

TENEUR EN ACIDE ALGINIQUE D'UNE POPULATION DE *LAMINARIA DIGITATA* LAMOUREUX DU PLATEAU DU CALVADOS

par René PEREZ

La teneur en acide alginique des populations de *Laminaria digitata* qui peuplent, surtout dans sa partie ouest, le plateau du Calvados, est assez mal connue; les quelques valeurs données, à ce sujet, résultent de courtes recherches limitées à la période estivale. Nous avons essayé, sous la direction de Mme GAYRAL, professeur à la Faculté des Sciences de Caen, de déterminer, mois par mois, durant une année, la teneur en acide alginique des algues formant un peuplement à la limite supérieure de l'étage infralittoral, en face Luc-sur-Mer; les échantillons utilisés ont été récoltés à « Quihot », îlot rocheux qui émerge aux moyennes vives eaux.

En fait, nous nous sommes rapidement rendu compte qu'une évaluation précise de cette valeur soulevait de nombreuses difficultés car la teneur en acide alginique varie considérablement, non seulement suivant l'échantillon considéré, comme l'ont montré HAUG et JENSEN, mais encore, pour une même algue, suivant la partie utilisée.

Procédé d'extraction.

Le procédé d'extraction que nous avons employé tout au long de cette étude, s'apparente à celui préconisé par STANFORD (1883) :

digestion de l'algue par du carbonate de sodium,
précipitation de l'acide alginique par un acide fort.

Une certaine quantité d'algue fraîche, soigneusement lavée à l'eau distillée et essorée, est découpée, à l'aide d'un « mixer », en particules de 2 à 3 mm de côté, puis soumise, pendant 4 heures, à l'action d'une solution d'acide sulfurique (0,2 N), pour déminéralisation; le volume de la solution acide varie en fonction du poids d'algue utilisé : 500 cm³ pour 100 g d'algue fraîche.

Sur les conseils de Mme GAYRAL, nous avons préféré utiliser directement l'algue fraîche de façon à éviter les pertes appréciables d'acide alginique qui se produisent généralement lorsqu'on opère un séchage préliminaire, pertes que BLACK estime à 7 % mais qui, d'après nos mesures, dépasseraient 10 %.

Pour pouvoir évaluer le poids sec d'algue utilisée auquel sera comparée la quantité d'acide alginique obtenue, il nous a fallu déterminer la teneur en eau du broyat destiné au dosage, en isolant de celui-ci 10 g mesurés avec précision et en les plaçant à 90°C jusqu'à poids sensiblement constant puis à 100°C pendant 10 minutes.

Après trempage de 4 h dans l'acide sulfurique, le mélange est filtré sur laine de verre et le broyat ainsi séparé de la partie liquide est longuement lavé à l'eau distillée : la solution d'acide sulfurique et les eaux de lavage entraînent avec elles les sels minéraux et une partie des pigments sur-numéraires.

Le broyat est alors mélangé à une solution de 20 g par litre de carbonate de sodium, en respectant le rapport de 500 cm³ de liquide pour 100 g d'algue fraîche.

On laisse macérer pendant dix heures, en agitant toutes les deux heures : les alginates passent à l'état d'alginate de sodium et se dissolvent ainsi dans l'eau.

La phase liquide est alors isolée par centrifugation à l'aide d'une centrifugeuse tournant à 2 300 tours/minute et munie de gros tubes de 55 cm.

La solution brute recueillie est ensuite filtrée sous vide jusqu'à être absolument limpide, puis soumise à une acidification croissante par addition progressive d'une solution d'acide sulfurique jusqu'à pH = 2.

La précipitation par l'acide nous a paru préférable à la précipitation par l'alcool éthylique ou par le chlorure de calcium, car, dans ces deux derniers cas, le xylose, le fucose, certaines protéines et quelques polysaccharides étrangers précipitent en même temps que l'acide alginique et faussent ainsi le résultat final; à ce point de vue, d'ailleurs, les expériences de HAUG et LARSEN sont concluantes : la quantité d'acide alginique qu'ils ont obtenue, pour une même matière première (*Ascophyllum nodosum*) ne représentait que 23 % du poids sec initial lorsqu'ils utilisaient l'acide chlorhydrique alors qu'elle dépassait plus de 30 % lorsque la précipitation était provoquée par le chlorure de calcium ou par l'alcool.

L'acide alginique, une fois précipité, est séparé de la partie liquide à l'aide d'un filtre en soie préalablement pesé, lavé à l'eau distillée puis séché à l'étuve à 50°C. Il est repris, par la suite, avec de l'alcool éthylique à 90, 95 puis à 100°, enfin séché à l'étuve à 100°C jusqu'à poids constant.

Si les P grammes d'algue fraîche employée, dont la teneur en eau est de n %, libèrent p grammes d'acide alginique, la teneur en acide alginique X, c'est-à-dire la quantité d'acide alginique que libéreraient 100 grammes de cette même algue séchée, sera donnée par la relation :

$$X = p \cdot 100/P \frac{(100 - n)}{100}$$

Toutes les manipulations sont effectuées à 20°C à l'exception de la détermination de la teneur en eau et du séchage de l'acide alginique.

Teneur en acide alginique des différentes parties d'une même algue.

Nous avons essayé de déterminer, mois par mois d'une part la teneur en acide alginique de la lame et d'autre part la teneur en acide alginique du stipe, en opérant chaque fois sur 30 grammes d'algue fraîche, ce qui correspond environ à 10 grammes d'algue sèche.

Nous étions généralement amené à utiliser tout le stipe, dont le poids est voisin de 40 à 50 g, tandis que nous ne pouvions employer qu'une partie de la lame.

Les dosages ont été effectués chaque mois sur trois échantillons adultes.

Nous avons constaté, dès les premiers mois, que les résultats, pour la lame, différaient d'une façon appréciable suivant les algues, alors que les mesures concernant le stipe concordait remarquablement d'un échantillon à l'autre : la technique d'extraction n'était donc pas la cause des différences observées pour la lame.

Nous avons tout d'abord pensé que ces différences provenaient du fait que les algues employées n'étaient pas dans le même état physiologique, les unes étant fertiles, les autres stériles.

Mais comme les résultats obtenus à partir uniquement des lames fertiles ne concordait pas d'une algue à l'autre et qu'il y avait d'autre part presque constamment des différences dans les mesures concernant uniquement les lames stériles, il a fallu reconnaître que l'état physiologique n'était pas la cause (ou du moins la seule cause) des divergences observées; le choix de la partie de la lame utilisée avait, peut-être, une importance capitale.

La vérification de cette hypothèse nous a conduit à déterminer, par des mesures délicates en raison de la faible quantité d'algue utilisable à chaque extraction (7 à 8 g d'algue fraîche, ce qui correspond environ à 1 g de matière sèche) la teneur en acide alginique des différentes parties d'une même algue depuis sa base jusqu'à son extrémité, en considérant six régions. L'expérience fut effectuée sur des algues stériles et des algues fertiles.

Mois		Novembre	Novembre	Décembre	Décembre
Algue		fertile	stérile	fertile	stérile
lame	Zone terminale	10,11	16,40	8,26	13,64
	Zone subterminale	17,86	17,12	13,50	14,33
	Zone de croissance	33,10	32,57	36,87	35,68
stipe	Zone apicale	32,16	32,23	25,12	24,03
	Zone moyenne	19,35	18,11	17,03	17,27
	Zone basale	13,40	14,12	8,92	10,20

TABL. 1. — Teneur en acide alginique d'une algue (en % de matière sèche).

Le tableau 1 donne un extrait des pourcentages mesurés (en % de matière sèche), au cours des mois de novembre et de décembre 1965; l'analyse de ces résultats permet d'observer deux faits.

1) Le premier, que la teneur en acide alginique varie considérablement tout au long de la lame : maximale dans la zone de croissance, elle décroît à mesure que l'on s'en éloigne. On comprend aisément que, suivant la position des tissus destinés à l'extraction, les résultats puissent être variables d'une algue à l'autre. Pour remédier à cela, nous avons opéré de façon à ce que toutes les parties de l'algue soient représentées dans le poids initial d'algue à doser; ce qui ne pose aucun problème pour le stipe puisque en général tout le stipe est utilisé, mais en ce qui concerne la lame, il a été nécessaire de la découper en lanières verticales et non en lanières horizontales.

2) La seconde remarque concerne la teneur en acide alginique de la zone reproductrice, teneur qui dans tous les cas est faible alors que la région correspondante, chez les algues stériles, conserve une teneur à peu près égale à celle de la zone sous-jacente. Or, en période de pleine maturité, cette zone reproductrice peut représenter les trois cinquièmes de la superficie totale de la lame; on conçoit alors que sa pauvreté en acide alginique réduise considérablement la teneur en acide alginique moyenne de la lame : ainsi, pour les mois de novembre et décembre, la teneur moyenne des lames fertiles était-elle inférieure à celle des lames stériles.

Mois	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août
lame stérile	20,2	18,1	17,3	14,2	20,1	21,8	21,6	26,1	22	20	14
lame fertile	15,9	14,1	14,3	11,6	17,6	18	18,6	20,1	20,1	17	12

TABLEAU 2

Nous n'avons pu répéter régulièrement, par la suite, les nombreuses analyses des différentes parties telles qu'elles ont été faites dans les mois de novembre et décembre; cependant il a été possible de déterminer, chaque mois, la teneur moyenne des lames fertiles et des lames stériles. Le tableau 2 résume les résultats.

En fait, pour les lames fertiles les résultats différaient suivant l'algue utilisée; nous avons convenu de n'inscrire que le pourcentage le plus élevé : on a ainsi pu constater que la teneur en acide alginique des algues fertiles ne dépassait jamais la teneur en acide alginique des lames stériles et même lui était nettement inférieure.

L'étendue très variable suivant les algues de la zone fertile explique les différences de la teneur en acide alginique observées d'une lame fertile à l'autre.

Pour les algues stériles, par contre, à condition d'utiliser pour les dosages des lanières verticales, les mesures enregistrées étaient sensiblement identiques d'une algue à l'autre.

Ainsi, avons-nous été amené, pour pouvoir comparer les résultats obtenus au cours des mois, à ne conserver que les mesures relatives aux algues stériles.

Variation de la teneur en acide alginique des algues adultes stériles au cours d'une année.

Les courbes de la figure 1 résument les résultats obtenus de novembre 1965 à novembre 1966, les dosages étant effectués chaque mois à peu près à la même époque, sur trois ou quatre échantillons adultes stériles.

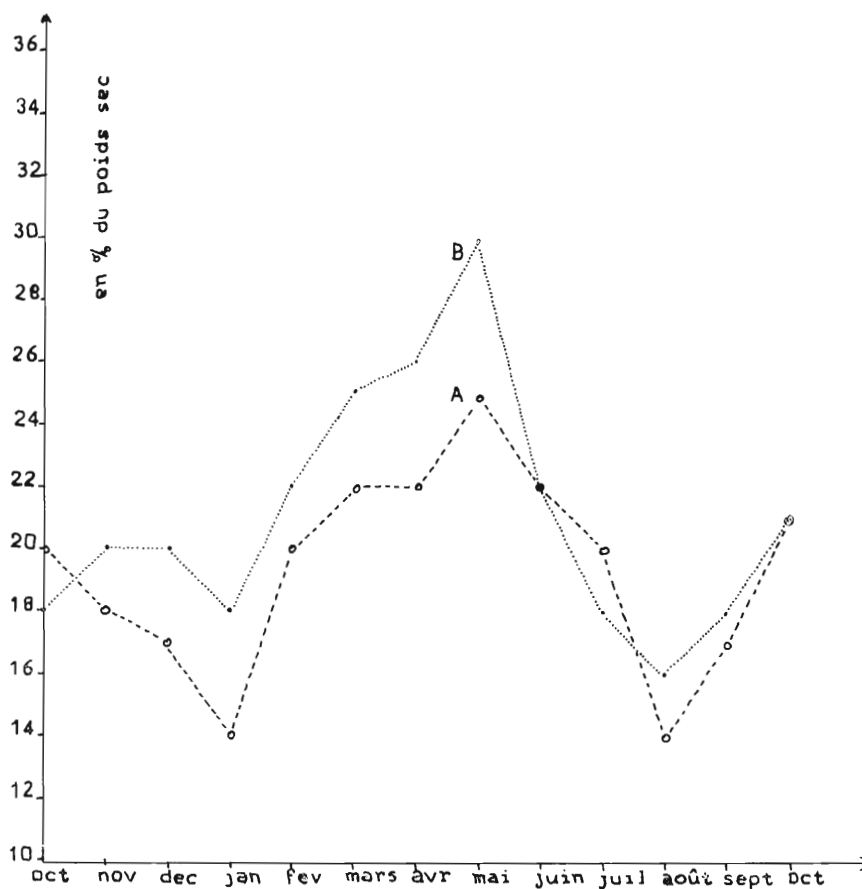


FIG. 1. — Variation de la teneur en acide alginique au cours de l'année; courbe A : pour la lame; courbe B : pour le stipe.

Les résultats relatifs à la teneur en acide alginique de la lame ont permis d'observer, au cours des douze mois, deux minimums voisins de 14 % l'un au milieu de l'hiver (janvier), l'autre au milieu de l'été (août), ainsi que deux sommets, le premier, plus important, en mai, le second au cours du mois d'octobre.

Pour le stipe, la teneur en acide alginique est supérieure à celle de la lame, maximale en mai avec plus de 30 %, minimale en août, avec plus de 16 %.

Nos résultats, dans leurs grandes lignes, diffèrent peu de ceux publiés par PRIMIO qui signale, pour les *Laminaria digitata* espagnoles, un maximum de 26 % en avril et un minimum de 14 % en octobre (fig. 2).

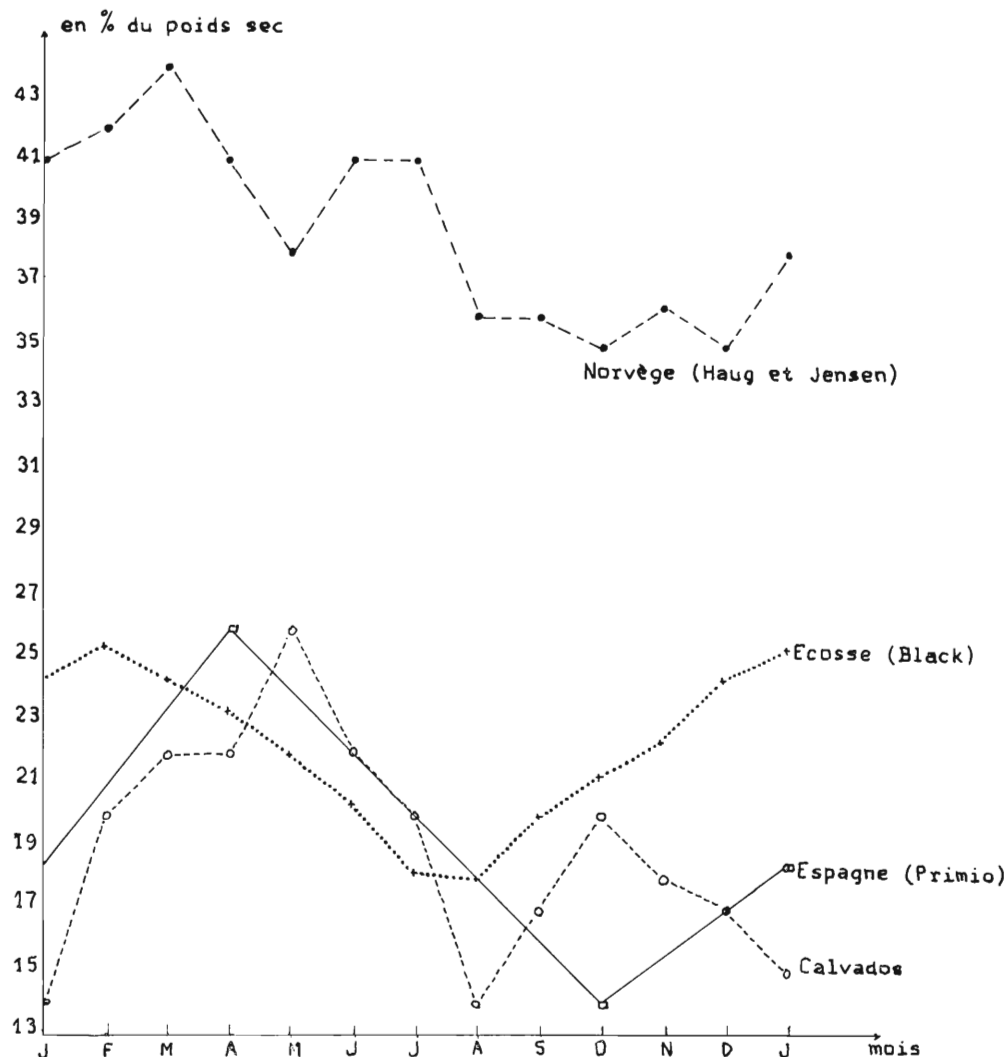


FIG. 2. — Variation de la teneur en acide alginique en fonction du temps, pour différentes latitudes.

Ils coïncident de même assez bien avec ceux obtenus en Ecosse par BLACK, en ce qui concerne la lame : le maximum atteint sensiblement la même valeur avec cependant un décalage de trois mois; BLACK le signale en février, nous l'avons trouvé en mai-juin. La valeur du minimum, par contre, reste supérieure à celle que nous avons mesurée sur nos côtes, bien que ces minimums se produisent, dans les deux cas, à la même période. D'autre part nous avons noté, en octobre, une rapide et brève augmentation et, en janvier, un second minimum, non signalés par BLACK.

Pour le stipe les valeurs obtenues pour les algues d'Ecosse sont nettement supérieure à celles des algues récoltées sur le rocher de « Quihot ».

Les pourcentages donnés par HAUG et JENSEN à propos de *Laminaria digitata* norvégiennes dépassent de beaucoup ceux que nous avons obtenus; par contre, la forme de la courbe qui représente

la variation saisonnière en Norvège s'apparente, avec ses deux sommets, au graphique concernant les algues de nos régions, si l'on excepte le décalage dans le temps.

Il reste cependant difficile, en se basant sur ces comparaisons, de définir, en fonction de la teneur en acide alginique, la valeur de la population que nous avons étudiée par rapport à celle des populations vivant à des latitudes différentes, car il n'est pas sûr que les différences observées résultent uniquement des conditions climatiques; certains détails tels que la technique d'extraction, l'état physiologique des algues employées, la partie de l'algue à laquelle se rapporte le dosage, détails que les auteurs omettent souvent de préciser, en sont peut-être la cause.

Conclusion.

L'acide alginique obtenu après extraction conserve une teinte grisâtre que seuls de nombreux lavages à l'alcool absolu et à l'hyposulfite de sodium à 1 % parviennent à faire disparaître.

La pureté à laquelle nous avons abouti varie de 88 à 96 %.

La viscosité de cet acide, mesurée à 20°C, avec le viscosimètre de « Hoppler », est voisine de 25 centipoises pour une dilution de 1 %.

Si l'on veut étendre à une population telle que celle de « Quihot » qui, du mois d'août 1965 au mois de novembre 1966, a simultanément présenté un mélange d'algues fertiles et d'algues stériles ⁽¹⁾, les résultats obtenus sur quelques-uns de ses représentants, on peut dire que le rendement en acide alginique doit dépendre :

d'une part de la période de l'année considérée puisque la teneur en acide alginique varie au cours des mois,

d'autre part du pourcentage d'algues stériles par rapport au nombre d'algues fertiles.

L'effet conjugué de ces deux facteurs semble indiquer, pour l'année 1965-1966 :

a) que la période la plus intéressante au point de vue rendement en acide alginique se situait du mois de mars au mois de juin, période durant laquelle nous avons noté une teneur en acide élevée et un pourcentage d'algues fertiles relativement bas (deux sur dix algues étaient fertiles);

b) que, par contre, deux périodes furent nettement défavorables :

la période d'août à septembre, caractérisée par une teneur en acide alginique faible bien que le pourcentage d'algues fertiles n'ait pas été élevé (cinq algues sur dix étaient fertiles),

la période de novembre-décembre qui se caractérisait, au contraire, par une teneur en acide alginique appréciable mais un pourcentage d'algues fertiles important (huit algues sur dix).

Ces résultats ne peuvent être généralisés à toutes les populations de *Laminaria digitata* du plateau du Calvados; rappelons en effet qu'ils ont été établis sur une colonie située à la limite supérieure de l'étage que peut occuper cette espèce, donc dans des conditions un peu particulières. Il sera intéressant de les comparer à ceux que nous espérons obtenir en travaillant, avec l'aide de plongeurs sous-marins, sur les *Laminaria digitata* récoltées en profondeur.

(1) Nous avons en effet pu vérifier que d'août 1965 à novembre 1966 il y avait constamment, dans la population de « Quihot », des algues fertiles et des algues stériles. J. COSSON signale, par contre, qu'au cours de l'année 1963-1964, cette population avait une période de reproduction limitée (de août à janvier). Ses observations ayant été faites après l'hiver exceptionnellement rigoureux de l'année 1962 et les nôtres après un hiver relativement doux il est permis de supposer que la température hivernale influe sur la période de reproduction, ce qui expliquerait les affirmations contradictoires, à ce sujet, d'auteurs tels que SAUVAGEAU et HAMEL.