

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
DES PECHES MARITIMES



ÉTUDE DU PHÉNOMÈNE DE "MARÉE VERTE"

AFFECTANT LES BAIES DE

LANNION ET DE SAINT-BRIEUC

par Joël KOPP

RAPPORT DE SYNTHÈSE

JUIN 1977

Diffusion restreinte



Fig.1 : Photographie d'un
thalle adulte d'Ulva
lactuca en épave.

Fig. 2 : La photographie
a été prise lorsque
la marée remontait :
les thalles d'ulves
en épave sont pous-
sés vers la rive.



Fig.3 : Une vue du cordon
constitué par l'accu-
mulation des ulves à
la laisse de haute
mer.

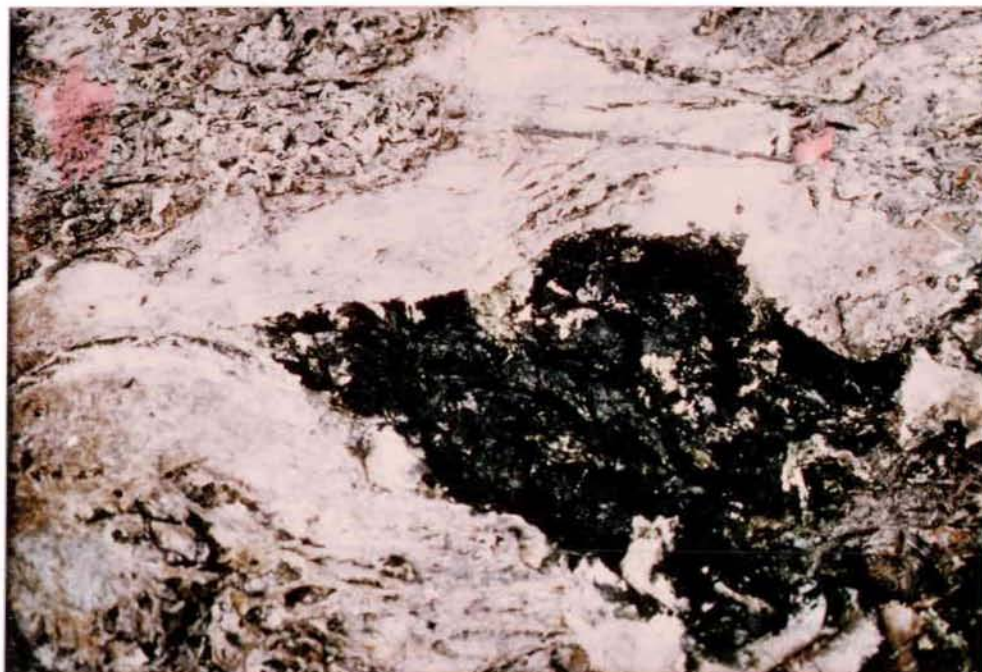


Fig.4 : Vue en détail du
cordon d'algues fer-
mentant : la partie
supérieure est cons-
tituée d'une couche
blanchâtre desséchée,
le dessous d'une
bouillie putride.

Fig.5 : Le passage à tra-
vers le cordon de-
vrait être facilité
par des chenaux.
Mais ceux-ci se
remplissent d'épa-
ves sitôt créés.
Le photographe
s'est enfoncé jus-
qu'à mi-jambes pour
traverser cette
bouillie.



Fig.6 : Une vue d'un grou-
pe d'Enteromorpha
compressa.

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

DES PÊCHES MARITIMES

=====

ÉTUDE DU PHÉNOMÈNE DE "MARÉE VERTE"

AFFECTANT LES BAIES DE

LANNION ET DE SAINT-BRIEUC

par Joël KOPP

RAPPORT DE SYNTHÈSE

JUIN 1977

I. INTRODUCTION

1. Historique du phénomène et des différentes études s'y rapportant.

Depuis 1968, les plages des Baies de Saint-Brieuc et de Lannion sont envahies chaque été par d'innombrables épaves d'algues vertes appartenant aux espèces Ulva lactuca et Ulva rigida.

Ce phénomène est connu sous le nom de marée verte.

Le flux tasse ces épaves en un cordon littoral de plusieurs mètres de largeur à l'intérieur duquel les algues fermentent en dégageant une odeur très désagréable.

Chaque cordon constitue, en outre, une barrière qui rend l'accès à la mer très pénible. Il se compose, en effet, d'une croûte blanchâtre d'apparence sèche et solide mais qui se déchire à la moindre pression laissant apparaître un magma noirâtre et putride dans lequel le promeneur s'enfonce jusqu'à mi-jambe (Fig. 1 à 5).

Très tôt les autorités locales responsables se sont inquiétées de cet état de fait qui nuit considérablement à la vocation touristique de la région.

Elles ont tout d'abord entrepris de faire nettoyer systématiquement, par des moyens mécaniques, les principales zones affectées (Baie d'Hillion, Anse d'Yffiniac, Plage de Cesson, Baie de Saint-Michel...), mais le flux déposant à chaque marée de nouvelles épaves, il fut nécessaire de répéter périodiquement cette opération. En 1972, le montant total des dépenses de nettoyage s'éleva à 670 000 F.

Devant ce coût prohibitif, seuls quelques chenaux furent aménagés, à travers la laisse de haute mer, l'année suivante. Si l'accès à la mer était ainsi facilité, temporairement d'ailleurs, la grande majorité des épaves restaient en place et les problèmes, liés à la pestilence des dépôts entre autres, n'étaient pas résolus.

L'Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, consulté

dès 1972, organisa une mission ponctuelle de quinze jours durant l'été 1973 mais la complexité des phénomènes en jeu, ainsi mis en lumière, ne permit pas de dégager des conclusions définitives.

Ces travaux, cependant, démontrèrent l'utilité d'une étude approfondie.

A la suite de cette courte mission, les autorités locales décidèrent de financer un programme complet, portant sur deux ans, dont la partie purement algologique devait être confiée à l'I.S.T.P.M. et les études courantologiques de surface au C.N.E.X.O. ; le contrat global signé entre les instances régionales (Direction départementale de l'Equipement) et l'I.S.T.P.M. s'élevait à 214 420 F.

Les travaux débutèrent au mois de juillet 1975.

2. Banalité du phénomène

Dès le début de cette étude il est apparu que deux phénomènes très différents étaient à prendre en considération et que l'échouage de ces millions d'algues n'était que la résultante particulièrement spectaculaire d'un concours de circonstances extrêmement rare entre :

- l'existence de populations très importantes d'Ulves,
- la forte pression de pêche sur les éventuels prédateurs de ces algues (Littorines),
- l'exposition directe des peuplements : à la houle pendant la haute mer et au ressac durant les basses eaux,
- la persistance d'une courantologie particulière de direction NO à SE distribuant à l'intérieur des Baies de Lannion et de Saint-Brieuc les algues arrachées par l'agitation des flots et provenant de la partie Ouest de ces baies.

A la suite d'une mission exploratrice systématique le long de la face Ouest du littoral français, nous avons pu constater que les champs d'Ulves des Côtes du Nord n'avaient rien d'exceptionnel.

L'état des différentes populations algales que nous avons étudié apparaît comme suit (tabl. 1).

PRESENCE D'UN CHAMP D'ULVES PRACTIQUEMENT MONOSPECIFIQUE DE GRANDE SURFACE ET DE FORTE DENSITE COMPARABLE A CEUX DU LITTORAL DES COTES DU NORD.	ABSENCE DE CHAMPS D'ULVES MAIS PRESENCE D'INDIVIDUS ISOLES PARMIS D'AUTRES ALGUES.
Partie Nord ouest de la baie de Seine (50) (de la pointe de Barfleur à la pointe de St-Vaast-la-Hougue)	Ile St-Marcouf (50)
Baie de Saint-Malo (35)	Pointe de la Hague (50)
Baie de Morlaix (29 N)	Pointe Saint-Mathieu (29 N)
Abers du Finistère Nord	Ile des Glénans (29 S)
Partie Nord de la Baie de Douarnenez (29 S)	Ile d'Houat (56)
Baie de Quiberon (56)	Pointe de l'Herbaudière (85)
Partie Est de la Baie de Concarneau (29 S)	
Région de Saint-Nazaire (44)	
Baie de Bourgneuf (85)	
Différents ports de la côte Ouest	

On constate que les champs d'Ulves sont tous situés soit près des lieux de déversement des eaux continentales (Baie de Saint-Malo ou région de Saint-Nazaire) soit en regard de zones agricoles importantes (Barfleur ou Noirmoutier).

En contrepartie, l'absence de champs d'Ulves est notoire sur le pourtour des Iles et des pointes rocheuses sauvages, c'est à dire lorsque les apports terrigènes sont faibles (Ile d'Houat) ou lorsque les courants, très violents, diluent rapidement les eaux continentales (pointe de l'Herbaudière ou pointe de la Hague).

La courantologie des masses d'eau benthiques est donc une composante fondamentale de cette étude.

C'est la raison pour laquelle l'analyse très détaillée de ce phénomène est rapidement apparue indispensable.

3. Caractéristiques des espèces *Ulva lactuca* et *Ulva rigida*

Les milliers d'algues vertes qui, l'été, se déposent sur les plages de Saint-Brieuc et de Lannion appartiennent aux espèces *Ulva lactuca* et *Ulva rigida*.

Contrairement à ce que pensent la plupart des riverains que nous avons rencontrés, ces espèces vivent normalement fixées sur des fonds rocheux ou sablo-rocheux à un étage situé entre le niveau de *Fucus vesiculosus* (limite des basses mers par coefficient 85 et le niveau 2 m au-dessous du 0 des cartes marines. Certains thalles d'*Ulva lactuca* ont cependant été récoltés par plus de 10 m de fond. L'espèce *Ulva rigida* voit son biotope descendre un peu plus profondément puisque l'on trouve encore cette algue à près de 20 m de fond.

En dehors de cette différence bathymétrique, la biologie de ces deux espèces est très comparable (VINCENT 1966).

La spore ou le zygote qui donne naissance à la plante germe en une petite lanière verte retenue au sol par une sorte de ventouse ou crampon. Stimulée par l'énergie solaire qu'elle capte par sa chlorophylle, la plantule se transforme très rapidement en une large lame sur laquelle la houle a de plus en plus de prise. Le crampon, par contre, ne se développe presque pas ; il devient bientôt dérisoirement faible par rapport à la taille de l'algue et la moindre agitation peut le briser : la lame part alors à la dérive au gré des courants, non sans avoir émis chaque mois des éléments reproducteurs qui assureront les générations suivantes.

4. Diversité des travaux réalisés

Au vu de cette biologie, il était aisé d'affirmer que, d'une part les thalles qui s'échouent sur les plages des Baies de Lannion et de Saint-Brieuc proviennent de champs sous-marins dont la localisation précise a nécessité des travaux de cartographie importants et que d'autre part, en cas de mutation biologique de l'algue, le pouvoir reproducteur ou métabolique du végétal se soit trouvé brusquement modifié d'où la nécessité d'effectuer des travaux de laboratoire très poussés afin de déterminer la croissance et le pouvoir reproducteur de ces algues en comparaison avec des

thalles provenant d'une zone témoin.

Les renseignements les plus faciles à obtenir furent, bien sûr, fournis par l'observation directe du phénomène c'est-à-dire par la cartographie des dépôts côtiers d'épaves.

II. TRAVAUX REALISES

A) TRAVAUX REALISES SUR LE TERRAIN AU COURS DES DIFFERENTES MISSIONS

1. CARTOGRAPHIE DES DEPOTS COTIERS D'EPAVES

La partie visible du phénomène est naturellement constituée par les dépôts côtiers d'algues.

Le tonnage et la position exacte de ces cordons littoraux sont des données fondamentales. Elles permettent, en effet, d'évaluer l'importance du phénomène et de détecter, en première approche, l'origine des épaves. Cette cartographie a été réalisée au cours du printemps de 1976, le phénomène de "bloom" n'étant pas encore apparu dans toute son ampleur.

a) Baie de Saint-Brieuc

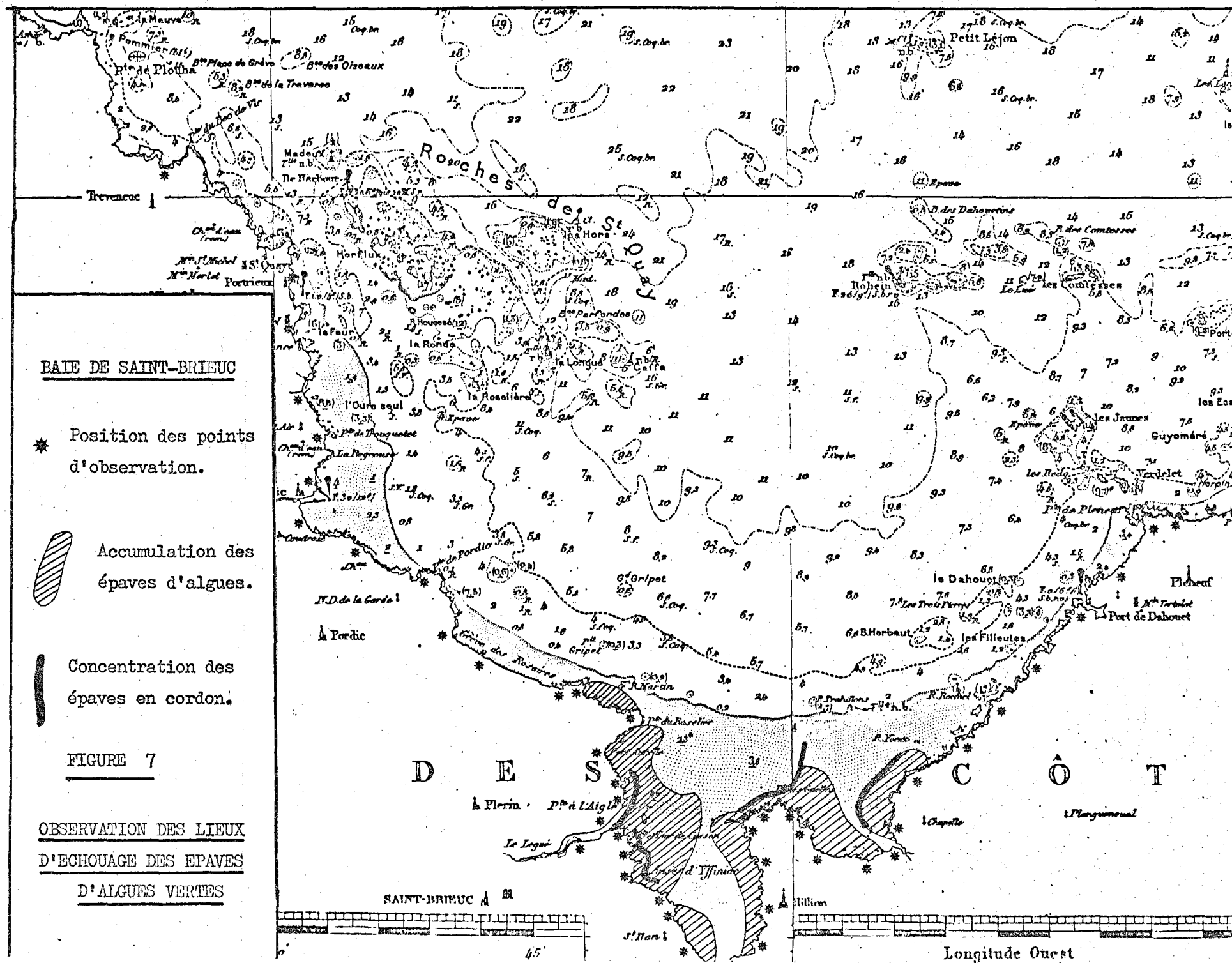
En prenant comme limite d'observation les ports de Saint-Quay Portrieux à l'Ouest et d'Erquy à l'Est nous avons noté la présence de dépôts d'algues entre les pointes du Roselier au Nord-Est de Saint-Brieuc et la pointe de Longue Roche au Nord-Ouest de Morieux.

Les accumulations les plus spectaculaires étaient situées près de Saint-Brieuc, le long de la partie Ouest de l'Anse d'Yffiniac (Figure 7).

b) Baie de Lannion

Au cours de cette même mission, nous avons également exploré la baie de Lannion en prenant pour limite la pointe du Corbeau à l'Ouest et le port de Trébeurden au Nord.

Là, comme en baie de Saint-Brieuc, nous avons constaté la présence d'épaves d'Ulves. Les dépôts étaient localisés dans la partie Sud-Est de la baie ; en face de Saint-Michel-en-Grèves (Figure 8). L'amorce des cordons littoraux était déjà visible sur les plages de Locquirec, Plestin-les-Grèves et Saint-Michel-en-Grèves.



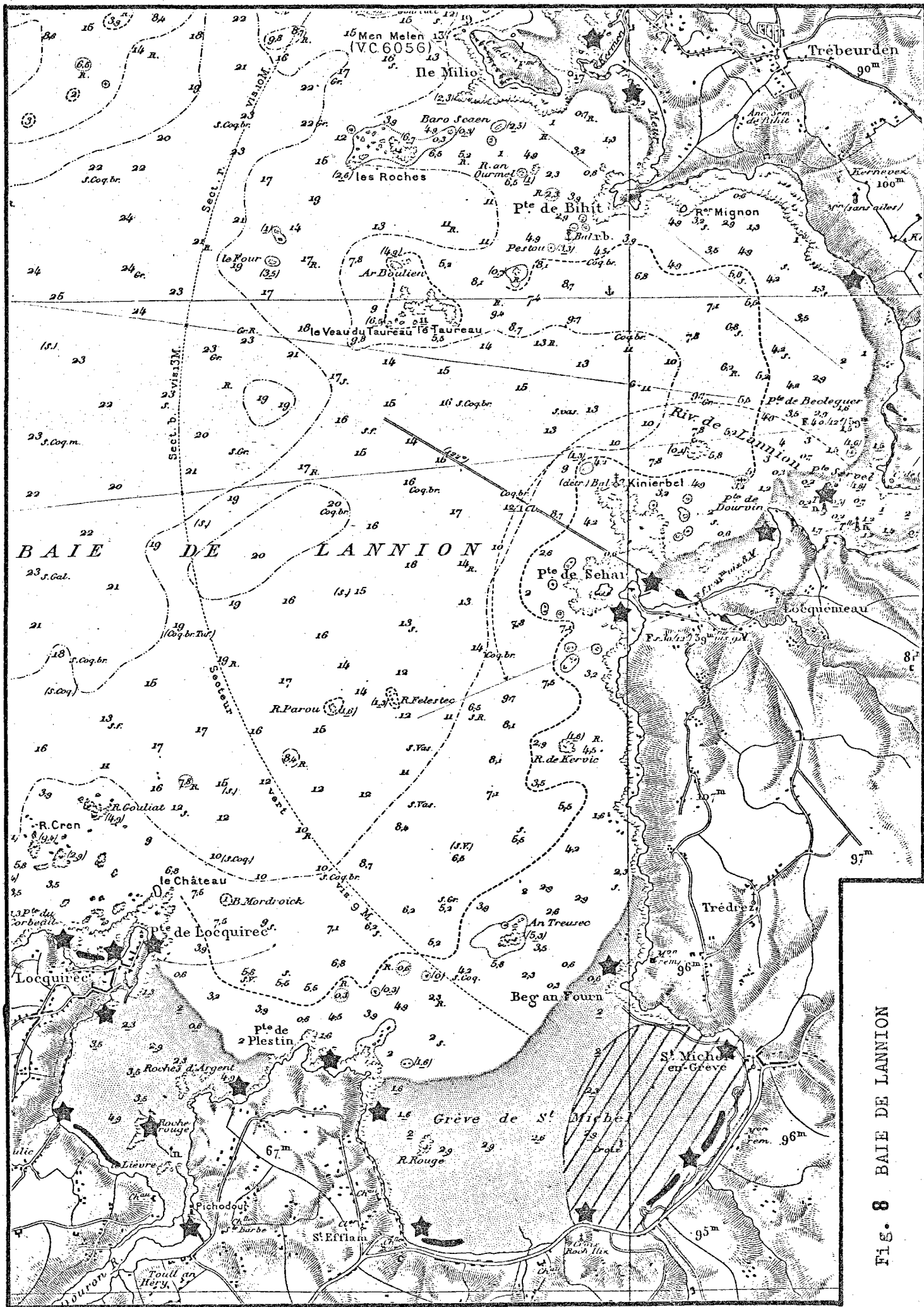


FIG. 8 BAIE DE LANNION

Il est certain que la longue période d'ensoleillement qui s'est établie au cours de l'année 1976 a favorisé le développement rapide des Ulvacées et que l'apparition des épaves, liée à la croissance des algues, ait été très précoce cette année là.

Cette première prise de contact avec le phénomène nous a permis d'en constater l'ampleur. En effet, seuls de très vastes champs sont en mesure de produire une telle quantité d'épaves ; la localisation précise nous en était encore inconnue cependant.

2. CARTOGRAPHIE DES CHAMPS D'ALGUES

a) Méthode de travail

Notre première intention fut de déterminer la position de ces champs par simple prospection des plages aux marées basses de vives eaux. Les résultats obtenus ne nous ont pas paru assez précis, la plus grande partie des peuplements recherchés se situant sur des fonds qui n'émergent jamais.

La photographie aérienne, d'une part, l'utilisation d'une lunette, d'autre part, ne donnèrent pas plus de résultats en raison de la turbidité constante des eaux de ces baies dont le substratum est principalement constitué de sable fin que la moindre houle remet en suspension.

Il fallut donc travailler en plongée sous-marine (1), ce qui avait en outre l'avantage de nous libérer de la tutelle des marées. L'un de nous eut pour tâche d'effectuer les observations en scaphandre autonome tandis que les autres, à bord d'un bateau léger et rapide, prenaient les notes et les relèvements.

(1) Nous tenons à remercier les pompiers des villes de Saint-Brieuc et de Morlaix ainsi que les dirigeants du Groupe subaquatique de Locquirec qui ont bien voulu assurer le chargement quotidien de nos bouteilles.

b) Résultats obtenus par prospection des plages

Lors d'une première mission au mois d'avril 1975, nous avons pu explorer la partie émergée des récifs situés au large de Saint-Quay-Portrieux. Malgré la saison encore peu avancée, nous pensions trouver quelques renseignements concernant la position exacte des champs d'algues. La direction générale des courants résultants étant NW-SE, la présence d'épaves nous aurait indiqué que les champs étaient à rechercher plus au nord. Cependant, force nous a été constater que la violence des courants est telle, sur ces roches, qu'aucune épave ne peut s'y déposer. Nous avons tout de même pu observer quelques Ulves en place au sud-ouest des roches. Ces algues se développaient à un niveau extrêmement bas, très proche du 0 des cartes marines. Etait-ce la partie supérieure du champ que nous avions à découvrir ? Cette observation nous indiquait en tout cas dans quelle direction nos efforts devaient porter. De plus, nous obtenions ainsi la preuve que, dans le cadre de notre étude, les observations en plongée sous-marine étaient une nécessité absolue, les champs ne découvrant que par leurs parties supérieures extrêmes.

c) Résultats obtenus grâce aux travaux réalisés en plongée sous-marine.

I. Baie de Saint-Brieuc

- Mission de 1973

Le premier port choisi fut le Dahouet en raison de son accessibilité indépendante de la marée et de l'état de la mer. Depuis cet abri, nous avons rayonné sur toute la partie est de la baie (pointe de Pléneuf, Verdelet, Plateau des Jaunes, Rohein, Les Comtesses).

La partie ouest fut étudiée en appareillant du port de Saint-Quay-Portrieux. La carte ci-jointe (Figure 9) groupe, pour une meilleure lecture, les résultats obtenus dans cette partie de la baie.

Aucun peuplement notable d'Ulva n'a été observé sur la face Est de la baie. Le haut-fond qui constitue la limite orientale de la zone prospectée ne porte, en effet, sur ses flancs (bathymétrie croissante), que des

colonies de Fucus serratus et de Laminaria saccharina, très peu de L. digitata et d'abondantes populations de Laminaria hyperborea auxquelles sont mêlés quelques thalles jaunâtres, dilacérés et fortement épiphytés (par Ectocarpus) de Sacchoriza bulbosa.

La cuvette centrale de ce haut-fond abrite de nombreuses touffes d'Enteromorpha compressa. Ces lanières vertes, tubulaires, de 8 à 10 cm de longueur et de 3 à 4 mm de diamètre, alternant avec des pieds de Codium (au niveau le plus élevé) et de très grandes frondes de Laminaria saccharina (450 cm de longueur). (Enteromorpha compressa : fig. 6.)

Autour du récif de Rohein, Enteromorpha, Laminaria saccharina et digitata sont pratiquement absentes. Le fond est peuplé par une dense colonie de Laminaria hyperborea dont certains stipes atteignent presque 200 cm de longueur et dont la zone de croissance, en pleine activité à cette époque (juillet), tranche sur le reste de la lame brun foncé par sa coloration jaune-clair.

On peut dire qu'excepté quelques touffes d'Enteromorphes (Enteromorpha prolifera) il n'y a pas de flore marine macroscopique fixée entre la tourelle Rohein et les bouchots de la grève d'Hillion. Cette absence a pour cause la nature même du fond qui se compose uniquement de sable et dont la couche supérieure, formée de très fines particules instables, est constamment remise en suspension par le mouvement des eaux.

Il n'y a pas, non plus, de végétation fixée au large des plages de Binic et Cesson où les dérives du bateau, du plongeur et des thalles d'Ulves observés entre "deux eaux" ont mis clairement en évidence l'existence d'un courant relativement fort orienté NO-SE.

En remontant ce courant, nous avons atteint les roches de St-Quay large haut-fond qui barre le côté Ouest de la Baie de Saint-Brieuc. C'est au niveau de celui-ci que nous avons décelé de nombreux peuplements d'Ulva lactuca en place, alternant avec des groupes de Laminaria saccharina, Laminaria digitata (rares), Cystoscira sp. et Halidrys siliquosa (Figure 9).

Dans le large chenal séparant le haut-fond du port de Saint-Quay-Portrieux, Ulva laisse progressivement la place à des touffes de zostères (sur le sable) et d'Enteromorphes (sur les quelques galets ou coquillages

émergeant du sédiment).

Ces ulves avaient tout à fait l'aspect et les dimensions de celles que l'on trouve échouées sur les plages du fond de la Baie. Elles se détachaient à la moindre traction. La plupart étaient ornées d'une frange blanche, signe qu'elles venaient d'émettre des éléments reproducteurs. Cette bordure se compose, en effet, de cellules-mères de spores ou de gamètes vidées de leur contenu et réduites à leur cadre cellulose-pectique. Certains thalles, maculés de tâches marrons, témoignaient ainsi d'une certaine forme d'endoparasitisme.

Il apparaît donc que les algues qui échouent sur les grèves de Cesson, Yffiniac, Hillion et Dahouet proviennent des peuplements d'ulves qui se développent sur les roches de Saint-Quay-Portrieux.

Ces ulves, dont la fronde est relativement large ont un crampon fragile. Elles sont donc arrachées facilement par le ressac et la houle balayant le haut-fond, puis entraînées par un courant NO-SE sillonnant la baie dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Les fonds ne dépassant généralement pas 12 m, ce courant est sans doute induit par le vent dominant qui se trouve être précisément celui soufflant NO-SE. On explique ainsi pourquoi les plages les plus affectées par les dépôts s'ouvrent plein NO alors que d'autres, plus abritées, sont relativement épargnées.

- Mission de 1975

Le mauvais temps qui a régné à la fin de 1975, n'a pas permis de poursuivre les investigations pendant la durée nécessaire.

Seules une dizaine de plongées furent effectuées. Nous avons tout de même remarqué que les Ulves avaient disparues de l'emplacement d'où elles avaient été signalées en 1973 (Figure 9).

Si les plages étaient cependant souillées par d'innombrables épaves, preuve que le phénomène était en pleine évolution ; Il nous était impossible par contre, de savoir si les champs s'étaient déplacés ou si, la nuisance étant saisonnière, les algues avaient déjà disparu des champs cartographiés en 1973.

Il est donc apparu que la détermination de la position précise des champs d'algues devait être faite très tôt en début de saison.

- Mission de 1976

A. Position des points d'observation

Les points d'observation que nous avons choisis se répartissent entre la pointe de Plouha au Nord-Ouest et la pointe du Roselier au Sud-Est. Nous avons effectué 46 plongées d'observation dans des eaux agitées et par conséquent souvent très troubles.

Nous avons regroupé en un tableau (Tableau 2) les résultats que nous avons obtenus.

Pour chaque point d'observation (identifié par un numéro porté sur les cartes, Figures 10 et 11) nous indiquons quelles sont les espèces d'algues les plus caractéristiques. Lorsque les peuplements d'ulves ne sont pas purs, les numéros des points ont été soulignés (Ex : 10), en cas de point d'observation situé sur des champs d'algues monospécifiques le numéro de celui-ci est suivi du signe suivant : * (Exemple : 2*).

Il est intéressant de constater qu'à la pointe de Plouha nous avons rencontré des ulves par 20 m de fond. Il ne s'agit pas, à cette profondeur, de l'espèce présente partout ailleurs : Ulva lactuca mais de l'autre Ulvacée mise en cause : Ulva rigida.

Outre sa bathymétrie, cette algue se différencie de l'espèce précédente par un thalle plus épais, de consistance presque cartilagineuse. La biologie de ces deux espèces voisines d'algues est très comparable et l'on peut considérer qu'il ne s'agit là que d'une observation anecdotique, sans influence sur les conclusions que l'on tirera en intégrant les deux espèces d'algues en une seule.

B. Localisation des champs d'Ulves

a) Champ de la Ronde

Le premier champ que nous avons découvert est délimité par la balise de la Ronde au Nord, la bouée de la Roselière au Sud et la basse méridionale de la rade à l'Est (Fig. 12).

N° du point	Profondeur ramenée au 0 (en m)	Espèces d'algues rencontrées
<u>1</u>	7	Ulves, épaves d'ulves et Céramium
<u>2*</u>	10	Ulves
<u>3*</u>	10	Ulves
<u>4</u>	6	Laminaria saccharina, Ulves
<u>5</u>	13	Maërl
<u>6</u>	9	Maërl, Céramium, Codium
<u>7</u>	8	L. hyperborea
<u>8</u>	9	Maërl, Céramium, Codium
<u>9</u>	11	Dictyopteris, Halopteris
<u>10</u>	5	Ulves en place, L. saccharina, Halydris
<u>11</u>	5	L. hyperborea, Halydris
<u>12</u>	0	Ulves en place, Fucus serratus, L. saccharina, Chorda
<u>13</u>	4	L. digitata, Halydris, L. hyperborea filum
<u>14</u>	5	Maërl
<u>15</u>	4	L. hyperborea, Delesseria sanguinea
<u>16</u>	6	L. hyperborea, Maërl
<u>17*</u>	6	Ulves en grande quantité
<u>18*</u>	6	" " "
<u>19*</u>	7	" " "
<u>20*</u>	6	" " "
<u>21</u>	14	L. hyperborea
<u>22*</u>	20	Ulves en place (Ulva rigida)
<u>23</u>	15	Ulves, Spyridia
<u>24*</u>	12	Ulves (U. rigida)
<u>25</u>	15	Ulves, Cystoseira, Ectocarpus
<u>26*</u>	10	Ulves, épaves d'Ulves
<u>27*</u>	12	Ulves, épaves d'Ulves
<u>28*</u>	10	Ulves
<u>29*</u>	13	Ulves
<u>30</u>	0	Epaves d'Ulves
<u>31*</u>	11	Ulves
<u>32</u>	13	Ulves, épaves d'Ulves, Chorda filum, Céramium, Cysto- clonium, Desmarestia
<u>33*</u>	10	Ulves en place, épaves d'Ulves
<u>34</u>	7	Ulves, L. digitata
<u>35</u>	8	L. digitata
<u>36</u>	11	Maërl
<u>37</u>	13	L. hyperborea, Halydris
<u>38</u>	16	L. hyperborea
<u>39</u>	6	L. saccharina
<u>40</u>	5	L. digitata
<u>41*</u>	6	Ulves, épaves d'Ulves
<u>42*</u>	8	" " "
<u>43*</u>	4	" " "
<u>44*</u>	0	" " "
<u>45*</u>	0	" " "
<u>46*</u>	3	Ulves

Tableau 2

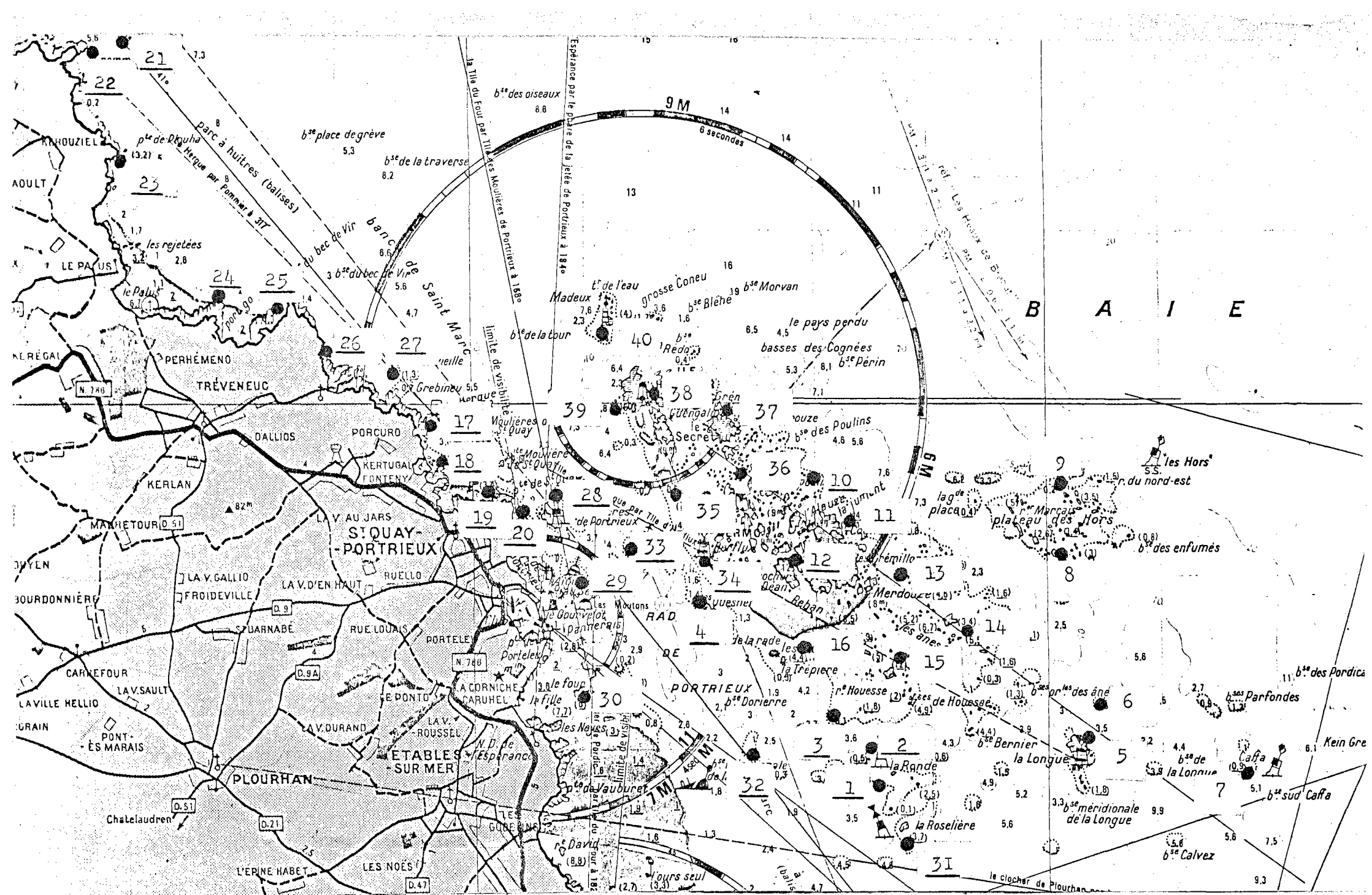


Fig. 10.-Partie nord-ouest de la baie de Saint-Brieuc - Position des points d'observation

numéro souligné : présence d'Ulves.

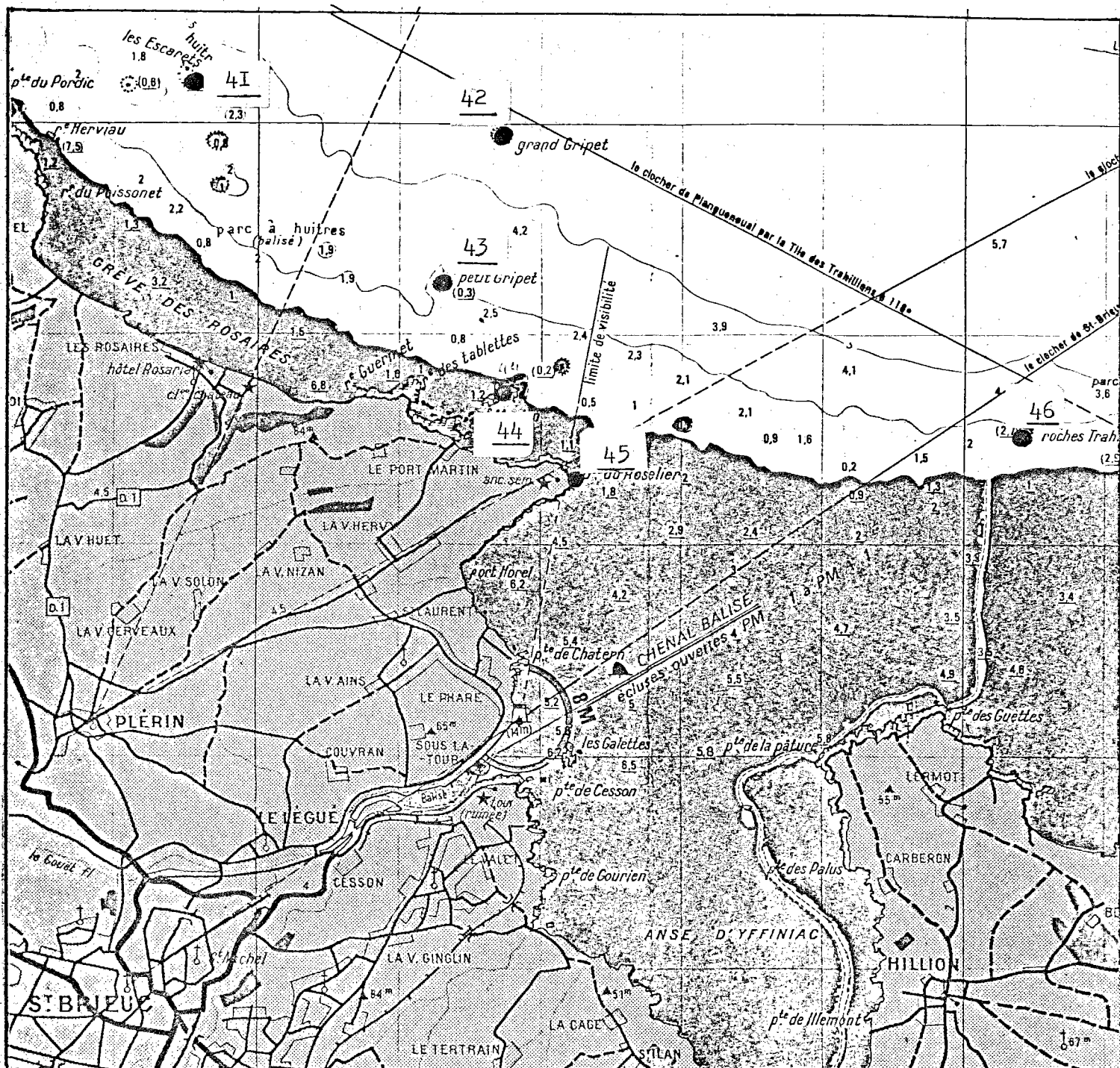


Fig. 11.- Partie sud de la baie de Saint-Brieuc - Position des points d'observation.

Sa surface est de l'ordre de 160 ha. Nous avons pu constater que la densité des Ulves qui le composaient était de l'ordre de 1 200 thalles au m^2 . Ce champ forme une sorte d'îlot en aval de champs plus importants.

b) Champ de la roche Dehan

Ce champ, plus restreint que le précédent, est délimité par la basse des Poulins au nord, la roche Merdouze à l'est et la roche Dehan à l'ouest (Figure 12). Sa superficie est de l'ordre de 50 ha et la densité des Ulves qui le composent est plus faible, de l'ordre de 500 thalles au m^2 . Ce champ, par sa position, est semblable au précédent, la plus faible densité d'Ulves s'expliquant peut-être par la violence des courants de marée à cet endroit.

c) Champ de la Rade de Portrieux

Contrairement au précédent, aucune partie de ce dernier champ ne découvre à basse mer. C'est là le seul point qui les différencie. Il est délimité par la bouée d'atterrissage du port de Saint-Quay-Portrieux au nord et la basse orientale de la rade au sud. Sa surface est d'environ 90 ha (Figure 12) et sa densité d'environ 500 thalles/ m^2 .

d) Champ côtier de Treveneuc - Saint-Quay-Portrieux

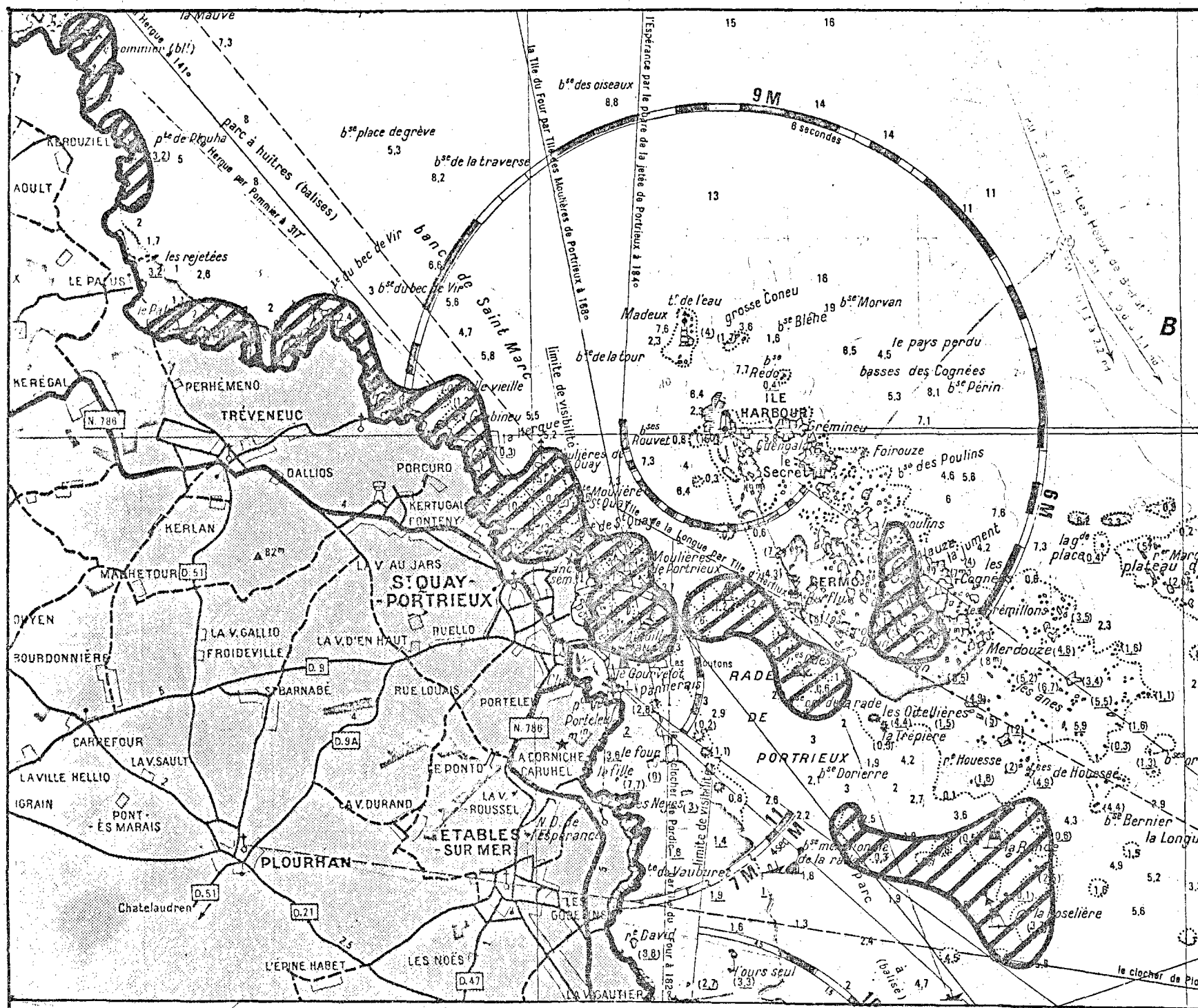
Il s'agit du plus grand que nous ayons rencontré ; il s'étend de la plage du Palus au nord-ouest jusqu'au port de Saint-Quay au sud-est (Figure 12). La densité de ce champ n'est pas partout la même, il apparaît donc nécessaire de le fractionner en deux parties homogènes par leur densité.

. Partie Nord

Cette fraction du champ s'étend du Palus à la bouée de la Hergue (Figure 12). Sa surface est de 170 ha pour une densité d'algues de l'ordre de 2 400 thalles au m^2 .

. Partie Sud

La partie sud du champ est légèrement plus restreinte : 150 ha. Par contre, la densité des algues qui la composent est, elle, beaucoup plus importante : de l'ordre de 9 600 thalles/ m^2 .



e) Champs de la pointe de Plouha et du Pommier (Figure 12)

Contrairement aux autres champs, ces deux populations jumelles sont constituées par des algues de l'espèce Ulva rigida. Ils peuvent être assimilés à un seul champ dont la surface serait de 90 ha et la densité de 1 200 thalles au m².

f) Champ du sud de la baie

Il ne s'agit pas d'un champ à proprement parler mais d'une juxtaposition d'affleurements rocheux, tels le Petit Gruipet ou les Escarets, et sur lesquels poussent des Ulves. La surface totale de ces tâches est de 10 ha, la densité des Ulves étant de l'ordre de 2 400 thalles/m².

La position même de ce champ, très côtière, semble indiquer, que les causes de cette nuisance soient en partie d'origine terrigène.

De plus, il apparaît que la diminution de densité des champs d'algues et l'éloignement de la côte varient dans le même sens (les champs les plus denses sont situés au niveau de Saint-Quay-Portrieux, c'est à dire là où les rejets terrigènes sont les plus intenses et les plus chargés en matières organiques et en sels nutritifs dissous.

C. Comparaison avec les résultats obtenus en 1973

Il est particulièrement intéressant d'étudier les modifications de surfaces subies par les champs d'Ulves en quatre années. La réduction du champ que PEREZ avait notée autour des roches de Saint-Quay est tout à fait remarquable.

Cette réduction de surface est en relation avec la notable diminution des dépôts que nous avons constaté cette année sur les plages de la baie de Saint-Brieuc. Mais il est à craindre que seule la sécheresse exceptionnelle que nous avons connue en 1976 soit à l'origine de cette amélioration.

II. Baie de Lannion

1) Travaux de 1975 (Figure 13 et Tableau 3).

BAIE DE LANNION

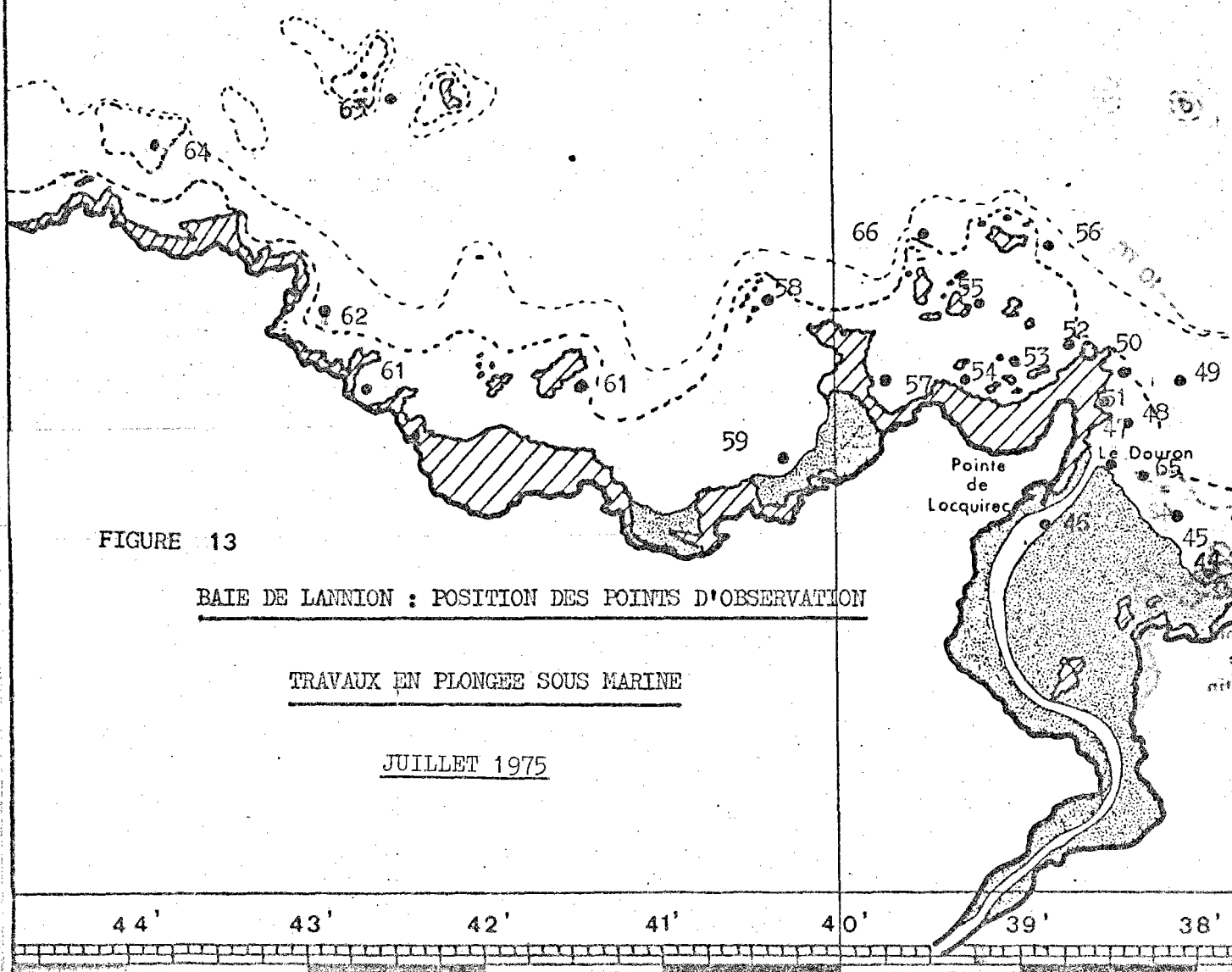
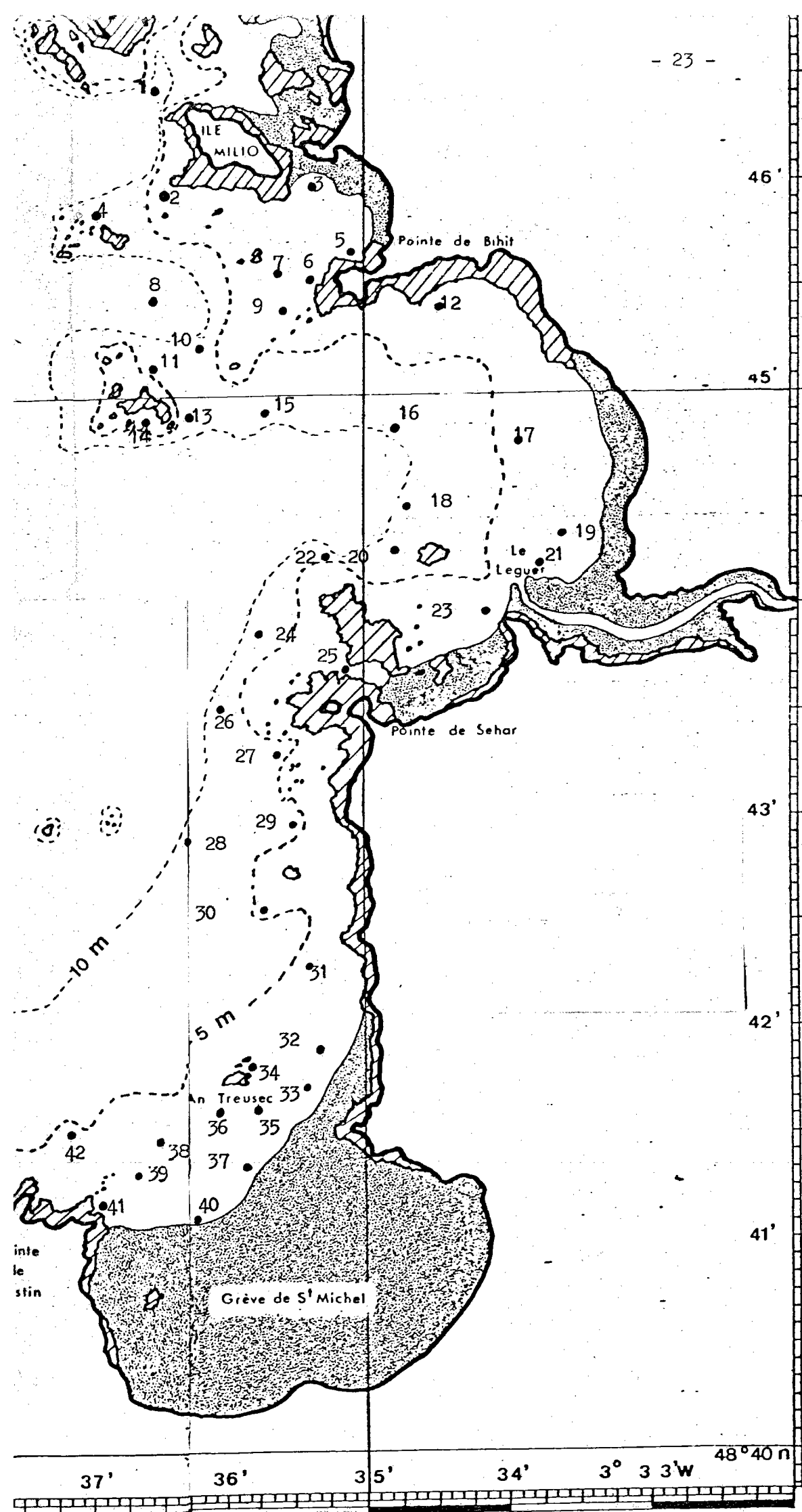


FIGURE 13

BAIE DE LANNION : POSITION DES POINTS D'OBSERVATION

TRAVAUX EN PLONGEE SOUS MARINE

JUILLET 1975



DIFFERENTES ESPECES D'ALGUES RENCONTREES AUX DIFFERENTS POINTS D'OBSERVATION (Voir la carte, Figure 13)

N° du point d'observation	Espèces d'algues rencontrées
1	Maërl
2	Laminaria hyperborea
3	Zostera sp et quelques Ulves en épave
4	Laminaria hyperborea
5	Laminaria digitata et Halydris
6	Laminaria hyperborea et Halydris
7	Laminaria hyperborea et Laminaria digitata
8	Halydris
9	Laminaria hyperborea et Halydris
10	Laminaria hyperborea
11	Laminaria hyperborea
12	Sable vaseux
13	Sable
14	Laminaria hyperborea
15	Maërl
16	Gravier
17	Vase
18	Maërl et quelques Ulves en épave
19	Vase
20	Sable
21	Vase
22	Gravier
23	Sable
24	Sable
25	Laminaria digitata
26	Sable
27	Sable
28	Sable
29	Sable
30	Sable
31	Sable vaseux
32	Sable vaseux
33 *	Ulves
34	Laminaria hyperborea et quelques Ulves en épave

N° du point d'observation	Espèces d'algues rencontrées
<u>35</u>	Ulves en épave + Ulves
<u>36</u>	Quelques Ulves
37	Ulves en épave
38 *	Ulves en grande quantité
39 *	Ulves en très grande quantité
40	Sable vaseux et Ulves en épave
41	Enteromorphes
42	Ulves en épave
43	Ulves en épave
44	Ulves en épave et Zostera sp
45	Ulves en épave
46 *	Ulves et quelques Ulves en épave
47 *	Ulves et quelques Ulves en épave
48 *	Ulves et quelques Ulves en épave
49	Laminaria hyperborea
<u>50</u>	Ulves fixées et quelques Ulves en épave
51 *	Ulves
52	Laminaria hyperborea
<u>53</u>	Ulves fixées et quelques Ulves en épave
54 *	Ulves fixées et quelques Ulves en épave
55	Laminaria hyperborea
56	Laminaria hyperborea
57	Laminaria digitata et Laminaria hyperborea
58	Sable vaseux, Ceramium sp et Enteromorpha sp
59	Sable fin
60	Laminaria hyperborea et Halydria
61	Sable vaseux
62	Laminaria hyperborea
63	Laminaria hyperborea
64	Laminaria hyperborea
65	Zostera sp et Ulves en épave
66	Roche nue
EXEMPLES	38 * Champ monospécifique
	<u>35</u> Peuplement impur

TABLEAU 3

Nous avons tout d'abord effectué, entre le 15 et le 18 juillet les relevés algologiques du nord de la baie, en prenant Trébeurden comme port d'attache pour notre vedette "L'ALGOS". Puis nous nous sommes déplacés à Locquirec pour poursuivre notre étude par les parties sud et ouest de cette même baie.

Il a pu être vérifié, en plongée sous-marine, que le peuplement algal de la zone comprise entre l'île Molène et le récif, dit du Taureau, ne recelait pas une densité d'Ulves anormale. Cependant, nous avons constaté que la crique délimitée par les pointes de Bihit et de Sehar, où PEREZ avait trouvé en 1971 un important peuplement de *Zostera* (1) s'envasait progressivement entraînant ainsi la disparition totale de cet herbier.

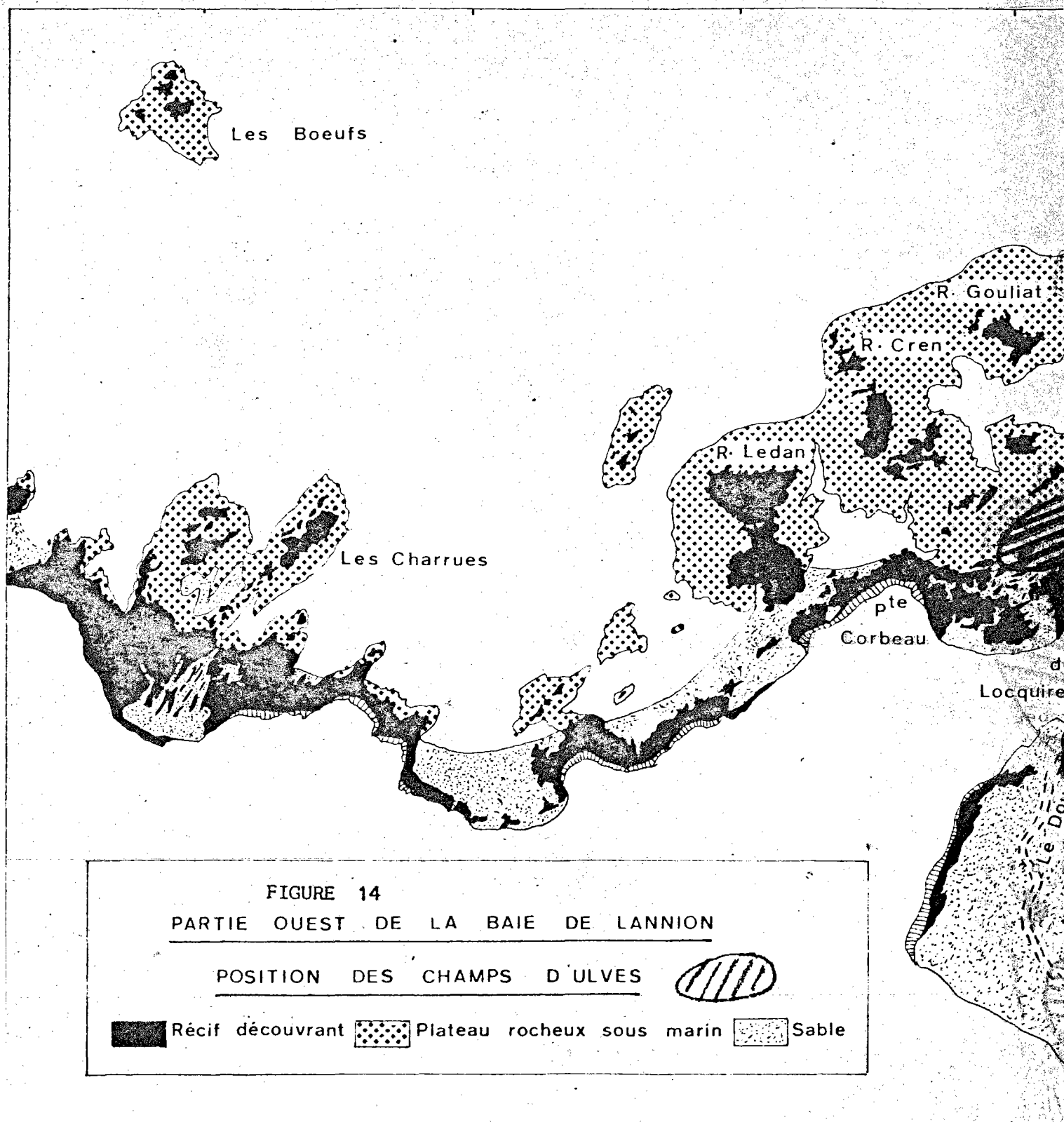
Il était également possible de remarquer quelques Ulves épar- ses se développant à la place des Phanérogames. Nous étions là devant la phase initiale du développement anormal de cette Ulvacée. Les contrôles effectués durant l'été 1976 nous ayant permis de vérifier cette hypothèse.

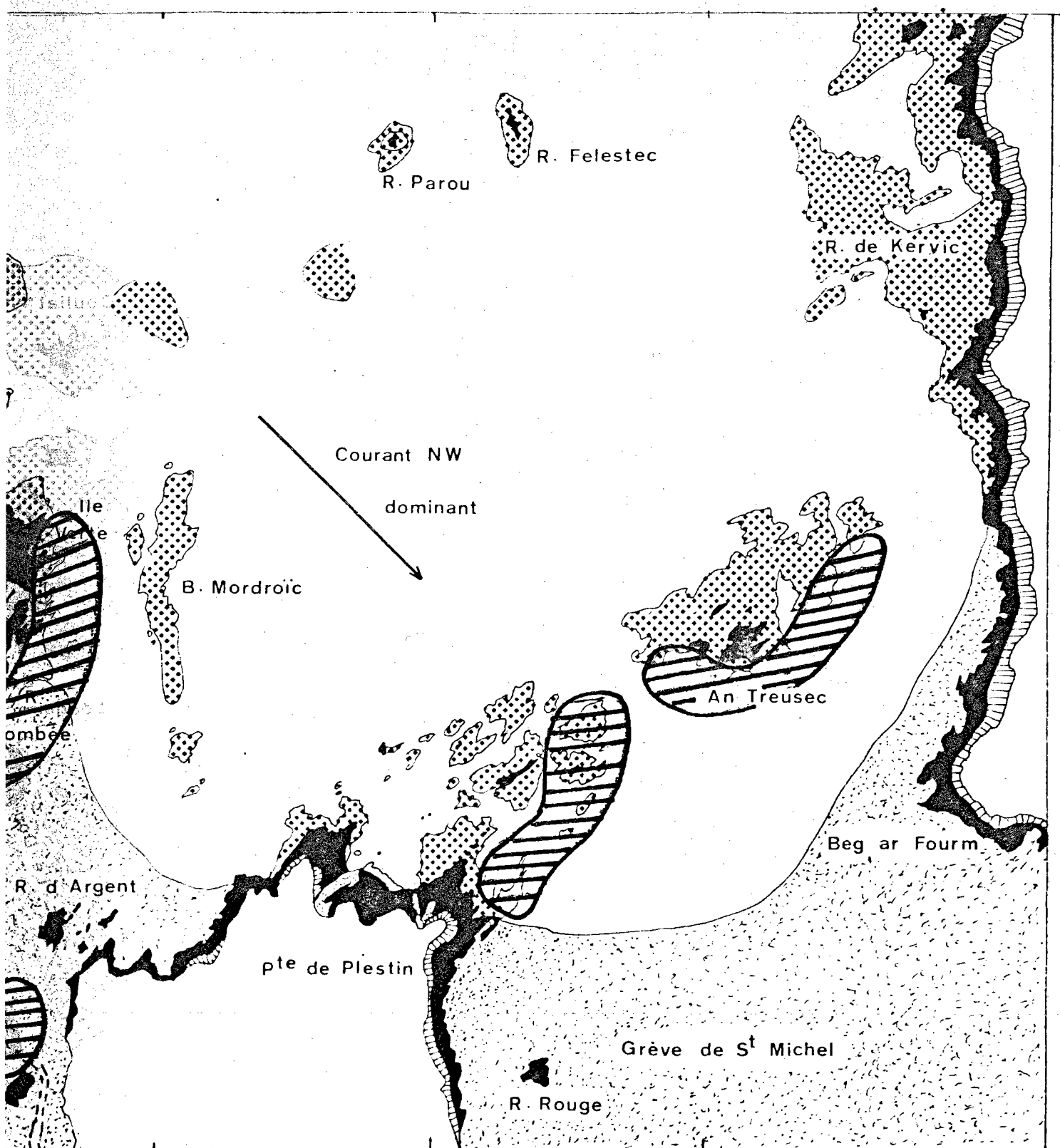
Les plongées que nous avons effectuées plus au Sud, entre la pointe de Sehar et Saint-Michel-en-Grèves, nous ont permis de constater qu'un récent surcreusement des fonds s'était opéré. En effet, les profondeurs moyennes, ramenées au 0 de la carte marine, sont toujours inférieures de 5 m environ aux relevés du Service hydrographique. De plus, les basses rocheuses ainsi mises à nu ne sont peuplées que d'algues de petite taille à développement et cycle court tels que *Spyridia* sp, *Ceramium* sp. et *Rhodymenia* sp. Les grandes laminaires en sont absentes indiquant ainsi que la colonisation algale de ces basses est toute récente.

a) Champs de An Treusec et de la pointe de Plestin

C'est dans l'ouest de la baie de Saint-Michel-en-Grèves que nous avons rencontré les plus importantes modifications du peuplement algal : le grand champ de *Laminaria hyperborea* que PEREZ avait remarqué entre la pointe de Plestin et la Roche An Treusec a presque totalement disparu. Seuls quelques rares stipes continuent à se développer sur le sommet du récif dont la base s'ensable progressivement favorisant ainsi l'apparition des Ulves. C'est en effet là que nous en avons rencontré le premier peuplement notable (Figure 14) la face sud-est de chaque affleurement schisteux est colonisée

(1) *Zostera marina* est une phanérogamme.





par de denses populations d'Ulves dont les représentants sont de taille très variable tendant ainsi à prouver que plusieurs générations coexistent. De plus, tous les creux situés entre chaque affleurement de roche sont remplis par de nombreuses Ulves en épaves.

b) Champ de la pointe de Locquirec

En continuant nos investigations vers l'ouest, nous avons découvert un second champ d'Ulves le long de la face Est de la pointe de Locquirec (Figure 14) c'est-à-dire, à marée basse, dans la partie inférieure du lit du Douron. Ce peuplement était tout à fait semblable au précédent

par sa structure démographique bien que, en moyenne, la taille des thalles fixés nous ait semblé plus élevée. Ce phénomène s'expliquerait par la présence de la pointe de Locquirec et de l'Ile Verte, qui offrent une grande protection aux vents dominants de Nord-Ouest. Notons au passage que les basses de Carreg creiz et de Mordroïc sont dépourvues de tout peuplement notable d'Ulves et que l'on y remarque la présence d'un herbier de Zostères, peu dense il est vrai.

c) Champ de la pointe du Corbeau

Le troisième et dernier champ d'Ulves que nous avons rencontré découvre, en grande partie, à basse mer (Figure 14) ; il se situe près de la sortie sous-marine de l'égoût de Locquirec, entre la pointe du Corbeau et l'Ile Verte. Les plongées que nous avons effectuées plus à l'Ouest, jusqu'à la pointe de Run Glas nous ont montré qu'aucune évolution anormale des peuplements algaux n'était apparue depuis 1970.

Dans cette mission, nous sommes parvenus à mettre en évidence deux sortes de résultats aussi bien bathymétrique que purement algologique.

Au point de vue bathymétrique, nous avons constaté que les basses rocheuses situées entre la pointe de Plestin et la Roche An Treusec s'ensablent progressivement au détriment de la partie de côte située entre la pointe de Sehar et Saint-Michel qui, elle, se creuse laissant apparaître ce socle schisteux.

nous avons observé
Sur le plan strictement algologique, la disparition du champ d'Hyperborea situé entre la pointe de Plestin et An Treusec ainsi que l'apparition de trois champs importants d'Ulves : le premier situé précisément à l'emplacement de cet ancien champ de Laminaires, le second le long de la face Est de la pointe de Locquirec, le troisième au Nord de cette même localité, ont attiré notre attention.

2) Travaux de 1976

Au cours de nos missions de 1976, nous avons pu constater une extrême stabilité des champs, ce qui nous a conduit à penser qu'il n'était pas nécessaire d'établir pour chaque point d'observation, une nouvelle liste des espèces d'algues rencontrées.

Notons seulement qu'un autre champ d'Ulves est en train de s'établir à l'embouchure du Leguer, entre la pointe de Sehar et la pointe de Servel. Il s'agit là de la suite logique de la disparition de l'herbier que nous avions constatée en 1975. Ce nouveau développement du phénomène n'est pas pour nous étonner si l'on songe aux apports terrigènes que cette rivière déverse à cet endroit.

Par contre, si la position des autres champs n'a pas subi de modifications notables, il semble que la densité de ceux-ci ait été plus faible en 1976 qu'en 1975 (et de ce fait les tonnages ramassés sur les plages par les entreprises spécialisées ont été en très nette diminution par rapport aux années précédentes). Cela ne doit cependant pas nous conduire à voir là une évolution favorable. En effet, cette baisse de densité est sans doute liée aux conditions climatologiques très particulières que nous avons connues en 1976. Les engrais sont restés sous forme solide dans les champs, ainsi que les lisiers provenant des élevages de porcs de la région qui sont restés dissous dans la terre sèche, diminuant ainsi d'autant les apports en sels nutritifs par écoulements d'eau douce (rivières et nappe phréatique).

La connaissance de la position de ces peuplements ne représente pas une fin en soi si l'on n'apporte pas la démonstration que les champs qui ont été cartographiés sont bien à l'origine de la nuisance étudiée.

De plus, il est apparu intéressant de déterminer séparément l'influence de chacun de ces champs. Ce travail a été réalisé grâce à une étude courantologique très poussée au cours de laquelle furent lâchées 10 000 feuilles de plastique utilisées comme traceur.

3. ETUDES COURANTOLOGIQUES

a) Buts de l'étude

L'étude de la courantologie des Baies de Lannion et de Saint-Brieuc a été entreprise avec soin dans le but d'en étudier les particularités. Les travaux effectués par le C.N.E.X.O. pendant l'été de 1975 tendent à démontrer qu'il "existe une corrélation entre le déplacement du point étale de pleine mer vers l'Est de son déplacement vers l'intérieur de la Baie".

Cette étude des courants de surface ne tient cependant pas compte du déplacement des masses d'eau benthiques. Or, la densité des épaves d'Ulves étant supérieure à celle de l'eau de mer, il nous est apparu que seul ce phénomène avait de l'importance, dans le cadre de la finalité de cette étude bien sûr.

C'est dans cette optique que nous avons fait confectionner 10 000 feuilles de plastique qui ont été larguées, en plongée sous-marine, sur les champs d'algues.

b) Caractéristiques des maquettes utilisées

Les marques utilisées sont des feuilles de plastique de couleur orange ayant une longueur de 29,5 cm, une largeur de 21,8 cm pour une épaisseur de 0,0028 mm. La densité des feuilles imprimées est de 1,114. (La densité des Ulves, évaluée en laboratoire, est de l'ordre de 1,080). Ces feuilles sont représentées sur la figure 15. Nous avons donc considéré que ces feuilles de plastique constituaient de parfaites maquettes d'Ulves. (Ce qui a été démontré par le fait que ces imprimés, déposés sur le fond près des champs d'algues, aient été uniquement récupérés au niveau des dépôts côtiers d'Ulves).

c) Méthode de travail

Ces feuilles de plastique ont été larguées, en plongée sous-marine, sur des champs d'Ulves en trois points différents de la côte Ouest. Un premier groupe de 4 200 feuilles a été éparpillé en Baie de Lannion puis un second composé de 4 400 éléments a été dispersé en Baie de Saint-Brieuc. La courantologie d'une troisième zone, témoin, a été étudiée par le largage des 1 400 feuilles restant. Situé au large de Barfleur (Manche) ce secteur est caractérisé par un champ d'Ulves encore plus important que ceux qui se développent le long du littoral du département des Côtes du Nord.

Les feuilles ont été lâchées, près du fond, par groupe de 100 mais une par une afin d'éviter que plusieurs feuilles restent collées les unes contre les autres et emprisonnant de l'air, ne remontent à la surface.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DES CÔTES DU NORD ET INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PÊCHES MARITIMES ETUDE DES CAUSES DE L'ENVAHISSEMENT DE LA BAIE PAR LES ALGUES VERTES VEUILLEZ RAPPORTER CETTE FEUILLE A LA MAIRIE LA PLUS PROCHE EN PRECISANT LA DATE ET LE LIEU DE RAMASSAGE; VOUS CONTRIBUEREZ AINSI A CETTE ETUDE.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Figure 15

d) Résultats obtenus

I) Baie de Lannion

1) Importance des résultats acquis

Durant les deux semaines qu'a duré cette mission, nous avons pu larguer 4 200 feuilles de plastique et ce en 41 points différents de la baie. Nous avons récupéré 1 145 feuilles soit donc un pourcentage de reprise de 27 %. Cette valeur est considérable **mais** il faut noter que les dimensions restreintes de la baie et la relative proximité de la côte des points de lâchage ont influé sans doute d'une façon très positive sur le taux de reprise.

Il apparaît donc évident que les conclusions que nous pourrions tirer de cette campagne seront statistiquement hautement significatives. Ces enseignements portent sur trois points : d'une part sur la durée de séjour pélagique des feuilles de plastique et donc des Ulves dont ces imprimés sont la maquette, d'autre part, sur le pourcentage de feuilles récupérées en fonction du point de lâchage de celles-ci (ce qui permettra d'évaluer pour chaque champ le taux d'échouage de la population d'Ulves), et enfin, sur la localisation des points d'échouage qui nous permettra de savoir quel champ est plus particulièrement responsable de tel ou tel dépôt.

Il nous est apparu plus simple de regrouper en un seul tableau tous les résultats que nous avons obtenus à la suite de cette campagne (Tableau 4), puis, à titre d'exemple, de dresser une carte pour un point de largage précis en indiquant le parcours pélagique suivi par les feuilles (exemple : Figure 16).

2) Durée de vie pélagique des algues

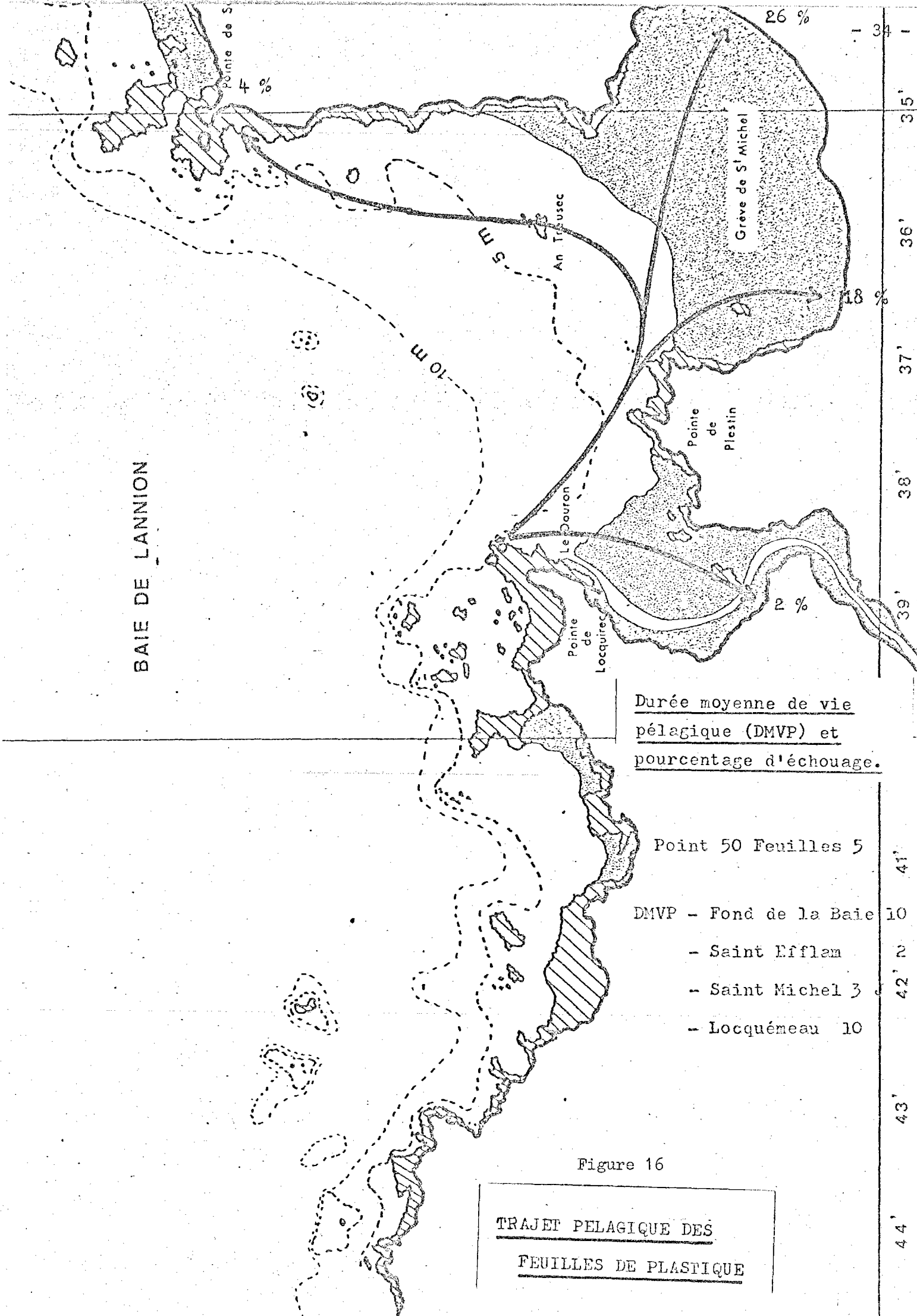
Seule la durée de séjour en mer des feuilles larguées sur les champs d'algues présente un intérêt pratique pour l'étude en cours, c'est pourquoi nous étudierons séparément les durées de transfert des imprimés en fonction de leur provenance.

a) Champ en formation à l'embouchure du Leguer

Ce champ, actuellement très restreint (point 23 - Fig. 13) laisse partir à la dérive des Ulves qui mettent moins d'une journée pour atteindre la pointe de Serval.

N° du point	Nbre de feuilles larguées	Nombre de feuilles récupérées					TOTAL	Moyenne proportionnelle de la durée de vie pélagique (en jours)	Direction de la dérive moyenne des algues échouées
		Parz ar Villiec	Locquirec	St Efflam	St Michel	Locquemeau Leguer			
1	100						0	?	?
13	100				5		5	7	163°
15	100			9	17	1	27	3,3	178°
2	100			2			2	9	180°
16	300		1			1	2	9	166°
18	100			3	3	2	8	8,4	169°
23	100			1	1	55	57	1	86°
24	100			3	1	1	5	8,6	157°
31	100		1	5		5	11	7,4	111°
34	100			35	12	6	53	4	153°
36	100		1	28	4	5	38	3,5	161°
38	50			13	2	2	17	3,7	168°
39	50		6	15	8	2	31	2,5	155°
41	350		1	115	31	5	152	1,4	145°
43	50			40			40	2	145°
42	50			17	4	1	22	4	136°
44	50		1	26	4		31	4,5	133°
70	50	7	1	25	2	1	36	2,1	87°
45	50	1	7	19	0	1	28	3,2	128°
65	50		15	17			32	1,8	121°
46	300	1	32	196	13		242	2,9	132°
48	50		1	15	3		29	2,4	139°
47	350		39	29	14		82	4,2	158°
49	50		3	26	3		32	2,6	145°
51	50	2	2	16			20	2,4	155°
50	50	17		9	13	3	42	3,5	120°
52	50	1		2	2		5	5	116°
53	300	40	3	9	2		54	2,3	144°
54	100	2		3	5		10	2,2	119°
57	50			9	7	3	19	4,7	108°
59	100	2		4	4	4	14	9	94°
66	100					1	1	4	72°
60	100			2	1	1	4	5,2	100°
62	100				1		1	7	100°
63	100						0	?	?
64	100				2		2	8	105°
71	50						0	?	?
TOTAL	4200	73	114	694	164	100	1145	2,8	

BAIE DE LANNION



Durée moyenne de vie
pélagique (DMVP) et
pourcentage d'échouage.

Point 50 Feuilles 5

DMVP - Fond de la Baie	10
- Saint Efflam	2
- Saint Michel	3
- Locquémeau	10

Figure 16

TRAJET PELAGIQUE DES
FEUILLES DE PLASTIQUE

b) Champ situé entre la pointe de Plestin et An Treusec

Ce champ est sans doute le plus étendu de tous, c'est pourquoi nous l'avons délimité par les points de largage suivants : 34, 36, 38, 39, 41, 42, 43 (Fig. 13). 750 feuilles ont été lâchées, au total, sur ce champ et nous en avons récupéré 353 qui sont demeurées (en moyenne proportionnelle) 2,7 jours dans l'eau. Cette très courte durée moyenne est tout à fait remarquable.

c) Champ situé dans l'estuaire du Douron

Ce champ est caractérisé par les points 70, 65, 46, 48, 47, 49, 51, 50 (Fig. 13). Nous avons lâché sur ce champ 950 feuilles ; 515 nous ont été renvoyées. En moyenne proportionnelle, nous avons calculé une durée de déplacement pélagique de 3 jours.

Nous constatons que les caractéristiques de ces deux champs sont très voisines.

d) Champ situé en face de la plage de Porz ar Villiec (Locquirec)

Ce champ est délimité par les points 52, 53, 54 et 57 (Fig. 13). Nous y avons lâché 500 feuilles pour n'en récupérer que 88. La durée de la dérive est de 2,9 jours.

Il apparaît donc que la durée de vie pélagique des épaves d'Ulves est extrêmement courte ; elle est, en moyenne proportionnelle, de 2,8 jours.

D'un point de vue strictement courantologique, il nous est apparu intéressant d'étudier la durée de séjour pélagique des quelques feuilles larguées au nord de la baie et qui ont été découvertes échouées sur les plages du sud.

Ces feuilles ont eu une durée de transfert de l'ordre de 8 jours et un taux de récupération de 10 % environ. De plus, si l'on étudie les durées de vie pélagique moyenne des algues, non plus en fonction de leur provenance mais de leur destination, on parvient aux résultats suivants :

Porz ar Villiec.....	5,1 jours
Fond de la Baie de Locquirec.....	5,1 "
St-Efflam.....	2,5 "
St-Michel.....	3,9 "
Locquemeau.....	4,2 "

Nous obtenons ainsi la preuve de l'existence d'un courant circulaire établi dans la baie et tournant dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.

3) Taux d'échouage des Ulves pour les différents champs

Toutes ces données ont été regroupées dans le tableau précédent (Tableau 4). Elles permettent d'évaluer le taux d'échouage de la population d'Ulves pour chaque champ.

a) Champ de l'embouchure de Leguer

Le taux de reprise est de 57 % mais il s'agit là d'une valeur ponctuelle calculée à partir d'un seul point de lâcher de 100 feuilles ; il est donc préférable de ne pas tirer de conclusions hâtives concernant ce dernier champ dont la très petite taille fait qu'il n'est actuellement pas nuisible.

b) Champ An-Treusec - Pointe de Plestin

Le taux de récupération des feuilles lâchées sur ce champ est de 47 %. Cette valeur est considérable, d'autant plus qu'elle est statistiquement significative puisque calculée à partir de plus de 750 feuilles lâchées en 7 endroits très précis en des jours bien différents, aux conditions météorologiques différentes et à des heures de marée différentes.

De plus, parmi ces 47 % d'échouage, il est à noter que 43 % des Ulves se déposent sur les plages de Saint-Michel et de Plestin-Les-Grèves.

c) Champ de la pointe de Locquirec

Le taux de récupération des feuilles est, pour ce champ, de l'ordre de 52 %, cette valeur encore plus forte que la précédente démontre d'une façon éclatante que la courantologie de la baie est la cause principale de la nuisance que nous constatons (sans parler des causes de la prolifération de l'algue). Sur ces 52 %, 46 % sont déposés sur les grèves de la baie de Saint-Michel.

d) Champ de la plage de Porz ar Villiec

Le taux d'échouage des Ulves en provenance de ce champ est beaucoup plus faible. Il est de l'ordre de 18 %. A première vue, cette constatation paraît logique. Les algues durant leur déplacement pélagique doivent

en effet, passer la pointe de Locquirec ne s'enfonçant que faiblement dans la baie. Elles sont donc reprises par le courant de vidange de direction moyenne sud-nord qui longe la pointe de Sehar et évacuées à l'extérieur de la baie, pour la plus grande partie d'entre elles.

4) Direction moyenne de la dérive des épaves pour chaque point de largage (en moyenne proportionnelle)

Les valeurs obtenues sont regroupées dans la dernière colonne du tableau des résultats.

Si l'on étudie, comme précédemment, la direction moyenne du point d'échouage des Ulves, on constate de sensibles différences pour chaque champ.

a) Champ de l'embouchure de Leguer

Au vu des résultats obtenus (dérive moyenne de 86°) il est à craindre qu'en cas d'extension du champ d'algues, les plages du Yaudet soient également envahies par les épaves d'Ulves.

b) Champ d'An-Treusec - Pointe de Plestin

Le cap moyen de la dérive des algues provenant de ce champ est de 134° ce qui donne une zone d'échouage moyenne située en direction du grand rocher de St-Efflam et donc une répartition égale entre les plages de St-Michel et de Plestin les Grèves.

c) Champ de la baie de Locquirec

La même étude que précédemment (cap moyen de la dérive des algues : 143°) nous conduit à démontrer que les algues provenant de ce champ se déposent principalement sur les plages de St-Efflam. Les épaves passent en effet au ras de la pointe de Plestin et se déposent donc dans l'ouest des plages.

d) Concernant le champ situé en face de la plage de Porz ar Villiec, il semble que les Ulves poussant à cet endroit, se déposent principalement sur la plage de Saint-Michel, les épaves en effet, passant plus au nord, se déposent logiquement dans le Nord-est de la baie : cap moyen de la dérive : 119° .

Ces différents résultats nous permettent de dresser une carte

indiquant les différentes zones de largage des feuilles pour lesquelles les pourcentages d'échouage des feuilles de plastique (et donc des ulves) sont constantes. On remarquera que les zones pour lesquelles les taux d'échouage sont les plus forts sont principalement situées à l'endroit même où les champs prospèrent (Fig.17).

En regroupant tous les résultats obtenus en baie de Lannion au cours de cette année d'étude, il est apparu possible de dresser un bilan général du phénomène de marée verte dans cette baie.

5) Production pondérale des différents champs d'algues

Nous avons pu évaluer la densité d'algues sur les différents champs ; connaissant la surface de ceux-ci, le poids moyen d'une ulve fraîche et maintenant le taux d'échouage, il est possible de calculer le tonnage d'algues échouées sur chaque plage.

a) Production du champ de l'embouchure du Léguer.

La surface de ce petit champ est d'environ 3 ha. Ce champ étant inconnu de nous au cours de notre mission du mois d'avril, nous n'avons pu en mesurer la densité. En considérant que celle-ci se rapproche de celle qui caractérise le champ de la pointe de Locquirec : 9600 thalles au m², et que la structure démographique de cette population d'ulves soit identique à celle du champ de référence (poids moyen des ulves fraîches 2,5 g) on peut calculer le poids total d'ulves que recèle ce champ.

Soit une production d'environ 70 tonnes.

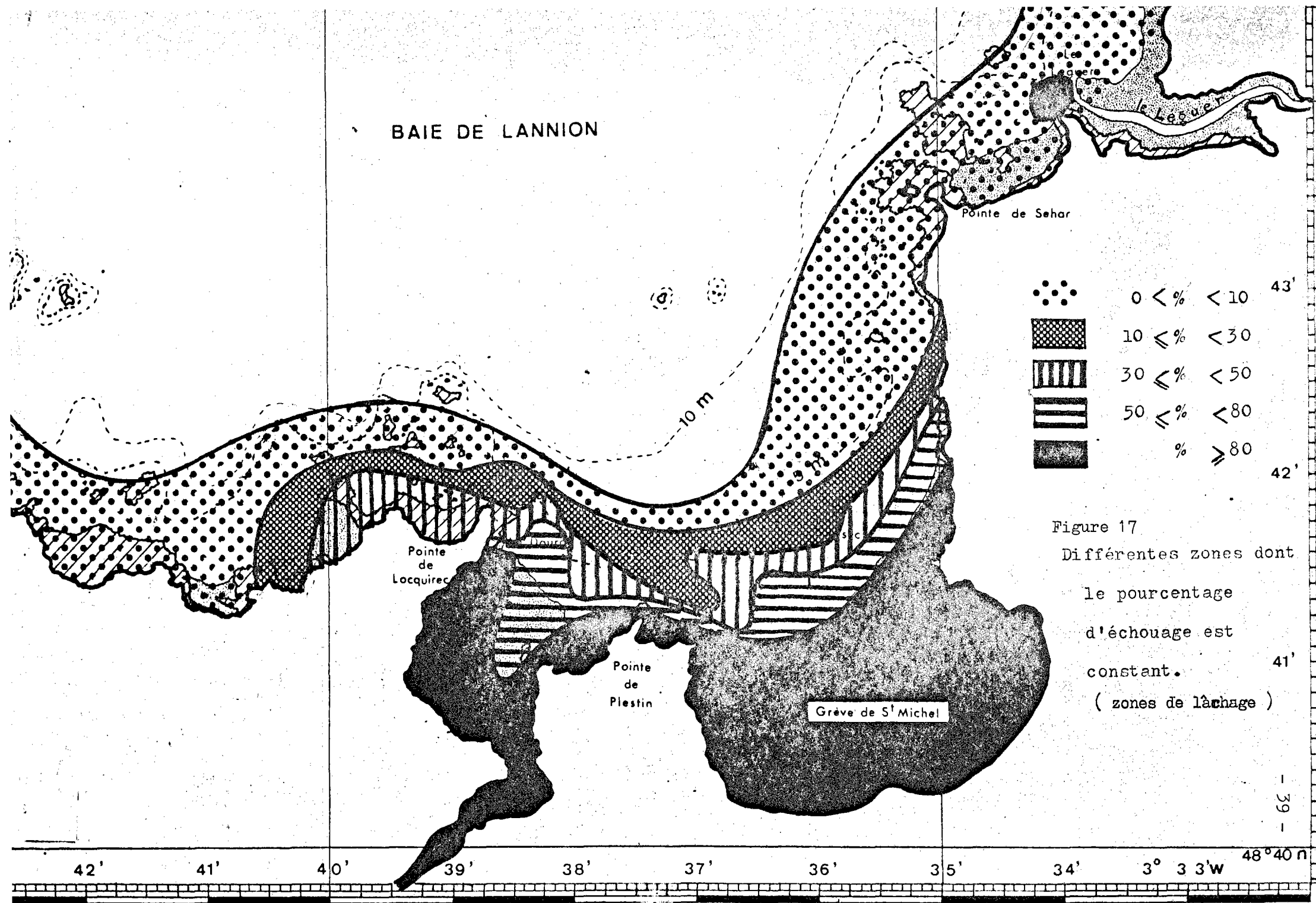
b) Production du champ de An Treusec

Il s'agit là du champ le plus étendu : 95 ha, par contre la densité du champ est plus faible, de l'ordre de 1200 thalles au m² (ce qui est sans doute dû à la dilution plus grande des eaux chargées en sels nutritifs).

Nous obtenons donc une production globale de l'ordre de 3000 t.

.../...

BAIE DE LANNION



c) Production du champ de la pointe de Locquirec

Le champ que nous étudions est à la fois de grande surface, 35 ha, et très dense (9 600 thalles au m²).

Nous obtenons donc une production d'environ 8 500 tonnes.

d) Le champ de Porz ar Villiec ayant une surface d'environ 31 ha, la densité d'ulves étant de l'ordre de 2 400 thalles au m², la production pondérale de ce champ s'évalue à 1 900 tonnes.

La production globale d'ulves de l'ensemble de la baie est donc proche de 13 500 tonnes.

Nous allons maintenant tenter de dresser le bilan des déplacements pélagiques des ulves et des dépôts pour chaque champ puis le bilan global de l'ensemble de la baie (Fig. 18).

6) Déplacement pélagique des ulves et localisation des dépôts

a) Champ de Porz ar Villiec

- production 1 900 tonnes portant à la dérive vers l'est sud-est ;
- points d'observation : 52, 53, 54, 57 ;
- nombre de feuilles lâchées sur ces 4 points : 500.

TABLERAU 5

	Porz ar Villiec	Locquirec	St Efflam	St Michel	Locquemeau	TOTAL
Nombre de feuilles	43	3	23	16	3	88
% récupéré	8,6	0,6	4,6	3,2	0,6	—
Tonnage d'ulves échoué	160	10	90	60	10	330

Environ 1 600 tonnes d'ulves poursuivront leur route en direction du nord de la baie ; 1 400 tonnes s'en échapperont définitivement (Fig. 18).

b) Champ de la pointe de Locquirec

- production : 8 500 tonnes ;
- points d'observations : 70, 65, 46, 48, 47, 49, 51, 50 ;
- nombre de feuilles de plastique lâchées sur ces 7 points : 950.

.../...

Figure 18 - BILAN PONDERAL DU DEPLACEMENT PELAGIQUE DES EPAVES EN
BAIE DE LANNION: BILAN GLOBAL DE L'ENSEMBLE DES CHAMPS.

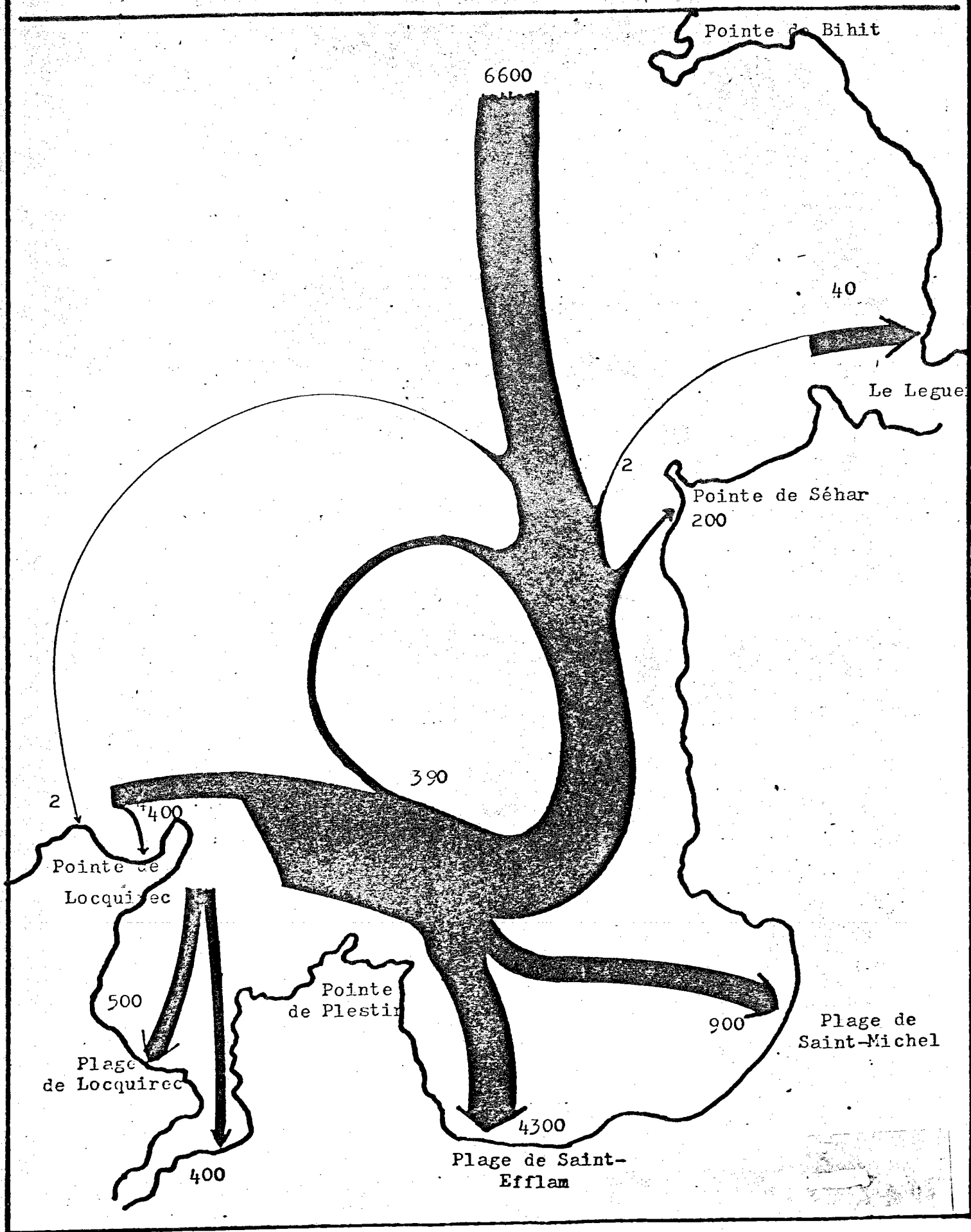


TABLEAU 6.

	Porz ar Villiec	Locquirec	St Efflam	St Michel	Locquemeau	TOTAL
Nombre de feuilles	27	93	333	48	4	505
% récupéré	2,8	9,8	35	5	0,4	-
Tonnage ulves échoué	240	850	3000	430	30	4550

Environ 4000 tonnes d'ulves se dirigent vers le nord dont 3800 sortiront définitivement de la baie (Fig. 18).

c) Champ de An Treusec

- production : 3000 tonnes
- points d'observation : 34, 36, 38, 39, 41, 42, 43.
- nombre de feuilles lâchées : 750.

TABLEAU 7

	Porz ar Villiec	Locquirec	St Efflam	St Michel	Locquemeau	TOTAL
Nombre de feuilles	0	8	263	61	21	353
% récupéré	0	11	35,1	8,1	2,8	-
Tonnage ulves échoué	0	30	1100	240	80	1450

1550 tonnes sortent de la baie dont 1400 définitivement. A la sortie de la baie (au niveau de la pointe de Sehar) 7000 tonnes d'ulves dérivent vers le nord (Fig. 18).

d) Champ de Leguer

- production : 70 tonnes
- point d'observation : 23
- nombre de feuilles lâchées : 100

TABLEAU 8

	St Efflam	St Michel	Leguer
% récupéré	1	1	55
Tonnage ulves échoué	1	1	40

e) L'ensemble des points situés au nord (en dehors de celui situé sur le champ de Leguer) donne les dérives suivantes.

- arrivage : 7000 tonnes
- points d'observation : 1, 2, 13, 15, 16, 18, 24, 31.
- nombre de feuilles lachées : 1100

Se déposeront donc en retour, après une boucle complète dans la baie (attestée par la longueur de la vie pélagique) les quantités d'ulves suivantes (en tonnes) :

TABLEAU 9

	Porz ar Villiec	Locquirec	St Efflam	St Michel	Leguer	TOTAL
Nombre de feuilles	0	2	22	26	10	50
% récupéré	0	0,2	2	2,4	1	-
Tonnage ulves échoué	0	10	140	170	70	390

6600 tonnes d'ulves sortent donc de la baie définitivement, soit près de 50 % pour une production globale de 13 500 tonnes. Les tonnages totaux déposés sont donc en fonction de l'origine des ulves.

TABLEAU 10

	Porz ar Villiec	Locquirec	St Efflam	St Michel	Locquemeau	TOTAL
Porz ar villiec	160	10	90	60	10	330
Locquirec	240	850	3000	430	30	4550
An Treusec	0	30	1100	240	80	1450
Leguer	0	0	1	1	40	40
RETOUR	0	10	140	170	70	390
TOTAL	400	900	4300	900	200	6700

A ces dernières valeurs il convient d'ajouter un léger facteur correctif dû à la croissance des ulves pendant leur séjour pélagique. Cette croissance est de l'ordre de 10 % pour une durée de vie pélagique moyenne de 3 jours. C'est donc un poids total d'ulves d'environ 7500 tonnes qui se dépose sur les plages de la baie de Lannion chaque année (Fig. 18).

II) Baie de Saint Brieuc

En Baie de Saint Brieuc, conjointement à la cartographie des champs d'ulves, nous avons lâché 4400 feuilles de plastique en 22 points différents, tous situés sur les champs d'algues.

Nous avons récupéré 1280 feuilles, soit un taux d'échouage de 29,1 %. Ce pourcentage est encore plus fort que celui que nous avons observé en baie de Lannion. Ce n'était donc pas, comme nous l'avions suggéré, les dimensions restreintes de la baie qui étaient à l'origine de ce taux de reprise exceptionnel. Ainsi, il semble qu'un taux d'échouage de l'ordre de 30 % soit à considérer comme naturel pour ces régions. C'est là, probablement le point important de cette étude. Il apparaît, en effet que seule la courantologie particulière de la baie est à l'origine des dépôts observés sur les plages (sans présumer des causes primaires du développement de ces Ulvacées).

Les résultats ont été regroupés dans le tableau 11 (les feuilles larguées sont, pour chaque point au nombre de 200).

Comme pour la baie de Lannion, il est donc possible d'étudier la durée de vie pélagique des algues, la direction moyenne de la dérive et les variations locales du taux d'échouage.

1) Durée de vie pélagique des algues

Cette durée calculée à partir des 1280 feuilles que nous avons récupérées est de 13,6 jours. Statistiquement cette valeur peut être considérée comme sans ambiguïté possible.

On remarquera que cette durée est 5 fois plus longue qu'en baie de Lannion (2,8 jours), mais que la distance moyenne à parcourir pour les ulves, est d'environ 5 fois plus forte également en baie de St Brieuc. La vitesse de déplacement des épaves est donc constante; elle est, en résultante, de l'ordre de 0,5 mille nautique par cycle de marée.

Si l'on étudie, en détails, la durée de vie pélagique des ulves pour chaque champ on obtient le tableau 12.

N° du point	Plage de Treveneuc	Anse d'Yffiniac	Plage de Bon Abri	Plage de la Granville	Plage de St-Pabu	Plage d'Erquy	Cap Fréhel	TOTAL	Taux d'échouage	Moyen. port. durée séjour pélagique	Direction de la dérive moyenne
22	2	15	26	7	2			52	26 %	13	140
23	1	16	29	4	2	1		53	26,5	13	142
24	5	9	17	9	4	1		45	22,5	13	135
25	7	16	22	13	2	-		60	30	12	145
27	3	3	23	10	8	1		48	24	10	143
17	-	3	11	-	4	1		19	9,5	15	134
18	-	16	17	1	7	4		45	22,5	13	136
10	-	7	17	-	8	4		36	18	14	137
19	-	8	25	1	3	2		39	19,5	16	139
28	3	7	39	15	1	1		66	33	11,5	140
12	1	16	20	2	4	1		44	22	18,5	138
20	-	14	20	3	4	2		43	21,5	16	139
29	-	27	61	46	36	30		200	100	15	127
30	2	8	28	20	5	-		63	31,5	14	138
2	-	15	20	5	3	4	8	55	27,5	16	125
32	-	9	20	5	13	-		47	23,5	10	133
31	-	4	28	8	32	2		74	37	9	116
42	-	-	7	-	49			56		4	91
43	-	-	-	-	3			3		3	74
44	-	-	4	-	64	6		74		4	66
45	-	-	1	1	30	37	1	70		4	63
46	-	-	10	2	27	46	3	88		5	61
Total	24	193	445	152	311	143	12	1 280			

Tableau 11.-

(le nombre de feuilles larguées est de 200 pour chaque point)

TABLEAU 12

CHAMPS	POINTS	Durée moyenne proportion- nelle de vie pélagique
de la Ronde	1, 2, 3, 31, 32	11,4 jours
de la roche Dehan	10, 12	16,5 "
de la rade de Portrieux	4, 30, 33, 34	16,7 "
du Palus à la Hergue	24, 25, 26, 27	11,7 "
de la Hergue à St Quay	17, 18, 19, 20, 28, 29	14,1 "
de la pointe de Plouha et du Pommier	22, 23	13,0 "
du sud de la baie	31, 32, 43, 44, 45, 46	4,2 "

On remarquera que les durées de transfert les plus courtes correspondent à des points situés près de la côte, indépendamment de la distance moyenne à parcourir avant la zone d'échouage. Ainsi les feuilles lâchées près de la tourelle Herflux ont mis 7 cycles de marée de plus que celles larguées à la pointe de Plouha. Dans ce dernier cas la distance est pourtant plus longue d'environ 5 milles.

2) Direction moyenne de la dérive des épaves

Comme précédemment, nous avons étudié, pour chaque champ, la direction moyenne de la dérive des feuilles de plastique, nous parvenons ainsi au tableau 13.

TABLEAU 13

CHAMPS	Direction de la dérive (en moyenne proportionnelle)	Lieu théorique d'échouage
du sud de la baie	69 °	Cap d'Erquy
de la Ronde	123 °	Planguenoual
de la roche Dehan	138 °	Morieux
de la rade de Portrieux	129 °	La Granville-en-Hillion
de la Hergue à St Quay	132 °	Plage de Bon Abri (Hillion)
du Palus à la Hergue	141 °	Anse d'Yffiniac (Hillion)
de la pointe de Plouha	140 °	Anse d'Yffiniac (Hillion)
du Pommier	142 °	Anse d'Yffiniac (Langueux)

Il est particulièrement intéressant de constater que plus les points de largage sont situés vers le nord-ouest, plus les dépôts vont vers l'ouest. Ce qui démontre l'existence d'un courant de fond circulaire dans la baie de St Brieuc, tournant dans le sens contraire des aiguilles d'une montre et dont la vitesse résultante est d'environ 1/2 mille par cycle de marée, soit environ 70 mètres à l'heure. Cette courantologie (Fig. 19) est donc en tous points comparable à celle de la Baie de Lannion. Les conclusions à tirer de cette étude sont également tout à fait comparables à celles que ces derniers travaux nous ont permis d'acquérir.

3) Variations du taux d'échouage par champ

Comme en baie de Lannion, il est apparu que le taux d'échouage des épaves d'ulves et la densité des champs qui les produisent varient dans le même sens. Le taux, tout à fait extraordinaire de 100 %, relevé à l'Aiguillette (en face de St Quay-Portrieux) correspond à une densité d'ulvestoue aussi exceptionnelle.

Par contre, les feuilles lâchées sur le champ de la roche Dehan, qui est très clairsemé, ne se sont déposées que pour 18 % d'entre elles sur les plages du fond de la baie de St Brieuc.

En regroupant, par champ, les résultats obtenus nous parvenons au tableau 14.

TABLEAU 14

Champs	Moyenne proportionnelle du taux d'échouage:
du sud de la baie	29,1 %
de la ronde	29,3
de la roche Dehan	20,0
de la rade de Portrieux	23,7
de St Quay à la Hergue	33,9
de la Hergue au Palus	25,5
de la pointe de Plouha et du Pénier	26,3

4) Production des différents champs d'algues

Comme pour les champs de la baie de Lannion, il nous a été possible de calculer les productions des différents champs d'algues observés. Celles-ci ont été regroupées dans le tableau 15, calculées à partir d'un poids moyen d'ulves fraîches de 2,5 g.

.../...

On remarque que le tonnage total des ulves poussant en baie de St Brieuc est beaucoup plus important que celui des ulves poussant en baie de Lannion, mais la superficie des deux baies n'est pas non plus comparable.

TABLEAU 15

Champs	Surface du champ (en ha)	Densité du champ (par m ²)	Nbre de thalles sur le champ	Poids d'algues poussant sur le champ (en tonnes)
de la ronde	160	1 200	$1,92 \cdot 10^9$	4 800
de la roche Dehan	50	500	$0,25 \cdot 10^9$	625
de la rade de Portrieux	90	500	$0,45 \cdot 10^9$	1 125
du Palus à la Hergue	170	2 400	$4,08 \cdot 10^9$	10 200
de la pte de Plouha et du Pommier	90	1 200	$1,08 \cdot 10^9$	2 700
de la Hergue à St Quay	150	9 600	$14,40 \cdot 10^9$	36 000
du sud de la baie	10	2 400	$0,22 \cdot 10^9$	550
<u>T O T A L</u>	<u>710</u>	<u>-</u>	<u>$32,22 \cdot 10^9$</u>	<u>56 000</u>

5) Bilan pondéral du déplacement des épaves d'ulves dans l'ensemble de la baie (Tableau 16 et Figure 20)

La croissance des algues (2 % par jour) pendant leur déplacement pélagique n'est pas à négliger pendant une si longue période de transfert. C'est pourquoi nous avons tenu compte de cette donnée pour nos calculs finaux.

La figure 20 visualise ces conclusions. On remarquera que le tonnage d'épaves déposé sur les plages de la baie de St Brieuc (22 000 tonnes) est trois fois supérieur à celui qui s'échoue en baie de Lannion. Par contre, la surface d'échouage est considérablement plus restreinte dans cette dernière baie ; c'est pourquoi le phénomène étudié est beaucoup plus spectaculaire sur les plages de St Michel et de Plestin-les-Grèves.

On remarquera que, comme en baie de Lannion, plus de la moitié des algues épaves produites par les champs ne viennent pas s'échouer sur les plages du fond de la baie de St Brieuc et qu'elles s'échappent définitivement vers le nord.

Dénomination du champ	Tonnage évacué en tonnes	Durée de séjour pélagique *	Croissance en %	% d'échouage	Tonnage déposé tonnes
Ch. du sud de la baie	550	4,2 j	8,4	29,1	170
Ch. de la Ronde	4 800	11,4 j	22,8	28,3	1 730
Ch. de la roche Dehan	625	16,5 j	33	20	170
Ch. de la rade	1 125	16,7 j	33,4	23,7	350
Ch. de St-Quay à la Hergue	36 000	15,1 j	30,2	33,9	15 860
Ch. de la Hergue au Palus	10 200	11,7 j	23,4	25,5	3 210
Ch. de la pointe de Plouha et du Pommier	2 700	13 j	26	26,3	895
Total et moyennes	56 000	13,6 j	27,2	29,1	22 385

Tableau 16

* en jours

Pointe de Tréveneuc	Anse d'Yffiniac	Plage du Bon Abri	Plage de la Granville	Plage de Saint-Pabu	Plage d'Erquy	Cap Fréhel
-	-	14	0,7	56,7	27,6	1
-	-	24	1	96	47	2
-	16	39	10	27	3	5
-	277	675	173	467	52	86
1,25	28,75	46,25	2,5	15	6,25	-
2	49	79	4	25	11	-
3,2	12,7	44,4	32	7,7	-	-
11	44	155	112	28	-	-
0,7	18,2	41,8	16,1	13,4	9,8	-
111	2886	6629	2553	2125	1556	-
9,8	18,3	40,5	20,9	9,1	1,4	-
315	587	1300	670	292	46	-
2,9	29,5	52,4	10,5	3,8	0,9	-
26	264	469	94	34	8	-
465	4107	9331	3607	3067	1720	88

% du total déposé à cet endroit Tonnage déposé
--

Il est apparu, une nouvelle fois que le taux d'échouage et la densité des champs variaient dans le même sens. Peut-être s'agit-il là encore d'un concours de circonstances.

A la suite de la constatation que nous avons faite concernant l'importance considérable de la courantologie, nous avons décidé d'étudier le déplacement des épaves d'algues provenant d'une zone témoin située en face de la pointe de Barfleur.

Nous avons lâché 1 400 feuilles de plastique, en différents points du champ, en utilisant la même technique de largage (plongée sous marine) que le long des Côtes du Nord. A ce jour, nous n'avons récupéré que deux feuilles et ce malgré une campagne d'information par voie de presse tout aussi active que pour les Côtes du Nord. Le pourcentage d'échouage est donc bien inférieur à 1 %.

De plus, l'une de ces feuilles a été trouvée sous le phare de Gatteville, c'est-à-dire au ras de la pointe de Barfleur et l'autre près de Cherbourg, ce qui indique que l'immense majorité des feuilles s'est dirigée vers le nord-ouest en ne s'échouant pas sur la côte. Il en est donc de même pour les épaves d'ulves qui ne constituent pas dans cette région une nuisance comparable à celle qui existe sur le littoral des Côtes du Nord.

Cette dernière expérience démontre donc que seules les courantologies des baies de Lannion et de St Brieuc sont exceptionnelles et que les causes de l'envahissement de ces plages par les algues vertes sont à rechercher à ce niveau.

Ces travaux sur le terrain nous ont permis de mettre en évidence l'influence déterminante de la courantologie des Baies de Lannion et de St Brieuc. Il est significatif de constater la similitude des phénomènes courantologiques qui régissent le déplacement des Ulves et qui caractérisent l'hydrologie de chacune de ces baies.

De plus nous sommes parvenus, grâce à cette étude courantologique, à évaluer quantitativement le phénomène en déterminant le tonnage total d'algue produit, le tonnage total d'algues échouées (la valeur théorique correspond au tonnage d'algue récolté sur les plages par les entreprises spécialisées) et l'influence de tel ou tel champ sur la quantité totale d'algue déposée.

Il est apparu qu'en Baie de Lannion comme en Baie de St Brieuc les champs d'algues sont situés près de la côte, dans la partie nord-ouest de la Baie.

.../...

Ces différents travaux ne permettent cependant pas de dégager les causes primaires du développement anarchique de ces Ulvacées.

Cette partie de l'étude a été réalisée en laboratoire, en chambre à température contrôlée, les conditions de milieu étant alors particulièrement stable, il a été possible d'étudier précisément les variations du pouvoir métabolique des algues en fonction de leur lieu de provenance ainsi que les fluctuations de leurs capacités reproductrices.

B - TRAVAUX REALISES EN LABORATOIRE

I - ETUDE DE LA CROISSANCE

a) Technique d'études

1 chambre à température contrôlée.

a- mise au point du système de culture

Les mois d'hiver ont été mis à profit pour étudier, en laboratoire, les potentialités métaboliques et reproductrices comparées des algues des côtes du Nord et d'une zone témoin.

En premier lieu nous avons dû équiper la salle à température contrôlée dont l'utilisation est indispensable pour ce type d'étude.

La figure 21 permet de situer les détails de notre installation.

b- procédure expérimentale pour la détermination de l'influence des sels nutritifs.

Chaque niveau d'étagère supporte dix cuvettes de 23 cm de côté contenant deux litres d'eau de mer (prélevée par la "Thalassa" au sud de Belle-Ile) dans lesquelles baignent une dizaine d'algues dont le poids, global, connu avec précision, est compris entre 2 et 5 g.

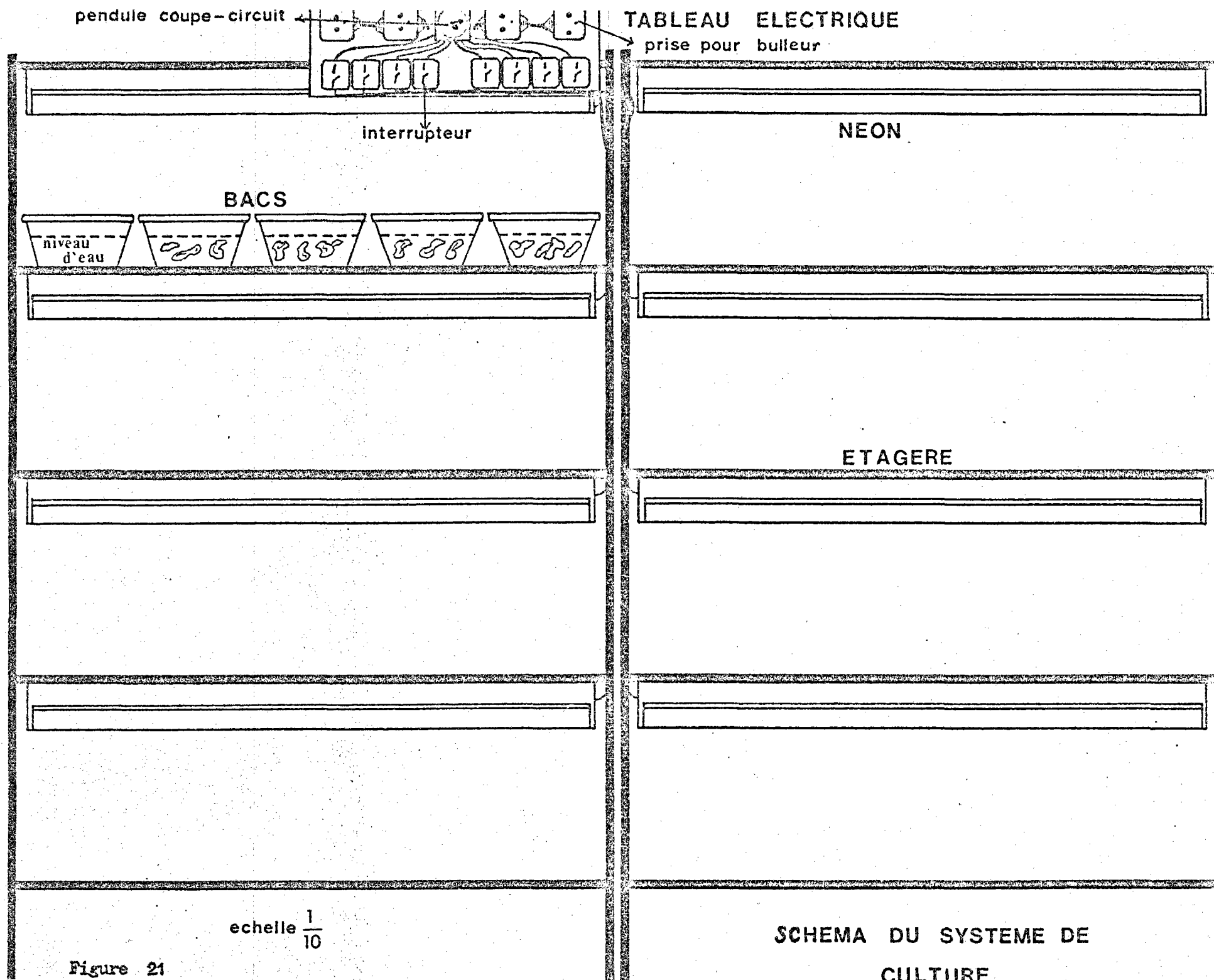
Cinq de ces cuvettes sont utilisées pour des algues provenant des Côtes-du-Nord et les cinq autres pour des individus récoltés à Noirmoutier. La même expérience est menée sur chacune de ces dix cuvettes, toutes placées dans les mêmes conditions.

L'éclairage de chaque niveau d'étagère est assuré par deux tubes au néon de 40 w "lumières du jour". (Le spectre émis par ces tubes est comparable à celui de la lumière naturelle ce qui a déterminé notre choix.)

La période d'éclairage est de 14 heures : de 5 h à 19 h ; les circuits s'ouvrant et se fermant automatiquement au moyen d'une horloge coupe-circuit.

La température enfin, a été maintenue à 10° en début d'expérience. Nous avons modifié ce paramètre en fonction des variations notées dans le milieu naturel.

.../...



Vingt séries d'expériences ont été menées de front ; chacune nécessitant l'emploi de deux fois cinq cuvettes.

Série 1 - Les algues sont cultivées en eau de mer naturelle sans qu'aucun sel nutritif y soit ajouté, il s'agit donc de lots témoins.

Série 2 - Influence des Nitrates.

A deux litres d'eau de mer naturelle, on a ajouté 10 ml d'une solution de nitrate et potassium contenant 1,52 g de KNO_3 par litre. Dans le bassin de culture, nous avons donc 2010 ml d'eau à $75 \cdot 10^{-6}$ atg/l de NO_3^- .

Série 3 - Influence des phosphates

Le même raisonnement que précédemment nous a conduit à préparer une solution contenant 0,094 g/l de $\text{K}_2 \text{HPO}_4$. En ajoutant 10 ml de cette solution à 2 l d'eau de mer, nous avons ainsi obtenu une eau contenant $2,7 \cdot 10^{-6}$ atg/l de PO_4^{--} .

Comme pour les nitrates, cette teneur a été constatée dans le milieu naturel, en baie de Lannion.

Série 4 - Effet de synergie : nitrate + phosphates

A deux litres d'eau de mer, nous avons ajouté la même quantité de NO_3^- que dans la série 2 et la même quantité de PO_4^{--} que dans la série 3 de façon à savoir si l'action conjointe des nitrates et des phosphates pouvait provoquer, une accélération de la croissance plus importante qu'avec l'emploi de nitrates ou de phosphates seuls.

Séries 5 - 6 - 7 - Ces trois séries d'expériences sont du même type que les précédentes seules changent les concentrations en sel nutritif qui sont deux fois plus élevées.

Série 8 - Influence des carbonates

La même procédure expérimentale que celle que nous avons précédemment utilisée nous a conduit à préparer une solution contenant 12,4 g/l de $\text{Na}_2 \text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$. En ajoutant 10 ml de cette solution à 2 l d'eau de mer, nous obtenons une eau chargée de $50 \cdot 10^{-6}$ atg/l de CO_3^{--} .

.../...

Série 9 - Cette expérimentation porte sur l'influence d'une concentration deux fois moins forte que précédemment (en n'ajoutant que 5 ml de solution de carbonate).

On étudie donc l'influence d'une concentration de 25.20^{-6} atg/l de carbonate.

Série 10 - Effet de synergie - nitrates + phosphates + carbonates. Ces cuvettes contiennent les mêmes teneurs en sels nutritifs que dans les séries 4 et 9.

Ces séries d'expériences nous ont permis :

- de déterminer les concentrations en nitrates, phosphates et carbonates qui sont à l'origine d'une meilleure croissance des algues ;
- de savoir quel est le sel nutritif qui agit le mieux ;
- de vérifier s'il existe ou non un effet de synergie entre ces différents sels.

Parallèlement à cette étude, nous avons suivi la croissance des algues naturellement fixées et ce grâce à des prélèvements d'ulves effectués à intervalles réguliers.

Les résultats acquis, provenant de deux techniques d'étude très différentes, sont en fait complémentaires.

1) Détermination de la croissance comparée des populations d'Ulves des Côtes du Nord et de Noirmoutier

a) Méthode de travail.

En ce qui concerne la partie de l'étude devant être réalisée sur des algues prélevées régulièrement, nous avons mis au point une méthode de détermination de la croissance des Ulves naturellement fixées. Cette méthode déjà utilisée pour l'étude de l'algue rouge Chondrus crispus, est fondée sur la détermination statistique mensuelle de la fréquence des poids par classe d'âge, des individus composant la population.

Un grand nombre d'algues sont récoltées chaque mois, par grande marée, le long du tombant Est de l'île Verte en face de Locquirec. (Il est d'ailleurs apparu préférable de ramener à Nantes des blocs de rochers sur lesquels se développent de nombreuses Ulves afin d'avoir un échantillonnage complet de la population.)

.../...

Au laboratoire, ces algues sont détachées précautionneusement, soigneusement lavées à l'eau douce puis séchées à l'étuve à 80° pendant 12 h puis pesées au milligramme.

On établit ensuite un diagramme de fréquence des poids en pesant un nombre fixe d'individus choisis au hasard parmi ceux que nous récoltons. Nous obtenons ainsi une courbe de laquelle se détache les "pics" correspondant à un grand nombre d'individus de même poids.

Le déplacement mensuel de ces pics vers la droite permet de chiffrer la croissance de l'ensemble de population d'Ulves.

Ces études ont été menées conjointement à Locquirec et à Noirmoutier, dans un premier temps, puis à St Quay Portrieux et à Noirmoutier dans un second temps.

Dans le cas des Ulves, il est apparu nécessaire de peser deux fois plus d'individus qu'à l'ordinaire ; ces algues étant caractérisées par une grande variation individuelle du taux de croissance. En effet, pour le mois de novembre, par exemple, nous n'avons pas pu déterminer le poids d'un assez grand nombre de thalles et il en a résulté une certaine imprécision pour la détermination statistique de la position exacte des pics schématisant des classes les plus âgées.

Les diagrammes ont été tracés sur ordinateur (exemple : figures 22 et 23) et la position précise des pics calculée par la méthode de Bhattacharya qui indique que l'on atteint une solution approchée de la résolution d'une distribution en composante gaussienne lorsque les distributions de ces composantes sont convenablement séparées.

La méthode de résolution graphique procède par le calcul de la différence entre les logarithmes des fréquences de classes et permet de déterminer la valeur centrale et donc la position exact du pic théorique.

b) Résultats acquis à 10° en laboratoire

1) Comparaison de la croissance des Ulves en provenance de Locquirec et de Noirmoutier.

I- Cultures d'ulves en provenance de Locquirec

Dans le courant du mois de décembre, 250 jeunes thalles (totalisant 151 g) provenant des roches de la pointe de Locquirec ont été mis en cultures et répartis équitablement dans 50 cuvettes. Chaque

..../...

REF: JAN NOI

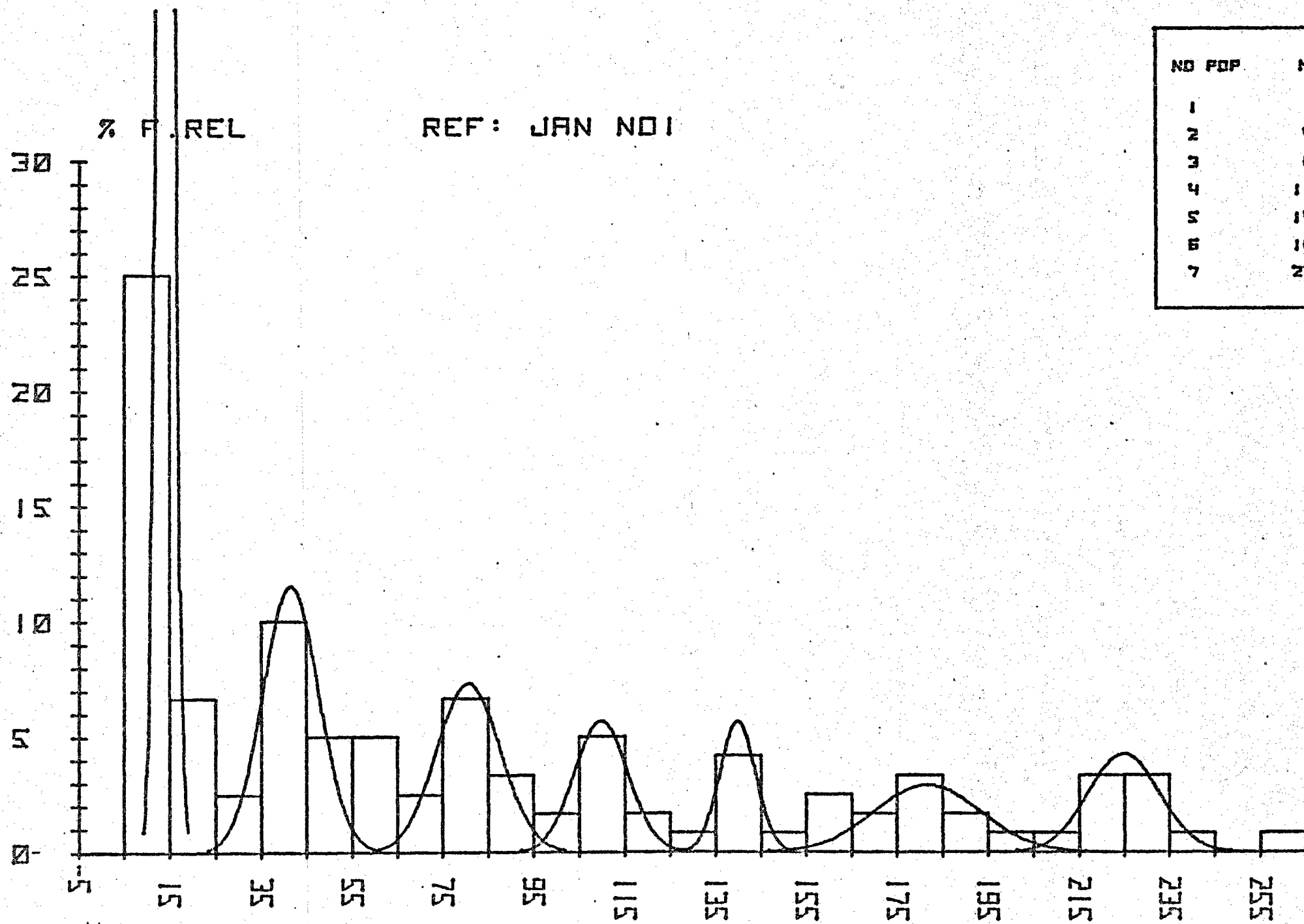


FIG. 22

NO FDP	MOYENNE
1	29.427
2	53.813
3	81.199
4	106.999
5	148.199
6	197.226
7	226.666

REF: NOVEM50

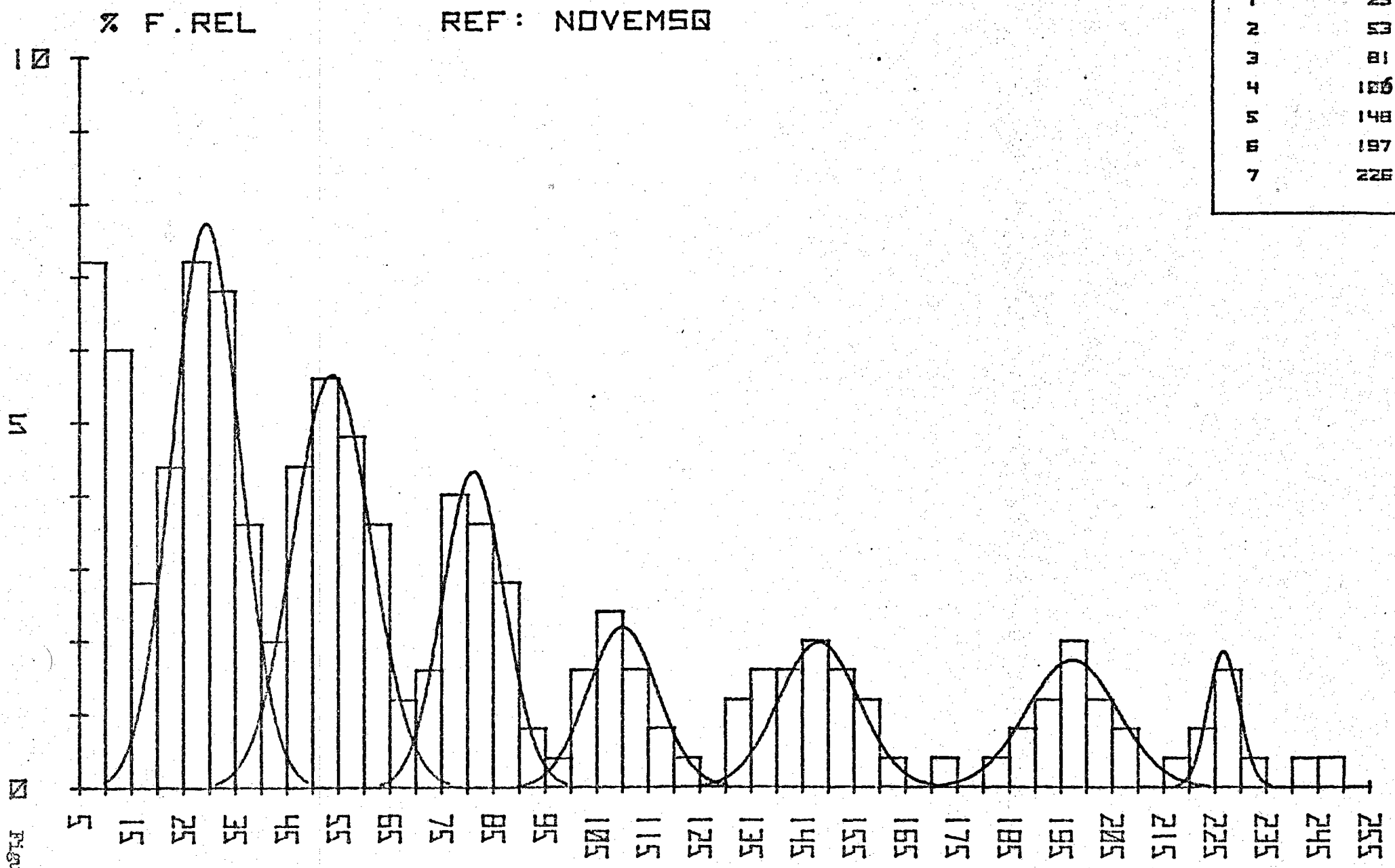


Figure 23

série de 5 cuvettes contenait une eau dont les concentrations en sels nutritifs étaient indiquées précédemment.

Le tableau 17 réunit les poids d'algues atteints au cours des différentes mesures, pour chaque série de cuvettes.

On remarque au vu de ce tableau et des courbes qui y sont jointes (Fig. 24 à 33) que l'influence des sels nutritifs est très nette. En 92 jours, les algues cultivées en eau de mer naturelle ont une croissance de 101 % alors que celles qui se sont développées dans un milieu contenant des teneurs en nitrates et phosphates que nous avons rencontrées sur les champs d'Ulves de la baie de Lannion ont une croissance de 137 %, soit une augmentation de 36 % par rapport aux précédentes algues.

Nous nous sommes posé la question de savoir quel était l'élément nutritif (nitrates ou phosphates) qui favorisait le mieux le développement des ulvacées. Il semble que les résultats soient inverses en fonction de la concentration.

Par contre, l'effet de synergie entre ces sels est remarquable. D'autre part, pour des concentrations doubles de celles observées dans la nature, le taux de croissance des ulvacées est encore augmenté, ce qui indiquerait que, dans l'état actuel des choses, les apports terrigènes ne pouvant que se développer, il est à craindre une extension du phénomène observé.

Notons enfin qu'à forte concentration les carbonates ont un effet d'inhibition certain mais qu'à faible dose et après une certaine période d'accoutumance, celui-ci est particulièrement remarquable.

2) Etude des cultures d'ulves provenant de Noirmoutier.

Le tableau 18 résume les résultats que nous avons acquis.

Au vu de ces résultats portant également sur environ 250 individus et donc sur 1000 mesures, il semble, contrairement à ce que l'on pouvait craindre en cas de mutation biologique des algues en baie de St Michel, que la croissance des ulves vendéennes soit la plus forte. Les figures 24 à 33 en apportent la preuve visuelle directe.

D'autre part, nous avons dès maintenant la certitude que les taux de sels nutritifs relevés dans le milieu naturel ont une influence considérable sur le développement des ulves.

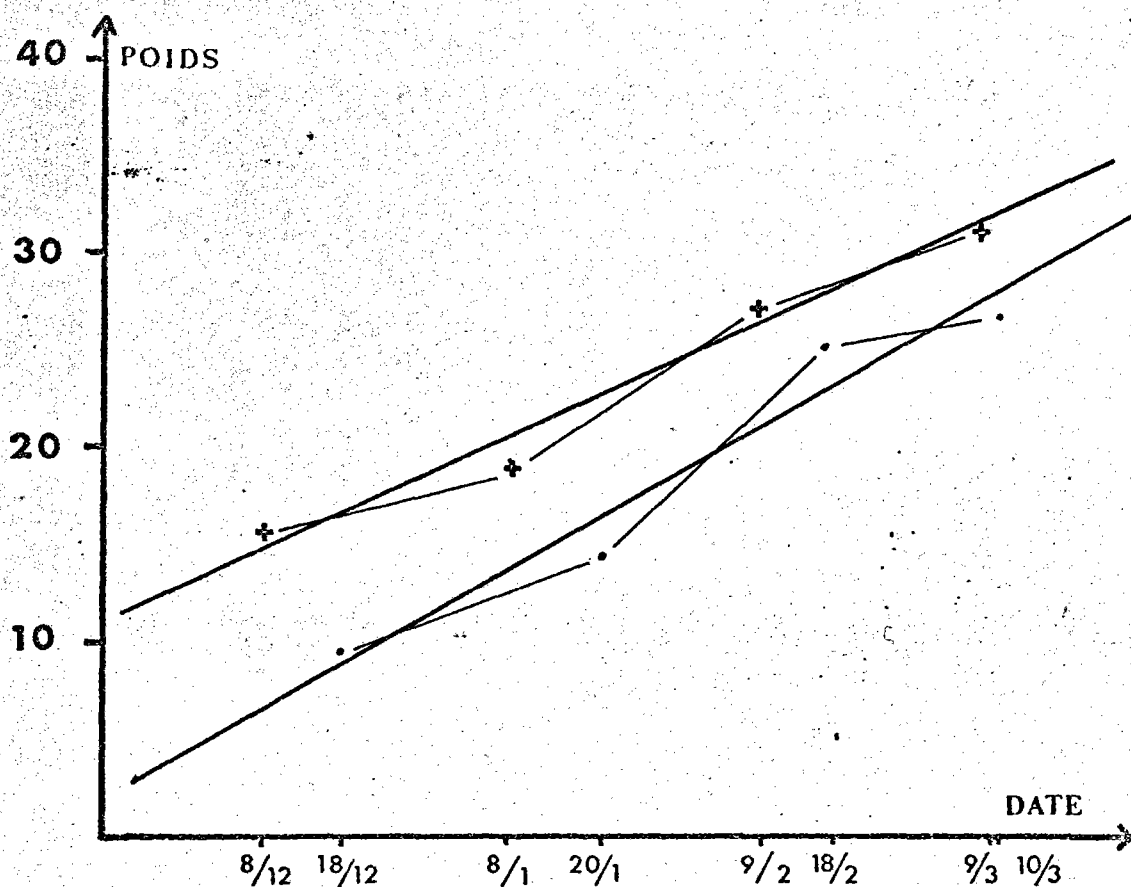
.../...

			Croissance en %	J 0	Croissance en %	J 31	Croissance en %	J 63	Croissance en %	J 92	Croissance totale	Pente de la droite de régression
1	Témoin	15,75	0,53	18,32	1,49	27,07	0,40	31,68	101,14	0,184		
2	N03 10ml	18,55	0,71	22,66	1,40	32,64	0,76	39,82	114,66	0,240		
3	P04 10ml	15,53	0,65	18,65	1,75	29,11	0,31	31,72	104,25	0,193		
4	2 + 3	15,53	1,00	20,36	1,68	31,33	0,61	36,87	137,41	0,244		
5	N03 20ml	15,75	1,08	21,03	1,12	28,54	0,59	33,45	112,38	0,220		
6	P04 20ml	12,05	1,52	17,71	0,69	21,62	0,82	26,79	122,32	0,156		
7	5 + 6	12,00	1,46	17,44	1,12	23,66	0,73	28,70	139,17	0,183		
8	C03 10ml	17,12	0,44	19,46	0,59	23,15	0,79	28,48	66,36	0,122		
9	C03 5ml	15,35	0,96	19,92	1,28	28,09	1,61	41,26	168,79	0,278		
10	9 + 4	13,86	0,47	15,88	0,63	19,08	1,40	26,85	93,72	0,136		
	Moyennes	151,49	0,882	19,143	1,175	26,429	0,802	32,562	116,02	0,196		

Tableau 17

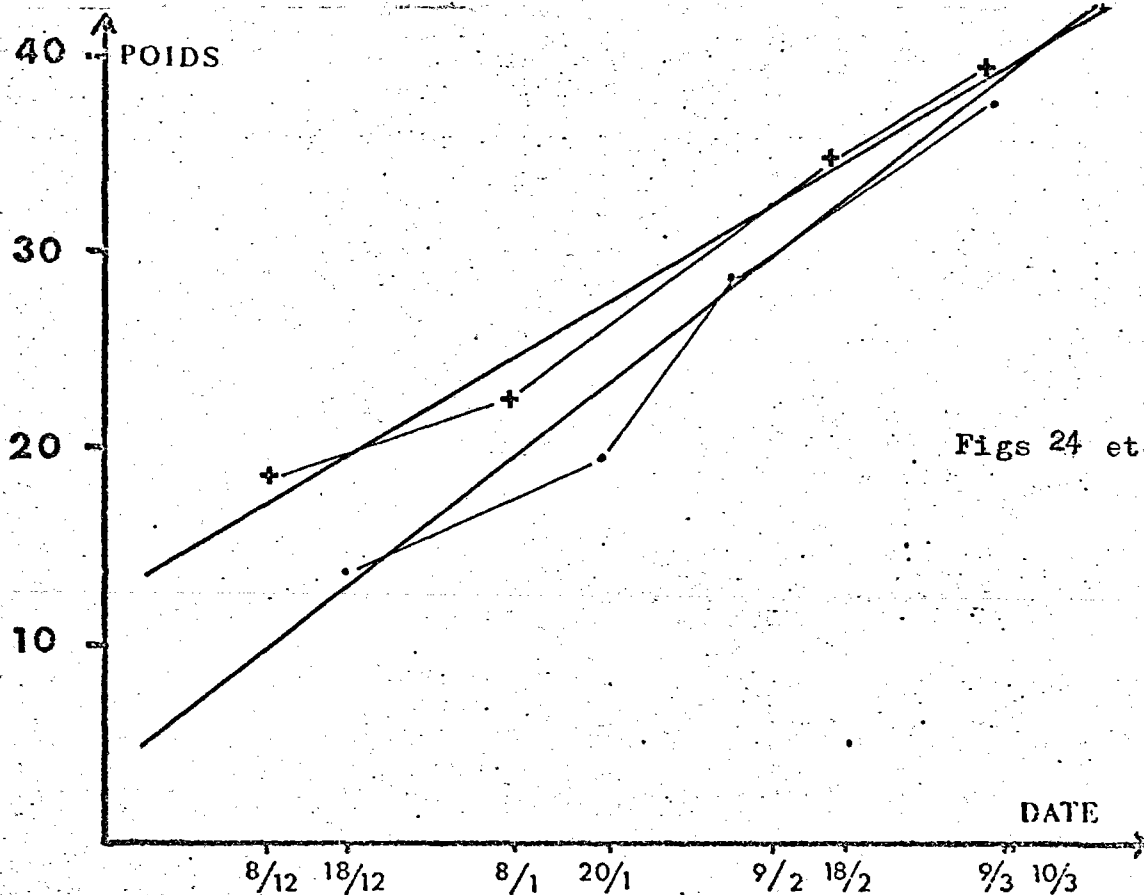
			Croissance en %	J 0	Croissance en %	J 33	Croissance en %	J 62	Croissance en %	J 83	Croissance totale	Pente de la droite de régression
Terrain	9,41	1,57	14,30	2,68	25,40	0,30	27,00	186,93	0,231			
N03 10 ml	13,31	1,46	19,71	3,39	35,06	0,42	38,16	186,70	0,324			
P04 10 ml	11,09	2,52	20,30	2,59	35,55	1,04	43,34	290,80	0,401			
N03 + P04	9,19	2,94	18,11	3,24	35,74	0,23	37,45	307,51	0,372			
N03 20 ml	5,23	1,91	8,52	3,22	16,74	1,72	22,78	335,56	0,215			
P04 20 ml	8,04	1,60	12,28	2,70	22,22	0,94	26,62	231,09	0,234			
N03 + P04	9,95	1,47	14,78	2,48	25,79	0,70	29,61	197,59	0,251			
C03 10 ml	11,39	1,53	17,14	2,58	30,42	0,25	32,05	181,39	0,272			
C03 5 ml	12,76	1,00	16,96	1,68	25,49	0,77	29,62	132,13	0,211			
Synergie totale	11,37	1,49	16,97	2,51	29,73	0,64	33,73	196,66	0,287			
Moyennes	10,174	1,749	15,907	2,707	28,214	0,701	32,036	214,88	0,280			

Tableau 18



+ — + LOCQUIREC
• — • NOIRMOUTIER

INFLUENCE DES SELS NUTRITIFS
SUR LA CROISSANCE DES
ULVES : TEMOIN



+ — + LOCQUIREC
• — • NOIRMOUTIER

INFLUENCE DES SELS NUTRITIFS
SUR LA CROISSANCE DES
ULVES : NITRATES $75 \cdot 10^{-6}$ atg/l

Figs 24 et 25

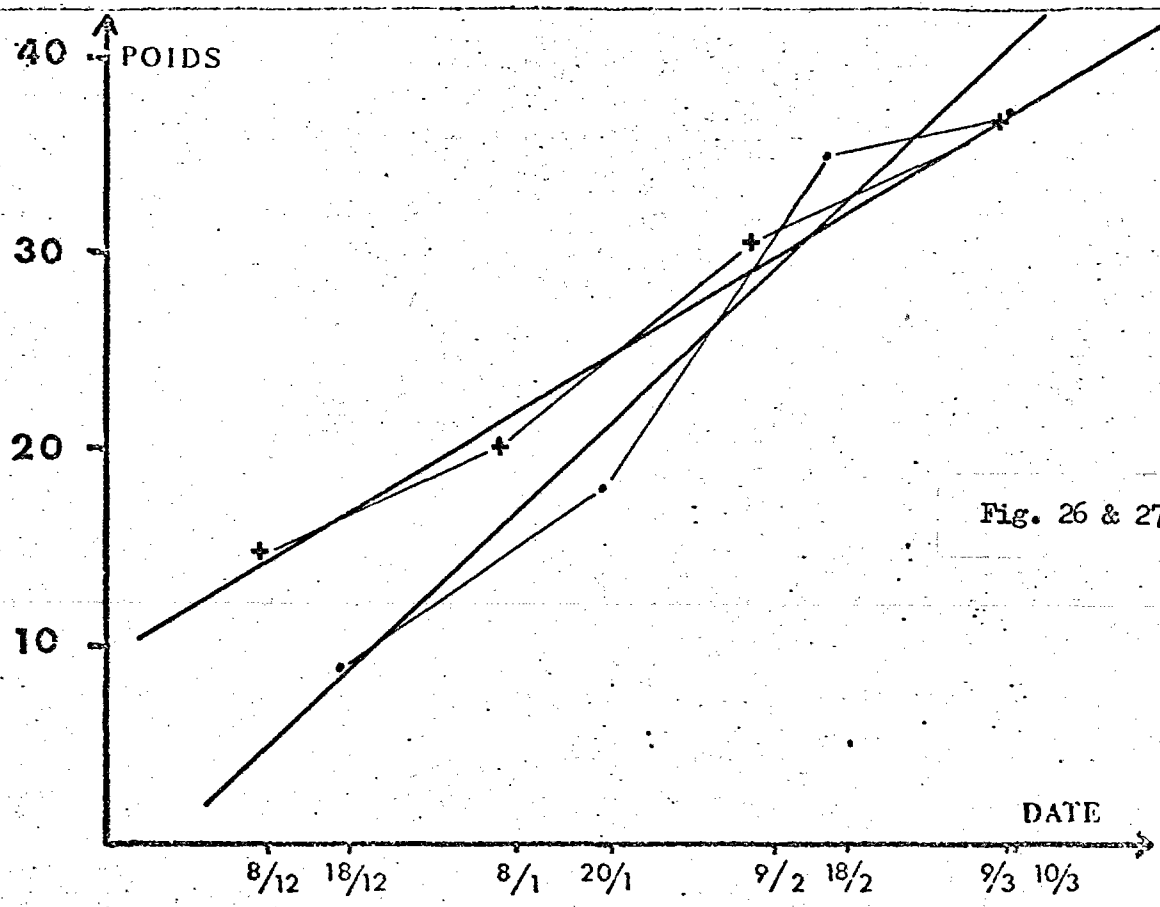
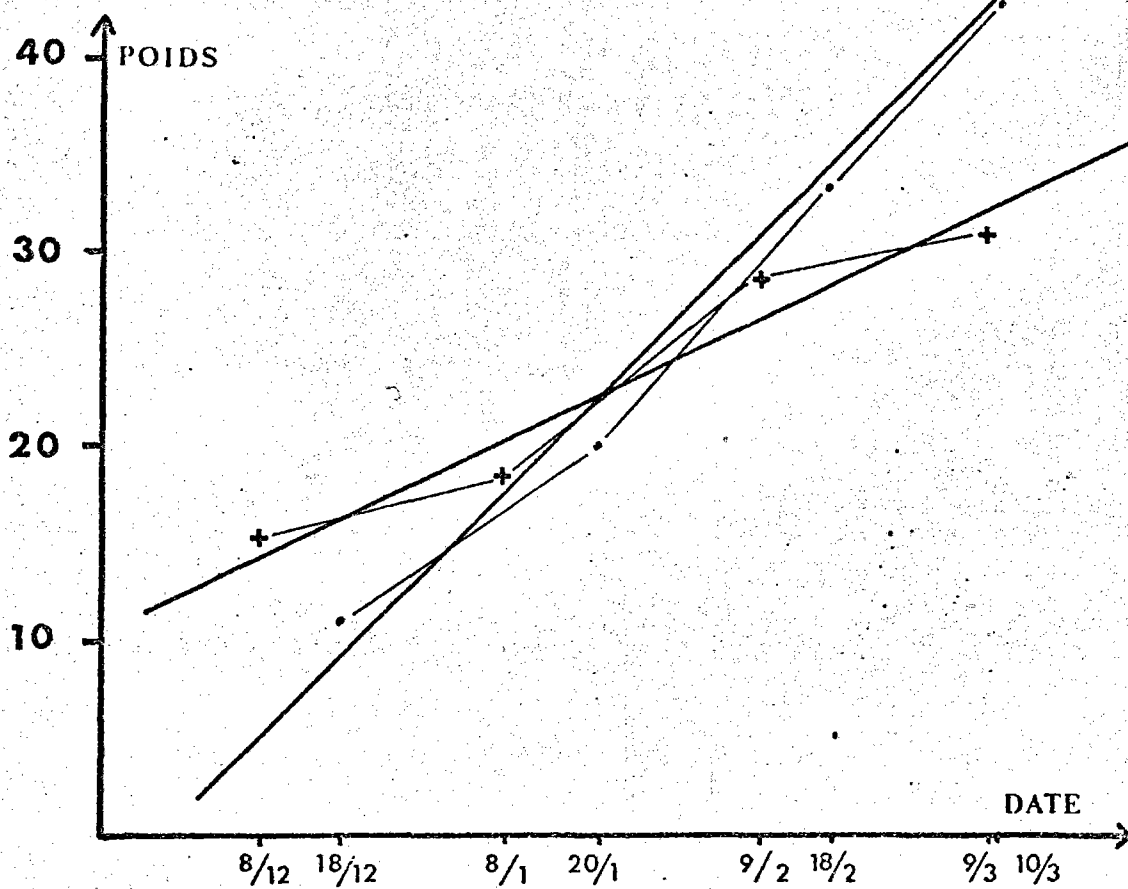
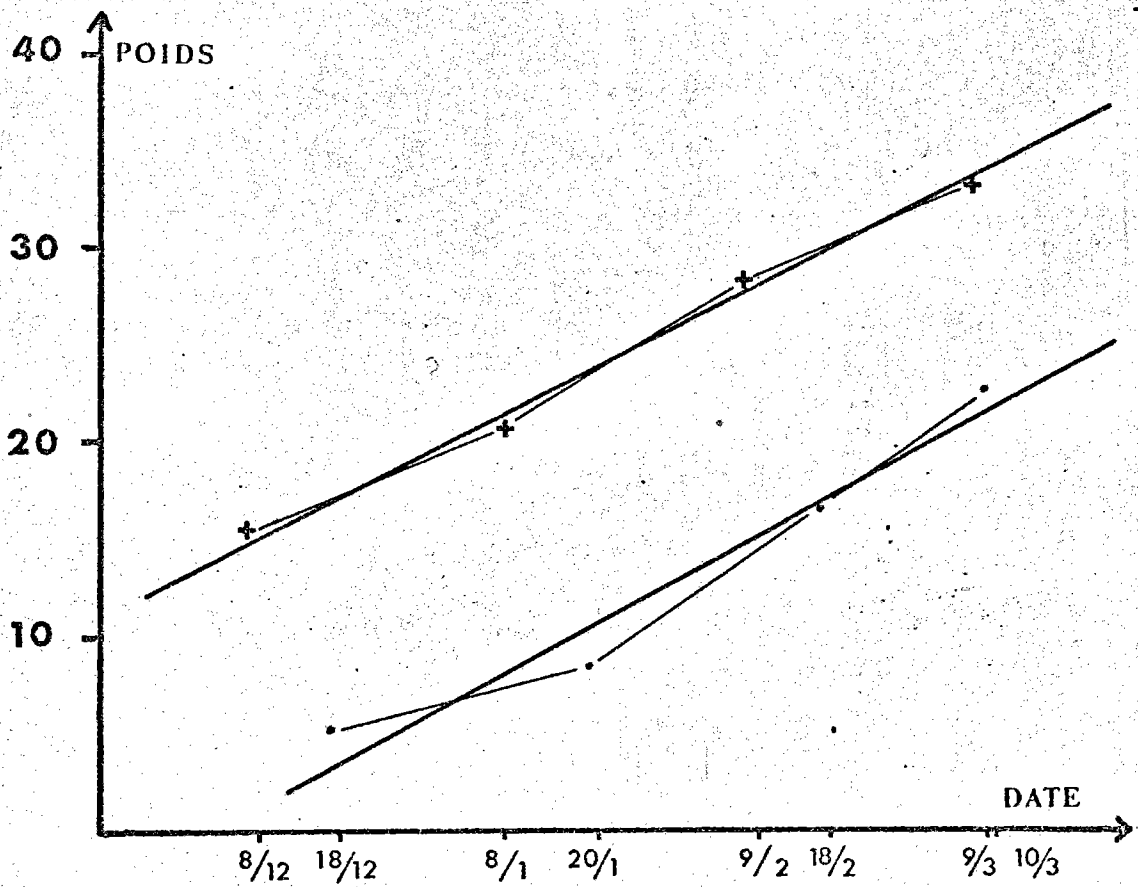
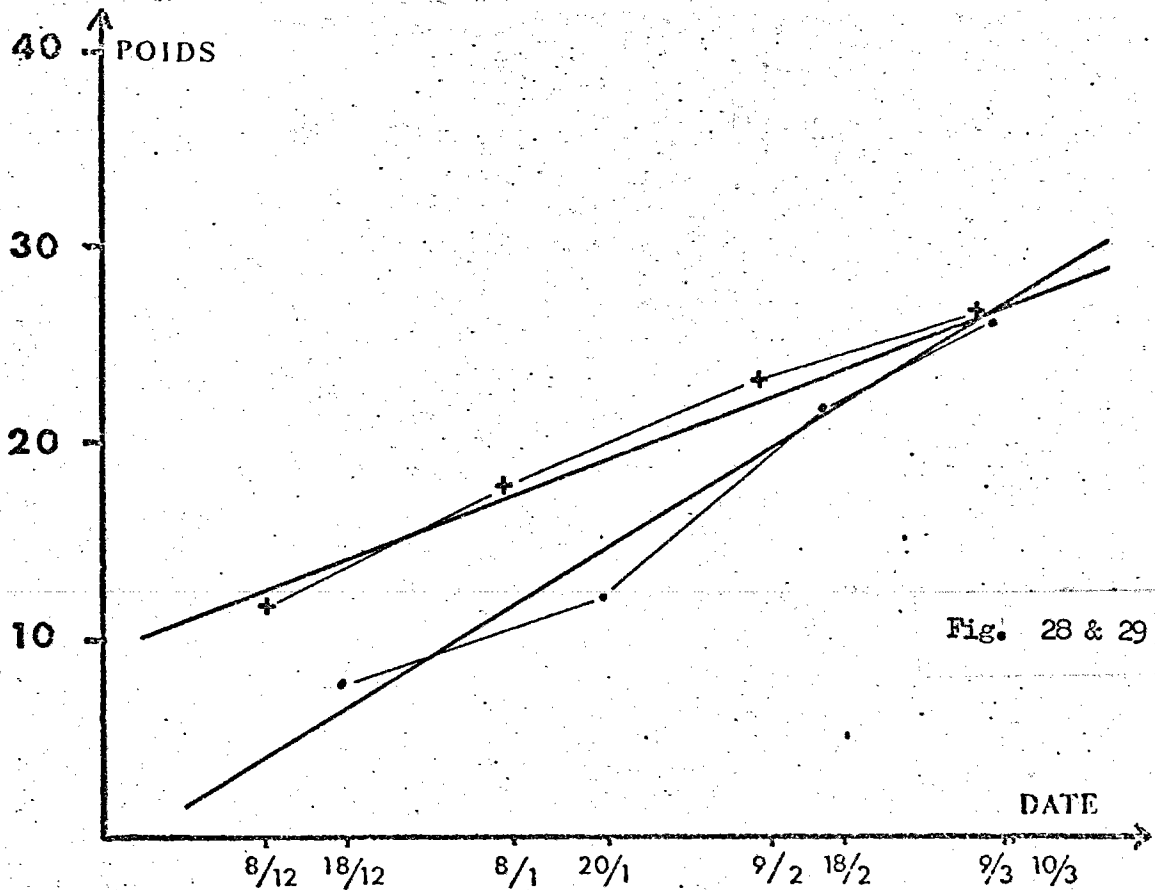


Fig. 26 & 27



+ — + LOCQUIREC
• — • NOIRMOUTIER

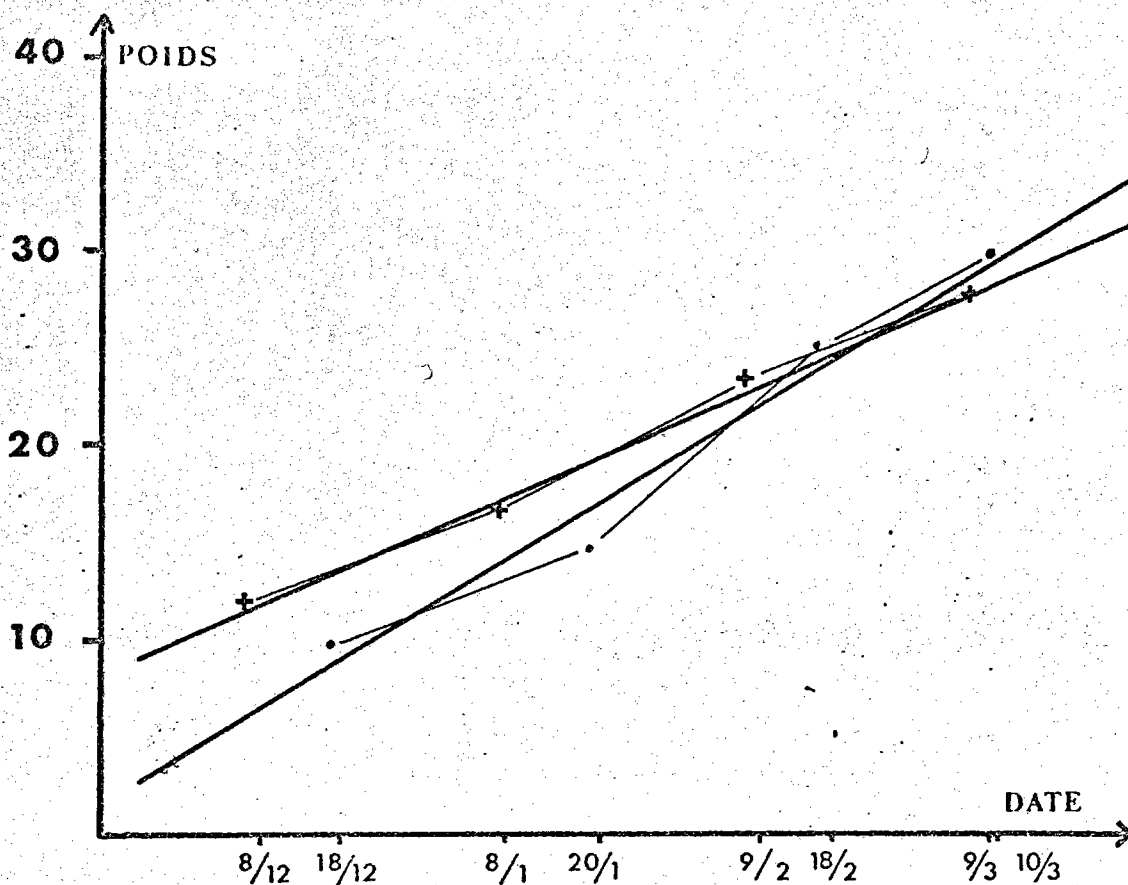
INFLUENCE DES SELS NUTRITIFS
SUR LA CROISSANCE DES
ULVES : NITRATES $15 \cdot 10^{-5}$ atg/l



+ — + LOCQUIREC
• — • NOIRMOUTIER

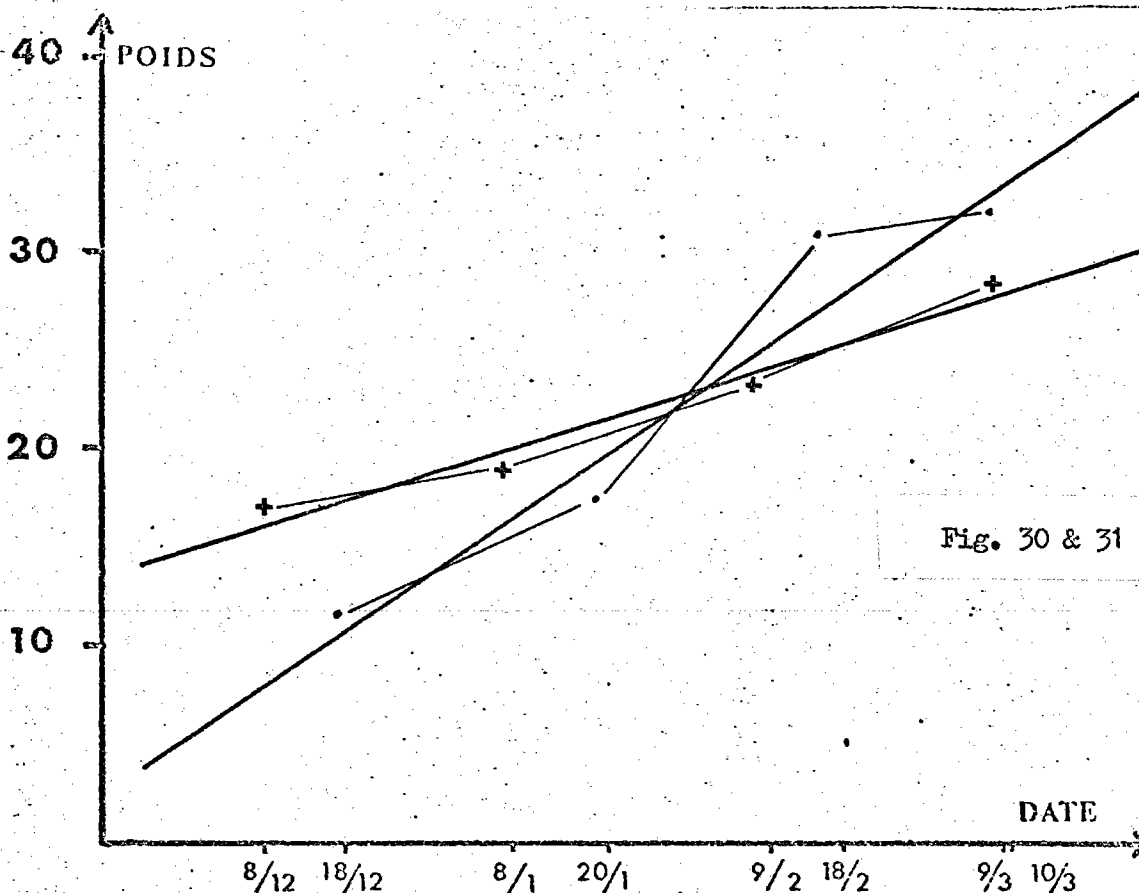
INFLUENCE DES SELS NUTRITIFS
SUR LA CROISSANCE DES
ULVES : PHOSPHATES $5,4 \cdot 10^{-6}$ atg/l

Fig. 28 & 29



+—+ LOCQUIREC
 •—• NOIRMOUTIER

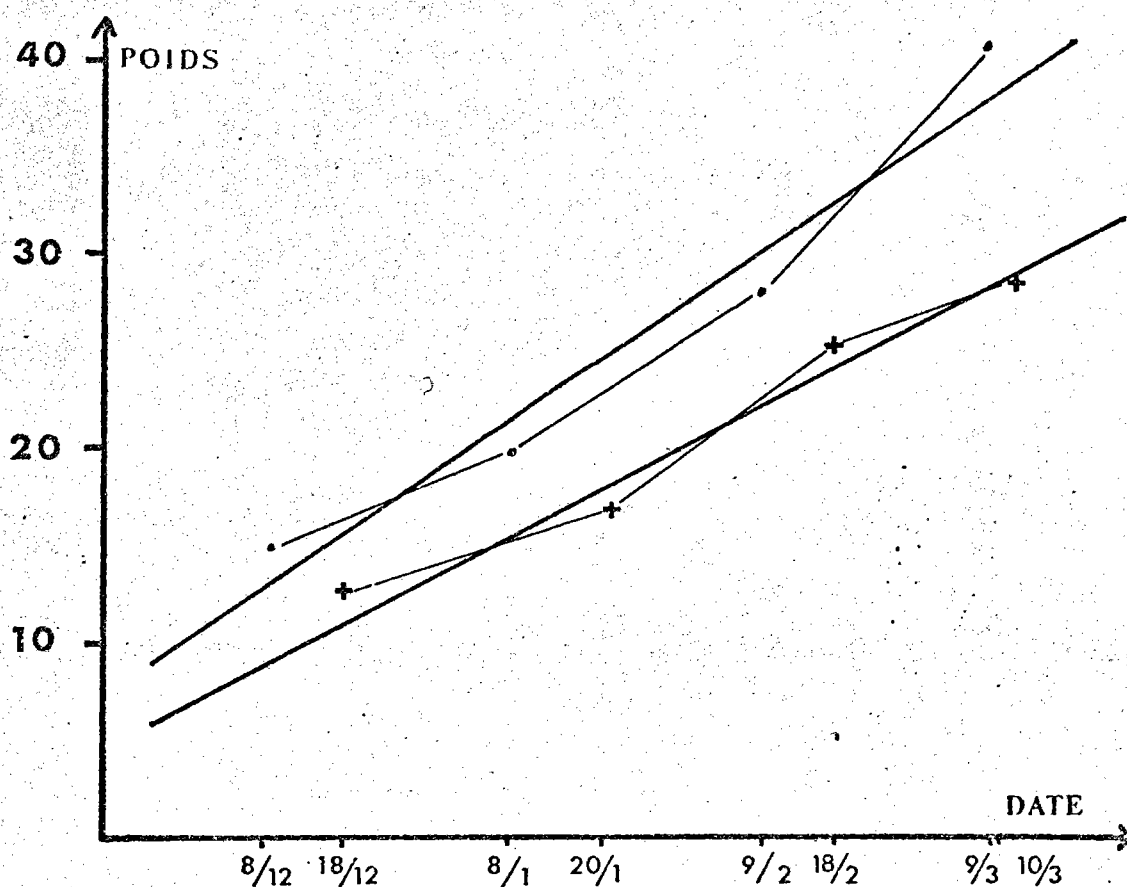
INFLUENCE DES SELS NUTRITIFS
 SUR LA CROISSANCE DES
 ULVES : SYNERGIE 5 et 6



+—+ LOCQUIREC
 •—• NOIRMOUTIER

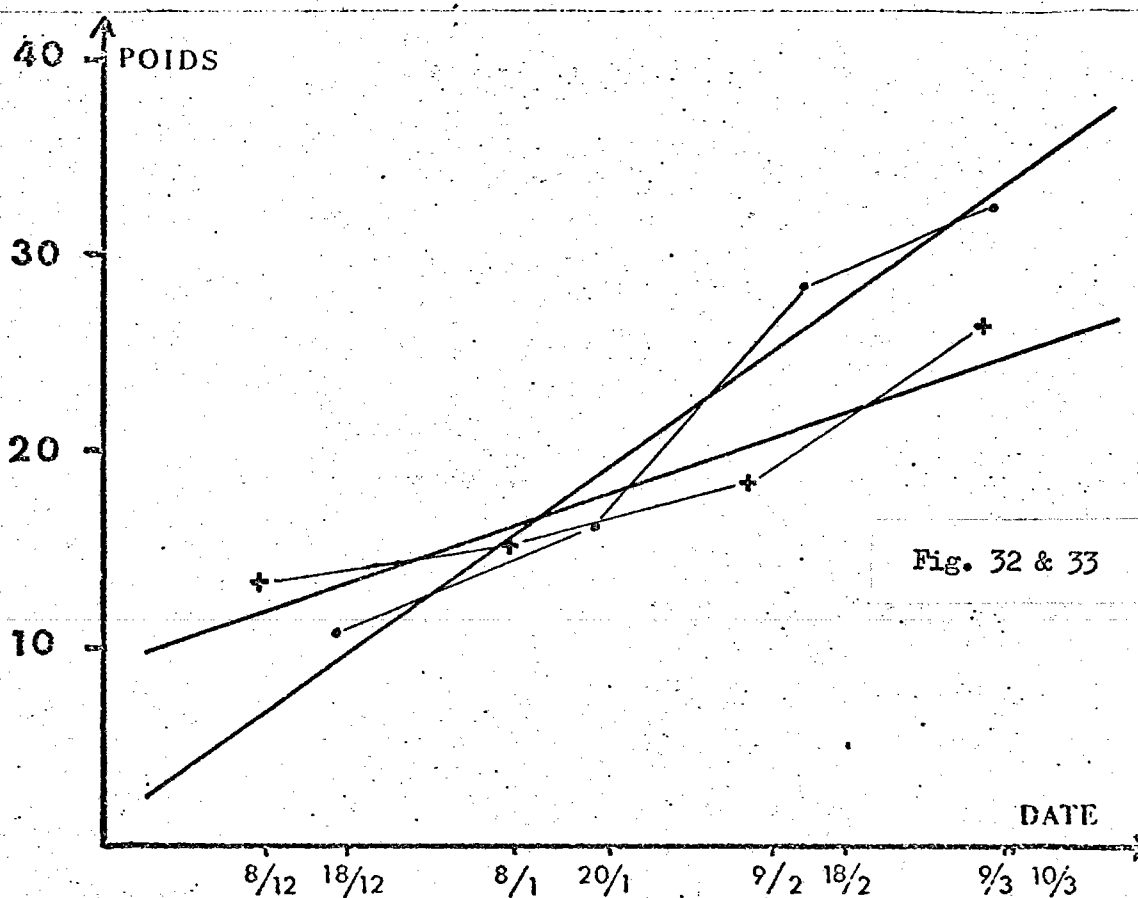
INFLUENCE DES SELS NUTRITIFS
 SUR LA CROISSANCE DES
 ULVES : CARBONATES 50 ; 10⁻⁶ atg/l

Fig. 30 & 31



+—+ LOCQUIREC
 ●—● NOIRMOUTIER

INFLUENCE DES SELS NUTRITIFS
 SUR LA CROISSANCE DES
 ULVES : CARBONATES $25 \cdot 10^{-6}$ atg/l



+—+ LOCQUIREC
 ●—● NOIRMOUTIER

INFLUENCE DES SELS NUTRITIFS
 SUR LA CROISSANCE DES
 ULVES : SYNERGIE 2,3 9

Fig. 32 & 33

3) Comparaison de la croissance des Ulves en provenance de St Quay Portrieux et de Noirmoutier.

Les croissances des algues mesurées dans les différentes séries de cuvettes ont été calculées par période de 14 jours. Les valeurs obtenues sont regroupées dans le tableau 19.

Il apparaît une nouvelle fois que l'effet des sels nutritifs, à la dose mesurée dans le milieu naturel, est remarquable.

Les mêmes conclusions qui ont découlé de l'étude précédente sont donc applicables à cette présente étude.

4) Bilan global de ces études de croissance en chambre à température contrôlée.

I) Action des sels nutritifs

Les ulves poussant dans un milieu dont le niveau d'eutrophisation est comparable à celui de la baie de Lannion suivent une courbe de croissance dont la pente de la droite de régression est de 0,293 alors que cette valeur calculée à partir d'un milieu témoin n'est que de 0,175.

Ce qui veut dire que deux algues qui se développent, l'une en baie de Locquirec, l'autre dans une zone non eutrophisée, auront au bout d'un laps de temps de l'ordre d'un mois un poids se différenciant d'un facteur de l'ordre de 1,70.

Ainsi, la richesse des eaux en éléments nutritifs agit-elle non seulement au niveau de l'installation des algues mais aussi sur leurs croissance et ce d'une façon considérable.

II- Comparaison des croissances des algues de St Quay Portrieux, de Noirmoutier et de Locquirec

Si l'on fait, pour chaque région, la moyenne des pentes des différentes droites de régression obtenues pour chaque milieu nutritif, on obtient les résultats suivants :

: LOCQUIREC :	ST QUAY PORTRIEUX :	NOIRMOUTIER :
: 0,196 :	: 0,229 :	: 0,240 :

Tableau 20.

Série	Composition du milieu de culture		JO	Croissance en % journalier	J 14	Croissance en % journalier	J 28	Croissance en % journalier	J 42	Croissance totale	Pente de la droite de régression
1	Témoin	SQ	23,97	0,29	24,95	0,76	27,59	0,25	28,56	19,15	0,133
		N	22,99	0,39	24,23	0,85	27,10	0,33	28,35	23,31	0,153
2	NO ₃ 10 ml	SQ	20,39	0,70	22,39	1,40	26,77	0,58	28,94	41,93	0,233
		N	17,64	0,74	19,47	1,28	22,95	0,69	25,17	42,69	0,187
3	PO ₄ 10 ml	SQ	16,95	1,02	19,37	0,99	22,05	0,85	24,67	45,55	0,184
		N	19,71	1,15	22,88	0,68	25,07	0,72	27,60	40,03	0,192
4	2 + 3	SQ	16,43	1,47	19,83	1,00	22,61	1,56	27,55	67,68	0,265
		N	15,95	1,63	19,57	0,55	21,08	1,46	25,39	59,18	0,194
5	NO ₃ 20 ml	SQ	21,06	1,73	26,16	0,32	27,32	0,98	31,07	47,53	0,222
		N	17,40	1,79	21,75	0,30	22,65	1,01	25,85	48,56	0,179
6	PO ₄ 20 ml	SQ	16,42	2,13	21,31	0,23	22,01	1,33	26,11	59,01	0,217
		N	17,86	2,47	24,03	1,11	27,78	1,28	32,76	83,43	0,350
7	5 + 6	SQ	15,40	2,50	20,78	1,30	24,57	1,68	30,35	97,08	0,341
		N	23,72	2,56	32,23	0,31	33,64	1,75	41,88	76,56	0,417
8	CO ₃ 10 ml	SQ	17,39	0,13	17,72	2,09	22,92	0,20	23,56	35,44	0,182
		N	21,00	0,26	21,76	1,62	26,68	0,12	27,13	29,19	0,187
9	CO ₃ 5 ml	SQ	22,78	0,45	24,21	0,70	26,57	0,51	28,47	24,97	0,152
		N	19,87	0,63	21,63	1,30	25,50	0,53	27,39	37,84	0,200
10	9 + 4	SQ	18,21	3,15	26,24	0,43	27,84	1,96	35,48	94,84	0,357
		N	15,74	3,26	22,94	0,30	23,83	1,94	30,30	92,50	0,342
	Moyennes	SQ	X	1,36	X	0,92	X	0,99	X	53,32	0,229
		N		1,49		0,83		0,98		53,30	0,240

Tableau 19- Croissance des algues en pourcentage journalier en fonction de la composition du milieu de culture (à 10°).

On constate que ces valeurs sont tout à fait comparables. Il apparaît donc que l'éventualité d'une mutation biologique affectant les Ulvacées des baies de Locquirec et de St Brieuc soit définitivement à exclure.

c) Croissance des algues dans le milieu naturel.

Nous avons jugé préférable de compléter cette étude de laboratoire par l'analyse précise des taux de croissance des Ulves dans leur milieu naturel et ce en plusieurs points de la côte.

1- Première étude : comparaison de la croissance des Ulvacées en place à Locquirec et à Noirmoutier.

a) Résultats acquis sur les différentes populations.

Les résultats obtenus sont regroupés de telle façon qu'il est possible de lire (Tableaux 21 et 22) :

- verticalement la position des différents pics à un instant donné ;
- horizontalement :
 - l'apparition de nouvelles classes d'âge ;
 - la croissance des anciennes classes ;
 - la disparition des classes plus anciennes ;
 - la croissance en % de chaque pic.

b) Comparaison des résultats.

1- Aspect général du profil des populations

Au premier abord, on constate que les deux populations ont le même aspect général. En effet, à Locquirec comme à Noirmoutier, 7 populations successives coexistent pendant qu'une nouvelle classe d'âge apparaît mensuellement.

2- Résultats numériques

a) Arrachage des thalles

Si le recrutement est comparable pour les deux populations, les taux d'arrachage des grands individus semblent être fondamentalement divergents si l'on étudie les pourcentages des fréquences relatives des classes d'âge les plus âgées restant en place après un certain nombre de mois (Tableau 23). Il semble donc que le taux d'arrachage des frondes soit beaucoup plus élevé dans les Côtes du Nord.

.../...

N° de classe	Nov.	croissance en %	Déc.	Crois. en %	Jan.	Crois. en %	Fév.
X							9,75
IX					15,84	155,74	39,51
VIII			10,76	337,92	47,12	46,73	69,14
VII	11,72	228,33	38,48	111,28	81,30	25,13	101,73
VI	55,76	32,35	73,80	58,32	116,84	11,26	<u>130,00</u>
V	<u>74,00</u>	47,30	109,00	36,92	149,24	13,91	<u>170,00</u>
IV	<u>95,00</u>	45,29	138,03	32,46	182,84	9,39	200,00
III	<u>138,33</u>	30,12	180,00	27,78	230,00		
II	<u>193,00</u>	22,80	<u>237,00</u>	6,46	252,30		
I	<u>217</u>	23,50	268,00				
Moyen.		61,38	67,31		43,69		

Tableau 21. Locquirec.

Poids moyen des différentes classes d'âge en fonction du mois d'observation et croissance en pourcentage de celle-ci (les valeurs soulignées n'ont pas été calculées par la méthode indiquée précédemment mais ont été déterminées par résolution graphique. Il ne s'agit donc que d'une approximation).

.../...

N° de classe	Nov.	crois. en %	Déc.	crois. en %	Jan.	crois. en %	Fév.
X							14,64
IX					14,29	325,40	60,79
VIII			11,55	260,78	41,67	158,67	107,79
VII	12,05	223,65	39,00	107,33	80,86	71,44	138,63
VI	65,56	16,94	76,60	43,60	110	54,80	170,28
V	<u>92</u>	12,12	103,15	35,72	140	56,13	218,58
IV	115,00	20,99	139,14	30,57	181,67	43,12	<u>260</u>
III	<u>155</u>	17,80	182,59	23,24	225	28,89	<u>290</u>
II	<u>180</u>	17,59	211,67	22,83	<u>260</u>		
I	220						
Moyenne		51,52		74,87		105,49	

Tableau 22. Noirmoutier.

Poids moyen des différentes classes d'âge en fonction du mois d'observation et croissance en pourcentage de celles-ci. (Les valeurs soulignées n'ont pas été calculées par la méthode indiquée précédemment mais ont été déterminées par résolution graphique. Il ne s'agit donc que d'une approximation).

Mois	classe	Noirmoutier	Locquirec
Novembre	III	7,08	6,14
Décembre	V	9,80	6,17
	IV	8,70	6,28
	III	6,13	5,79
	II	4,75	0
	Moyennes	7,345	4,560
Janvier*	VI	10,83	6,27
	V	9,88	6,64
	IV	8,94	5,73
	III	8,86	8,57
	Moyennes	9,627	6,802
Février	VII	9,56	4,01
	VI	8,58	2,72
	V	7,43	0
	Moyennes	6,523	2,243
Moyennes générales		7,644	4,936

Tableau 23

Comparaison des pourcentages moyens des fréquences
relatives des classes d'âges les plus vieilles

- b) Comparaison des croissances des classes successives restant en place après 4 mois d'étude

Il s'agit des classes IV, V et VI pour Locquirec comme pour Noirmoutier.

Seule la comparaison des données pour lesquelles l'influence du recrutement et de la mortalité (nous entendons par mortalité l'arrachage des thalles sans présumer du devenir pélagique de ceux-ci) est nulle présente un intérêt, pour nous, dans cette étude.

Ces données sont regroupées dans le tableau 24.

Les différences mensuelles peuvent s'expliquer par le fait que les conditions de milieu ne sont pas identiques dans les Côtes du Nord et en Vendée. Par contre, les moyennes générales, très proches (établies sur 4 mois) apportent une nouvelle preuve qu'aucune mutation biologique agissant sur la croissance n'est intervenue en baie de Lannion sur les Ulvacées.

- 2) Seconde étude : expérience comparée de la croissance des ulves en place en Baie de St Brieuc et à Noirmoutier.

a) Résultats obtenus

Les croissances de chaque classe sont regroupées en deux tableaux ; l'un pour St Brieuc, l'autre pour Noirmoutier. Sur ces deux tableaux, il est possible de lire comme précédemment (Tableaux 25 et 26) :

- Verticalement : - la position des différents pics à un instant donné ;
- horizontalement :
 - l'apparition de nouvelles classes
 - la croissance des anciennes classes
 - la disparition des classes les plus anciennes
 - la croissance en % de chaque pic.

.../...

Lieux	Nov.	crois. en %	Déc.	crois. en %	Jan.	crois. en %	Fév.	Moyenne Générale des %
Locqui- rec	55,76 74 95	32,35 47,30 45,29	73,80 109,00 138,03	58,32 36,92 32,46	116,84 149,74 182,84	11,26 13,91 9,39	130,00 170,00 200,00	
Moyenne		37,48		42,57		11,52		30,52
Noirmou- tier	65,56 92,00 115,00	16,94 12,12 20,99	76,60 103,15 139,14	43,60 35,72 30,57	110,00 140,00 181,67	54,80 56,13 43,12	170,28 218,58 260	
Moyenne		16,68		36,63		51,35		34,89

Tableau 24

Croissance comparée des classes IV, V et VI pour Noirmoutier
et Locquirec.

SAINT-QUAY-PORTRIEUX

N° classe	Sept.	Crois. en %	Oct.	crois. en %	Nov.	crois. en %	Déc.
IX					-	-	15,22
VIII	-	-	13,42	119,15	29,41	41,34	41,57
VII	13,27	196,31	39,32	36,85	53,81	18,40	63,71
VI	41,32	61,33	66,66	21,81	81,20	14,96	93,35
V	71,98	31,98	95	12,63	107	13,25	121,18
IV	100,80	32,94	134	10,60	148,20	10,57	163,87
III	134,35	35,84	182,50	6,07	197,23	9,01	215
II	187,04	16,98	218,80	5,60	226,67		+
I	226,29	6,27	245,00	-	+		-

Tableau 25

NOIRMOUTIER

N° classe	Sept.	crois. en %	Oct.	crois. en %	Nov.	crois. en %	Déc.
IX			x_2		14,71	144,22	35,63
VIII			x_3		40,64	39,76	56,80
VII	x_1		18,78	252,56	66,21	19,38	79,04
VI	30	83,33	55	57,89	86,84	20,91	105
V	64,32	29,06	83,01	34,94	112,01	16,15	130,10
IV	93,66	20,38	112,75	31,92	148,74	13,00	168,07
III	124,66	21,48	151,44	22,16	185	11,64	206,54
II	160	11,44	178,31	21,70	217		+
I	193,05	-	+		-		-

Tableau 26

Tabl.25 et 26.-Poids moyen des différentes classes en fonction du mois d'observation et croissance en pourcentage de celles-ci.

Mois	Classe	Noirmoutier	Baie St-Brieuc
Septembre	I	4,25	0
	II	5,66	7,74
	III	13,27	7,84
	Moyenne	<u>7,73</u>	<u>5,19</u>
Octobre	I	3,25	0
	II	7,61	6,46
	III	8,40	8,74
	Moyenne	<u>6,42</u>	<u>5,07</u>
Novembre	II	3,34	1,01
	III	9,03	5,07
	IV	9,07	7,22
	Moyenne	<u>7,15</u>	<u>4,43</u>
Décembre	III	6,03	2,84
	IV	6,10	5,21
	V	7,94	7,22
	Moyenne	<u>6,69</u>	<u>5,09</u>
Moyenne générale		7,00	4,94

Tableau 27 - Comparaison des pourcentages moyens des fréquences relatives des classes d'âges les plus vieilles.

b) Comparaison des résultats

1) aspect général du profil des populations (Tableau 27).

Au premier abord, il apparaît que la structure mensuelle de la population d'ulves de St Quay Portrieux soit du même type que celle des populations de Locquirec et de Noirmoutier ; il est donc possible d'établir des comparaisons de croissance de ces différentes populations.

2) Résultats numériques

- arrachage des thalles

On remarque que la fréquence relative des grandes algues est nettement plus faible à St Brieuc qu'à Noirmoutier, ce qui indique que le taux d'arrachage de celles-ci est plus fort dans les Côtes du Nord. Force est donc de constater une nouvelle fois qu'il s'agit là d'un nouvel élément défavorable à la propreté des plages ; du fait des conditions courantologiques particulière mise en évidence au cours de cette étude.

- comparaison des croissances des classes successives restant en place après 4 mois d'étude.

Il s'agit des classes III, IV, V et VI pour St Quay Portrieux comme pour Noirmoutier dont les pourcentages de croissance sont regroupés dans le tableau 28.

On remarque que les moyennes générales sont tout à fait comparables, l'éventualité d'une mutation biologique affectant les potentialités métaboliques des ulves de la baie de St Brieuc paraît donc pouvoir être exclue définitivement.

Cette étude très minutieuse, effectuée sur des algues cultivées en chambre à température contrôlée comme sur les thalles prélevés dans le milieu naturel démontre donc d'une façon formelle qu'aucune mutation biologique affectant les potentialités métaboliques des Ulves des Côtes du Nord n'est intervenue et que ces végétaux ont une croissance tout à fait normale, sous l'étroite dépendance de la teneur en sels nutritifs des eaux qui les baignent.

Dans un deuxième temps il est apparu nécessaire d'étudier les capacités reproductrices des Ulvacées des Baies de Lannion et de St Brieuc en comparaison avec des algues provenant d'une zone témoin.

En effet, une mutation peut porter soit sur les capacités métaboliques des algues soit sur leur taux de fécondité, entre autres, l'effet de "bloom" obtenu étant alors le même.

.../...

Lieux	Classe	Nov.-Déc. en %	Déc.-Janv. en %	Janv.-Févr. en %	Moyenne générale
ST-QUAY-PORTRIEUX	III	35,84	10,60	10,57	
	IV	32,94	12,63	13,25	
	V	31,98	21,81	14,96	
	VI	61,33	36,85	18,40	
Moyennes		40,52	20,47	14,30	25,10
NOIRMOUTIER	III	21,48	22,16	11,64	
	IV	20,38	31,92	13,00	
	V	29,06	34,94	16,15	
	VI	83,33	57,89	20,91	
Moyennes		38,56	36,72	15,42	30,23

Tableau 28 - Croissances comparées des classes III à VI pour Noirmoutier et Saint-Quay-Portrieux.

2) Etude du pouvoir reproducteur des ulves de différentes provenances.

Une telle étude nécessitant des connaissances très précises sur le cycle reproducteur de ces ulvacées, il apparaît indispensable d'en rappeler les principales caractéristiques utiles à la compréhension de nos résultats.

1°- Cycle reproducteur de l'algue verte Ulva Lactuca et Ulva rigida.

Contrairement à ce que l'on constate pour de nombreuses autres algues, il n'existe pas chez Ulva lactuca ni chez Ulva rigida (mise en cause dans la partie nord de la baie de St Brieuc) d'organes reproducteurs différenciés.

Une fronde nature est donc indécidable à l'oeil nu.

Les cellules reproductrices, toujours flagellées, résultent de la transformation, par divisions successives, du contenu des cellules végétatives qui deviennent fertiles.

Les zoïdes ainsi formés, munis de deux ou de quatre flagelles de longueurs égales, s'échappent à l'extérieur par un pore en laissant vides mais extérieurement intactes les cellules qui les ont formés.

L'émission de ces zoïdes est sous la dépendance étroite du cycle des marées semble-t-il puisqu'en laboratoire les algues prélevées chaque jour dans la nature n'émettent ces zoïdes qu'une fois par mois et ce en début de période de vives eaux, indépendamment de la provenance des algues et donc des conditions de milieu.

Lorsque la période de maturité est atteinte, il suffit théoriquement, pour obtenir cette émission, d'exonder les algues pendant quelques minutes puis de les replonger dans de l'eau de mer fraîche et claire.

Les zoïdes, de couleur verte, sont constitués par deux types de cellules qui se différencient non seulement par le nombre de flagelles dont ils sont munis mais aussi et surtout par leur comportement. Ce comportement est, en fait, induit par la présence de ces flagelles qui permettent à la cellule de se mouvoir librement.

.../...

A partir de thalles morphologiquement identiques, on constate l'émission des deux types de zoïdes suivants :

- zoïdes à quatre flagelles.

Ces éléments sont capables de germer directement sans l'apport génétique d'une autre cellule. Ce sont donc des spores.

Ces zoïdes présentent un comportement grégaire et photonégatif qui les fait se rassembler en une sorte de nuage qui se dilate et se contracte rythmiquement tout en se déplaçant vers la zone la plus sombre du milieu.

La fixation de ces spores a lieu très rapidement, au bout de quelques minutes.

- zoïdes à deux flagelles.

Ces cellules ne sont capables de donner naissance à une plantule qu'après accouplement entre deux éléments de potentialité sexuelle différente (spermatozoïde et ovule) provenant de deux thalles distincts (mâle et femelle).

Ce sont donc des gamètes.

Ces cellules, de forme plus allongée, ont elles aussi un comportement grégaire mais contrairement aux spores elles sont positives.

Immédiatement après l'émission, ces gamètes se rassemblent en groupe près de la surface.

L'activité natatoire de ces cellules est fébrile, surtout pour les plus petites d'entre elles (les spermatozoïdes) qui paraissent plus clairs que les ovules.

On assiste, dès la fécondation, à un inversement du phototactisme. Les zygotes, alors munis de quatre flagelles, se comportent donc comme des spores.

La fixation de ces jeunes individus, ne pouvant s'effectuer qu'après la fécondation, est donc beaucoup plus lente que dans le cas des spores.

.../...

Ce cycle, de type digénétique isomorphe est donc constitué par une alternance entre un sporophyte diploïde ($2n$) provenant de la germination d'un zygote et d'un couple de gamétophytes haploïdes ($n = 13$ chromosomes) résultant de la germination des zoospores meiotiques formés dans le sporophyte.

Notons enfin que dans la nature les deux générations coexistent et qu'il existe environ la même proportion de gamétophytes que de sporophytes.

Dans le cadre de notre étude il est donc apparu nécessaire d'étudier séparément le taux de fécondité des deux générations ; la mutation éventuelle pouvant aussi bien intervenir au niveau de l'une des générations que sur l'ensemble du cycle.

2°- Méthodologie expérimentale

De nombreux jeunes thalles ont été prélevés dans la nature, en début de vives eaux, chaque mois de décembre à mars, et ce à Noirmoutier, Locquirec et St Quay Portrieux.

Au laboratoire, les thalles sur lesquels a porté le comptage des zoïdes ont été choisis pour leur bon état apparent, le pourtour de la fronde ne devant pas être dilacéré (cette dilacération indiquant que l'émission des éléments reproducteurs avait déjà eu lieu).

Chacune de ces frondes dont le poids frais se situe entre un et deux grammes a été lavée soigneusement puis immergée dans un petit bécher contenant 100 ml d'eau de mer.

Il est apparu que l'émission de ces zoïdes n'était pas systématique pour chaque thalle et que ce phénomène était le plus souvent très difficile à obtenir.

C'est la raison pour laquelle il n'a pas été possible de travailler chaque mois, sur plus de trois individus matures, l'observation du phénomène sur un tel petit nombre de frondes nécessitant parfois l'essai sur plusieurs dizaines.

Il est apparu qu'en règle générale, il était plus difficile d'obtenir l'émission des spores que celle des gamètes sans qu'il soit possible de donner une explication satisfaisante à cette constatation.

.../...

Une fois la ponte accomplie, chaque algue est sortie de son récipient puis débarassée de la frange blanchâtre qui s'est formée à la périphérie du thalle à la suite de l'émission des zoïdes (Cette frange est constituée par l'ensemble des membranes squelettiques des cellules dans lesquelles ces éléments se sont formés.).

L'algue est ensuite lavée puis séchée au moyen d'un papier absorbant avant d'être pesée au milligramme près.

Les zoïdes, quant à eux, sont tués au moyen d'une goutte de formol à 10 % afin d'empêcher la fixation (dans le cas des spores) mais surtout dans le but de ne pas permettre la formation du nuage précédemment décrit en homogénéisant les zoïdes dans l'eau de mer.

Ces derniers sont ensuite comptés au moyen d'un oculaire micrométrique, sous microscope, à partir de 10 prélèvements de 0,1 ml dilués 100 fois, seule la moyenne de ces 10 résultats étant à prendre en compte.

Le taux de fécondité du thalle est calculé en effectuant le rapport entre la valeur moyenne des comptages réalisés et le poids de l'algue en gramme. Naturellement le nombre total des zoïdes émis par l'algue peut être calculé en multipliant la valeur obtenue par 10^6 .

Il est apparu qu'un plus grand nombre d'algues en provenance de Noirmoutier étaient en mesure d'émettre leurs zoïdes au mois de décembre alors que ce phénomène apparaissait plus difficile à obtenir sur des algues récoltées dans les Côtes du Nord. Il semble qu'il ne faille voir là que l'influence des conditions de milieu.

3°- Résultats obtenus (Tableaux 29 à 38, Figure 34)

Les résultats que nous avons acquis ont été regroupés en dix tableaux et une figure. Alors que sur chacun des huit premiers tableaux apparaissent les valeurs obtenues pour un thalle de potentialité donnée, pour un mois donné, la figure et les deux derniers tableaux, eux, rassemblent toutes nos conclusions.

Ces tableaux synthétiques permettent de conclure que :

- les algues des Côtes du Nord n'ont pas un taux de fertilité supérieur à la moyenne tant pour les sporophytes que pour les gamétophytes,

.../...

- les sens de variation de ces taux de fertilité sont identiques indépendamment de la potentialité sexuelle,

- ces taux varient sans doute selon les conditions de milieu : chute continuelle à Noirmoutier, augmentation de décembre à janvier puis chute jusqu'en mars dans les Côtes du Nord,

- la chute du taux de fertilité est concomitant à celle de nombre de thalles fertiles.

Conclusion

A la suite de cette courte expérience qui aurait mérité d'être poursuivie sur tout un cycle annuel, mais tel n'était pas son but, il est apparu que le taux de fécondité des algues des Côtes du Nord n'avait rien d'exceptionnel.

Indépendamment de la potentialité sexuelle des Ulvacées, il est de 38 à Locquirec, 35 à St Quay Portrieux et 39 à Noirmoutier.

Ces valeurs très proches les unes des autres permettent donc de conclure qu'aucune mutation biologique affectant le pouvoir reproducteur des Ulves des baies de Lannion et de St Bieuc n'était intervenue et que les causes de l'envahissement estival des plages de ce département sont totalement étrangères aux algues elles-mêmes.

Thalle	Spo.	1	2	3	Moyenne	Nb/P
Locquirec	Nb	13	22	64	33	20,45
	P	1,604	1,832	1,407	1,614	
Saint Brieuc	Nb	62	19	26	35,67	22,45
	P	1,238	1,718	1,812	1,589	
Noirmoutier	Nb	78	72	59	69,67	38,92
	P	1,811	1,656	1,904	1,790	

Taux de fertilité de 18 thalles d'Ulves de potentialité
et de provenance diverses. Prélèvement de DÉCEMBRE

Gam. = Gamétophytes

Spo. = Sporophytes

Nb = Nombre de spores ou de gamètes émises. $\times 10^6$

P = Poids de l'algue fraîche après émission.

Nb/P = Taux moyen de fertilité des thalles.

Thalle	Gam.	1	2	3	Moyenne	Nb./P
Locquirec	Nb	103	119	76	99,33	60,24
	P	1,521	1,613	1,814	1,649	
Saint Brieuc	Nb	59	44	129	77,33	38,14
	P	1,720	1,902	1,989	1,870	
Noirmoutier	Nb	101	73	125	99,67	52,74
	P	1,677	2,019	1,974	1,890	

Tableaux 29 et 30

Thalle	Spo.	1	2	3	Moyenne	Nb/P
Locquirec	Nb	44	58	91	64,33	39,59
	P	1,553	1,802	1,521	1,625	
Saint Brieuc	Nb	51	63	79	64,33	39,56
	P	1,622	1,730	1,527	1,626	
Noirmoutier	Nb	71	29	82	60,67	32,94
	P	1,708	2,020	1,798	1,842	

Taux de fertilité de 18 thalles d'Ulves de potentialité
et de provenances diverses. Prélèvement de JANVIER

Gam. = Gamétophytes

Spo. = Sporophytes

Nb = Nombre de spores ou de gamètes émises. $\times 10^6$

P = Poids de l'algue fraîche après émission.

Nb/P = Taux moyen de fertilité des thalles.

Thalle	Gam.	1	2	3	Moyenne	Nb/P
Locquirec	Nb	109	96	79	94,67	54,13
	P	1,837	1,607	1,802	1,749	
Saint Brieuc	Nb	93	115	100	102,67	56,38
	P	1,938	1,906	1,618	1,821	
Noirmoutier	Nb	123	70	91	94,67	56,02
	P	1,708	1,405	1,927	1,690	

Thalle	Spo.	1	2	3	Moyenne	Nb / P
Locquirec	Nb.	63	33	22	39,30	22,85
	P	1,603	1,825	1,732	1,720	
Saint-Brieuc	Nb.	28	74	18	40	21,81
	P	1,827	1,931	1,745	1,834	
Noirmoutier	Nb.	11	31	81	41	22,58
	P	1,632	1,942	1,873	1,816	

Taux de fertilité de 18 thalles d'Ulves de potentialité
et de provenances diverses. Prélèvement FEVRIER

Gam. = Gamétophytes.

Spo. = Sporophytes.

Nb. = Nombre de spores ou de gamètes émises $\times 10^6$

P = Poids de l'algue fraîche après émission.

Nb/P = Taux moyen de fertilité des thalles.

Thalle	Gam.	1	2	3	Moyenne	Nb / P
Locquirec	Nb.	81	79	91	83,7	47,86
	P	1,659	1,748	1,836	1,748	
Saint Brieuc	Nb.	75	93	82	83,3	45,12
	P	1,749	1,879	1,913	1,847	
Noirmoutier	Nb.	112	81	68	87	50,02
	P	1,614	1,729	1,873	1,739	

Thalle	Spo.	1	2	3	Moyenne	Nb. P
Locquirec	Nb.	18	29	39	28,67	17,12
	P	1,832	1,459	1,730	1,674	
Saint Brieuc	Nb.	38	27	30	31,67	17,69
	P	1,783	1,765	1,823	1,790	
Noirmoutier	Nb.	21	33	34	29,33	17,89
	P	1,345	1,742	1,832	1,640	

Taux de fertilité de 18 thallas d'ulves de potentialité
et de provenances diverses. Prélèvement de MARS

Gam. = Gamétophytes

Spo. = Sporophytes

Nb. = Nombre de spores ou de gamètes émises $\times 10^6$

P = Poids de l'algue fraîche après émission.

Nb./P = Taux moyen de fertilité des thalles.

Thalle	Gam.	1	2	3	Moyenne	Nb./P
Locquirec	Nb.	81	49	63	64,3	41,56
	P	1,456	1,731	1,458	1,548	
Saint Brieuc	Nb.	65	68	63	65,33	40,48
	P	1,739	1,458	1,645	1,614	
Noirmoutier	Nb.	57	61	77	65	40,65
	P	1,633	1,421	1,743	1,599	

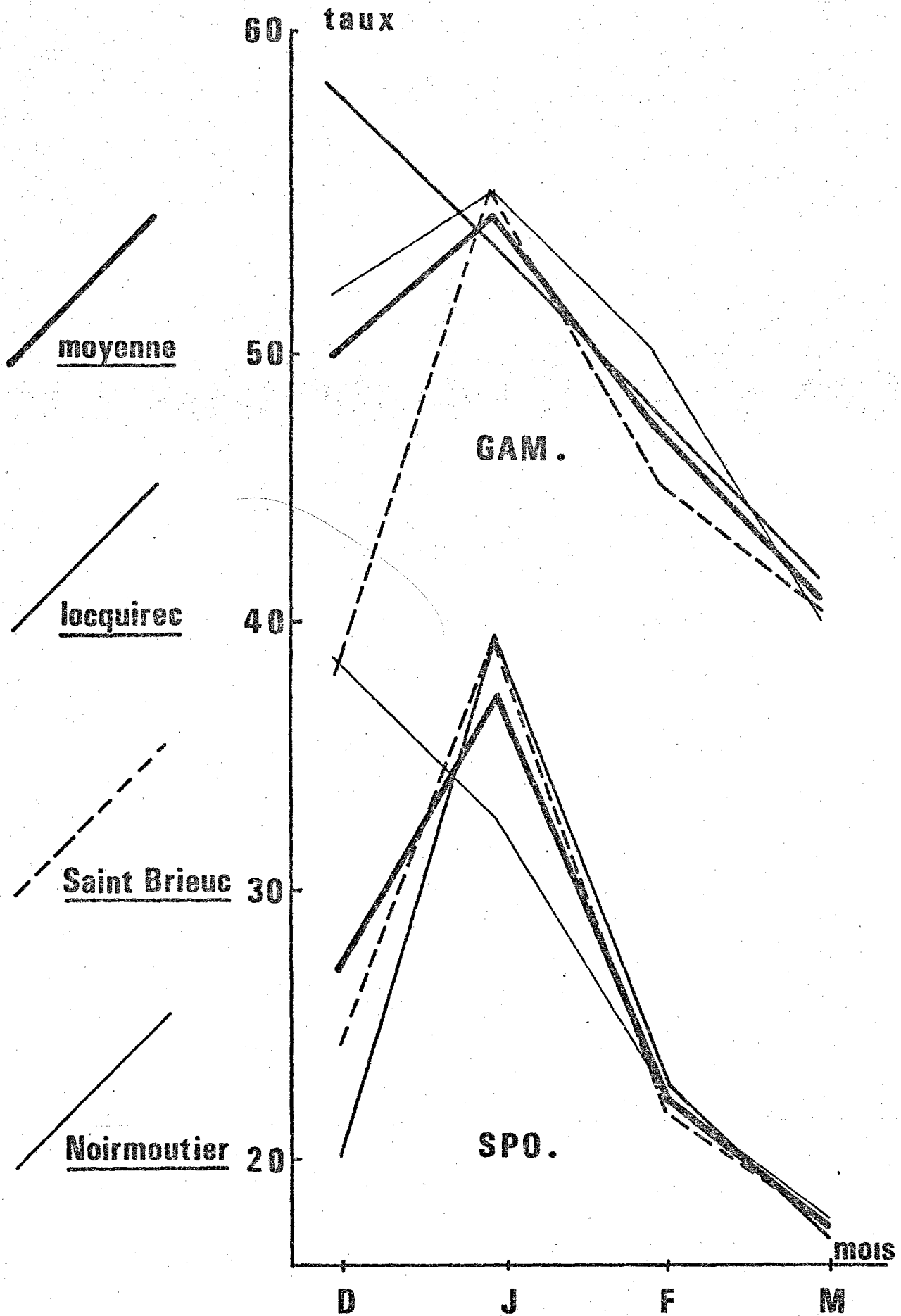
<u>Sporophytes</u>				
MOIS	Locquirec	Saint Brieuc	Noirmoutier	Moyennes
DECEMBRE	20,45	22,45	38,92	27,27
JANVIER	39,59	39,56	32,94	37,36
FEVRIER	22,85	21,81	22,48	22,41
MARS	17,12	17,69	17,89	17,56
Moyenne	25,00	25,38	28,08	

<u>Gamétophytes</u>				
MOIS	Locquirec	Saint Brieuc	Noirmoutier	Moyennes
DECEMBRE	60,24	38,14	52,74	50,37
JANVIER	54,13	56,38	56,02	55,51
FEVRIER	41,56	40,48	40,65	40,90
MARS	47,86	45,12	50,02	47,67
Moyenne	50,95	45,03	49,86	

TABLEAUX RECAPITULATIFS DES MOYENNES DES TAUX DE

FECONDITE.

Tableaux 37 et 38.



FLUCTUATIONS MENSUELLES DES TAUX MOYENS DE FECONDITE .

Fig. 34

C - RECHERCHES DES SELS NUTRITIFS DISSOUS

La position des champs d'algue, situés très près de la côte à proximité des lieux de déversement des eaux continentales riches en matières nutritives, (le Douron, les égouts de Locquirec en baie de Lannion et les égouts de St Quay Portrieux en baie de St Brieuc) nous a conduit à penser que l'origine du développement anarchique de ces Ulvacées était à rechercher à ce niveau.

1) Méthode de travail

a) Prélèvements

Les prélèvements d'eau de mer ont été réalisés au mois d'août 1975. Plutôt que d'utiliser des bouteilles à renversement, il nous a paru plus simple de travailler en plongée. La technique que nous avons utilisée est, en effet, élémentaire.

Le bateau ancré sur le point de prélèvement choisi, un plongeur s'est mis à l'eau en emportant une fiole de plastique. Une fois arrivé au fond, il lui a suffi d'ouvrir le flacon le plus près possible du fond en prenant garde cependant de ne pas aspirer le sédiment. Les échantillons une fois remontés ont été formolés et placés dans une glacière jusqu'au retour au port (moins d'une heure après), puis congelés en attendant d'être analysés.

Nous avons ainsi prélevé 20 échantillons d'eau de mer en dix points différents, soit 2 échantillons par point ; un premier réalisé à marée haute et un second à basse mer (voir la carte, Figure 35).

b) Traitement

Teneur en phosphates

La détermination a été faite à l'aide de l'autoanalyseur TECHNICON à partir de la formation du complexe bleu phosphomolibdique analysé par un colorimètre travaillant à une longueur d'onde de 885 nm.

Ce complexe est obtenu en additionnant une solution acidifiée de molybdate d'ammonium à de l'acide ascorbique et à une petite quantité d'antimoine (tartrate).

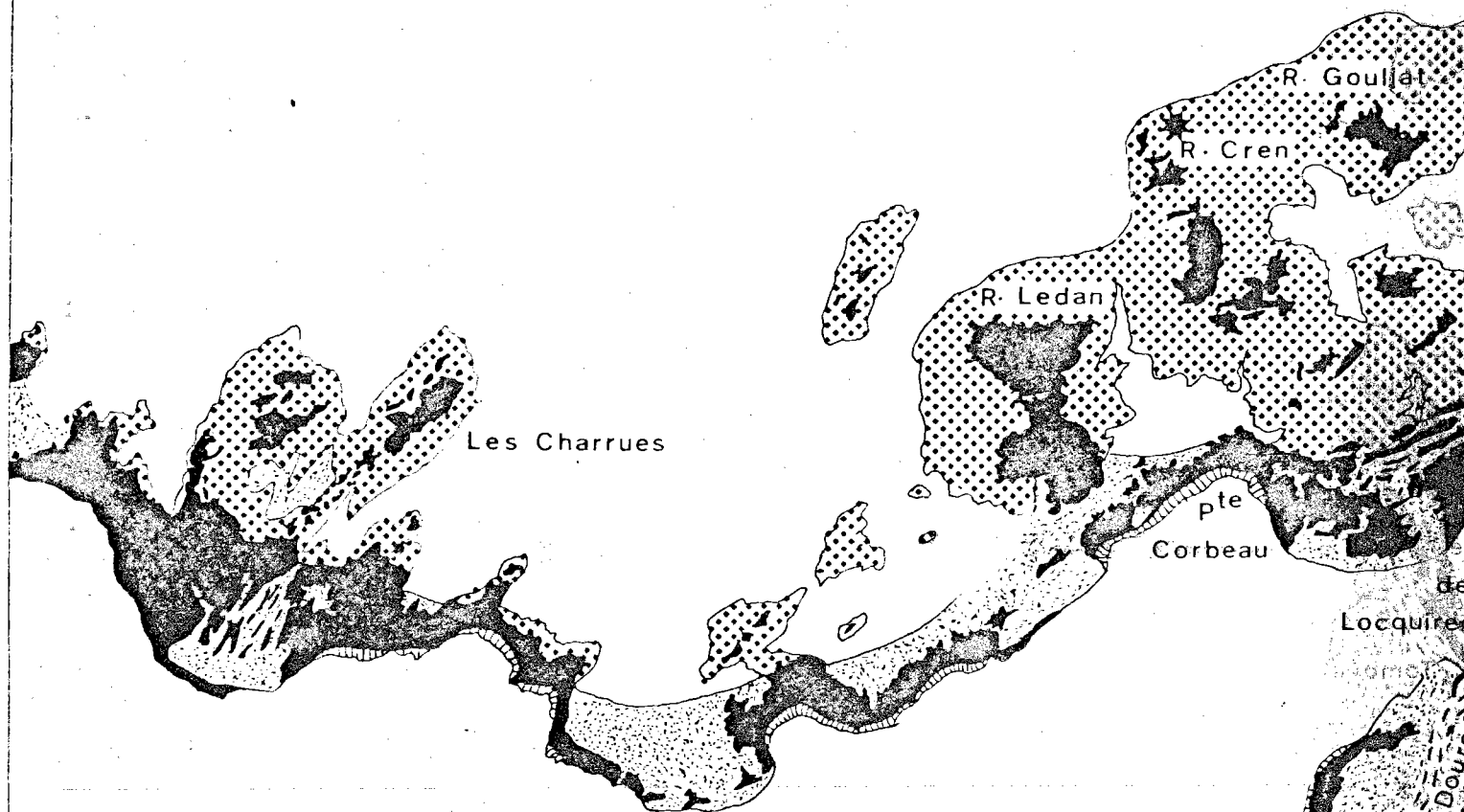
Teneur en nitrates

L'évaluation de la teneur en nitrates est effectuée, avec le même autoanalyseur, de la façon suivante.

.../...



Les Boeufs



PARTIE OUEST DE LA BAIE DE LANNION

POSITION DES CHAMPS D'ULVES



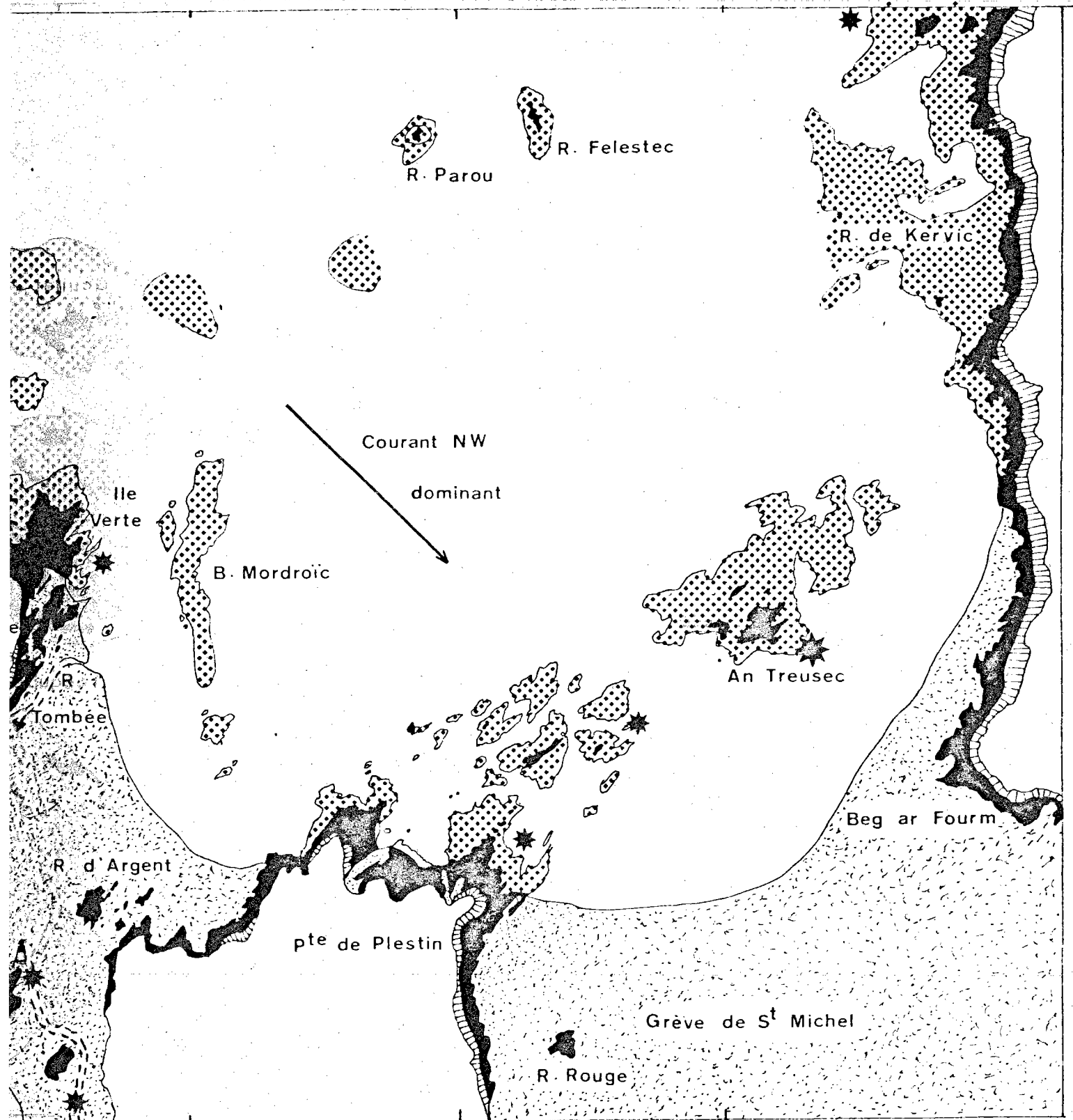
Récif découvrant



Plateau rocheux sous marin



Sable



ion des 10 points de prélèvement

FIGURE 35

III

L'eau de mer de l'échantillon est additionnée de chlorure d'ammonium et dirigée à travers une colonne contenant des granules de cadmium et des copeaux de cuivre. Les nitrates passent alors à l'état de nitrites qui sont révélés par le N-naphtyl-1-éthylène diamine- dichlorhydrate avec lequel ils donnent une coloration rose. L'intensité de cette coloration, analysée par le colorimètre travaillant à une longueur d'onde de 540 nm, permet de calculer la teneur en nitrites et par voie de conséquences en nitrates.

2- Position des points de prélèvement (Fig. 35).

Le premier des dix points de prélèvement est situé au NW de la roche Cren, c'est-à-dire, en dehors de toute influence terrigène.

Les points 2 à 9 ont été choisis sur les champs mêmes ou dans la rivière de Locquirec : le Douron; ces points se répartissent ainsi :

un point de prélèvement a été réalisé sur le champ situé le plus à l'ouest, en face de l'émissaire de Locquirec,

deux autres prélèvements ont été effectués sur le grand champ situé près du tombant Est de l'Ile Verte,

deux points ont été choisis dans le lit même de la rivière, l'un d'entre eux étant situé très en amont,

Les prélèvements sur le dernier champ, celui de An Treusec et de la pointe de Plestin, ont été réalisés sur trois points différents : l'un près de cette dernière pointe, l'autre près du tombant sud du récif, le troisième étant situé entre ces deux points.

Le dernier prélèvement enfin a été fait au nord-ouest de la pointe de Séhar.

3- Résultats obtenus

Les résultats que nous avons acquis sont regroupés dans le tableau 39.

Il apparaît donc que si les taux de nitrates ne sont importants qu'à proximité même du Douron, les taux de phosphates, eux, sont partout très élevés, entraînant un déséquilibre du milieu.

.../...

Point	Marée	Teneur NO_3	Teneur PO_4
1	Hm	0	0,69
	Bm	0	0,73
2	Hm	0	0,63
	Bm	0,1	0,66
3	Hm	0	0,63
	Bm	0,1	1,04
4	Hm	0,1	0,66
	Bm	0,1	1,32
5	Hm	17,8	0,73
	Bm	75	2,64
6	Hm	22,9	0,68
	Bm	73,8	1,32
7	Hm	52,4	0,63
	Bm	0	0,80
8	Hm	0	0,69
	Bm	0,1	0,52
9	Hm	0,1	0,87
	Bm	0	0,59
10	Hm	6,1	1,08
	Bm	0	0,85

TABLEAU 39

(les teneurs sont exprimées en micro-atomes grammes par litre)

On remarquera que les teneurs en sels nutritifs sont plus élevées à basse mer qu'à haute mer ce qui semble logique, les eaux continentales n'ayant pas alors la possibilité de se mélanger avec les eaux océaniques avant de baigner les champs d'algues.

Cependant, il est intéressant de constater que même pendant la haute mer, les teneurs en phosphate restent partout très élevées. Ce phénomène est sans doute causé par le courant circulaire existant en baie de Lannion qui en fait, hydrologiquement, une baie presque fermée où l'on assiste à un phénomène d'accumulation des sels nutritifs entraînant rapidement une légère eutrophysation du milieu qui s'aggrave petit à petit.

A ce déséquilibre des conditions de milieu vient s'ajouter une grave rupture d'un maillon de la chaîne alimentaire. Du fait de l'importance excessive de la pêche à pied, les ulves n'ont en effet plus de prédateurs naturels susceptibles de contenir la population algale dans des limites acceptables.

D - INFLUENCE DE LA PECHE A PIED

Les effets de la pêche à pied, sur le milieu, sont à rechercher à plusieurs niveaux.

La disparition progressive des bigorneaux -Littorina litorea- (sur les champs d'Ulves des baies de Lannion et de St Brieuc) apparaît comme la conséquence la plus directe d'une pêche trop intensive. Ces mollusques dont le biotope correspond très exactement à celui de l'algue verte Ulva lactuca est l'un des principaux prédateurs des Ulves. Les littorines constituent une proie très recherchée par les pêcheurs à pied qui, pour récolter ces gastéropodes, retournent à chaque marée les blocs de rochers qui les abritent.

Les algues qui se développaient sur ces roches vont donc se décomposer en consommant de l'oxygène et en libérant de l'hydrogène sulfuré tout en cédant au milieu les sels nutritifs accumulés.

Ces modifications des conditions de milieu sont particulièrement défavorables à toutes les espèces benthiques qui subissent ainsi très durement les effets secondaires de la pêche à pied.

De plus, les pêcheurs à pied qui retournent sans cesse les pierres empêchent la fixation d'algues à cycle long (Laminaires et certaines algues rouges). Dans ces conditions, seules certaines algues à cycle court et particulièrement les Ulves, parviennent à se développer. Les spores de celles-ci ne rencontrant pas de concurrence, se développent rapidement et provoquent l'extension des champs ou l'augmentation de la densité de ceux-ci.

On constate donc à quel point l'aspect destructeur de la pêche à pied est exacerbé sur les champs d'ulves des Côtes du Nord.

Cette activité constitue donc à elle seule une cause non négligeable de la prolifération des algues vertes. Son interdiction devrait apporter une amélioration sensible de cet état de fait.

III.- CONCLUSION

Dans un but de clarification de nos conclusions, il est indispensable de bien faire la distinction entre ces deux aspects du phénomène, indépendants l'un de l'autre, et dont l'envahissement des plages n'est que la résultante.

Il est donc nécessaire de séparer les causes de l'envahissement de l'estran par les épaves d'Ulves des raisons du développement anarchique de celles-ci.

A- CAUSES DE L'ENVAHISSEMENT DE L'ESTRAN PAR LES EPAVES D'ALGUES VERTES.

a) Taux d'arrachage

L'étude des variations comparées des fréquences poids des populations d'Ulves des Côtes du Nord et de Noirmoutier nous a permis de mettre en évidence un taux d'arrachage des thalles fixés particulièrement élevé en baie de Lannion et de St Brieuc. Ce phénomène aggravant n'est cependant pas fondamental en regard de l'importance de la courantologie.

b) Courantologie

L'étude courantologique comparée que nous avons menée nous a conduit à démontrer que le déplacement circulaire des masses d'eaux benthiques, à l'intérieur des baies de Lannion et le Locquirec, était responsable de l'échouage des épaves d'algues vertes puisque 30 % des algues arrachées au niveau des champs se déposaient sur les plages au fond des baies, alors que ce chiffre n'était que de 0,14 % pour l'ensemble des champs situés le long de la côte Est du Cotentin.

Il est apparu, de plus, qu'il existait, pour les champs d'Ulves des Côtes du Nord, une relation étroite entre la densité des champs **et** le taux d'échouage des Ulves ; plus le champ est dense plus le pourcentage d'algues échouées, provenant de ce champ est important.

.../...

B - CAUSES DU DEVELOPPEMENT ANARCHIQUE DES ULVACEES

La prolifération anarchique des Ulvacées résulte de l'action conjuguée de nombreux facteurs d'origines très diverses tant physique que chimique ou que biologique .

a) Facteurs d'origine physique

La modification profonde de la bathymétrie des baies de Lannion et de St Brieuc est sans doute responsable, en partie, du développement spectaculaire des Ulvacées. Cette modification est essentiellement due au déplacement vers l'ouest des bancs de sable. Ce bouleversement du profil bathymétrique de la baie provoque l'ensablement progressif des chaussées rocheuses de la partie ouest, et secondairement, la disparition des herbiers et des champs de Laminaires ainsi que l'apparition des Ulves qui, s'accommodant plus facilement d'un substrat relativement instable, ont pu se développer de façon anarchique en ne rencontrant plus de concurrence au niveau de la fixation des spores.

b) Facteurs d'origine chimique

S'il nous est apparu que les modifications de la bathymétrie des baies de Lannion et de St Brieuc étaient en partie responsables de la prolifération des Ulves , nous avons également pu mettre en évidence l'influence prépondérante que pouvait avoir le déséquilibre des conditions de milieu.

La position des champs d'Ulves (tous situés soit directement dans l'axe des points de rejet terrigènes riches en sels nutritifs nitrates et phosphates principalement, soit dans l'est de ces points c'est-à-dire en aval par rapport au courant dominant) ainsi que la variation de la densité de ceux-ci (diminution en relation directe avec l'éloignement des points de rejets terrigènes) nous a fait soupçonner l'origine continentale de cette nuisance.

C'est la raison pour laquelle nous avons jugé nécessaire d'effectuer toute une série d'analyses de la qualité des eaux en baie de Lannion. (Nous n'avons pas répété ces analyses en baie de St Brieuc, les résultats ayant été fournis par la suite lors de la mise en place du Réseau d'Observation de la qualité du Milieu Marin). Les résultats obtenus étant particulièrement parlants nous avons pu conclure qu'il existait, en baie de Lannion, une certaine eutrophysation des eaux due à une forte augmentation des teneurs en sels nutritifs ; cette eutrophysation étant sans nul

doute provoquée par l'existence d'un courant circulaire établi à l'intérieur de ces baies. Ce courant permet aux sels nutritifs, particulièrement aux phosphates, de se concentrer et d'atteindre des taux très élevés, les eaux n'étant que faiblement renouvelées.

En laboratoire nous avons pu établir la relation existant entre ces pourcentages anormaux de sels nutritifs et l'accélération de la croissance des Ulves, mettant ainsi directement en relation l'origine primaire du phénomène et sa manifestation.

c) Facteurs d'origine biologique

Les longues études de laboratoire que nous avons entreprises ont permis de démontrer qu'aucune mutation biologique n'avait affecté les Ulves des Côtes du Nord. Ces algues ont une croissance et un pouvoir reproducteur tout à fait comparable à celui des Ulves provenant d'une zone témoin.

Par contre, nous avons pu mettre en évidence le déséquilibre causé par la disparition des Littorines qui, par l'insuffisance de leur nombre, ne parviennent ni à contenir l'extension des champs d'Ulves ni à en limiter la densité. Les résultats d'un complément d'étude portant sur l'action précise de ces prédateurs doivent être fournis ultérieurement.

C - MOYENS DE LUTTE PRECONISES

Les causes de l'envahissement des plages étant à rechercher à deux niveaux, il en va naturellement de même quant aux moyens de lutte.

a) Lutte contre les causes primaires du phénomène

Les seuls facteurs sur lesquels il soit possible d'agir sont à rechercher au niveau de la qualité des rejets terrigènes et de la protection de l'écologie benthique de l'estran.

Tant en baie de Lannion qu'en baie de St Brieuc les rejets continentaux sont de trois types :

En premier lieu on trouve les égouts des villes côtières. Seul l'établissement de stations d'épuration très élaborées sera en mesure d'enrayer la dégradation de la qualité des rejets. Ces stations devront être en mesure de traiter des eaux usées dont le volume est susceptible de varier considérablement (la population estivale décuplant la population autochtone). De plus elles devront être capable de neutraliser les nitrates

.../...

et les phosphates ce qui entraîne la construction d'unités de traitement des eaux particulièrement complexes, dont le coût devient immédiatement important.

On remarque qu'en second lieu, les quelques rivières qui se déversent dans ces baies ont un bassin situé en pleine zone agricole. Les sels nutritifs dont ces eaux sont très chargées proviennent en grande partie des engrais répandus sur le sol tout au long de l'année mais aussi de l'infiltration des lisiers d'origine animale. Le département des Côtes-du-Nord étant le premier de France quant à l'élevage du porc, il apparaît donc qu'à ce niveau encore, seule la construction de stations d'épuration très complexes, installées au niveau de l'estuaire, pourrait permettre de réduire l'importance du phénomène. Cette solution n'est naturellement pas envisageable.

Le troisième type de rejet terrigène, enfin, est constitué par le déversement de la nappe phréatique. Il est certain qu'à cet échelon aucune action n'est possible si ce n'est au niveau même de la source en sels minéraux, c'est-à-dire au niveau de chaque municipalité, de chaque exploitation agricole. La thérapeutique n'est alors plus en proportion du mal, et seul un respect strict de la réglementation actuelle peut permettre d'espérer contenir cette nuisance dans des limites tolérables.

On constate donc que la lutte contre les causes primaires du phénomène de marée verte suppose des crédits très importants sans qu'il soit possible de garantir totalement l'efficacité des réalisations projetées qui ne pourront de toute façon réduire l'importance du phénomène que très partiellement.

b) Lutte contre les Ulves

S'il apparaît illusoire de lutter efficacement contre les causes primaires du phénomène de marée verte, il semble que, par contre, il soit possible d'agir au niveau des Ulves. La destruction des algues peut avoir lieu lorsque celles-ci sont encore en place sur les champs, ou plus tard lorsque les cordons littoraux d'épaves sont déjà formés.

.../...

- destruction des algues sur les champs

Il semble que ce soit à ce niveau que les moyens de lutte contre ce phénomène soient les plus efficaces. Bien que les travaux soient en cours il apparaît que les Littorines (1) consomment de grandes quantités d'Ulves et qu'ainsi ces mollusques pourraient être déversés sur les champs dès le printemps afin qu'ils broutent les jeunes Ulves sans leur laisser le temps d'assurer leur reproduction. Les conclusions définitives de cette étude précise seront fournies ultérieurement.

Quant aux possibilités de récolte des algues, on s'était posé la question de savoir s'il n'était pas préférable de les ramasser avant qu'elles ne se détachent du substrat. La très forte croissance des Ulves (qui doublent de poids en moins d'un mois) nous a fait subordonner notre réponse à la durée de vie pélagique de celles-ci. En cas de vie pélagique particulièrement longue il eût peut-être, en effet, été préférable de récolter les algues sur les champs mêmes (le tonnage à enlever étant alors beaucoup plus faible sur les champs que sur les plages). Sachant maintenant que la vie pélagique des algues vertes est de l'ordre de quelques jours, nous pouvons considérer comme faible leur croissance durant cette période. En conséquence, le coût du ramassage des ulves est sans doute bien inférieur lorsqu'il est fait sur les lieux d'échouage que s'il nécessite l'affrètement de navires spécialisés pour aller récolter les ulves en mer.

- destruction des algues sur les plages

Il s'agit là d'un problème d'ingénierie et d'économie pour lesquels l'ISTPM n'est pas compétent. Il est cependant certain que le ramassage tel qu'il est pratiqué actuellement est indispensable. Si les algues étaient laissées à pourrir sur la plage, les sels nutritifs qu'elles contiennent retourneraient à la mer contribuant ainsi au développement de nouvelles générations d'Ulvacées. Nous ne pouvons donc que préconiser, pour l'instant, la poursuite des opérations de nettoyage des plages souillées, en attendant qu'une solution soit offerte qui utiliserait les prédateurs naturels des algues vertes. Le ramassage des algues est d'ailleurs indispensable, même en dehors de la saison touristique, et l'utilisation d'une machine spéciale est à souhaiter, les méthodes actuelles prélevant sur les plages plus de sable que d'algues vertes !

...

(1) Les littorines sont les "bigorneaux" comestibles que beaucoup apprécient.

BIBLIOGRAPHIE

- BAUDRIMONT (R.), 1961 .- Influence de divers milieux de culture sur le développement de quelques Ulvacées.- Le Botaniste, 44 : 77-192.
- BOLD (H.C.), 1942 .-The cultivation of algae.- Bot. Rev., 8 : 69-138.
- CAURO (R.), 1958 .-Sur la reproduction et le développement de quatre Ulvacées du Maroc.- Le Botaniste, 42 : 89-129.
- DANGEARD (P.), 1959 .-Recherches sur quelques Ulvas des côtes françaises.- Le Botaniste, 43 : 119-133.
- DE VALERA (M.), 1940 .-Note on the difference in growth of Enteromorpha Species in various culture media.- Fysiogr. Sällsk Förrhandl, Bd 10, Lund.
- EHRHARDT (J.P.), 1968 .-Note pour l'identification biologique des eaux polluées marines et saumâtres.- Rev. Corps Sante Armées, 9 (1), 89-103.
- FOREE (E.G.), 1971 .- The extent of nitrogen and phosphorus regeneration from decomposing algae.- Proc. 5th Intern. Water polution Res. Conf. Pergamon press.
- GAYRAL (P.), 1960 .-Premières observations et réflexions sur les Ulvacées en culture.- Le Botaniste, 43 : 85-100.
- GAYRAL (P.), 1963 .-Résultats concernant la reproduction et la culture en laboratoires d'Ulva fasciata.- Proceed 4th Intern. Seaweed Symp. Pergamon Press.
- GAYRAL (P.) et DANGEARD (P.), 1958 .-Observations sur le développement d'une Ulva de la côte Atlantique du Maroc.- Compte rendu Acad. Sci. 247 : 386-398.
- KYLIN (A.), 1943 .-The influence on trace elements on the growth of Ulva lactuca.- Fysiogr. Sällsk. Förrhandl., Bd. 13, Lund.

- KYLIN (A.), 1944.- The Nitrogen source and the influence of manganese on the nitrogen assimilation of Ulva lactuca.- Fysiogr. Sällsk. Förhandl., Bd. 15, Lund.
- LEVRING (T.), 1946.- Some culture experiments with ulva and artificial sea water.- Kgl. Fysiograf. Sällsk. i Lund Forch., 15 : 45-46.
- NASR (A.H.), 1970.- Effect of certain trace elements and soil extract on some marine algae.- Hydrobiologia, Vol. 36 : 53-70.
- PATIL (B.A.), 1967.- Seasonal variations in chemical composition of Ulva lactuca in sea water.- Indian J. exp. Biol., Vol. 5 : 236-238.
- PEREZ, 1970.- Répartition des grands champs d'algues brunes sur les côtes françaises de la Manche occidentale.- Science et Pêche n° 226.
- PROVASOLI (L.), 1957.- The development of artificial media for marine algae.- Arch. Mikrobiol., 25 : 392-428.
- RIZZI LONGO (L.), 1974.- Le Ulvales e la vegetazione nitrofila del Mediterraneo.- Quaderni Lab. Tecnol. Pesca, 5 Vol., 2, n° 1, 62 p.
- SAUVAGEAU (C.), 1922.- Nuisances due to excessive growth of green seaweeds in sewage polluted estuaries with special reference to Belfast Pough.- Royal Commission on sewage disposal 7th report Vol. 2 London.
- SMITH (G.), 1947.- On the reproduction of some Pacific coast species of Ulva.- Amer. J. Bot. 34 : 80-87.
- VINCENT (Y.), 1966.- Etude comparée de deux espèces du genre Ulva : Ulva lactuca et Ulva rigida.- D.E.S. Fac. des Sciences de CAEN.
- WAITE (T.), 1972.- The effect of nutrient fertilization on the benthic algae Ulva lactuca.- Bot. Mar., Vol. XV : 151-156.
-