

- 1 -

OBSERVATIONS SUR LA BIOLOGIE DE L'ALGUE JAPONAISE
***UNDARIA PINNATIFIDA* (HARVEY) SURINGAR INTRODUITE**
ACCIDENTELLEMENT DANS L'ETANG DE THAU

par René PÉREZ, Jean Yongchul LEE et Claude JUGE

En février 1971, un ostréiculteur apportait pour détermination au Centre de l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes à Sète une algue de grande taille qu'il observait pour la première fois dans l'étang de Thau. Il s'agissait de l'espèce *Undaria pinnatifida*, originellement endémique des côtes japonaises, introduite accidentellement en France sans doute avec du naissain d'huîtres en provenance d'Extrême-Orient.

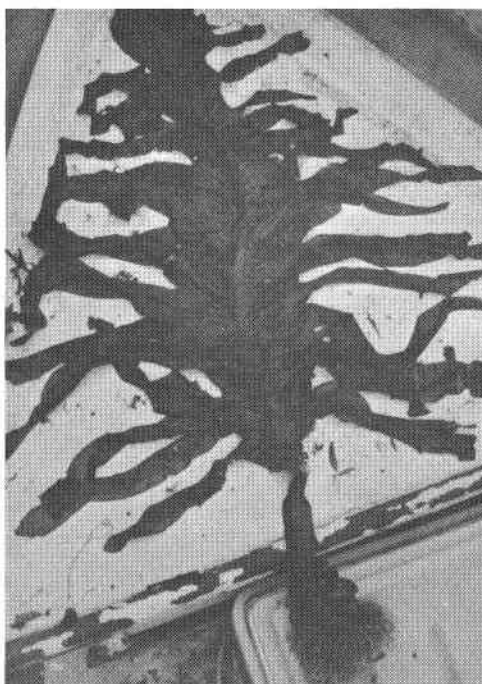


Fig. 1. - Echantillon d'*Undaria pinnatifida* adulte récolté le 26 mars 1980 dans l'étang de Thau ; les ailes spiralées sont en formation.

Loin de s'effacer face à la concurrence des algues vertes pourtant dans l'étang de Thau fort prolifiques, telles que *Codium*, *Enteromorpha*, *Ulothrix*, *Chaetomorpha*, *Undaria* a étendu progressivement son aire de répartition. Elle est présente sur tout le parc conchylicole entre Mèze et Bouzigues, du littoral jusqu'au large, et commence à apparaître deci-delà sur les autres parcs.

En raison de son puissant pouvoir de reproduction, l'espèce pourrait soit devenir une nuisance pour les activités traditionnelles, soit constituer une ressource nouvelle intéressante puisqu'il s'agit d'une algue comestible pour laquelle existe un marché tant en Extrême-Orient qu'en Occident parmi la colonie asiatique. Ces deux perspectives nous ont conduits à définir avec précision la biologie d'*Undaria* dans l'étang de Thau de façon à être en mesure d'en limiter la propagation si cela s'avère nécessaire ou, au contraire, d'en favoriser la culture si celle-ci était rentable et compatible avec les activités conchylicoles.

1. Caractéristiques générales de l'espèce *Undaria pinnatifida* dans son aire de répartition habituelle.

a) Aspect biologique (fig. 1).

Undaria pinnatifida se présente à l'état adulte sous forme d'une lame de 90 à 100 cm de longueur, échancrée latéralement. Cette dernière est portée par un stipe aplati ayant en moyenne 20 cm de longueur, 1,5 cm de largeur et 0,5 cm d'épaisseur, issu d'un volumineux ensemble d'haptères fixant l'algue au substrat. Le stipe se prolonge dans la lame sous forme d'une nervure médiane. De part et d'autre de celui-ci, on observe une sorte d'aile spiralee, de 3 à 5 cm de largeur, qui portera à maturité les éléments reproducteurs.

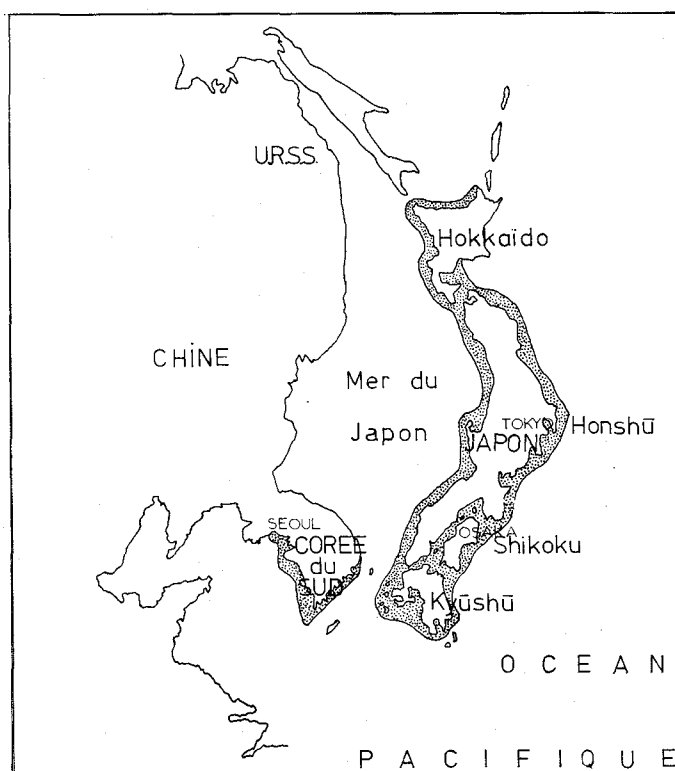


Fig 2. - La carte indique que la répartition d'*Undaria pinnatifida* en Extrême-Orient (zone ombrée) ; l'aire de distribution couvre toutes les côtes de la Corée du Sud et du Japon à l'exception du sud-est et du nord-est de l'île d'Hokkaido.

L'espèce est endémique des côtes japonaises (fig. 2). L'intérêt de sa culture a provoqué son introduction volontaire en Corée et plus récemment en Chine. Le niveau bathymétrique où s'étendent les plus beaux peuplements se situe entre la limite des plus basses mers et une profondeur de 5 à 7 m. Mais il est possible de rencontrer des plants épars tant dans la zone intertidale qu'à des profondeurs de 13 à 15 m.

Le cycle de reproduction (fig. 3) avec deux phases, l'une représentée par la plante macroscopique, l'autre par des organismes microscopiques, a conduit à classer *Undaria* dans l'ordre des Laminariales et dans la famille des Alariacées.

Lorsque l'algue parvient à la maturité, l'aile disposée en spirale autour du stipe différencie, en bordure d'abord, un liseré sombre, puis progressivement, des taches marron foncé qui sont constituées de sacs microscopiques contenant des granulations sphériques de 5 à 6 μm de diamètre : les spores. Une fois libérées dans le milieu, les spores nagent quelques heures à l'aide de leurs deux flagelles, puis se fixent et germent en filaments microscopiques plus ou moins ramifiés : les gamétophytes. Les gamétophytes mâles produisent des gamètes mâles flagellés, les gamétophytes femelles des gamètes femelles immobiles. Le gamète mâle vient féconder le gamète femelle. Le zygote ainsi formé germe en une plantule lancéolée et peu échancrée, sans aile autour du stipe. Les divisions de la lame et les ailes spiralées apparaissent progressivement au cours du développement.

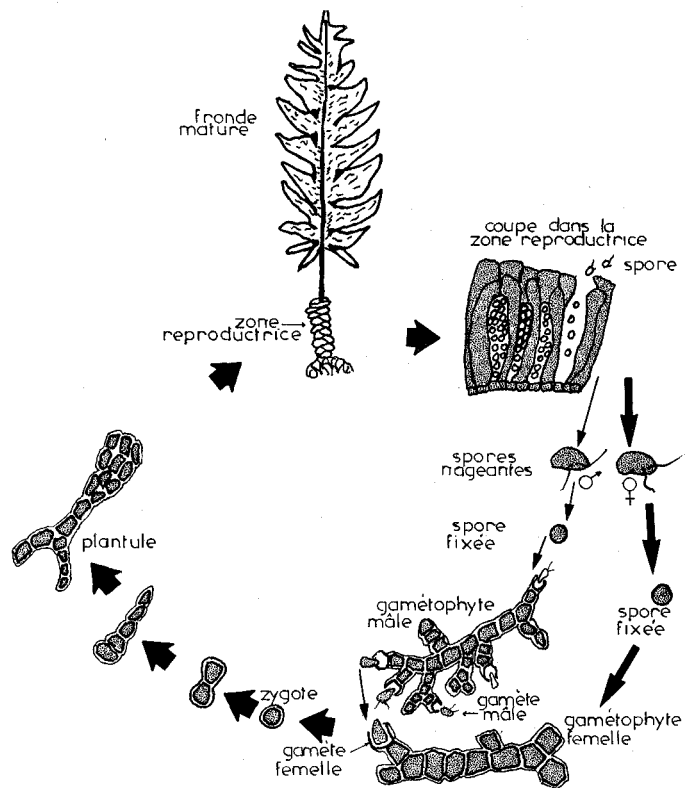


Fig. 3. - Schéma retraçant le cycle de reproduction d' *Undaria pinnatifida* : la formation des spores commence début mai, l'émission a lieu vers la fin mai ; les jeunes plants apparaissent durant octobre en Extrême-Orient, en décembre dans l'étang de Thau.

Après la libération des spores, l'algue ne croît plus ; elle se désagrège peu à peu jusqu'à se réduire à un stipe de plus en plus court et disparaît. Le cycle biologique s'étend sur une année. Il s'agit donc d'une espèce annuelle.

b) La culture.

La connaissance du cycle de reproduction et des facteurs qui le contrôlent a permis de développer la culture intensive. La technique est dans son principe relativement simple. Dans des enceintes à température contrôlée, remplies d'eau de mer, on dispose verticalement des cadres en bois, en fer ou en plastique sur lesquels est enroulée en spires serrées une cordelette de 2 à 3 mm de diamètre. Des bases fertiles d'*Undaria*, qui ont été maintenues à l'air pendant 12 heures, sont immergées dans ces enceintes. L'agitation et des variations judicieuses de température induisent la libération des spores. Celles-ci vont, au terme de la période de mobilité, se fixer sur la cordelette où le cycle se poursuivra. Bientôt, des plantules apparaîtront fixées sur la cordelette qui sera déroulée des cadres et disposée en spirale autour de cordages-soutiens tendus en mer.

Les résultats dépendront du savoir-faire acquis avec l'expérience. L'ensemencement devra être suffisamment important pour empêcher le développement des algues concurrentes et cependant assez modéré pour sauvegarder la qualité. La commercialisation ne sera possible que si l'algue est récoltée entre février et juin, juste avant la reproduction ; au-delà de cette limite, le thalle devient fibreux et épiphyté.

La culture est devenue nécessaire dès 1963 car la demande dépassait de loin la production naturelle. Malgré les 17 000 hectares qui lui sont consacrés et les 2 000 algoculteurs qui s'en occupent à temps plein, elle n'arrive cependant pas à satisfaire une consommation sans cesse croissante. Au Japon, en 1979 par exemple, la demande se situait autour de 170 000 tonnes alors que la production totale n'a atteint que 100 000 tonnes.

Le produit alimentaire obtenu à partir de la fronde est connu sous le nom de « wakame ». Il nécessite très peu de traitement, donc très peu de main-d'œuvre et d'intermédiaires. Aussi, son prix reste-t-il tout à fait à la portée de toutes les classes sociales. Cela explique que la demande suive une courbe ascendante par rapport et aux dépens d'autres espèces considérées de plus en plus comme des produits de luxe. Acheté sec ou salé, puis réhydraté et dessalé, on l'emploie pour la confection de soupe, en association avec le riz, sous forme de salade avec des coquillages frais, du thon ou des morceaux de poulpe. On l'apprécie particulièrement lorsqu'on a soumis la lame fraîche à un cendrage approprié.

Mis à part les qualités organoleptiques l'algue a une valeur alimentaire certaine par sa teneur en vitamines B₂, B₁₂, PP, C, en sels minéraux et en oligo-éléments. Sa teneur en protéines est aussi intéressante : elle atteint 16 % alors que la plupart des algues macroscopiques n'en contiennent que 6 à 8 % (exception faite du *Porphyra* : 30 à 35 %).

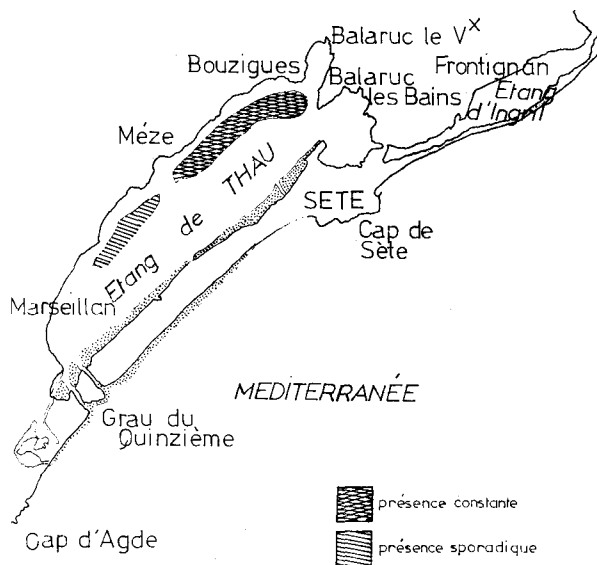


Fig. 4. - Carte indiquant la distribution d'*Undaria pinnatifida* dans l'étang de Thau en mars 1980 ; actuellement les tâches hachurées sont en train de s'étendre vers le centre de l'étang.

Si la consommation d'*Undaria* se localise principalement en Extrême-Orient, elle fait peu à peu tache d'huile avec les émigrés qui amènent avec eux dans les pays d'accueil une partie de leurs traditions et de leurs coutumes. On constate en particulier qu'ils continuent à consommer des algues importées des régions productrices. Si l'on ajoute à cette demande, celle des restaurants spécialisés dans les mets exotiques et des chaînes homéopathiques, on dispose certainement là, tant en Europe qu'en Amérique, d'un marché potentiel non négligeable.

Il est évident que si une production d'*Undaria* de bonne qualité pouvait être obtenue dans nos régions à un prix raisonnable, elle trouverait assurément preneur.

2. *Undaria pinnatifida* dans l'étang de Thau.

Bien que des milliers de tonnes de naissain d'huitres japonaises aient été immergées dans les eaux de la Manche, de l'Atlantique et de la Méditerranée, entraînant vraisemblablement avec eux de nombreuses plantules et spores de diverses algues dont *Undaria*, cette espèce ne s'est développée pour l'instant nulle part ailleurs que dans l'étang de Thau où elle a trouvé un biotope lui permettant de se maintenir et de proliférer (fig. 4). Son comportement dans cette nouvelle niche écologique a été suivi durant l'année 1980 au moyen d'observations sur le terrain, de marquages et de tests statistiques.

Les plants sont visibles à l'œil nu dès la mi-novembre. Ce sont des plantules de 1 à 5 cm de hauteur avec stipe et lame déjà bien différenciés. On les observe surtout sur les rails soutenant le parc ostréicole et sur les filières qui n'ont pas été nettoyées après juin. La zone de fixation s'étage depuis quelques centimètres sous la surface jusqu'à 150 cm de profondeur, jamais plus bas.

Les algues marquées (fig. 5) ont été groupées sur des cordages horizontaux tendus respectivement à 50, 75 et 100 cm de la surface. Le choix s'est porté sur des individus poussant sur d'anciennes filières à moules. Le morceau de filière sur lequel était accroché l'échantillon a été découpé de part et d'autre du point de fixation et inséré entre les torons du cordage horizontal (fig. 6). Ainsi, les plants étaient déplacés sans subir d'arrachage ou une quelconque altération.

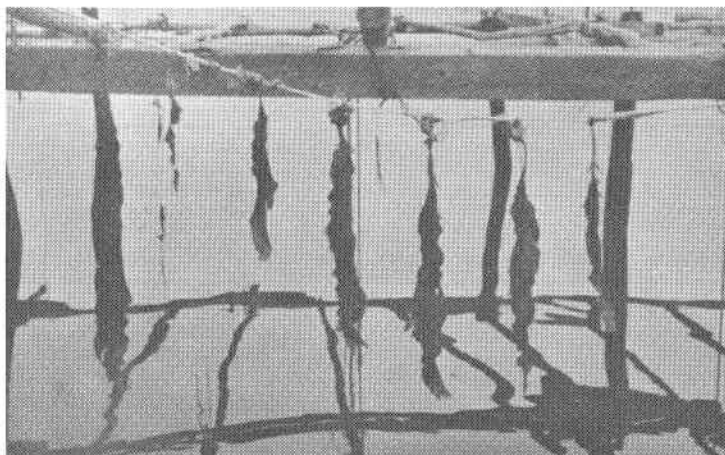


Fig. 5. - Regroupement des algues marquées sur des cordages tendus ensuite à différents niveaux : les cordages ont été disposés de telle façon que les algues du niveau supérieur ne puissent faire ombrage à celles des niveaux inférieurs.

L'étude biométrique a été réalisée en janvier, février, avril et mai en prenant compte la longueur totale, la longueur et la largeur de la lame, la longueur, l'épaisseur et la largeur du stipe, le poids total. L'examen des histogrammes obtenus permet de suivre avec précision l'évolution de la population (fig. 7, 8 et 9).

Les plantules apparaissent sur une période relativement longue (fin novembre - mi-mars) avec un maximum en février. Ceci résulte sans doute à la fois d'un étalement de l'émission des spores (comme le montrent les observations dans la nature) et d'une longévité importante des gamétophytes qui continuent à produire des gamètes pendant 4 à 5 mois, comme le prouvent les essais en laboratoire.

A part quelques individus précoces (mi-novembre) qui bénéficient en décembre et janvier d'une croissance excessivement rapide et qui atteignent dès la fin janvier la taille adulte (90 à 100 cm de longueur, 40 à 50 cm de largeur), la population se compose au début de l'hiver de jeunes plants à lame lancéolée peu ou pas digitée. Ceux-ci s'écartent peu du type moyen caractérisé par les valeurs suivantes :

longueur totale	35,7 cm	avec un écart à la moyenne de 1,5
longueur du stipe	8,4 cm	avec un écart à la moyenne de 0,5
largeur de la lame	20,1 cm	avec un écart à la moyenne de 1,6
largeur du stipe	70 mm	avec un écart à la moyenne de 5
poids total	39,1 g	avec un écart à la moyenne de 3,7

En mars, on constate encore l'apparition de nombreux jeunes. Les mesures faites à cette période indiquent une évolution de la longueur de la lame. Il n'y a, par contre, presque pas de croissance en largeur, si bien que les lames passent de la forme lancéolée à la forme rubannée, tout en restant peu échancrées. Le stipe laisse deviner à sa base l'ébauche des ailes latérales. Le poids moyen ne varie pratiquement pas malgré l'allongement car la lame est très fine, frippée et translucide.

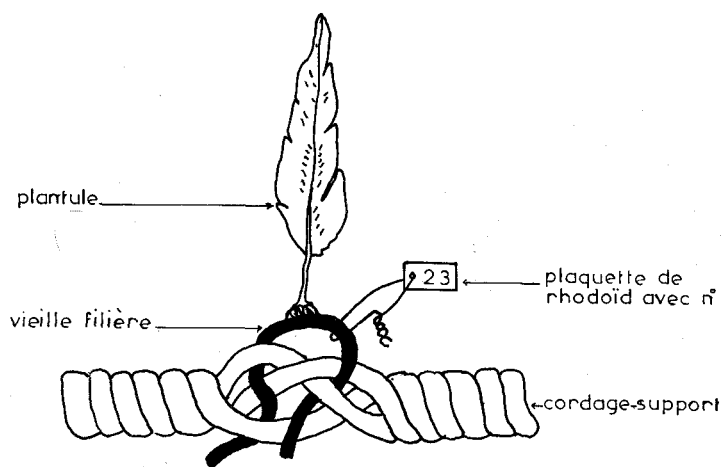


Fig. 6. - Disposition des algues marquées pour l'étude de la croissance : pour la commodité du suivi, les plants ont été regroupés sur un cordage porteur sans que la base ait été détachée de leur propre support ; c'est ce dernier qui a été coincé dans les torons du cordage porteur.

les valeurs enregistrées traduisent parfaitement cette évolution :

longueur totale	44,7 cm	avec un écart à la moyenne de 1,8
longueur du stipe	9,4 cm	avec un écart à la moyenne de 0,45
largeur de la lame	18,7 cm	avec un écart à la moyenne de 1,2
largeur du stipe	82,5 mm	avec un écart à la moyenne de 5
poids total	33,5 g	avec un écart à la moyenne de 2,3

En avril, les germinations sont rares bien qu'on en rencontre encore au niveau de la strate inférieure du peuplement (150 à 200 cm de la surface) dans les zones ombragées. Tous les plants sont le siège d'une intense activité méristématique qui double pratiquement les dimensions en un mois. On remarque que, parmi les algues apparues à la même période, et au même niveau, certaines ont une croissance beaucoup plus forte qui leur permet d'atteindre 130 cm de longueur alors que la moyenne se situe autour de 75 cm. C'est à partir des éléments reproducteurs de celles-ci qu'il serait intéressant de développer la culture.

La largeur a subi un accroissement de 250 % par rapport à mars. Le stipe s'est allongé de 180 % ; sa largeur progresse de 208 % à la suite du développement des ailes latérales qui s'étendent sur les trois-quarts de la longueur du stipe et commencent à se spiraler. L'activité méristématique se manifeste aussi au niveau de l'épaisseur du thalle. Le poids moyen subit pendant cette période une élévation de 50 %. La lame s'échancre profondément tandis que sa pointe apicale commence à s'éroder et à porter quelques épiphytes filamenteux.

A ce stade, la fronde parvient à ses dimensions maximales :

longueur totale	73 cm	avec un écart à la moyenne de 2,6
longueur du stipe	17,7 cm	avec un écart à la moyenne de 0,6
largeur de la lame	48,3 cm	avec un écart à la moyenne de 2
largeur du stipe	172 mm	avec un écart à la moyenne de 8
poids total	182,3 g	avec un écart-type de 16.

Au cours de mai, toutes les frondes se caractérisent par la présence à leur base de deux ailes latérales qui forment une double hélice autour du stipe. La bordure de cette spirale comporte un liseré sombre constituant l'ébauche du sore. Une coupe confirme la présence, début mai, de spores entassées dans les sporocystes, bien que l'émission n'ait eu lieu qu'à la fin du mois (fig. 10).

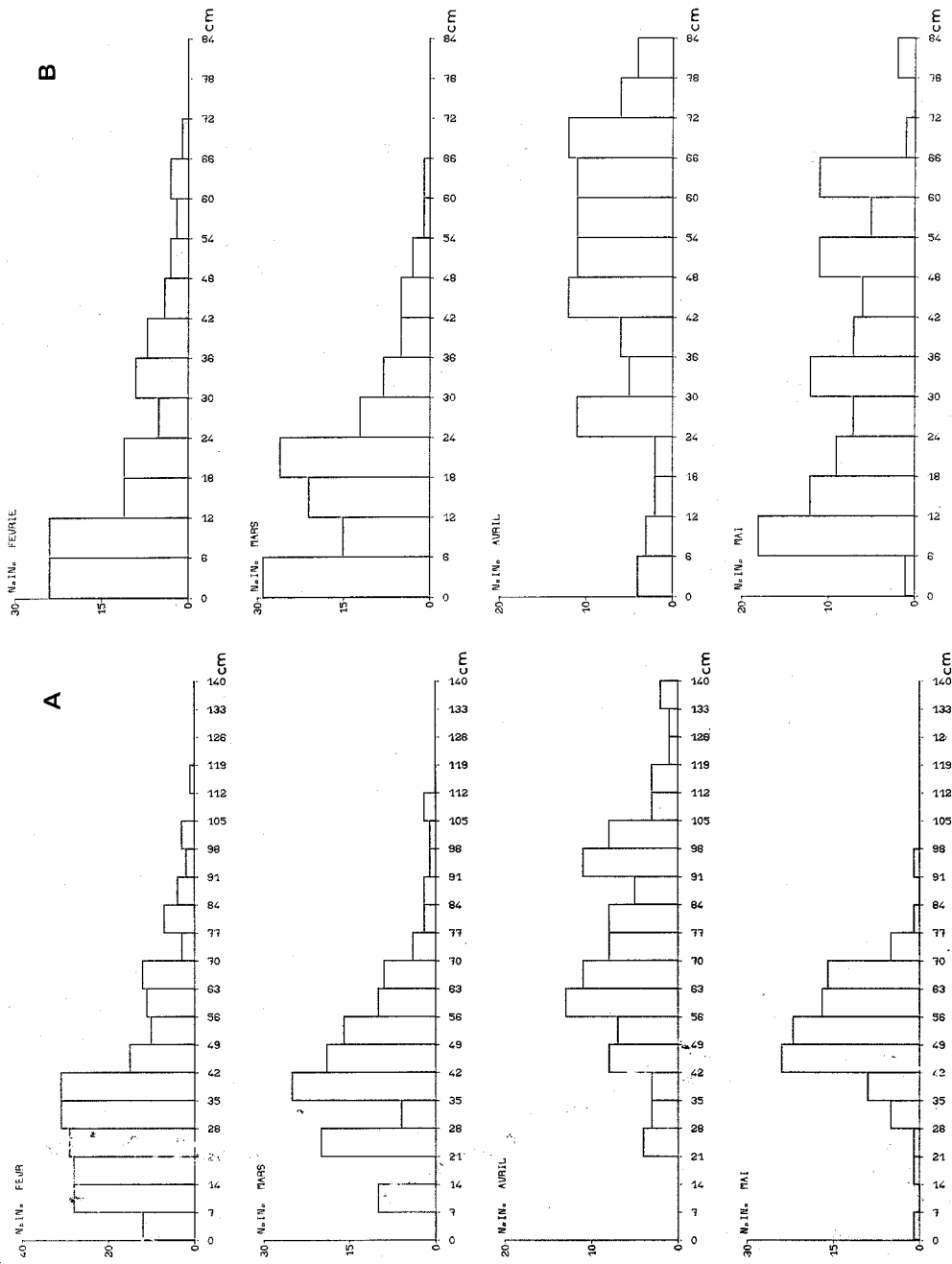


Fig. 7. — Histogrammes caractérisant la répartition de la population en fonction de la longueur totale (lame + stipe) (A) et en fonction de la largeur de la lame (B) en février, mars, avril et mai (N.N.I. = nombre d'individus).

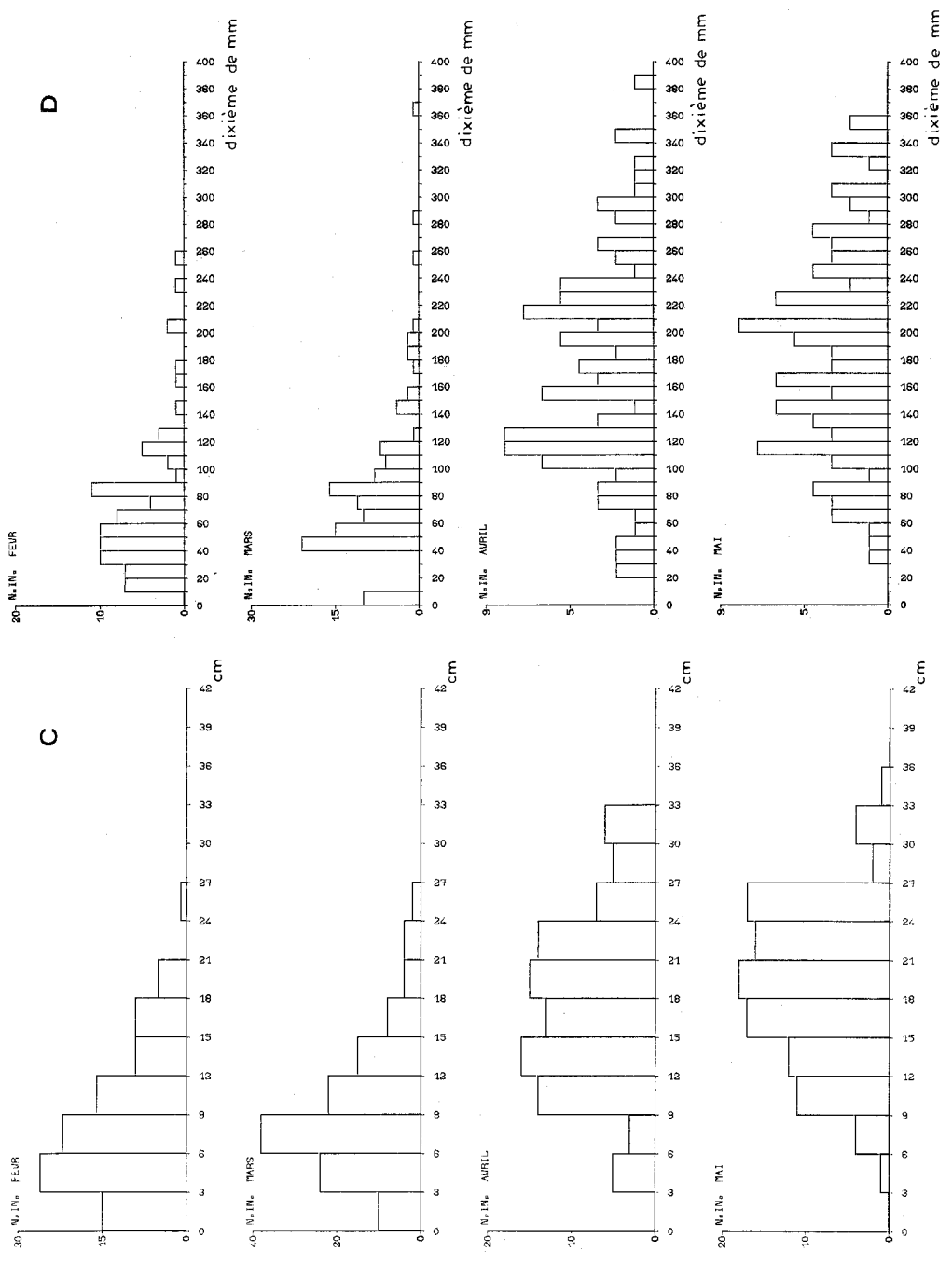


Fig. 8. - Histogrammes caractérisant la répartition de la population en fonction de la longueur du stipe (C) et en fonction de la largeur du stipe (D) en février, mars, avril et mai (N.IN. = nombre d'individus).

Au moment où apparaissent les sores, la croissance s'arrête brusquement chez tous les individus (même chez ceux apparus tardivement). Seul, le stipe a bénéficié encore d'un allongement modeste. La lame s'érode fortement tant en longueur qu'en largeur. Les lignes de déchirure ou d'usure deviennent des zones de fixation d'épiphytes et de bryozoaires. Parallèlement, le poids moyen diminue. Il se situe alors autour de 124 g.

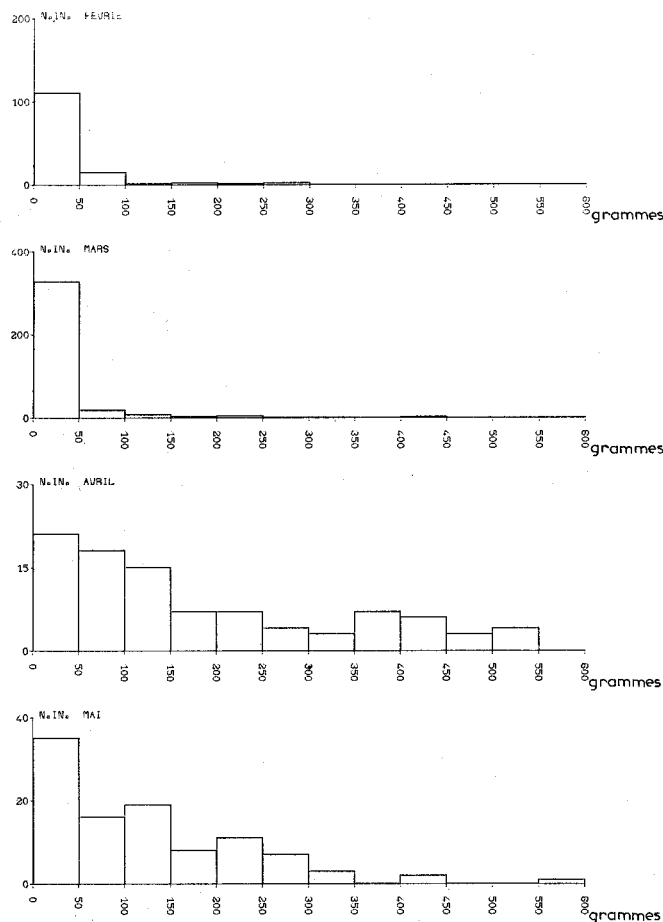


Fig. 9. - Histogrammes caractérisant la répartition de la population en fonction du poids total de l'algue (crampon débarrassé des épiphytes et incrustation + stipe + lame) (N.NI. = nombre d'individus).

En juin, la fronde se réduit à son stipe partiellement ou totalement englobé dans la double spirale constituée par ses ailes latérales (fig. 11). Parfois, un lambeau de lame subsiste autour d'un reste de nervure centrale. Les ailes spiralées offrent des aspects divers ; pour certaines, les sores se limitent à la frange ; pour d'autres, ceux-ci s'étendent en tâches sombres sur l'ensemble de la surface.

Il ne reste bientôt plus de l'algue que la base (fig. 12) ou même que le crampon déchiqueté, recouvert d'épiphytes, qui se nécrose et disparaîtra avant la mi-juillet (fig. 13).

Les marquages confirment point par point cette évolution. La comparaison des mesures faites à différents niveaux fait apparaître des différences significatives du taux de croissance. A 75 cm de profondeur, l'activité méristématique est de 15 % supérieure à celle du niveau 50 cm et de 53 % supérieure à celle du niveau plus profond (100 cm sous la surface). C'est d'ailleurs à cette strate intermédiaire que l'on récolte les plus grands échantillons. Mais, quels que soient les niveaux considérés, la durée de la période de production végétative est restée strictement la même. Elle s'arrête au moment où le plant commence à produire des spores (début mai).

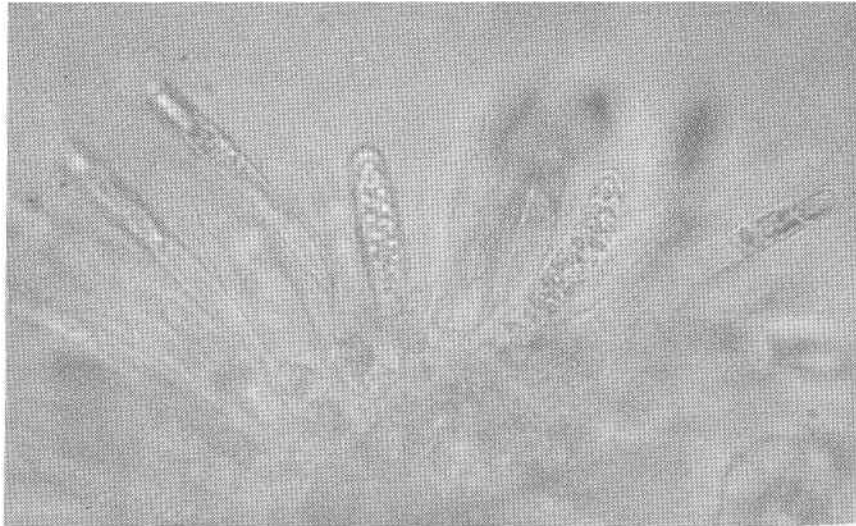


Fig. 10. - Photographie d'une coupe vue au microscope dans la bordure de l'aile spiralée ; on observe la présence de sacs (sporocystes) remplis de granulations (les spores) ; l'ensemble constitue un sore, ici en cours de formation (début mai).



Fig. 11. - Echantillons récoltés à la mi-juin ; la fronde se réduit à son stipe englobé dans les ailes latérales qui se sont spiralées ; il est parfois prolongé par un reliquat de lame déchiquetée et épiphytée.

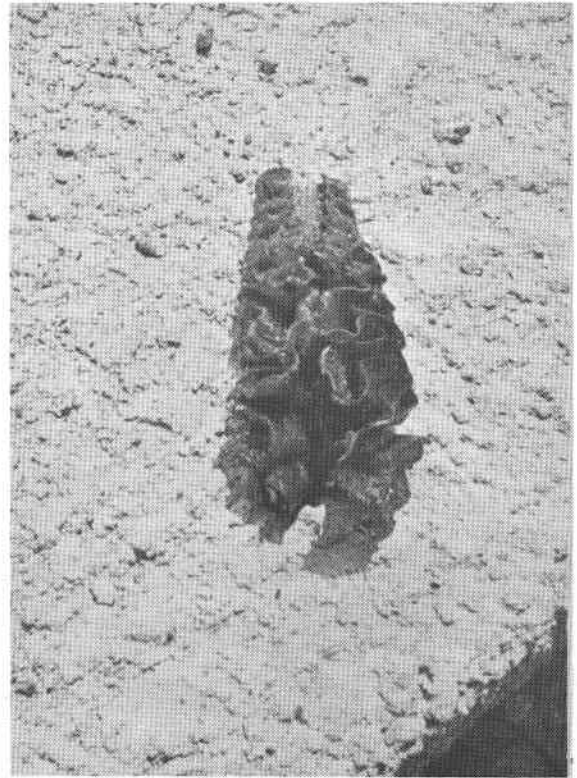


Fig. 12. - Photographies montrant ce qu'il reste de l'algue à la fin juin ; les sores continuent à émettre des multitudes de spores.

Conclusion.

L'espèce *Undaria pinnatifida* se comporte dans l'étang de Thau de la même manière qu'en Extrême-Orient, bien qu'elle apparaisse en fin d'automne (décembre au lieu d'octobre en Corée et au Japon) et qu'elle disparaisse plus tôt en été (début juillet au lieu d'août).

Le cycle de reproduction est tout à fait comparable. La période de fertilité s'étend sur 2 mois (début mai – fin juin). La production de spores est abondante, ce qui permet à l'espèce d'étendre d'année en année son aire de répartition et en fait un compétiteur de plus en plus influent. Bien que l'émission des éléments reproducteurs se poursuive même lorsque l'algue est réduite à son stipe, l'émission la plus intense a lieu entre le 15 mai et 15 juin ; c'est dans cet intervalle qu'il sera judicieux d'opérer la collecte des spores.

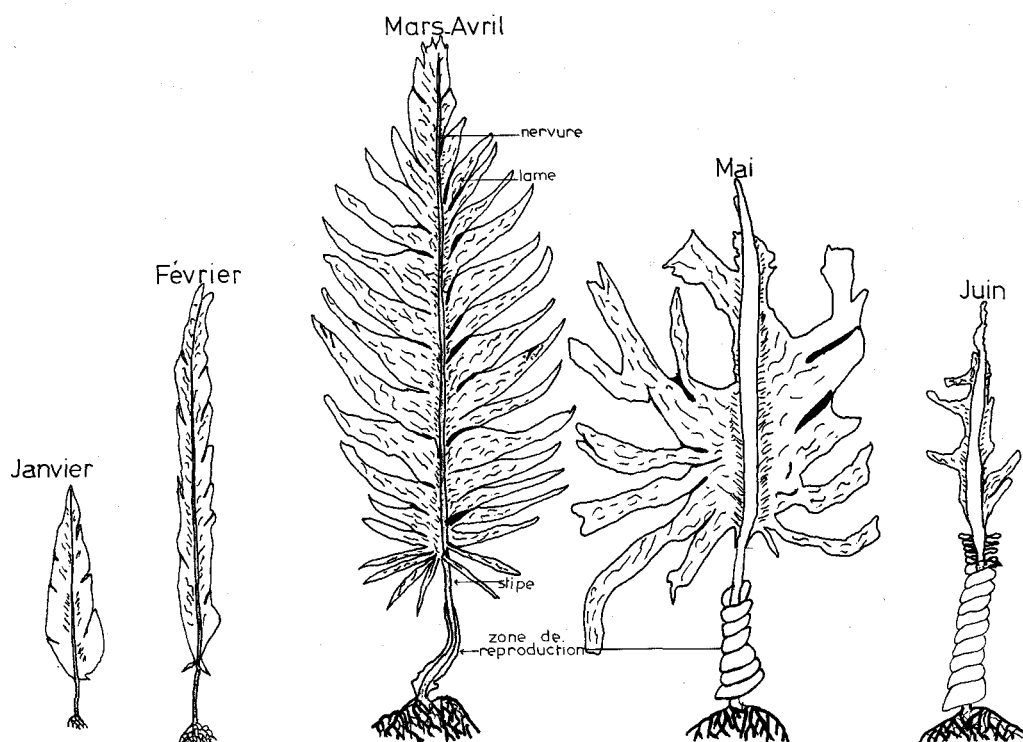


Fig. 13. - Série de schémas retraçant l'évolution de l'algue *Undaria pinnatifida* dans l'étang de Thau ; les plants ne présentent les qualités organoleptiques ne permettant la commercialisation que durant la deuxième quinzaine de mars ; on pourrait certainement par culture allonger cette période.

La croissance végétative est très rapide mais de courte durée, si bien que la période durant laquelle *Undaria* a les qualités requises pour la consommation se limite actuellement à la deuxième quinzaine de mars. La brièveté de ce temps durant lequel l'espèce est consommable constitue a priori un handicap. Mais, en réalité, la culture devrait permettre de surmonter celui-ci par deux techniques complémentaires.

La première consiste à stimuler la reprise de la croissance avant la mise en mer à l'aide de fertilisants et d'un fort éclairage pour provoquer l'apparition des plantules dès octobre.

La seconde, à appliquer à la fin de l'hiver, poursuit le but inverse : elle vise à retarder l'évolution méristématique en abaissant 2 m de profondeur les cordages portant la culture (ce qui réduit l'éclairage).

La collecte des spores sur cordelettes ne devrait pas poser de problème vu l'abondance de l'émission. Par contre, le maintien en vie ralentie des germinations pendant la période estivale jusqu'à la mise en mer, demandera sans doute beaucoup de soins puisque cette phase nécessite une lumière très réduite (moins de 400 lux) et de l'eau de mer dont la température ne doit pas dépasser 20°C. Mais, il ne s'agit pas là d'obstacles insurmontables.

Les premiers essais de culture seront réalisés en 1981 selon la technique coréenne. Ils permettront sans doute de mieux cerner les problèmes qui se posent et d'étudier les solutions à y apporter pour parvenir à une culture intensive économiquement rentable. Peut-être, cela nous amènera-t-il à modifier la technique initiale pour l'adapter aux conditions locales ou, le cas échéant, si elle s'avérait irréalisable ou incompatible avec les autres activités de l'étang, à la transférer en des lieux plus favorables.
