

PREMIERS RÉSULTATS CONCERNANT L'IMPACT DE L'ÉCHOUEMENT DE L' « AMOCO-CADIZ » SUR LES PEUPELEMENTS ALGAUX EXPLOITABLES

par René PÉREZ

— Deux mois se sont écoulés depuis que le pétrolier « Amoco-Cadiz » s'est éventré sur les roches de Portsall, libérant plus de 220 000 tonnes d'hydrocarbures, qui se sont répandues sur tout le littoral de la Manche occidentale, depuis Porspoder (nord-Finistère) jusqu'au sillon de Talbert (Côtes du Nord). Quelques nappes résiduelles poussées par les vents de nord-est sont même venues lécher les rochers de l'archipel molénique, la pointe du Conquet et les abords de Camaret. —

La région Porspoder-île de Batz a été la plus touchée : les abers (aber Benoît et aber Wrach) que les barrages flottants n'ont pu protéger, toutes les baies, toutes les criques ont été en quelques heures recouvertes d'une glu malodorante marron-foncé, pénétrant dans les sédiments, collant aux rochers et aux algues, surtout à celles des plus hauts niveaux.

Comme les activités de pêche, la récolte des *Fucus* s'arrêta immédiatement. La récolte des autres algues qui devait commencer le 15 avril paraissait fort compromise. Les hypothèses les plus pessimistes étaient échafaudées.

Deux mois après, à la lumière des observations et des mesures qui ont pu être effectuées au cours de nombreuses missions faites le long du littoral, il est possible de faire, en toute objectivité, un premier bilan concernant l'état des peuplements algaux exploitables.

1. L'activité goémonière dans la zone polluée.

La région qui a été contaminée par les hydrocarbures de l' « Amoco-Cadiz » est, du point de vue de la flore, la plus riche du littoral français. Toutes les espèces exploitées et exploitables y constituent des groupements importants.

L'algue brune *Laminaria digitata* utilisée pour la production d'alginate, colonise tous les substrats rocheux situés à la limite des basses mers. C'est elle qui alimente le travail de quelques 160 goémoniers dont 54 sont équipés de bateaux mécanisés à haut rendement. La récolte dans cette région du nord de la Bretagne dépasse 3 600 t de produit sec, ce qui représente près des 2/3 de la production française en algues de cette espèce (5 000 t).

Les peuplements de *Chondrus crispus* situés sur cette côte sont les plus luxuriants d'Europe. Ils égalent par leur rendement ceux du Canada ; 1 000 à 1 200 récoltants en prélèvent, de mai à octobre, au moment des marées basses de vive-eau, près de 1 300 t alors que l'ensemble du littoral français produit 2 000 t. Précisons que la France occupe le deuxième rang mondial pour l'extraction des carraghénanes.

Les quantités de *Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus*, *Ascophyllum nodosum* ramassées dans cette zone représentent environ 2 300 t c'est-à-dire la quasi-totalité de la production française de ces espèces.

On comprend donc quelle a été, au moment du naufrage de l' « Amoco-Cadiz », l'inquiétude de tous ceux qui vivent de l'exploitation des algues. La disparition de ces ressources aurait en effet entraîné celle des goémoniers, nombreux dans cette région. Elle aurait également provoqué le déséquilibre et, sans doute à brève échéance, la chute de l'industrie française des algues.

Les dommages immédiats n'étaient d'ailleurs pas les seuls que l'on pouvait craindre. On s'interrogeait également sur la manière dont se déroulerait la reproduction et si elle ne serait pas perturbée par la pollution au point de compromettre l'apparition des nouvelles générations.

Enfin, une dernière question se posait : les produits, alginates ou carraghénanes, extraits d'algues plus ou moins contaminées par les hydrocarbures seraient-ils utilisables ?

Pour essayer de répondre à ces questions et pour préciser s'il y avait lieu, le moment où la récolte pourrait reprendre, il était capital d'observer sur place l'évolution des peuplements dans l'ensemble du littoral touché par la pollution.

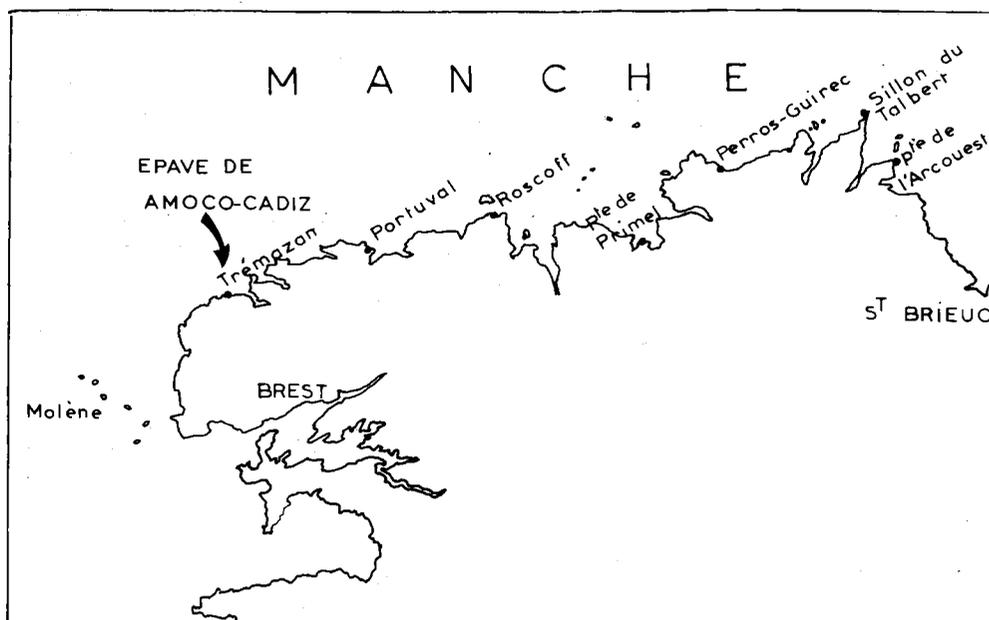


Fig. 1. — Carte des côtes septentrionales de la Bretagne permettant de situer les peuplements d'algues sur lesquels ont porté nos observations.

2. Méthodes de travail.

L'estimation des nuisances causées ne pouvait être réalisée qu'en comparant les peuplements des zones contaminées à ceux d'une zone témoin située au dehors du secteur touché. Nous l'avons choisie à la pointe de l'Arcouest au sud de l'île de Bréhat.

Les observations ont été faites aux lieux suivants (fig. 1) : la pointe ouest du sillon du Talbert ; la sortie est du port de Perros-Guirec ; la pointe de Primel entre la baie de Saint-Michel en Grèves et la plage de Locquirec ; le chenal de Roscoff au lieu dit « La Roche Zu » ; l'est du port de Portuval, près de Brignogan ; la grève de Trémazan à un mille à l'ouest de Portsall et à 800 m de l'épave de l' « Amoco-Cadiz » ; la pointe est de la presqu'île Saint-Laurent.

Il s'agit dans tous les cas de populations algales qui n'ont pas été exploitées en 1977. Il importait, en effet, pour faire une estimation valable, d'analyser des champs qui étaient en parfait état avant l'accident.

La structure générale de chaque peuplement a été mise en évidence au moyen d'histogrammes basés sur la longueur de la lame de 250 échantillons. La densité a été estimée d'après le nombre de plants au m² pour les laminaires, d'après le poids de matière fraîche au m² pour les algues rouges (fig. 2).

De plus, des marquages de laminaires de 2 ans ont été faits simultanément à la grève de Trémazan et à la pointe de l'Arcouest. Le déplacement apparent d'un repère placé sur la fronde à 10 cm du haut du stipe a donné la valeur de l'allongement mensuel.

Enfin, des analyses du taux d'hydrocarbures ont été effectuées par la division « Pollution » de l'I.S.T.P.M. sur des alginates et des carraghénanes extraits au laboratoire d'Algologie Appliquée à partir d'algues récoltées dans les zones contaminées. Parallèlement, de nombreuses autres analyses étaient faites dans les laboratoires des principales usines de production.

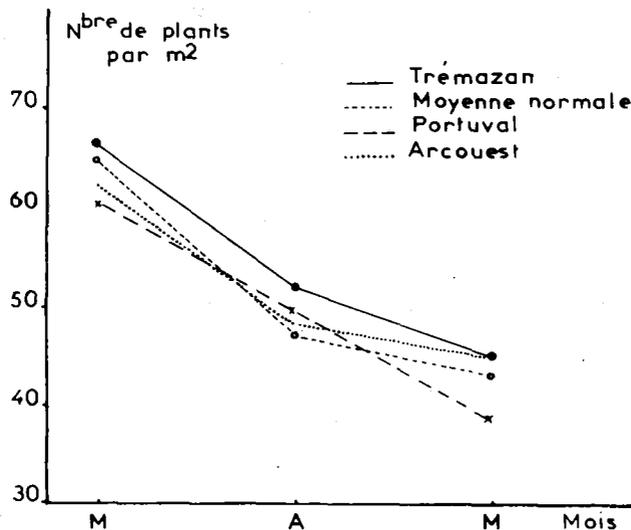


Fig. 2. — Évolution de la densité en laminaires (nombre de plants par m²). Pour ne pas surcharger le graphique, nous nous sommes limités aux zones de Trémazan, Arcouest et Portuval, les autres stations présentant une évolution semblable.

3. Observations des peuplements de *Laminaria digitata*.

Toutes les observations ont eu lieu durant les basses mers de vive-eau, c'est-à-dire au moment où les peuplements de *Laminaria digitata* sont accessibles à pied sec.

a) Etude de la densité (en nombre de plants au m²).

La densité est obtenue en comptant tous les plants visibles à l'oeil nu, c'est-à-dire d'une longueur supérieure à 1 cm, dans des carrés d'un mètre de côté.

Le tableau 1 indique la moyenne des résultats obtenus. A la fin du mois de mars, c'est-à-dire une semaine après le naufrage de l' « Amoco-Cadiz », on ne notait aucune différence significative entre la zone témoin et les zones polluées. Les densités y étaient tout à fait normales.

Les études réalisées de 1969 à 1971 ont montré que dans des conditions habituelles, une grande quantité de jeunes algues apparaissent en février. Les densités sont alors de 72 à 95 plants par m² ; elles tombent ensuite à 57-60 en mars et à 47-50 en avril du fait surtout de la prédation par des organismes herbivores.

Les observations faites sur le peuplement de la pointe de l'Arcouest en 1978 correspondraient bien à ce schéma.

Dans les zones contaminées, il a semblé qu'en avril, la densité ait été légèrement supérieure à la moyenne, du fait sans doute que les prédateurs des laminaires (*Helcium pellucidum*) ont été en partie détruits par la pollution. On dénombrait en effet en moyenne 5 de ces gastéropodes/kg d'algues à Trémazan, 3 à Roscoff et 18 à la pointe de l'Arcouest, zone témoin.

A la fin mai, les densités de laminaires sont à peu près identiques tout au long de la côte à l'exception du groupement algal de Portuval qui se caractérise par des valeurs plus faibles en raison sans doute de sa situation géographique naturelle qui l'expose particulièrement à l'action des vagues.

Lieu	Nombre de laminaires par m ²			Poids de <i>Chondrus</i> par m ² (g)		
	mars	avril	mai	mars	avril	mai
Moyenne normale	65	47	43	4300	5500	3000
Arcouest	63	48	45	4050	4300	4900
Talbert	67	47	42	4100	4600	5000
Perros-Guirec	63	47	43	3900	4400	4800
Pte de Primel	64	48	41	3700	4150	4600
Roscoff	69	51	43	4100	4600	5100
Portuval	60	47	38	3900	4700	5050
Trémazan	67	52	45	4000	4700	5250
Porspoder	65	50	43	3800	4400	4950

Tabl. 1. — Étude de la densité en algues au m²; le tableau expose les moyennes des valeurs obtenues pour *Laminaria digitata* et *Chondrus crispus* aux différents points étudiés.

b) *Etude histogrammique.*

Elle avait pour but de révéler le profil d'ensemble des peuplements et d'indiquer, en cas de mortalité anormale, quelles étaient les classes d'âges qui étaient affectées ou supprimées.

La technique utilisée a été celle employée lors d'études antérieures⁽¹⁾ : un cadre d'un mètre de côté est posé sur le substrat et l'on arrache toutes les algues situées à l'intérieur du carré ; l'opération est renouvelée jusqu'à obtenir 250 à 300 échantillons.

Les histogrammes qui permettent de différencier les classes d'âges sont établis en considérant un intervalle de classe de 5 cm et en portant en ordonnées le nombre de fois où la longueur de la lame s'inscrit dans un intervalle donné.

Les histogrammes obtenus (fig. 3) pour chaque mois ont sensiblement le même aspect quel que soit le lieu considéré. On peut ajouter qu'ils ont une structure comparable à celle observée les années précédentes à la même période.

Toutes les classes d'âge habituellement visibles sur ce type de graphique peuvent y être décelées et le rapport entre elles correspond aux pourcentages normaux, compte tenu des variations de détail dues aux différences de biotope (exposition à l'éclairement, exposition à la houle, etc).

(1) Pérez (R.), 1969. — Croissance de *Laminaria digitata* (L.) Lamouroux, étudiée sur trois années consécutives. — *Proc. Intern. Seaweed Symp.*, 6 : 329-344.

L'analyse de la densité et des histogrammes conduisent à des conclusions identiques : il n'y a pas eu, de mars à juin, de mortalité anormale consécutive à la forte concentration en hydrocarbures.

S'il y avait eu mortalité, elle se serait traduite par une diminution du nombre de plants par unité de surface, par une déformation des histogrammes, par l'observation de nombreux thalles nécrosés et par l'apparition de nombreuses épaves le long des rivages recouverts de pétrole, ce qui jusqu'à présent, n'a pas été le cas.

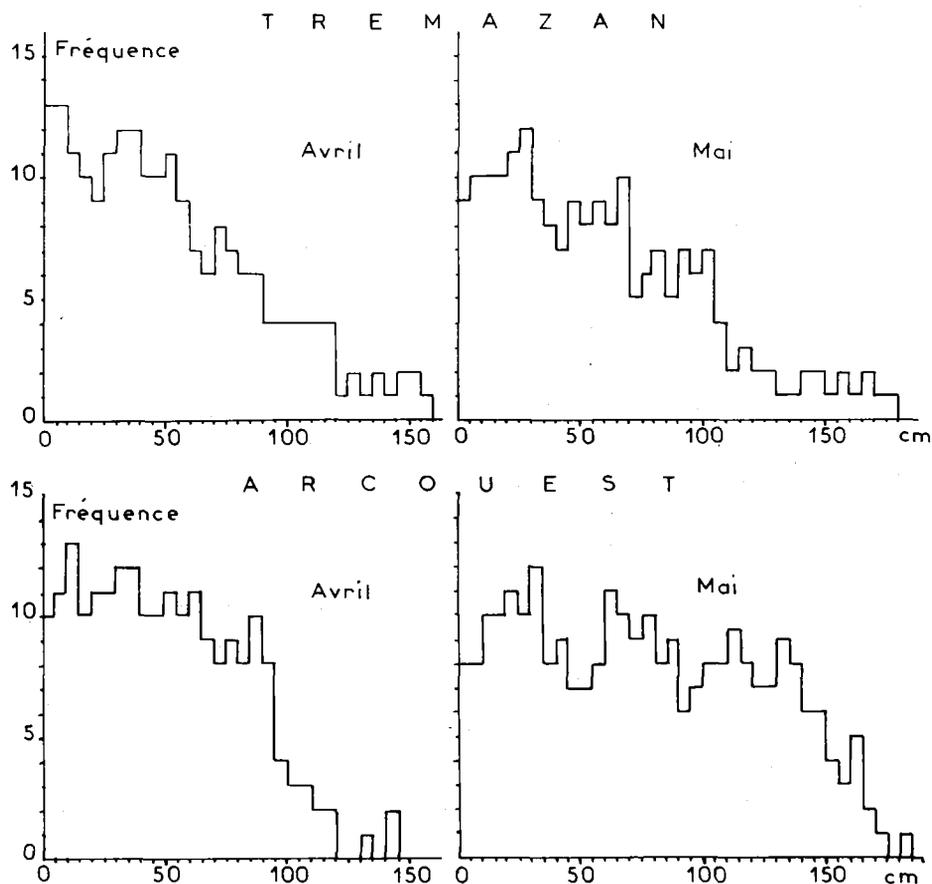


Fig. 3. — Histogrammes obtenus en se basant sur la longueur de la lame des laminaires (*Laminaria digitata*) de la grève de Trémazan (très contaminée) et de la pointe de l'Arcouest (non polluée) en avril et mai, il n'y a pratiquement pas de différence et on peut y discerner la présence des classes d'âge habituelles, des schémas identiques ont été trouvés pour les autres stations.

La quantité d'épaves n'a pas été supérieure à celle des années précédentes. Il semble même qu'il y en ait eu moins qu'en 1977. Il s'agissait la plupart du temps de vieilles lames de l'espèce *Laminaria hyperborea* (appelée aussi *L. cloustonii* ou simplement « *cloustonii* ») qui se détachent naturellement en avril et mai lorsque se forme la nouvelle lame. On les nomme d'ailleurs « épaves de mai » ou « mantelets », suivant les lieux.

On a pu observer à la fin mai, aussi bien dans la zone témoin qu'ailleurs, un certain nombre de plants aux extrémités blanches. Ce phénomène, en fait très limité, n'a pas de rapport avec la présence d'hydrocarbures. Durant l'automne et l'hiver, en effet, des jeunes plants se fixent au-dessus du niveau de tolérance de l'espèce ; ils s'y développent tant que la température et l'éclairement restent compatibles avec

leur biologie. Dès que la valeur de ces facteurs dépasse ces limites, ce qui se produit, selon l'année, tantôt en avril, tantôt en mai, parfois en juin, ces algues marginales supportent mal la déshydratation à laquelle elles sont soumises à chaque marée basse de vive-eau et ne tardent pas à se décolorer.

c) *Étude de la croissance.*

Pour suivre les variations de la croissance, nous avons bagué un certain nombre d'échantillons âgés de deux ans, d'une part à la pointe de l'Arcouest, d'autre part, sur la grève de Trémazan. Une perforation a été faite sur la ligne médiane de leur lame à 10 cm du haut du stipe. La production méristématique s'effectuant juste au-dessus du stipe, les nouveaux tissus repoussent les anciens vers le haut de la lame, ce qui provoque un déplacement apparent du repère ; cette migration est d'autant plus importante que l'activité méristématique est élevée (fig. 4).

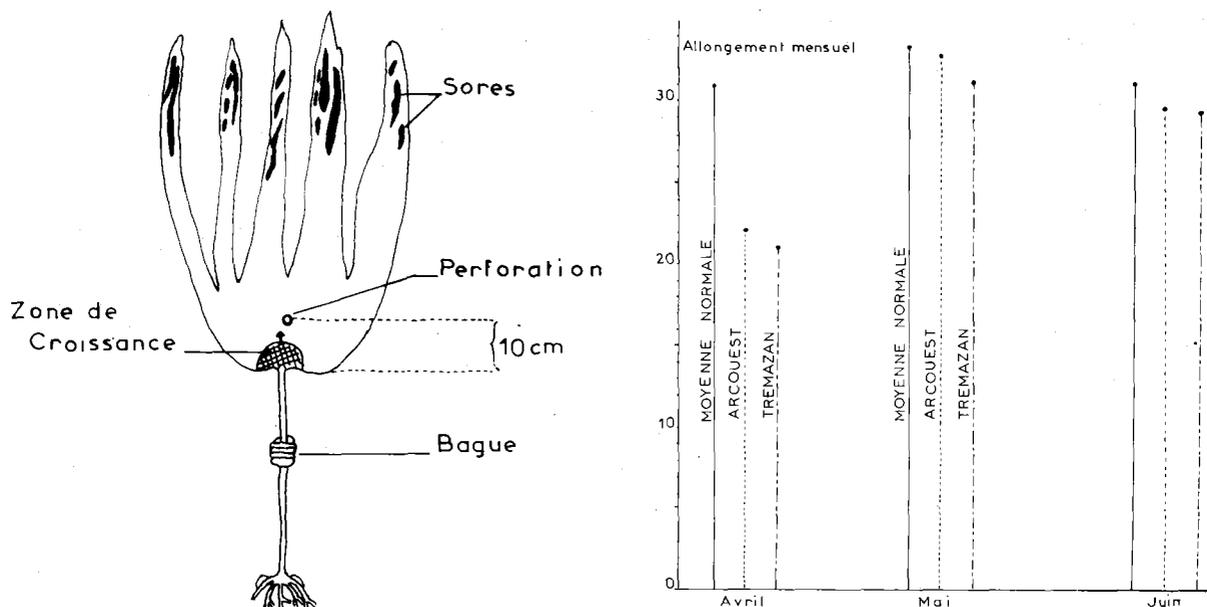


Fig. 4 et 5. — A gauche, technique utilisée pour suivre les variations de l'allongement de la lame, c'est-à-dire l'évolution de l'activité méristématique de *Laminaria digitata*. A droite, comparaison entre l'allongement en avril, mai et juin de la lame de *Laminaria digitata* dans une zone très polluée (Trémazan) et une zone non polluée (Pointe de l'Arcouest); il est clair qu'il n'y a pas eu arrêt de croissance, certes, cette dernière a été relativement lente en avril, mais pratiquement normale en mai et juin, compte tenu des conditions climatiques défavorables.

Les résultats pour avril et mai sont inscrits dans le tableau 2. Le mois d'avril a été marqué par une croissance relativement faible par comparaison à la moyenne des années précédentes. Le fait que l'allongement de la lame ait été sensiblement le même à la pointe de l'Arcouest et sur la grève de Trémazan conduit à penser que ce phénomène n'est pas dû à la pollution par les hydrocarbures (fig. 5). Il semble plus probable d'imputer ce retard de végétation aux conditions climatiques peu favorables. Cette année, la température et l'éclairement étaient, en effet, anormalement faibles.

Au cours du mois de mai, le repère a progressé de 31 cm à Trémazan, de 32,6 cm à la pointe de l'Arcouest. Il y a donc eu une nette accélération du métabolisme qui a ramené la croissance à une valeur normale puisque l'allongement moyen à cette période varie de 28 à 34 cm.

d) *Observations sur la reproduction.*

Les inquiétudes concernant l'effet des hydrocarbures sur la reproduction ne sont pas encore totalement apaisées.

Certes, on a pu constater dès le début mai que les laminaires commençaient à différencier sur les extrémités de leurs lanières des zones marron-foncé : les sores, constitués de milliers de petits sacs ou sporocystes, remplis de spores (fig. 6). Fin mai, 80 % des algues étaient fertiles. Nous avons aisément

Lieu	Allongement de la lame (cm)		
	Avril	Mai	Juin
Moyenne normale	31	33	31
Arcouest	22	32,6	30,8
Trémazan	21	31	30,7

Tabl. 2. — Moyennes (sur 20 échantillons de 2 ans) des allongements des lames des laminaires marquées en zone « propre » et en zone contaminée.

obtenu au laboratoire l'émission des spores qui présentaient sous le microscope un aspect et une vitalité tout à fait habituels. Quelques heures après leur libération, elles se fixaient sur des lames de verre et l'on pouvait

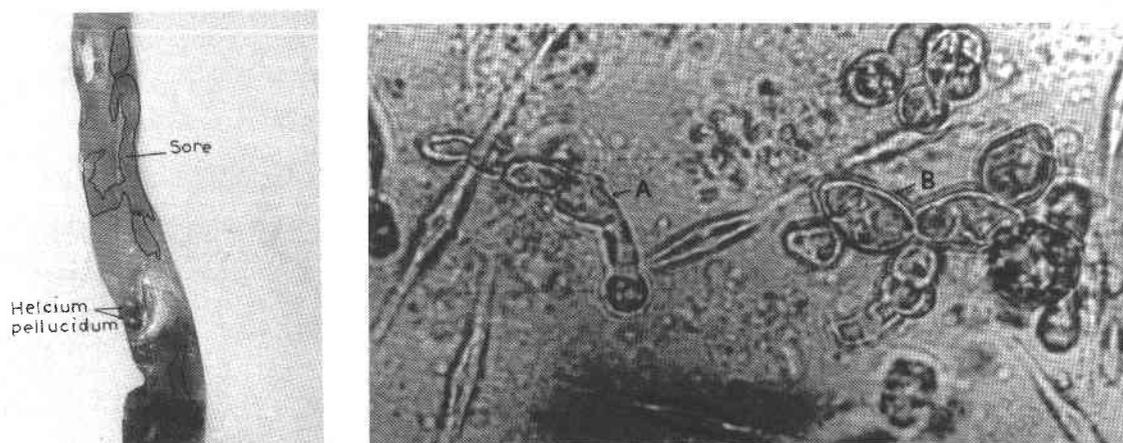


Fig. 6 et 7. — A gauche, l'extrémité d'une lanière de *Laminaria digitata* présentant de larges taches marron-foncé. Il ne s'agit pas, comme on l'a dit, d'une imprégnation d'hydrocarbures, mais de formation de spores dont l'accumulation donne à la lame cette teinte particulière. A droite, germination des spores (x 500) de *Laminaria digitata*, cette germination a été obtenue au laboratoire à la mi-juin à partir d'émission ayant eu lieu à la fin mai ; certaines spores donnent un filament grêle qui sera le gamétophyte mâle (A), d'autres un filament plus gros (B) qui sera le gamétophyte femelle ; chaque type de filament produira des gamètes dont la rencontre constituera un oeuf (ou zygote) qui germera en une nouvelle laminaire.

suivre quinze jours plus tard, leur germination en gamétophytes femelles, filaments larges peu ramifiés, ou en gamétophytes mâles, plus grêles et très divisés (fig. 7).

Il n'est pas possible de dire actuellement s'il en sera de même dans la nature. La spore pourvue de deux flagelles nage pendant une courte période comprise entre 24 et 48 h. Elle meurt si, au terme de ce délai, elle n'est pas parvenue à se fixer sur un substrat solide. Dans la nature, l'émission a lieu en principe en juin et juillet : les rochers seront encore à ce moment recouverts d'une pellicule plus ou moins épaisse d'hydrocarbures. La spore pourra-t-elle dans ces conditions s'agripper et germer ? La question restera sans

réponse jusqu'en novembre, c'est-à-dire jusqu'au moment où les plantules ayant pour origine ces spores feront leur apparition. Les mesures de densité permettront de connaître alors quelle a été l'efficacité réelle de la reproduction.

e) *La qualité du produit fini.*

La substance extraite des laminaires, l'alginate, est employée dans plus de 300 produits industriels dont les produits agro-alimentaires. On comprend immédiatement le problème auquel on devrait faire face si l'extrait renfermait en fin de chaîne une dose d'hydrocarbures qui le rende impropre à l'utilisation dans certains domaines.

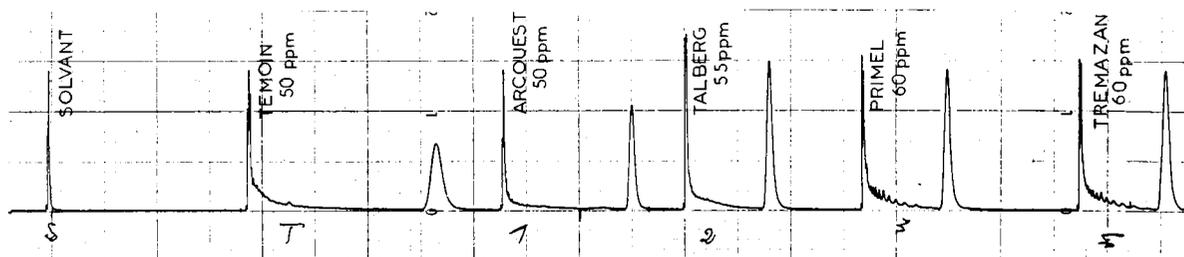


Fig. 8. — Chromatogramme obtenu lors de l'analyse de la teneur en hydrocarbures de l'alginate extrait de *Laminaria digitata*, la valeur témoin étant à 50 ppm, le taux constaté dans les zones les plus polluées ne dépasse pas 60 ppm, soit une infime élévation.

Lieu	Teneur en hydrocarbures (ppm)		Teneur en alginate (% de M.S.)		Viscosité (centipoise)	
	avril	mai	avril	mai	avril	mai
Arcoouest	55	55	30,2	33,7	4400	3700
Pte de Primel	60	55	29,7	32,8	4200	3500
Trémazan	60	55	30,6	33,1	4150	3620
Talbert	55	55	31,2	34,2	4320	3930
Témoin (décembre)	50	50				
Moyenne normale			31	34	4000	3800

Tabl. 3. — Résultats concernant la teneur en hydrocarbures et la qualité de l'acide alginique extrait de *Laminaria digitata*.

Des extractions ont été effectuées au laboratoire en utilisant le processus le plus simple. Si, dans ces conditions, on ne retrouve pas plus d'hydrocarbures que dans l'alginate témoin, on n'en obtiendra encore moins en suivant un procédé plus sophistiqué.

Les échantillons parviennent des zones suivantes : la pointe de l'Arcoouest ; le sillon du Talbert ; la pointe de Primel ; la grève de Trémazan.

L'alginate témoin a été extrait de laminaires récoltées en décembre 1977 à l'île de Bréhat sur le haut-fond du Scoédic.

L'analyse en chromatographie en phase gazeuse (fig. 8) a permis de compléter le tableau récapitulatif 3 d'où l'on peut tirer les trois conclusions suivantes :

la dose d'hydrocarbures (60 ppm) contenue dans l'alginate extrait des algues récoltées en avril et mai dans les zones contaminées n'est que très légèrement supérieure à celle des témoins (50 à 55 ppm) ; des résultats comparables ont été obtenus sur l'alginate industriel extrait d'algues souillées ;

la teneur en alginate (tabl. 3) varie selon l'échantillon de 29 à 32 % en avril, de 30 à 35 % en mai ;

la qualité du produit fini, c'est-à-dire la viscosité de l'alginate de sodium en solution aqueuse à 1 % (pH 8 à 20°C) se situe autour de 4 000 centipoises, autrement dit, dans la catégorie des « hautes qualités » (tabl. 3).

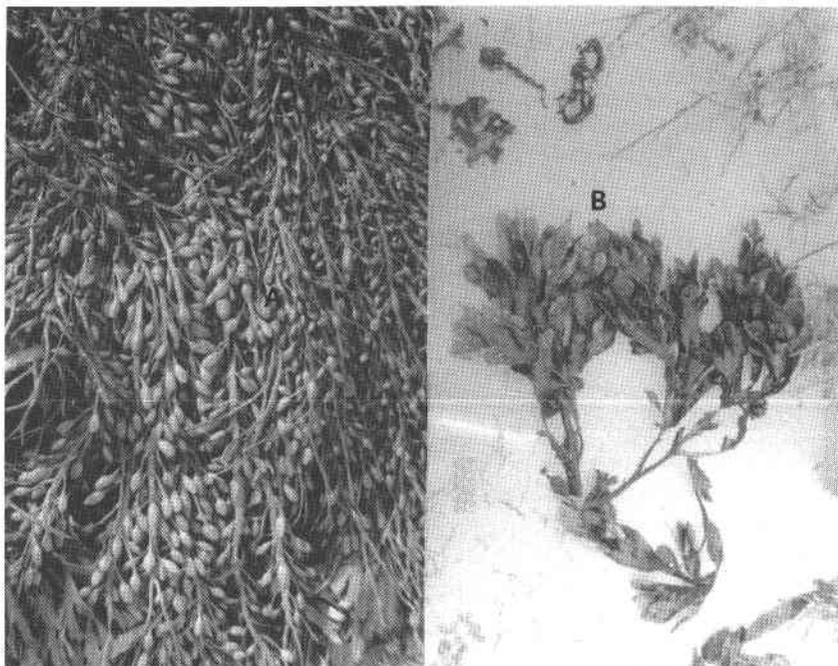


Fig. 9. — *Fucus* et *Ascophyllum*, espèces vivant près de la laisse des mers moyennes ; elles ont de ce fait supporté le plus gros de la pollution puisqu'elles ont été engluées dans les hydrocarbures.

4. Observations des peuplements de *Fucus* et d'*Ascophyllum nodosum*.

Les peuplements de *Fucus vesiculosus* et d'*Ascophyllum nodosum* sont situés à un niveau relativement élevé de la zone intertidale, précisément au niveau où se sont d'abord déposées les nappes d'hydrocarbures (fig. 9). Durant les premières semaines qui ont suivi l'échouement de l'« Amoco-Cadiz », ils ont séjourné dans une émulsion de produits pétroliers de couleur brunâtre. Ils ont été ensuite progressivement lessivés par les vagues mais conservent encore à leur surface une pellicule irisée, présente de Porspoder à Perros-Guirec.

Nous n'avons pas été en mesure de déterminer la densité et la croissance de ces peuplements. Cependant, les observations mensuelles n'ont révélé ni nécrose, ni mortalité anormales. Les jeunes de l'année sont présents.

Il a été écrit dans un rapport de l'organisme américain Environmental Protection Agency, que ces espèces étaient devenues stériles parce que les œufs extraits d'échantillons récoltés en mars n'ont pas germé. Cette question sera sans doute à revoir car s'il est vrai que les organes de reproduction commencent à se

différencier à la fin avril, une période de maturation de plusieurs semaines est nécessaire avant que l'œuf n'acquière la faculté de germer.

Fucus vesiculosus et *Ascophyllum nodosum* servent à la production de farines d'algues employées comme adjuvant dans la ration alimentaire du bétail ou comme engrais en agriculture. Le procédé de fabrication qui consiste en un séchage puis en un broyage de l'algue n'est pas suffisant pour faire disparaître les hydrocarbures. La farine garde une odeur forte qui la rend pour l'instant impropre à la commercialisation.

L'espèce *Fucus serratus*, qui vit à un niveau inférieur, n'a pas été en contact avec l'émulsion d'hydrocarbures. Elle n'en a pas moins été contaminée puisqu'elle présente encore une légère irisation de surface. Ses organes de reproduction commencent à se différencier.

Cette algue est employée pour la production d'alginate. Les analyses en chromatographie en phase gazeuse montrent que le produit obtenu à partir d'échantillons prélevés sur la grève de Trémazan ne recèle pas plus d'hydrocarbures que les témoins (55 ppm). L'exploitation peut avoir lieu sur l'ensemble du littoral.



Fig. 10. — Un peuplement de *Chondrus crispus*, (à l'emplacement de la flèche), juste au-dessus de la limite des plus basses mers, sur la grève de Trémazan (24 mai 1978).

5. Observations des peuplements de *Chondrus crispus*.

L'espèce *Chondrus crispus* occupe la partie la plus basse de la zone intertidale (fig. 10). Elle a donc subi la même contamination que *Fucus serratus* et *Laminaria digitata*.

a) Etude de la biomasse (fig. 11).

Des cadres de 1 dm² ont été déposés au hasard dans les peuplements et toutes les algues situées à l'intérieur des surfaces ainsi délimitées ont été arrachées et pesées ensemble. On détermine de cette façon la biomasse par unité de surface. Les résultats sont groupés dans le tableau 1.

La première ligne de ce tableau indique, à titre de comparaison, les valeurs rapportées par Kopp ⁽¹⁾ dans son mémoire « Contribution à l'étude biologique de l'algue rouge *Chondrus crispus* ».

Selon cet auteur, la population de *Chondrus crispus* présente une biomasse maximale à la fin avril. La baisse qui caractérise le mois de mai provient du fait que la production végétale n'est pas suffisante pour compenser la disparition des frondes âgées qui se détachent à cette période.

(1) Kopp (J.), 1975. — Contribution à l'étude de l'algue *Chondrus crispus* Stack. Biochimie des carraghénanes qui en sont extraits. — Thèse du 3^e cycle présentée devant l'Université de Bretagne occidentale.

En 1978, la quantité de tissu par unité de surface a été, en mars et avril, inférieure dans l'ensemble à la normale, mais l'élévation s'est poursuivie en mai (fig. 6). L'ouverture de la récolte qui a eu lieu fin mai a coïncidé avec le moment où la biomasse était à son plus haut niveau, ce qui explique les rendements excellents obtenus par les pêcheurs, même à une centaine de mètres de l'épave de l'« Amoco-Cadiz ».

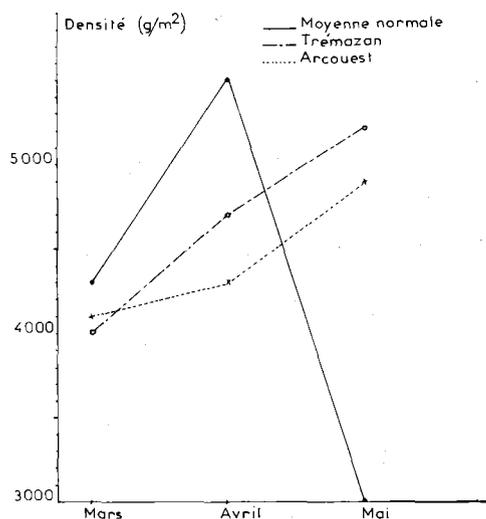


Fig. 11. — Variation de la biomasse dans quelques peuplements de *Chondrus crispus* ; la production a été relativement faible en mars et avril, meilleure en mai, le maximum coïncide cette année avec l'ouverture de la récolte.

Elle est sensiblement identique dans les zones contaminées et dans les zones non polluées du littoral septentrional de la Bretagne.

De même, la viscosité du carraghénane de sodium à 20°C, en pH 8 est la même à Trémazan, Roscoff et à la pointe de l'Arcouest. Sa valeur moyenne était de 1 450 centipoises en avril et de 1 210 centipoises en mai.

La composition de l'extrait est la suivante : 60 % de carraghénane lambda et 40 % de carraghénane kappa, en avril ; 21 % de carraghénane lambda et 79 % de carraghénane kappa, en mai, ce qui correspond aux pourcentages des années précédentes à ces périodes.

Enfin, ces extraits ne contenaient pas plus d'hydrocarbures que ceux de 1977 ou ceux des zones non polluées, c'est-à-dire entre 45 et 55 ppm. Leur commercialisation par les industries alimentaires ne soulève pas d'objection.

6. Les cas particuliers.

Début mai, les pêcheurs de l'île de Batz et ceux de Plouguerneau signalaient que les peuplements de laminaires de leur zone donnaient de très mauvais rendements.

L'analyse de ces zones à faible production a révélé que les populations concernées, c'est-à-dire celles de l'île Guénioc, du Trouisque, du Libenter et de la Malouine, sont composées uniquement cette année d'algues jeunes (fig. 12) qui, en mai étaient trop courtes pour être happées par l'outil mécanisé. En outre, on y trouve, en proportion importante, la présence d'une autre espèce, *Sacchoriza bulbosa*, qui perturbe l'homogénéité habituelle de ces champs et rend la récolte plus difficile.

On pourrait penser que la contamination par les hydrocarbures est la cause de cet état. Il est vrai que la zone située autour de Plouguerneau a eu à subir le plus fort de la pollution.

Dès la mi-mai, les plants vivant à la frange supérieure de l'aire de répartition de l'espèce se sont plus ou moins décolorés. Ce phénomène n'est pas localisé aux zones contaminées mais se retrouve sur l'ensemble du littoral de Grandcamp à Noirmoutier. Il a pour cause une trop forte exposition des algues à l'éclairement solaire et à une déficience du milieu en azote. Il se produit, en principe, d'avril à août. Les expériences ont montré qu'un apport substantiel d'azote permet la reprise de la coloration.

Quant aux frondes piquées à leurs extrémités de perforations ayant 1 à 2 mm de diamètre, ce sont le plus souvent des plants femelles qui ont libéré leurs carpospores, la place qu'occupaient ces éléments reproducteurs sur la lame restant vide après l'émission.

b) Qualité de l'algue (tabl. 3).

L'extraction des carraghénanes au laboratoire selon le même procédé que celui utilisé dans l'industrie a permis de situer la teneur en carraghénanes de 29 à 32 % en avril et de 32 à 34 % en mai.

Mais, dans cette hypothèse, on s'explique mal le fait que les hydrocarbures aient pu affecter les algues de Plouguerneau et n'aient eu aucun effet sur celles de Trémazan situées à moins d'un mille au sud de l'épave de l'« Amoco-Cadiz » (fig. 13), qu'ils aient épargné les plantules en principe plus fragiles et détruit les adultes, généralement plus résistants.



Fig. 12. — Un peuplement de *Laminaria digitata* à la pointe de l'île Guénioc, la majorité de la population est composée de jeunes âgés de 6 à 15 mois ; les algues de 2 ans sont rares.

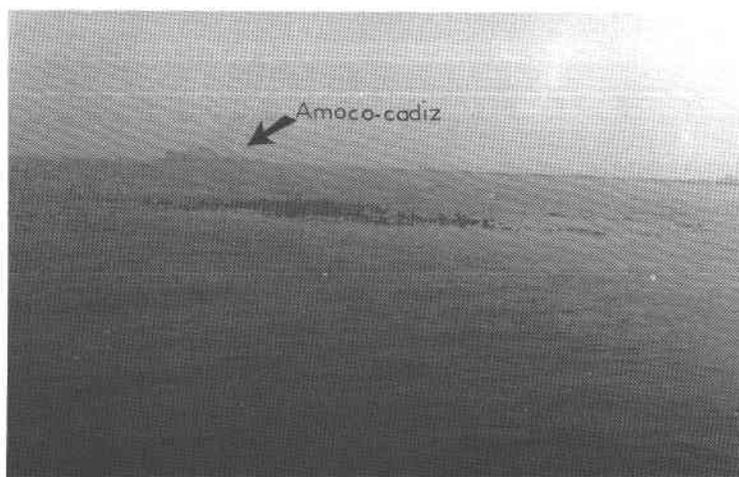


Fig. 13. — A gauche, la grève de Trémazan : début de l'émergence d'un peuplement de *Laminaria digitata* à moins d'un mille de l'épave de l'« Amoco-Cadiz » située à l'arrière plan. A droite, détail du peuplement de Trémazan totalement émergé ; les algues sont en parfait état et fertiles pour la plupart.

Il est certain, d'autre part, que la présence de *Sacchoriza bulbosa* n'est pas due à l'apport massif de matières organiques que sont les hydrocarbures puisque ces algues, vu leurs dimensions (180 à 200 cm) se sont manifestement implantées en octobre ou novembre 1977, c'est-à-dire avant l'accident de l'« Amoco-Cadiz ».

L'état des champs de Plouguerneau et de l'île de Batz n'est pas sans rappeler celui de la flore de l'archipel molénique en 1972. Un constat avait d'ailleurs été fait à cette période ⁽¹⁾. Les hauts-fonds de l'île Molène se caractérisaient également par l'abondance de jeunes, l'absence d'adultes et la présence de *Sacchorizes*. On avait alors très justement conclu à la conséquence d'une surexploitation : *Sacchoriza bulbosa* s'implante au milieu des peuplements de laminaires quand ceux-ci sont trop fortement dégarnis.

Les travaux de l'Institut scientifique et technique des Pêches maritimes sur le repeuplement après la récolte ⁽²⁾ ont montré clairement qu'un champ n'est totalement reconstitué qu'après un délai de 18 mois. Or, la récolte a lieu le plus souvent tous les 10 ou 12 mois, ce qui contribue à maintenir les populations en état de sous-production. Ceci est d'autant plus marqué à l'île de Batz et à Plouguerneau que le ramassage s'est fait en 1977 tous les six mois sur les mêmes lieux, ce qui est excessif.

L'insuffisance des peuplements dans ces zones résultait manifestement d'une surexploitation. Elle a été accentuée par le retard de production qui a affecté cette année toute la flore de nos régions du fait du manque d'ensoleillement et d'une température relativement basse. Elle s'est atténuée avec l'accélération de l'activité méristématique.

Conclusion.

Les hydrocarbures libérés par l'« Amoco-Cadiz » ne semblent pas avoir eu jusqu'à présent d'effet biologique apparent sur les peuplements algaux exploités. On n'a noté, en effet, ni nécrose inquiétante, ni mortalité anormale.

Le retard dans la croissance observé en avril est vraisemblablement dû surtout aux conditions climatiques. De même, les faibles rendements observés dans certaines zones proviennent essentiellement de la surexploitation ponctuelle, problème qui reste posé et qu'il importera de résoudre rapidement si l'on veut maintenir l'activité goémonière à un niveau élevé.

En revanche, la question de la reproduction n'est pas éclaircie. La formation des spores a eu lieu sur toutes les *Laminaria digitata* âgées de plus de 10 mois ; ces éléments reproducteurs sont viables et des germinations ont été obtenues au laboratoire. Mais, aussi rassurantes que soient ces constatations, elles ne permettent pas de prévoir exactement ce qui se passera dans le milieu naturel sur des substrats encore recouverts d'hydrocarbures. C'est en effet sur ces substrats que devront se fixer et germer les spores pour assurer la prochaine génération.

L'exploitation des algues dans son ensemble n'a pas, semble-t-il, pour l'instant, été bouleversée autant qu'on aurait pu le craindre par l'échouement de l'« Amoco-Cadiz ». Cela ne veut pas dire pour autant qu'elle supporterait aisément d'autres accidents de la même ampleur.

En tout état de cause, le laboratoire d'Algologie Appliquée suivra, marées après marées, l'évolution de la situation de façon à être prêt, si le besoin s'en fait sentir, à réaliser des opérations de repeuplement par immersion de quantités massives de jeunes plantules.

(1) Pérez (R.), 1973. — La récolte mécanisée des laminaires et ses conséquences sur les peuplements. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 226.

(2) Pérez (R.), 1969. — Repeuplement des champs de *Laminaria digitata* Lamouroux. Influence comparée de la coupe et de l'arrachage. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.* n° 181.