

BIOMASSES D'ULVES
EN BAIE DE SAINT-BRIEUC

Jean-Yves PIRIOU

DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT
LITTORAL ET GESTION DU MILIEU
MARIN

Etude cofinancée par le Conseil Général des Côtes-du-Nord

EXCLU DU PR

IFREMER

IFREMER - Centre de BREST
BP. 70 - 29263 PLOUZANE
Tél 98 22 40 40 - Télex 940627 F

DERO. EL-89.26

Décembre 1989

N 600 PIR B

IFREMER
Centre de Brest
S.D.P.
B.P. 70
29280 PLOUZANE
Tél. : 98.22.40.40 - Téléx : 940 627

DIRECTION ENVIRONNEMENT
ET RECHERCHES OCEANIQUES

DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT LITTORAL

AUTEUR(S) : PIRIOU Jean-Yves	CODE : DERO 89/26 EL N°
TITRE : BIOMASSES D'ULVES EN BAIE DE ST-BRIEUC.	Date : Décembre 1989 Tirage nb. : 40 Nb pages : 21 Nb figures : 13 Nb photos : 0
CONTRAT (intitulé) IFREMER - CEVA Pleubian pour le Conseil Général N° 89 2 43 5024 des Cotes-du-Nord DERO-EL	DIFFUSION Libre [X] Restreinte [] Confidentielle []

RESUME : Le stock maximal d'ulves en place dans le sud de la baie de St-Brieuc s'est situé à 25 000 tonnes en 1986, à 11 500 tonnes en 1988 et 5 400 tonnes en 1989. L'évolution favorable des conditions hydroclimatiques printanières est fortement responsable de ces chutes de biomasse. Cependant, l'augmentation régulière des concentrations moyennes en azote (facteur limitant) dans les apports littoraux, fait peser des risques de nette reprise de prolifération d'ulves dans les années prochaines. D'après le modèle prédictif validé en 1989, une déphosphatation très poussée (50 % des apports totaux) devrait réduire de 20 à 25 % la biomasse globale.

ABSTRACT : In recent years, large quantities of green algae (*Ulva* sp.) had accumulated and decayed on the southern shores of the Bay of St-Brieuc (Brittany - France). Maximum standing stock has been evaluated to 25 000 tons, 11 500 tons and 5 400 tons respectively for the years 1986, 1988 and 1989. Unusual low rainfall and river flow in the springtime period seem to be responsible for this observed decreased of biomass.

Nevertheless, progressively increasing average concentrations of nitrogen (limiting factor) measured in terrestrial inputs may cause an enhancement of excessive growth and accumulation of *Ulva* in the forthcoming years.

Results of a predictive numerical model validated in 1989, show that a reduction of the phosphorus inputs by 50 % might lead to a decrease of 20 to 25 % of the total biomass of *Ulva*.

Mots-clés : Ulve, biomasse, azote, déphosphatation.

Key words : *Ulva*, biomass, nitrogen, phosphorus;

S O M M A I R E

Introduction	1
1. Croissance des ulves en 1989	1
1.1. Méthode	1
1.2. Résultats	3
2. Biomasse totale d'ulves en 1989	3
2.1. Méthode	3
2.2. Résultats	3
3. Les alimentations en flux nutritifs	8
3.1. En 1988	8
3.2. En 1989	10
3.3. Comparaisons flux-biomasse	10
3.4. Comparaison production-ramassage	14
3.5. Utilisation du modèle numérique	18
Conclusion	19
Bibliographie	20

BIOMASSES D'ULVES EN BAIE DE ST-BRIEUC

par J.Y. PIRIOU

Introduction

La présente étude est financée pour moitié par l'IFREMER dans le cadre de son programme ULVES et pour moitié par le Conseil Général des Côtes-du-Nord (par l'intermédiaire du CEVA-Pleubian) dans le cadre du suivi de l'impact de la déphosphatation sur l'évolution de la marée verte en baie de St-Brieuc. Son but est d'estimer la biomasse maximale d'ulves produite en 1989 dans la partie sud de la baie. Sur la base des données de flux fournies par la DDE-CIPOLMAR et des résultats des études de biomasse d'ulves effectuées par l'IFREMER en 1986, 1988 et 1989, une tentative de corrélation entre les flux de sels nutritifs et les productions d'ulves est enfin établie.

1. Croissance des ulves en 1989

Pour estimer la date et la valeur de la biomasse d'ulves maximale annuelle, on combine le suivi quantitatif de la croissance des ulves *in situ* avec une estimation, à un jour donné, de la biomasse totale présente sur l'estran.

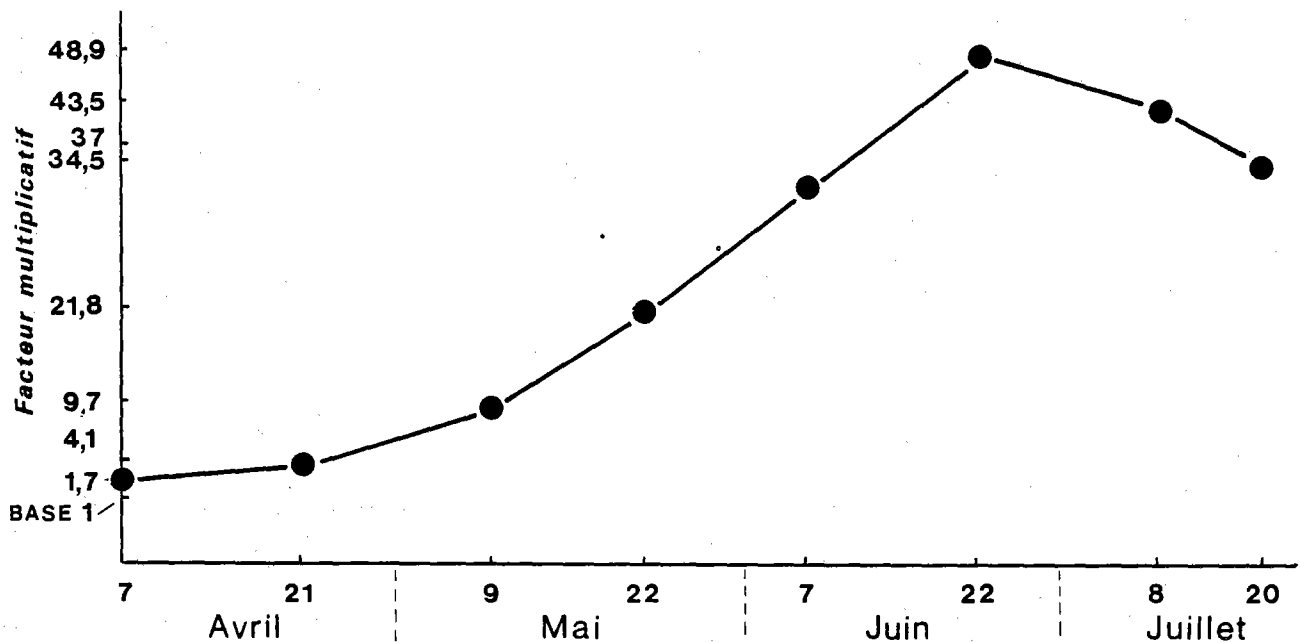
1.1. Méthode

Des poches perforées, fixées entre des bouchots distants de 10 m, sont installées de manière à ce qu'elles puissent flotter à marée haute et reposer sur le sable humide quand la mer se retire. On introduit des ulves humides (sorties de l'eau) qui sont laissées à égoutter pendant exactement une minute et pesées sur place au moyen d'une balance romaine. Ce procédé est utilisé scrupuleusement à chaque mesure. Les pesées sont faites toutes les deux semaines entre le 23 mars et le 20 juillet 1989 (tabl. 1). A chaque fois, trois nouvelles poches perforées sont mises en place. En général, les anciennes sont enlevées ou vidées. Il arrive que certains sacs disparaissent ou soient retrouvés percés, ce qui explique la variation du nombre de pesées retenues.

Tableau 1 : Etude de la croissance des ulves en pochons.
Fond de la baie de Saint-Brieuc.
Evolution des biomasses d'ulves fraiches en pochons.

23/03/89	7/04/89	21/04/89	9/05/89	22/05/89	7/06/89	22/06/89	8/07/89	20/07/89
200 g → 230 g								
150 g → 170 g								
250 g → 280 g								
	200 g → 320 g							
	200 g → 360 g							
	400 g → 600 g							
		250 g → 560 g						
		200 g → 460 g						
		150 g → 425 g						
			200 g → 450 g					
			300 g → 675 g					
				250 g → 400 g → 520 g → 450 g				
					200 g → 320 g → 300 g			
						300 g → 250 g		
						250 g → 220 g		
	x1,13	x1,50	x2,37	x2,25	x1,60	x1,40	x0,91	x0,82

Figure 1 : Evolution de la croissance pondérale des ulves en baie de Morieux au printemps 1989.



Le facteur multiplicatif moyen entre deux mesures est calculé en divisant la somme des biomasses obtenues au bout du temps t par la somme des biomasses au temps t_0 . Il est alors possible de tracer la courbe de croissance des ulves au cours de l'année (fig. 1).

1.2. Résultats

La croissance maximale s'est faite du 21 avril au 22 mai, plus tôt que les autres années, grâce à de meilleures conditions de température de l'eau et d'éclairement. Le taux de croissance a ensuite diminué jusqu'au 22 juin, date à laquelle les ulves ont subi un arrêt de croissance dû à une destruction des pigments chlorophylliens à la suite de stress lumineux prolongés (LEVASSEUR, 1986) ainsi qu'à une limitation par le CO_2 (PIRIOU et DUVAL, 1990).

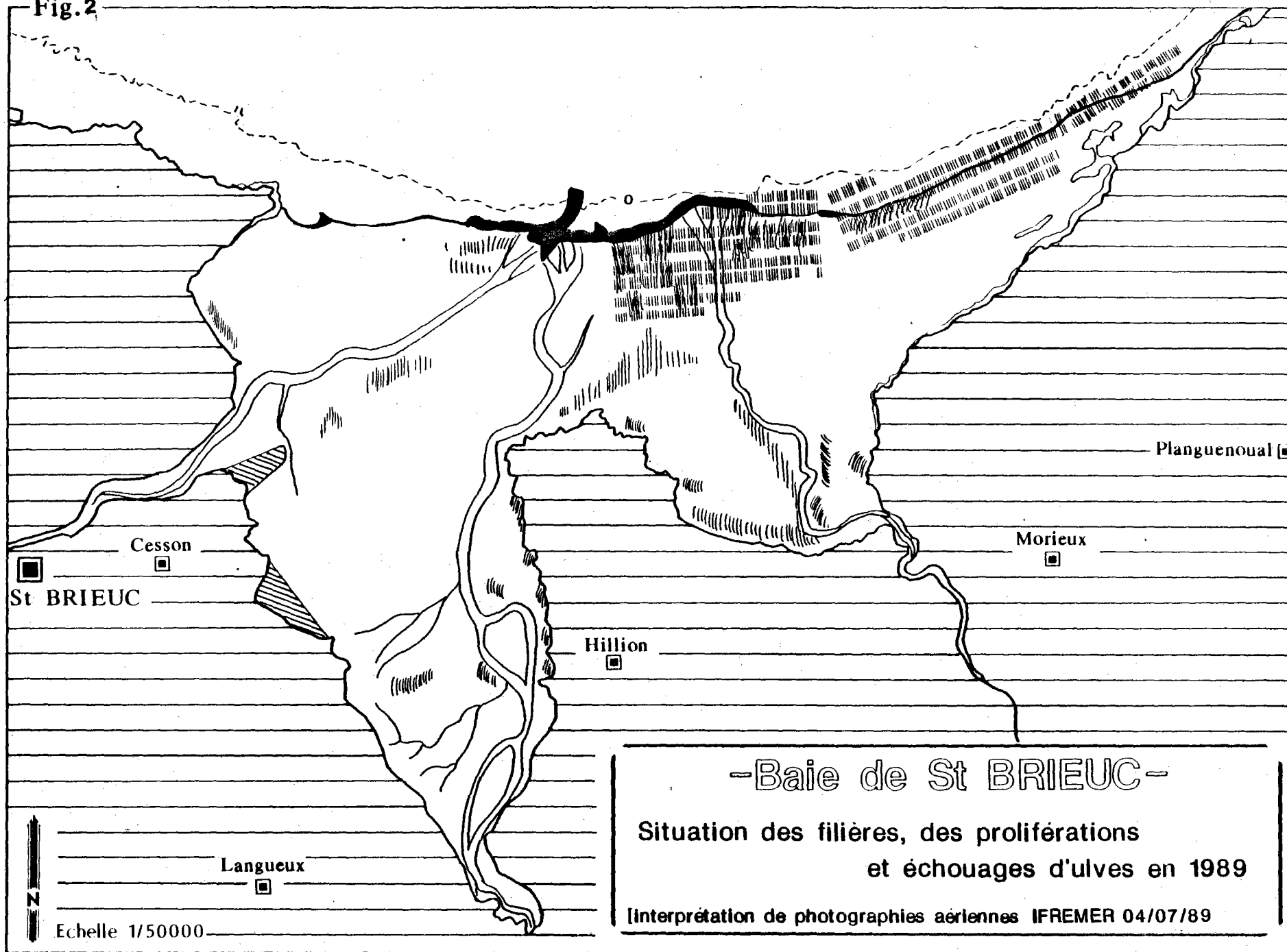
2. Biomasse totale d'ulves en 1989

2.1. Méthode

Le 4 juillet 1989 (coefficient de marée 82) l'IFREMER a effectué un survol aérien sur la baie de Morieux et l'anse d'Yffiniac, aux alentours de la basse mer. A 8 400 pieds d'altitude, des photographies ont été prises sur des transects orientés d'est en ouest, à intervalles réguliers, de façon à ce que les clichés se superposent au moins de moitié. Le plan de vol a aussi prévu que les sept transects photographiques se chevauchent les uns les autres.

Simultanément, une dizaine de personnes (CEVA-Pleubian) ont effectué des pesées dans les différentes strates d'ulves à des endroits repérables. L'assemblage de la mosaïque de photographies, réalisé par l'IFREMER, permet d'avoir une vue d'ensemble de l'estran découvert et des échouages (fig. 1) : les différentes strates ont été délimitées d'après l'intensité colorimétrique des ulves et suivant les données de pesées (fig. 2). La superficie de chaque strate a été évaluée au planimètre, de façon à pouvoir déterminer la biomasse globale d'ulves fraîches le jour de la prise de vue.

Fig. 2

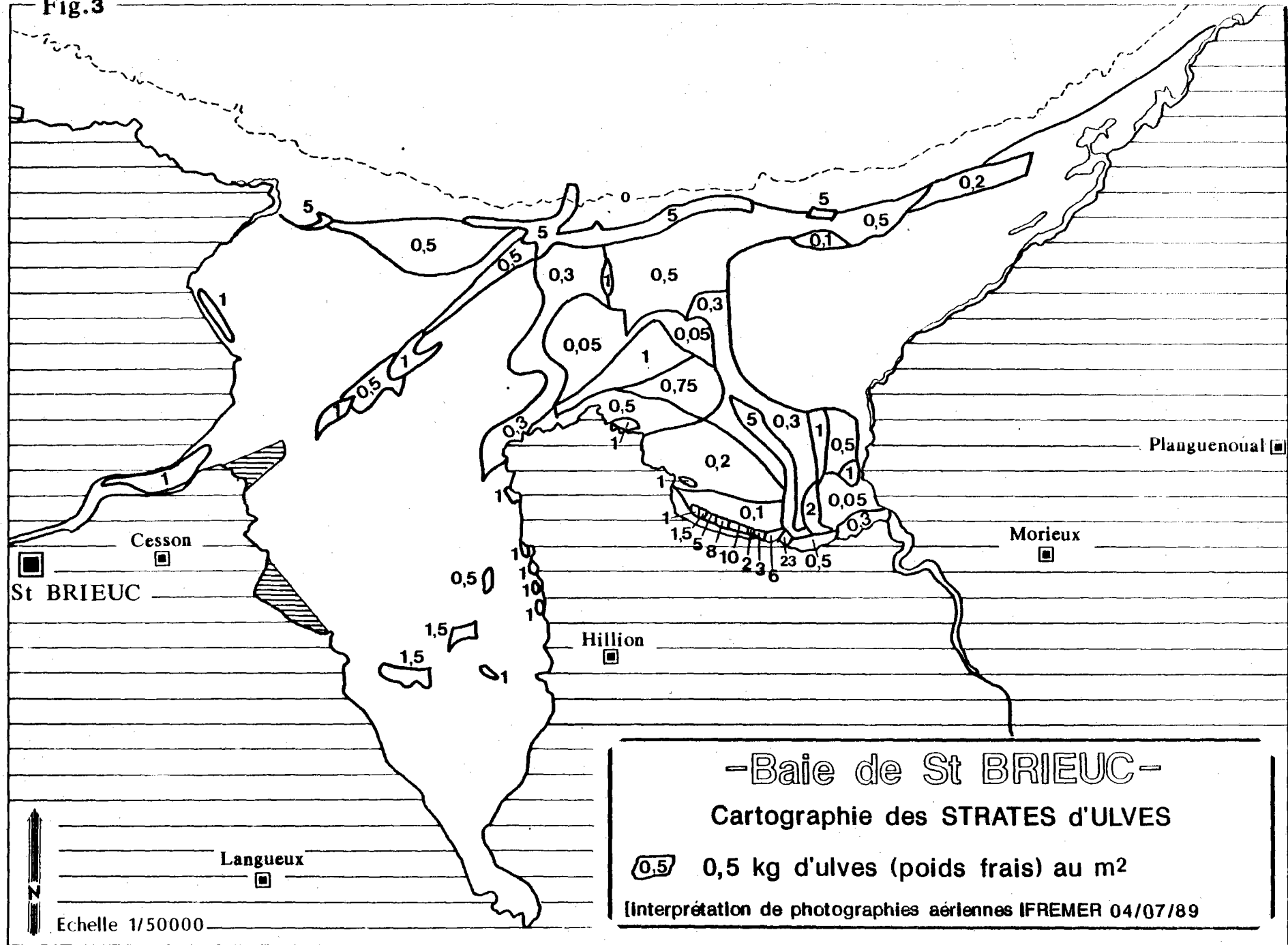


-Baie de St BRIEUC-

Situation des filières, des proliférations
et échouages d'ulves en 1989

Interprétation de photographies aériennes IFREMER 04/07/89

Fig.3



2.2. Résultats

L'examen de la cartographie du fond de la baie permet de formuler deux constatations (fig. 2). La biomasse globale d'ulves semble moins élevée que les années précédentes. La filière du Gouët s'est déplacée sur l'estran pour atteindre le bas de l'eau plus à l'est qu'auparavant.

Cette deuxième information est importante parce qu'elle implique qu'en 1989 les apports venant du Gouët et de St-Brieuc ont sans doute alimenté en totalité et directement la production d'ulves du centre de la baie. Jusqu'en 1988, les eaux de cette filière débouchaient dans une zone située plus à l'ouest, où un tourbillon hydrodynamique avait tendance à les diluer et les chasser en partie vers le large (PIRIOU, MENESGUEN et SALOMON, 1989). Les eaux du Gouët n'alimentaient alors que partiellement la production d'ulves.

Malgré cet apport supplémentaire, la production d'ulves en fond de baie de St-Brieuc a été nettement moindre en 1989. L'addition des biomasses par strate (fig. 3) donne un stock global d'ulves de 4 830 tonnes le 4 juillet 1989. En intégrant cette valeur à la courbe de croissance des ulves (fig. 1) ainsi qu'aux données de ramassage (tabl. 2), le maximum de biomasse algale en place est évalué à 5 400 tonnes vers le 22 juin 1989 (fig. 4).

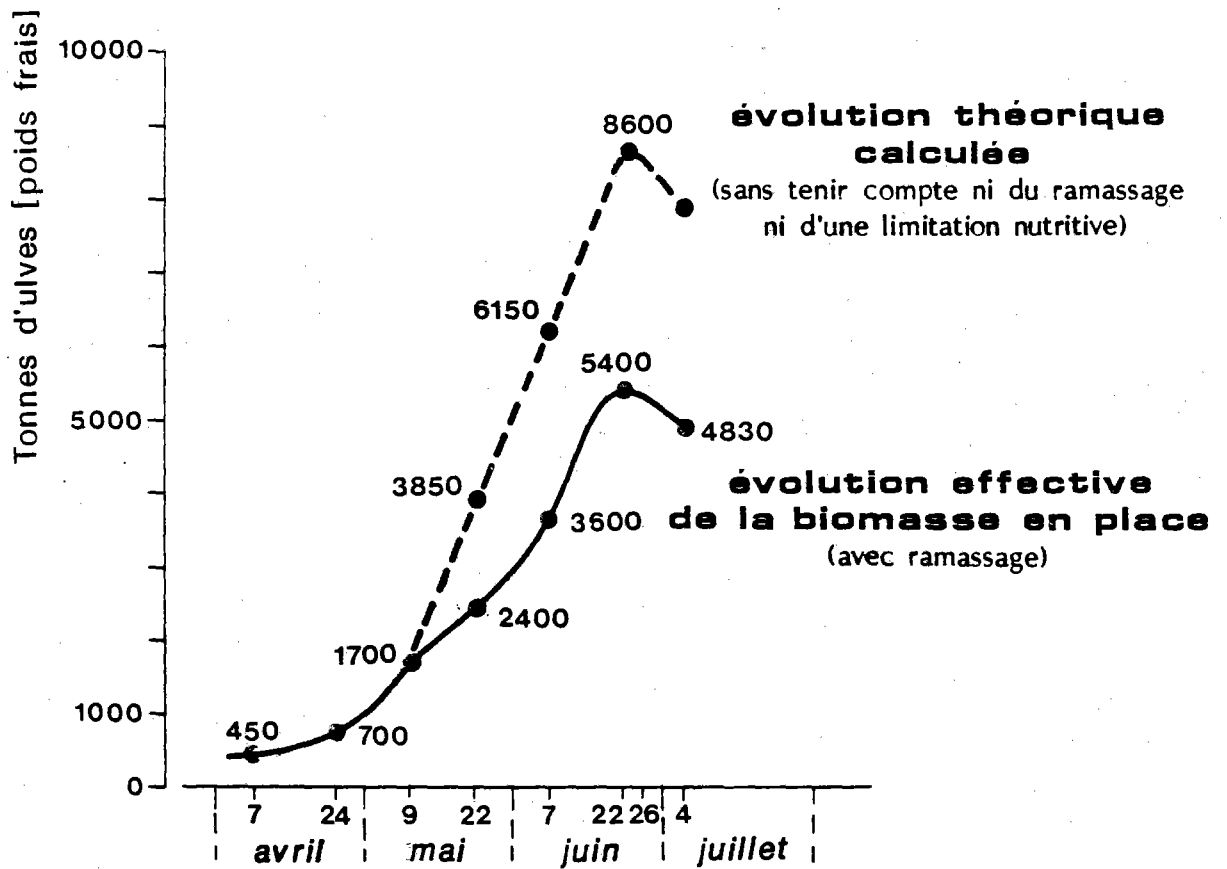
A cette valeur, on ajoute le tonnage d'ulves ramassé jusqu'à cette date, soit 3 200 tonnes. La biomasse théorique maximale, si le ramassage n'avait pas eu lieu, aurait pu être voisine de 8 600 tonnes. Les autres valeurs théoriques de juin, mai puis avril sont interpolées d'après les données de croissance mesurées (tabl. 1). De ces tonnages on retire au fur et à mesure les valeurs de ramassages déjà réalisés à cette date. On obtient alors une estimation de la courbe effective de l'évolution de la biomasse en place dans le fond de la baie de St-Brieuc (fig. 4).

Cette courbe théorique d'évolution de la biomasse d'ulves dans le cas d'un non-ramassage doit être nuancée. Il est évident qu'une limitation nutritive interviendrait, qui cantonnerait vraisemblablement le maximum de biomasse nettement en-dessous de 8 600 tonnes. Il est difficile d'identifier quelle aurait été l'influence de ces 3 200 tonnes d'ulves si elles n'avaient pas été ramassées. Tout d'abord, une certaine partie en haut de plage ne

-Fond de baie de St BRIEUC-

Fig.4

Evolution des BIOMASSES TOTALES d'ULVES en 1989



serait plus baignée par l'eau et pourrirait, avec possibilité de retour d'éléments organiques et minéraux dans le milieu par écoulement. Une autre partie continuerait de croître en absorbant des éléments nutritifs dans la baie. Ceci impliquerait alors, d'un côté un développement de cette biomasse supplémentaire et d'un autre côté une moindre disponibilité en nutriments pour le stock d'ulves en place (comptabilisé à 5 400 tonnes maximum), donc une croissance réduite de celui-ci.

Tableau 2 : Volume d'ulves (en m³) ramassées sur les plages d'Hillion.

Année	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Total annuel
1986	0	650	7 450	2 010	0	0	10 110
1987							7 970
1988	0	5 200	2 330	2 180	0	0	9 710
1989	3 650	2 230	2 530	1 150	900	450	10 910

(sources : mairie d'HILLION)

Evaluation des biomasses d'ulves ramassées (tonnes)
en fond de baie de St-Brieuc.

Année	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Total annuel
1986	0	395	4 515	4 515	1 220	0	6 130
1987							4 780
1988	0	3 150	1 410	1 320	0	0	5 880
1989	2 210	1 350	1 530	700	540	270	6 600

3. Les alimentations en flux nutritifs

3.1. En 1988

A cause d'un manque de déphosphatation au printemps 1988, à St-Brieuc, et d'un début de déphosphatation tardif à Yffiniac et Plédran, les flux de phosphate ont été très élevés jusque fin mai, pour diminuer ensuite progressivement (fig. 5).

Les flux d'azote, qui diminuaient jusqu'à la mi-mai, ont été fortement réalimentés par une crue de printemps en fin mai et début juin (fig. 6).

-Fond de baie⁹ de St Brieuc-

Fig.5

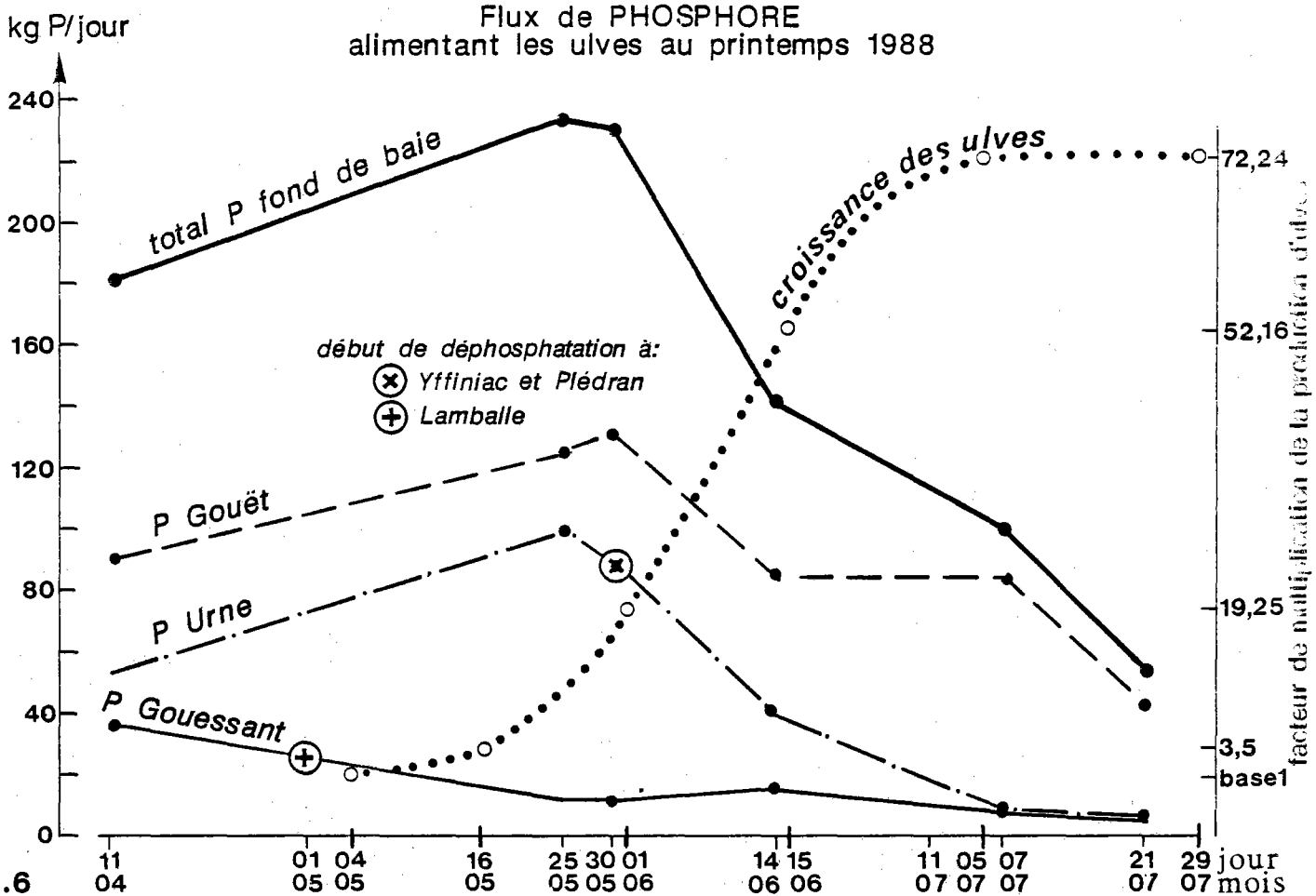
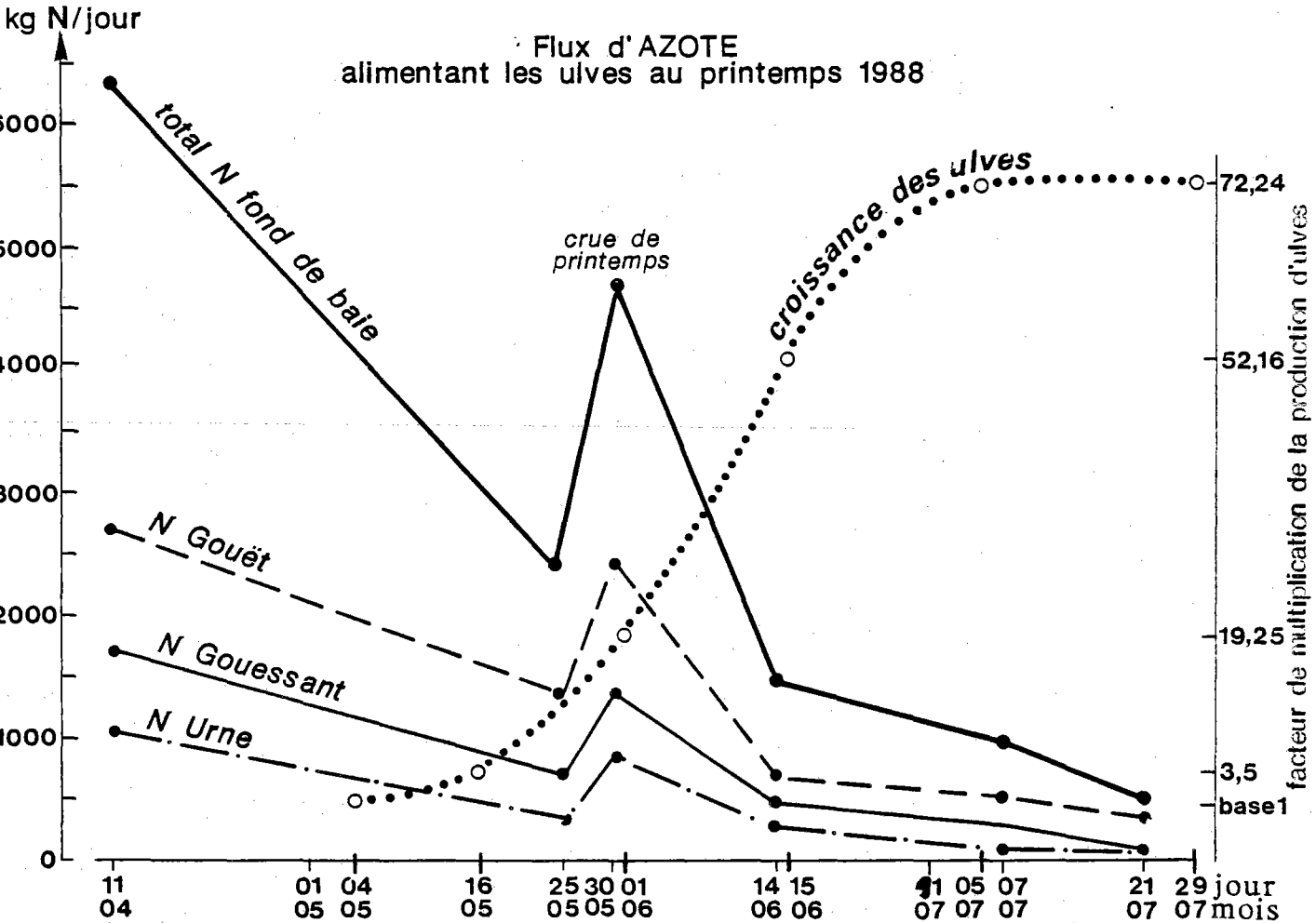


Fig.6



La source principale des apports était le Gouët, mais celui-ci n'alimentait alors, semble-t'il, que de manière diluée la zone de production d'ulves.

3.2. En 1989

En 1989, le Gouët a encore été la source principale d'apports azotés jusqu'à la mi-mai, que ce soit en ammoniacque (fig. 7) ou en nitrate (fig. 8). L'ammoniacque du mois de juin proviendrait probablement, en grande partie, de l'excrétion et de la décomposition du zoobenthos en place : coques, moules et tellines (communication IFREMER, programme EUPHORBE, en cours). Après le pic de la mi-avril, les flux de nitrate diminuent très vite pour devenir exceptionnellement faibles à partir de la mi-mai. Les décroissances des flux totaux de phosphore (fig. 9) et d'azote (fig. 10) sont parallèles. En 1989, le Gouët (Légué) a apporté aussi la quasi-totalité du phosphore en fond de baie de St-Brieuc à partir du mois de mai (fig. 9).

3.3. Comparaisons flux-biomasse

En 1989, il n'y a pas eu de crue de printemps, ce qui se ressent nettement sur la croissance des ulves. Le 22 juin 1989, les flux de phosphore sont infimes comparés à ceux de la date de biomasse maximale 1988 (\approx 6 fois moindre). Le 22 juin 1989, les flux d'azote sont environ 2.5 fois inférieurs à ceux du 7 juillet 1988.

En 1989, la biomasse maximale d'ulves a été globalement deux fois moindre qu'en 1988 (fig. 11). Une alimentation plus directe des amas d'ulves par le Gouët pourrait expliquer ce décalage entre la forte réduction des flux et la moindre diminution du stock d'algues vertes. Une autre explication serait donnée par la croissance plus précoce des ulves en 1989, due à des conditions météorologiques plus favorables (plus de lumière, température de l'eau plus élevée en avril). A la mi-mai 1989, le stock d'ulves était trois fois supérieur à celui de la même date en 1988. Mais l'arrêt de croissance se faisant deux semaines plus tôt, et le ramassage étant lui aussi plus précoce en 1989, cette interprétation n'explique pas entièrement le phénomène observé.

En 1986, le maximum de biomasse s'est situé aux alentours de

-Fond de baie de St BRIEUC-

Fig.7

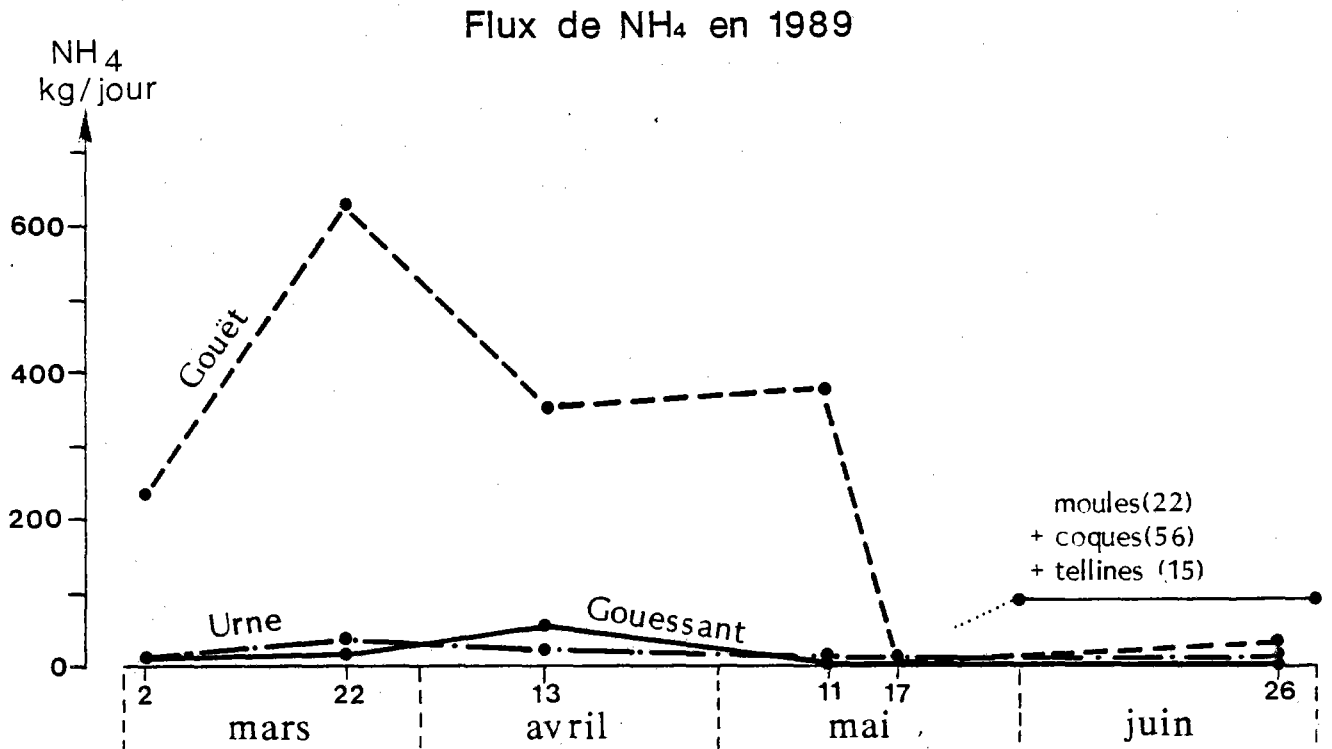
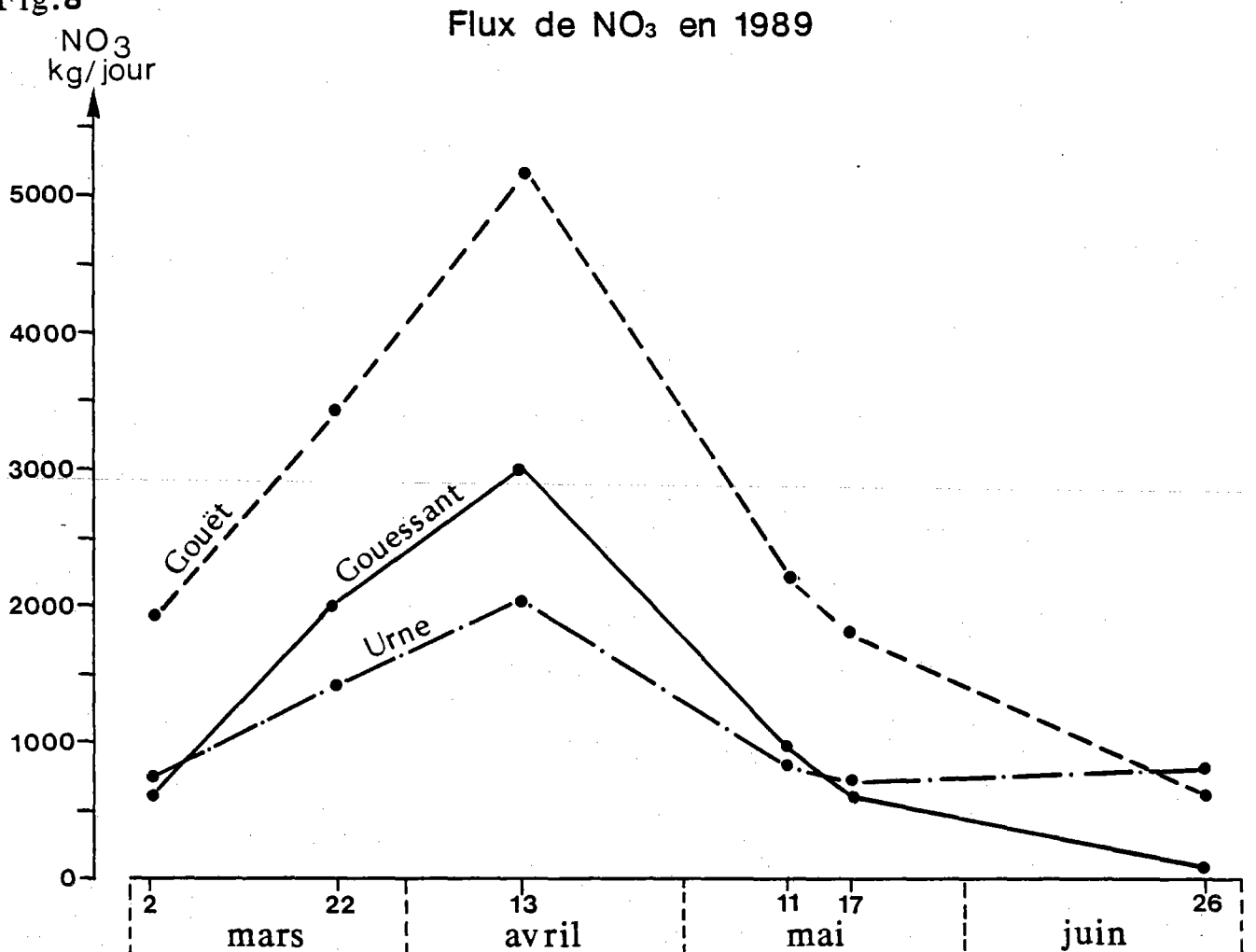


Fig.8



-Fond de baie de St BRIEUC-

Fig.9

FLUX DE PHOSPHORE
alimentant les ulves au printemps 1989

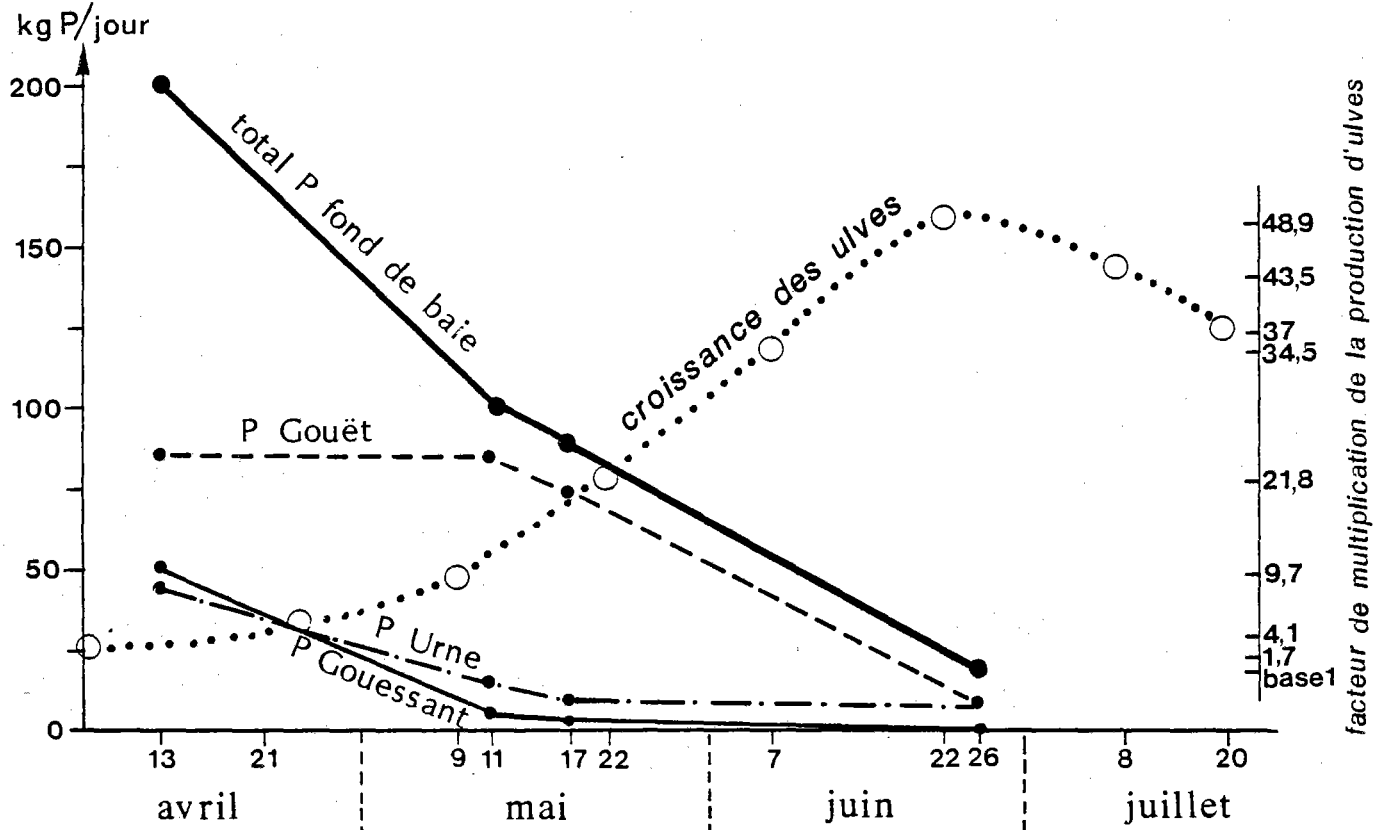


Fig.10

FLUX D'AZOTE
alimentant les ulves au printemps 1989

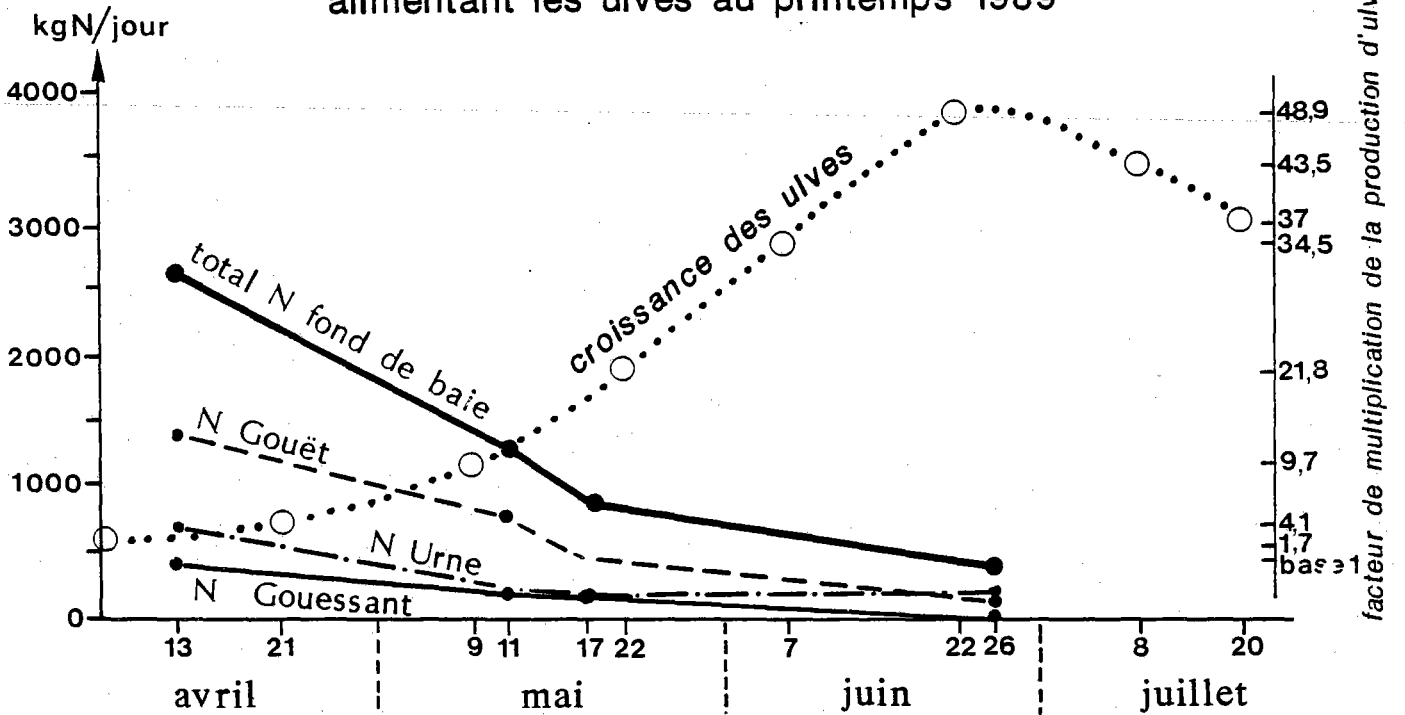
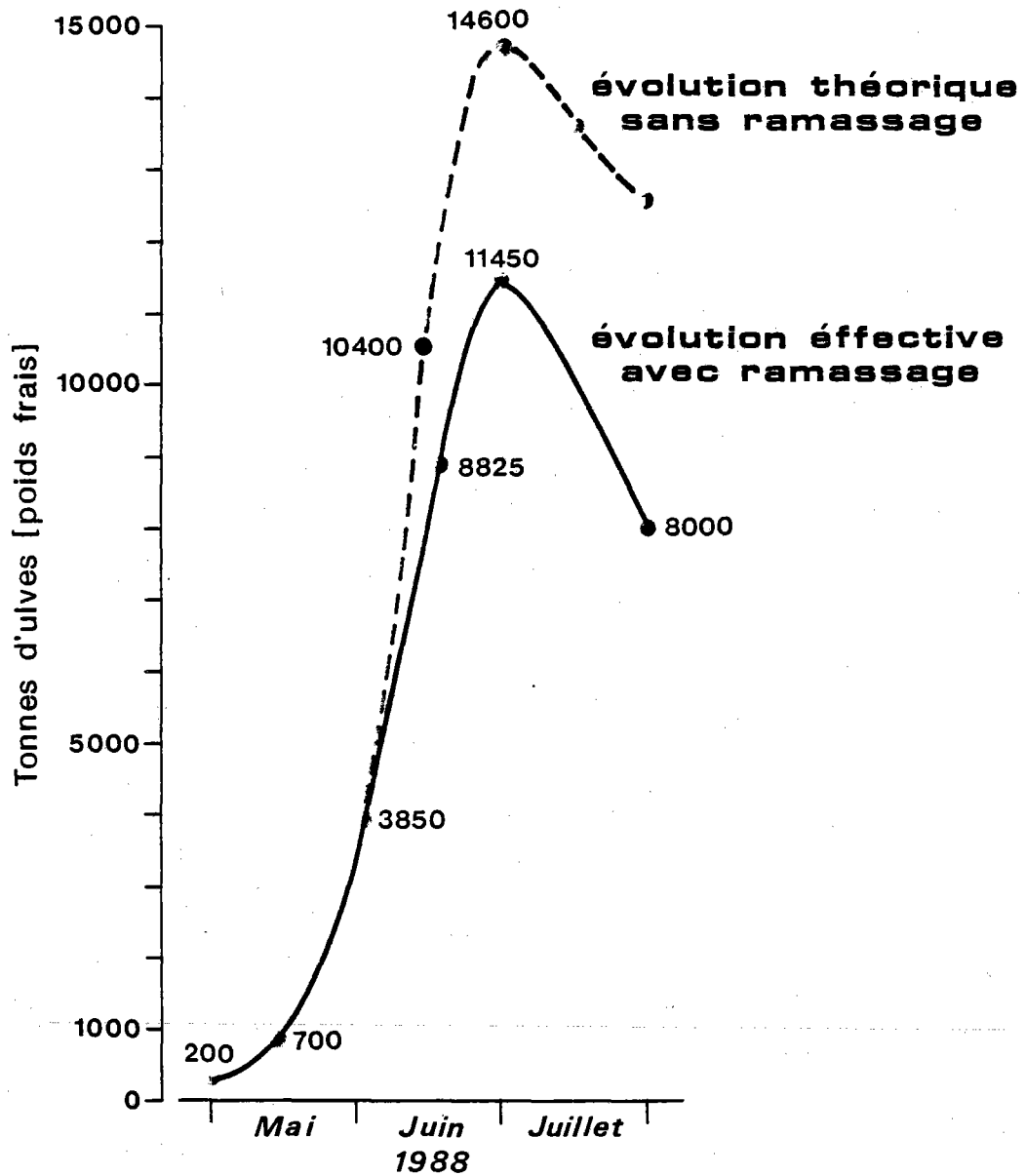


Fig.11

-Fond de baie de St BRIEUC-

Evolution des BIOMASSES TOTALES d'ULVES en 1988



25 000 tonnes à la mi-juillet (fig. 12). Un démarrage tardif du ramassage (tabl. 2) n'explique qu'en partie cette très forte valeur. Les données très partielles de concentrations en nitrate et phosphate fournies par la DDE et les débits calculés par l'IFREMER à partir des données du SRAE tendent à prouver que les flux d'azote et de phosphore étaient, en avril et début mai 1986, de l'ordre de 3 à 4 fois supérieurs à ceux des mêmes dates en 1988. Mais, le manque de mesures en juin 1986 ne permet pas d'établir une relation définitive.

3.4. Comparaison production - ramassage

Au vu des données de 1986, 1988 et 1989, il apparaît très nettement qu'il n'existe aucune corrélation entre les valeurs annuelles de tonnages d'ulves ramassés et les stocks maximaux en place (fig. 13).

Les valeurs de biomasses ramassées semblent plus dépendantes des subventions allouées que de la véritable production d'ulves de l'année. Ceci est tout-à-fait compréhensible quand il s'agit de petites communes littorales au budget limité, ne comptant que sur un financement extérieur pour nettoyer leurs plages.

La seule méthode connue actuellement pour évaluer d'une manière fiable le stock d'ulves en place sur tel ou tel site est donc l'utilisation combinée de la photographie aérienne et de la vérité-terrain (pesées). Néanmoins, l'enquête nationale sur les échouages de végétaux marins effectuée annuellement auprès des communes littorales par le CEVA est une méthode souple et économique pour estimer les gênes relatives provoquées par les échouages d'ulves dans tel ou tel secteur.

Il est à signaler que les tonnages ramassés annuellement peuvent être supérieurs à la biomasse maximale en place, car l'enlèvement des ulves commence généralement avant la fin juin, c'est-à-dire pendant la période de production.

Fig.12

-Fond de baie de St BRIEUC-

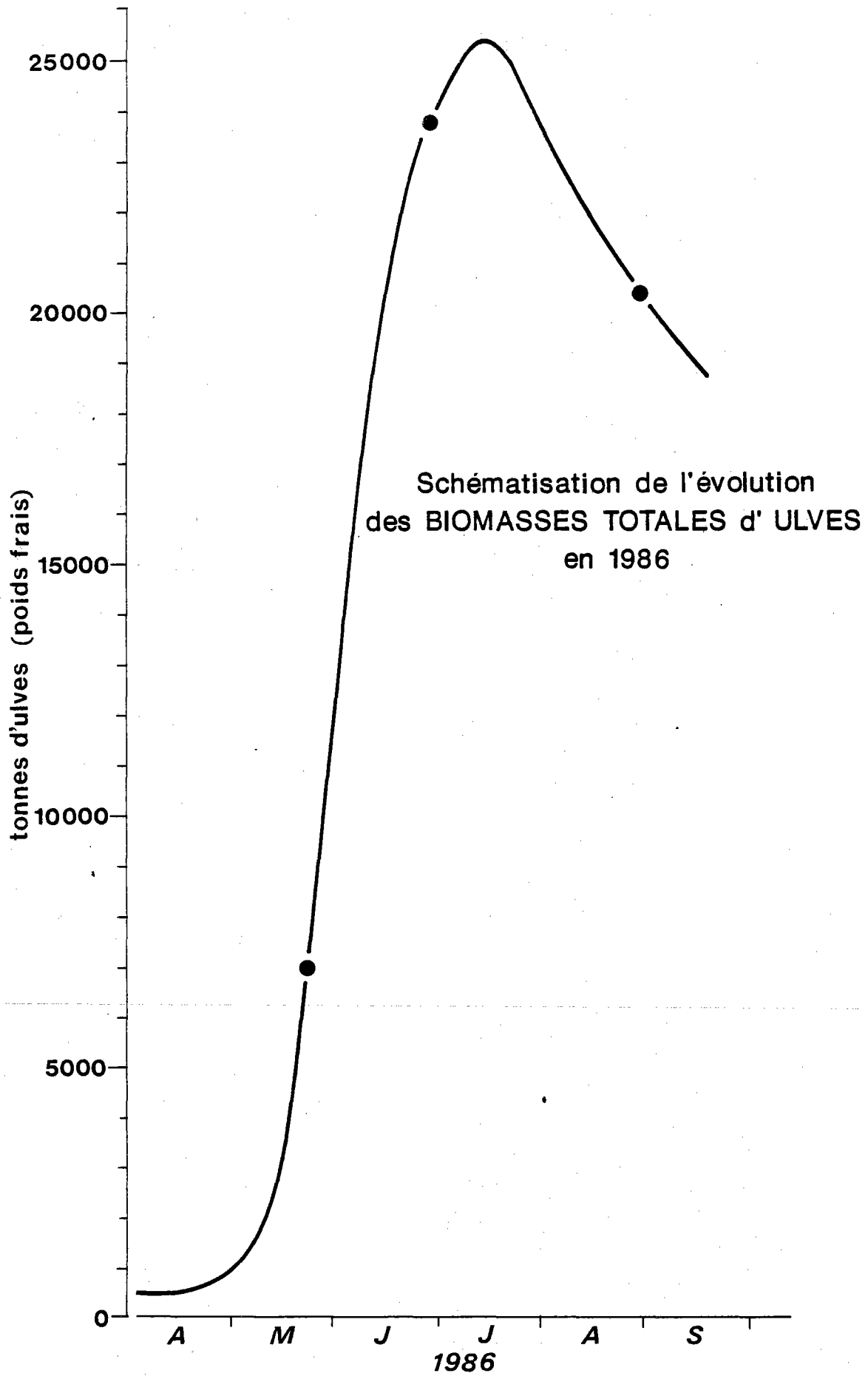
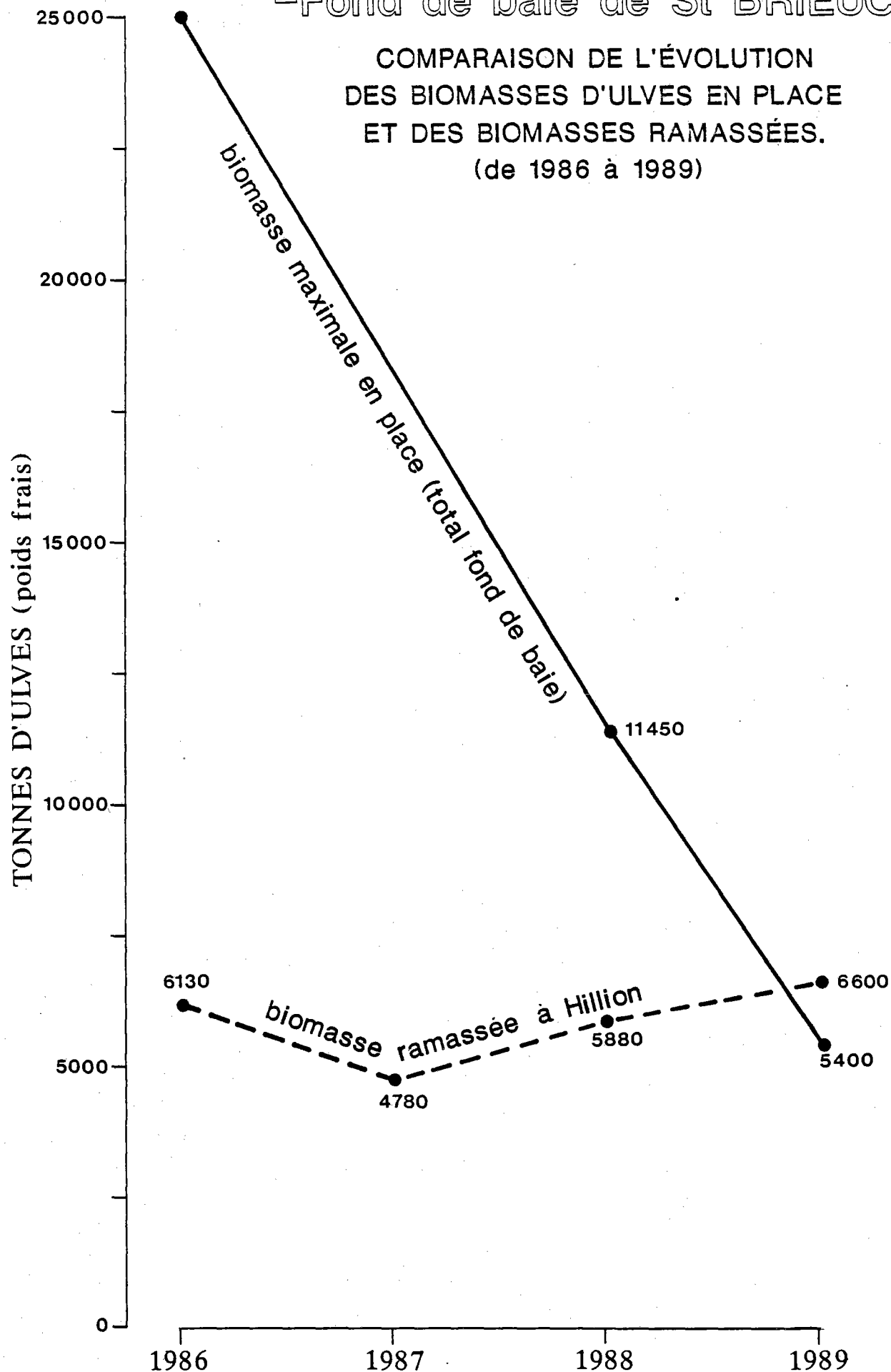


Fig.13

-Fond de baie de St BRIEUC-

COMPARAISON DE L'ÉVOLUTION
DES BIOMASSES D'ULVES EN PLACE
ET DES BIOMASSES RAMASSÉES.

(de 1986 à 1989)



3.5. Utilisation du modèle numérique

Le modèle mathématique de la production d'ulves en baie de St-Brieuc (MENESGUEN, 1989) aboutit à un abaque (fig. 14) permettant de faire des comparaisons d'année en année sur la base des triplets (flux d'azote, flux de phosphore, biomasse maximale d'ulves). Dans le cas présent les mesures suivantes sont utilisées :

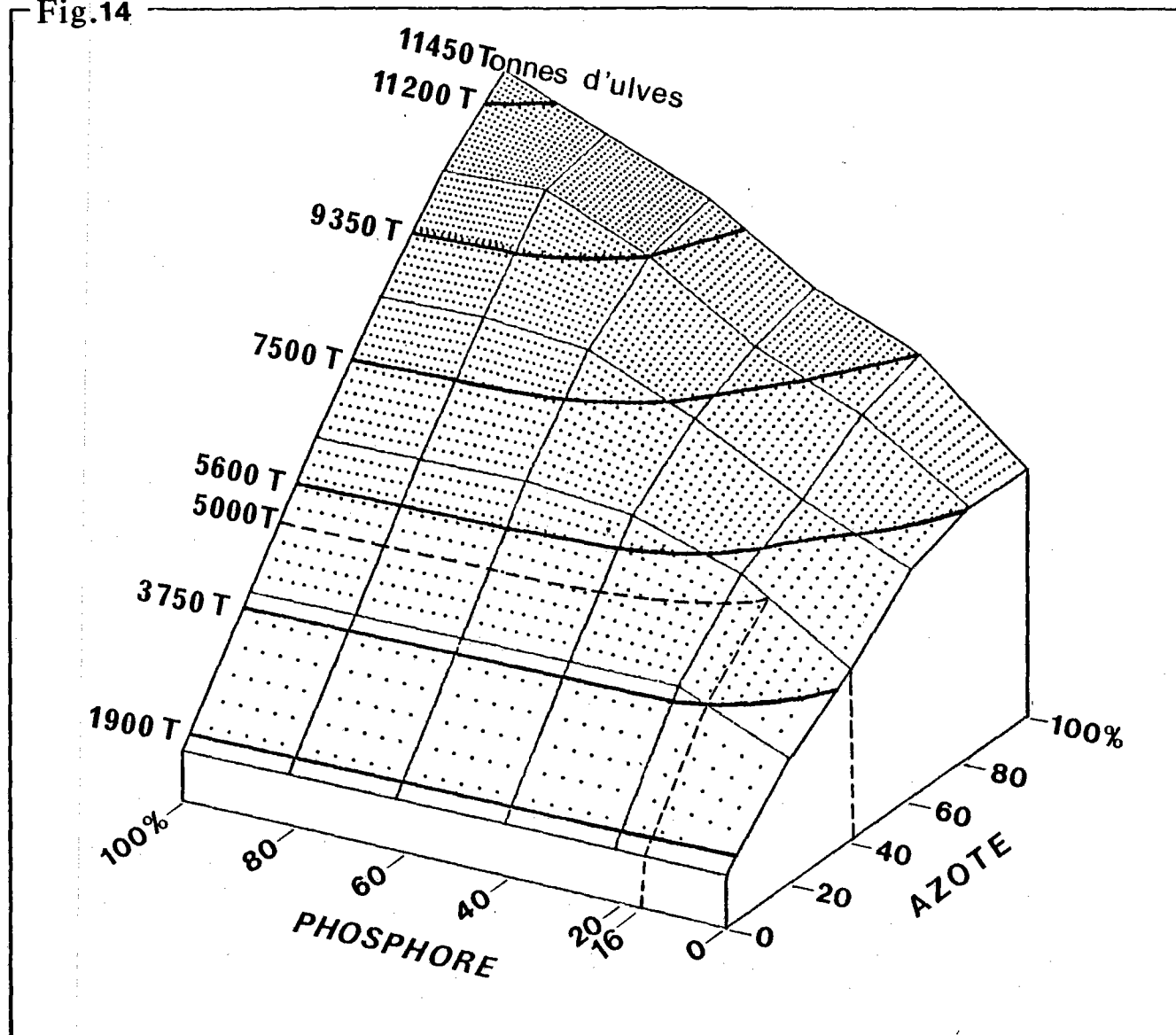
- en 1988 : 11 450 tonnes maximales d'ulves en place pour 100 % d'azote et 100 % de phosphore,

- en 1989 : x tonnes maximales d'ulves en place avec des apports limités à 40 % d'azote et 16 % de phosphore par rapport. à 1988.

La lecture du tableau tridimensionnel donne : $x = 5\ 000$ tonnes d'ulves.

Cette valeur calculée, relativement proche de la biomasse de 5 400 tonnes effectivement mesurée en fin juin 1989, tend à montrer l'intérêt très opérationnel des résultats de ce genre de modèle numérique.

Fig.14



Abaque de production d'ulves en fonction des pourcentages d'azote et de phosphore

\d'apres MENESGUEN,1989/

Conclusion

L'année 1989, au climat particulièrement sec, a permis une validation intéressante du modèle numérique de marée verte établi par IFREMER (MENESGUEN, 1989), ce qui semble donc accréditer la thèse du contrôle prédominant exercé par les flux d'azote sur l'intensité des marées vertes en baie de St-Brieuc. En effet, la baisse de moitié du stock maximal d'ulves entre 1988 et 1989, se rapproche plus de la diminution du flux d'azote (2.5 fois) que de la forte régression du flux de phosphore (6 fois) constatée en période de biomasse la plus élevée (fin juin à début juillet).

D'une manière générale, cette étude prouve aussi qu'il faut revenir sur l'idée que les marées vertes du Nord-Bretagne soient actuellement stabilisées à un palier de biomasse, alors que l'évolution des tonnages ramassés semble pourtant le suggérer. Les productions d'ulves sont très fluctuantes d'une année sur l'autre et sont largement dépendantes des conditions hydroclimatiques du moment (ensoleillement, pluviométrie). Par exemple, nous ne pouvons pas actuellement prédire si l'an prochain la production d'ulves en fond de baie de St-Brieuc se situera aux alentours de 25 000 tonnes ou de 5 000 tonnes. Il n'en demeure pas moins vrai que l'augmentation régulière des concentrations moyennes en nitrates dans les apports d'eau douce aura tendance à rehausser encore les pics maximaux annuels de production d'ulves, toutes conditions étant favorables par ailleurs. A titre d'exemple, une augmentation moyenne de 5 % par an des concentrations en nitrate dans les apports devrait produire, dans des conditions météorologiques semblables à celles du printemps 1986, une biomasse d'ulves maximale de 28 000 tonnes en 1990 (avec des doses supposées inchangées de phosphore).

Une déphosphatation très poussée, réduisant les apports totaux de phosphore de 50 %*, devrait, suivant le modèle mathématique, cantonner ce pic de biomasse à 22 000 tonnes, ceci en intégrant les conditions météorologiques de 1986, favorables à la croissance des ulves, et dont la répétition n'est pas exclue.

*Cet abattement global de phosphore est évalué dans des conditions considérées normales : rendement moyen de 70 % dans les centrales d'épuration traitant 70 % du phosphore total écoulé. En situation d'étiage, l'abattement doit être nettement plus élevé. En effet, dans ce cas, les ruissellements d'origine agricole ou domestique non raccordés sont réduits et les rendements en station d'épuration sont meilleurs.

Bibliographie

DION, P., 1988. Etude de certains aspects écophysiologicals des marées vertes. *Contrat IFREMER* : 35 p.

CEVA-Pleubian, 1988. Enquête nationale sur les échouages de végétaux marins (saison 1987) : 7 p + tabl.

LEVAVASSEUR, G., 1986. Plasticité de l'appareil pigmentaire des algues marines macrophytes. Régulations en fonction de l'environnement. *Thèse de doctorat d'Etat*, Paris VI. 185 p.

MENESGUEN, A., 1989. La modélisation des marées vertes littorales et ses applications. Session de la Société Hydrotechnique de France sur "Les modèles mathématiques pour la gestion de la qualité des eaux superficielles". Paris, 15-16 nov. 89 (à paraître dans la Houille Blanche).

PIRIOU, J.Y. et V. DUVAL, 1990 (en cours). Nutrition carbonée chez *Ulva* sp.. *IFREMER-CEVA-Pleubian*.

PIRIOU, J.Y., MENESGUEN, A., et J.C. SALOMON, 1989. Les marées vertes à ulves : conditions nécessaires, évolution et comparaison de sites. *Symposium ESCA 19*, Sept. 1989, Caen. 6 p + fig..

Dessins : Pierre BODENES.