

ISN
27566

D 300
MAG
A

**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES RECHERCHES OCEANIQUES**

DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT
LITTORAL ET GESTION DU MILIEU
MARIN

**ANALYSE DES FACTEURS CLIMATIQUES SUSCEPTIBLES
DE JOUER UN ROLE DANS LES APPARITIONS D'EAUX
COLOREES EN BAIE DE VILAINE, DURANT L'ANNEE 1982**

Par Pierre MAGGI, Abderrazak MASTOURI et Louis SOULARD



INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

Centre de NANTES
B. P. n° 1049
44037 NANTES CEDEX

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES RECHERCHES OCEANIQUES
DEPARTEMENT MILIEU ET RESSOURCES

AUTEUR (S) : Pierre MAGGI, Abderrazak MASTOURI et Louis SOULARD		CODE : N° _____
TITRE : ANALYSE DES FACTEURS CLIMATIQUES SUSCEPTIBLES DE JOUER UN ROLE DANS LES APPARITIONS D'EAUX COLOREES EN BAIE DE VILAINE, DURANT L'ANNEE 1982.		date : 08/11/1985 tirage nb : 60 Nb pages : 29 Nb figures : 11 Nb photos :
CONTRAT (intitulé) N° _____		DIFFUSION libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

RÉSUMÉ — Les mortalités d'animaux marins survenues à la fin du mois de juillet 1982, en baie de Vilaine, ont été consécutives à un important développement du phytoplancton. L'analyse des facteurs climatiques susceptibles d'avoir favorisé cette prolifération a été effectuée : forte pluviosité des mois de juin et juillet, températures de l'air supérieures aux normales, faiblesse des vents et grande stabilité de la mer en juillet. —

ABSTRACT

— Large phytoplankton blooms in Vilaine Bay have resulted in a strong kill of marine animals in late July 1982. Possible climatic factors involved in such blooms are analysed : June and July heavy rainfalls, air temperatures exceeding average values, weak winds and pretty quiet sea in July. —

mots-clés : Facteurs climatiques - Eaux colorées - Baie de Vilaine

key words : Climatic factors - Red tides - Vilaine Bay.

© IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 1985.



IFREMER Bibliothèque de BREST



0EL05863

**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES RECHERCHES OCEANIQUES**

**ANALYSE DES FACTEURS CLIMATIQUES SUSCEPTIBLES
DE JOUER UN ROLE DANS LES APPARITIONS D'EAUX
COLOREES EN BAIE DE VILAINE, DURANT L'ANNEE 1982**

par Pierre MAGGI, Abderrazak MASTOURI
IFREMER, Département "Milieu et Ressources", NANTES
et Louis SOULARD
Centre Météorologique Département de NANTES CHATEAU BOUGON



SOMMAIRE

I - LES MANIFESTATIONS D'EAUX COLOREES EN BAIE DE VILAINE EN 1982	2
II - LES FACTEURS CLIMATIQUES DE L'ANNEE 1982	3
1 - Précipitations atmosphériques	3
2 - Température de l'air	8
3 - Vents	8
4 - Insolation	17
5 - Etat de la mer du vent	17
6 - Coefficient de marées	23
III - CONCLUSIONS	24
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES CITEES	29

Les mortalités massives de poissons survenues en baie de Vilaine le 27 juillet 1982 (1) et les intoxications alimentaires de type gastro-entérites, consécutives à la consommation de coquillages durant les étés 1983 et 1984, sur les côtes sud-bretonnes et normandes (2) nous ont conduits à examiner le rôle des facteurs hydroclimatiques dans les apparitions de colorations des eaux du fait de multiplication exceptionnelles du phytoplancton. Dans des rapports précédents nous avons analysé les facteurs hydroclimatiques de 1983 (3) et climatiques de 1984 (4) ; dans le présent rapport nous allons examiner les facteurs climatiques de 1982 et rechercher leur éventuelle incidence sur les phénomènes de proliférations phytoplanctoniques et d'anoxie du mois de juillet.

I - LES MANIFESTATIONS D'EAUX COLOREES, EN BAIE DE VILAINE, EN 1982

Les connaissances acquises dans la région montrent que globalement deux efflorescences à diatomées se développent en baie de Vilaine, au cours de l'année : au début du printemps et fin du printemps/début de l'été.

L'habituelle efflorescence printanière à Diatomées *Skeletonema costatum* qui se produit en mars (1983) ou avril (1984), suivant les conditions hydroclimatiques, ne nous a pas été signalée par les pêcheurs en 1982.

Le bloom à Diatomées qui se développe, fin du printemps-début de l'été, lorsqu'une période à forte pluviosité est suivie d'une autre à élévation importante des températures alors que la mer est faiblement agitée, est apparu dans le courant de juillet. Nous n'avons cependant que des témoignages imprécis et tardifs sur ce phénomène, en effet, ce n'est qu'après les mortalités de poissons du 27 juillet (1), que nous apprîmes que la mer avait été fortement colorées en marron foncé (*) dans le courant du mois de juillet. Il s'agissait vraisemblablement d'une efflorescence à Diatomées.

Enfin, par lettre du 14 septembre 1982, une Association de Protection de la Nature signale que dans "la partie centrale de la baie de La Baule, les eaux sont présentement de couleur verte, avec de nombreux poissons morts". Encore une fois le témoignage était assez imprécis et surtout trop tardif pour permettre une intervention sur les lieux.

(*) Les pêcheurs de la baie de Vilaine disent alors que l'eau de mer à la couleur du purin et pensent qu'il s'agit d'eau douce relâchée par le barrage d'Arzal.

II - LES FACTEURS CLIMATIQUES DE L'ANNEE 1982

Nous avons analysé les données météorologiques fournies par le Centre Météorologique Départemental de Nantes-Chateau Bougon et du Sémaphore de l'Ile d'Yeu.

1 - Précipitations atmosphériques (tabl. 1 et fig. 1 à 3)

Les précipitations atmosphériques ont été :

- importantes en décembre 1981 (+ 63 %) et janvier 1982 (+ 21 %) ;
- quasiment normales en février et mars ;
- très fortement déficitaires en avril (- 87 %) et un peu moins en mai (- 28 %) ;
- très excédentaire en juin (+ 95 %) et juillet (+ 77 %) ;
- déficitaires en août (- 45 %) ;
- puis plus ou moins excédentaires en septembre (+ 23 %), octobre (+ 92 %), novembre (+ 30 %) et décembre (+ 73 %).

Ainsi globalement on observe plusieurs périodes à pluviosité excédentaire (décembre 1981-janvier 1982, juin-juillet et septembre à décembre) séparées par des périodes déficitaires (avril-mai et août).

En ce qui concerne l'intensité des précipitations on constate des périodes à pluviosité intense qui favorisent le ruissellement des eaux (cf. fig. 2 et 3) :

- 74,6 mm du 1er au 11 janvier ;
- 55,8 mm du 21 au 27 juin ;
- 51,7 mm les 20 et 21 juillet dont 45,1 mm pour la journée du 21 avec une pointe de 27 mm en 18 minutes ;
- 66 mm du 18 au 29 septembre ;
- 112,5 mm du 2 au 18 octobre ;
- 169,8 mm du 6 au 25 décembre.

Mois	1ère décade	2ème décade	3ème décade	Total	normale
Janvier	72,7	5,7	23,3	101,7	84
Février	1,9	40,1	15,6	57,6	69
Mars	26,8	27,5	11,7	66,0	65
Avril	6,4	0	0	6,4	46
Mai	26,6	3,7	10,1	40,4	56
Juin	5,3	28,5	56,6	90,4	46
Juillet	Traces	26,8	58,5	85,3	48
Août	17,8	10,4	2,3	30,5	57
Septembre	10,3	11,1	64,9	86,3	70
Octobre	65,7	46,8	25,0	137,5	72
Novembre	50,8	35,4	29,7	115,9	89
Décembre	60,0	83,7	7,8	151,5	88
TOTAL	-	-	-	969,5	790

Tabl. 1.- Précipitations mensuelles pour 1982 et normales mensuelles calculées sur la période 1951-1980 (exprimées en mm).

Données de la station météorologiques de Nantes - Château Bougon.

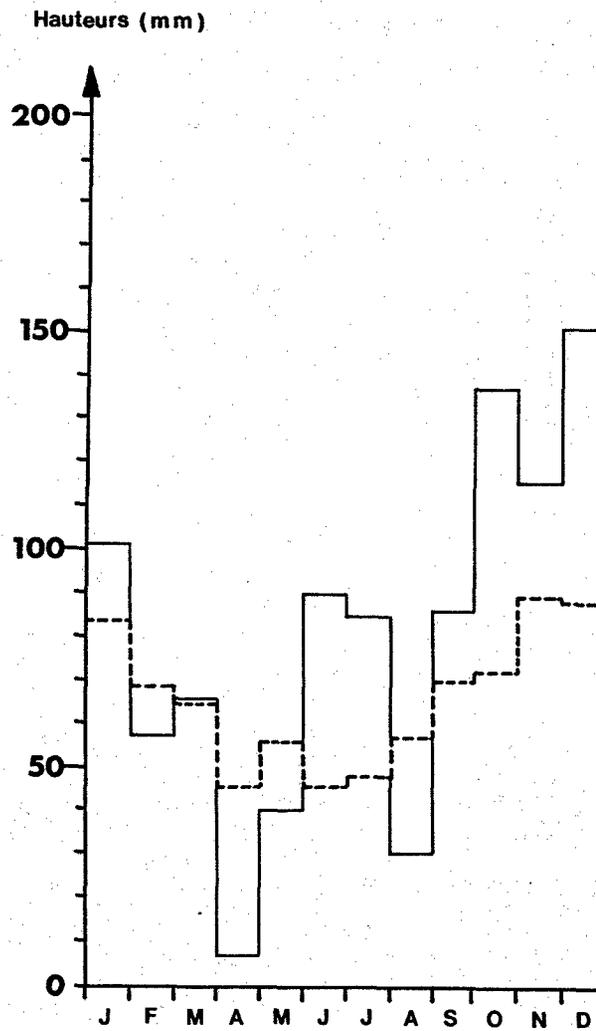


Fig. 1. - Précipitations mensuelles de 1981 (—) et normales mensuelles correspondantes, calculées sur la période 1951 - 1980 (----).

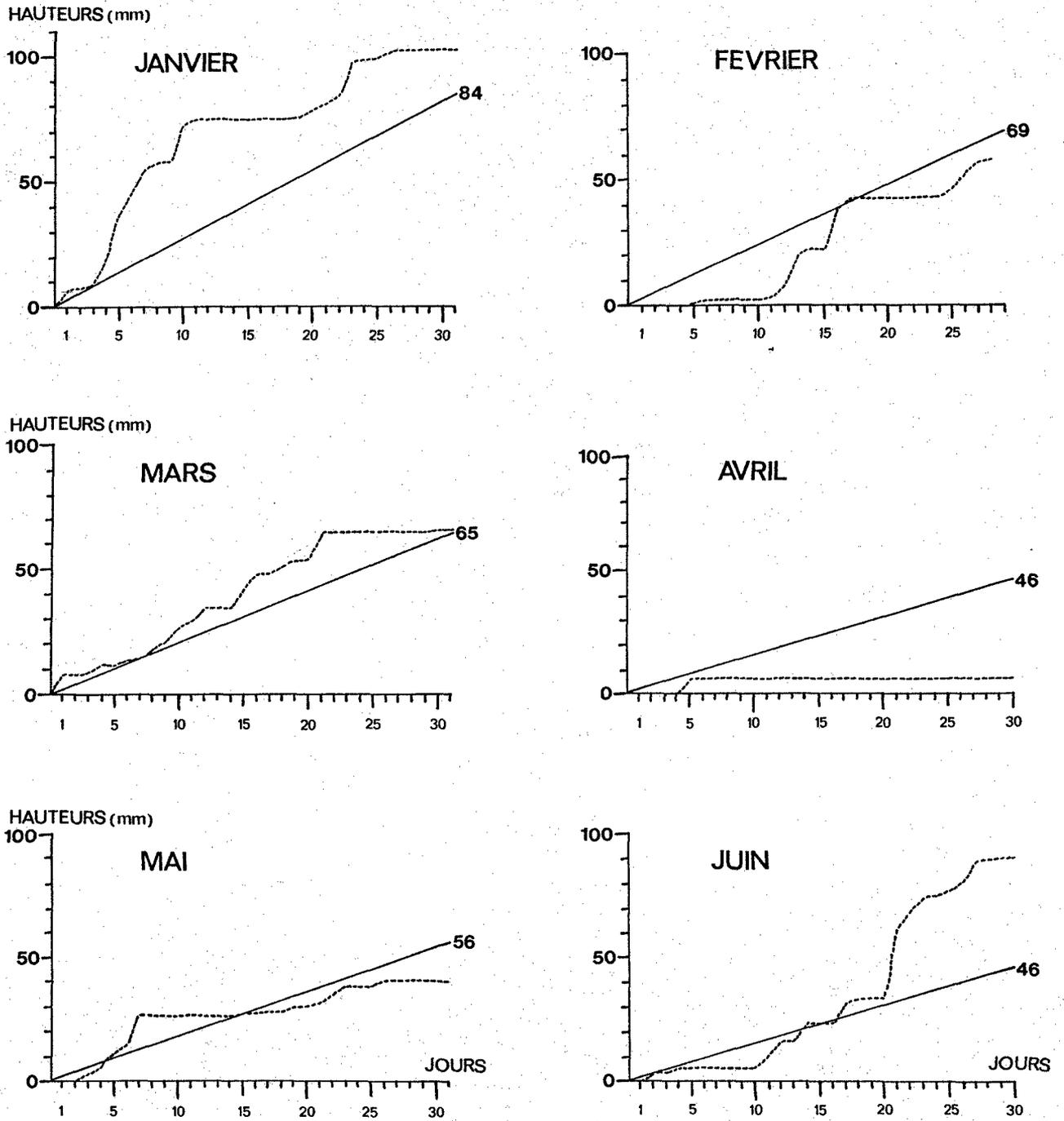


Fig. 2.- Hauteurs journalières cumulées des précipitations atmosphériques pour le premier semestre de 1982 (----) et normales théoriques correspondantes calculées sur la période 1951-1980 (—).

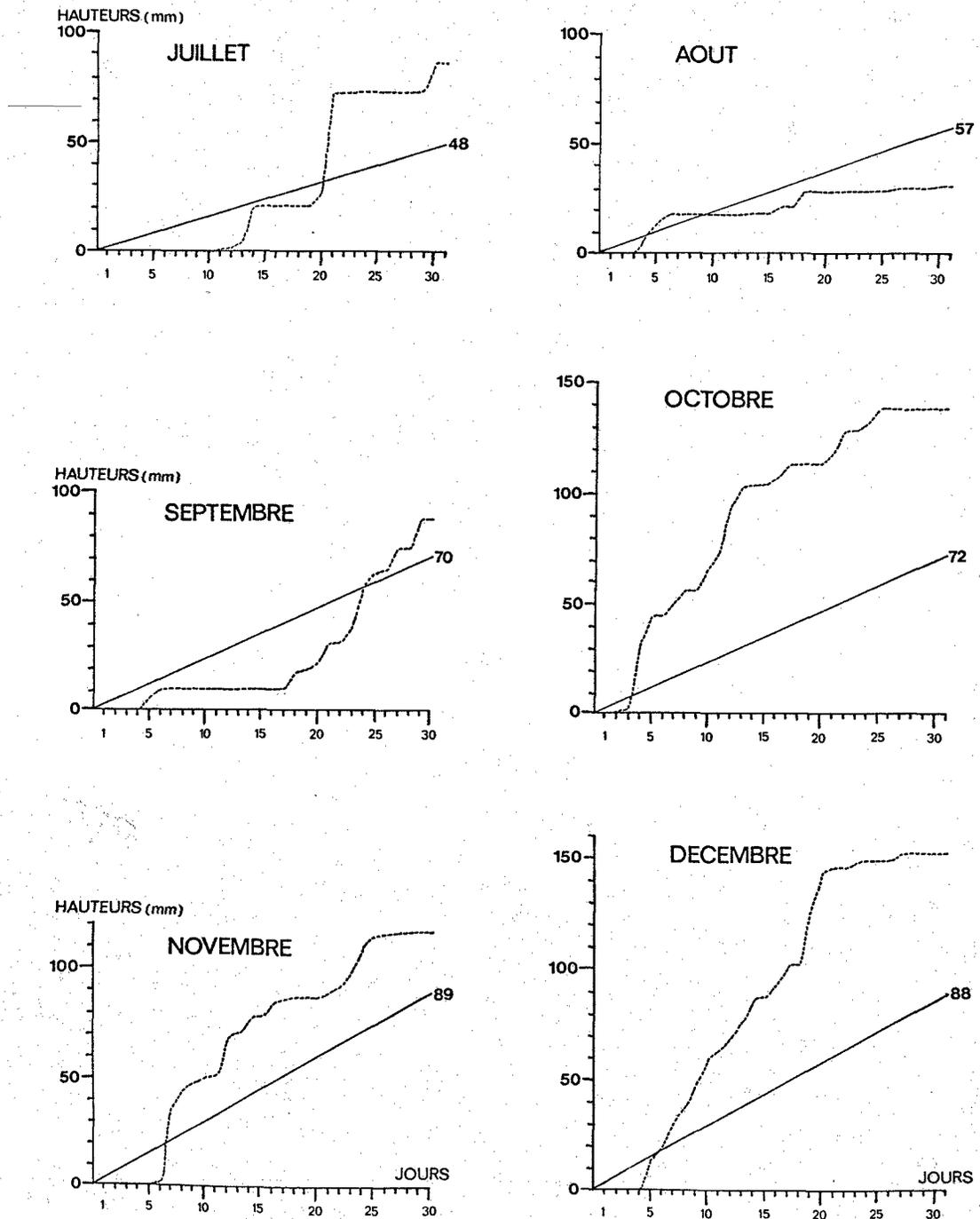


Fig. 3.- Hauteurs journalières cumulées des précipitations atmosphériques pour le second semestre de 1982 (----) et normales théoriques correspondantes calculées sur la période 1951-1980 (—).

2 - Température de l'air (fig. 4 à 6)

L'évolution de la température de l'air a une répercussion sur la valeur des températures du milieu aquatique et, par là, sur la croissance et la multiplication du phytoplancton.

Durant les premiers mois de 1982, les températures extrêmes de l'air ont été, dans leur ensemble, supérieures aux normales correspondantes avec toutefois quelques périodes brèves assez froides début janvier, fin février, début mars, à la mi avril et début mai.

Des périodes de fortes élévations des températures extrêmes de l'air sont observées :

- du 10 mai au 10 juin ;
- du 1er au 23 juillet ;
- du 1er au 21 septembre ;
- du 24 octobre au 27 novembre ;
- irrégulièrement durant presque tout le mois de décembre.

3 - Vents

Rappelons que, d'après leur vitesse, on distingue les vents :

- calmes : inférieurs à 2 m/s
- faibles : 2 à 4 m/s
- modérés : 5 à 9 m/s
- forts : 10 m/s et plus.

En baie de Vilaine, la configuration et l'orientation des rivages accentue le rôle des vents sur la physico-chimie du milieu marin :

- les vents de terre, soufflant des secteurs 360° à 80° avec une certaine force, favorisent le mélange des eaux continentales aux eaux océaniques ; cependant, du fait de la configuration des rivages, les vents faibles ont peu d'influence sur une grande partie de la baie ;

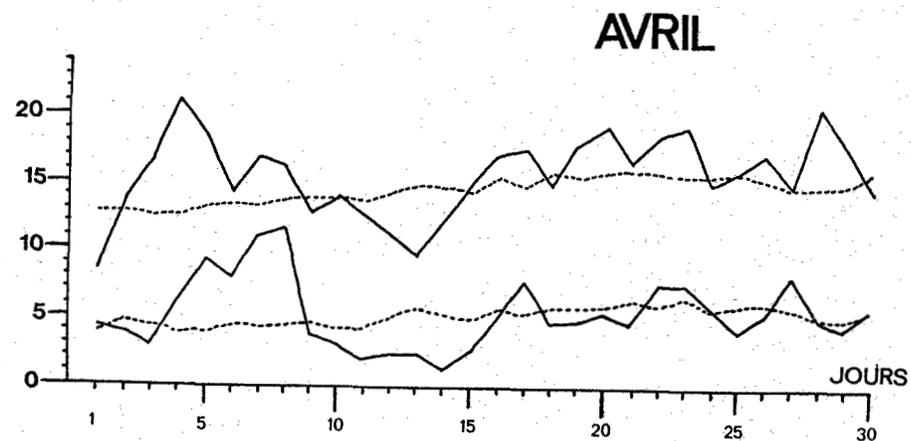
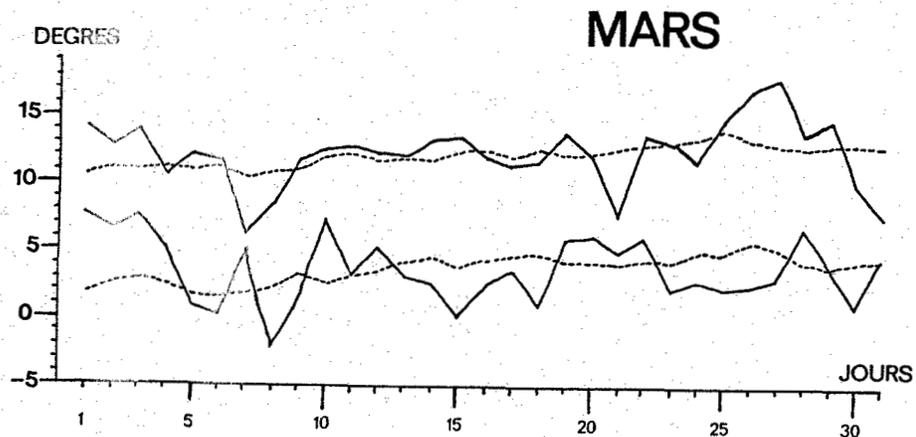
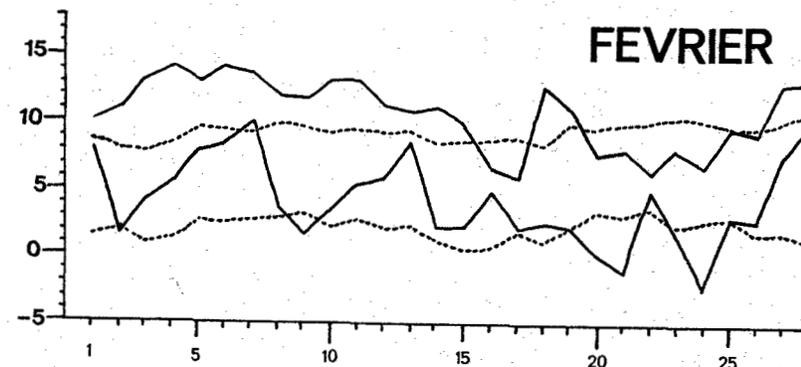
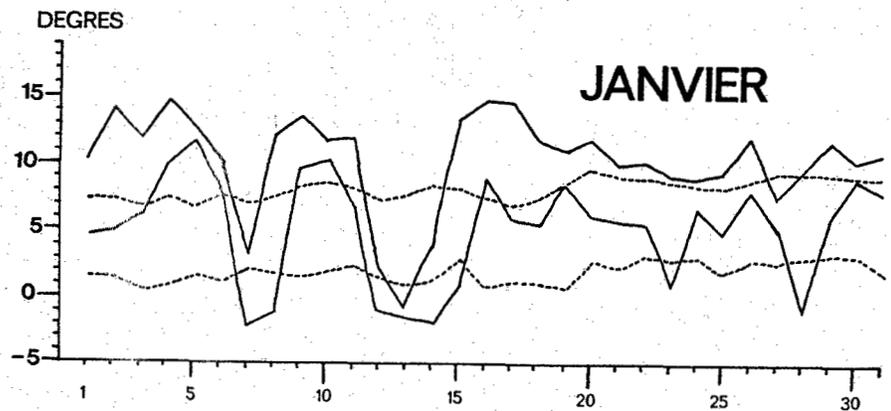
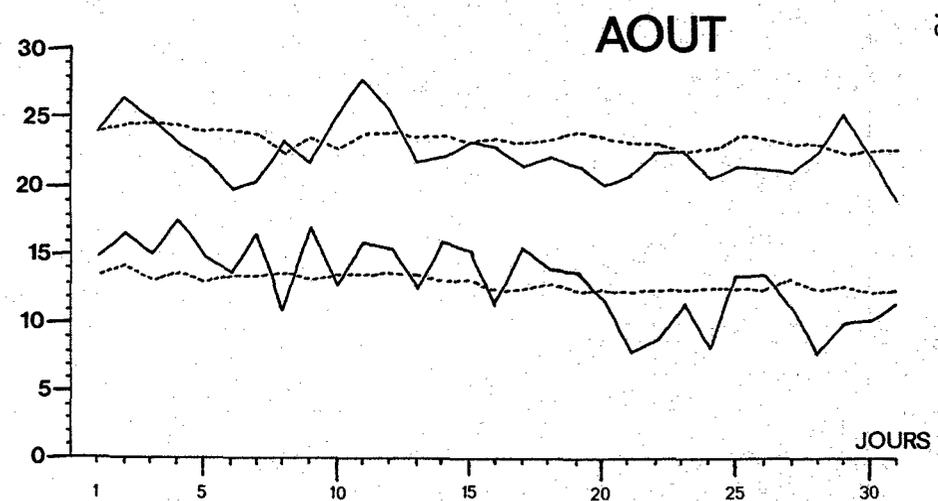
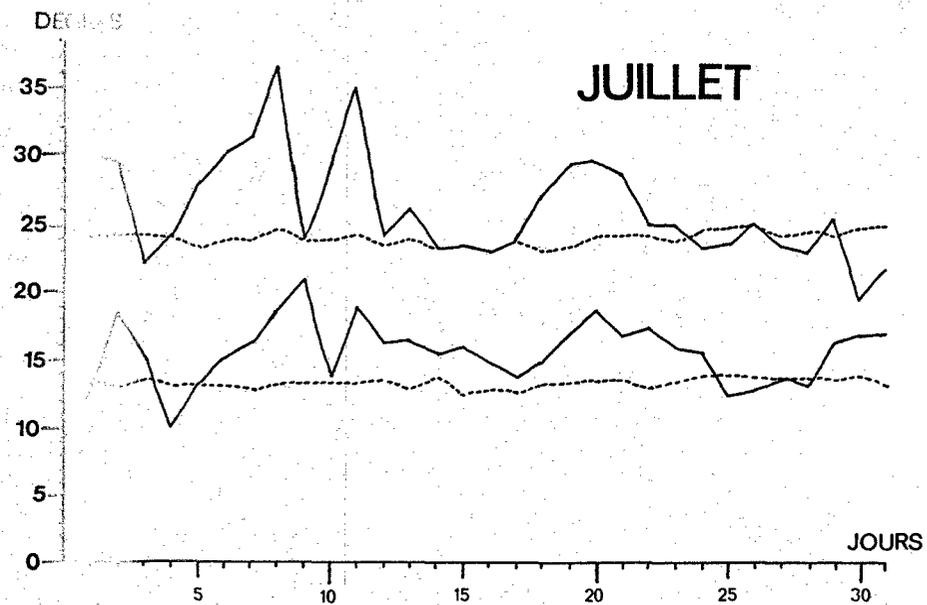
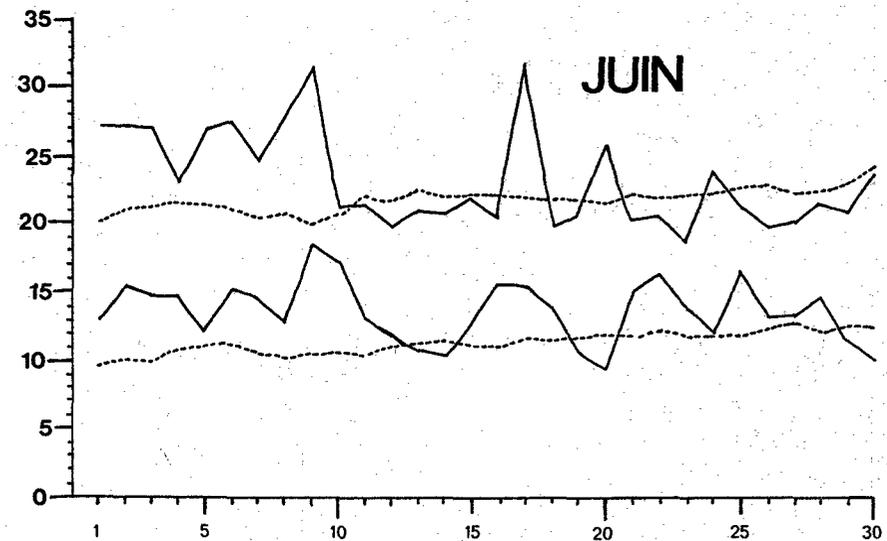
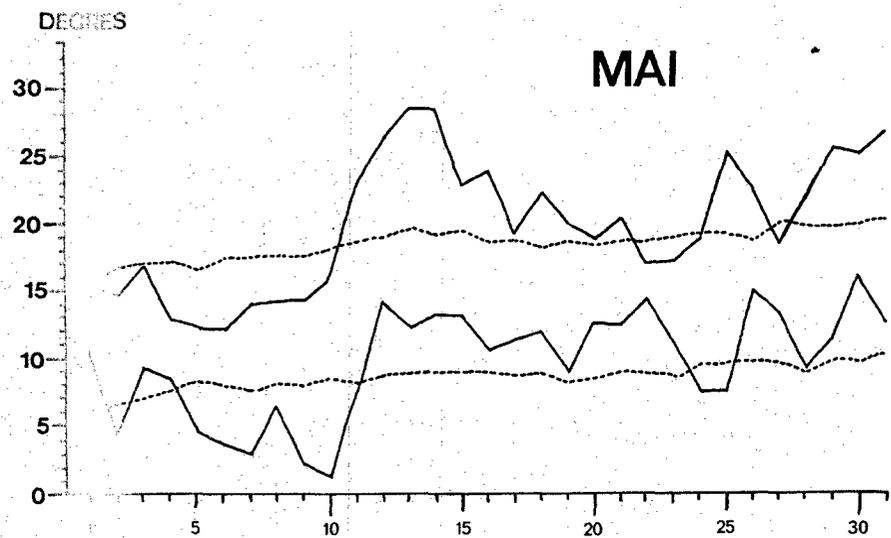
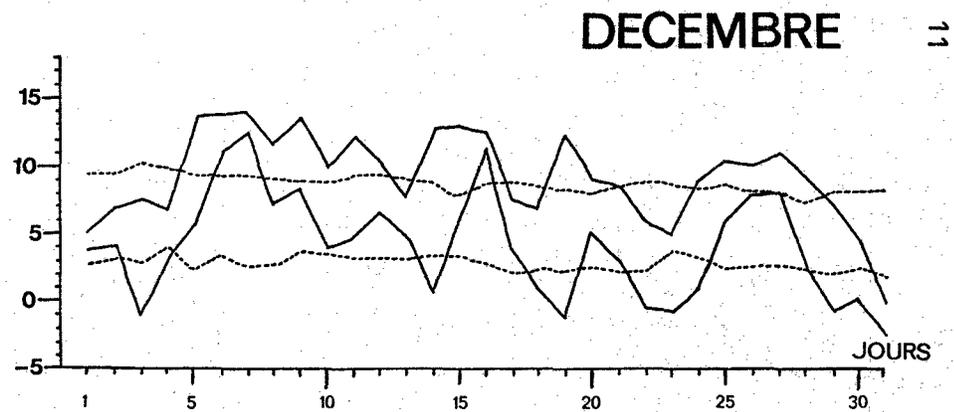
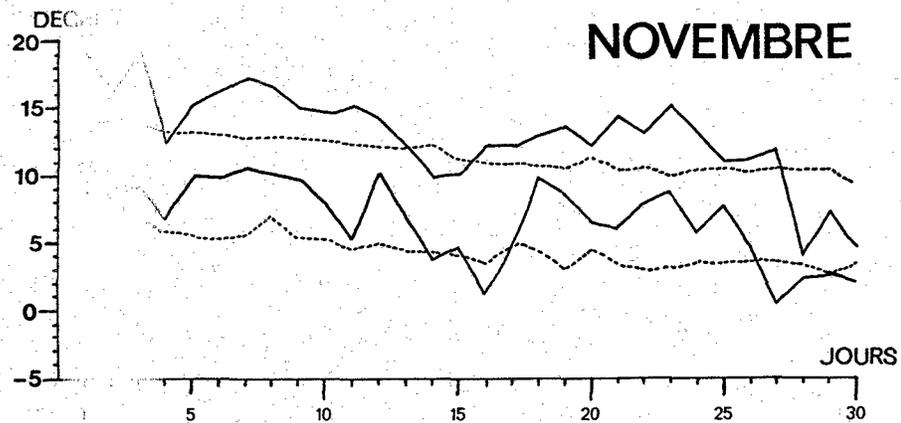
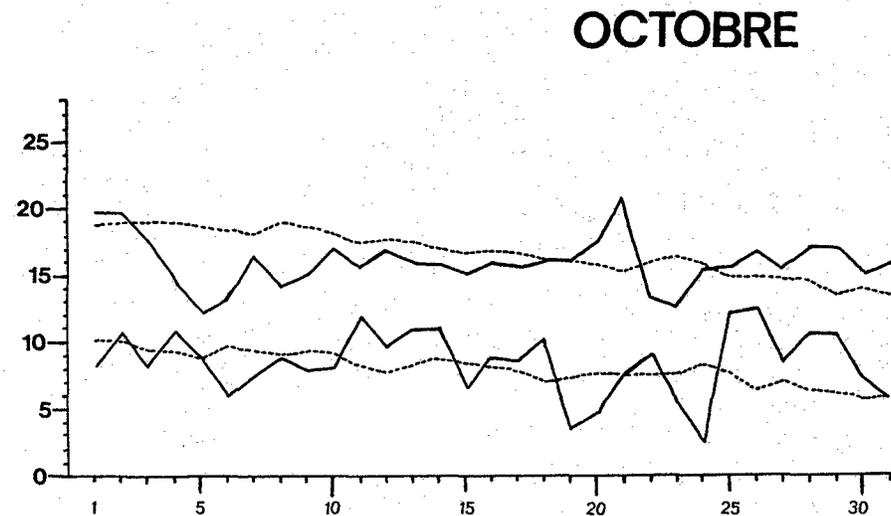
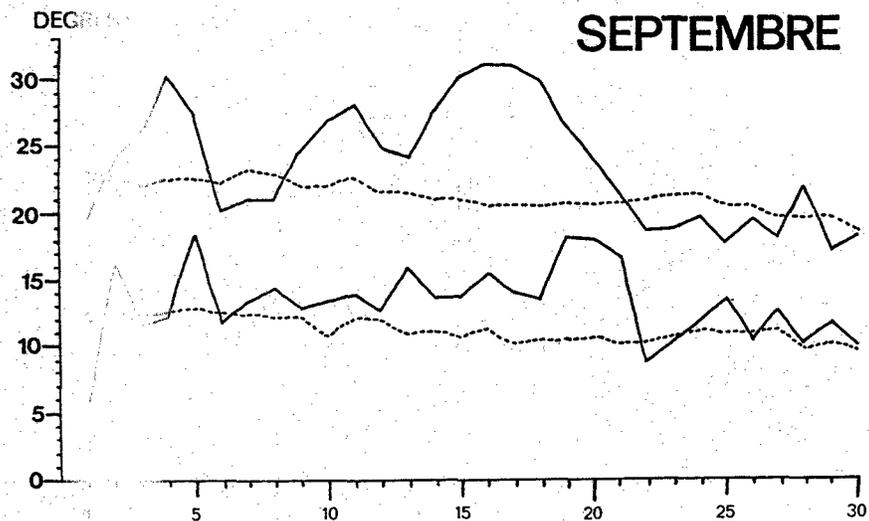


Fig. 4.- Températures journalières minimales (— en bas) et maximales (— en haut) de l'air, pour les quatre premiers mois de l'année 1982, et normales correspondantes (----) calculées sur la période 1951-1980.



10

5.- Températures journalières minimales (— en bas) et maximales (— en haut) de l'air, pour les mois de mai à août 1982, et normales correspondantes (----) calculées sur la période 1951-1980.



6.- Températures journalières minimales (— en bas) et maximales (— en haut) de l'air, pour les quatre derniers mois de l'année 1982, et normales correspondantes (----) calculées sur la période 1951-1980.

- les vents de mer, issus des secteurs 180° à 280°, au contraire retardent ce mélange des eaux et peuvent maintenir, dans la frange littorale, les eaux dessalées et enrichies favorables au développement du phytoplancton lorsque les autres facteurs du milieu sont optimaux.

Dans certaines conditions, les vents de mer peuvent favoriser la concentration d'organismes phytoplanctoniques en poussant, vers le rivage, des eaux superficielles fortement colonisées ; les vents de terre peuvent avoir des effets contraires.

D'une manière générale l'absence de vent et les eaux calmes qui en résultent sont des facteurs favorables à la multiplication des organismes dans un volume limité d'eau. A l'opposé, des vents d'une certaine force, en agitant la mer, favorisent la dispersion des organismes au sein des eaux et peuvent ainsi contribuer à la disparition de la coloration donnée à la mer lors d'une efflorescence phytoplanctonique.

L'analyse mensuelle des vents, durant l'année 1982 a été effectuée en fonction de leur direction et de leur vitesse (fig. 7 et 8).

Les vents modérés et forts ont beaucoup soufflé durant les six premiers mois de l'année tandis que les vents calmes étaient peu importants surtout en janvier, mars et avril.

Le "bloom" printanier à diatomées qui se développe en mars-avril n'a pas dû avoir l'ampleur de ceux de mars 1983 et avril 1984 qui avaient coloré en marron foncé, les eaux de surface de la baie de Vilaine, à la suite de multiplications abondantes du plancton en période de faible agitation de la mer. Cette multiplication printanière 1982 du plancton s'est tout de même développée mais au sein d'une couche d'eau de plusieurs mètres d'épaisseur sans développer donc une intense coloration.

Courant juin (cf. fig. 7) Les vents de mer faibles, modérés et forts ont fortement dominé, contribuant ainsi à maintenir, dans la couche superficielle de la frange littorale, les eaux d'origine

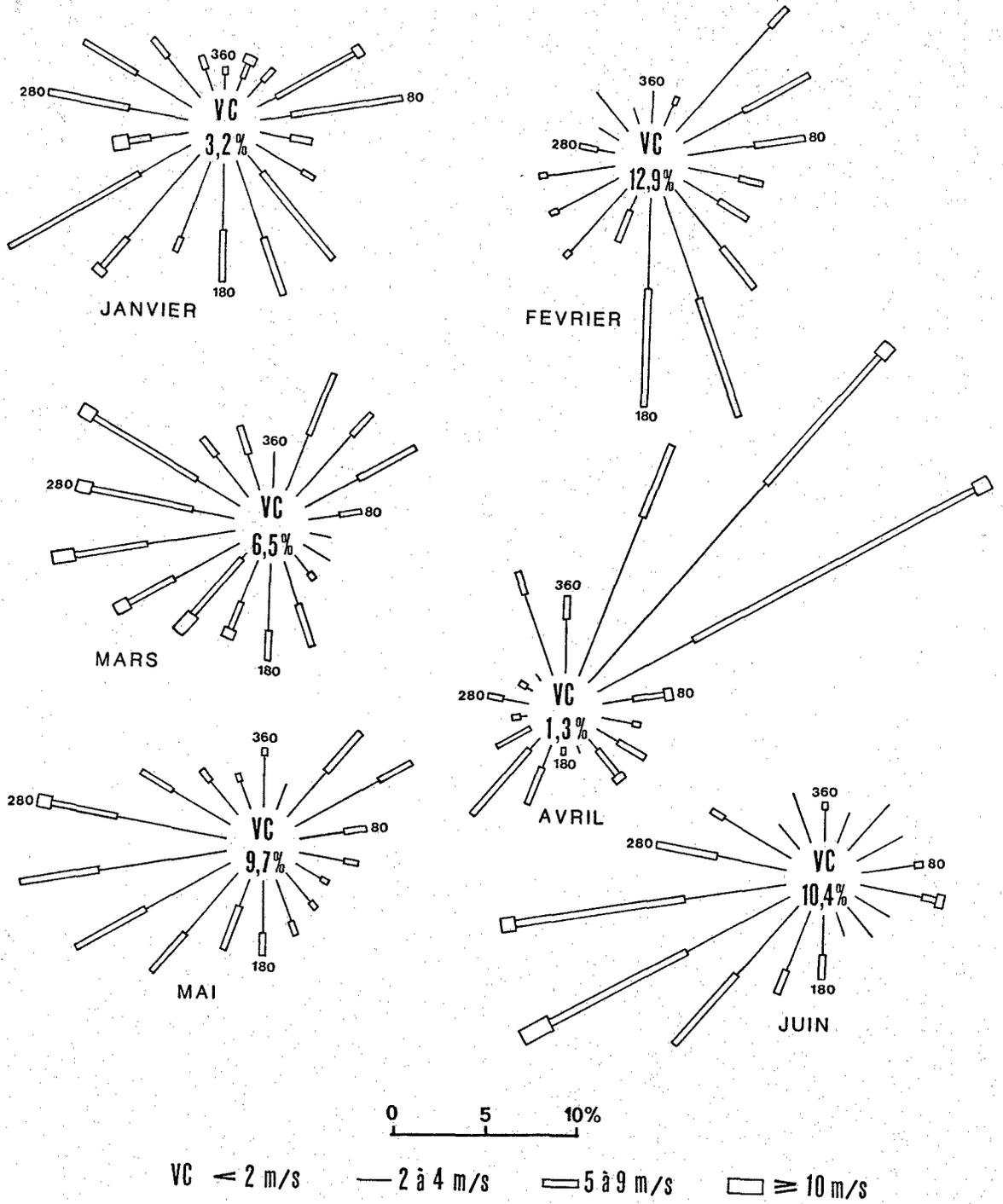


Fig. 7.- Pourcentages relatifs des intensités des vents, en fonction des directions, pour le premier semestre de 1982.
VC : vents calmes.

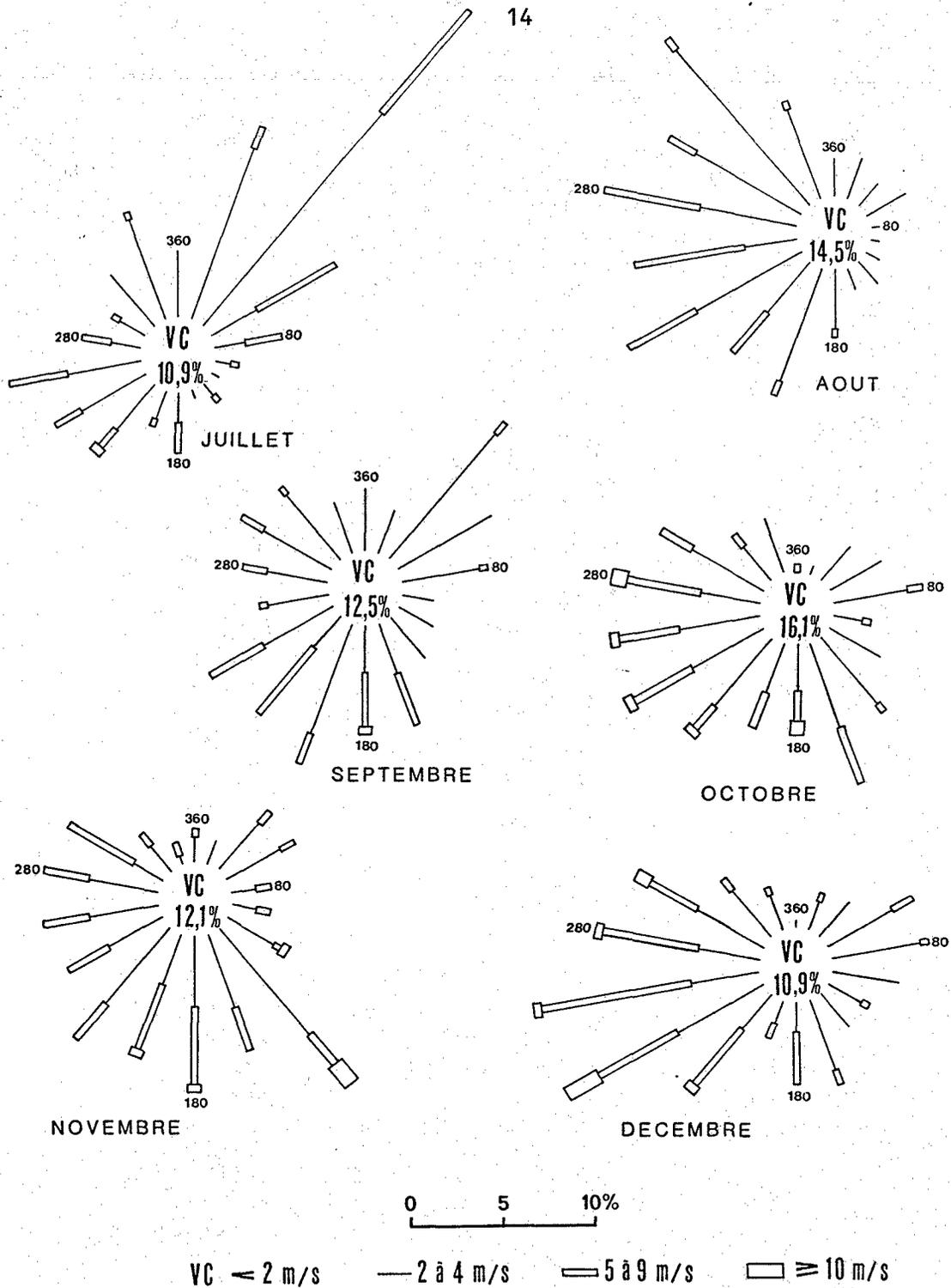


Fig. 8.- Pourcentages relatifs des intensités des vents, en fonction des directions, pour le second semestre de 1982. VC : vents calmes.

continentale dessalées et enrichies en sels nutritifs. L'analyse du vent par décade (fig. 9) permet de constater que :

- durant la première décade les vents calmes et faibles, sans influence notable sur l'agitation de la mer, ont largement dominé ;
- au cours de la seconde décade, ces vents calmes et faibles vont être supplantés par des vents de mer modérés et forts qui vont freiner le mélange des eaux côtières au sein des eaux océaniques ;
- le phénomène observé au cours de la seconde décade va s'accentuer pendant la troisième décade.

Durant le mois de juillet (cf. fig. 8) des vents modérés et forts de mer régressent au détriment des vents faibles et modérés de terre qui, du fait de la configuration de la baie de Vilaine, n'ont pas d'effet important sur l'agitation de la mer. L'analyse décadaire des vents (cf. fig. 9) fait apparaître que :

- les vents calmes (20 %) et faibles (68 %), sans influence notable sur l'agitation de la mer, ont très largement dominé durant la première décade ;
- la seconde décade a été dominée par des vents de mer, surtout modérés, du 11 au 15 et des vents de terre, faibles et modérés du 16 au 20. Les vents de mer ont limité le mélange des masses d'eau cependant que les vents de terre (53 %) ; du fait de leur faible intensité, n'avaient pas d'influence notable sur l'agitation des masses d'eau ;
- les vents calmes et faibles redeviennent dominants durant la troisième décade du mois ; ce sont surtout des vents de terre (47 %) sans grande influence sur l'agitation de la mer.

Ainsi durant le mois de juin et juillet le régime des vents est resté défavorable au mélange des eaux côtières, enrichies et dessalées, avec les eaux océaniques profondes.

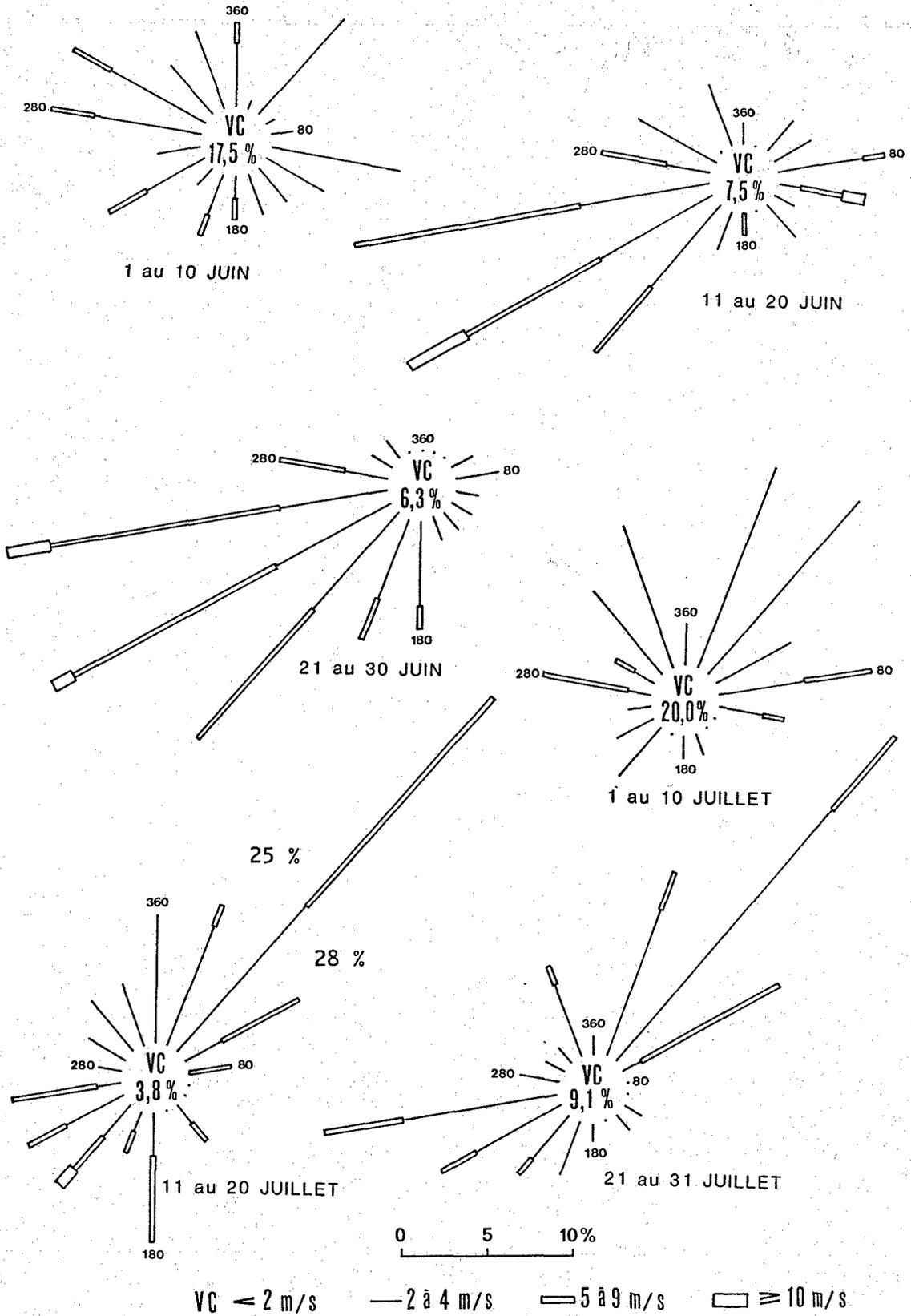


Fig. 9.- Pourcentages relatifs des intensités de vents, en fonction des directions, pour les décades de juin et juillet 1982.
VC = vents calmes.

Par la suite les vents calmes et faibles sont restés importants pendant tout le reste de l'année ; cependant à partir d'octobre les vents modérés et forts seront de en plus abondants.

4 - Insolation (fig. 10 et 11)

C'est un facteur essentiel pour le développement des végétaux mais, aussitôt une certaine durée d'insolation mensuelle atteinte, le démarrage de la végétation se produit et tout excédent demeure alors sans effet apparent. Dès le printemps, la durée d'insolation est en principe assez importante pour apporter l'énergie lumineuse nécessaire au développement de la végétation terrestre et marine.

L'insolation a été :

- légèrement déficitaire en janvier, août, octobre, novembre et décembre ;
- comparable aux normales en février, mai et juin ;
- plus ou moins excédentaire en mars, avril, juillet et septembre.

L'insolation importante de juillet a peut être constitué un facteur favorisant le bloom à diatomées de juillet mais vraisemblablement de manière indirecte en provoquant un échauffement important des eaux superficielles au sein desquelles le phytoplancton s'est abondamment multiplié.

5 - Etat de la mer du vent

Nous avons analysé les données recueillies par le sémaphore de l'île d'Yeu qui est le point d'observation le plus proche de la baie de Vilaine. L'état de la mer du vent, observé à 3, 6, 9, 12, 15, 18 et 21 heures temps universel, est décrit en fonction de la hauteur moyenne des vagues (tabl. 2).

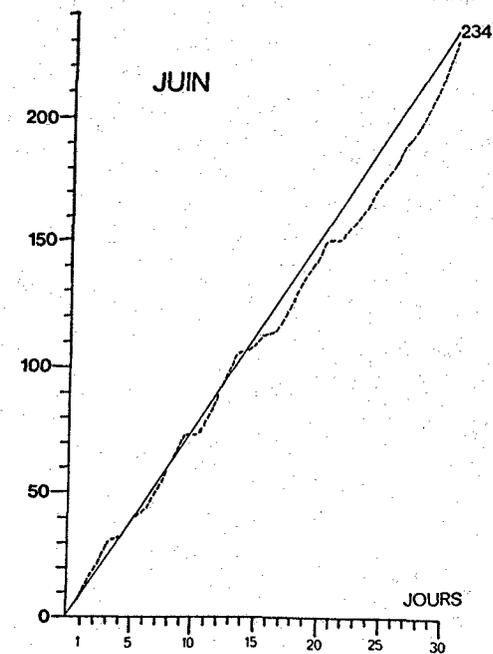
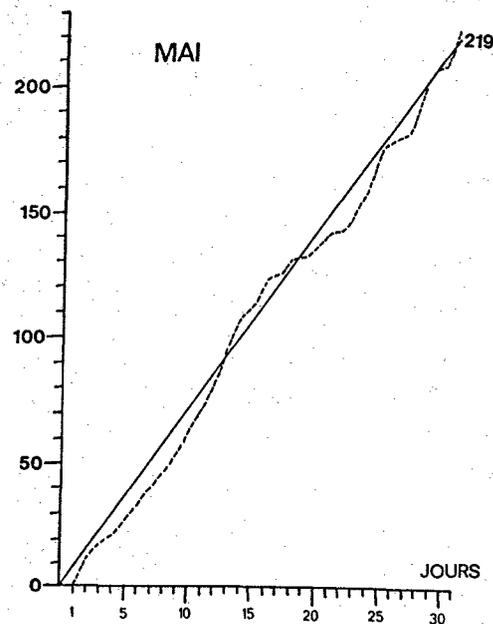
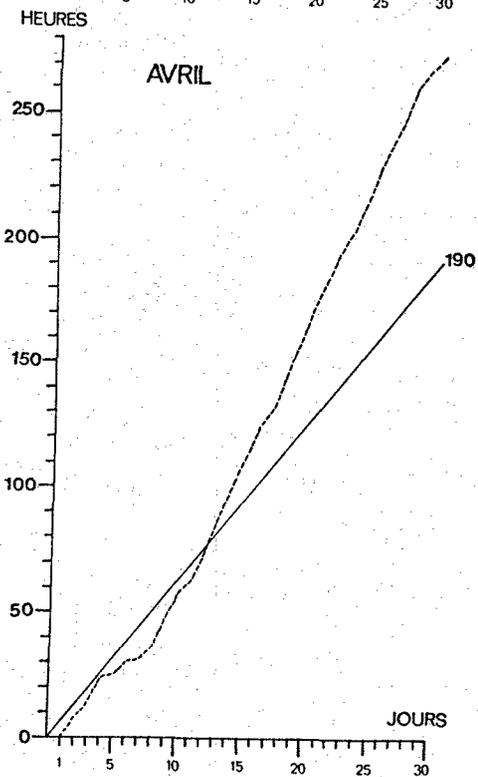
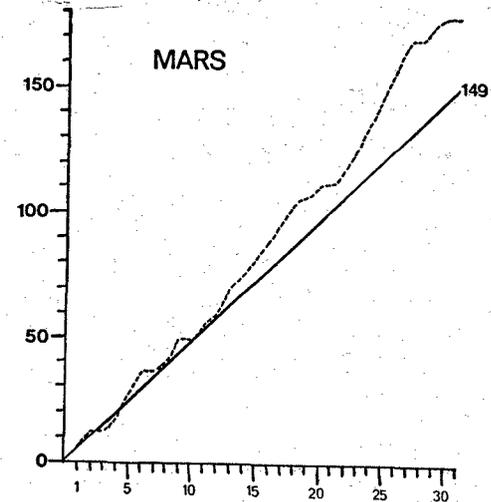
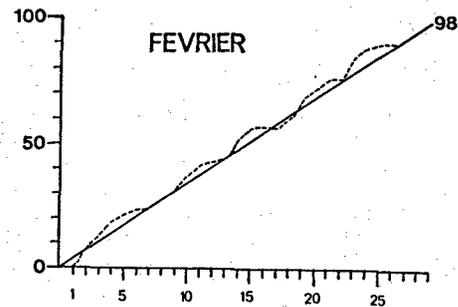
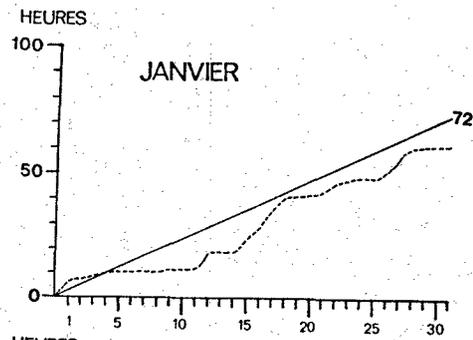


Fig. 10.- Durées journalières cumulées de l'insolation pour le premier semestre de 1982 (----) et normales théoriques correspondantes calculées sur la période 1951-1980 (—).

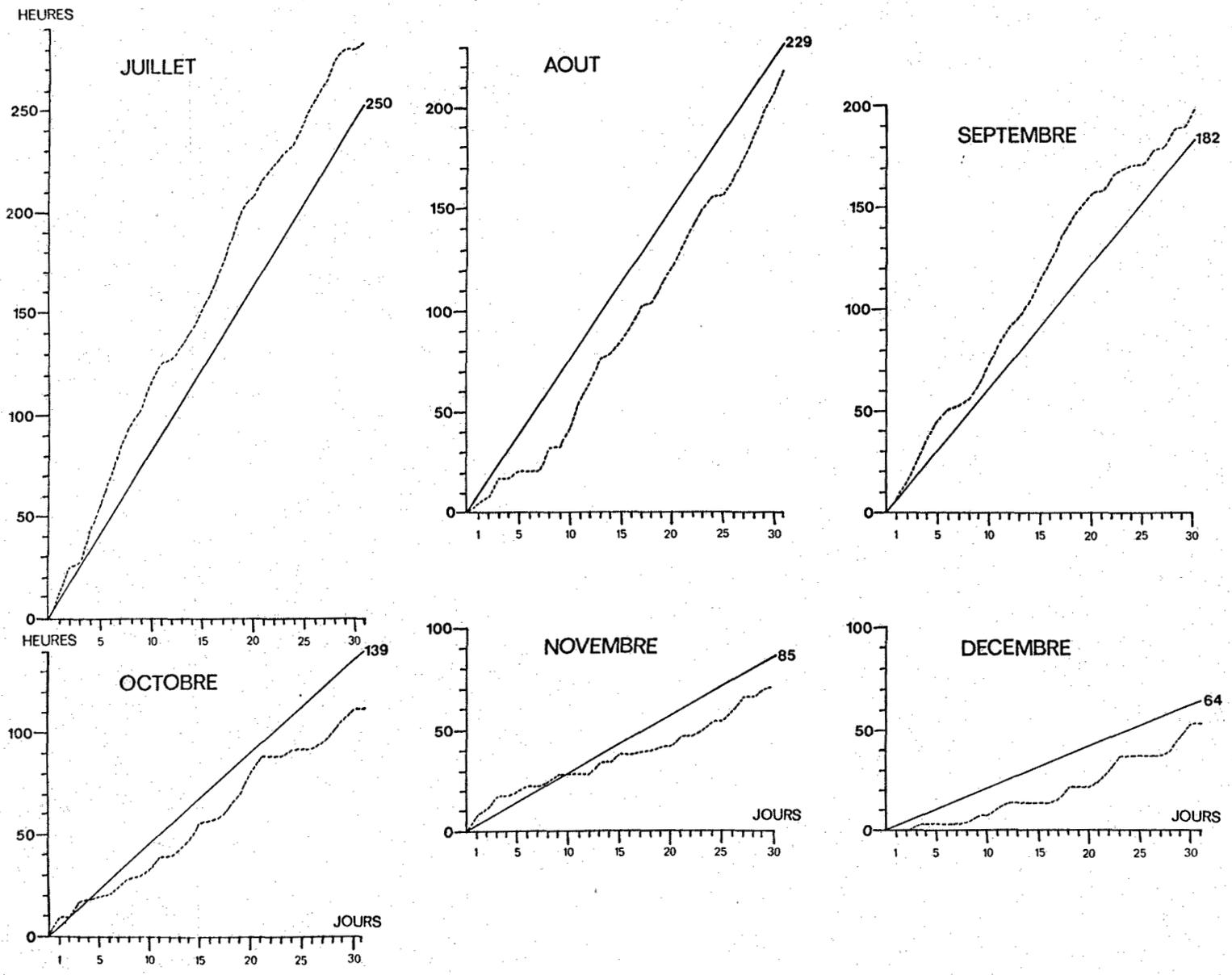


Fig. 11.- Durées journalières cumulées de l'insolation pour le second semestre de 1982 (----) et normales théoriques correspondantes calculées sur la période 1951-1980 (—).

Mer	Hauteurs moyennes (m)
Calme	0
Ridée	0 à 0,1
Belle	0,1 à 0,5
Peu agitée	0,5 à 1,25
Agitée	1,25 à 2,50
Forte	2,50 à 4
Très forte	4 à 6
Grosse	6 à 9
Très grosse	9 à 14
Enorme	14 et plus

Tabl. 2.- Différents états de la mer du vent.

Les tableaux 3 et 4 regroupent les pourcentages relatifs des différents états de la mer du vent, calculés par décades et par mois, pour toute l'année.

D'une manière générale les résultats mensuels font apparaître que la mer a été surtout ridée à peu agitée de janvier à octobre.

Au niveau de l'analyse décadaire on observe des périodes à faible agitation de la mer :

- de la seconde décade de janvier à la seconde de février ;
- 3ème décade de mars ;
- 2ème décade d'avril ;
- 1ère décade de juin ;
- de la 1ère décade de juillet à la 2ème décade de septembre ;
- 3ème décade d'octobre ;

qui sont séparées par des périodes au cours desquelles la mer a été également agitée à forte ou très forte pendant une durée importante.

Parmi ces périodes d'agitation importante de la mer il faut signaler :

- les 1ère et 2ème décade de mars ;

Mois	Mer	1ère décade	2ème décade	3ème décade	Mois entier
Janvier	1 - ridée	0	0	7,8	2,8
	2 - belle	31,9	33,9	49,3	38,8
	3 - peu agitée	50,7	63,2	35,1	49,1
	4 - agitée	14,5	2,9	7,8	8,4
	5 - forte	2,9	0	0	0,9
	6 - très forte	0	0	0	0
	7 - grosse	0	0	0	0
Février	1 - ridée	18,6	0	0	6,7
	2 - belle	55,7	41,4	25,5	42,1
	3 - peu agitée	25,7	50	43,6	39,5
	4 - agitée	0	8,6	25,5	10,3
	5 - forte	0	0	3,6	1,0
	6 - très forte	0	0	1,8	0,5
	7 - grosse	0	0	0	0
Mars	1 - ridée	0	0	1,3	0,9
	2 - belle	36,2	2,9	49,4	30,1
	3 - peu agitée	18,8	45,7	35,1	33,3
	4 - agitée	10,1	42,9	11,7	21,3
	5 - forte	20,3	8,6	1,3	9,7
	6 - très forte	14,5	0	0	4,6
	7 - grosse	0	0	0	0
Avril	1 - ridée	2,9	0	0	1,0
	2 - belle	30,4	25,7	22,9	26,3
	3 - peu agitée	39,1	64,3	31,4	45
	4 - agitée	21,8	10	27,1	19,6
	5 - forte	5,8	0	18,6	8,1
	6 - très forte	0	0	0	0
	7 - grosse	0	0	0	0
Mai	1 - ridée	0	11,4	10,4	7,4
	2 - belle	2,9	40	59,7	35
	3 - peu agitée	40	15,7	14,3	23
	4 - agitée	41,4	8,6	11,7	20,3
	5 - forte	12,9	10	3,9	8,8
	6 - très forte	2,9	14,3	0	5,5
	7 - grosse	0	0	0	0
Juin	1 - ridée	15,7	2,9	0	6,3
	2 - belle	80	42	32,4	51,7
	3 - peu agitée	4,3	24,7	35,3	21,3
	4 - agitée	0	23,2	16,2	13
	5 - forte	0	7,2	16,2	7,7
	6 - très forte	0	0	0	0
	7 - grosse	0	0	0	0

Tabl. 3.- Pourcentages relatifs, décadaires et mensuels, de l'état de la mer du vent pour le premier semestre 1982.

Mois	Mer	1ère décade	2ème décade	3ème décade	Mois entier
Juillet	1 - ridée	4,3	4,3	0	2,8
	2 - belle	78,6	52,9	74	68,7
	3 - peu agitée	11,4	28,6	24,7	21,7
	4 - agitée	4,3	12,9	1,3	6
	5 - forte	1,4	1,4	0	0,9
	6 - très forte	0	0	0	0
	7 - grosse	0	0	0	0
Août	1 - ridée	0	8,6	14,3	7,8
	2 - belle	68,6	38,6	48,1	51,6
	3 - peu agitée	22,9	45,7	26	31,3
	4 - agitée	7,1	5,7	11,7	8,3
	5 - forte	1,4	1,4	0	0,9
	6 - très forte	0	0	0	0
	7 - grosse	0	0	0	0
Septembre	1 - ridée	21,4	12,9	0	11,5
	2 - belle	48,6	80	14,5	47,8
	3 - peu agitée	20	7,1	43,5	23,4
	4 - agitée	10	0	26,1	12
	5 - forte	0	0	15,9	5,3
	6 - très forte	0	0	0	0
	7 - grosse	0	0	0	0
Octobre	1 - ridée	0	0	0	0
	2 - belle	7,1	1,4	64,4	24,9
	3 - peu agitée	48,6	32,9	27,4	36,2
	4 - agitée	31,4	17,1	8,2	18,8
	5 - forte	12,9	18,6	0	10,3
	6 - très forte	0	27,1	0	8,9
	7 - grosse	0	2,9	0	0,9
Novembre	1 - ridée	10	0	2,9	4,3
	2 - belle	32,9	7,1	14,3	18,1
	3 - peu agitée	14,3	28,6	28,6	23,9
	4 - agitée	12,9	37,1	40	30
	5 - forte	18,6	25,7	11,4	18,6
	6 - très forte	4,3	1,4	2,9	2,9
	7 - grosse	7,1	0	0	2,4
Décembre	1 - ridée	0	0	13,2	4,8
	2 - belle	38,5	0	55,3	31,9
	3 - peu agitée	10,8	8,7	11,8	10,5
	4 - agitée	26,2	36,2	11,8	24,3
	5 - forte	16,9	39,1	2,6	19
	6 - très forte	7,7	14,5	5,3	9
	7 - grosse	0	1,4	0	0,5

Tabl. 4.- Pourcentages relatifs, décadaires et mensuels, de l'état de la mer du vent pour le second semestre 1982.

- la 3ème décade d'avril et la 1ère de mai ;
- la 2ème décade d'octobre ;
- Les mois de novembre et décembre.

En conclusion, il faut remarquer que l'état de la mer a été favorable à la multiplication abondante du phytoplancton début juin puis du début juillet jusqu'au 20 septembre.

6 - Coefficients de marées (fig. 11)

Les coefficients de marée de vives-eaux ont été faibles en juin (78 et 100) et juillet (74 et 99). Par ailleurs les coefficients de mortes-eaux ont été élevés (47 et 51 en juin, 55 et 43 en juillet) ce qui a encore limité les mouvements des masses d'eaux. Ainsi, durant deux longues périodes (entre le 27 mai et le 19 juin et entre le 25 juin et le 19 juillet) les coefficients de marées sont restés inférieurs à 80. Ces périodes ont donc été favorables à une stabilité des masses d'eau, facilitant la multiplication du phytoplancton dans les eaux superficielles.

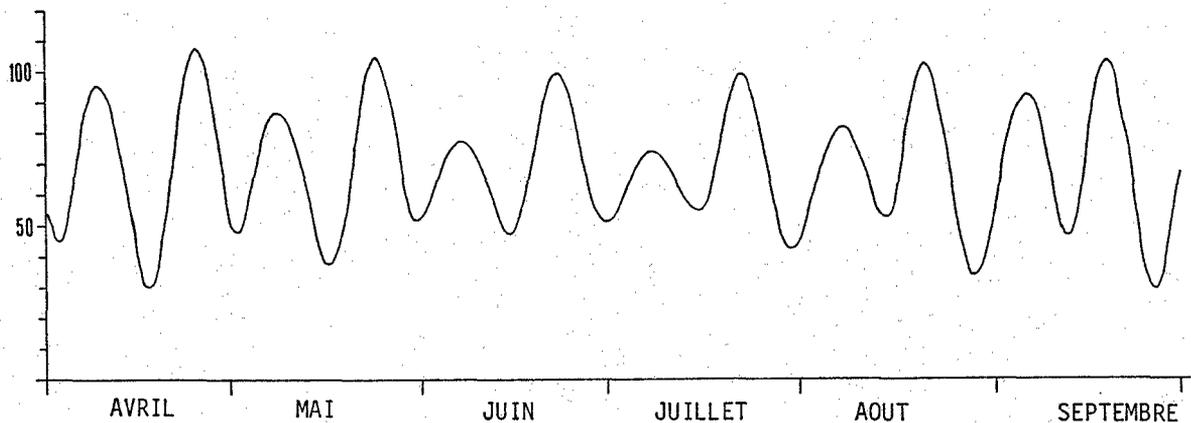


Fig. 11.- Variations des coefficients de marées entre le 1er avril et le 30 septembre 1982.

III - CONCLUSIONS

Le développement printanier des diatomées est un processus normal qui se déroule chaque année en mars-avril alors que la durée journalière d'éclairement devient importante et que la température de l'eau de mer avoisine 9-10°. Dans certaines conditions hydroclimatiques (faible agitation des eaux, forte insolation, période de mortes-eaux...) ce développement peut être très important dans les eaux superficielles au sein desquelles une espèce peut dominer au point de donner une coloration marron foncée à la mer ; c'est souvent le cas de la diatomée *Skeletonema costatum*. Ce type de coloration des eaux de surface a pu se produire dans les premiers jours d'avril 1982 favorisé par :

- des températures extrêmes de l'air supérieures aux normales fin mars et début avril ;
- des vents uniquement calmes (12,5 %), faibles (52,2 %) et modérés (35,1 %) durant la dernière décade de mars ;
- une durée d'insolation très excédentaire durant la dernière décade de mars ;
- une mer faiblement agitée fin mars et début avril ;
- une période de mortes eaux : coefficient 46 les 2 et 3 avril.

Mais ces conditions hydroclimatiques ne sont pas restées longtemps favorables car, courant avril, les vents calmes vont être quasiment absents tandis que les vents faibles diminuent en importance au détriment des vents modérés et forts.

En ce qui concerne le "bloom" estival à diatomées il a été grandement favorisé par :

- une pluviosité fortement excédentaire en juin (+ 95 %) et juillet (+ 77 %) avec une période à pluviométrie exceptionnelle : 51,7 mm les 20 et 21 juillet dont 45,1 mm pour le 21 avec une pointe de 27 mm en 18 minutes ;
- des températures minimales et maximales supérieures aux normales durant presque tout le mois de juillet ;

- des régimes de vents particulièrement propices au maintien, dans la frange littorale de la baie, des eaux enrichies par les pluies exceptionnelles de juin et juillet ; en effet :
 - . Les vents de mer, abondants durant les 2èmes et 3ème décades de juin ont été favorables au maintien, dans le fond de la baie, des eaux enrichies par les apports de la Vilaine ;
 - . Les vents calmes (20 %) et faibles (68 %), très importants pendant la première décade de juillet, ont concouru à la stabilité de ces masses d'eaux côtières dessalées et enrichies ;
 - . Les vents faibles très importants durant les 2ème (42 %) et 3ème (64 %) décades de juillet ont permis une certaine stabilité des masses d'eau ; les vents dominants, en direction et en intensité, étaient de terre et n'avaient donc qu'une faible action sur les eaux de la baie ;
- une mer essentiellement ridée, belle ou peu agitée durant le mois de juillet ;
- une faiblesse des coefficients de marées de vives-eaux en juin et juillet : ainsi le 25 juin et le 19 juillet les coefficients sont restés inférieurs à 80.

Toutes ces conditions hydroclimatiques allaient favoriser le développement abondant du phytoplancton dans les eaux superficielles de la baie fortement enrichies par les sels nutritifs des eaux de la Vilaine. Ainsi, les témoignages de pêcheurs ont rapporté que les eaux de la baie étaient fortement colorées en marron durant le mois de juillet ; on est conduit à penser que c'est la multiplication importante des diatomées qui permettait cette intense coloration de l'eau de mer.

Or pendant la journée cette masse phytoplanctonique produit, par la photosynthèse, davantage d'oxygène qu'elle n'en consomme pour sa propre respiration. Par contre, durant la nuit, ce phytoplancton ne produit plus d'oxygène mais continue à en consommer. Il en résulte donc, du fait de l'extrême richesse en organismes des eaux une réduction des teneurs en oxygène dissous (hypoxie) pouvant aller jusqu'à des teneurs très basses

proches de l'anoxie. En effet, dans le milieu marin, les animaux et végétaux qui meurent tombent sur le fond où les dégradations bactériennes vont transformer la matière organique en sels minéraux. Cette minéralisation utilise évidemment de l'oxygène dissous dans l'eau dont la concentration chutera au voisinage du fond.

Ce processus de chute du taux d'oxygénation des eaux de fond a dû se produire après le "bloom" phytoplanctonique de juillet qui a conduit sur le fond de grandes quantités de matière organique à dégrader. Cette hypoxie des eaux de fond semble d'ailleurs assez fréquente puisqu'à plusieurs reprises des chutes d'oxygène ont été observées, en 1983 et 1984, par les équipes du C.N.E.X.O. (*) et de l'I.S.T.P.M. (*) travaillant en baie de Vilaine, sans cependant atteindre des teneurs provoquant des mortalités.

Ces déficits d'oxygénation des eaux de fond consécutifs à un "bloom" phytoplanctonique particulièrement intense et concomitant à une stratification haline et/ou thermique des eaux, semblent se produire régulièrement en baie de Vilaine, durant l'été. Cependant il n'y a qu'en 1982 que les mortalités de poissons et invertébrés ont été constatées en baie de Vilaine. Toutefois, en estuaire de Loire, des mortalités de poissons (mulets) sont signalées presque tous les étés lorsqu'une période de forte chaleur coïncide avec l'étiage du fleuve : la dégradation de la matière organique du bouchon vaseux consomme la quasi-totalité de l'oxygène dissous qui n'est pas renouvelé du fait du faible hydrodynamisme.

Si l'on compare ce qui s'est passé en baie de Vilaine durant l'été 1982 aux événements cités par la littérature, dans beaucoup de cas des migrations de poissons sont observés lors de désoxygénation des eaux. En baie de Vilaine des réactions de fuite des poissons ont été observées à plusieurs reprises :

- dans la nuit du 26 au 27 juillet 1982 des captures exceptionnelles de soles ont été réalisées par les pêcheurs dans la partie périphérique de la baie de Vilaine, entre les Cardinaux

(*) Centre National pour l'Exploitation des Océans et Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes dont la fusion, au 1er janvier 1985, a donné naissance à l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la mer.

et le phare du Four. La sole est un poisson qui vit habituellement tapi sur le fond, à moitié ensablé, et très souvent le filet du chalut passe sans le capturer. Les pêches exceptionnelles de soles ne peuvent être dues qu'à des conditions défavorables à la vie régnant au voisinage du fond ; une baisse du taux d'oxygène dissous dans l'eau peut expliquer ces déplacements : les poissons quittaient le fond devenu inhospitalier à la recherche de zones plus oxygénées, c'est-à-dire vers la surface dans un premier temps, puis vers la périphérie de la baie ensuite.

- Le 30 juillet Monsieur P. METAYER, conchyliculteur de la pointe du Bile au nord du traict de Mesquer, a capturé environ 300 kg de bars et mulets de grosses tailles, avec une senne, au rivage. Ces poissons, vivants mais pas très actifs, ont été placés dans un bassin dont l'eau était aérée artificiellement : les 3/4 ont rapidement récupéré un comportement normal et une nage très active ; ceux qui sont morts avaient subi un choc trop important qui fut aggravé par leur manutention lors des captures. Il apparaît que ces animaux fuyaient les zones anoxiques pour se réfugier au rivage, dans quelques décimètres d'eau où l'oxygénation était quasiment normale.
- du 28 au 31 juillet, de nombreux poissons vivants mais peu actifs (bars et mulets surtout) furent capturés, à la main par les baigneurs le long des rivages de la baie de Vilaine.

Enfin, la crue estivale exceptionnelle de la Vilaine, du 22 au 26 juillet, a drainé vers la mer environ 35 millions de m³ d'eau douce qui ont dû établir une halocline sur une grande partie de la baie de Vilaine, stoppant alors la réoxygénation des eaux du fond à partir de la surface et favorisant le développement du phytoplancton dans les eaux superficielles dessalées et enrichies en sels nutritifs.

Globalement on peut dire que la baie de Vilaine a été, durant le mois de juillet 1982, le siège d'un développement phytoplanctonique qui a amené sur le fond de grandes quantités de matière organique. La dégradation du plancton mort a nécessité une quantité importante d'oxygène et il a dû en résulter une chute du taux d'oxygène dissous au voisinage du fond ; ceci a d'ailleurs été observé au cours des étés 1983 et 1984 lors des "blooms" à diatomées.

La crue de la Vilaine a dû installer une importante halocline et apporter de grandes quantités de sels nutritifs et de matières organiques du fait du lessivage des sols par de violents orages.

Dans la couche d'eau superficielle, dessalée et enrichie, le phytoplancton a pu se multiplier abondamment accroissant alors les quantités de matière organique détritique sur le fond.

Enfin si un "bloom" contribue à oxygéner l'eau durant la journée du fait de la photosynthèse, il en est autrement la nuit où la respiration des nombreux organismes peut conduire à une anoxie du milieu. C'est vraisemblablement la conjugaison de ces trois facteurs :

- désoxygénation des eaux du fond du fait de l'établissement d'une pycnocline ;
- consommation accrue de l'oxygène pour la dégradation de la matière organique ;
- consommation importante d'oxygène par la respiration du phytoplancton la nuit ;

qui a conduit à une anoxie du fond et aux mortalités d'animaux benthiques observées dans la nuit du 27 au 28 juillet 1982 en baie de Vilaine.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES CITEES

- 1 MAGGI (P.).- Les mortalités massives de poissons en baie de Vilaine (juillets 1982). Rapport I.S.T.P.M. du 16 août 1982. 19 p.
- 2 ALZIEU (C.), LASSUS (P.), MAGGI (P.), POGGI (R.) et RAVOUX (G.).- Contamination des coquillages des côtes bretonnes et normandes par une algue unicellulaire toxique *Dinophysis acuminata*.- Rapport technique I.S.T.P.M. n° 4, octobre 1983, 33 p.
- 3 MAGGI (P.), SOULARD (L.), TRUQUET (P.) et CHAUVIN (J.).- Facteurs hydro-climatiques et apparitions d'eaux colorées, en baie de Vilaine, durant l'année 1983.- Rapport technique I.S.T.P.M. n° 8, novembre 1984, 45 p.
- 4 MAGGI (P.), MASTOURI (A.) et SOULARD (L.).- Suivi des facteurs climatiques susceptibles de jouer un rôle dans les apparitions d'eaux colorées en baie de Vilaine, durant l'année 1984.- Rapport à diffusion restreinte I.S.T.P.M. n° 36, décembre 1984, 29 p.