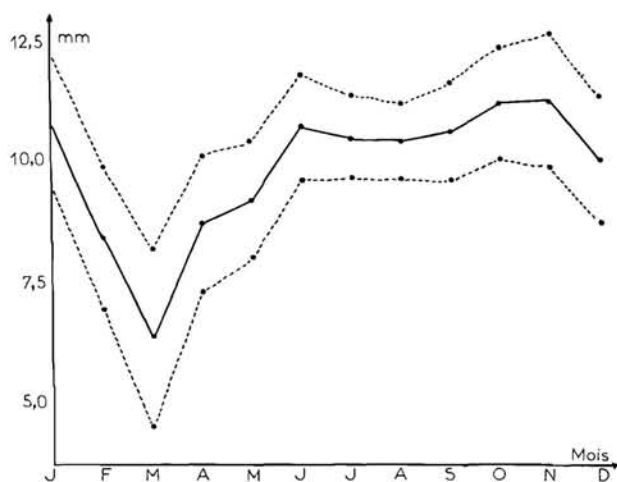


FIG. 15. — Courbes indiquant la variation au cours de l'année du diamètre moyen du stipe (en trait plein) et la dispersion autour de la moyenne (en pointillés).

la moyenne en février-mars, pendant la période où disparaissent les gros stipes tandis qu'apparaissent les jeunes et un minimum en septembre-octobre, lié au fait que de nombreuses jeunes algues ont été arrachées alors que les stipes âgés atteignent leur plus gros diamètre.

Dispersion autour de la moyenne.

Les résultats, en ce qui concerne l'écart-type, sont les suivants :

MOIS	ÉCART-TYPE (dixième de mm)	MOIS	ÉCART-TYPE (dixième de mm)
Janvier	28	Juillet	17
Février	28	Août	15
Mars	36	Septembre	18
Avril	26	Octobre	23
Mai	23	Novembre	27
Juin	22	Décembre	24

Les courbes en pointillés de la figure 15 indiquent la dispersion autour de la moyenne : très importante au cours des mois de février et mars, elle s'atténue ensuite peu à peu, pour passer par un minimum en septembre.

Nous avons essayé de suivre la croissance du diamètre à partir d'échantillons marqués mais nous n'avons pu obtenir de bons résultats car les plongeurs ne parvinrent pas à une assez grande précision dans les mesures. L'observation des histogrammes et des moyennes mensuelles nous donne, à ce sujet, d'intéressants renseignements : accroissement lent mais régulier du diamètre de février à juillet puis période de repos d'août à janvier. Pour les jeunes échantillons, quelle que soit la période d'apparition, on note, au cours des deux premiers mois, une augmentation très rapide du diamètre.

Les marquages de thalles, faits sur les laminaires de « rive », permettront de compléter ces résultats.

Conclusion.

L'étude de la population vivant au large de Ver-sur-Mer à une profondeur de 3 à 4 m au-dessous du niveau des plus basses mers a permis :

de vérifier et de confirmer un certain nombre d'observations faites par COSSON sur *Laminaria digitata*,

de mettre en évidence quelques caractères propres à la population étudiée.

Nous avons pu constater, quel que soit le paramètre analysé (longueur et largeur de la lame, longueur et diamètre du stipe) que l'histogramme le concernant faisait apparaître une nette répartition en classes modales, ce qu'on ne trouve pas ou presque pas sur la population du rocher de « Quihot ». Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que la population de « rive » supporte des conditions difficiles : houle, ressac au moment des basses mers, grands froids continentaux en hiver et fort ensoleillement en été lorsqu'elle émerge. Aussi, les réponses biologiques à ces conditions de milieu sont-elles différentes d'une algue à l'autre. La croissance est perturbée, l'usure apicale irrégulière. Il est clair que toute distribution en classes est difficile pour une telle population qui survit plutôt qu'elle ne vit. En profondeur, par contre, la houle est atténuée, la température et la luminosité varient régulièrement. Dans ce milieu plus calme, chaque groupe de *Laminaria digitata* se développe suivant ses propres caractéristiques et toutes les algues qui le constituent donnent aux conditions de milieu une réponse biologique identique, différente de celle du groupe précédent plus âgé ou du groupe suivant plus jeune. Chaque groupe ainsi différencié par rapport aux autres constitue une classe modale.

En suivant, grâce aux histogrammes, l'évolution de la population, on peut se rendre compte que les nouvelles classes prennent naissance au moment où s'élabore la génération de l'année. Cette dernière se forme, en principe, de novembre à mars, mais en fait on note une apparition massive de jeunes thalles en novembre-décembre et une seconde en février-mars. Ainsi, les algues de la première période ont, en mars, des dimensions supérieures à celles des thalles de la deuxième : cette différence se traduit, sur les histogrammes du moment, par la formation de deux classes pour la seule génération de l'année. En ce qui concerne la longueur et la largeur de la lame ainsi que le diamètre du stipe, la différence initiale s'atténue par la suite et les deux classes fusionnent définitivement si bien que la génération ne correspond alors qu'à une seule classe : de ce fait, sur l'histogramme de mars, par exemple, les deux premières classes modales représentent la génération de l'année, la troisième celle de l'année précédente, la quatrième celle apparue deux ans avant. Pour la longueur du stipe, par contre, la différence initiale subsiste si bien que chaque génération donne définitivement naissance à deux classes modales : sur les graphiques, les deux premiers modes correspondent donc à la génération de l'année, les deux suivants à celle de l'année précédente, les deux derniers à celle apparue deux ans avant.

L'analyse des histogrammes permet donc de constater la présence de trois générations. Mais peut-on affirmer que dans la réalité il n'y ait que trois générations et que la longévité de l'espèce soit de trois ans ? Certes non, car il est possible que les autres générations, si elles existent, ne soient pas représentées par un nombre suffisamment élevé d'échantillons pour pouvoir influencer le contour des histogrammes.

Une autre différence entre la population de « rive » et la population de « mer » étudiée concerne la croissance. Les histogrammes nous ont permis de déduire que les algues de profondeur bénéficient d'une activité méristématique supérieure à celle des *Laminaria digitata* de surface. Les marquages effectués dans les deux milieux nous ont apporté d'intéressantes précisions (ces résultats seront exposés ultérieurement) à ce sujet.

Le fait que la croissance est plus active et que d'autre part le pourcentage d'algues atteignant la troisième année est plus élevé en profondeur qu'en surface, permet d'expliquer que les valeurs moyennes enregistrées, quel que soit le paramètre considéré, dépassent celles obtenues, à la même période, sur la rive. La longueur de la lame constitue cependant une exception. Bien que la croissance en longueur soit très rapide en mai, juin, juillet, son action se trouve équilibrée par une importante destruction apicale : ainsi, les moyennes s'apparentent-elles à celles notées en surface. Pour la largeur, les valeurs obtenues correspondent presque au double de celles mesurées en surface. Pour le stipe, les résultats, aussi bien en ce qui concerne la longueur que le diamètre, dépassent de loin ceux

enregistrés sur le rocher de « Quihot ». L'expérience montre que sur la rive peu de stipes atteignent 45 cm de long tandis qu'à 3 ou 4 m de profondeur, il n'est pas rare d'en trouver ayant 60 à 70 cm.

Les *Laminaria digitata* vivant à 3 ou 4 m au-dessous du niveau des plus basses mers sont donc nettement plus développées et fournissent une quantité de tissus utilisable supérieure à celle donnée par les populations de « rive ». On ne saurait trop encourager les goémonniers à mettre au point des techniques permettant de les exploiter d'autant plus que leur teneur en acide alginique est plus élevée que celle des algues de « rive ».

Tous les résultats obtenus au cours de cette étude (division de la population en classes en rapport avec l'âge, importance de la croissance, périodes d'apparition massive des jeunes algues) ne peuvent, sans vérification, être considérés comme généraux. On peut penser, en effet, que des variations non négligeables sont susceptibles de se produire pour des populations de même niveau mais géographiquement éloignées.

Fait au Laboratoire d'Algologie de la Faculté des Sciences de Caen
et au Laboratoire maritime de Luc-sur-Mer.

BIBLIOGRAPHIE

- COSSON (J.), 1965. — Etude d'une population de *Laminaria digitata* LAMOUROUX : biométrie, croissance, régénération. — *Dipl. Etud. sup. Sci. Nat.*, Univ. Caen.
- DRACH (P.), 1949. — Premières recherches en scaphandre autonome sur les formations de laminaires en zone littorale profonde. — *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **227**, p. 46-49.
- ERNST (J.), 1966. — Données quantitatives au sujet de la répartition verticale des laminaires sur les côtes nord de la Bretagne. — *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **262**, p. 2715-2717.
- EVANS (L.), 1965. — Cytological studies in Laminariales. — *Ann. Bot.*, **29** (116), p. 541-562.
- FALLIS (A.), 1916. — Growth in some Laminariaceae. — *Puget Sound Marine Sta., Pub.*, **1** (13), p. 137-155.
- HAMEL (G.), 1938. — Phéophycées de France. — *Rev. Alg.*, **4**, p. 241-336.
- HARRIES (R.), 1932. — An investigation by cultural methods of some of the factors influencing the development of the gametophyte and early stages of the sporophyte of *Laminaria digitata*, *Laminaria saccharina* and *Laminaria cloustoni*. — *Ann. Bot.*, **46**, p. 893-928.
- LAMOTTE (M.), 1962. — Initiation aux méthodes statistiques en biologie. — Paris, MASSON et Cie, édit., 144 p.
- PÉREZ (R.), 1967. — Teneur en acide alginique d'une population de *Laminaria digitata* LAMOUROUX du plateau du Calvados. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **31** (2).
- PROVASOLI (L.), MC LANGHLIN (T.J.A.) et DROOP (M.R.), 1957. — The development of artificial media for marine algae. — *Arch. Mikrobiol.*, **25**, p. 392-428.
- YENDO (K.), 1911. — The development of *Costaria*, *Undaria* and *Laminaria*. — *Ann. Bot.*, **25**, p. 691-715.