

UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE

DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE DYNAMIQUE

4, place Jussieu - 75230 PARIS CEDEX 05

Tél. : 336 25.25 - Poste
329 12.21

H.N.L.

A.F.B.S.N.

10-12, rue du Capitaine Ménard
75015 PARIS

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES PARAMETRES
DE L'EUTROPHISATION SUR LES BASSINS DE LA SEINE MOYENNE
ET DE LA VIRE.

Christine DULAC

Jean-Marc LAURENCEAU

DECEMBRE 1981.

386
RES

UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE

DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE DYNAMIQUE

4, place Jussieu - 75230 PARIS CEDEX 05

Tél. : 336 25.25 - Poste
329 12.21

A.F.B.S.N.

10-12, rue du Capitaine Ménard
75015 PARIS

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES PARAMETRES
DE L'EUTROPHISATION SUR LES BASSINS DE LA SEINE MOYENNE
ET DE LA VIRE.

Christine DULAC

Jean-Marc LAURENCEAU

DECEMBRE 1981.

AVANT - PROPOS

Cette étude a eu pour but, outre une meilleure connaissance des niveaux trophiques de la Seine moyenne et de la Vire de trouver les paramètres les plus déterminants pour le développement algal et de tester les méthodes d'études de la production primaire en rivière.

Les résultats obtenus sur ces deux rivières ont été traités séparément et leurs traitements font l'objet des parties I et II du présent rapport.

Des conclusions méthodologiques seront présentées indépendamment des conclusions spécifiques de la Seine et de la Vire.

SOMMAIRE

	page
<u>PREMIERE PARTIE : LA SEINE A L'AMONT DE PARIS</u>	
1. Introduction -----	1
1.1. Objectifs de l'étude -----	1
1.2. Localisation des stations, calendrier des prélèvements et données recueillies -----	1
1.3. Caractéristiques hydroclimatiques de l'année 1979 -----	3
2. Evolution de la chlorophylle -----	5
2.1. Station clé de Vernou -----	5
2.1.1. Caractéristiques de l'évolution de mai 1979 à mai 1980 -----	5
2.1.2. Implication méthodologique -----	7
2.2. Evolution amont-aval -----	11
2.2.1. Valeurs globales -----	11
2.2.2. Variations saisonnières -----	13
2.2.2.1. Zone amont -----	13
2.2.2.2. Zone aval -----	13
2.2.3. Evolution amont-aval dans la Seine et la Loire --	15
2.3. Proportion de chlorophylle c -----	16
2.4. Influence des affluents sur la chlorophylle de la Seine à l'amont de Paris -----	17
2.5. Variabilité d'une année à l'autre -----	18
2.6. Paramètres explicatifs de la chlorophylle -----	20
2.6.1. Paramètres physiques, météorologiques et hydrologiques -----	20

	page
2.6.1.1. Relations à deux variables -----	20
- chlorophylle a, paramètres météorologiques et débit -----	20
- chlorophylle a et matières en suspension ---	24
2.6.1.2. Relations à trois variables -----	25
2.6.2. Nutriments -----	26
2.7. Conclusion -----	26
3. Plancton et production primaire dans la Seine amont -----	30
3.1. Le phytoplancton de la Seine à Marnay-sur-Seine et à Marolles-sur-Seine -----	30
3.1.1. Etude qualitative -----	30
3.1.2. Etude quantitative -----	32
3.1.3. Phytoplancton et chlorophylle -----	35
3.2. Production primaire à Marnay-sur-Seine et à Marolles-sur-Seine -----	36
3.2.1. Valeurs de production primaire -----	36
3.2.2. Comparaison avec d'autres rivières françaises ---	37
3.2.2.1. Comparaison avec la Vire -----	37
3.2.2.2. Comparaison avec la Loire et le Lot -----	38
3.3. Conclusion -----	39
 <u>DEUXIEME PARTIE : LA VIRE</u>	
1. Présentation de l'étude Vire -----	40
1.1. Géologie -----	40
1.2. Géographie -----	42
1.3. Climatologie -----	44

1.3.1. Temperature de l'air et pluviométrie interannuelle	-- 44
1.3.2. Caractéristique des années d'étude	----- 45
1.4. Régime de la rivière	----- 47
1.5. Le milieu humain et son influence sur la Vire	----- 48
1.5.1. Occupation du sol	----- 48
1.5.2. Rejets urbains et industriels	----- 49
1.5.3. Barrages et biefs	----- 50
1.6. Problèmes posés	----- 51
1.7. Approche suivie	----- 52
1.8. Campagnes de mesures et analyses	----- 52
2. Qualité générale de la Vire	----- 58
2.1. Température de l'eau	----- 58
2.2. pH	----- 59
2.3. La conductivité	----- 60
2.4. Azote	----- 62
2.4.1. Nitrates	----- 62
2.4.1.1. Valeurs globales	----- 63
2.4.1.2. Variations saisonnières	----- 64
2.4.1.3. Conclusion	----- 67
2.4.2. Autres formes de l'azote	----- 68
2.5. Phosphore	----- 68
2.5.1. Position du problème	----- 68
2.5.1.1. Mesure	----- 68
2.5.1.2. Représentativité d'un prélèvement	----- 69
2.5.1.3. Origine des orthophosphates et comportement	- 70

2.5.2. Profil en long	70
2.5.3. Variations saisonnières	71
2.6. Les matières en suspension	74
2.7. Le carbone organique particulaire	76
2.8. L'oxygène dissous et les valeurs de D.B.O. 5	80
2.9. Indice biotique et Ichthyologie	83
2.10. Conclusion	84
3. Influence des rejets ponctuels	86
3.1. Influence des stations d'épuration de Vire	86
3.2. Les orthophosphates en aval de Vire	87
3.2.1. Comportement des orthophosphates en aval de Vire	87
3.2.2. Pollution erratique à Sainte-Marie Laumont	89
3.2.3. Influence des autres stations d'épuration sur la teneur en orthophosphates	91
3.2.4. Impact des grandes stations d'épuration sur le flux d'orthophosphate	92
3.3. Impact des stations d'épuration de Vire sur la conductivité et les ions majeurs	93
3.4. Conclusion	95
4. Production primaire et biomasse	96
4.1. La chlorophylle	96
4.1.1. Les différentes variétés de chlorophylle et la forme dégradée	96
4.1.2. Evolution spatio-temporelle de la chlorophylle dans la Vire en 1979	99

	page
4.2. Le phytoplancton -----	104
4.2.1. Etude qualitative -----	104
4.2.2. Etude quantitative -----	107
4.2.3. Algues planctoniques et algues tychoplanctoniques	111
4.2.4. Diversité du peuplement -----	114
4.3. Valeurs de production primaire -----	114
4.3.1. Profils verticaux -----	114
4.3.2. Variations journalières de production primaire -	115
4.3.3. Cycles journaliers induits par la photosynthèse -	117
4.3.4. Variations saisonnières de production et de produc- tivité -----	122
4.3.5. Conclusion sur la production primaire pélagique -	124
4.4. L'estimation de la biomasse et de l'activité photosynthétique dans la Vire -----	125
4.4.1. Différentes estimations de la biomasse en rivière	125
4.4.2. Relation chlorophylle - biovolume -----	127
4.4.3. Relation chlorophylle - carbone organique particulaire -----	128
4.4.4. Relation production - biomasse et production densité d'algues -----	129
4.5. Productivité et biomasse par rapport aux facteurs du milieu -----	133
4.5.1. Nutriments -----	134
4.5.2. La température -----	136
4.5.3. Le rayonnement -----	142
4.5.4. Le débit -----	143

	page
4.6. Biomasse apportée par les renoncules d'eau -----	145
4.7. Conclusions -----	146
5. Influence des barrages et des biefs sur le niveau trophique et sur la qualité de la Vire -----	148
5.1. Influence du réservoir de la Dathée -----	148
5.1.1. Effet de la retenue de la Dathée sur la température -----	148
5.1.2. Influence du réservoir sur la biomasse de la Dathée -----	148
5.2. Influence des biefs -----	151
5.2.1. Introduction -----	151
5.2.2. Repérage des biefs -----	151
5.2.2.1. Vitesse de l'eau -----	151
5.2.2.2. Profil longitudinal de chlorophylle de juin 1980 -----	155
5.2.2.3. Profil physico-chimique de septembre 1980	156
5.2.3. Etude du bief des Claies de Vire -----	158
5.2.3.1. Etiage 1980 -----	160
5.2.3.2. Etiage 1981 -----	163
5.2.3.3. Production et productivité primaire dans le bief -----	167
5.2.3.4. Conclusions -----	168
5.2.4. Influence d'un bief en dérivation sur la biomasse de la rivière -----	169
5.2.5. Evolution de la biomasse au fil de l'eau -----	170
5.2.6. Conclusions -----	174
6. Conclusions à l'étude de la Vire -----	175

CONCLUSIONS GENERALES : METHODES D'ETUDE DE LA PRODUCTION PRIMAIREET DE LA BIOMASSE EN RIVIERE

1. Rappel sur l'eutrophisation des lacs -----	178
2. Différences entre les lacs et les rivières -----	178
3. Difficultés d'observations de l'eutrophisation en rivière ---	179
3.1. Niveaux de Nutriments -----	179
3.2. Production primaire et biomasse -----	180
3.3. Variations longitudinales de la biomasse en rivière -	180
4. Comparaison des niveaux trophiques dans diverses rivières dans la Vire et dans la Seine. -----	181
5. Approche possible pour l'étude de l'eutrophisation en rivière	186
5.1. Critiques de nos approches -----	186
5.2. Critiques de tous les paramètres de la qualité des eaux	187
5.3. Conclusion générale : application méthodologique --	187
 BIBLIOGRAPHIE -----	 192
 ANNEXE	

PREMIERE PARTIE

1. INTRODUCTION.

1.1. Objectifs de l'étude.

Cette étude de l'eutrophisation de la Seine à l'amont de Paris nous a été confiée par l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie.

Les objectifs en étaient d'étudier les paramètres décrivant l'eutrophisation du milieu : phytoplancton, production primaire, chlorophylle et ceux susceptibles de la provoquer : nutriments, paramètres météorologiques et vitesse de l'eau. La chlorophylle étant facile à mesurer, nous nous sommes particulièrement intéressés aux liaisons qu'elle peut avoir avec les paramètres du milieu et à sa variabilité dans le temps et dans l'espace.

1.2. Localisation des stations, calendrier des prélèvements et données recueillies.

Le tronçon étudié s'étend sur 150 km de Marnay-sur-Seine (5 km en amont de Nogent-sur-Seine) à Ris-Orangis (figure n°1).

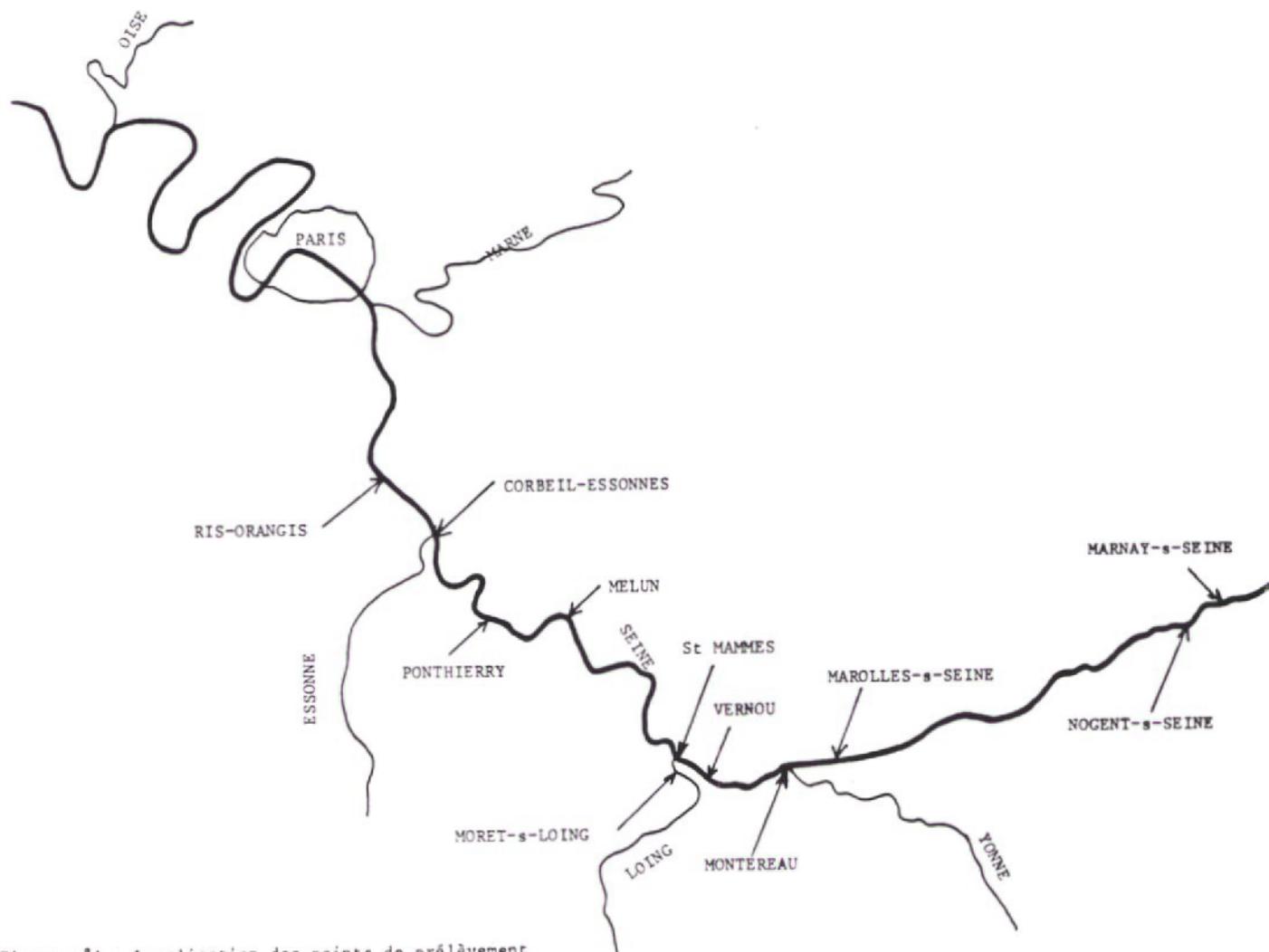


Figure n°1 : Localisation des points de prélèvement

Rivière	Lieu de prélèvements	Distance à l'embouchure (Km)	Fréquence des prélèvements	Analyses effectuées	Date du premier prélèvement	Date du dernier prélèvement	n°
Seine	Marnay. Pont D68	521	mensuelle	Phytoplancton chlorophylle production primaire	14-5-1979	14-11-1979	
Seine	Marnay.	519,5	bi-mensuelle	chlorophylle	15-5-1979	23-9-80	N1
Seine	Nogent-sur-Seine	516,5	"	"	"	"	N11
Seine	La Notte Tilly. La Grève	503,8	"	"	"	"	N111
Seine	Marolles, Pont D29	454	mensuelle	Phytoplancton chlorophylle production primaire	"	"	
Seine	Montereau. Pont R.N. 5bis	447	"	analyse chimique complète + chlorophylle	14-5-1979	12-11-1979	
Seine	Vernou, site de la centrale EDF	437	journalière jusqu'en décembre 1979 puis bi-mensuelle	Chlorophylle, MES Température Transparence	2-5-1979	10-5-1980	
Seine	St. Mammes	433	mensuelle	Phytoplancton	14-3-1979	29-6-1979	
Seine	Melun. Pont R.N.5.	404	"	analyse chimique complète + chlorophylle	"	"	
Seine	Ponthierry, Pont R.D. 50	394	"	"	"	"	
Seine	Corbeil-Essonnes. Pont R.N.191.	378,5	"	"	"	"	
Seine	Ris-Orangis Pont R.D.31	371	"	"	"	"	
Yonne	Montereau. Pont R.N. 5 bis		"	"	"	"	
Loing	Moret Pont R.N. 5		"	"	"	"	
Essones	Corbeil - Essones. Pont rue du Pdt Carnot		"	"	"	"	

Tableau n° 1 : LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS, TYPES D'ANALYSES EFFECTUEES, FREQUENCE DES PRELEVEMENTS ET PERIODES CONCERNEES. -

Tous les mois, de mai à novembre 1979 nous avons prélevé à Marnay-sur-Seine et à Marolles-sur-Seine (7 km avant le confluent de l'Yonne). Ces prélèvements ont été effectués aux dates où le laboratoire de contrôle des eaux de la ville de Paris prélevait des eaux sur la Seine à Montereau, Melun, Ponthierry, Corbeil-Essonnes et Ris-Orangis, sur l'Yonne à Montereau, sur le Loing à Moret, et sur l'Essonne à Corbeil-Essonnes.

Le laboratoire d'Hydrobiologie de Montereau a fait des prélèvements bi-mensuels en 3 points situés l'un 3 km à l'amont du site de la future centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine, le deuxième sur ce site et le troisième 13 km à l'aval.

Ce laboratoire a aussi effectué des prélèvements quasiment journaliers immédiatement en amont de la centrale thermique E. D. F. dite de Montereau, située à Vernou, au milieu du tronçon étudié.

Sur tous les prélèvements nous avons dosé la chlorophylle. A Marnay-sur-Seine et à Marolles-sur-Seine nous avons également fait des mesures de production primaire tandis que le Museum d'Histoire Naturelle a réalisé les déterminations de phytoplancton. Sur les eaux qu'il a prélevées le laboratoire de contrôle des eaux de la Ville de Paris nous a fourni les analyses chimiques tandis que le laboratoire d'hydrobiologie de Montereau a mesuré sur les prélèvements de Vernou la température, les matières en suspension et la transparence au disque de Secchi.

La situation des lieux de prélèvements, les types d'analyses effectuées ainsi que les fréquences des prélèvements et les périodes concernées sont rassemblés sur le tableau n°1.

Nous avons aussi collecté les principaux paramètres météorologiques disponibles sur la région parisienne (pluviométrie à Balloy, insolation à Trappes et à Melun, rayonnement à Trappes) ainsi que le débit de la Seine à Boissise-la-Bertrand (station de Vives-Eaux, située entre Melun et Ponthierry). Ces résultats sont regroupés avec le suivi journalier de chlorophylle sur le tableau n° 56.

1. 3. Caractéristiques hydroclimatiques de l'année 1979.

La température de l'eau à Montereau est restée faible : les moyennes mensuelles furent inférieures à 20°C et leur comparaison avec celles des années 1972 à 1975 montre que de mai à septembre, donc pendant la période de production primaire importante, seules quelques valeurs de 1979 ont dépassé celles de 1972 (figure n°2).

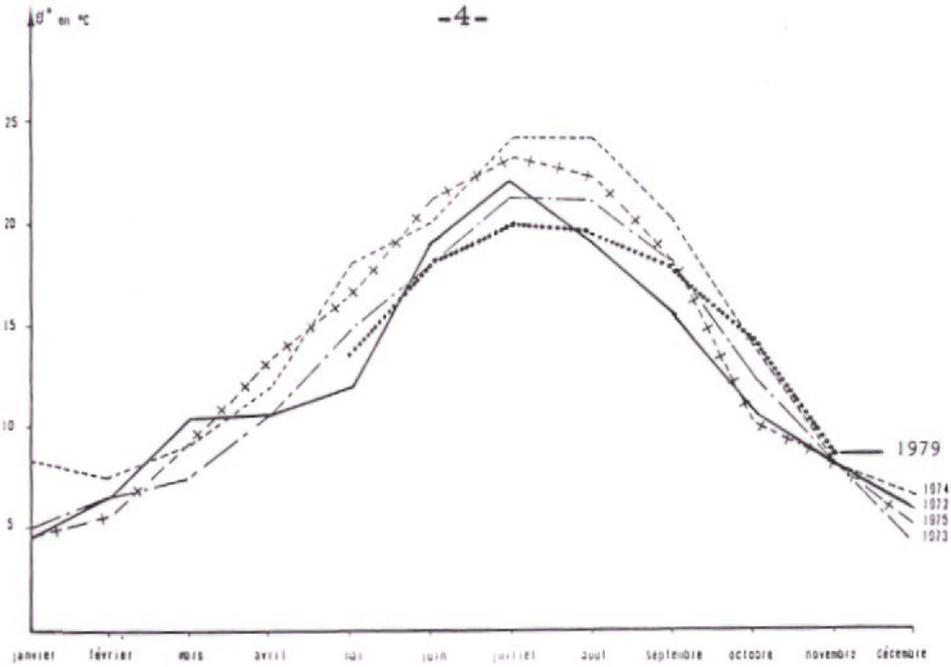


Figure n°2 : Régime thermique de la Seine à Montereau.
Températures mensuelles moyennes.
(d'après DURAND et GAS in MERLE, 1977).

Les débits moyens mensuels de la Seine à Vives-Eaux furent par contre élevés ; de mai à novembre 1979 ils sont supérieurs aux débits moyens mensuels interannuels et en juin le débit moyen atteint même le double de la valeur mensuelle interannuelle (figure n° 3).

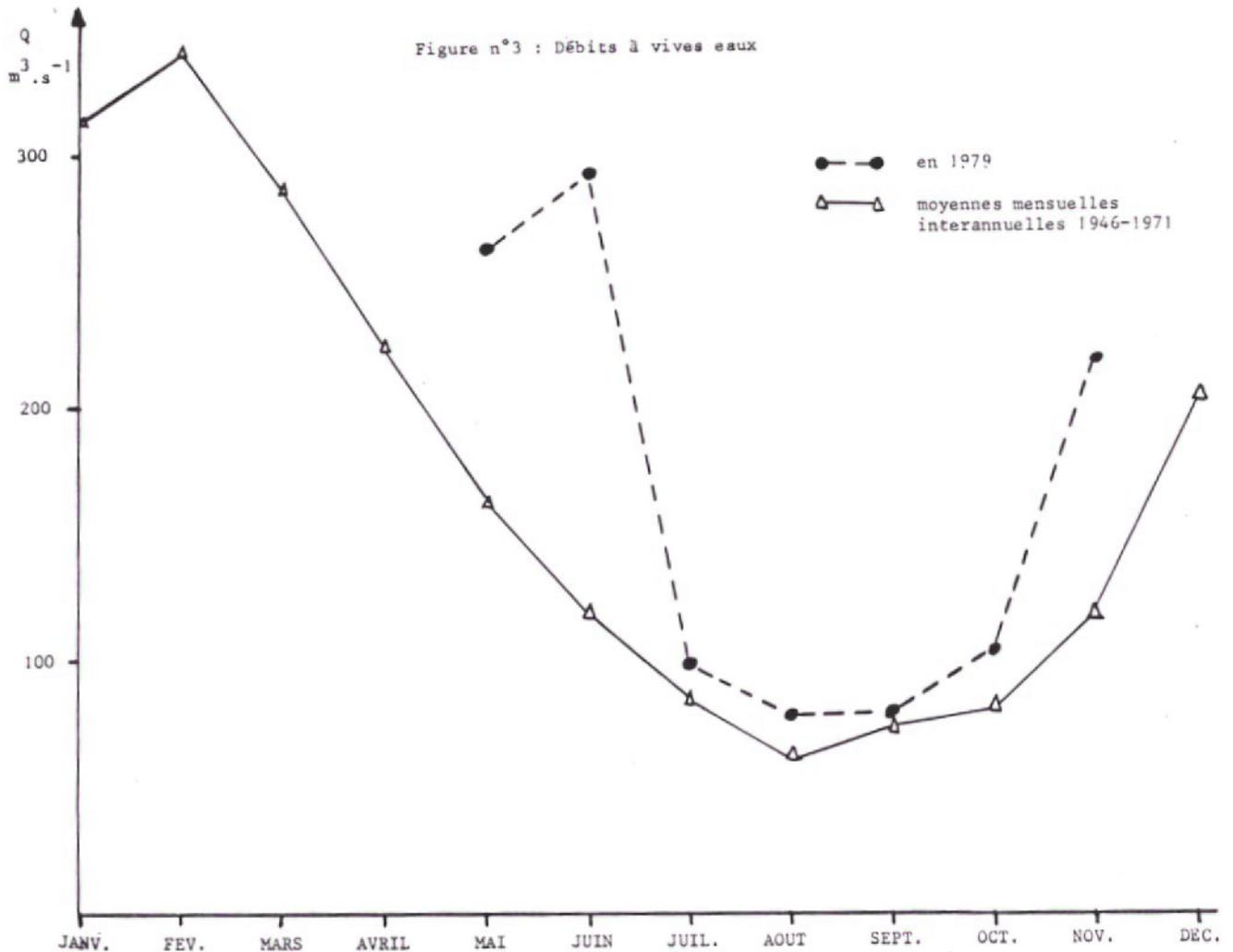


Figure n°3 : Débits à vives eaux

2. EVOLUTION DE LA CHLOROPHYLLE.

2. 1. Station clé de Vernou.

2. 1. 1. Caractéristiques de l'évolution de mai 1979 à mai 1980.

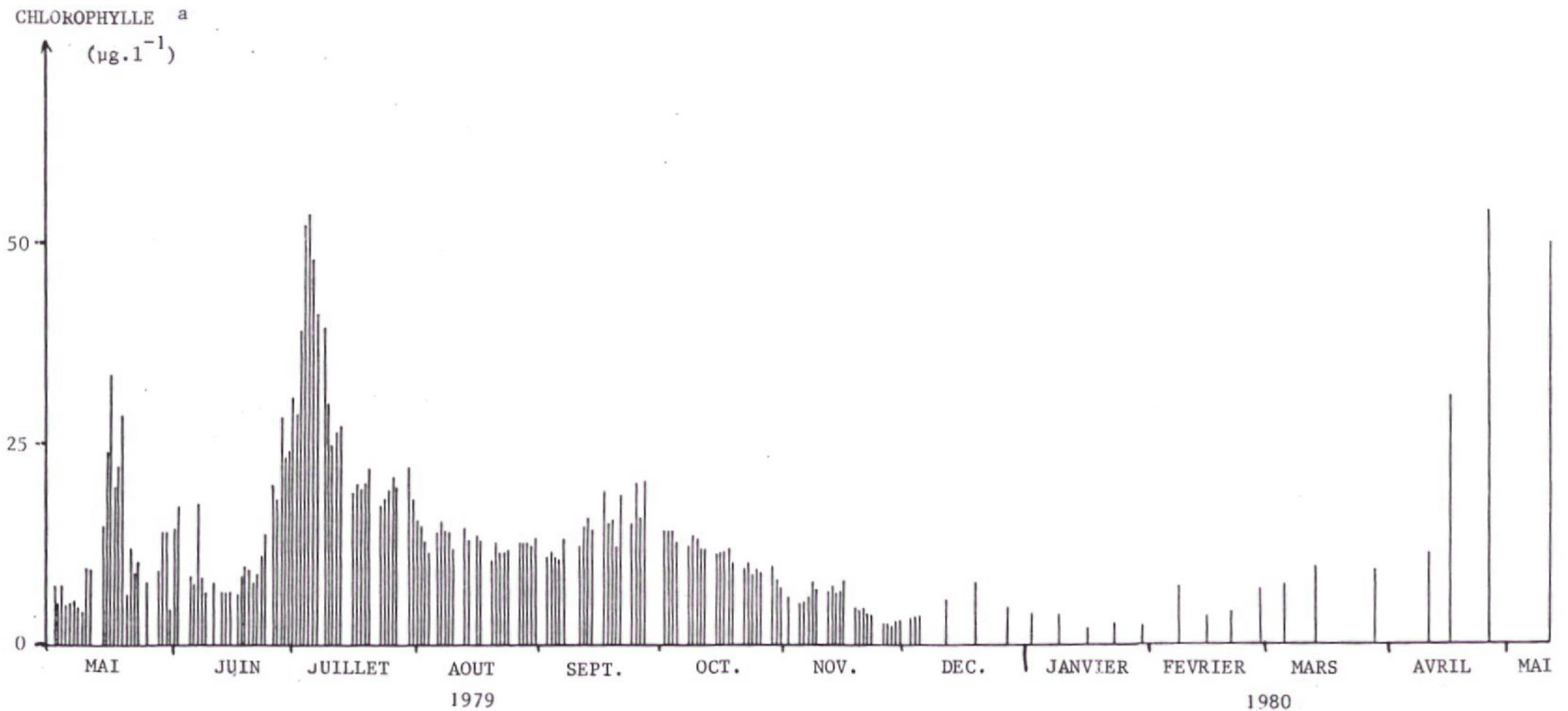
Les valeurs de chlorophylle a sont restées faibles pendant presque toute la période de mesure (90 % des 179 valeurs sont inférieures à $25 \mu\text{g.l}^{-1}$ de chlorophylle a). Elles ont varié de $1,8 \mu\text{g.l}^{-1}$ (le 16 janvier 1980) à $54 \mu\text{g.l}^{-1}$ (les 5 juillet 1979 et 25 avril 1980) et leur moyenne est de $13,6 \pm 1,5 \mu\text{g.l}^{-1}$ (à $P = 0,05$).

Du 2 mai 1979 à la fin de l'année il n'y a eu que deux pics nets de chlorophylle a (figure n°4). Le premier a eu lieu du 14 au 19 mai. Il a été bien marqué car il est encadré par des valeurs faibles. Son maximum a atteint $33,5 \mu\text{g.l}^{-1}$. Ce pic s'est produit au moment où l'augmentation de température fut la plus forte de toute l'année ($+0,7 \text{ }^\circ\text{C.jour}^{-1}$ du 6 au 16 mai).

La chlorophylle est ensuite remontée légèrement fin mai-début juin jusqu'à $14 \mu\text{g.l}^{-1}$ puis est redescendue en dessous de $10 \mu\text{g.l}^{-1}$.

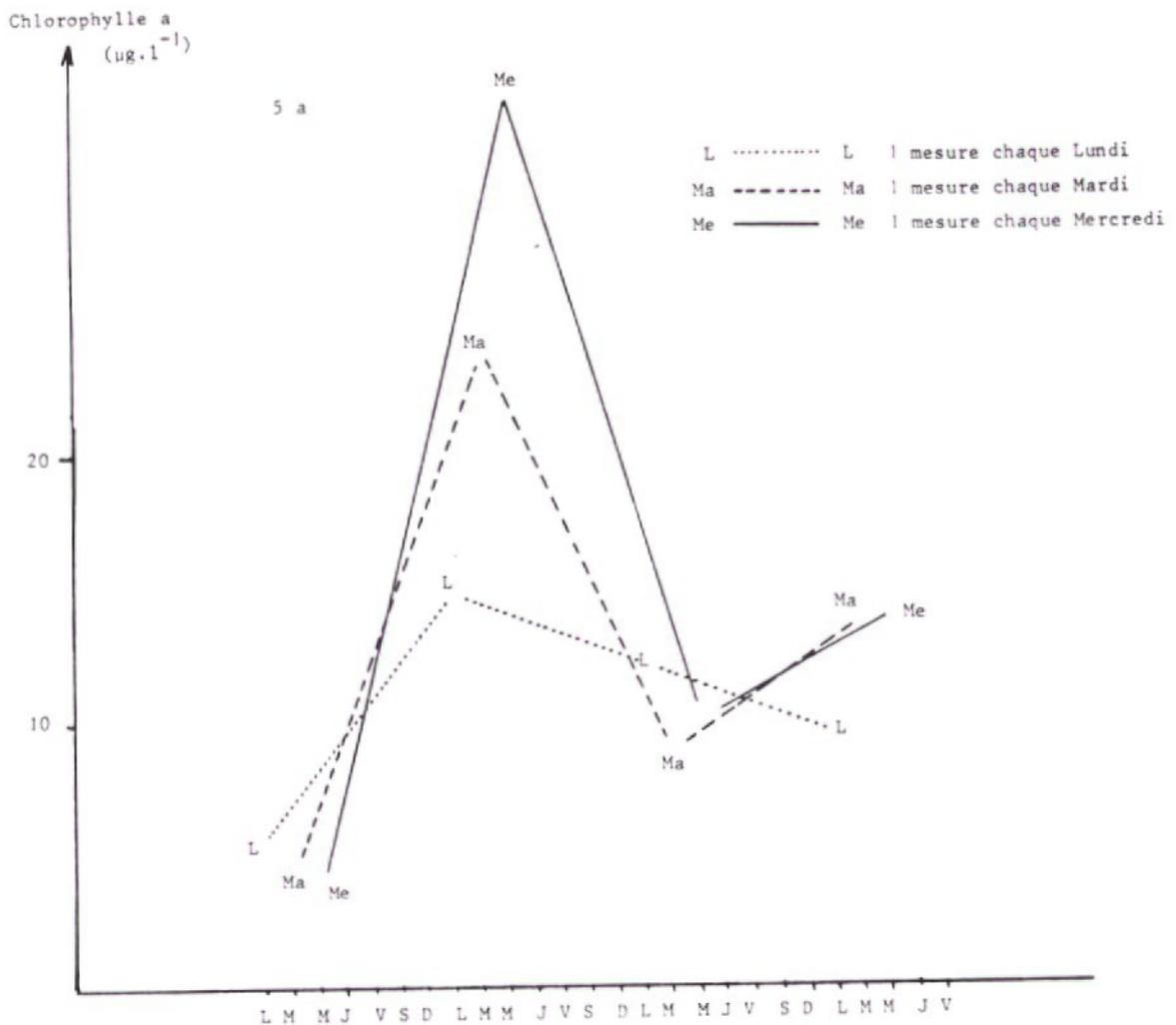
Le deuxième pic qui a débuté fin juin, après une période pendant laquelle la chlorophylle a était généralement inférieure à $10 \mu\text{g.l}^{-1}$ a eu une montée moins brusque que le premier et est resté supérieur à $25 \mu\text{g.l}^{-1}$ du 1er au 11 juillet. Les concentrations ont ensuite été assez stables malgré une légère remontée fin septembre et un peu plus fortes qu'en juin puisque ce n'est qu'au cours de la deuxième quinzaine d'octobre qu'elles sont redescendues en dessous de $10 \mu\text{g.l}^{-1}$. Elles seront alors inférieures à cette valeur pendant tout l'hiver et elles ne remonteront que lors de la poussée planctonique de printemps qui débutera mi-avril. Notons que ce pic s'est également produit dès qu'a eu lieu un fort réchauffement de la rivière ($+4^\circ\text{C}$ en 5 jours). Il est plus important en 1980 qu'en 1979 et la chlorophylle a atteint $53,8 \mu\text{g.l}^{-1}$ le 24 avril 1980.

Figure n°4 : Evolution saisonnière de la chlorophylle a à Vernou



2. 1. 2. Implication méthodologique sur la surveillance de la chlorophylle.

Il est intéressant de déterminer la fréquence optimale de mesure de la chlorophylle afin de conserver le maximum d'information avec le minimum de mesures. On constate que le pic le plus bref s'annonçait déjà légèrement les jeudi 10 et vendredi 11 mai 1979 et qu'il a été très marqué pendant tous les jours de la semaine suivante. Si on s'était contenté de prélèvements espacés d'une semaine (figures n° 5a et 5b), en se plaçant dans le cas le plus défavorable, on aurait mesuré le lundi 14 mai $15 \mu\text{g.l}^{-1}$ de chlorophylle a, mais cette valeur suivrait celle du lundi 7 mai qui n'était que de $5,5 \mu\text{g.l}^{-1}$. Le pic aurait été décelé, bien que mal connu. Il semble donc que dans le cas de notre étude la contrainte minimum pour situer toutes les pointes de chlorophylle dans le temps aurait été de faire une mesure hebdomadaire, un jour fixe de la semaine.



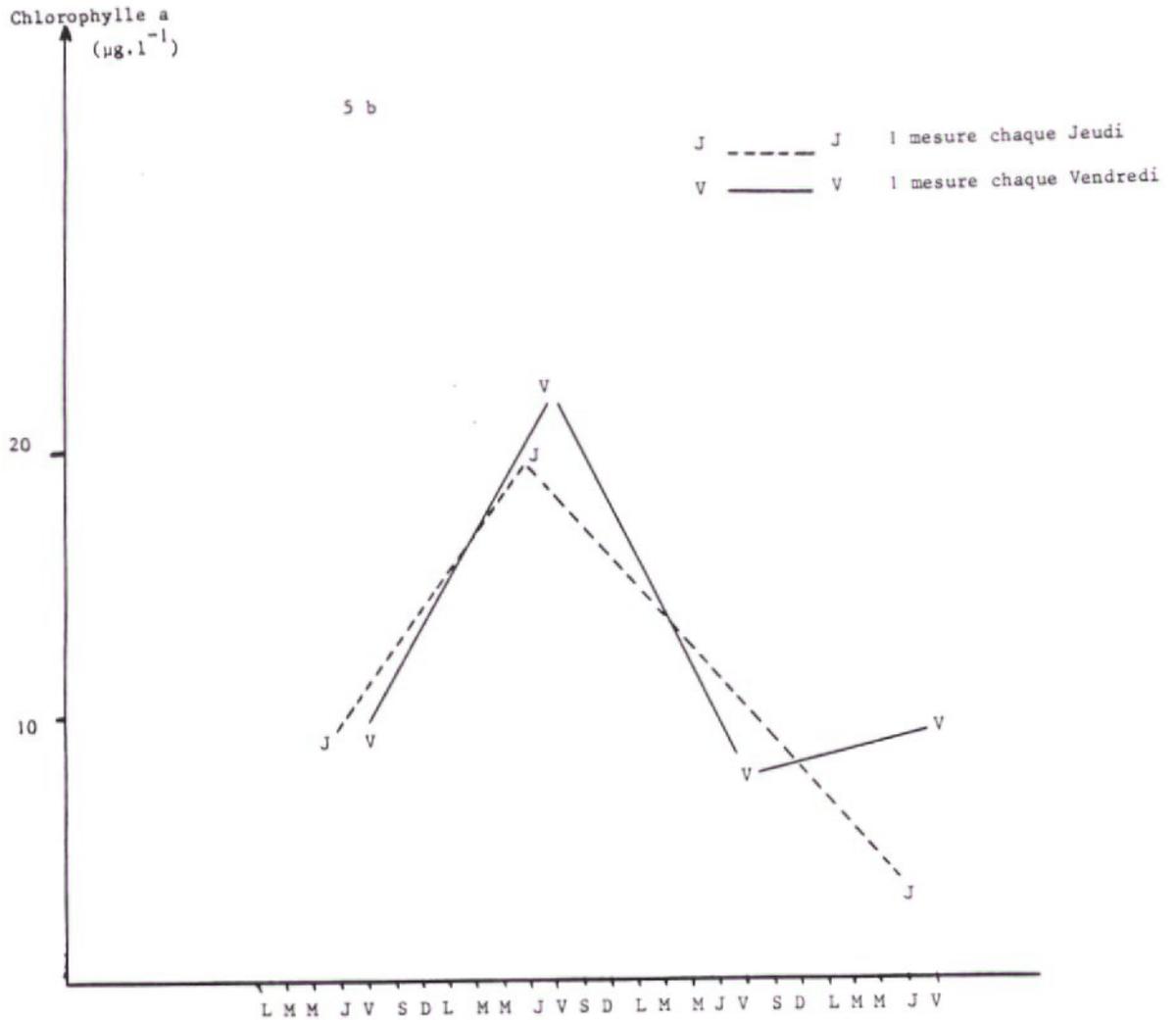


Figure n°5 : Différents pics qui auraient été obtenus en effectuant une mesure tous les 7 jours lors de la poussée phytoplanktonique de mai 1979 à Vernou

Afin de voir si une mesure hebdomadaire de chlorophylle aurait donné en 1979 et 1980 des valeurs très différentes des valeurs moyennes de la semaine, nous avons calculé pour chaque jour le rapport entre la valeur mesurée quotidiennement et la moyenne de la semaine concernée. On constate (tableau n°2) qu'en ne tenant pas compte des pointes de chlorophylle et en supprimant les 5% extrêmes des valeurs ce rapport varie entre 0,81 et 1,24. Pendant ces pointes il varie, toujours en supprimant les 5% extrêmes, entre 0,65 et 1,44.

Période	sans les pointes	toutes les valeurs	seulement les pointes
Paramètre	2-4 mai 21 mai-25 juin 15 juil. -5déc. n = 123	2 mai 5 déc. n = 147	7-18 mai 26 juin-13 juil. n = 24
moyenne	1,00	1,00	1,00
σ	0,13	0,16	0,26
médiane	0,99	0,99	0,94
90% des valeurs comprises entre	0,81 et 1,24	0,77 et 1,32	0,65 et 1,44
espace interdécile	0,80 et 1,15	0,84 et 1,18	0,65 et 1,43

Tableau n° 2 : Répartition des rapports entre la chlorophylle d'un jour et la moyenne des chlorophylles mesurées chaque semaine

Il semble donc que si l'on s'était contenté d'un prélèvement tous les 7 jours, les valeurs affectées à chaque semaine se seraient éloignées de la valeur moyenne qui a été obtenue pour la semaine en question de moins de 24 % dans 90 % des cas. Les valeurs maximales des pics auraient pu être par contre sensiblement différentes du maximum relevé, mais comme on l'a vu, tous les pics auraient été décelés (figure n°6).

En comparant d'autre part les courbes enveloppes inférieures et supérieures obtenues en affectant à chaque semaine les valeurs extrêmes de chlorophylle, on constate qu'en dehors des périodes des pics la précision est très suffisante avec un prélèvement hebdomadaire (figure n°7). Cette cadence d'échantillonnage peut donc paraître convenable lorsqu'il n'est pas possible de faire des prélèvements plus fréquents.

On peut voir aussi (§2.6.1.1.) qu'à la station de Vernou les relations entre la chlorophylle a et les autres paramètres n'ont pratiquement pas été modifiées quand nous avons remplacé les valeurs journalières par une valeur par semaine, prise au hasard.

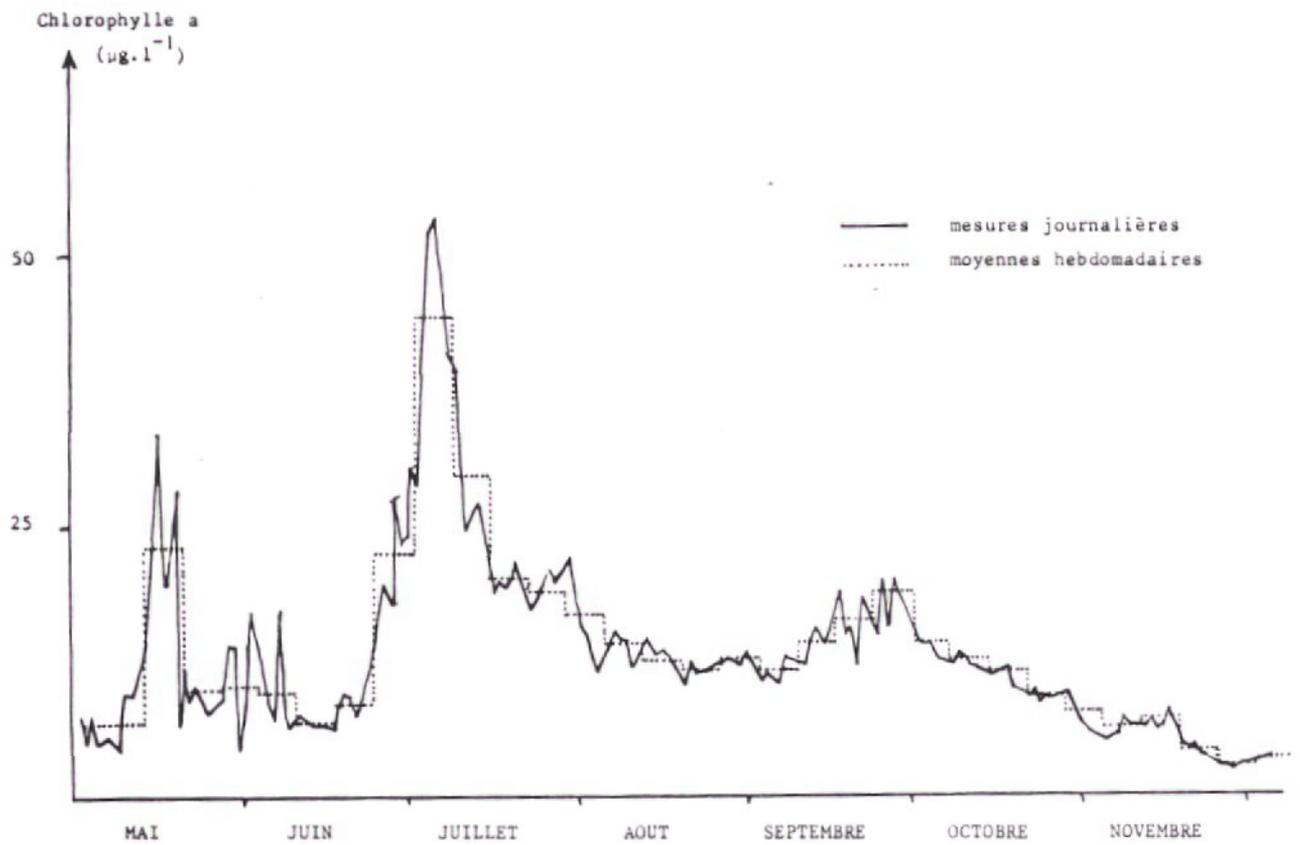


Figure n°6 : Mesures journalières et moyennes hebdomadaires de chlorophylle à Vernou^u en 1979

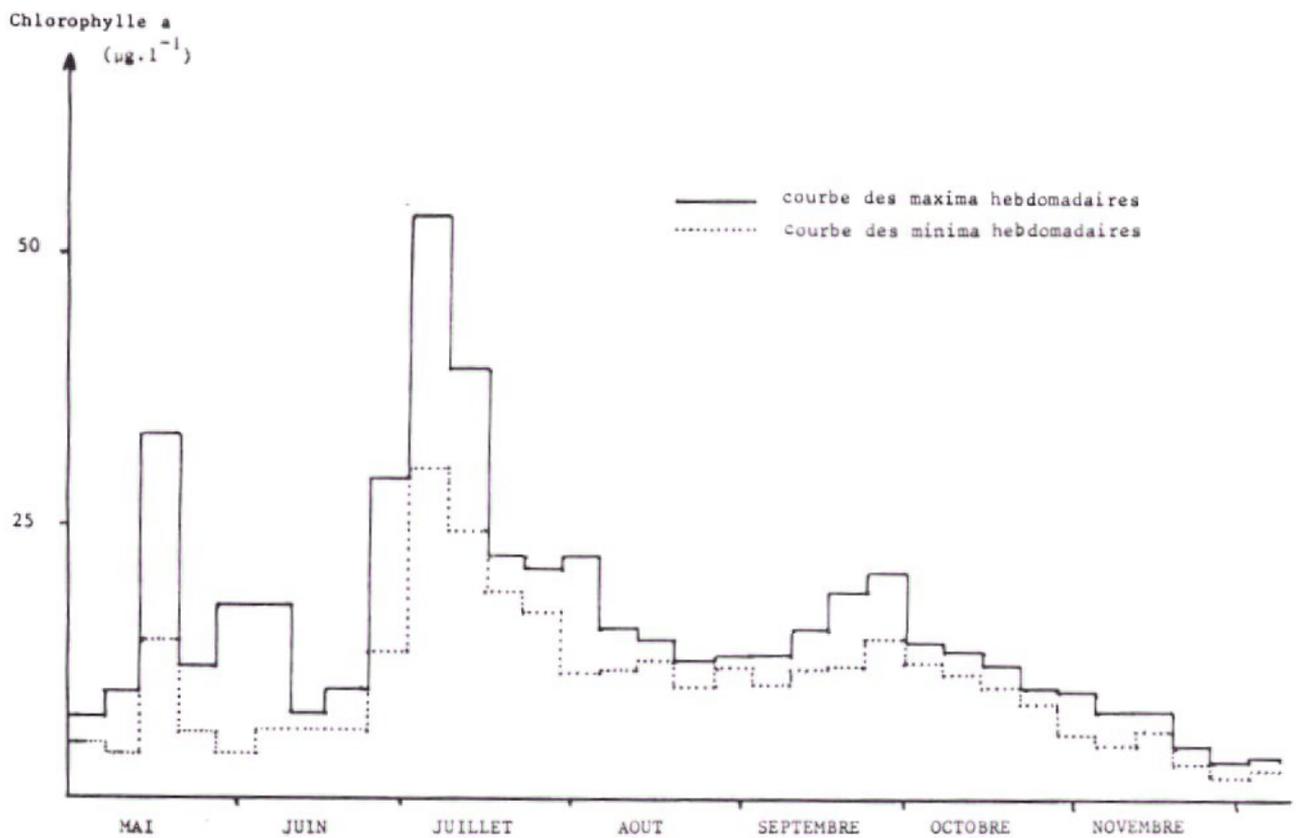


Figure n°7 : Courbe enveloppe des mesures hebdomadaires en 1979 à Vernou (obtenue sans respecter de pas de temps de 7 jours)

2.2. Evolution amont-aval.

La cadence d'échantillonnage n'ayant pas été la même sur toutes les stations, nous ne pouvons être certains d'avoir saisi intégralement les évolutions saisonnières des teneurs en chlorophylle en tous les points de prélèvement.

Avant de traiter les valeurs du profil en long de Montereau à Ris-Orangis nous supprimerons les valeurs de chlorophylle du mois de septembre 1979. Elles sont en effet toutes très faibles et sont vraisemblablement sous-estimées suite à un mauvais traitement lors du prélèvement ou à une mauvaise conservation. Les valeurs amont et aval de Vernou sont toutes les deux beaucoup plus faibles que celles de la série journalière de Vernou qui a été prélevée et conservée séparément.

2.2.1. Valeurs globales.

L'évolution longitudinale des moyennes de chlorophylle calculées sur toutes les valeurs disponibles en chaque point montre une augmentation de concentration de l'amont vers l'aval (figure n°8). Si l'on compare la moyenne des valeurs du tronçon amont (de Marnay-sur-Seine à Nogent-sur-Seine) et celle des valeurs du tronçon aval (de Marolles-sur-Seine à Ris-Orangis) en excluant les prélèvements journaliers de Vernou, on constate qu'elles sont significativement différentes au seuil $P = 0,01$.

Entre Nogent-sur-Seine et Marolles-sur-Seine n'arrivent que des canaux de dérivation, des petits affluents et des sablières mais tous ces apports ne peuvent être que très faibles par rapport au débit de la Seine. Il leur faudrait des teneurs en chlorophylle très importantes pour expliquer cet enrichissement. Ce dernier peut être autochtone et favorisé par l'ensemencement pouvant provenir, en plus de ces sources, du réservoir Seine, dont le rejet se trouve à l'aval de Troyes.

En aval de Montereau le niveau de chlorophylle moyen semble assez constant et comparable à la moyenne annuelle des prélèvements journaliers de Vernou.

On constate aussi que la variabilité de la chlorophylle est moins grande à Nogent-sur-Seine qu'en aval. Les coefficients de variation calculés sur les valeurs de Nogent-sur-Seine sont en effet plus faibles que ceux calculés sur les moyennes bi-hebdomadaires à Vernou, même en excluant les périodes des pics de chlorophylle (tableau n°3).

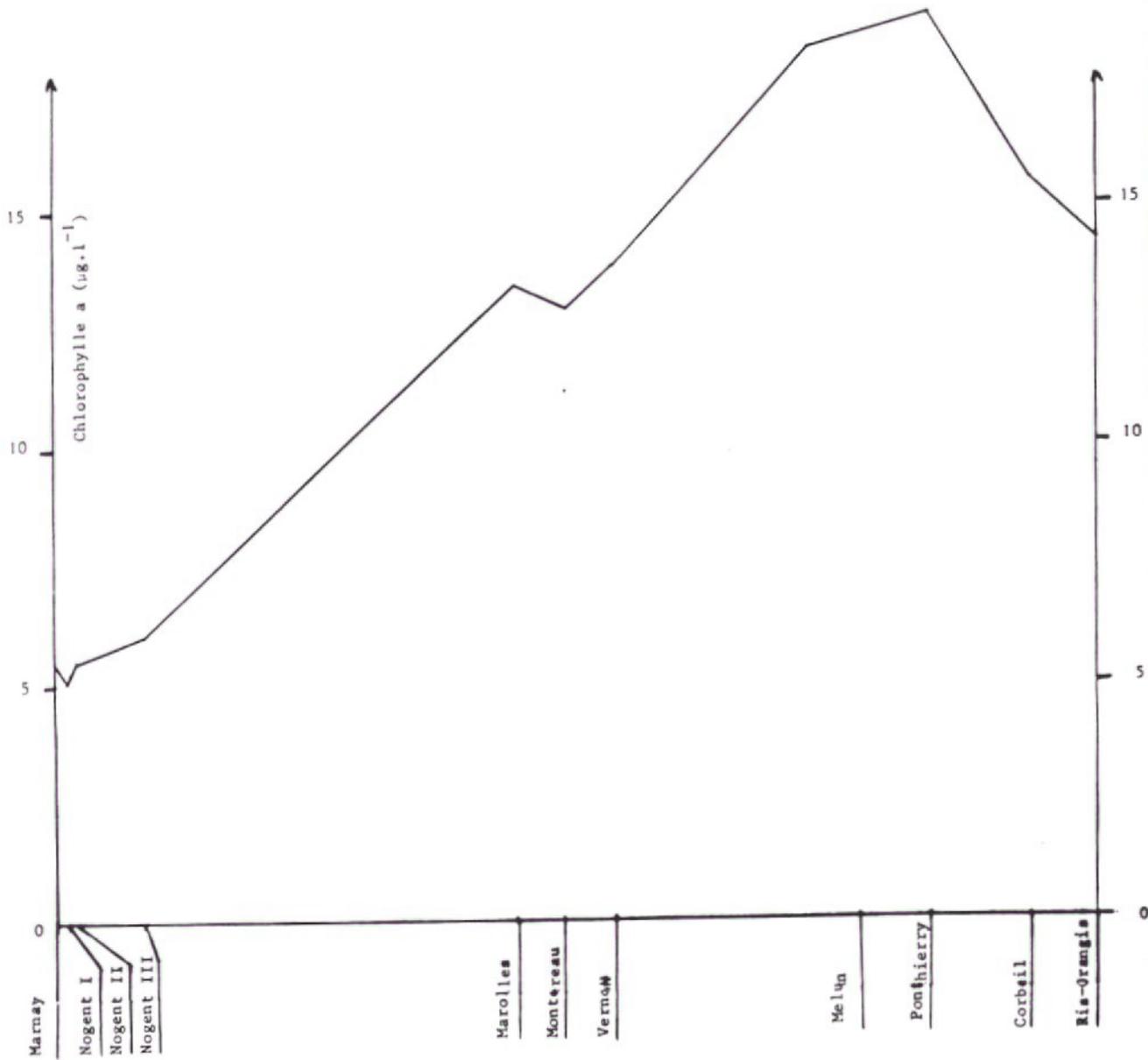


Figure n°8 : Profil en long des moyennes de chlorophylle a dans la Seine

	du 15. 5. 79 au 17. 12. 79				Vernou sur moyennes bimensuelles du 1. 5. 79 au 9. 12. 79	Vernou sur moyennes bimensuelles exceptées celles influencées par les pointes
	Marnay	Nogent I	Nogent II	Nogent III		
m	5,45	5,01	5,45	6,03	13,18	9,89
σ	1,14	1,62	1,77	2,00	7,70	4,07
σ / m	0,21	0,32	0,33	0,33	0,58	0,41

Tableau n°3 : Coefficients de variation à Nogent-sur-Seine, à Marnay-sur-Seine et à Vernou en 1979.

2.2.2. Variations saisonnières.

2.2.2.1. Zone amont.

Il apparaît que les 4 points situés les plus à l'amont (sur les communes de Marnay-sur-Seine et de Nogent-sur-Seine) ont suivi en 1979 des évolutions semblables (figure n°9) caractérisées par des concentrations stables et faibles. Les moyennes sont en effet comprises entre 5 et 6 $\mu\text{g.l}^{-1}$ (tableau n°3), les coefficients de variation sont peu élevés et similaires, la faiblesse de celui de Marnay-sur-Seine s'expliquant par l'absence de prélèvements en ce point après la mi-novembre.

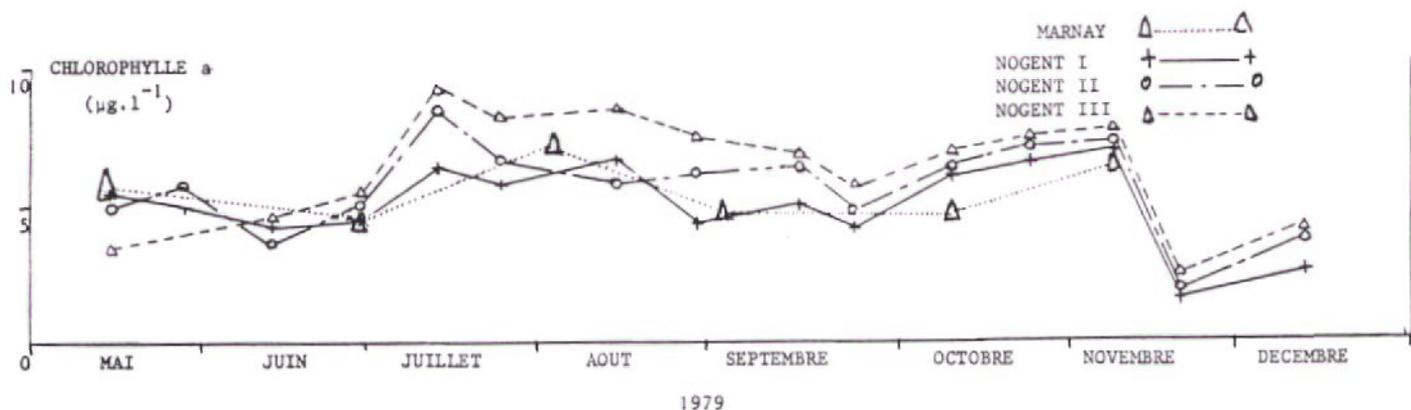


Figure n°9 : Evolution saisonnière à Marnay-sur-Seine et à Nogent-sur-Seine en 1979

2.2.2.2. Zone aval.

Les évolutions des teneurs en chlorophylle dans toutes les autres stations de la Seine (de Marolles-sur-Seine à Ris-Orangis) ainsi que dans l'Yonne et le Loing montrent au contraire des variations saisonnières très marquées, nettement supérieures aux variations longitudinales (figure n°10). Ces valeurs suivent dans l'ensemble l'évolution annuelle de Vernou, la dispersion des valeurs étant toutefois plus importante lors des poussées phytoplanctoniques. Le maximum décelé sur le Loing a été celui du mois de mai. Cet affluent semble légèrement plus chargé que la Seine bien que cette différence ne soit pas significative à $P = 0,05$ avec le test de Mann et Whitney.

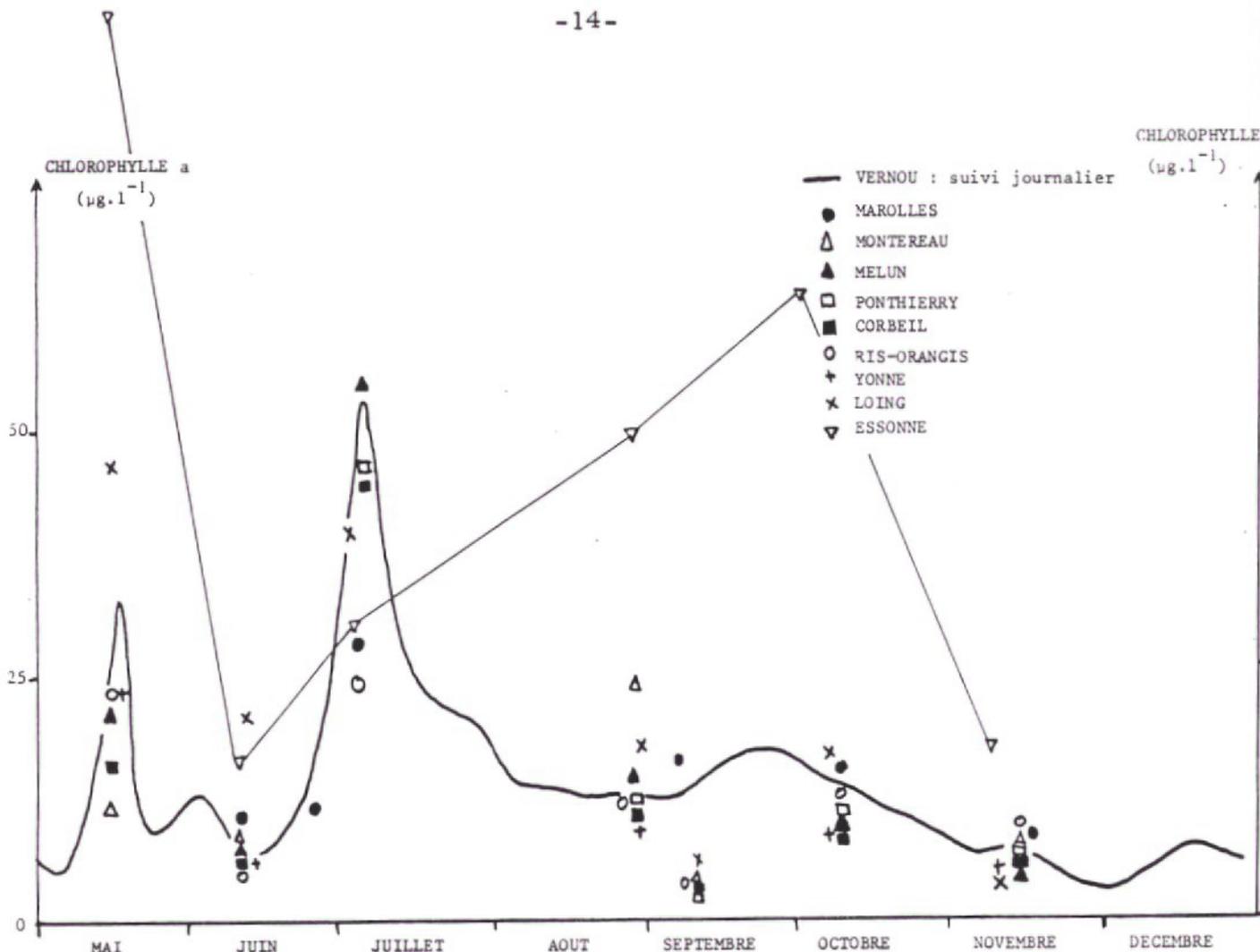


Figure n°10: Evolution saisonnière de la Seine de Marolles-sur-Seine à Ris-Orangis, de l'Yonne et du Loing

L'Essonne a un comportement à part. Elle est nettement plus chargée que la Seine, le test de Mann et Whitney montre que la concentration en chlorophylle y est supérieure (à $P = 0,05$) à celle de la Seine à Corbeil. Les concentrations sont élevées à la fin de l'été avec un maximum d'automne tandis que celle de juin et juillet y sont inférieures à la moyenne annuelle.

L'homogénéité du tronçon de Marolles à Ris-Orangis nous permet de nous faire une idée de l'évolution en 1980 en utilisant les valeurs de chlorophylle relevées à Viry-Châtillon, juste à l'aval de Ris-Orangis, qui figurent dans le rapport (A. F. B. S. N. , D. D. E. , S. L. E. E. , C. G. E. , 1981).

Il y a un pic de printemps très marqué, comme les valeurs à Vernou le laissent supposer, avec $120 \mu\text{g.l}^{-1}$ le 19 mai 1980 à Viry-Châtillon et qui a duré assez longtemps car le 30 juin la concentration était encore de $30 \mu\text{g.l}^{-1}$. Ce pic comme l'année précédente est dû à *Cyclotella*.

Par contre pendant l'été aucun pic n'a été décelé.

2.2.3. Evolution amont-aval dans la Seine et la Loire.

Sur la partie étudiée de la Seine (figure n°8) nous avons observé en 1979 des différences fondamentales de comportement et de niveaux sur un segment de fleuve inférieur à 50 km (entre Nogent-sur-Seine et Marolles-sur-Seine la moyenne passe de 5 à $13,5 \mu\text{g.l}^{-1}$) et à l'opposé nous avons défini un tronçon assez homogène sur 80 km (entre Marolles-sur-Seine et Ris-Orangis, la moyenne varie entre $13,5$ et $19 \mu\text{g.l}^{-1}$).

Une évolution amont-aval très nette est aussi visible sur le profil en long qu'a réalisé Coste (1978) en août 1976 de l'amont de Troyes à Amfreville, c'est-à-dire sur une distance de près de 500 km. La chlorophylle est passée de $4 \mu\text{g.l}^{-1}$ à $66 \mu\text{g.l}^{-1}$ avec des pointes dépassant $100 \mu\text{g.l}^{-1}$, cette augmentation n'étant pas régulière.

On a réalisé un profil en long moyen de la Loire (figure n°11) en utilisant les données de l'inventaire du degré de pollution des eaux du bassin Loire-Bretagne de 1979.

Les moyennes sur les sept points de mesures, répartis sur 750 km de rivière, passent de $5 \mu\text{g.l}^{-1}$ à Veauchette à l'amont du tronçon à $110 \mu\text{g.l}^{-1}$ à La Riche, 550 km plus en aval, puis redescendent jusqu'à $60 \mu\text{g.l}^{-1}$ à Nantes.



Figure n° 11 : Evolution des moyennes de chlorophylle dans la Loire en 1979

L'évolution saisonnière change aussi beaucoup d'amont en aval (figure n°12). A Vauchette, comme c'était le cas pour la Seine à Nogent-sur-Seine, les valeurs sont restées faibles et stables. A la Chapelle St-Mesmin, près d'Orléans, on observe un pic d'été et un pic d'automne qui dépassent tous les deux $100 \mu\text{g.l}^{-1}$. A La Riche le pic d'été est très fort ($300 \mu\text{g.l}^{-1}$) et celui d'automne a disparu. Plus à l'aval, à Nantes, le comportement est redevenu similaire à ce qu'il était vers Orléans.

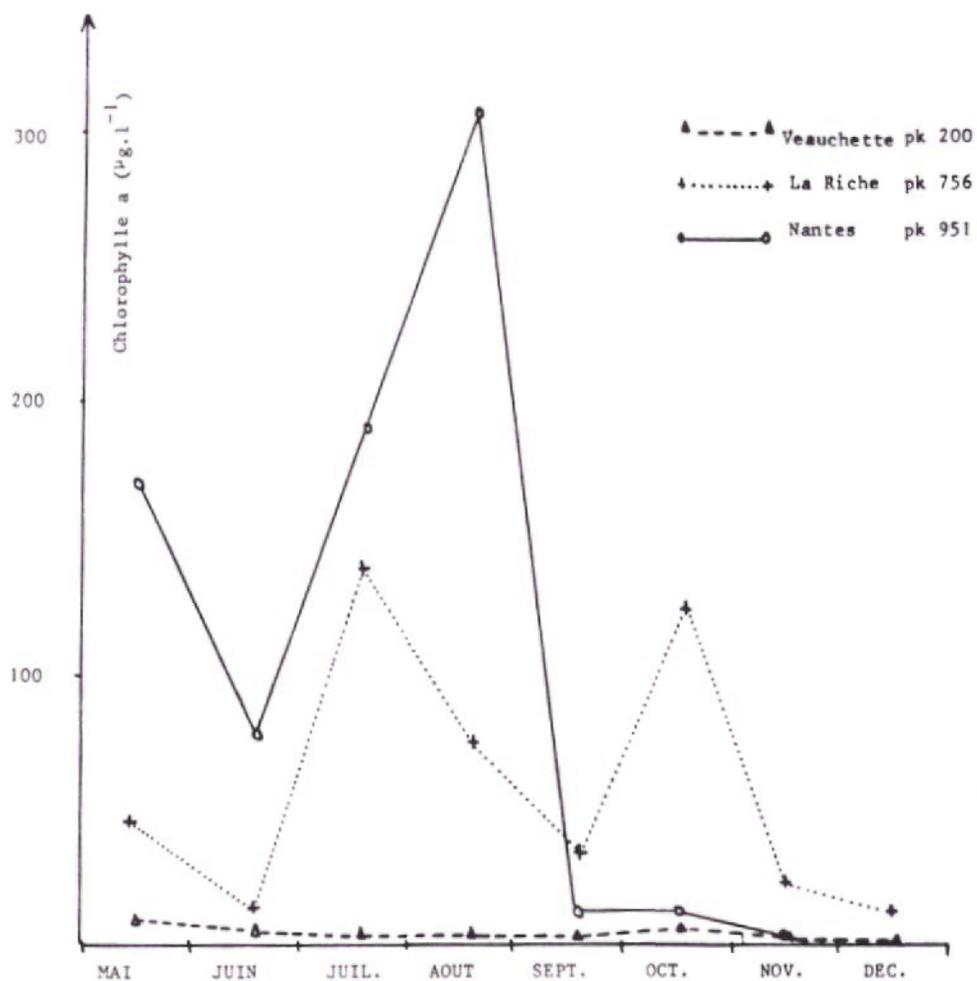


Figure n°12 : Evolutions saisonnières de la chlorophylle a en 3 points de la Loire en 1979

2. 3. Proportion de chlorophylle c.

L'imprécision sur les mesures de la chlorophylle c est telle que des différences entre les échantillons ne sont pas significatives dans la plupart des cas. Toutefois le pourcentage de chlorophylle c est presque toujours, surtout en début de saison, inférieur dans le Loing à celui de la Seine à Montereau. Cette différence, significative à $P = 0,05$ selon le test de Mann et Whitney, permet de supposer des populations algales différentes dans les deux rivières.

2.4. Influence des affluents sur la chlorophylle de la Seine à l'amont de Paris.

Nous avons comparé le flux de chlorophylle mesuré à Melun au flux calculé en faisant la somme des flux de chlorophylle de la Seine à Montereau, de l'Yonne et du Loing. Le débit de l'Yonne a été mesuré à Courlon, celui du Loing à Episy et celui de la Seine à Melun a été considéré comme égal à celui de Vives-Eaux (tableau n°4).

Le flux calculé a toujours été supérieur au flux mesuré. L'écart étant dans 80 % des cas inférieur à 13 % ne permet pas de mettre en évidence sans mesures complémentaires un enrichissement ni une dégradation de la chlorophylle sur ce tronçon de 45 km de rivière.

flux mesurés

	Montereau-Seine		Montereau Yonne		Moret-sur-Loing		Melun Seine	
	débit $m^3 \cdot s^{-1}$	flux de cha $g \cdot s^{-1}$	débit $m^3 \cdot s^{-1}$	flux de cha $g \cdot s^{-1}$	débit $m^3 \cdot s^{-1}$	flux de cha $g \cdot s^{-1}$	débit $m^3 \cdot s^{-1}$	flux de cha $g \cdot s^{-1}$
14.5.79	67,6	0,90	10,4	2,40	19,9	0,91	210	4,44
11.6.79	112	0,92	143	0,74	25,4	0,52	390	2,67
27.8.79	40,9	0,92	44,2	0,38	11,6	0,20	82	1,16
10.9.79	38,25	0,16	39,4	0,14	10,6	0,06	80	0,30
12.11.79	94,7	0,71	140	0,69	19,9	0,06	260	1,03

flux calculés

	Débit Vives-Eaux Σ débit (Seine-Yonne-Loing)	Flux cha à Melun calculé et corrigé des débits	écart entre flux mesuré et flux calculé
	$m^3 \cdot s^{-1}$	$g \cdot s^{-1}$	
14.5.79	1,10	4,63	+ 4 %
11.6.79	1,39	3,03	+ 13 %
27.8.79	0,85	1,27	+ 9 %
10.9.79	0,91	0,33	+ 1 %
12.11.79	1,02	1,49	+ 45 %

Tableau n°4 : Flux de chlorophylle a dans la Seine amont
cha= chlorophylle a

2.5. Variabilité d'une année à l'autre.

Cette comparaison n'a pu être effectuée sur nos valeurs qu'à Nogent-sur-Seine où nous avons des mesures de mai 1979 à septembre 1980 (figures n° 9 et 13).

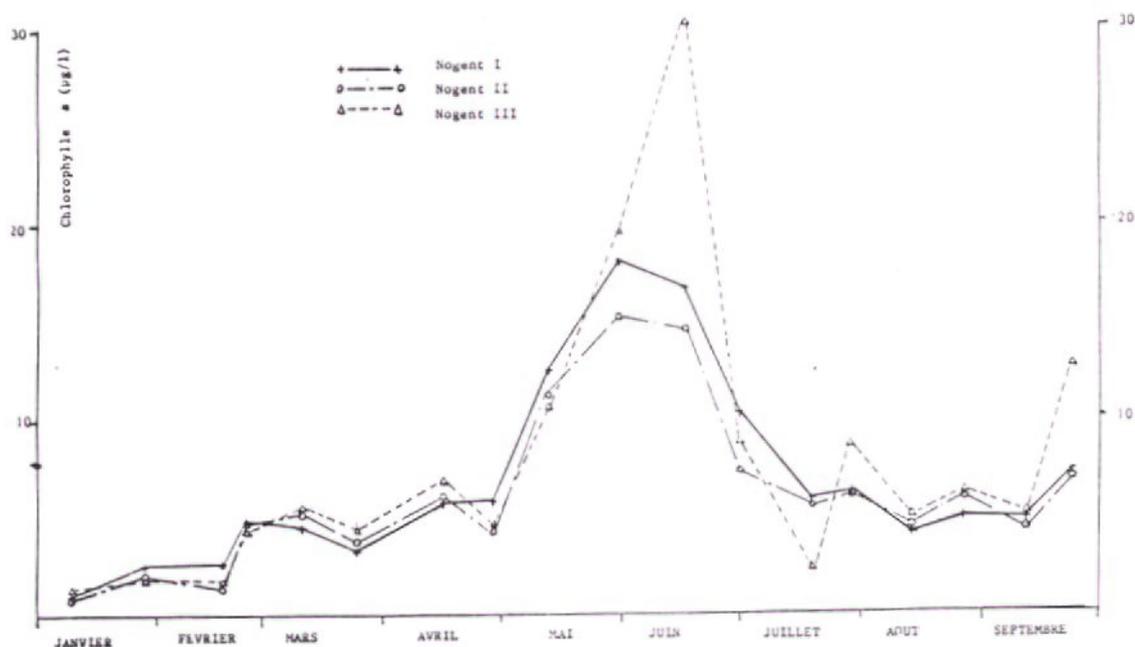


Figure n° 13 : Evolution de la chlorophylle a à Nogent en 1980

Alors que les valeurs de 1979 sont restées stables et faibles, on remarque en 1980 un pic de chlorophylle en mai et juin, avec un maximum de $30 \mu\text{g.l}^{-1}$ le 16 juin à Nogent III. On constate aussi que, comme en 1979, la poussée phytoplanctonique observée à Vernou au printemps 1980 n'apparaît pas ici.

Les teneurs de juillet, août et septembre sont par contre comparables à celles de 1979.

A Vernou nous avons pu constater que les valeurs du pic du printemps 1980 ont été supérieures aux valeurs de 1979, mais il n'a pas été possible de poursuivre les prélèvements.

En utilisant des valeurs relevées sur la Loire à St-Laurent-des-Eaux (Khalanski et Renon, 1977) (figure n°14) en 1974, 1975 et 1976, on retrouve des différences interannuelles importantes. En 1974 la chlorophylle a atteint $300 \mu\text{g.l}^{-1}$ et a dépassé 4 fois $150 \mu\text{g.l}^{-1}$ alors que cette valeur n'a été atteinte ni en 1975, ni en 1976. Les valeurs de juillet, août et septembre 1975 sont environ moitié moindre de ce qu'elles étaient l'année précédente. Mais à part ces différences de niveau les 3 années présentent une similitude dans leur évolution avec leurs pics de printemps, d'été et d'automne, cependant ceux-ci peuvent être décalés dans le temps ou disparaître comme en automne 1976.

On a reporté sur la figure n°14 l'évolution de la Seine en 1979 à Vernou. On peut constater qu'elle a été très différente de celle de la Loire puisque seulement deux pics apparaissent, le niveau général est nettement inférieur et la variabilité beaucoup plus faible.

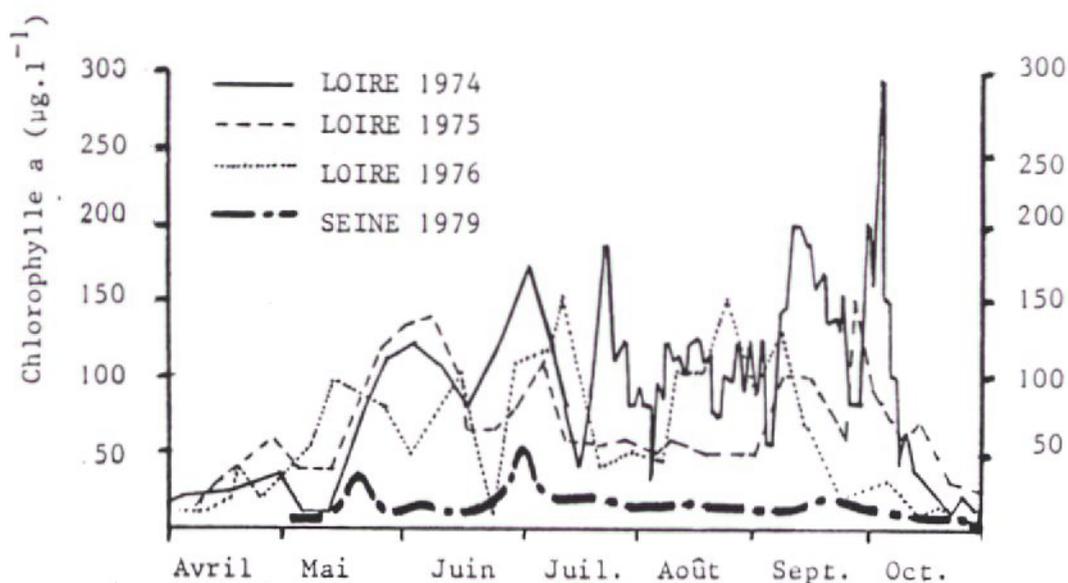


Figure n° 14 : évolution de la chlorophylle a dans la Loire à St-Laurent des Eaux de 1974 à 1976 et comparaison avec la Seine en 1979

Il faut cependant rappeler que les évolutions longitudinales pour une même rivière peuvent présenter de grandes variations de chlorophylle. Il ne semble pas, par contre, que les différences remarquées soient dues aux années puisque d'après l'inventaire du degré de pollution des eaux superficielles du bassin Loire-Bretagne, les niveaux de chlorophylle dans la Loire en 1979 étaient d'une manière générale bien plus élevés que ceux remarqués dans la Seine en amont de Paris

2. 6. Paramètres explicatifs de la chlorophylle.

2. 6. 1. Paramètres physiques, météorologiques et hydrologiques.

Les paramètres mesurés quotidiennement dont nous disposons (température de l'eau, matières en suspension, profondeur de Secchi, pluviométrie, insolation, rayonnement et débit) ont été comparés aux valeurs journalières de chlorophylle à Vernou (tableau n°9 en annexe).

Comme la concentration en pigments dans la rivière dépend en partie de l'excédent de production des jours précédents, nous avons choisi de comparer la chlorophylle à des paramètres moyennés sur une période précédant le prélèvement. Après des essais effectués en les moyennant sur 3, 6 et 10 jours, les valeurs moyennées sur 6 jours ont été retenues car les corrélations sont améliorées.

2. 6. 1. 1. Relations à 2 variables.

Pour utiliser toute l'information sur la chlorophylle dans la Seine, nous traitons ensemble les données de 1979, quasiment journalières, et de 1980, hebdomadaires. Nous avons d'abord testé l'homogénéité des échantillonnages en traitant ensemble une valeur journalière prise au hasard chaque semaine en 1979 et les valeurs de 1980. Comme nous obtenons avec cette série et l'ensemble des valeurs des résultats comparables, nous nous intéresserons à l'ensemble des données.

Chlorophylle a, paramètres météorologiques et débit.

Les paramètres liés de manière significative ($p = 0,01$) à la chlorophylle sont la température, le rayonnement, l'insolation et le débit (négativement).

Les relations chlorophylle-température et chlorophylle-rayonnement sont les plus intéressantes (figures n° 15 et 16 et tableau n°5).

paramètre	température de l'eau à Vernou	rayonnement à Trappes	insolation à Trappes	insolation à Melun	débit à Vives-Eaux
r	0,48	0,53	0,45	0,42	- 0,37

Tableau n°5 : Coefficients de corrélation de la chlorophylle a avec un paramètre explicatif moyenné sur 6 jours

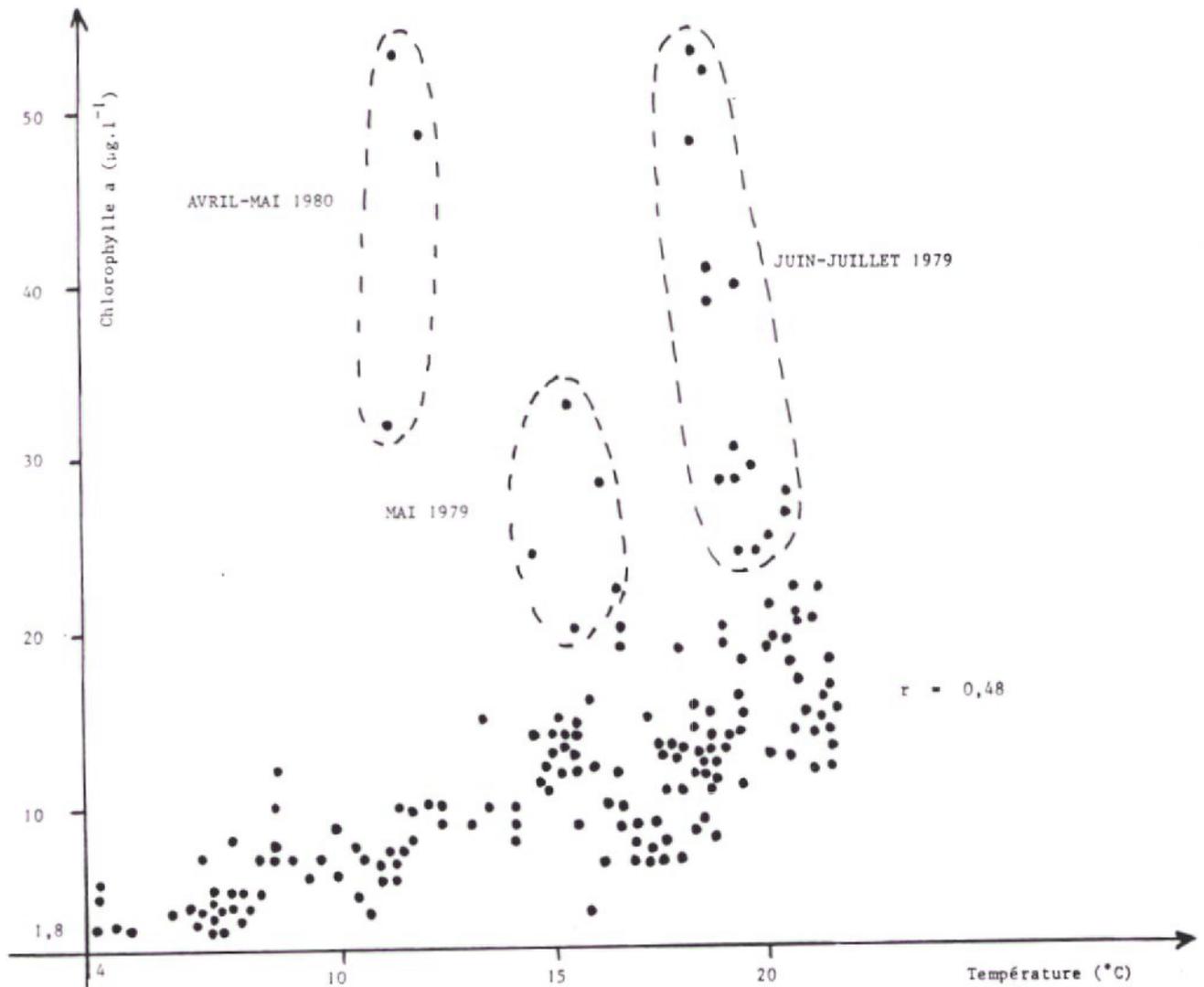


Figure n° 15 : Relation chlorophylle-température
174 couples

Leurs graphiques montrent qu'elles ne sont pas linéaires. La répartition des points sur le graphique chlorophylle-température suggère deux comportements de la chlorophylle a pendant l'année : le premier, bruit de fond, est suivi par la majorité des points qui s'ordonnent en un nuage dense et délimité ; le deuxième est représenté par des points qui sortent de cette relation. Ce sont les valeurs des poussées de chlorophylle (figure n° 15).

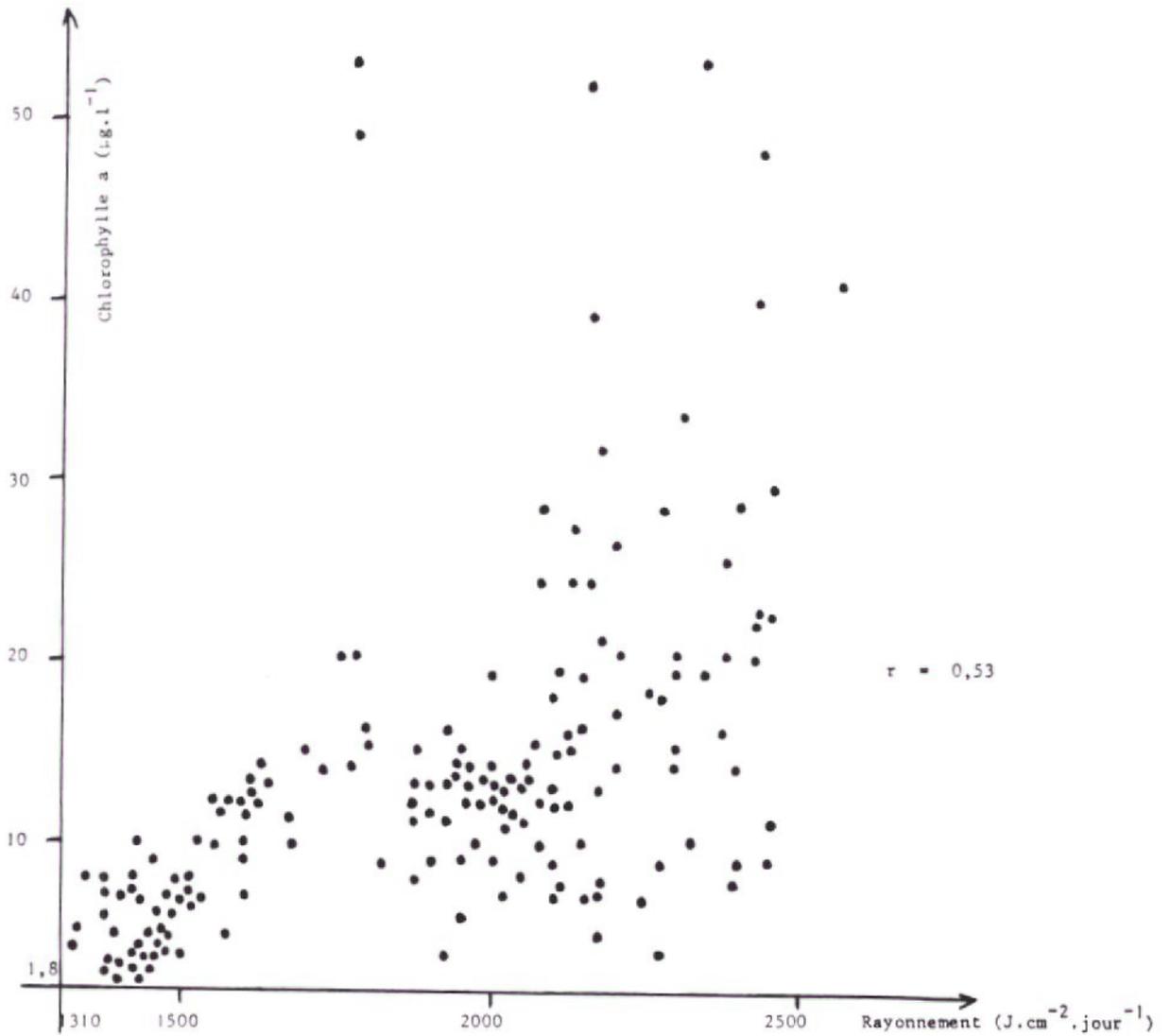


Figure n° 16: relation chlorophylle-
rayonnement
174 couples

En traitant les données sur l'ensemble de l'année, les pointes de chlorophylle exclues (15 au 19 mai 1979, 28 juin au 13 juillet 1979, avril et mai 1980), la corrélation chlorophylle-température devient excellente avec un coefficient de corrélation $r = 0,78$ avec 151 couples (figure n° 17)

$$\text{Ch a} = 0,79 \text{ t} - 1,10$$

Ch a = chlorophylle a en $\mu\text{g.l}^{-1}$

t = température en $^{\circ}\text{C}$

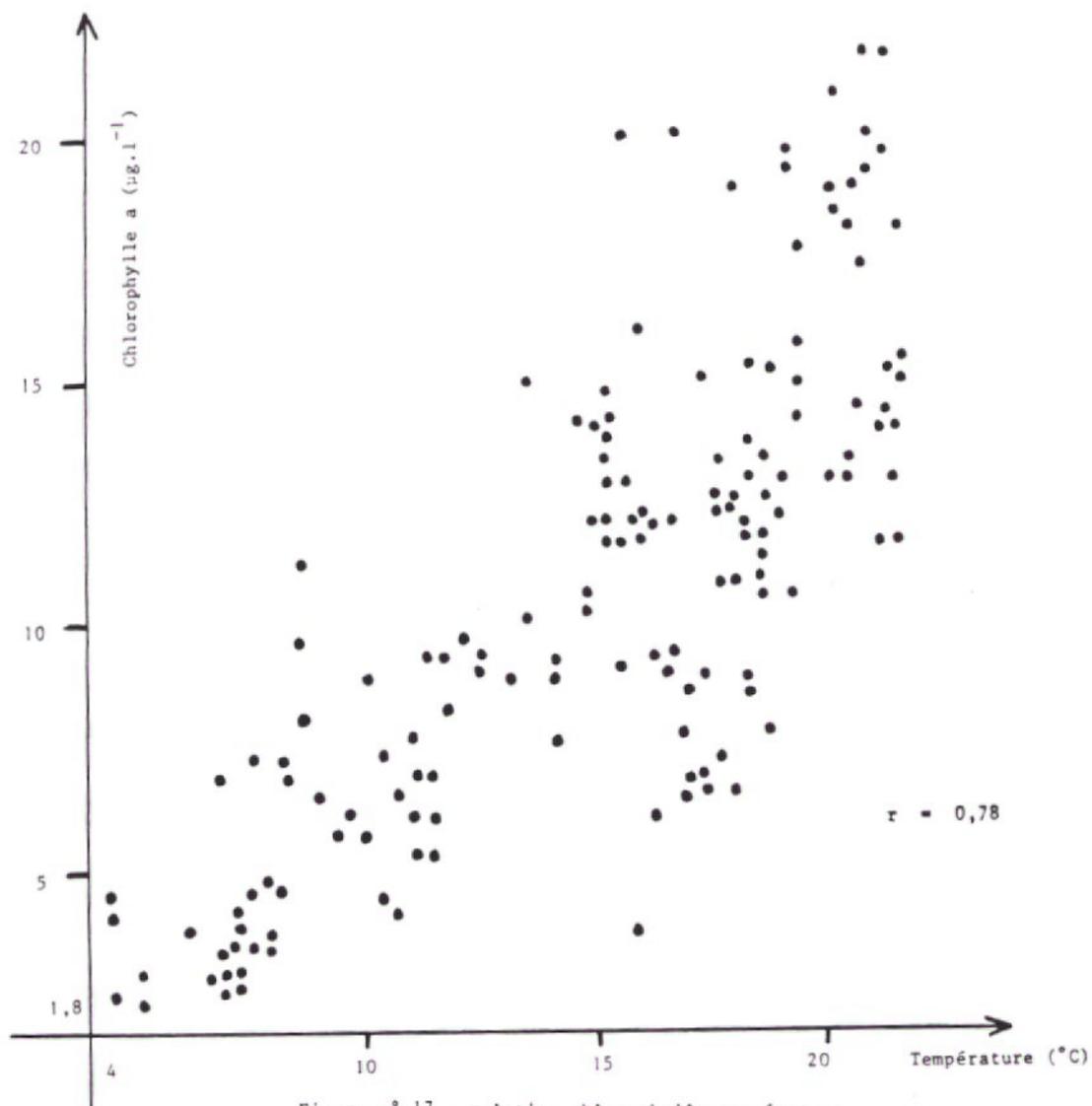


Figure n° 17 : relation chlorophylle-température
(en dehors des périodes de pointes
de chlorophylle : 151 couples)

Par contre il n'est pas possible de trouver une corrélation à deux variables pour expliquer les pics de chlorophylle apparus en mai et en juillet 1979.

En conclusion la teneur en chlorophylle a est expliquée par la température moyennée sur 6 jours durant l'année en dehors des périodes de poussée chlorophyllienne.

Relation chlorophylle a et matières en suspension.

A l'inverse de ce qui se passe dans les lacs, et pour des raisons évidentes, les variables ne sont pas liées linéairement (figure n° 18).

Les fortes teneurs des matières en suspension apparaissent dans des eaux pauvres en chlorophylle. En été les fortes concentrations en chlorophylle ne provoquent pas d'augmentation des matières en suspension.

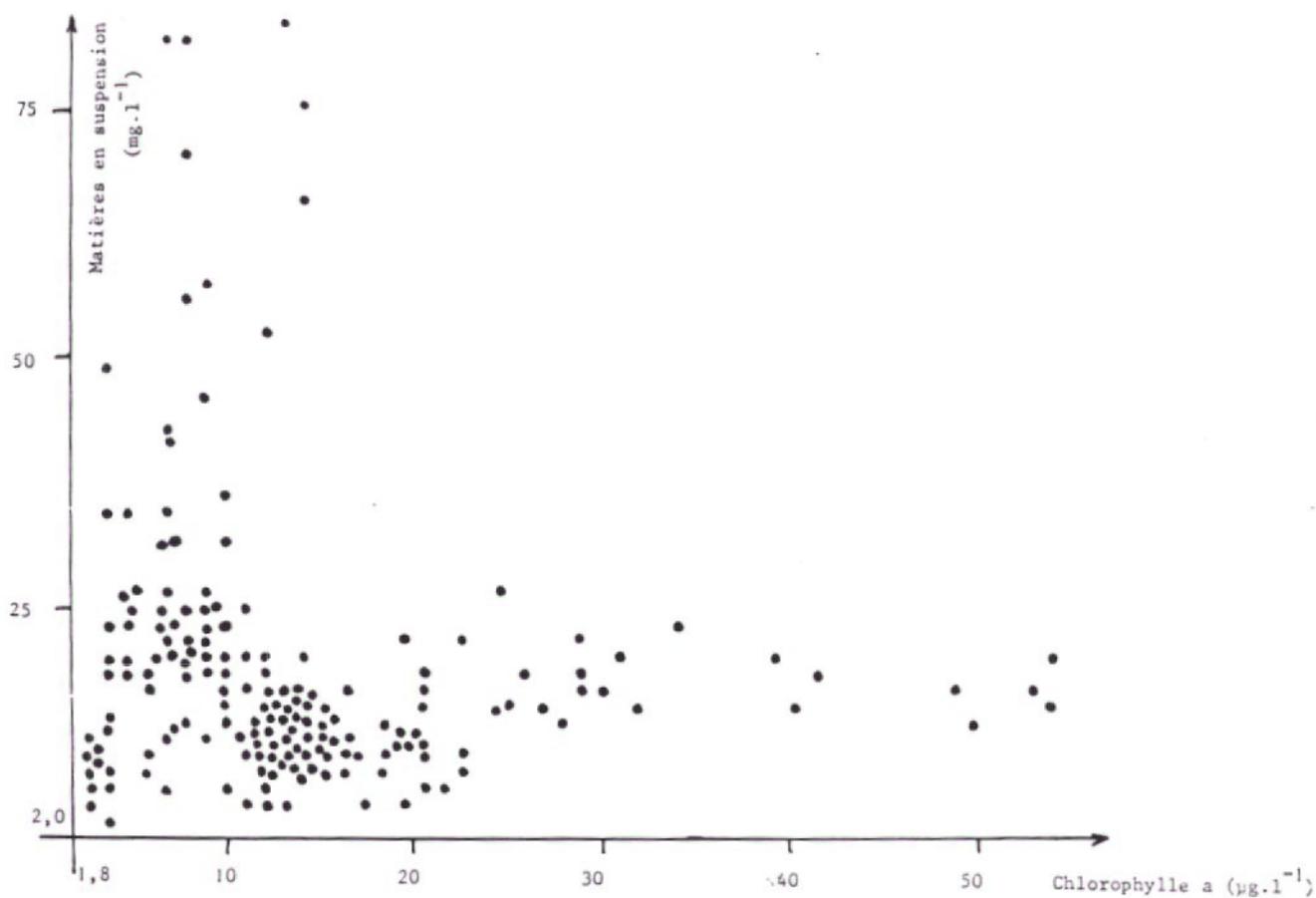


Figure n° 18 : relation matières en suspension et chlorophylle
(174 couples)

2. 6. 1. 2. Relations à trois variables.

Puisqu'il n'est pas possible de lier les pics de chlorophylle à un paramètre seul, on a essayé d'expliquer ces variations du 15 au 19 mai et du 28 juin au 13 juillet 1979, soit 20 groupes de valeurs, par deux variables explicatives. Avec la température et le rayonnement nous trouvons un coefficient de corrélation linéaire de 0,96 (significatif d'après le test Fisher-Snedecor à P=0,05) entre les valeurs de chlorophylle mesurées et les valeurs correspondantes calculées par régression linéaire multiple de chlorophylle sur la température et le rayonnement prises comme variables explicatives.

La relation établie est :

$$\text{Ch a} = 0,95 \text{ t} + 0,0076 \text{ R}$$

Ch a = chlorophylle a en $\mu\text{g.l}^{-1}$

t = température en °C

R = rayonnement en $\text{J.cm}^{-2}.\text{jour}^{-1}$

Après avoir vérifié que la température et le rayonnement ne sont pas liés linéairement dans cette série de valeurs, nous savons que le carré du coefficient de corrélation nous donne la part de variance de la chlorophylle expliquée par la température et le rayonnement moyennés sur 6 jours c'est-à-dire 92 % (d'après Croxton et al., 1967).

En effectuant maintenant une corrélation entre la chlorophylle, le rayonnement et le débit, nous constatons que le coefficient de corrélation est de 0,95 (significatif d'après le test de Fisher-Snedecor à P = 0,05) et la relation est alors :

$$\text{Ch a} = 0,42 + 0,0166 \text{ R} - 0,0056 \text{ Q}$$

Ch a = chlorophylle a en $\mu\text{g.l}^{-1}$

R = rayonnement en $\text{J.cm}^{-2}.\text{jour}^{-1}$

Q = débit en $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$

Comme le rayonnement et le débit ne sont pas non plus liés linéairement sur cette série on voit qu'ici 91 % de la variance de la chlorophylle est expliquée par le rayonnement et le débit.

La température et le débit ont une contribution relativement semblable sur la teneur en chlorophylle.

Pendant les poussées de chlorophylle, la température et le rayonnement expliquent de façon satisfaisante les variations de chlorophylle observées dans la Seine en 1979.

2.6.2. Nutriments.

Les valeurs de nutriments sont disponibles pour les stations comprises entre Montereau et Ris-Orangis, exception faite de Vernou. Les résultats sont reportés avec la chlorophylle sur le tableau n°6.

Les teneurs en nutriments, nitrate et orthophosphate, bien que généralement inférieures aux valeurs trouvées dans la Vire (principalement pour le phosphore) (Dulac C., Laurenceau J.M., 1980) sont cependant élevées par rapport aux eaux courantes d'Europe (Nisbet et Verneaux, 1970). Les concentrations en nitrate augmentent peu sur la Seine de Montereau à Ris-Orangis. A Montereau elles sont du même ordre de grandeur dans l'Yonne et la Seine, alors qu'elles sont toujours plus élevées dans l'Essonne et le Loing. Dans ce dernier seulement la concentration moyenne annuelle de nitrate est supérieure à celle de la Seine à Montereau au seuil $P = 0,01$.

Le phosphore varie davantage. De Montereau à Ris-Orangis la moyenne annuelle est multipliée par 2,5. On constate des valeurs faibles sur tous les points de prélèvement le 14 mai pendant le pic de printemps. Il se trouve en quantité inférieure à la limite de détection sur l'Yonne et l'Essonne et pourrait y limiter la croissance des algues. On retrouve des valeurs très faibles le 2 juillet, lors de la pointe d'été, mais uniquement sur les points amont, les apports importants des agglomérations urbaines étant peu dilués à cette date.

Les valeurs de nitrate, orthophosphate et chlorophylle relevées sur l'Essonne, le Loing et la Seine à Melun sont représentées sur la figure n°19.

Dans le tronçon de Marnay à Nogent la concentration en orthophosphate est déjà importante puisqu'elle varie de 0,072 à 0,137 mg $P-PO_4^{3-1-1}$ à l'amont de Nogent-sur-Seine (Nisbet, communication personnelle) et ne peut donc pas être reliée aux faibles valeurs de chlorophylle sur ce tronçon.

2.7. Conclusion.

- Malgré une grande variabilité de la chlorophylle en rivière des prélèvements hebdomadaires à une station semblent donner une bonne estimation de son évolution.
- Sur un tronçon des différences de comportement et de niveaux peuvent s'observer sur des segments de fleuve inférieurs à 50 km (entre Nogent-sur-Seine et Marolles-sur-Seine) et à l'opposé on peut observer un tronçon et des affluents au comportement homogène sur une longueur de 80 km (entre Marolles-sur-Seine et Ris-Orangis) (figure n°20).

Date	Prélèvement	Montereau (Seine)	Montereau (Yonne)	Moret (Loing)	Melun (Seine)	Ponthierry (Seine)	Corbeil (Seine)	Corbeil (Essonne)	Ris-Orangis (Seine)
	Paramètre								
14-5	N-NO ₃	3,61	3,39	5,65	3,84	3,84	3,61	4,52	3,61
	P-PO ₄	0,026	< seuil	0,016	0,026	0,049	0,016	< seuil	0,059
	Chloro-a	13,31	23,10	45,83	21,17		16,12	94,99	22,73
11-6	N-NO ₃	2,93	3,16	6,55	3,16	3,16	3,16	5,42	3,16
	P-PO ₄	0,039	0,078	0,059	0,072	0,059	0,039	0,150	0,039
	Chloro-a	8,22	5,20	20,64	6,85		6,78	16,79	6,53
2-7	N-NO ₃	3,61	2,71	7,00	3,16	3,61	5,42	3,61	4,06
	P-PO ₄	0,006	0,007	0,131	0,007	0,065	0,326	0,082	0,124
	Chloro-a			38,99	53,92	45,27	43,91	29,67	23,64
27-8	N-NO ₃	3,16	2,94	6,32	3,39	3,61	3,61	5,19	3,61
	P-PO ₄	0,065	0,104	0,131	0,013	0,131	0,131	0,202	0,147
	Chloro-a	22,40	8,64	17,20	14,13	13,54	11,54	50,33	11,81
10-9	N-NO ₃	3,39	2,26	7,23	3,84	3,84	4,06	5,87	4,06
	P-PO ₄	0,059	0,104	0,104	0,124	0,016	0,131	0,176	0,163
	Chloro-a	4,22	3,60	6,01	3,75	2,30	2,63	13,39	2,93
8-10	N-NO ₃	2,94	2,94	7,45	3,61	3,84	3,84	5,87	4,06
	P-PO ₄	0,059	0,104	0,124	0,091	0,124	0,124	0,111	0,150
	Chloro-a		9,02	16,55	9,95	9,73	9,20	64,27	12,64
12-11	N-NO ₃	3,84	4,29	6,10	4,29	4,29	4,29	5,42	4,29
	P-PO ₄	0,065	0,091	0,131	0,098	0,098	0,099	0,196	0,131
	Chloro-a	7,49	4,90	3,21	3,96	7,24	5,64	18,77	8,10
moyenne	N-NO ₃	3,35	3,10	6,61	3,61	3,78	4,00	5,13	3,84
	P-PO ₄	0,046	0,071	0,099	0,062	0,077	0,124	0,132	0,116
	Chloro-a	12,86	10,17	23,74	18,33	18,95	14,40	45,80	14,24

Tableau n°6 : Nutriments et chlorophylle en 1979

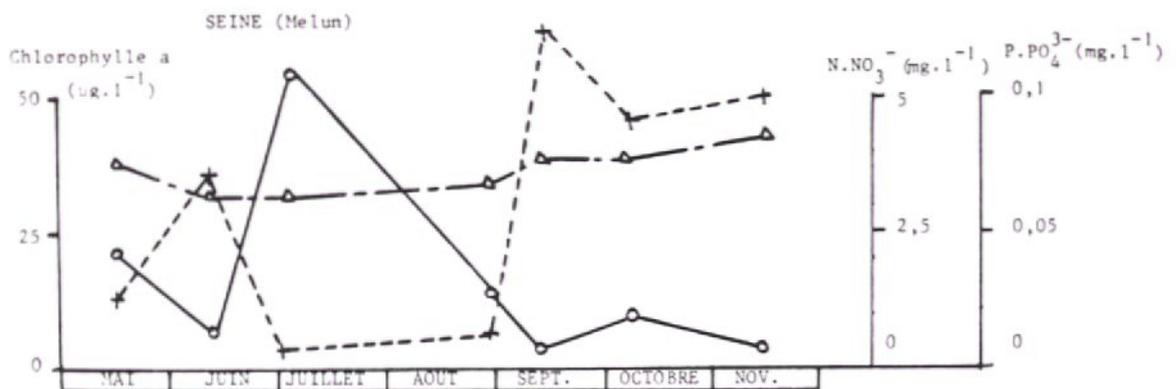
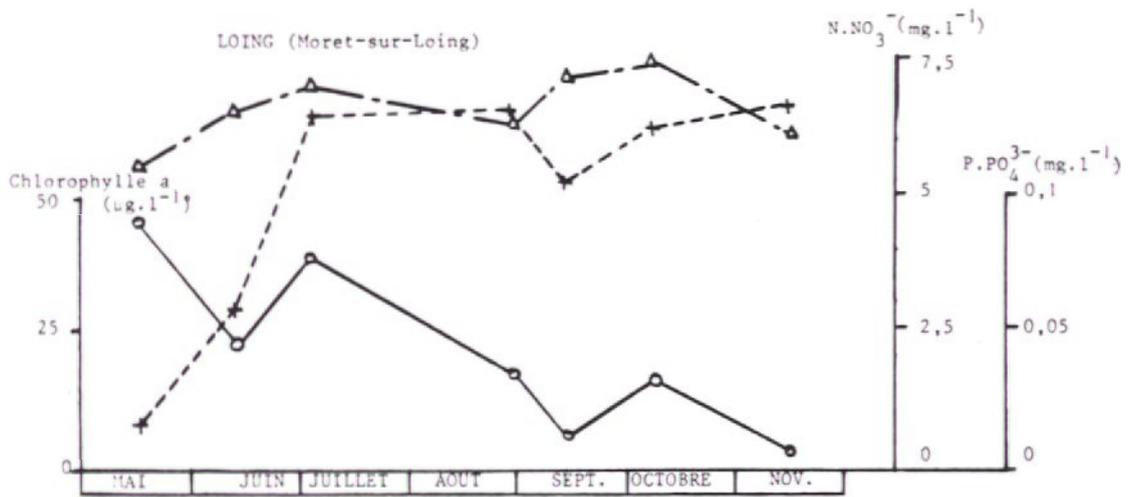
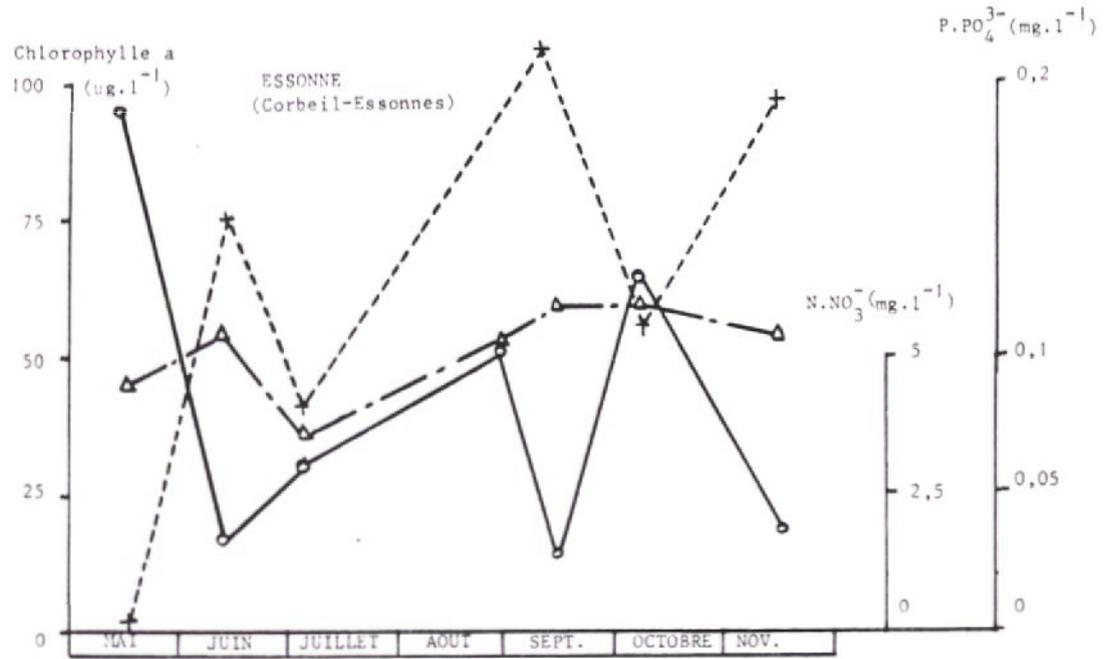


Figure n° 19 : Variations saisonnières dans l'Essonne, le Loing et la Seine en chlorophylle a \circ — \circ en nitrate \triangle — \triangle et en orthophosphate \times — \times

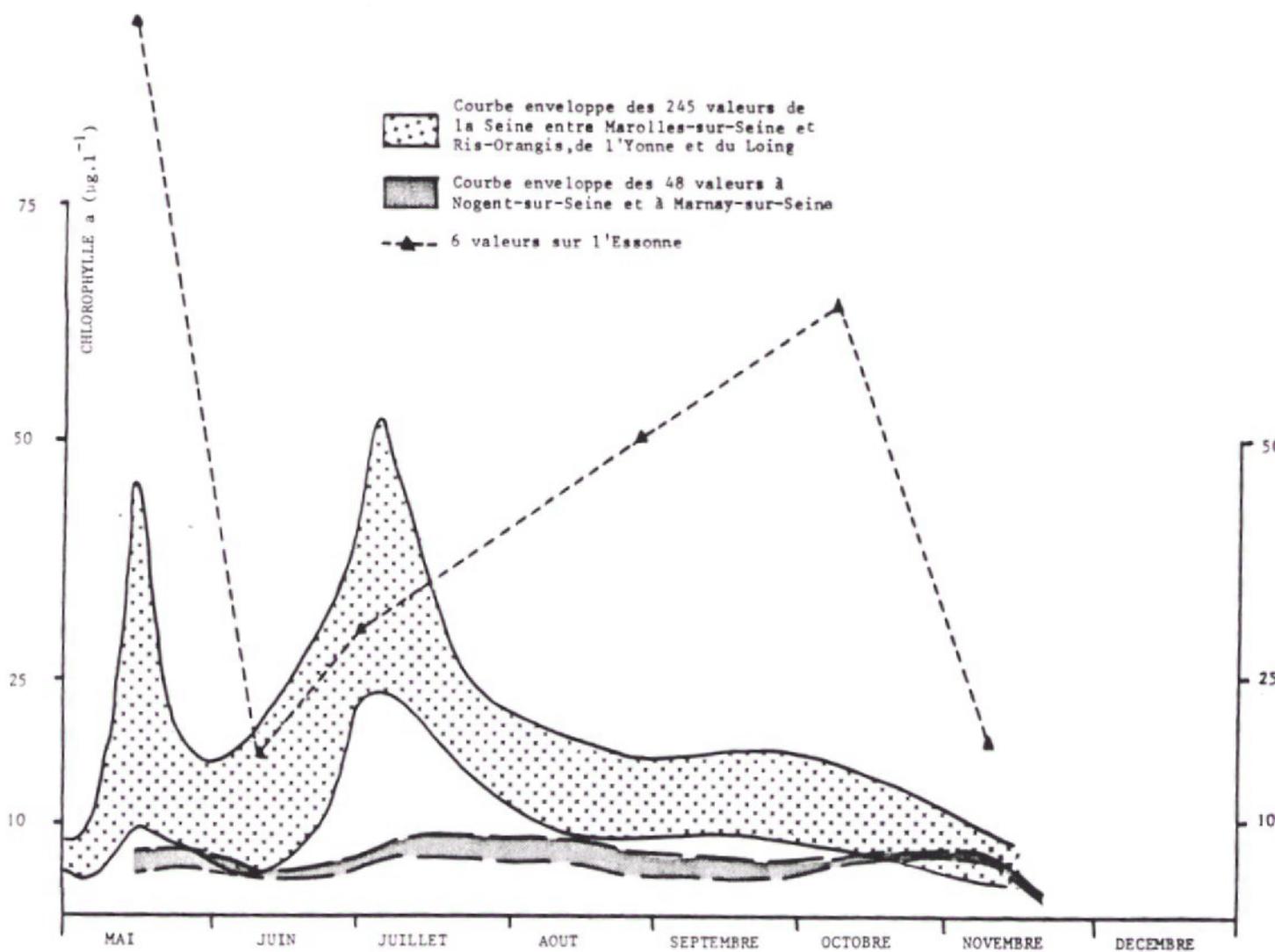


Figure n°20 : Types d'évolution de la chlorophylle en 1979 dans la Seine, l'Yonne, le Loing et l'Essonne

- La variabilité de la teneur en chlorophylle peut être importante d'une année à l'autre en une même station.
- Lors des poussées chlorophylliennes les seuls nutriments épuisés ont été les orthophosphates. (sur l'Yonne)
- Les niveaux généraux de chlorophylle en rivière ne semblent pas liés à un niveau moyen de nutriments.
- A Vernou la variation générale de chlorophylle est liée à la température de l'eau, alors que les pics qui s'ajoutent à cette évolution peuvent s'expliquer à partir du rayonnement et de la température.

3. PLANCTON ET PRODUCTION PRIMAIRE DANS LA SEINE AMONT.

3. 1. Le phytoplancton de la Seine à Marnay-sur-Seine et à Marolles-sur-Seine.

Des prélèvements pour le phytoplancton ont été effectués en mars 1979 puis à une cadence mensuelle de mai à novembre 1979 à Marnay-sur-Seine et à Marolles-sur-Seine. Quatre prélèvements supplémentaires ont été effectués à St Mammes en mars, mai, juin et juillet 1979. Les résultats sont reportés en annexe sur les tableaux n° 57 et 58.

3. 1. 1. Etude qualitative.

Cette étude montre un peuplement bien diversifié où la majorité des ordres d'algues planctoniques ont des représentants parmi les 58 genres dénombrés.

Liste des genres

- EUCHLOROPHYCEES

VOLVOCALES

Carteria	Pandorina
Chlamydomonas	Pteromonas
Chlorogonium	Tetraselmis
Gonium	

CHLOROCOCCALES

Actinastrum	Golenkinia
Ankystrodesmus	Golenkiniopsis
Ankyra	Micractinium
Closteriopsis	Monoraphidium
Chodatella	Oocystis
Coelastrum	Ourococcus
Crucigenia	Pediastrum
Dicellula	Scenedesmus
Dictyosphaerium	Tetraedron
Elakatothrix	Tetrastrum

- CYANOPHYCEES

CHROOCOCCALES

Mycrocystis

NOSTOCALES

Pseudanabaena

Oscillatoria

3. 1. 2. Etude quantitative.

Les comptages de plancton de juin et de septembre à Marolles-sur-Seine sont vraisemblablement erronés. Ils sont tous les deux nettement inférieurs aux comptages de Marnay à ces mêmes dates, alors que la chlorophylle est en quantité plus importante à Marolles qu'à Marnay, la répartition de la population algale étant la même aux deux stations, et qu'il n'y a pas de confluent important sur ce tronçon.

Le nombre de cellules varie sur nos prélèvements de 140 φ . ml⁻¹ le 8 octobre à Marnay, à 5400 φ . ml⁻¹ le 6 août à Marolles. Ces variations sont du même ordre de grandeur que celles relevées en 1976 (maximum en 1976 : 9700 à Villacerf) et en 1977 (21 000 à Montereau) (X., 1978) compte tenu du nombre d'analyses moindre dont nous disposons. On constate d'une manière générale (dans 3 cas sur 4) une augmentation amont-aval assez marquée eu égard à la relativement faible distance séparant les points de prélèvements.

L'essentiel de ce plancton est représenté par les Diatomophycées et les Euchlorophycées qui représentent 78 % des genres et 85 % des individus dénombrés (tableau n°7 et figure n°21).

Les Diatomophycées sont représentées par 18 genres appartenant à 4 sous-classes. Jusqu'à la mi-juin elles forment dans tous les échantillons prélevés plus de la moitié des peuplements (de 52 à 87 %). A Marnay elles varient de 100 à 650 φ . ml⁻¹ alors qu'elles dépassent au printemps et à l'automne 1500 φ . ml⁻¹ à Marolles et qu'elles atteignent 2500 φ . ml⁻¹ à St Mammes au mois de mai. Au cours de l'année les Naviculales dont l'effectif n'augmente sensiblement que le 12 juin semblent beaucoup plus stables que les Coscinodiscales qui, avec des développements de Cyclotella sont responsables de toutes les fortes valeurs de Diatomophycées tant au printemps qu'à l'automne (elles représentent à elles seules 72 % du total des algues le 14 mai à St Mammes).

Les Euchlorophycées sont restées en nombre relativement restreint (< 30 %) jusqu'à la mi-juin. Elles ont suivi à Marnay une évolution régulière, marquée par trois valeurs fortes en août, septembre et octobre. A Marolles l'évolution est moins régulière et marquée le 6 août par une prolifération simultanée de Chlamydomonas (1820 φ . ml⁻¹) et de Monoraphidium (2200 φ . ml⁻¹).

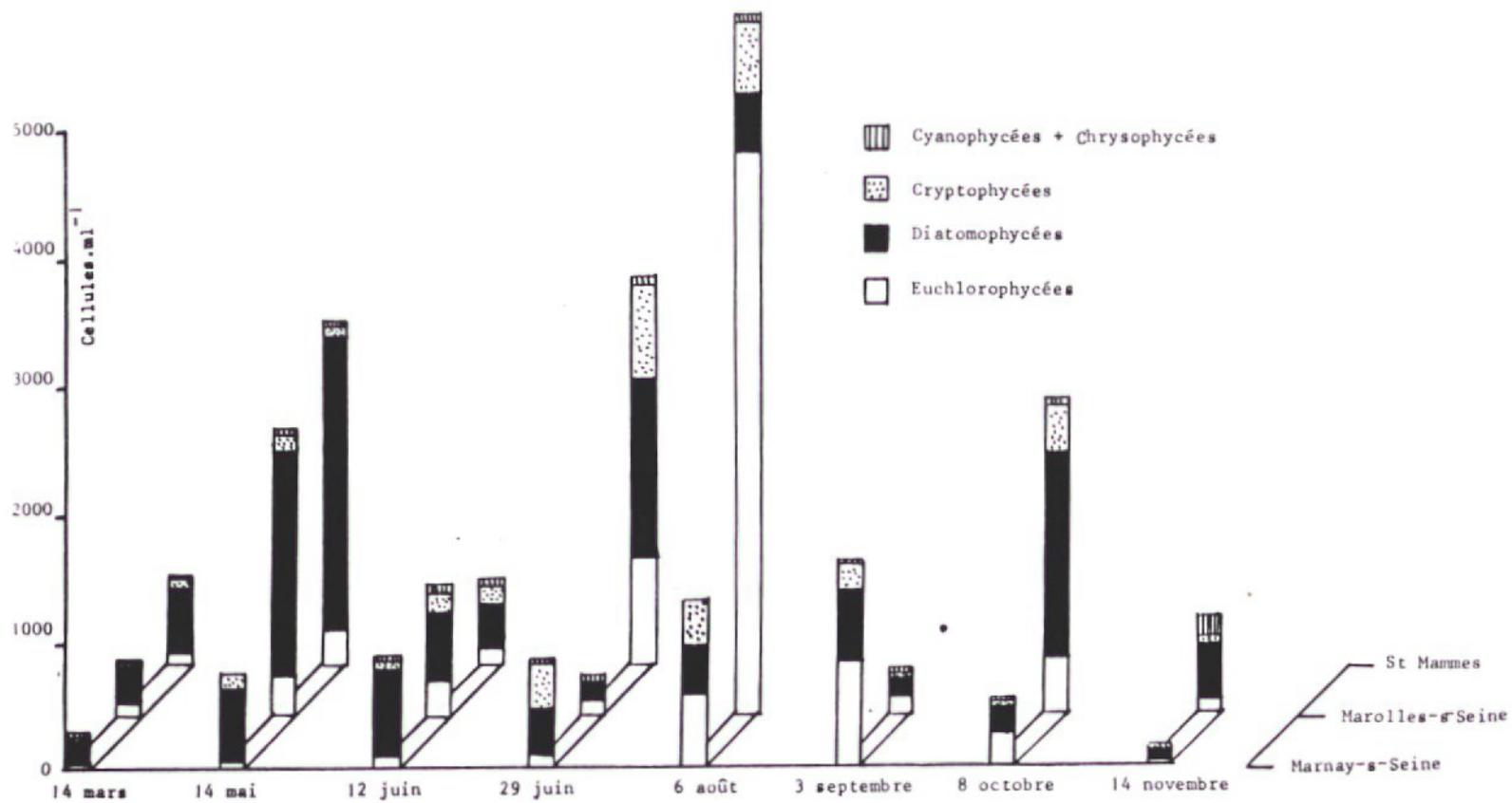


Figure n°21: Peuplement phytoplanctonique dans la Seine en 1979

Date	Point	%	
		EUCHLOROPHYCEES	DIATOMOPHYCEES
14. 3. 79	Marnay-sur-Seine	17	77
	Marolles-sur-Seine	27	66
	St Mammès	13	82
14. 5. 79	Marnay-sur-Seine	6	77
	Marolles-sur-Seine	15	79
	St Mammès	10	87
12. 6. 79	Marnay-sur-Seine	11	79
	Marolles-sur-Seine	28	56
	St Mammès	32	52
29. 6. 79	Marnay-sur-Seine	12	43
	Marolles-sur-Seine	46	36
	St Mammès	28	49
6. 8. 79	Marnay-sur-Seine	43	30
	Marolles-sur-Seine	81	8
3. 9. 79	Marnay-sur-Seine	62	35
	Marolles-sur-Seine	52	29
8. 10. 79	Marnay-sur-Seine	47	38
	Marolles-sur-Seine	17	66
14. 11. 79	Marnay-sur-Seine	16	70
	Marolles-sur-Seine	24	53

Tableau n°7 : Pourcentage d'Euclorophycées et de Diatomophycées

Les Cryptophycées, représentées par deux genres (Cryptomonas et Chroomonas) ont été trouvées dans tous les prélèvements en quantité parfois importantes (360 C. ml^{-1} à Marnay le 29 juin et le 6 août, 532 C. ml^{-1} à Marolles le 6 août et 665 C. ml^{-1} à St Mammès le 29 juin).

Les Cyanophycées se répartissent en 3 genres (Microcystis, Pseudonabaena et Oscillatoria) et n'ont dépassé 10 C. ml^{-1} que le 14 novembre (16 C. ml^{-1} à Marnay et 70 C. ml^{-1} à Marolles).

- évolution amont-aval :

Bien que la distance séparant les stations de prélèvement de Marnay et de Marolles, qui est de 75 km (ce qui correspond à un temps de transfert théorique d'environ deux jours pendant l'été), puisse dans des conditions idéales permettre une augmentation du plancton comme celles relevées le 6 août (1300 ϕ . ml⁻¹ à Marnay et 5400 à Marolles), il faut plutôt compter avec les eaux stagnantes du bassin (bras morts, coudes des berges, sablières, marécages, canaux, etc..) (voir M. Lefevre, 1943). En effet, à l'occasion de prélèvements sur le site de Nogent-sur-Seine, nous avons pu observer dans les canaux des teneurs en chlorophylle jusqu'à 10 fois supérieures à celles de la Seine. Les débits des canaux sont cependant normalement nuls ou faibles.

Ce phénomène est encore plus net en considérant les genres : Si la valeur de Cyclotella est multipliée seulement par 4 de Marnay à Marolles en mai, au mois d'octobre Cyclotella est absente à Marnay quand il y a 1200 ϕ . ml⁻¹ à Marolles. Pour les Euchlorophycées au mois d'août, Chlamydomonas passe de 100 ϕ . ml⁻¹ à Marnay à 1800 ϕ . ml⁻¹ à Marolles et Monoraphidium passe de 330 ϕ . ml⁻¹ à 2200 ϕ . ml⁻¹.

3. 1. 3. Phytoplancton et chlorophylle.

A la poussée phytoplanctonique du mois d'août à Marolles où nous avons compté 5430 ϕ . ml⁻¹, qui est due à des Euchlorophycées (Chlamydomonas et Monoraphidium) correspond le maximum de chlorophylle, qui est de 27,5 μ g. l⁻¹. Mais il n'est pas possible de mettre en évidence une relation directe entre la chlorophylle a et le total d'algues, ni entre la chlorophylle a et le nombre d'Euchlorophycées.

Date	Marnay-sur-Seine			Marolles-sur-Seine		
	P.I.	φ.ml ⁻¹	Ch.a μg.l ⁻¹	P.I.	φ.ml ⁻¹	Ch.a μg.l ⁻¹
15.5.79	90,3	747	5,98	231,1	2269	
12.6.79	66,7	839		182,3	1001	8,98
29.6.79	133,5	811	4,54	202,1	246	9,47
6.8.79	195,6	1313	7,12	1042,9	5434	27,47
3.9.79	54,8	1603	4,34	506,3	296	12,90
8.10.79	46,1	508	4,54	226,5	2477	12,86
14.11.79		141	6,19		510	8,55

Tableau n°8 : Valeurs de production primaire, du nombre de cellules et de chlorophylle a à Marnay-sur-Seine et à Marolles-sur-Seine. P.I. = production primaire par mg C.m⁻².jour⁻¹ sur 50 cm de profondeur.

3.2. Production primaire à Marnay-sur-Seine et à Marolles-sur-Seine.

Aux mêmes endroits et les mêmes jours que les prélèvements d'algues des mesures de production primaires au ¹⁴C ont été réalisées avec une incubation pendant le tiers médian de la journée solaire, tous les flacons étant incubés à Marolles-sur-Seine.

3.2.1. Valeurs de production primaire .

Pendant plusieurs mois de l'année des travaux dans les sablières ont réduit considérablement la transparence de l'eau à Marolles et nous n'avons pas pu incuber les flacons profondément dans l'eau.

Les résultats sont donnés en mg C.m⁻².jour⁻¹ sur une colonne d'eau de 50 cm de profondeur (tableau n°8).

Les valeurs à Marolles sont toujours plus élevées et cela ne s'explique pas uniquement par des différences de biomasse, puisque les valeurs de productivité, exprimées en mg de carbone synthétisé par cellule ou par unité de chlorophylle, sont aussi généralement plus fortes à Marolles qu'à Marnay.

Nous observons un maximum de production le 6 août, maximum extrêmement marqué à Marolles (1043 mg C.m⁻².jour⁻¹) et qui correspond à une forte densité algale (5430 φ.ml⁻¹) et à une valeur élevée de chlorophylle a (27,5 μg.l⁻¹).

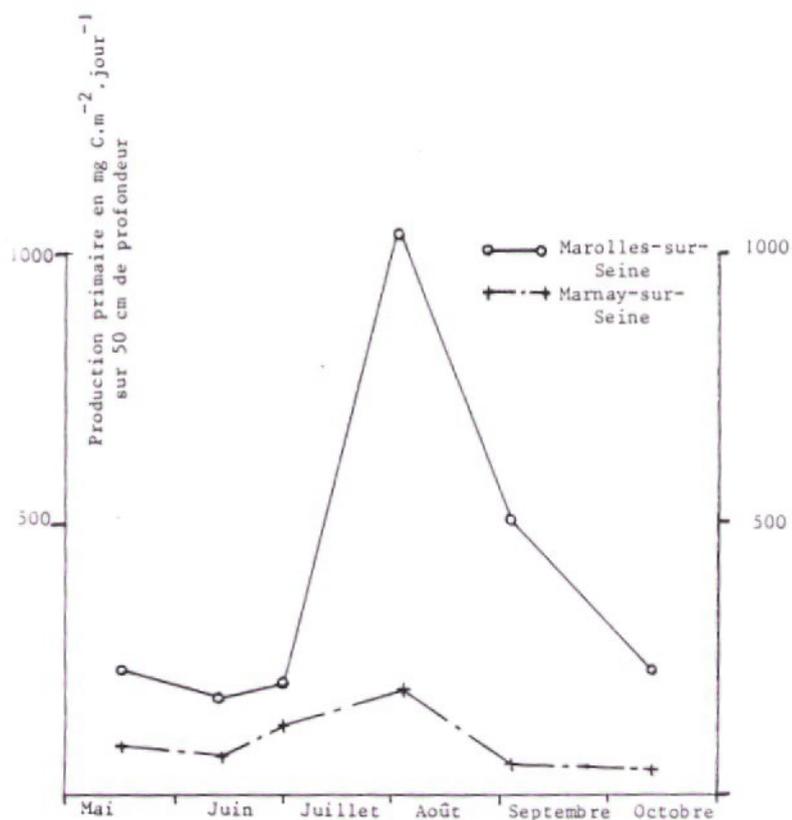


Figure n°22 : Production primaire en 1979

Par contre à la valeur élevée du mois de septembre ne correspond qu'une faible densité d'algues.

Sur nos échantillons nous ne pouvons pas voir une relation directe entre la production primaire et les comptages d'algues.

3. 2. 2. Comparaison avec d'autres rivières françaises.

3. 2. 2. 1. Comparaison avec la Vire.

Pour comparer les productions primaires de ces deux rivières nous comparons les valeurs de carbone assimilé dans les flacons de surface (figure n°23).

Notons, pour donner un sens à la comparaison, que les teneurs en chlorophylle et les comptages d'algues sont du même ordre de grandeur dans la Vire et la Seine.

Les évolutions saisonnières de la production primaire de la Seine et de la Vire montrent des maxima estivaux du même ordre de grandeur: 1027 mg C.m⁻³.jour⁻¹ le 17 juillet sur la Vire et 1410 mg C.m⁻³.jour⁻¹ le 6 août sur la Seine. Ce maximum pour la Seine correspond au maximum de chlorophylle, ce qui n'est pas le cas pour la Vire.

On constate sur ces deux rivières une augmentation de la production primaire de l'amont vers l'aval, généralement accompagnée d'un accroissement de chlorophylle.

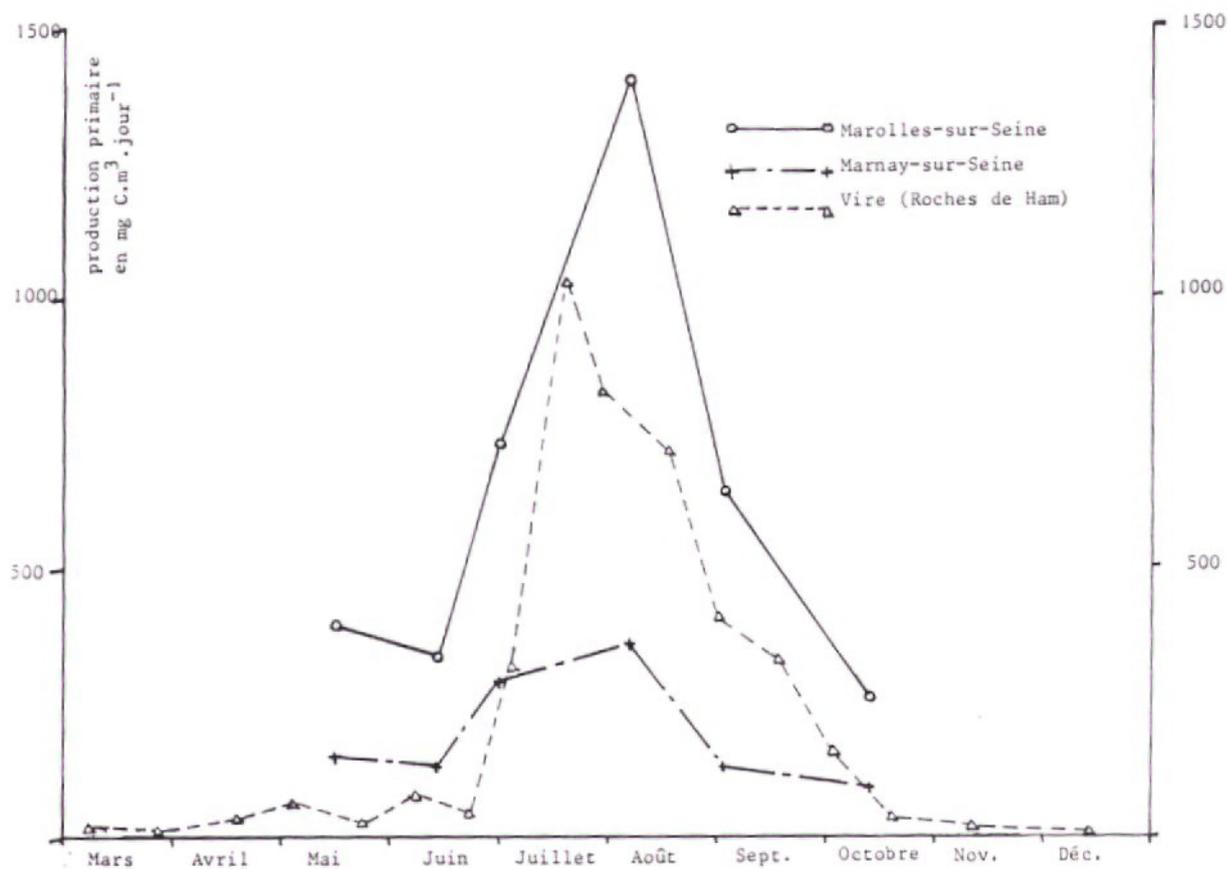


Figure n°23 : Comparaison des valeurs de production primaire en surface dans la Vire et la Seine en 1979

3. 2. 2. 2. Comparaison avec la Loire et le Lot.

En 1977 P. Champ a suivi la production primaire dans la Loire au niveau de la centrale nucléaire de St-Laurent-des-Eaux. A cette période la biomasse phytoplanctonique a été extrêmement importante variant entre 1000 et 100.000 ϕ . ml⁻¹ et la comparaison des productions primaires exprimées en carbone assimilé par unité de temps n'a pas grand sens.

Notons simplement que le maximum de production dans la Loire est à peu près 10 fois plus élevé que dans la Seine à Vernou.

* Nous pouvons par contre comparer les productivités par cellule.

P. Champ a incubé le matin et l'après-midi et nous prenons la moyenne horaire de ces deux mesures, nos valeurs quant à elles sont exprimées par heure d'incubation durant le tiers médian (figure n°24).

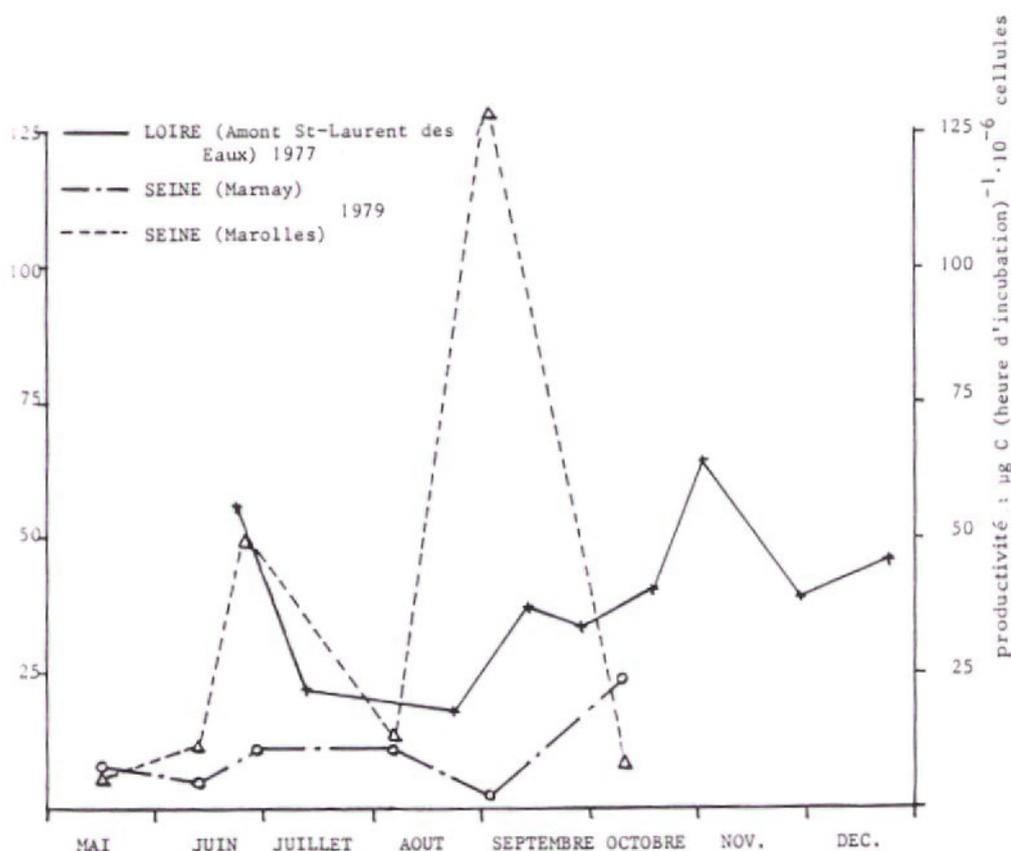


Figure n°24 : Comparaison des valeurs de production primaire par cellule dans la Seine et la Loire

Les valeurs de carbone assimilé par heure et par cellule sont toujours plus faibles à Marnay qu'à St-Laurent-des Eaux ; par contre celles de Marolles s'en approchent plus (il faut noter que la valeur à Marolles-sur-Seine le 3 septembre de $128 \mu\text{gC} \cdot \text{heure}^{-1} \cdot 10^{-6}$ cellules est sûrement faussée par l'analyse de plancton).

Les valeurs obtenues sur le Lot (Capblancq, Dauta, 1978) semblent par contre légèrement plus élevées car elles atteignent en été $35 \text{ mg C} \cdot \text{mg chloro} \cdot \text{a} \cdot \text{h}^{-1}$ alors que celles de la Seine sont toujours en dessous de $5 \text{ mgC} \cdot \text{mg chloro} \cdot \text{a} \cdot \text{h}^{-1}$, mais nous possédons beaucoup moins de mesures que sur le Lot.

3. 3. Conclusion.

Le peuplement phytoplanctonique est bien diversifié et est resté modéré dans la Seine en 1979.

Le printemps est marqué par la prédominance des Diatomophycées et l'été par celle des Euchlorophycées et il n'y a jamais beaucoup de Cyanophycées.

La productivité de la Seine est tout à fait comparable à celles d'autres rivières françaises, la Vire, le Lot et la Loire.

DEUXIEME PARTIE

1. PRESENTATION DE L'ETUDE VIRE :

1.1. Géologie :

Le bassin de la Vire est formé principalement de terrains primaires ou antécambriens appartenant à la bordure Nord-Est du massif armoricain. Son substratum est surtout constitué de terrains imperméables, les alluvions ne représentent que 3 % de la superficie totale du bassin. La Vire et ses affluents drainent des terrains granitiques (en amont), schisteux et gréseux (figure n°25). Ceux-ci, excepté les grès, se caractérisent par un faible pouvoir de rétention des eaux. Les ressources en eau souterraine sont donc faibles.

Les roches affleurant sont cristallines ou sédimentaires détritiques non calcaires, elles subissent une faible altération les concentrations ioniques naturelles seront donc faibles.

La Vire prend sa source dans le massif granitique de Vire-Carolles. Au centre de ce massif le fossé d'effondrement de Saint-Germain de Tallevende est un lieu de convergence des eaux dont le drainage est effectué principalement par la Virène. La Vire coule ensuite vers le Nord en traversant le pays schisteux d'axe ouest-est d'âge Briovérien supérieur, puis oblique à l'ouest pour franchir une zone d'âge Cambrien, constituée de grès, d'arkoses et de schistes. Elle retrouve ensuite l'axe Sud-Nord dans le Briovérien, traverse un large affleurement de schistes du Briovérien moyen, passe sur le Trias au Nord de la Meauffe et débouche dans la plaine de Carentan d'âge quaternaire. La Vire rejoint la mer à travers des marais que les sédiments comblent peu à peu.



-  Alluvions modernes
-  Trias et Rhétien
-  Permien (schistes et argiles)
-  Dévonien à faciès "Vieux grès rouges"
-  Cambrien (grès, arkoses, schistes)
-  Briovérien supérieur (tillites)
-  Briovérien moyen (schistes et grès)
Calcaires de La Meauffe
-  Zone de métamorphisme de
granites anciens
-  Granites anciens (Cadomien)

Figure n° 25 : Carte géologique du bassin versant
de la Vire

1.2. Géographie.

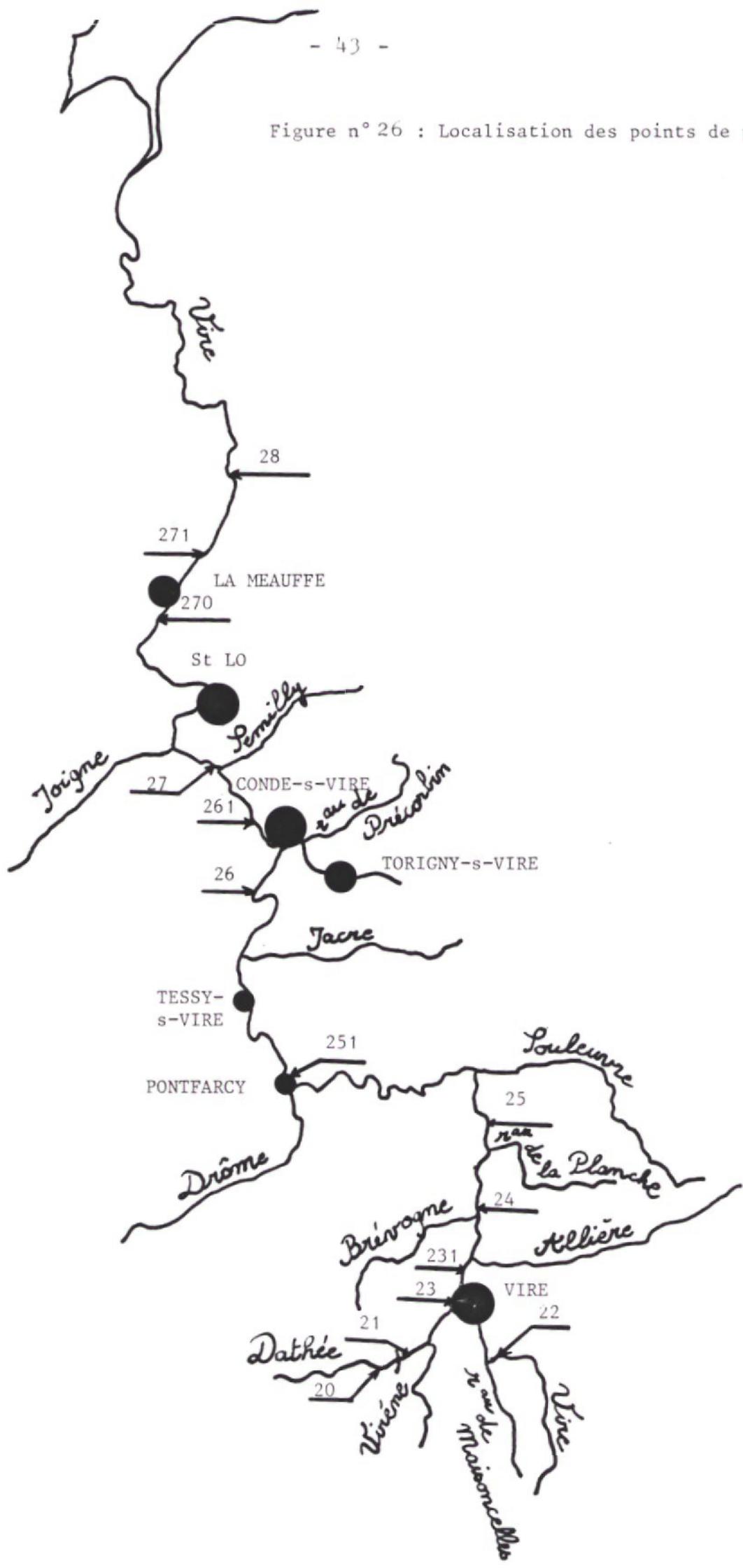
La Vire coule sur une longueur de 122 km dans les départements du Calvados et de la Manche. Elle prend sa source à 310 m d'altitude dans le massif de Vire-Carolles pour se jeter dans la Manche à la baie des Veys. Ses principaux affluents sont le ruisseau de Maisoncelles, la Virène, l'Allière, la Brévogne, le ruisseau de la Planche, la Souleuvre, la Drôme, la rivière de Jacre, le ruisseau de Précorbin, le Fumichon, la Joigne (figure n°26). Son bassin versant représente 1245 km².

Sa pente qui varie considérablement d'amont en aval permet de définir trois zones, caractérisées par des pentes très différentes, dont les séparations se font près de Vire et de St-Lô. Les principales caractéristiques morphologiques de la zone amont, de la zone intermédiaire, de la zone aval ainsi que du bassin versant total sont reportées sur le tableau n°9. On voit que la pente de la Vire devient vite faible, elle descend même jusqu'à 0,09 ‰ à l'aval de St-Lô si l'on supprime la dénivelée due aux chutes des principaux barrages (figure n°27).

paramètre zone	Surface (km ²)	Périmètre (km)	Altitude moyenne (m)	D (m)	Ig	Pente de la Vire (‰)
amont	133	56	241	168	7,65	10
intermédiaire	755	125	140	188	4,10	2,3
aval	357	120	64	112	2,10	0,3
B. V. total	1245	209	129	238	2,62	2,6

Tableau n° 9 : Principales caractéristiques morphologiques des 3 zones de la Vire. D = dénivelée (m) obtenue pour 90% des fréquences altimétriques ; Ig = indice global de pente (DUBREUIL, 1972).

Figure n° 26 : Localisation des points de prélèvement.



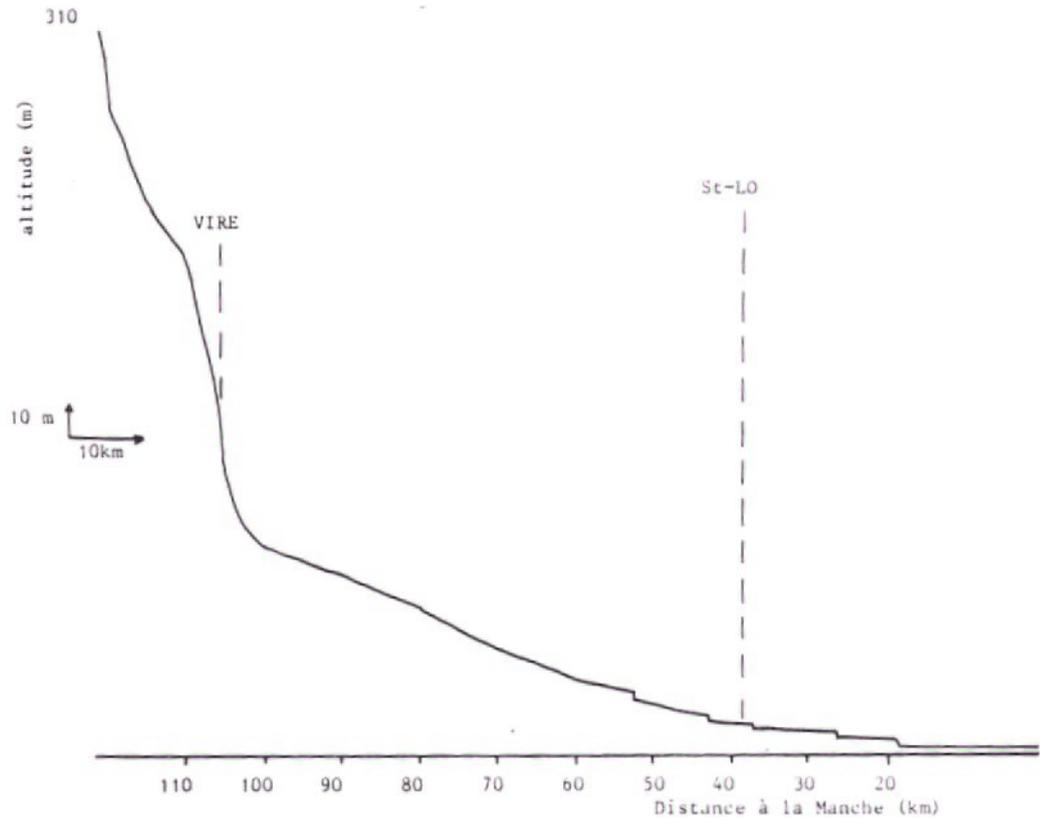


Figure n° 27 : Profil en long de la Vire.

La répartition des altitudes du bassin versant est donnée par les courbes hypsométriques (figure n°28). L'indice global de pente diminue aussi beaucoup et c'est le principal facteur de l'augmentation de la lame d'eau écoulée à l'amont. Cette dernière passe en effet de 416 mm à St-Lô à 602 mm à Vire (moyennes interannuelles).

1.3. Climatologie.

1.3.1. Température de l'air et pluviométrie interannuelle.

La température maximum interannuelle à Caen a lieu en juillet et août (17°C) et la température moyenne est de 10,5°C. La moyenne interannuelle des précipitations annuelles (de 1951 à 1970) est de 1015 mm à Vire et de 978 mm à St-Lô.

La moyenne des valeurs de pluviométrie interannuelle de Vire et de St-Lô de 1951 à 1970 montre deux minimums, en avril et en juillet, et un maximum en décembre (tableau n°10).

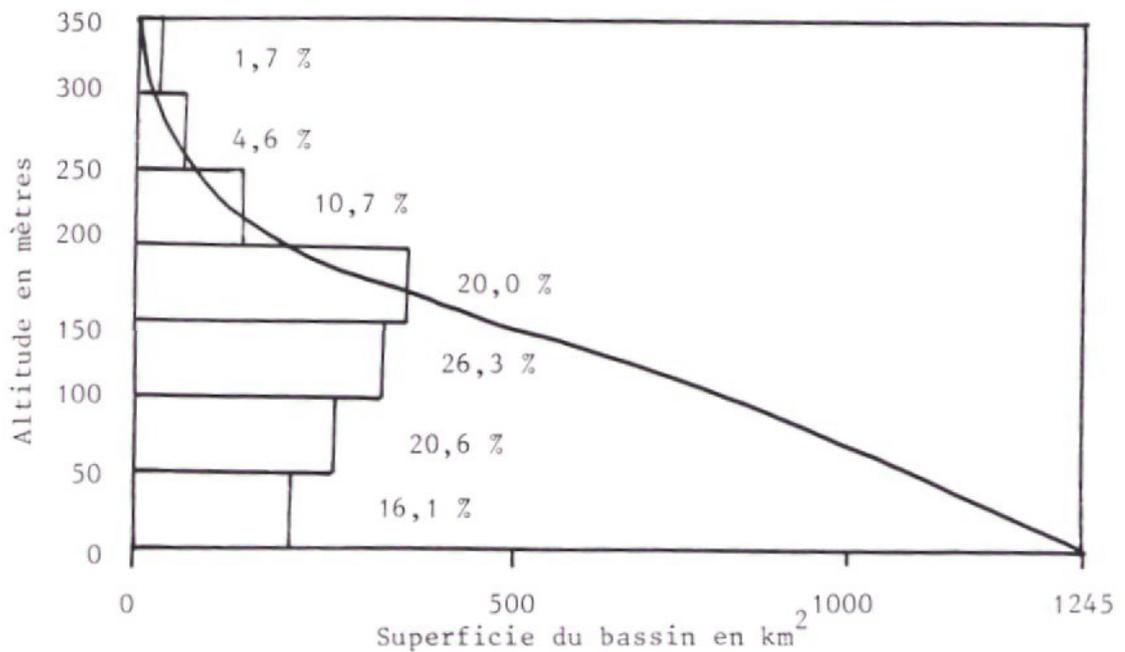


Figure n° 28 : Courbe hypsométrique et courbe des fréquences altimétriques du bassin versant de la Vire - d'après SALVETTI (1968)

	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.	
hauteur d'eau (mm)	100	85	64	58	67	70	58	85	92	90	109	119	Σ 997
Temp. (°C)	4,3	4,6	7,0	9,2	12,3	15,0	17,0	17,0	15,2	11,5	7,5	5,1	moy. 10,5
Q (m ³ .s ⁻¹)	18,6	26,5	18,1	11,5	9,1	6,0	2,6	2,4	2,8	6,8	13,8	23,3	moy. 11,7

Tableau n° 10 : Moyenne de la pluviométrie interannuelle à Vire et à St - Lo de 1951 à 1970, température interannuelle à Caen de 1931 à 1960, et débit moyen interannuel à St-Lo de 1971 à 1979.

1.3.2. Caractéristique des années d'étude.

Les comparaisons de températures sont effectuées sur des valeurs relevées à Caen. Pour la pluviométrie les moyennes interannuelles de Vire sont comparées aux données de 1979 et 1980 à Condé-sur-Vire car les valeurs 1979 et 1980 ne sont pas disponibles à Vire, et les moyennes interannuelles ne le sont pas à Condé (figures n° 29 et n° 30).

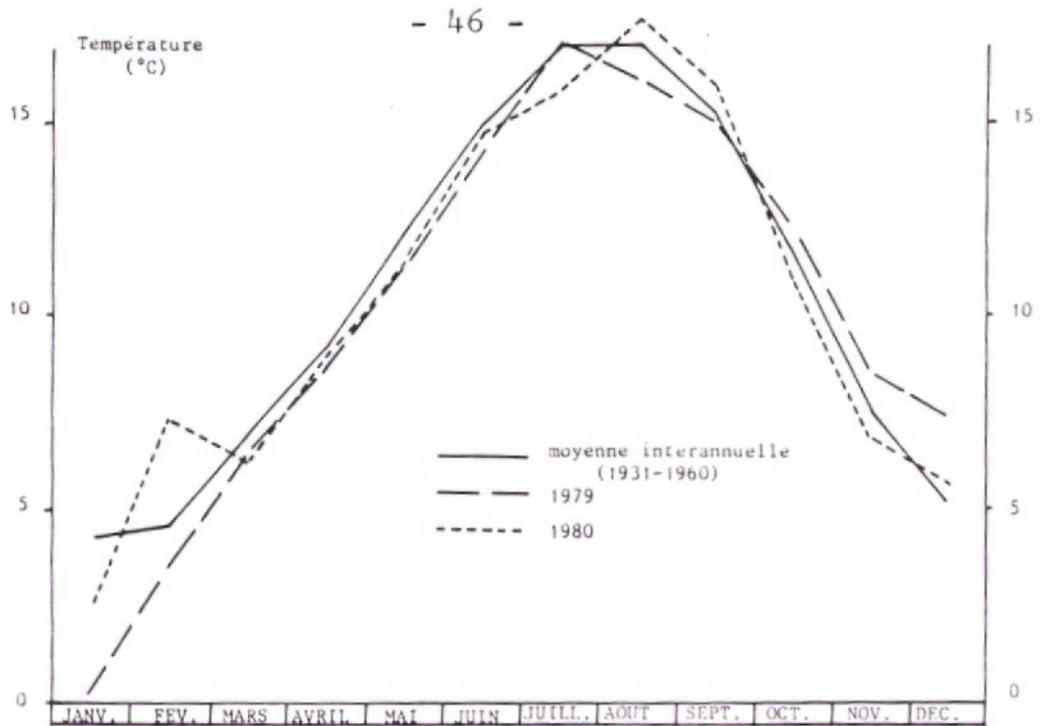


Figure n° 29 : Température interannuelle, en 1979 et en 1980, à Caen.

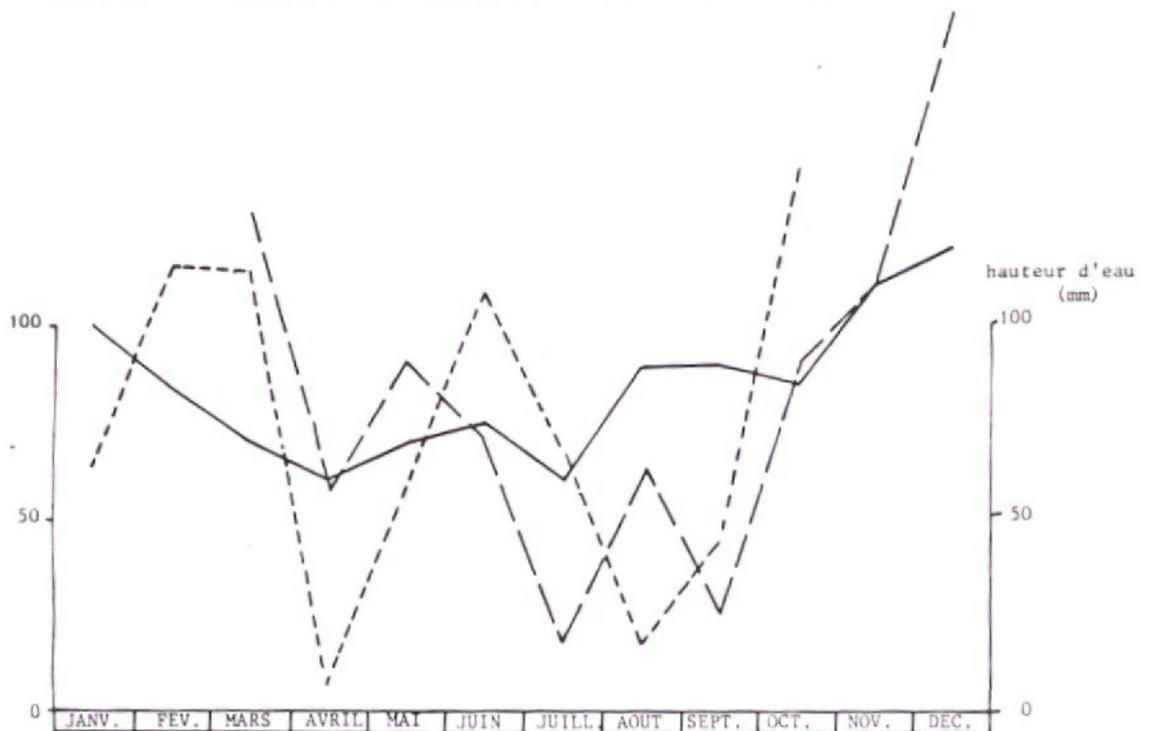


Figure n° 30 : Evolution de la pluviométrie interannuelle à Vire de 1951 à 1970 (—), de la pluviométrie à Condé-s-Vire en 1979 (—) et en 1980 (---).

Année 1979 : Le printemps a été plus froid et plus pluvieux que la moyenne des années, mais l'été a été plus sec et l'automne plus chaud.

Année 1980 : Jusqu'en juillet les températures furent plus froides que les moyennes mais la fin de l'été fut plus chaude. Les mois de juin, juillet furent plus humides et ceux d'août et septembre plus secs que la moyenne.

1.4. Régime de la rivière.

La Vire a un régime pluvial océanique, basé sur l'évaporation plus que sur la répartition des pluies (tableau n°10). Il se caractérise par des coefficients mensuels de débit peu marqués, et dont la date n'est pas fixe. Dans la Vire les plus hautes eaux ont lieu en janvier ou février et l'étiage se produit généralement en juillet, en août ou en septembre. Le module annuel moyen est de $2,54 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à Vire et de $11,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à St-Lô.

En 1979 le débit moyen a été de 30 à 40 % selon les stations de jaugeage supérieur au module interannuel. Par contre l'étiage a été tardif, prolongé et assez prononcé (figure n°31). Les débits extrêmes d'étiage ont eu lieu au mois d'octobre. Le débit moyen minimum sur une période consécutive de 10 jours à Vire ($0,38 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) correspond à une fréquence de dépassement d'une année sur deux.

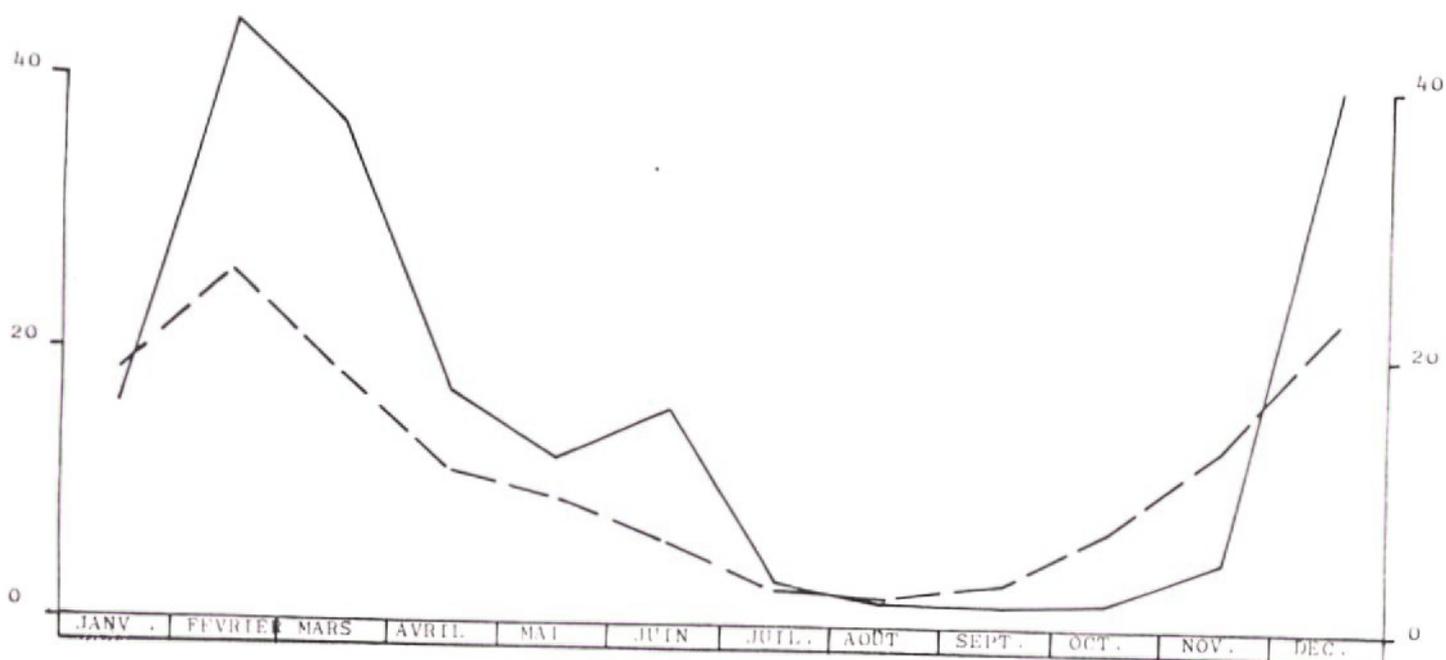


Figure n° 31 : Débit interannuel à Saint-Lô de 1971 à 1979 (— — —) et débit en 1979 (————).

1.5. Le milieu humain et son influence sur la Vire.

L'impact de l'action humaine sur la rivière se traduit de différentes façons :

- des apports polluants par l'agriculture (élevage, culture), les industries agro-alimentaires, et les rejets domestiques.
- la modification du cours de la rivière par l'établissement de barrages et de biefs.

1.5.1. Occupation du sol.

La partie amont du bassin versant de la Vire se trouve principalement dans le Calvados et la partie plus aval (après Pont-Farcy) principalement dans la Manche. Nous citerons pour ces deux départements la répartition de l'occupation des sols. (tableau n° 11).

		Calvados	Manche
Terres agricoles utilisées	Terres labourables	29,9	20,2
	Superficie toujours en herbe	54,5	67,1
Superficie boisée		8,8	4,2
Territoire non agricole		7,2	6,4
Autres		0,3	2,1

Tableau n° 11 : Pourcentage de la superficie du département (1978)
(d'après D. D. A.)

En ce qui concerne la partie amont du bassin qui nous intéresse plus précisément par son agriculture, l'essentiel de sa surface agricole est constitué de prairies naturelles (BARBIER, 1978). La culture fourragère est la plus répandue suivie de la culture de l'avoine et de l'orge.

La production agricole finale sur tout le bassin est principalement constituée par le lait (51 % de la valeur agricole dans la Manche et 35 % dans le Calvados en 1978, D.D.A.).

2. QUALITE GENERALE DE LA VIRE :

La connaissance de la qualité générale de la Vire portera essentiellement sur les paramètres influençant la production algale et sur la recherche de niveau de pollution organique de la Vire.

Nous étudierons la qualité de la Vire à partir de profils en long, de variations saisonnières et de variations avec le débit ce qui permettra de connaître le niveau général des éléments, d'identifier les causes principales de leurs variations et de définir une zonation dans la rivière.

2.1. Température de l'eau :

La profondeur de la Vire est extrêmement variable mais en période de hautes-eaux ou dans les endroits peu profonds nous pouvons supposer une homogénéisation thermique de l'eau. Cependant en période estivale nous avons parfois observé une différence de température entre la surface et le fond. Elle était de 1,7°C de la surface à 2 m de profondeur le 17 juillet 1979 à 15 heures aux Roches de Ham (point 26).

Pour étudier l'évolution longitudinale de la température il faut tenir compte des différences dues à l'heure du prélèvement. Nous avons commencé les prélèvements à l'amont le matin pour les terminer à l'aval vers 15 heures : pendant ce temps la température évolue surtout l'été. D'après des enregistrements en continu de température nous savons que les minima de température se produisent entre 7 h et 9 h du matin et les maxima entre 19 h et 21 h.

Néanmoins l'augmentation de température observée de l'amont vers l'aval n'est pas seulement due au décalage des heures de prélèvements comme cela se voit sur la figure n°33. Comme pour chaque espèce il

Tableau n°17 : Définition des points de prélèvement				
Point et rivière	Commune rive droite	Localisation	B.V. (km ²)	Dist. à Manche. (km.)
20 Dathée	Champ-du-Boult	La Giltière		
21 Dathée	S. ^t Germain-de-Tallevende	Pont D.218	32	
22 Vire	Roullours	Pont-ès-retour		109
23 Vire	Vire	Viaduc du chemin de fer	133	106
231 Vire	Neuville	Pont Martin		102
24 Vire	La Graverie	Pont de la Lèverie		98,5
241 Vire	La Graverie	La Maubandière		95,5
25 Vire	Carville	Pont D.81		92,5
2501 Vire	Campeaux	Pont N.174		85,5
2502 Vire	Malloué	Pont D.185		80,5
251 Vire	Pleines-Oeuvres	Pont N.175		72
2511 Vire	Domjean	La Botinière		64
26 Vire	Condé sur Vire	Pont de l'ancien ch.de fer		57
261 Vire	Sainte Suzanne sur Vire	Pont D.449		50,5
27 Vire	Beaudre	Pont de Gourfaleur		46
270 Vire	Rampan	Maison Crosnier		30,1
271 Vire	La Meauffe	Bahais		26
28 Vire	Saint Fromond	Pont D.8		19,5
Virène	S. ^t .Germain-de-Tallevende	Pont D.76	42	104,5
Maisoncelles	Maisoncelles-la-Jourdan	La grande Fosse		108,5
Allière	Neuville	Pont D.109		101,5
Brévogne	Coulonces	Pont Huplin		99
Planche	Carville	La Picardière		94
Souleuvre	La Ferrière-Harang	Pont D.56	115	89
Drôme	Sainte-Marie-outre-l'eau	Pont D.307		72,5
Jacre	Domjean	Pont D.159		62
Hamel	Condé sur Vire	Pont D.86		54

Pour les affluents:Distance entre le confluent avec la Vire et la Manche.

On y voit en particulier que le nombre de points de prélèvements des profils en long a changé car au fur et à mesure que l'étude avançait il est apparu nécessaire de préciser certaines évolutions longitudinales.

Ceux-ci ont été réalisés avec une cadence bimensuelle de mars à octobre 1979.

Les stations de mesure sont situées sur la carte (figure n°26) et sur le tableau n°17.

Les conditions hydrologiques lors de nos campagnes sont connues par la figure n°32 qui situe les dates des campagnes par rapport à l'évolution journalière du débit tout au long de l'année 1979.

Les méthodes utilisées pour toutes les analyses effectuées sont reportées en annexe ainsi que toutes les valeurs relevées lors des observations (tableaux n°59 à n°89).

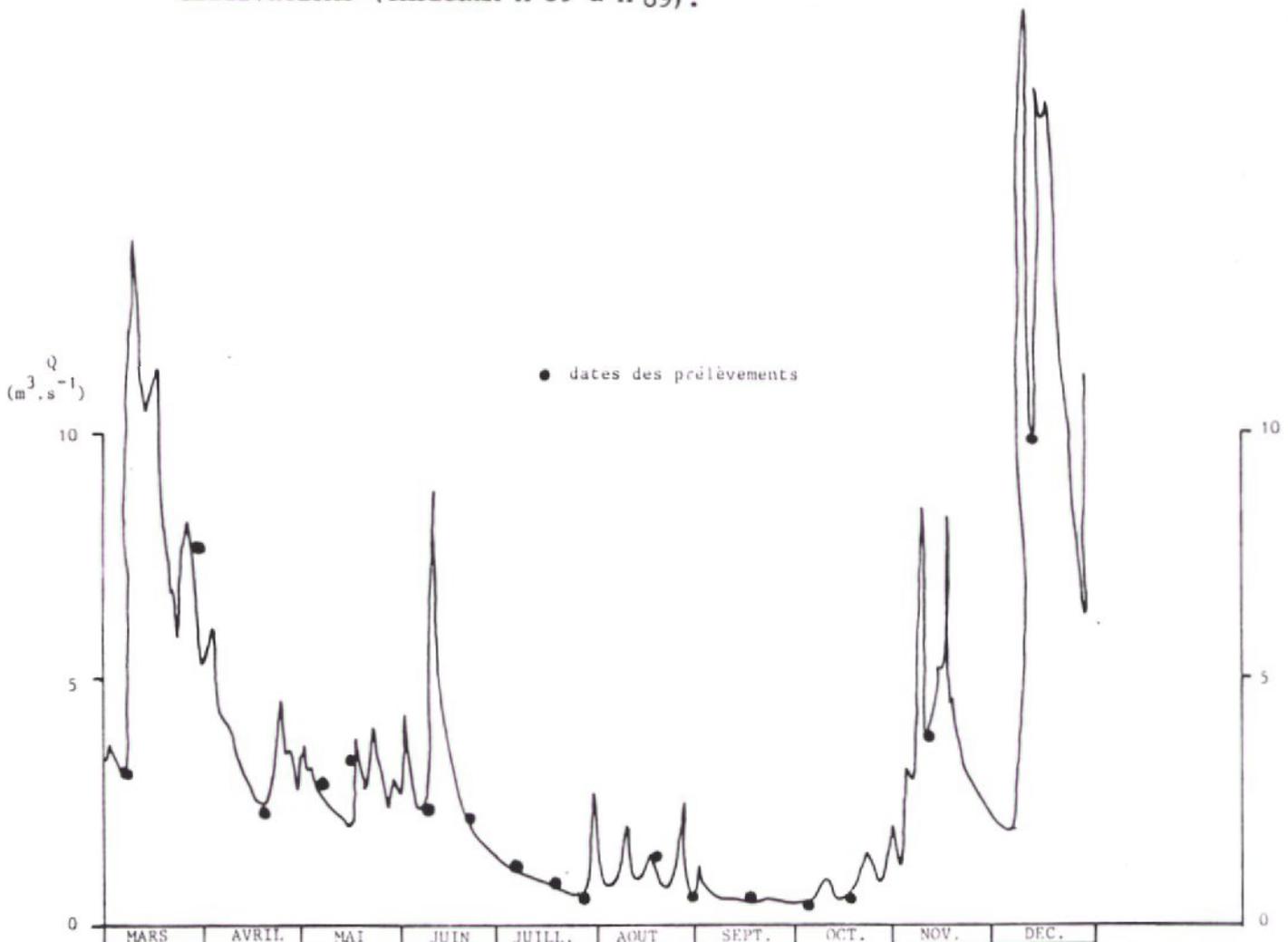


Figure n° 32 : Débits journaliers à Vire en 1979

SUIVIS OCCASIONNELS

Types d'approches	Lieux de l'étude (numéro des points de prélèvements)	Dates d'étude	Principaux paramètres étudiés	But poursuivi
6) Profils en long serrés	23-231-24-241-25-2501- 2502-251-26 23-231-2311-2312-2313- 24-2401-241-2411-25- 2501-2502-251-2511-26	5.7.79 17.8.79 ; 20.9.79 ; 3.6.80 ; 6.6.80 ; 30.7.80	chloro, formes de l'azote PO_4^{3-} , pH, azote, chloro.	. choix de points de mesure supplé- mentaires . évolution amont aval d'ortho- phosphates
7) Surveillance des affluents	Maisoncelles Virène Allière Brévogne Planche Souleuvre Drome Jacre Hamel	25.7.79 30.8.79 18.10.79	temp., pH, cond., T.A.C., NO_3^- , PO_4^{3-} , chloro.	. étude apports diffus . test homogénéité du bassin . compréhension profils en long
8) Suivi sur 24 h	24 26 pont de La Roque (km 56) 27 270	3.10.79 6.5.79;16.7.79;25.7.79 16.8.79;19.9.79; 3.10.79;17.10.79 27.8.80 29.8.79 6.6.80 ; 31.7.80	NO_3^- , PO_4^{3-} , NH_4^+ , chloro.	. passages de pollutions . effet des biefs . variabilité des paramètres . recherche de cycles de production primaire
9) Relevés de macrophytes	La Graverie	5.7.79 5.6.80	chloro., poids sec, poids frais	. détermination de la biomasse
10) Relevé général des biefs	de Malloué à St-Fromond de Pont Farcy aux Claies de Vire	juin 80 septembre 80	chloro. pH, cond., O_2 , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , chloro.	. recherche d'une stratification dans la rivière et détermination des paramètres stratifiés . choix du bief à étudier
11) Etude du bief des Claies de Vire	du km 31,8 au pont des Claies de Vire (km 26,1)	octobre 80 septembre 81	pH, cond., O_2 , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , chloro., M.E.S.	. Recherche de stratification et de son éventuelle modification amont aval . Influence des barrages sur la qualité de l'eau
12) Suivi de masse d'eau	du pont de La Roque (km 56) au bief de Candol (km 44)	août 80	chloro.	. évolution comparative de la chloro. . en 1 point de la rivière . dans une masse d'eau . au fil de l'eau

Tableau n° 16 : Types d'approches des problèmes réalisés occasionnellement sur la Vire.

SUIVIS REGULIERS

Types d'approches	Lieux de l'étude (numéro des points de prélèvements)	Dates d'étude	Méthodes employées Paramètres étudiés	But poursuivi
4) suivi d'oxygène dissous sur 24 h	24	1979 : 28.3;19.4;6.5;6.6; 18.6;5.7;17.7;24.7;17.8; 19.9;4.10;7.11	O ₂ , temp.	. recherche de cycle de production primaire . . équilibre pollution/ eutrophisation
	26	1979 : 28.3;19.4;21.5; 6.6;18.6;5.7;24.7;17.8; 19.9;4.10;18.10		
	27	1979 : 18.6;30.8		
	270	4.6.80;31.7.80;12.9.80		
	271	18.10.79;7.11.79		
5) suivi du phytoplancton	20	20.6.79	comptage détermination des genres présents	. étude de la biomasse . . cycle saisonnier . . évolution amont aval
	21	1979 : 29.3;18.4;6.5; 21.5;7.6;5.7;18.7;18.8; 30.8;21.9;4.10;18.10; 8.11;13.12		
	26	1979 : 7.3;28.3;18.4; 6.5;21.5;7.6;20.6;5.7; 18.7;27.7;18.8;30.8;21.9; 4.10;16.10;8.11;13.12; 4.6.80;31.7.80;4.10.80		
	270	4.6.80;31.7.80;4.10.80		
	271	18.10.79;13.12.79; 31.7.80;4.10.80		
	28	18.4.79;6.5.79		

Tableau n° 15 : Types d'approches des problèmes réalisées régulièrement sur la Vire.

SUIVIS REGULIERS

Types d'approches	Lieux de l'étude (numéro des points de prélèvements)	Dates d'étude	Méthodes employées Paramètres étudiés	But poursuivi
1) Profil en long	22-25-26-27-28 21-22-23-24-25-26-27-28 20-21-22-23-24-25-26- 27-28 20-21-22-23-24-25- 251-26-27-28 20-21-22-23-231-24- 25-251-26-27-28 20-21-22-23-231-24-25- 251-26-261-27-271-28 23-231-24-25-251-26- 261-27-271-28	8.3.79 29.3.79;19.4.79;6.5.79 21.5.79;7.6.79;20.6.79; 5.7.79 18.7.79 27.7.79;18.8.79 30.8.79;21.9.79;4.10.79; 18.10.79;8.11.79; 13.12.79;20.2.80 6.6.80;31.7.80;19.9.80	T,pH,cond.,O ₂ ,NO ₃ ⁻ ,NO ₂ ⁻ ,NH ₄ ⁺ ,N Kj, PO ₄ ³⁻ ,P tot.,SiO ₂ ,T.A.C.,M.E.S., chloro.a,chloro.b,chloro.c,phéo.a id. + C.O.P.	. influence de la lithologie . influence des biefs et du barrage . influence des rejets ponctuels . qualité générale
2) variations saisonnieres	effectuées sur les mêmes prélèvements que les profils en long		idem	variations avec le débit et origine des éléments
3) mesure de pro- duction primaire	24 26 27 270 271	1979 : 29.3;19.4;6.5; 21.5;7.6;20.6;5.7;18.7; 27.7;18.8;30.8;21.9; 4.10;18.10;8.11;13.12; 20.2.80 idem + 8.3.79;5.6.80; 31.7.80;4.10.80 1979 : 29.8;21.9;4.10 4.6.80;30.7.80;4.10.80 18.10.79;8.11.79;30.7.80 4.10.80	mesure d'incorporation du ¹⁴ C	quantifier la production de matière organique autochtone pour la relier aux paramètres du milieu

Tableau n° 15 : Types d'approches des problèmes réalisées régulièrement sur la Vire.

1.7. Approche suivie.

Afin de répondre le mieux possible à ces différents problèmes un certain nombre de manipulations ont été mises en oeuvre. Elles sont regroupées dans le tableau n° 14 qui fait apparaître pour chaque problème les types d'approches réalisées et les principaux paramètres concernés.

Problème posé	Approches suivies	
Qualité générale de la rivière	<ul style="list-style-type: none"> . profils en long . variations saisonnières . étude des affluents . cycles d'oxygène 	C.O.P. NO_3^- (influence agricole diffuse) PO_4^{3-} (influence rejets ponctuels) O_2 (équilibre pollution organique/eutrophisation)
Influence des rejets ponctuels	<ul style="list-style-type: none"> . étude amont aval de Vire . profils en long étiage-hautes eaux . variations saisonnières 	C.O.P. PO_4^{3-} NO_3^- conductivité
Niveau trophique de la rivière	<ul style="list-style-type: none"> . profils de chlorophylle . relevés de plancton . production primaire . cycle O_2 . suivi de 24 h de chlorophylle et de nutriments . relevé de macrophytes 	chlorophylle plancton production primaire au ^{14}C PO_4^{3-}
Influence des biefs et du barrage de la Dathée	<ul style="list-style-type: none"> . profil en long . relevé des biefs . étude du bief des Claies de Vire . cycle journalier . étude amont aval de la retenue de la Dathée . suivi de masse d'eau 	chlorophylle O_2 NH_4^+ PO_4^{3-}

Tableau n° 14 : Types de problèmes posés et moyens utilisés pour y répondre.

1.8. Campagnes de mesure et analyses.

Les 12 types d'approches qui se sont avérés nécessaires pour répondre aux différents problèmes posés peuvent être séparés en deux groupes principaux. Cinq d'entre elles concernent en effet des mesures collectées régulièrement sur le terrain tandis que les autres concernent des observations effectuées occasionnellement dans un but précis. L'ensemble de ces approches sont reportées dans les tableaux n° 15 et 16 qui indiquent aussi, outre les dates d'étude, les principaux paramètres étudiés et le but poursuivi pour chacune d'elles.

1.6. Problèmes posés :

Le bassin de la Vire montre donc une vocation agricole marquée, dominée par l'élevage des bovins si bien que l'on peut s'attendre à une pollution diffuse des eaux d'origine agricole. D'importantes usines des industries agro-alimentaires s'y sont fixées (laiteries, fromageries, cidreries, abattoirs). Elles vont s'ajouter aux villes comme sources de pollutions ponctuelles. Si, dans le cadre de l'opération pilote des bassins de la Vire et de la Douve les rejets ponctuels ont été pourvus de stations d'épuration assurant des traitements primaires et secondaires, aucun traitement tertiaire n'a été installé. On peut donc s'attendre à d'importants apports localisés de phosphore. L'influence humaine se manifeste aussi sur la rivière par une modification des conditions d'écoulement due à la construction de barrages au fil de l'eau et, plus récemment, d'un barrage réservoir sur la Dathée.

Toutes ces caractéristiques laissent prévoir quelques problèmes susceptibles de se poser. Ces derniers vont nous amener à chercher à connaître :

- la qualité générale de la rivière (niveau moyen de concentration des principaux éléments et leurs variations dans le temps et l'espace, recherche du niveau de pollution organique).

- L'influence des rejets ponctuels qui peuvent être importants pour le débit de la Vire,

- le niveau trophique puisqu'il y a vraisemblablement suffisamment de nutriments pour permettre une croissance végétale importante.

- l'influence éventuelle des biefs et du barrage de la Dathée sur la qualité de l'eau.

- Le Meauffe avec une station pour la commune de 4200 e.h. et pour la laiterie Claudel de 22.200 e.h. (figure n° 26).

1.5.3. Barrages et biefs.

Barrages. En amont du bassin sur l'affluent la Dathée qui se jette dans la Virène est édifié un barrage.

L'alimentation en eau de St-Lô se fait à partir d'un réservoir sur le ruisseau Sémilly qui se jette ensuite dans la Vire mais son débit est négligeable par rapport à celui de la Vire.

Biefs. Dès l'aval de Vire commencent à apparaître des biefs pour le fonctionnement de microcentrales électriques ; ils sont de plus en plus nombreux vers l'aval et à partir de St-Lô la Vire n'est plus qu'une succession de biefs.

Le tableau n° 13 résume l'évolution du nombre de kilomètres de rivière perturbée par l'action des biefs.

Les microcentrales en usage fonctionnent en étiage par éclusées et l'eau peut être stockée durant quelques heures.

Lieu	Vire Pt 23	Pont Farcy Pt 251	Gourfaleur Pt 27	Ecluse des Claies de Vire
Longueur du tronçon (en km)	20,8	46,0	19,8	
Distance en bief (km)	7,7	25,0	17,3	

Tableau n° 13 : Evolution du nombre de km de rivière en bief.

La répartition du cheptel dans la Manche et le Calvados est la suivante :

	Calvados	Manche
Bovins	527.300	829.400
Porcins	95.000	133.000
Ovins	26.000	51.400

Tableau n° 12 : Cheptel au 1er Janvier 1979 (D.D.A. Manche et D.D.A. Calvados).

1.5.2. Rejets urbains et industriels.

Les principales pollutions organiques dans la Vire proviennent des effluents des villes et des laiteries.

Beaucoup de petites communes ont des stations d'épuration dont la capacité est inférieure à 1000 e.h. (équivalent habitant) mais les gros apports polluants dans la Vire jusqu'à St Fromond sont :

- Vire avec une ancienne station de 9250 e.h. et une nouvelle de 64000 e.h. qui traitent les effluents de 4 laiteries, Gloria, Préval, U.L.N., S.N.P.L.S. en plus des rejets domestiques.
- Torigny-sur-Vire qui a une capacité de 18.000 e.h.
- Condé-sur-Vire qui traite les effluents de la commune et deux de la laiterie l'U.L.N., avec une capacité de 45.000 e.h.
- St-Lô : l'ancienne station a une capacité de 22.000 e.h. et la nouvelle de 44.000 e.h.

existe une température optimum de développement (§ 4.5.2.) la température pourra favoriser le développement d'espèces différentes à l'amont et à l'aval.

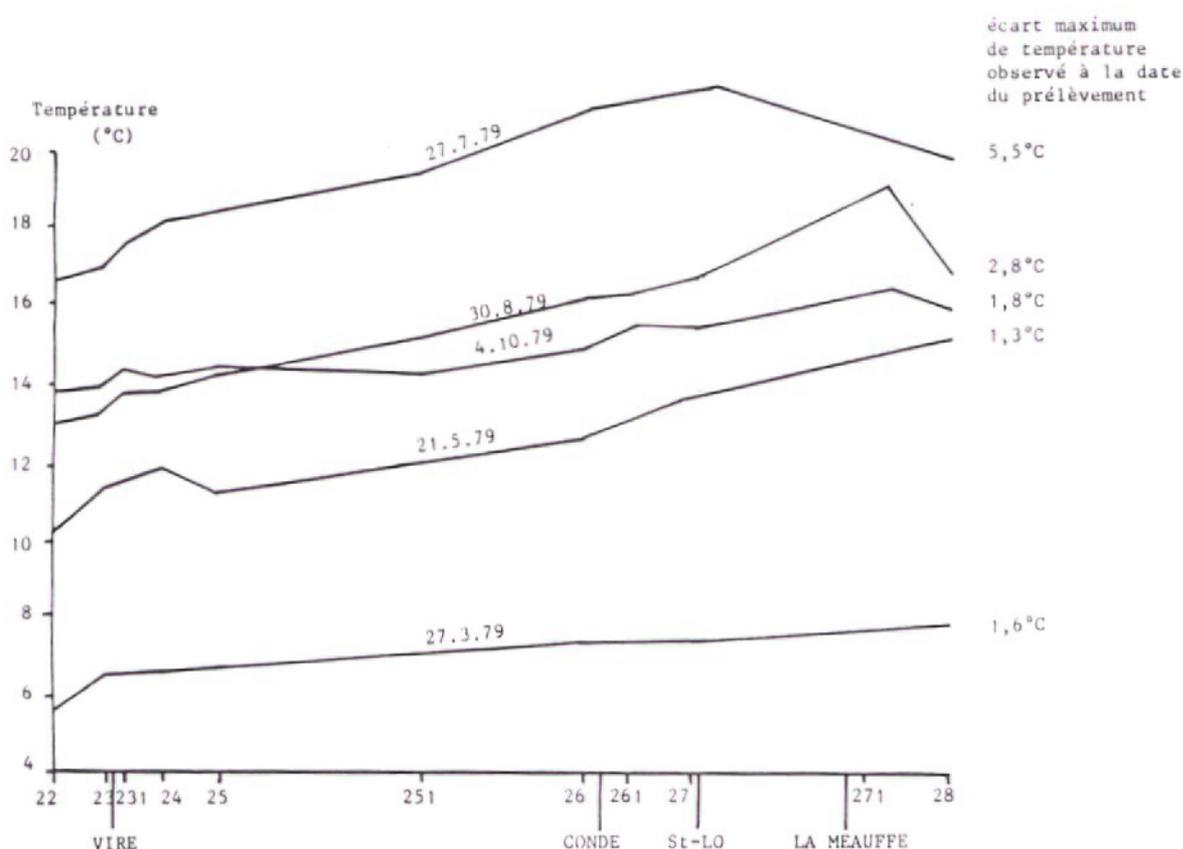


Figure n°33 : Evolution longitudinale de la température.

L'évolution saisonnière des moyennes de température sur toute la rivière (figure n°34) situe le maximum de température à la fin juillet. En 1979 au moment de l'étiage c'est-à-dire en octobre, la température de l'eau est déjà bien redescendue.

2.2. pH.

Le pH des eaux de la Vire reste pratiquement neutre et stable sur l'ensemble des stations. Sa médiane varie de 6,9 (point 271) à 7,3 (point 26).

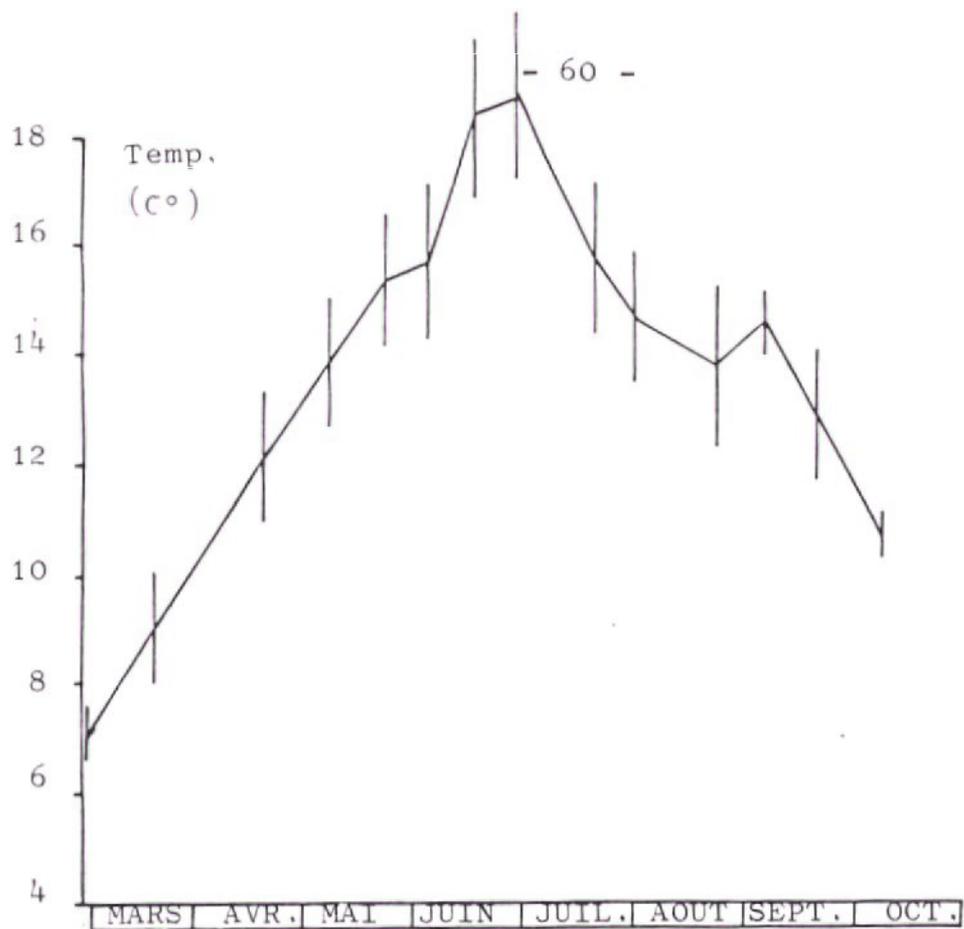


Figure n° 34 : Moyenne et intervalle de confiance à 95% de la température dans la Vire en 1979

2.3. La conductivité.

A l'amont de Vire les conductivités sont faibles, toutes comprises entre 91 et 145 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, et remarquablement stables avec des coefficients de variations en chaque point inférieurs à 0,1. (tableau n°18). Les valeurs ainsi que leurs variations augmentent de l'amont vers l'aval de ce sous-bassin.

	minimum	maximum	médiane	moyenne	σ/m
pt 20	74	91	88	85	0,069
pt 21	84	112	94	94	0,071
pt 22	103	135	125	122	0,083
pt 23	109	145	132	128	0,086

Tableau n° 18 : Conductivités à l'amont de Vire entre mai 1979 et février 1980.

La conductivité en amont diminue lorsque le débit augmente par un effet de dilution.

La conductivité est fortement influencée par les stations d'épuration de Vire. L'augmentation moyenne est en effet de $95 \mu\text{S.cm}^{-1}$ entre les points 23 et 231 en étiage. A l'aval du point 231 la conductivité diminue jusqu'au point 26 malgré une remontée fréquente au point 25.

En hiver on observe par contre généralement une augmentation entre les points 25 et 26. Cette augmentation est due à la minéralisation des eaux de lessivage du bassin (formé ici de tillites, de schistes et de grès), qui est ^(plus) importante que celle de la Vire lorsque les effluents des stations d'épuration sont suffisamment dilués (figure n°35).

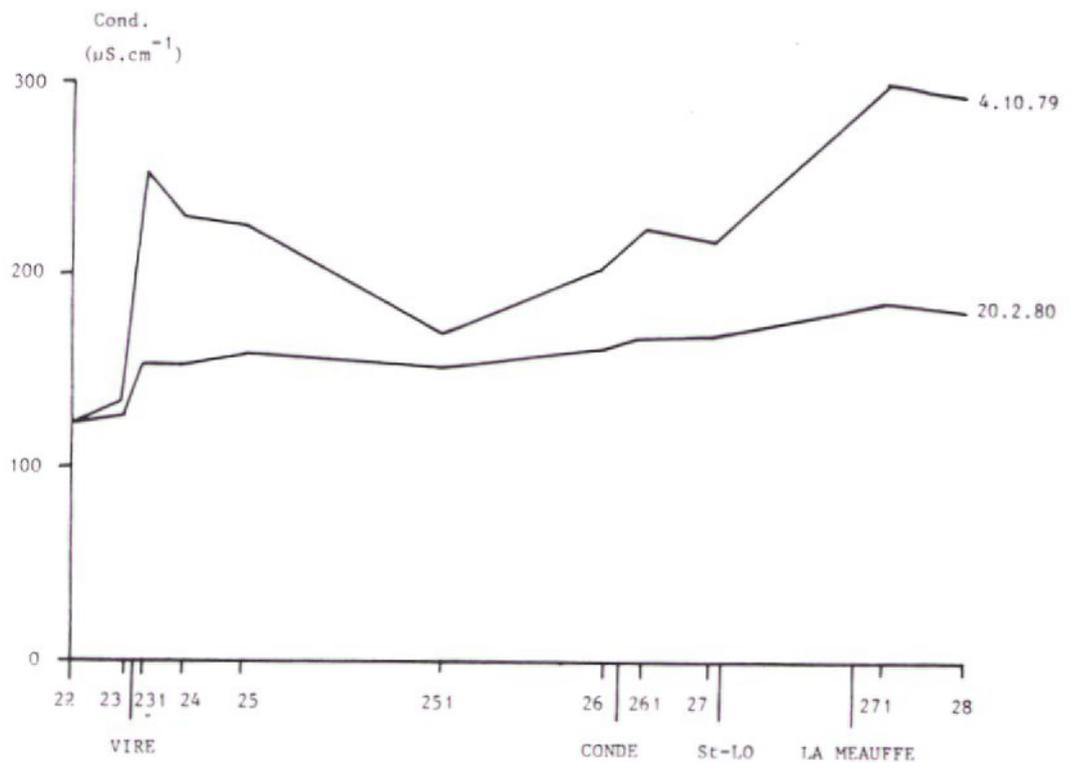


Figure n° 35 : Evolution longitudinale de la conductivité dans la Vire en étiage (4.10.79) et en hautes eaux (20.2.80).

2.4. Azote.

2.4.1. Nitrates.

L'une des caractéristiques des eaux de la Vire est leur teneur élevée en azote nitrique dès l'amont du bassin, tant par rapport aux autres rivières de Basse Normandie qu'à l'ensemble des valeurs reportées sur le tableau n°19. Seules les valeurs publiées pour la Tamise et la Trent sont plus importantes que celles de la Vire (Department of Environment, 1976).

A l'amont de Vire, l'A.F.B.S.N. ne connaît que 3 déversements (l'atelier de mécanique de précision Labinal, la Société Auvray de traitement de surface et la station d'épuration de Saint-Germain de Tallevende de 500 e.h.). Seule la station d'épuration est susceptible de rejeter de l'azote mais en quantité en rapport avec sa taille.

Rivière	Pays	Année	N-NO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)			P-PO ₄ ³⁻ (mg.l ⁻¹)			référence
			mini.	moy.	max.	mini.	moy.	max.	
21 Tisza	HU	1974	0,8*	2,2*	4,6*	0,010	0,028	0,110	TOTH, 1976
22 Willamete	USA	1974	0,3*	1,0*	3,0*	0,030	0,080	0,100	RICKERT et al., 1977
13 Dockens Water	GB	1972	0,1	0,3	0,8	0,002	0,008	0,030	MARKER, 1976
14 Ober Water	"	1972	0,2	0,7	1,6	0	0,010	0,025	"
15 Bere Stream	"	1969-1970	3,0	4,0	5,0	0,030	0,050	0,200	"
16 Tyne	"	1976		0,95			0,036		Department of the Environment, 1976
17 Severn	"	1976					1,000		"
18 Tamise	"	1976		9,3			2,500		"
19 Trent	"	1976		10,1			1,335		"
20 Rhin aval	D			2,45			0,217		MEYBECK, 1982 (à paraître)
12 Lot	F	1974	0		0,95	0		0,102	DESCAMPS et al., 1976
7 Seine (amont Paris)	"	1979	3,0	3,8	5,4	0	0,070	0,165	
8 Oise (Mery)	"	1980		4,4			0,220		DESSERTY, communication personnelle
9 Loire	"	1979	0,7		2,9	0		0,979	A.F.B.L.B., 1979
10 Seiche	"	1979	0,9		8,1	0,147		1,060	"
11 Vilaine (Rennes)	"	1979	1,7		7,0	0,163		4,400	"
6 Orne	"	1976	0		7,5	0,016		0,039	A.F.B.S.N., 1976
3 Douve	"	1979	0,43		1,4	0,020		0,166	HORN, S.R.A.E., communication personnelle
4 Aure	"	1979	0,72		2,9	0,042		1,240	"
5 Taute	"	1979	0,36		1,33	0,020		0,130	"
1 Vire (amont St-Lô)	"	1979	1,58	5,2	10,27	0,005	0,370	2,480	
2 Vire (aval St-Lô)	"	1979	2,8	4,4	7,5	0,065	0,390	1,150	

Tableau n° 19 : Valeurs d'azote et de phosphore relevées dans quelques rivières.

* valeurs d'azote minéral total.

2.4.1.1. Valeurs globales.

Bien que les concentrations en nitrates soient élevées (5,65 mg.l⁻¹ de moyenne annuelle au point 22, tableau n°20) et variables sur les points de l'amont de Vire (n° 20, 22 et 23) elles n'ont pas le même niveau général.

	N-NO ₃ ⁻		N-NO ₂ ⁻		N-NH ₄ ⁺		N minéral		N Kjeldahl		N organique		N total
	mg.l ⁻¹	%	mg.l ⁻¹	%	mg.l ⁻¹	%	mg.l ⁻¹	%	mg.l ⁻¹	%	mg.l ⁻¹	%	mg.l ⁻¹
20	3,54		0,012		0,38		3,26						
21	3,07	62	0,022	0,5	0,42	8,5	3,51	71	1,88	38	1,46	29	4,79
22	5,65	77	0,022	0,4	0,40	5,6	6,00	83	1,72	24	1,20	17	7,31
23	5,14	72	0,024	0,3	0,30	4,2	5,46	76	2,04	28	1,70	24	7,15
231*	5,90	75	0,052	0,8	0,49	6,2	6,44	82	1,79	23	1,41	18	7,00
24	5,49	77	0,041	0,6	0,46	6,4	5,99	84	1,71	24	1,19	16	7,10
25	5,44	73	0,042	0,6	0,40	5,4	5,88	79	2,04	27	1,57	21	7,56
251*	4,39	60	0,021	0,3	0,40	5,5	4,81	66	2,77	38	2,46	34	6,91
26	4,67	70	0,026	0,4	0,45	6,8	5,15	78	1,88	28	1,49	22	6,43
261**	4,05	71	0,028	0,5	0,27	4,7	4,35	76	1,62	28	1,35	24	5,10
27	4,55	74	0,028	0,4	0,31	5,0	4,87	79	1,69	27	1,32	21	6,14
271**	4,18	67	0,061	1,0	0,49	8,0	4,71	76	1,94	31	1,45	24	5,80
28	4,38	67	0,057	0,8	0,70	10	5,08	77	2,05	31	1,49	23	6,39

* moyenne du 27 juillet au 13 décembre 1979

** moyenne du 30 août au 13 décembre 1979

Les sommes donnent des résultats incorrects car l'azote Kjeldahl et l'azote organique n'ont été mesurés qu'à partir du mois de mai.

Tableau n° 20 : Moyennes d'azote en 1979.

Les deux séries de valeurs obtenues sur les points les plus amont de la Vire (point 22 ; BV = 21 km²) et de la Dathée (point 20 ; BV = 18 km²) qui se trouvent à l'amont de tout rejet n'appartiennent pas à la même population (à P = 0,05 avec le test de Mann et Whitney). La Vire est donc significativement plus chargée en nitrate que la Dathée.

Les autres affluents amont de la Vire sont aussi constamment moins chargés qu'elle en nitrate (tableau n° 21). (Voir localisation sur la figure n° 26).

Date	25-7-79	30-8-79	18-10-79
Dathée (Pt.20)	3,73	5,48	3,89
Virène	6,27	5,65	4,79
Maisoncelles	5,59	4,74	4,18
Vire (Pt.22)	7,51	9,71	6,67
Allière	6,27	4,91	3,95
Brévogne		3,50	5,02

Tableau n° 21 : concentrations en $N-NO_3^-$ sur la Vire et ses affluents ($mg.l^{-1}$)

Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par BARBIER (1978). Celui-ci a observé un gradient Ouest-Est de concentration en nitrate sur le bassin amont de la Vire qu'il associe à une intensification de l'activité agricole.

2.4.1.2. Variations saisonnières.

L'évolution saisonnière des concentrations est irrégulière et ne montre pas de tendance marquée comme cela est classique dans les bassins très agricoles. On n'observe pas de liaison concentration-débit comme cela est classique lorsque le lessivage est prépondérant (MANZACK et FLORCRYK, in BELLAMIE, 1978).

Cette évolution est cependant très similaire sur les 3 points amont (figure n°36). Cette similitude des évolutions ne peut être due à des différences entre séries d'analyses car elle n'existe pas sur les points aval. Elle pourrait plutôt traduire un comportement assez général du bassin amont de la Vire, ce qui élimine pratiquement l'hypothèse de concentrations dépendant de pollutions agricoles localisées au profit de phénomènes plus généraux tels que les conditions de lessivage et d'écoulement de l'eau du sol. Cette hypothèse est encore appuyée par le fait que les concentrations en nitrate sont liées à celles de la silice. Or la silice provient de la couche superficielle des sols.

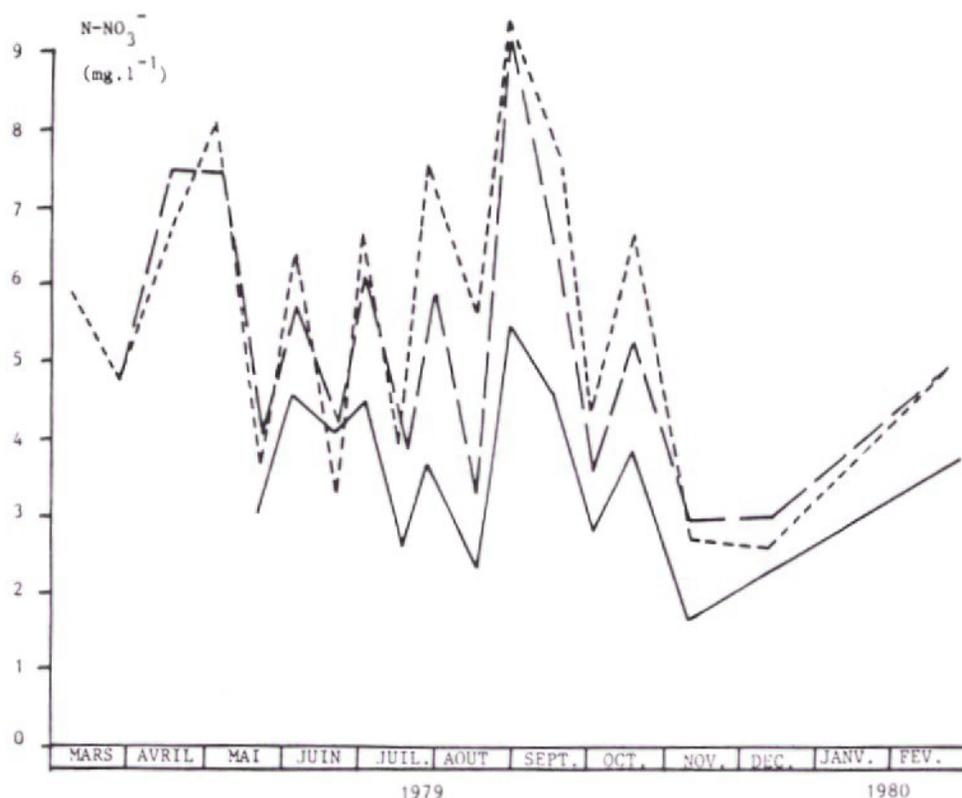


Figure n° 36 : Evolution saisonnière des nitrates en amont au point 20 (—), au point 22 (---) et au point 23 (- - -).

Des analyses d'azote 15 ont été effectuées au point 22 en 1979 pour essayer de préciser l'origine des nitrates, mais nous pouvons seulement dire que la composition des nitrates correspond à un mélange

d'azote de synthèse et d'azote d'origine biochimique, (MARIOTTI, communication personnelle).

Même si le mécanisme d'arrivée des nitrates dans le cours d'eau n'est pas connu ici, ces valeurs élevées semblent dues à la pollution agricole puisque un échantillon prélevé en septembre 1981 dans un ruisseau amont, dont le bassin versant est entièrement couvert de forêt, avait 5 fois moins d'azote nitrique ($0,28 \text{ mg.l}^{-1}$) que ceux prélevés sur les points 20 et 22 ($1,57$ et $1,46 \text{ mg.l}^{-1}$) à cette même date.

Jusqu'à Ste Marie-Laumont (point 25) les teneurs en nitrate sont toujours élevées et irrégulières. En descendant la Vire, leur type d'évolution change et se rapproche d'une forme plus classique où la concentration est une fonction croissante du débit si bien qu'à l'aval on constate une relative diminution des teneurs en nitrate en étiage (septembre-octobre) par rapport aux hautes eaux d'hiver (novembre-février). Cette diminution est vraisemblablement due à la diminution des apports par lessivage. Dès Pont-Farcy (point 251) la concentration moyenne d'étiage est inférieure à celle de l'hiver. (Figure n°37).

Les nitrates peuvent avoir été dilués en étiage par les apports d'eau des affluents, en particulier de la Souleuvre qui a un bassin versant de 115 km^2 et des concentrations faibles en étiage, (les 3 valeurs relevées entre le 25-7-79 et le 4-10-79 sont comprises entre $1,25$ et $2,45 \text{ mg.l}^{-1}$).

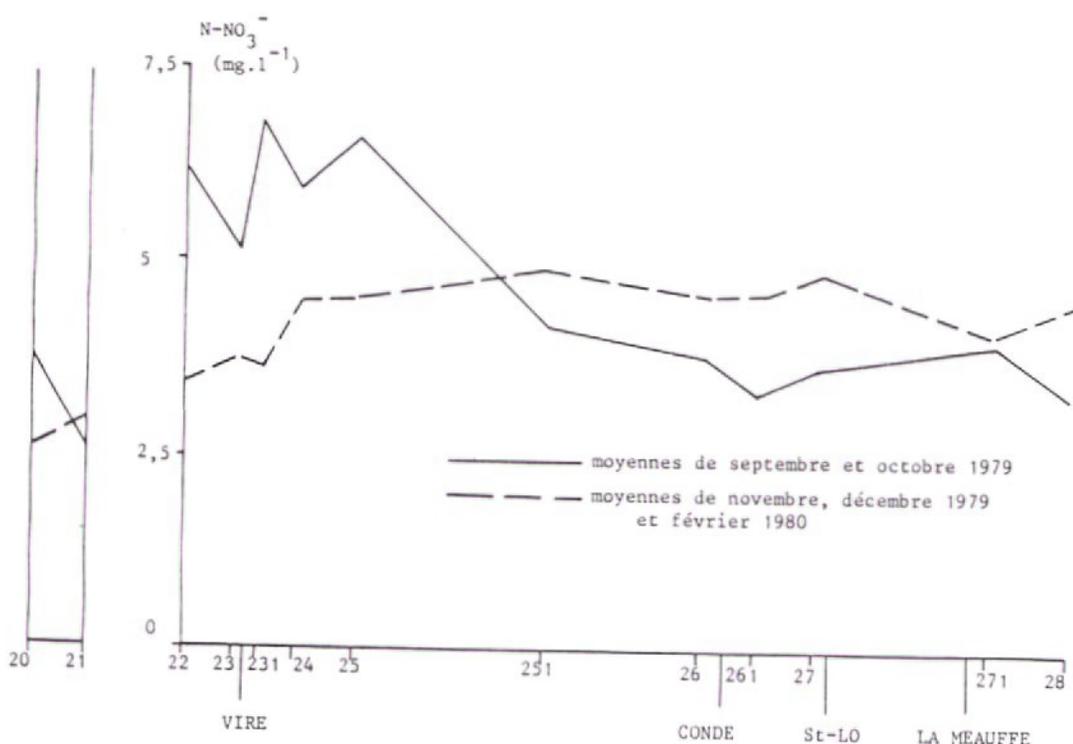


Figure n° 37 : Profil en long de nitrates dans la Vire et la Dathée à deux périodes de l'année.

2.4.1.3. Conclusion.

Les concentrations en nitrate sont élevées dans le bassin de la Vire particulièrement à l'amont ($5,2 \text{ mg.l}^{-1}$ en amont de St-Lô et $4,4 \text{ mg.l}^{-1}$ à l'aval).

L'amont du bassin voué à l'élevage, se caractérise par une évolution saisonnière originale avec des fortes valeurs en étiage qui semblent dues à des apports diffus d'origine agricole plus marqués en été. Seule une étude plus précise en un ou deux points de mesure et faisant intervenir les mesures de débit et des analyses isotopiques dans différentes conditions hydrologiques pourrait permettre de comprendre la dynamique des nitrates et leur origine.

Les eaux rejoignant le bassin à l'aval semblent suivre une évolution plus classique pour une région agricole, les plus fortes valeurs étant relevées en hautes eaux.

2.4.2. 5. Autres formes de l'azote.

Les autres formes de l'azote minéral sont très minoritaires (tableau n°20). L'ammoniaque est toujours présent, mais en quantité généralement faible. Les valeurs plus fortes relevées en été à l'amont sont atténuées dès Vire et vraisemblablement dues à des pollutions localisées. Seule celle du 5 juillet 1979 présente dès l'aval du lac de la Dathée se retrouve sur presque tout le bassin. En novembre 1979 il y a des valeurs fortes sur l'ensemble du bassin.

L'azote organique dissous se répartit de manière assez homogène avec des teneurs fortes généralement comprises entre 1 et 2 mg.l⁻¹. Ces concentrations sont assez stables sur tout le bassin et tout au long de l'année. Elles ne varient en particulier pas beaucoup avec les rejets des stations d'épuration.

Les nitrites sont présents en faible quantité (médiane des moyennes de chaque point : 0,028 mg.l⁻¹), mais on voit que les stations d'épuration importantes (Vire entre les points 23 et 231 ; St-Iô et La Meauffe entre 27 et 271) ont de l'influence sur les teneurs moyennes en nitrite (tableau n° 20).

2.5. Phosphore.

2.5.1. Position du problème.

2.5.1.1. Mesure.

Le phosphore total et les orthophosphates ont été dosés sur l'ensemble des prélèvements des profils en long, soit sur l'eau brute, soit sur eau filtrée. Lorsque les mesures ont été effectuées sur eau brute (8 mars 79 ; 29 mars 79 ; 30 août 79 ; 8 novembre ; 20 février 80 et 6 juin 80), les orthophosphates représentent en

moyenne à l'aval de Vire les deux tiers du phosphore total. Lorsque l'eau a été filtrée avant l'analyse les différences entre les orthophosphates et le phosphore total ne sont pas significatives, si bien que l'étude a été réalisée en utilisant les valeurs d'orthophosphates.

2.5.1.2. Représentativité d'un prélèvement.

Onze séries chronologiques généralement constituées de prélèvements effectués toutes les deux heures pendant 24 heures ont été réalisées . Sur les 128 valeurs d'orthophosphates ainsi relevées, deux s'éloignent de plus de 50 % de la moyenne journalière dont le prélèvement est issu. En supprimant les deux séries contenant une valeur aberrante, l'intervalle de confiance à 95 % de la moyenne d'une série est en moyenne $m \pm \frac{8m}{100}$, si bien qu'un prélèvement donne presque toujours, sur les lieux que nous avons testés, une estimation correcte de la teneur réelle de la rivière en orthophosphate à la date concernée (tableau n° 22).

date	nombre de prélèvements	station	m	σ	intervalle de confiance à 95% de m (en % de m)	écart maximum à la moyenne en % de m
23.10.79	13	24	1,355	0,238	0,129 (9,5%)	31
6. 5.79	13	26	0,070	0,021	0,011 (16%)	50
18. 7.79	12	26	0,289	0,119	0,067 (23%)	126
26. 7.79	11	26	0,244	0,416	0,246 (101%)	92
17. 8.79	12	26	0,211	0,046	0,026 (12%)	48
19. 9.79	10	26	0,545	0,024	0,015 (3%)	8
23.10.79	13	26	0,546	0,019	0,010 (2%)	6
17.10.79	13	26	0,478	0,021	0,011 (2%)	4,5
29. 8.79	13	27	0,234	0,048	0,026 (11%)	40
16.10.79	10	271	0,645	0,042	0,026 (4%)	12
5. 6.80	8	270	0,562	0,125	0,087 (15%)	33

Tableau n° 22 : Moyenne, intervalle de confiance pendant les suivis de 24 h des orthophosphates ($\text{mg.l}^{-1} \text{P.P.O}_4^{3-}$).

2.5.1.3. Origine des orthophosphates et comportement.

Les phosphates présents dans l'eau proviennent pour une faible part de sources diffuses (lessivage et érosion de sols fertilisés ou non, feuilles mortes en automne) et pour le reste de sources ponctuelles. Sur le bassin de la Vire les sources ponctuelles sont constituées d'effluents domestiques et des industries agroalimentaires (laiteries, porcheries, abattoirs). Dans le cadre du décret des objectifs de qualité de la Vire, tous les rejets ponctuels importants ont été dotés d'une station d'épuration. Ces stations d'épuration, n'assurant pas de traitement tertiaire n'éliminent qu'une faible partie des phosphates.

2.5.2. Profil en long.

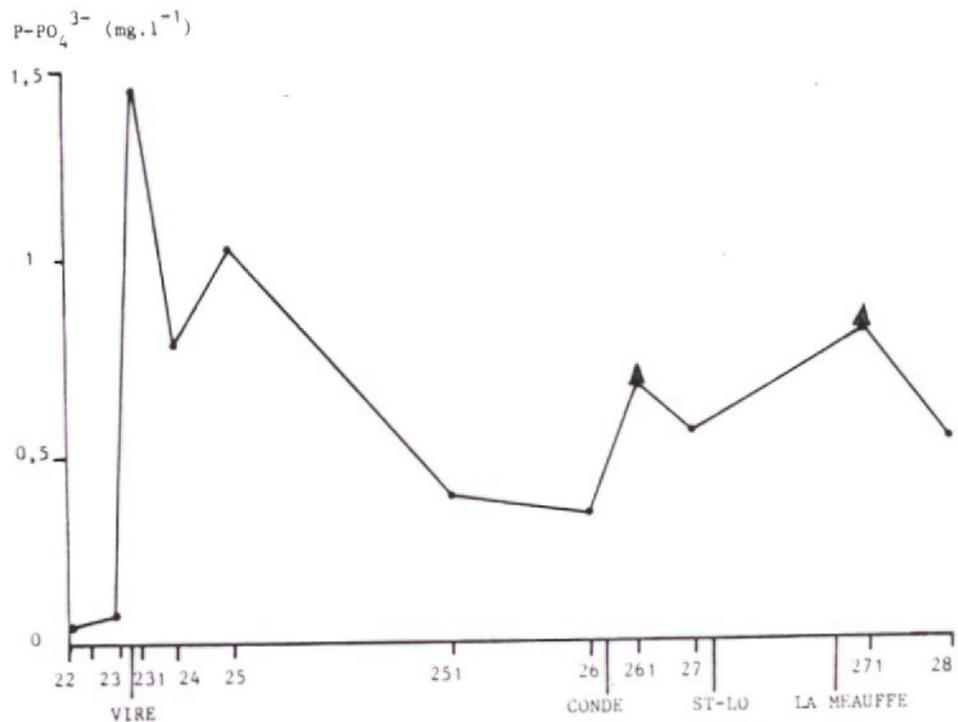


Figure n° 38 : Profil en étiage des orthophosphates dans la Vire

- moyennes du 27-7 au 18-10-79
- ▲ moyennes du 30-8 au 18-10-79

Le profil en long moyen des orthophosphates lors de l'été 1979 se caractérise par des valeurs faibles jusqu'au point 23 (jusqu'à Vire la moyenne globale est de $0,039 \text{ mg.l}^{-1}$), où la plus grande partie des orthophosphates provient des sources diffuses, suivies d'une très forte augmentation au point 231 (Pont Martin) après le rejet des stations d'épuration de Vire (figure n°38). La moyenne d'été passe de $0,073 \text{ mg.l}^{-1}$ au point 23 à $1,44 \text{ mg.l}^{-1}$ au point 231, la médiane des augmentations de flux étant de $75 \text{ kg.j}^{-1} \text{ P-PO}_4^{3-}$. La concentration moyenne diminue ensuite jusqu'au point 24 (La Graverie), réaugmente entre 24 et 25 (Ste-Marie-Laumont), puis diminue jusqu'au point 26 (Roches de Ham). On observe ensuite des augmentations entre les points 26 et 261 (Ste Suzanne-sur-Vire) avec l'apport de la station d'épuration de Condé-sur-Vire, et entre les points 27 (Gourfaleur) et 271 (Claies de Vire) avec les stations d'épuration de St-Lô et de la Meauffe.

A l'amont du bassin un prélèvement réalisé en septembre 1981 sur un ruisseau au bassin versant totalement forestier (forêt de St Sever) montre une teneur en orthophosphate de $0,035 \text{ mg.l}^{-1}$, contre $0,025$ et $0,038 \text{ mg.l}^{-1}$ le même jour aux points 20 et 22. Les valeurs relevées sur l'amont du bassin, fréquemment semblables à celles-là, peuvent être généralement considérées comme celles d'eaux très peu polluées.

2.5.3. Variations saisonnières.

En amont de Vire les variations saisonnières sont peu marquées, en particulier on n'observe qu'une fois (18 octobre 1979) des valeurs fortes pendant l'été (figure n° 39).

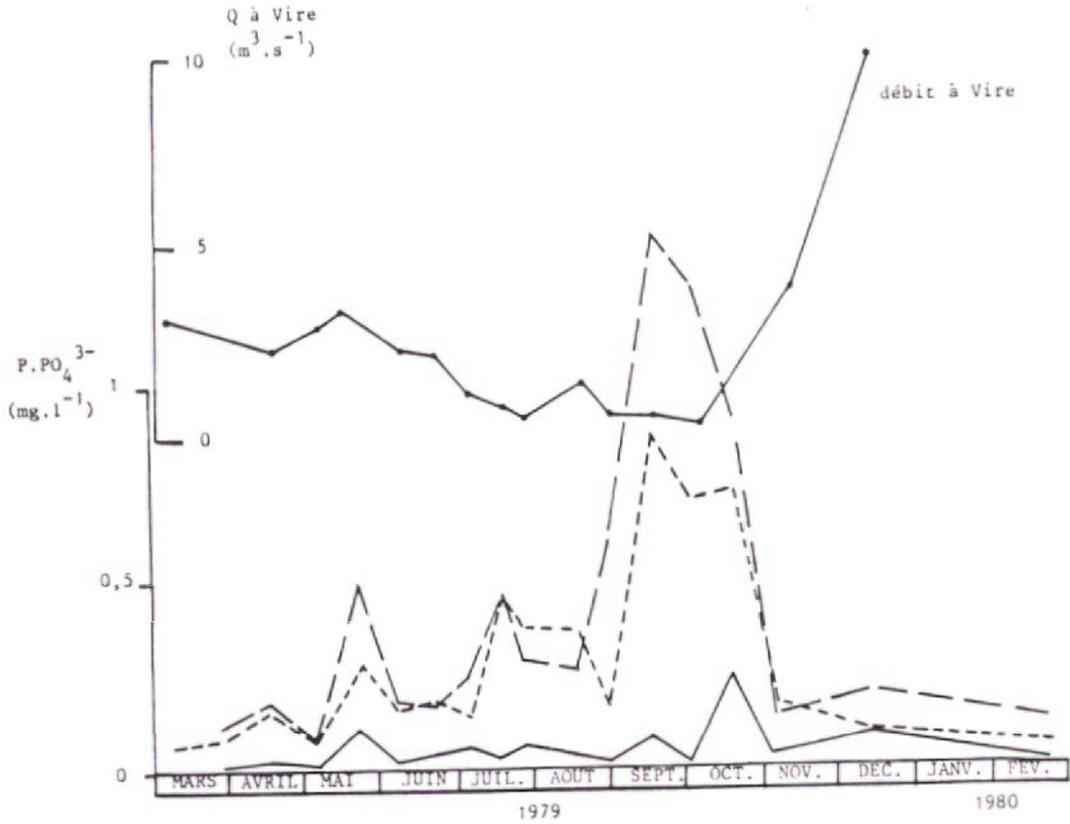


Figure n° 39 : Evolution saisonnière des concentrations en $P-PO_4^{3-}$ dans la Vire au point 23 (—), au point 24 (---) et au point 27 (—)

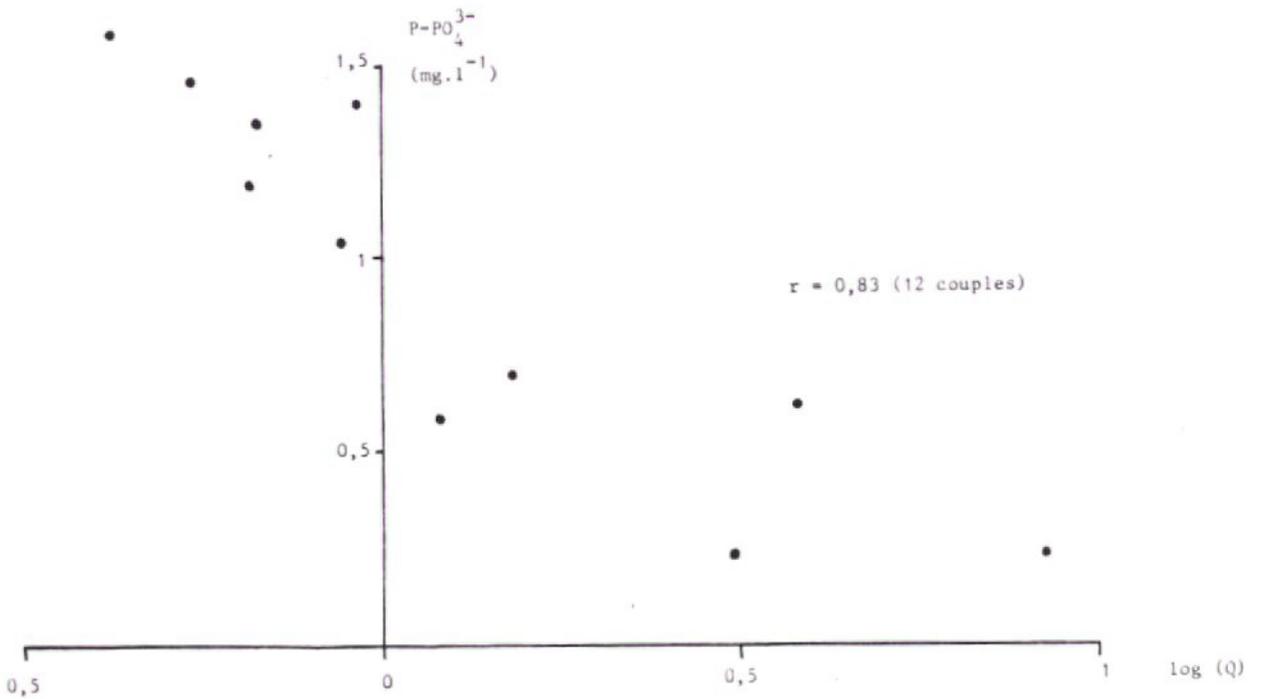


Figure n° 40 : Relation $P-PO_4^{3-}$ - log (débit) au point 231

A l'aval de Vire les valeurs sont toujours beaucoup plus fortes et l'évolution saisonnière devient plus marquée avec des concentrations élevées en été et surtout lors de l'étiage (figure n° 39). Il existe une relation logarithmique négative significative à $P = 0,05$ entre les orthophosphates et le débit en chacun des points aval de Vire (figure n° 40). Cette relation qui n'existait pas l'amont du bassin traduit l'importance primordiale des sources de pollution ponctuelle sur toute la partie de la rivière située en aval de Vire.

L'évolution saisonnière des flux d'orthophosphates (figure n° 41) montre que les flux sont, hormis quelques fortes valeurs, relativement stables en chaque point et y sont minimum en été. Les flux très élevés du 20 mai sont dûs à des concentrations fortes sur tout le bassin, alors que ceux de décembre sont plutôt l'effet du débit. Il y aurait eu entraînement de phosphore du sol par lessivage. *ou relargage par les sédiments.*

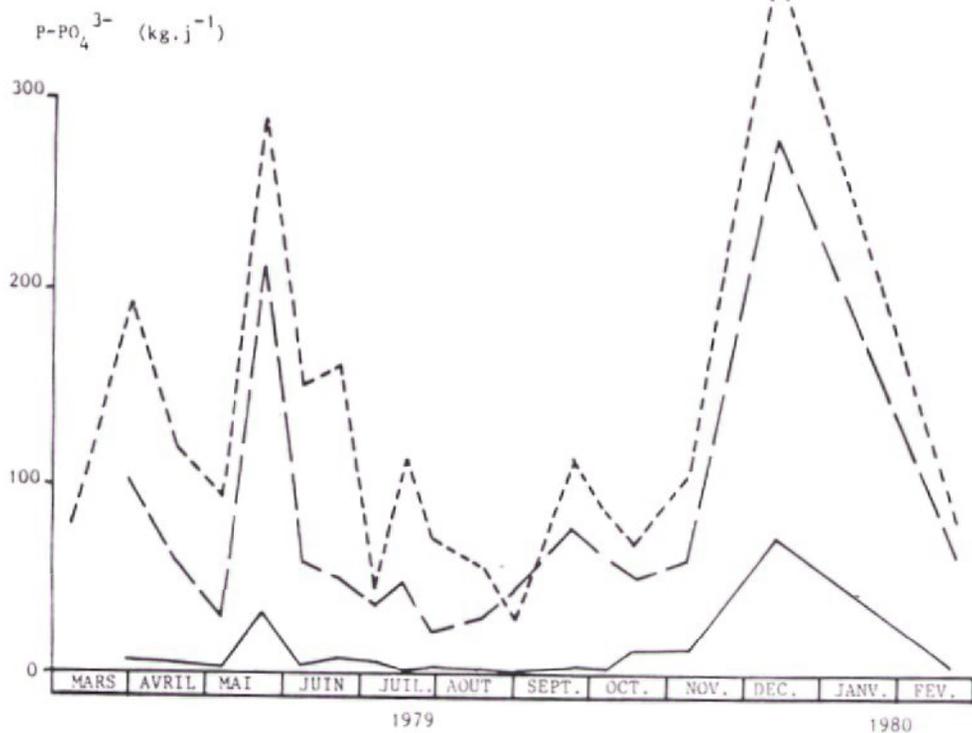


Figure n° 41 : Variations saisonnières du flux d'orthophosphates dans la Vire au point 23 (—), au point 24 (—) et au point 27 (---)

2.6. Les matières en suspension.

Les matières en suspension suivent sur tous les points du bassin une évolution très liée au régime hydrologique. Elles augmentent avec le débit (figure n° 42) comme cela est classique (MEYBECK, 1977).

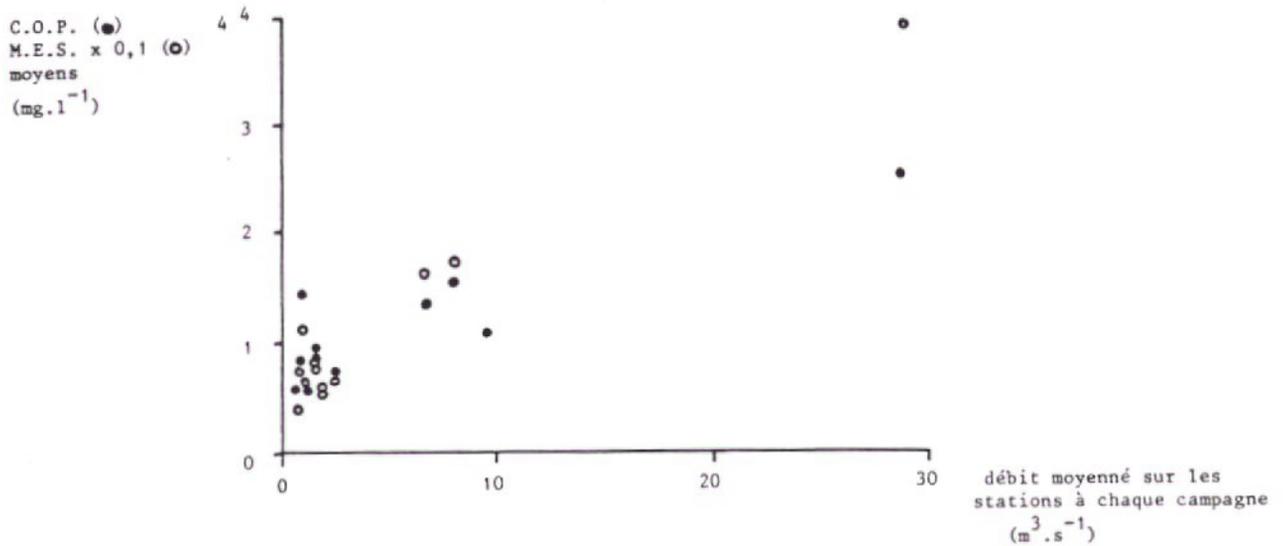


Figure n° 42 : Relations C.O.P. - débit et M.E.S. - débit sur les valeurs moyennées à chaque campagne.

La Dathée semble transporter moins de particules que la Vire et les concentrations de matières en suspension des points 20 (Dathée amont) et 22 (Vire amont) sont significativement différentes à $P = 0,05$ (test de MANN et WHITNEY).

Evolution amont aval.

Elle est peu marquée et le test de MANN et WHITNEY ne permet pas de dire que les séries obtenues sur les points 23 (Vire) et 28 (St-Framond) ne proviennent pas de la même population.

On observe toutefois une diminution. Elle est moins régulière

en basses eaux (figure n° 43) où il y a des remontées dues vraisemblablement aux sources ponctuelles entre les points 23 (Vire) et 231 (Pont Martin) entre 26 (Roches de Ham) et 261 (Conde-sur-Vire), entre 27 (St-Lô) et 271 (Claies de Vire) puis entre 271 et 28 (St-Framond). Entre 271 et 28, nous ne connaissons pas de source ponctuelle importante.

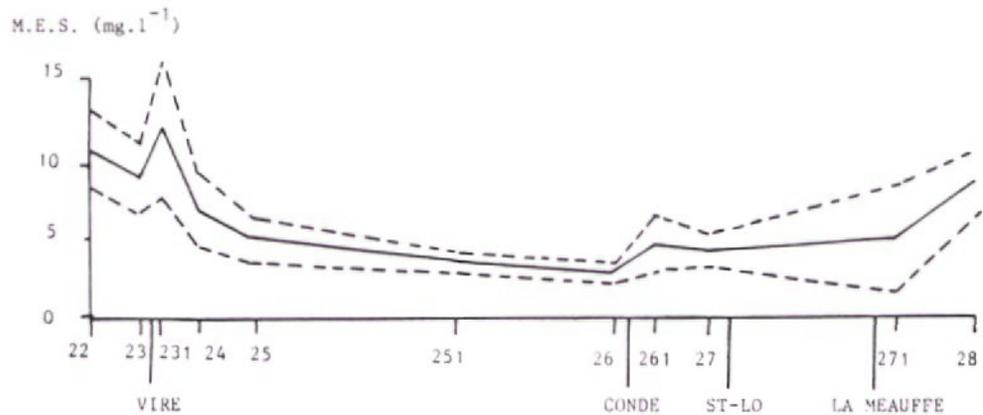


Figure n° 43 : Les matières en suspension dans la Vire en période basses eaux (moyennes et intervalle de confiance à 95% du 17 juillet au 18 octobre 1979)

En hautes eaux le profil en long change de forme. Il y a une forte remontée entre 23 (Vire) et 25 (Ste Marie-Laumont) puis il y a une diminution qui correspond aux premiers grands biefs, puis les taux restent assez stables jusqu'à l'aval (figure n° 44).

La remontée qui a lieu entre Vire et Ste Marie-Laumont semble très liée au débit et serait due à l'érosion (le sous-sol qui était à l'amont granitique est formé de tillites entre les points 23 et 25).

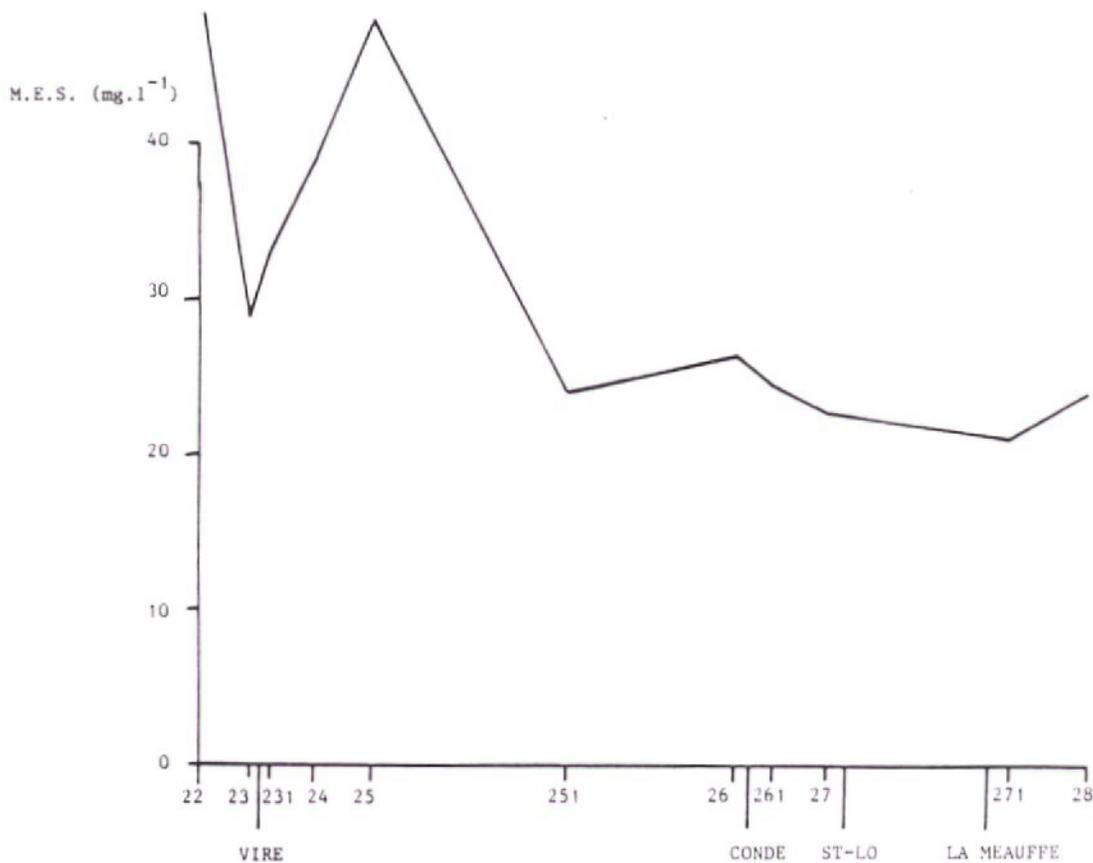
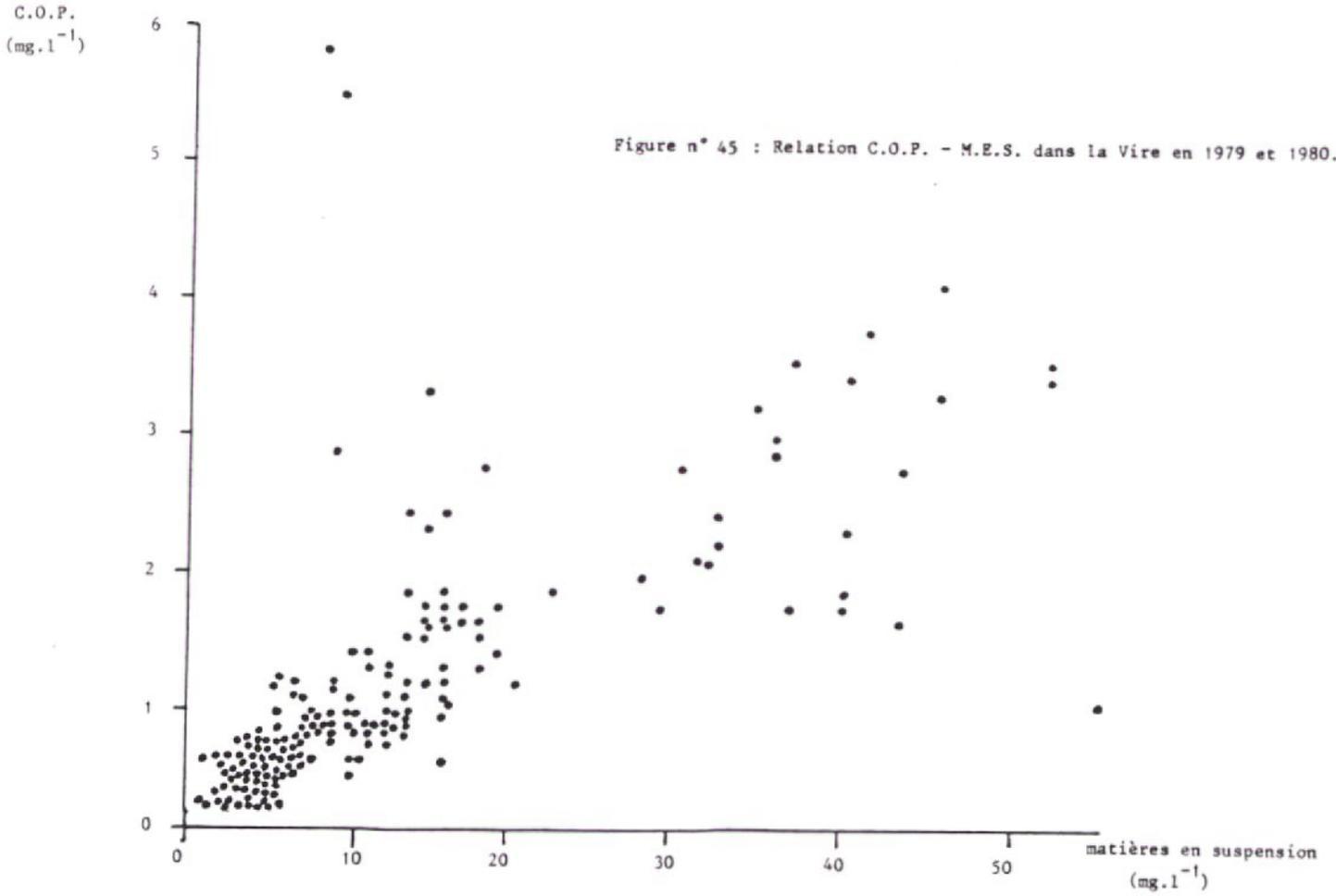


Figure n° 44 : Les matières en suspension dans la Vire en hautes eaux (moyennes de novembre, décembre 1979 et de février 1980)

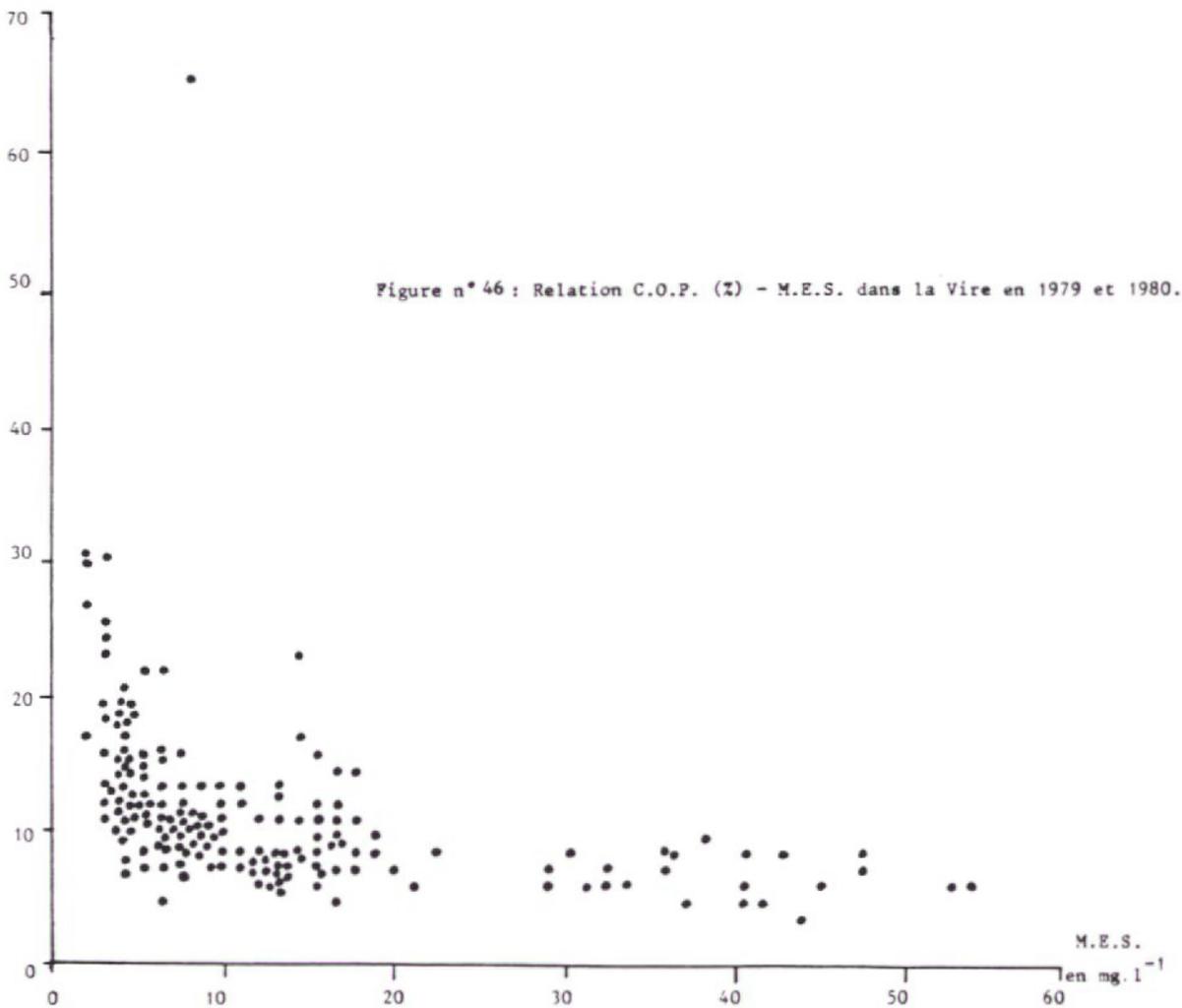
2.7. Carbone organique particulaire.

Le carbone organique particulaire peut s'exprimer en mg.l^{-1} ou en pourcentage des matières en suspension. La quantité de carbone organique particulaire (COP) est hautement corrélée ($\alpha P = 0,001$) aux matières en suspension dans toute la rivière, (figure n° 45). Les matières organiques et les matières en suspension (MES) sont d'ailleurs liées au débit (figure n° 42) et sont essentiellement des produits de l'érosion.

En considérant que le carbone constitue la moitié de la matière organique, les matières en suspension dans 95 % des cas sont formées de 10 à 60 % de matière organique. La relation entre le COP en % des MES et les MES est inverse (figure n° 46). Lors des crues les matières minérales sont plus entraînées que les matières organiques et c'est lorsque les faibles teneurs en MES sont observées que les matières organiques sont proportionnellement les plus importantes. Cette liaison



C.O.P.
en % des MES



positive entre le COP (mg.l^{-1}) et les MES ainsi que la liaison négative entre le COP (%) et les MES se retrouve dans nombre de rivières (MEYBECK, à paraître).

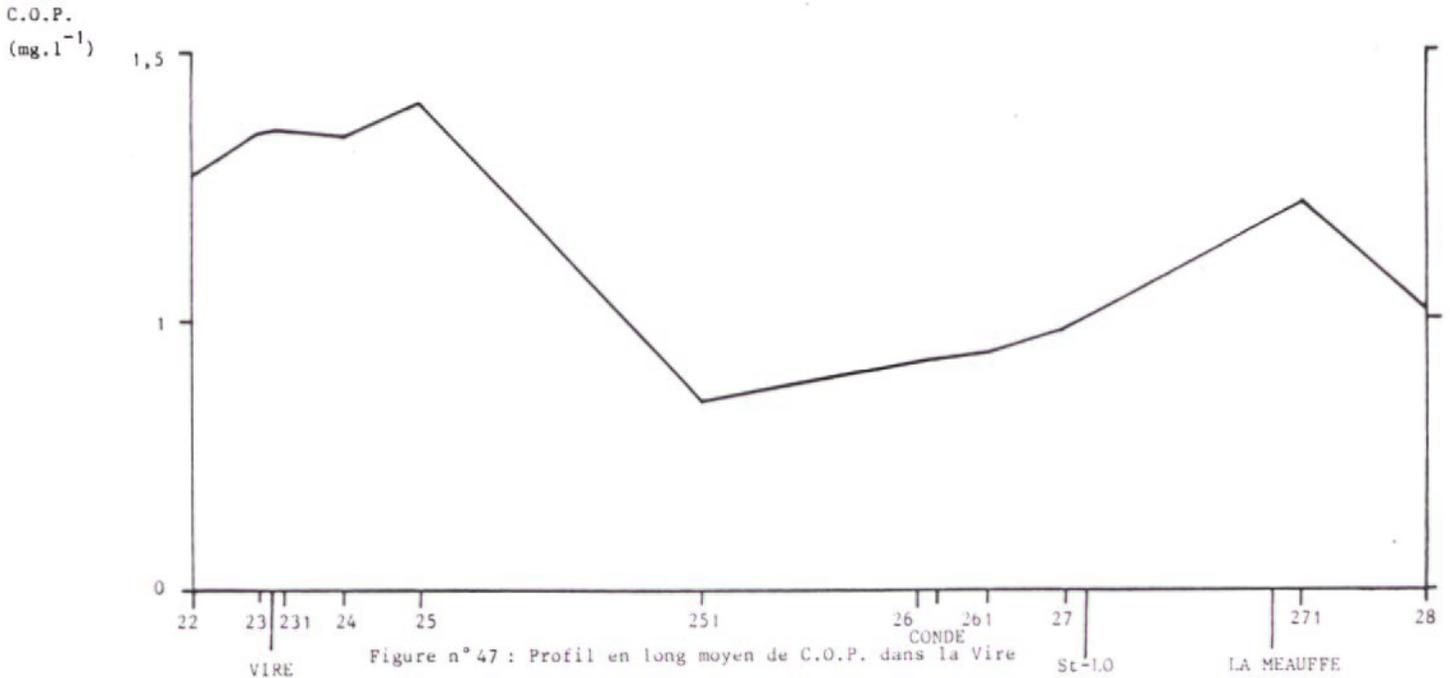
Il n'y a pas de différence significative dans le pourcentage de matière organique sur le profil en long de la Vire. La moyenne sur toutes les valeurs que nous ayons en 1979 et 1980 varie de 8 à 14 % de carbone organique dans les MES sur le profil en long de la Vire.

L'évolution de la teneur en carbone organique dans les MES est la suivante pour les concentrations solides :

MES mg.l^{-1}	2,5	7,5	25	50
COP %	20 ± 8	10 ± 4	$7,5 \pm 2,5$	7 ± 2

Le profil longitudinal (figure n° 47) moyen de la teneur en COP (mg.l^{-1}) montre une sédimentation dans les biefs en aval du point 25. A l'amont de cette station les biefs sont peu répandus alors qu'ils apparaissent plus nombreux à son aval. Mais entre la station 25 et 251 arrive un affluent important, la Souleuvre, dont le bassin versant est moitié de celui de la Vire à leur confluent. En traitant les données sur une même période il ressort que la moyenne du COP au point 26 est significativement plus faible que celle du point 25 à $P = 0,05$ sur la période de mai à décembre 1979. Par contre les MES diminuent moins pendant la même période.

La station d'épuration de Vire n'a pas d'influence sur le COP dans la rivière ni en quantité ni en pourcentage des MES comme nous le verrons en § 3.1.



Nous avons cherché à voir l'influence d'un pic de phytoplancton sur le carbone organique particulaire. En étiage 1979, le 4 octobre, la teneur en chlorophylle a est très élevée aux Claies de Vire (point 271) et nous voulons voir l'influence de cette poussée sur les MES et le COP. Nous n'avons pas d'analyse du phytoplancton, en cette station à cette date mais par contre nous connaissons la composition du peuplement le 18 octobre. En supposant que le rapport $\frac{\text{biomasse}}{\text{chlorophylle}}$ est le même à ces deux dates (la biomasse est calculée par le biovolume : cf § 4.4.1), la biomasse aux Claies de Vire est estimée à 27 mg.l^{-1} de poids frais le 4 octobre. C'est une valeur extrêmement importante (cf conclusions générales § 1) et en considérant que la teneur en eau du phytoplancton est de 85 % (VALLENTYNE, 1973), cette biomasse apporte théoriquement environ 2 mg.l^{-1} de carbone. Effectivement nous avons trouvé une augmentation en carbone organique entre 27 et 271 de $2,4 \text{ mg.l}^{-1}$ et les MES aussi sont influencées par cette poussée planctonique.

Station	27	271
Chlorophylle a $\mu\text{g.l}^{-1}$	18,6	122,2
C.O.P. mg.l^{-1}	0,71	3,38
M.E.S. mg.l^{-1}	3,7	14,3

Tableau n° 23 : Evolution de la chlorophylle du C.O.P. et des M.E.S. le 4 octobre 1979 aux points 27 et 271.

Conclusion. Le carbone organique particulaire est surtout d'origine détritique. Les valeurs les plus fortes sont observées pendant les crues. Au moment de lessivage important les matières minérales sont proportionnellement plus importantes qu'en étiage pendant lequel le pourcentage de matière organique dans les suspensions augmente.

Il a été possible de voir l'influence d'une forte biomasse phytoplanctonique sur le carbone organique particulaire dans la rivière en étiage, mais excepté ce cas, le C.O.P. ne peut pas être une mesure estimative de la biomasse.

Dans la Vire la teneur en C.O.P. n'exprime pas les pollutions organiques car il n'y pas d'impact de la station d'épuration de Vire, ni de celle de Condé-sur-Vire et nous n'avons pas assez de valeurs pour cerner celui de la station de La Meauffe.

2.8. L'oxygène dissous et les valeurs de DBO 5 .

Les eaux de la Vire sont en permanence sous saturées en oxygène. Ce déficit est bien sûr plus visible en basses-eaux quand la dilution des effluents est beaucoup moins grande. (tableau n° 24).

Si nous voulons voir l'évolution de l'oxygène le long de la Vire il faut tenir compte de l'influence que peut avoir le cycle journalier d'oxygène sur les valeurs car les heures de prélèvement sont décalées à chaque station. Toutefois les amplitudes de variation, dues à la

photosynthèse, très importantes ne se produisent qu'aux périodes d'éclairement maximum (juin et juillet) ; elles ne dépassent pas sinon 15 % de la saturation. Pour cette raison nous excluons les points de juillet de la moyenne des basses eaux pour l'évolution longitudinale. Il se produit une première baisse en oxygène en aval de la station d'épuration de Vire (point 231), une très légère diminution après celle de Condé-sur-Vire (point 261), et la qualité se dégrade nettement aux Claies de Vire après les stations de St-Lô, Pont-Hébert et la Meauffe (point 271) - (figure n° 48).

pt	20	21	22	23	231	24	25	251	26	261	27	271	28
m ₁₉₇₉	79	75	81	83		80	74		81		78		66
σ	9	15	14	11		16	20		16		15		20
m _{hautes eaux}	86	86	85	90		87	88		89		87		81
σ	4	10	13	8		6	8		11		11		13
m _{basses eaux}	74	66	75	77	66	65	57	75	69	62	63	47	44
σ	9	12	16	12	16	17	22	11	18	9	14	13	12

Tableau n° 24 : Valeurs moyennes en pourcentage de saturation de l'oxygène dissous.

moyennes en 1979

moyennes en hautes eaux : de mars à juin 1979, et décembre 1979, février 1980

moyennes en basses eaux : de août à novembre 1979

Les valeurs de juillet 1979 ne sont pas prises en compte car il se produisait des cycles de photosynthèse qui font dépendre la teneur en oxygène de l'heure du prélèvement.

Le niveau d'oxygénation peut vraiment devenir critique à cet endroit (point 271) comme en octobre 1979 où la teneur en oxygène dissous est descendue jusqu'à $1,2 \text{ mg.l}^{-1}$ et ne dépassait pas 4 mg.l^{-1} durant la journée (figure n° 49). Ces valeurs sont obtenues lors des débits extrêmes d'étiage de 1979. Ce problème de l'oxygénation dans les biefs sera traité plus longuement dans le § 5.2.

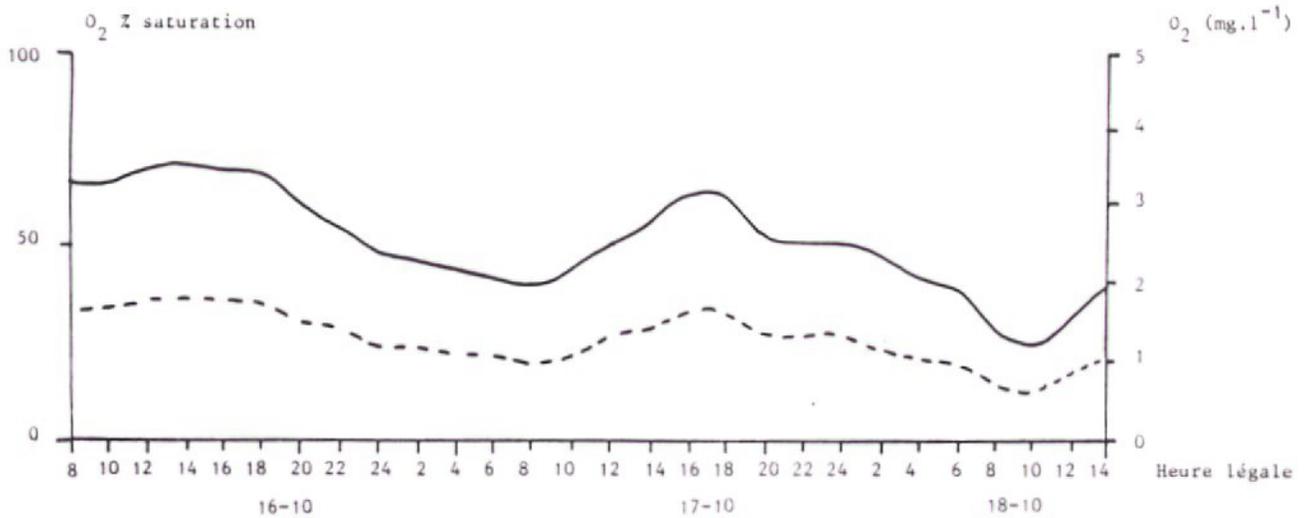
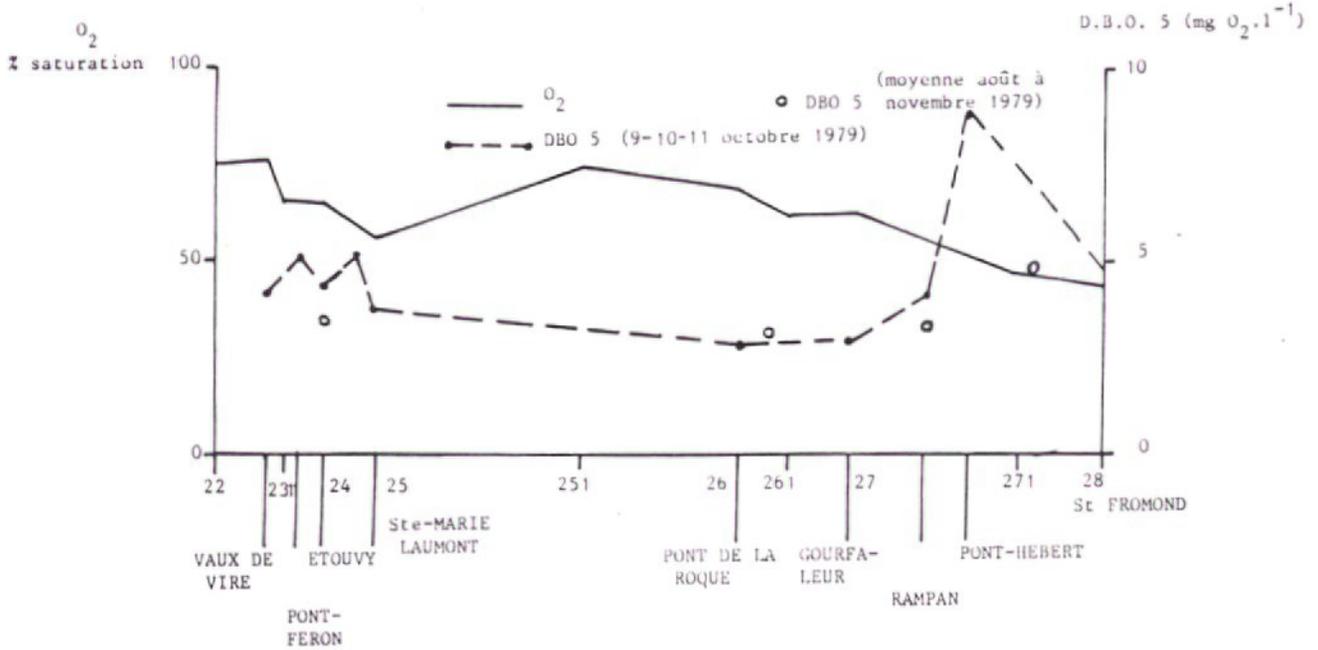


Figure n° 49 : Suivi d'oxygène au point 271 (Claies de Vire) du 16 au 18 octobre 1979.

Les valeurs de D.B.O. 5 sont supérieures aux teneurs normales des eaux courantes qui ne doivent pas dépasser $3 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$. Les valeurs moyennes d'août à novembre 1979 obtenues par le SRAE sont reportées sur la figure n° 48. Celle observée aux Claies de Vire est spécialement forte avec $4,8 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$. Un profil en long effectué en octobre 1979 dans le cadre suivi des objectifs de qualité de la région de

Basse Normandie (Conseil Technique de Basse Normandie, 1979) montre également des valeurs élevées sur toute la rivière avec en particulier $8,7 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ à Pont-Hébert (figure n° 48). La D.D.E. de la Manche (DOUVILLE, communication personnelle) trouve des valeurs régulièrement plus fortes à la Mancellière (moyenne égale à $7,9 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ d'août à octobre 1979) et à St-Framond (moyenne égale à $6,8 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ d'août à octobre 1979).

Les profils d'oxygène et de D.B.O. 5 montrent qu'après les rejets de Vire la qualité de la Vire se restaure dans la partie médiane. La pollution organique est la plus aigue dans la partie aval de la rivière et spécialement dans le bief des Claies de Vire, après que la Vire ait reçu les effluents des stations d'épuration de St-Lô et de la Meauffe.

2.9. Indice biotique et Ichthyologique.

Une campagne de mesures des indices a été effectuée en 1979 (C.N.M.A.G.R.E.F., S.R.A.E.B.N., A.F.B.S.N., 1981) ce qui permet de comparer les résultats avec ceux de 1973.

En amont de Vire l'eau est de bonne qualité sur la Vire comme sur les affluents (I.B. = 7,5 à 9) mais à l'aval de Vire la qualité se dégrade et de Vire (point 23) à Ste Marie-Laumont (point 25) l'indice est plus faible qu'en 1973. Il est également plus faible de Pont-Farcy à St-Lô, mais au-delà il s'améliore par rapport à 1973, en particulier à la Meauffe.

En effet les secteurs les plus dégradés de la rivière étaient en aval de la station d'épuration de Vire (I.B. = 4), en aval de Condé-sur-Vire (I.B. = 5,5) et à la Meauffe (I.B. = 5).

Le peuplement ichthyologique a été étudié à partir de pêches électriques réalisées en 1979 (C.N.M.A.G.R.E.F., S.R.A.E.B.N., A.F.B.S.N., 1981).

En amont de Vire le peuplement de truites est bien équilibré pour toutes les classes de taille et correspond à une situation ichthyologique normale.

En aval de Vire le nombre de truites et chabots diminue considérablement et le goujeon apparaît. C'est une espèce qui a tendance à se développer à l'aval des foyers de pollution après avoir disparu de son habitat originel.

Vers Ste-Marie-Laumont c'est une zone de transition entre le cours amont et le cours aval soumis aux retenues d'eau : le peuplement est diversifié avec des vandoises, des chevesnes sans que les truites disparaissent, et des espèces d'accompagnement (chabots et vairons). Cela montre une nette amélioration par rapport à Vire et c'est le secteur où l'abondance est la plus grande.

Par contre à Tessy-sur-Vire et à St-Lô les échantillons sont dominés par le gardon, la diversité spécifique est faible et les effectifs réduits dus à une altération importante des habitats et à des pollutions.

2.10. Conclusion.

L'étude de la qualité générale de la Vire aboutit à une zonation très marquée de la rivière.

L'eau de la rivière à l'amont de Vire est de bonne qualité comme cela se voit avec les valeurs d'indice biotique et de pêches électriques. Elle n'est pas polluée en orthophosphate mais par contre elle est très chargée en nitrate. Cette pollution en azote nitrique est diffuse, d'origine agricole et elle est plus forte dans la Vire que dans la Dathée. Les variations des concentrations en nitrate au cours de l'année sont vraisemblablement dues à la dynamique de l'eau dans le sol.

La station d'épuration de Vire apporte une augmentation de la

conductivité, des nitrites, et des orthophosphates. Les autres stations d'épuration auront à un moindre degré des effets similaires sur ces éléments dont la concentration est régie par les apports ponctuels. Une dégradation de l'eau se produit à l'aval de Vire comme le montrent les données de D.B.O.5, d'indice biotique et de pêches électriques.

Dans la partie médiane de la Vire, quand l'effet de la station d'épuration de Vire se fait moins sentir et avant les rejets de celle de la laiterie d'" Elle et Vire " , c'est-à-dire entre Ste Marie-Laumont et Condé-sur-Vire la qualité de l'eau s'améliore.

En aval de Condé-sur-Vire la teneur en orthophosphate augmente lors des rejets ponctuels. La teneur en nitrate, elle, n'est pas influencée par les apports des stations d'épuration, mais est expliquée en partie par le lessivage des sols à l'entour. La qualité de l'eau se dégrade pour être la plus mauvaise dans le bief des Claies de Vire. En étiage le niveau d'oxygénation est insuffisant, la D.B.O.5 est élevé et l'indice biotique est faible.

Sur toute la Vire les matières en suspension et le carbone organique particulaire sont essentiellement des produits de l'érosion et en particulier le carbone organique particulaire ne peut pas être une estimation de la pollution organique dans la Vire.

Les variations des éléments dans la Vire au cours de l'année peuvent être régies par plusieurs phénomènes.

- participation d'eau d'origine différente au cours de l'année
- impact des rejets ponctuels
- effet de la production primaire
- effet des biefs.

Le premier point intervient principalement sur la teneur en nitrate dans les eaux de la Vire et les autres points seront étudiés plus précisément dans les chapitres suivants.

3. INFLUENCE DES REJETS PONCTUELS.

L'impact des rejets ponctuels a été étudié en aval de la station d'épuration de Vire. Elle présente l'avantage d'être la première source importante de pollution et c'est donc à son aval que nous pourrions le plus facilement observer l'effet des rejets ponctuels.

3.1. Influence des stations d'épuration de Vire.

Les éléments susceptibles d'être influencés ont été étudiés essentiellement à partir des données de la période d'étiage pendant laquelle les pollutions ont plus d'influence sur les concentrations. La période choisie s'étend du 27 juillet 1979 au 18 octobre 1979 compris car les débits sont faibles et l'on dispose de suffisamment de points de mesure.

Il y a entre Vire (Point 23) et le pont Martin (Point 231) les rejets des stations d'épuration de Vire, d'une capacité totale de 73.250 e.h., alors qu'à l'amont de Vire les seuls rejets sont dus, outre à un faible habitat dispersé et à l'élevage, à la station d'épuration de St-Germain de Tallevende (500 e.h). Cet endroit est donc privilégié pour étudier les paramètres influencés par une station d'épuration importante mais qui fonctionne bien. (Rendement de 94 % pour l'ancienne station de 9250 e.h. et de 96 % pour la nouvelle de 64000 e.h. en 1978.) (Comité Technique de l'Eau B.N., 1978).

Le tableau n° 25 montre l'influence de ces stations sur un certain nombre de paramètres physico-chimiques. Les paramètres qui semblent les plus influencés sont la température, la conductivité, Na^+ , K^+ , SO_4^{--} , NO_2^- , les orthophosphates et les MES. L'effet de la station sur l'oxygénation de la rivière est plus visible quand on

élimine les valeurs du 27.7.79 (§ 2.8) qui sont élevées et risquent d'être faussées par un cycle nyctéméral de photosynthèse. Il peut de toute façon se produire une réoxygénation de la rivière par turbulence car la Vire coule assez rapidement au point 231.

Param. Point	Temp. Δ°C	Cond. μS.cm ⁻¹	Na ⁺ meq/l	K ⁺ meq/l	Mg ⁺⁺ meq/l	Ca ⁺⁺ meq/l	Cl ⁻ meq/l	SO ₄ ⁻⁻ meq/l	HCO ₃ ⁻ meq/l	N-NO ₃ ⁻ mg.l ⁻¹	N-NO ₂ ⁻ mg.l ⁻¹
23	} 0,47	145	0,487	0,075	0,291	0,397	0,55	0,160	0,50	5,65	0,029
231		273	1,304	0,129	0,337	0,480	0,75	0,425	0,67	7,07	0,074
24		202								5,50	0,067
effet	*	**	**	**		*	*	**		*	**

	N-NH ₄ ⁺ mg.l ⁻¹	N _{orga.diss.}	P-PO ₄ ³⁻ mg.l ⁻¹	O ₂ % sat.	COP mg C.l ⁻¹	COP %	MES mg.l ⁻¹
23	0,34	2,53	0,0725	76	1,12	11,5	9,3
231	0,57	1,94	1,44	71	1,28	10,6	12,3
24	0,68	1,53	0,78	75	0,87	12,3	7,3
effet	*	0	***	*	0	0	*

MOYENNES DU 27.7.79 au 18.10.79 pour Temp., Cond., NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, O₂, COP, MES
 " 27.7.79 et 30.8.79 pour Na⁺, K⁺, Mg⁺⁺, Ca⁺⁺, Cl⁻, SO₄⁻⁻, HCO₃⁻
 " 21.9.79 au 18.10.79 pour N_{orga.}

Tableau n° 25 : Effet de la station d'épuration de Vire pendant l'étiage 1979
 (les astérisques indiquent l'effet plus ou moins important de la station)

Nous allons plus spécialement étudier l'impact de Vire sur la teneur en orthophosphate dans la rivière à cause de son rôle essentiel dans la production algale.

3.2. Les orthophosphates en aval de Vire .

3.2.1. Comportement des orthophosphates en aval de Vire.

La présence des stations d'épuration de Vire est responsable de l'augmentation très importante du phosphore à l'aval du point 23.

La médiane de l'augmentation du flux d'orthophosphate est de 75 kg.j.^{-1} en P.PO_4^{3-} .

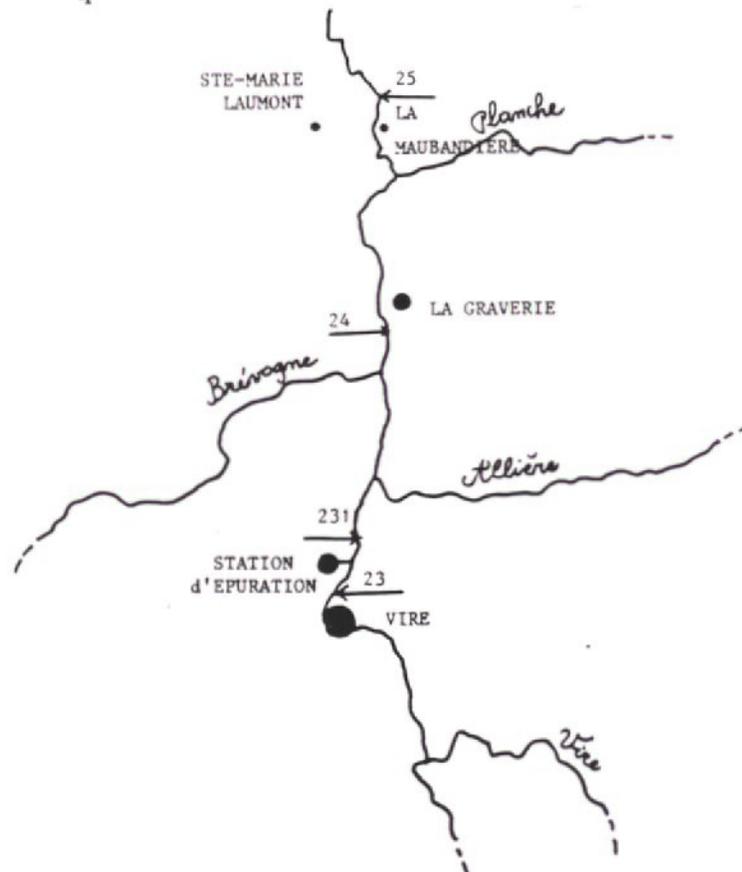


Figure n°50 : Carte de la zone aval de Vire

La diminution de concentration en orthophosphate constatée entre les points 231 et 24 (médiane $0,62 \text{ mg.l}^{-1}$ de diminution de P-PO_4^{3-}) semble s'expliquer en majeure partie par dilution. En considérant en effet que les affluents amont de la Vire sont peu pollués, on peut leur affecter la teneur en phosphore de la Vire au point 23 et ainsi calculer un flux et une concentration théoriques au point 24. On constate que le pourcentage de diminution de concentration expliqué par dilution est souvent inférieur à 100 % (médiane : 80 %) et très variable. Dans 42 % des cas la concentration mesurée est trop forte, ce qui ne peut s'expliquer que par un apport intermittent sur la Vire, (une fromagerie dispose de champs d'épandage entre ces deux points), par la pollution d'au moins l'un des affluents ou par des prélèvements de masses d'eau différentes.

Si les concentrations trop fortes au point 24 s'expliquent par la pollution on peut, en s'appuyant sur les autres valeurs, constater qu'en l'absence de pollution le flux d'orthophosphate diminue entre les points 231 et 24 plus que par simple dilution. Les pollutions auraient été relevées plus fréquemment en 1980 (75 % des cas) qu'en 1979 (25 % des cas). Si par contre la variabilité des teneurs en phosphore s'explique par des prélèvements effectués dans des masses d'eau sur lesquelles les stations d'épuration de Vire ont eu des influences différentes on peut constater que le déficit en orthophosphates au point 24 a été 1,7 fois plus fréquent que l'excès pendant les mois d'étiage 1979 et 1980. En calculant les flux déficitaires ou excédentaires, c'est-à-dire les différences négatives ou positives entre les flux théoriques et mesurés au point 24, on constate que pour cette même période les valeurs des flux déficitaires sont toutes supérieures à celles des flux excédentaires. Il semble donc que l'on puisse, dans ce cas aussi, voir une disparition des orthophosphates de la Vire supérieure à celle que l'on attend de la dilution par les affluents.

3.2.2. Pollution erratique à Ste Marie-Laumont.

On constate entre les points 24 et 25 une augmentation de la concentration en P-PO_4^{3-} sur 90 % des valeurs correspondant à un débit inférieur à $2\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ au point 25. Si l'on utilise la même méthode que précédemment pour calculer les flux excédentaires et déficitaires au point 25 sur l'ensemble de nos valeurs 1979 et 1980 à partir des flux mesurés au point 24, on constate qu'il y a un flux excédentaire dans 80 % des cas, la médiane étant de $37,5 \text{ kg.j}^{-1}$ de P-PO_4^{3-} . Cet apport, très important, ne peut s'expliquer par les seuls affluents qui représentent moins de 20 % du débit au point 25, et dont la Planche seule est susceptible d'avoir une influence notable. Or la

concentration en $P-PO_4^{3-}$ de cet affluent était inférieure à celle de la Vire quand les 3 mesures y ont été effectuées (les 25 juillet, 30 août et 18 octobre 1979). Cette augmentation est à rapprocher d'une augmentation de conductivité observée entre ces deux points et qui semble être liée à la même pollution. En effet les augmentations de concentrations en orthophosphate ($\{P-PO_4^{3-}\}_{pt25} - \{P-PO_4^{3-}\}_{pt24}$ en $mg. l^{-1}$) ont lieu les jours où l'augmentation de conductivité ($\{cond_{25} - cond_{24}\}$ en $\mu S.cm^{-1}$) est la plus forte (tableau n°26). L'augmentation moyenne de conductivité est de $23 \mu S.cm^{-1}$ quand il y a une augmentation d'orthophosphate alors qu'elle n'est que de $2,8 \mu S.cm^{-1}$ les autres jours. Cette augmentation qui a peu de chances d'être imputable à des prélèvements de masses d'eau différente car elle fut observée de nombreuses fois, semble traduire la présence d'une pollution. Les deux profils complémentaires sur lesquelles la concentration augmente (les 17 août et 20 septembre 1979) semblent situer cette source de pollution entre Maubandière et le point 25 (Ste Marie Laumont). Il faudrait toutefois, pour être réellement affirmatif, vérifier l'homogénéité de la rivière aux alentours du point 25, ainsi que la régularité au cours de la journée, tous les prélèvements ayant été effectués le matin.

DATE	1 9 7 9									
	29/3	19/4	6/5	21/5	6/6	20/6	5/7	18/7	27/7	18/8
cond. pt 25 - cond. pt 24 ($\mu S.cm^{-1}$)	6	-1	17	-3	-1	6	14	28	35	6
$[P.P.O_4^{3-} pt 25]$ - $[P.P.O_4^{3-} pt 24]$ ($mg.l^{-1}$)	-0,02	-0,08	-0,02	-0,23	-0,08	-0,04	0,21	0,31	0,50	0,31

Tableau n° 26 : Variations de conductivité et de concentration en orthophosphate entre les points 24 (La Graverie) et 25 (Ste Marie Laumont)

DATE	1 9 7 9						1 9 8 0			
	30/8	18/9	4/10	18/10	8/11	13/12	20/2	5/6	30/7	20/9
cond. pt 25 - cond. pt 24 ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-6	0	-3	39	6	10	5	18	-2	0
$[\text{P.P.O}_4^{3-}]$ pt 25 - $[\text{P.P.O}_4^{3-}]$ pt 24 (mg.l^{-1})	-0,18	0,22	0	0,66	-0,04	-0,02	-0,03	0,56	-0,15	

Tableau n° 26 : Variations de conductivité et de concentration en orthophosphate entre les points 24 (La Graverie) et 25 (Ste Marie Laumont)

3.2.3. Influence des autres stations d'épuration sur la teneur en orthophosphate.

Les augmentations de concentrations en orthophosphates observées dans la Vire se trouvent à l'aval des grosses stations d'épuration et sont moins importantes que celle due à Vire. Il faut toutefois tenir compte des débits et du fait que l'on ne dispose pas de point de prélèvement situé près des rejets. Par contre les augmentations de flux obtenues entre les points 26 et 261 ainsi que 27 et 271 sont comparables à celles dues aux stations d'épuration de Vire .
(tableau n° 27, figure n° 51).

	23-24	26-261	27-271
médiane	41	35	20

Tableau n° 27 : médianes des augmentations de flux d'orthophosphate constatées entre deux points pendant l'étiage (27.7.79 au 18.10.79), en kg.j^{-1} de P-PO_4^{3-} .

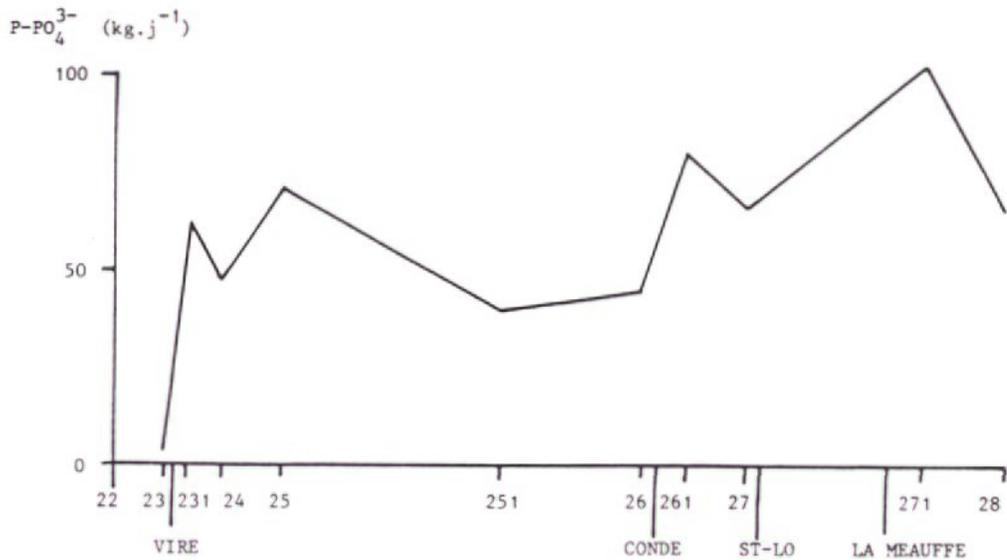


Figure n° 51 : Médiane des flux d'orthophosphates en étiage
(27 juillet au 18 octobre 1979)

3.2.4. Impact des grandes stations d'épuration sur la teneur en orthophosphate dans la Vire.

On peut faire une estimation de l'impact du rejet des stations d'épuration sur la teneur en orthophosphate en divers points de la rivière. Pour calculer leur part maximisée à chaque point de mesure il nous a fallu faire deux hypothèses :

- Lorsque le flux d'orthophosphates diminue entre deux points consécutifs on considère que les orthophosphates provenant de la station diminuent dans la même proportion que la totalité des orthophosphates. On affecte donc dans ce cas le point aval du pourcentage d'orthophosphate venant de la station qu'a le point amont.

- Lorsque le flux augmente entre les deux points, on considère que le flux provenant de la station considérée s'est conservé d'un point au suivant.

La première hypothèse négligeant les apports inévitables entre les deux stations de prélèvement augmente l'importance des rejets de la station à l'aval. La deuxième majore aussi la part de la station considérée dans le flux d'orthophosphate puisqu'elle néglige tous les facteurs qui le font diminuer en l'absence d'apports. Toutefois

une réserve importante à ce calcul doit être faite. On ne tient pas compte des changements de forme éventuels du phosphore ni des phénomènes d'absorption-désorption. Mais les faibles valeurs de M.E.S. et les faibles différences observées entre les concentrations en orthophosphate et en phosphore total (§ 2.5.1.1.) font que ce calcul n'est pas dénué de signification.

On voit sur le tableau n° 28 qu'aux seuls sites (point 261 et point 271) où de fortes valeurs de chlorophylle ont été mesurées (supérieures à $50 \mu\text{g.l}^{-1}$) moins du tiers des orthophosphates provenait de Vire .

Point		23	231	24	25	251	26	261	27	271	28
Flux moyen observé d'étiage	kg.j^{-1} P.P.O_4^{3-}	3,24	68,1	48,2	73,8	48,8	38,4	76,6	69,6	110	75,25
Flux venant de Vire	kg.j^{-1} P.P.O_4^{3-}	0	64,8	45,9	45,9	30,3	23,8	23,8	21,6	21,6	14,8
	%	0	95	95	62	62	62	31	31	20	20
Flux venant de Condé/Vire	kg.j^{-1} P.P.O_4^{3-}						0	38,2	34,8	34,8	24,1
	%							50	50	32	32
Flux venant de St-Lô Pont-Hébert La Meauffe	kg.j^{-1} P.P.O_4^{3-}								0	40,4	27,6
	%									37	37

Tableau n° 28 : Impact des plus grandes stations d'épuration sur le flux d'orthophosphates à l'aval.

3.3. Impact des stations d'épuration de Vire sur la conductivité et les ions majeurs.

On peut faire une estimation de la surcharge en cations due à la station d'épuration en reliant la conductivité à la somme des

cations. Les couples obtenus s'alignent bien, quelques-uns d'entre eux s'écartent toutefois du côté qui traduit une conductivité trop forte. Ces couples correspondent tous à des échantillons prélevés à l'aval de Vire et on peut penser que la discordance conductivité-cation vient d'éléments polluants présents en quantités variables qui n'ont pas été dosés. En supprimant ces valeurs, on obtient une droite de régression :

$$\Sigma^+ = 10,2 \times \text{cond.} - 78$$

$$\Sigma^+ = \text{somme des cations en } \mu\text{eq.l}^{-1}$$

$$\text{cond} = \text{conductivité à } 18^\circ\text{C en } \mu\text{S.cm}^{-1}$$

Nous avons calculé les flux de cations aux points 23, 231 et 24 du 27 juillet 1979 au 20 septembre 1980. En faisant l'hypothèse que la concentration en cation des eaux non polluées est sensiblement équivalente sur cette partie du bassin, on peut calculer un "apport naturel" en cations entre deux points. Pour cela on multiplie la concentration mesurée au point 23, utilisé comme référence pour les rivières amont, par l'augmentation de débit entre les deux points considérés.

$$\text{apport "naturel"} = \Sigma_{\text{pt23}}^+ \times \Delta Q$$

On peut alors calculer un flux théorique au point 231 qui nous donnera par différence avec le flux mesuré la surcharge due à la station d'épuration. La surcharge ainsi calculée est de presque 600 meq.s^{-1} en basse eaux et de plus de 1000 meq.s^{-1} en hautes eaux. Les 3 analyses que nous possédons montrent que les deux tiers de la surcharge en cations sont dûs au sodium. On voit aussi que les sulfates semblent apparaître en quantité variable, ce qui est à mettre en relation avec les usines de traitements de métaux de Vire.

3.4. Conclusion :

Les stations d'épuration de Vire ont un impact sur un certain nombre de paramètres. Les variables principalement influencées sont les orthophosphates, la conductivité, le sodium, le potassium, les sulfates et les nitrites.

La teneur en orthophosphate à partir de Vire est essentiellement contrôlée par les rejets ponctuels. Toutefois en l'absence de source de pollution les orthophosphates ont tendance à diminuer dans la Vire plus rapidement que la dilution ne l'explique.

Il semble exister une pollution non recensée entre la Graverie (point 24) et Ste Marie-Laumont (point 25) qui fait augmenter la conductivité et la concentration en orthophosphate.

Les grandes stations d'épurations, Condé-sur-Vire, St-Lô, la Meauffe, apportent également énormément de phosphore à la rivière et les orthophosphates provenant de Vire ne constituent pas une part importante de ceux que l'on trouve là où il y a un développement phytoplanctonique parfois important. Cependant il faut noter que le phosphore provenant de Vire peut être utilisé par les renoncules d'eau qui occupent un tronçon de rivière à la Graverie (point 24) et par les plantes fixées qui se développent de Vire à Pont-Farcy.

4. PRODUCTION PRIMAIRE ET BIOMASSE :

L'estimation de l'activité photosynthétique et de la biomasse des eaux de la Vire a été essentiellement étudiée dans la zone pélagique. Le développement de macrophytes est restreint à quelques zones en amont, car la rivière du fait des biefs devient rapidement profonde pour que l'on puisse s'intéresser seulement au phytoplancton en aval.

La biomasse est évaluée à partir de la teneur en chlorophylle et du dénombrement cellulaire. C'est une donnée globale à un instant précis du stock de matière algale qui ne différencie pas les organismes vivants de ceux qui sont morts.

La production primaire exprimée en matière organique synthétisée par unité de temps traduit l'activité photosynthétique du phytoplancton.

Après l'étude de l'évolution de la biomasse et de la production nous avons cherché à comparer les différentes méthodes d'appréciation de la photosynthèse et à déterminer ce qui conditionne dans la Vire la biomasse et la production.

4.1. La chlorophylle :

4.1.1. Les différentes variétés de chlorophylle et la forme dégradée :

Les teneurs en chlorophylle b et en chlorophylle c sont toujours faibles si ce n'est lors des moments de développement excessif de chlorophylle : le 4 octobre 1979 quand la teneur en chlorophylle a est de $122,2 \mu\text{g.l}^{-1}$ celle en chlorophylle b est de $31,1 \mu\text{g.l}^{-1}$ et celle en chlorophylle c est de $13,6 \mu\text{g.l}^{-1}$.

Nous ne discuterons que les valeurs de chlorophylle a du fait de sa présence dans toutes les algues et de la faiblesse des concentrations des autres chlorophylles qui rend leurs valeurs moins précises.

Chlorophylle dégradée.

La part de la chlorophylle dégradée est généralement importante en rivière. Nous regroupons des valeurs trouvées dans différentes rivières sur le tableau n° 29.

rivière	nombre de prélèvements	localisation	pourcentage de phéophytine
Seine (Partie I)	1 par mois de mai à novembre 1979	Montereau	45
		Melun	39
		Corbeil	49
		Ris Orangis	55
Oise (DESSERY, communication personnelle)	28 prélèvements de mars 1980 à août 1981	Méry-sur- Oise	58
Loire (AFBLB, 1979)	1 prélèvement par mois de mai à décembre 1979	Veauchette	48
		Villerest	62
		Briennon	62
		Chapelle-St- Mesmin	76
		La Riche	70
		Sainte-Luce	69
		Nantes	69

Tableau n° 29: Moyennes de phéophytine dans différentes rivières françaises.

Dans des rivières anglaises MARKER et GUNN (1977) trouvent rarement des pourcentages de phéophytine inférieurs à 50 %. Dans la Vire également la majeure partie des pigments se trouve sous forme de phéophytine. Cela laisse penser qu'une part essentielle de la chlorophylle provient des algues tychoplanctoniques (algues vivant normalement fixées sur des supports, arrachées par le courant, et que l'on retrouve en pleine eau) qui se dégradent dans la rivière car elles ne sont plus dans leurs conditions optimales de développement.

Le rapport des densités optiques de la chlorophylle à 430 et à 410 nm nous fournit également des indications sur la proportion de chlorophylle dégradée; en comparant soit les moyennes de ce rapport soit du pourcentage de phéophytine à deux périodes différentes (au début de l'été quand la rivière est encore haute et à l'étiage quand la chlorophylle atteint des valeurs extrêmes) il se produit un accroissement de la part de la chlorophylle active à la fois pendant l'étiage (le pourcentage de phéophytine diminue et $\frac{D.O.430}{D.O.410}$ augmente) et en aval (tableau n° 30 et figure n° 52). Ce sont les conséquences d'un faible courant qui entraîne moins d'algues tychoplanctoniques et qui favorise par un temps de séjour plus long le développement algal planctonique. SWALE (1964) estime que pour qu'une population phytoplanctonique se développe la vitesse du courant ne doit pas dépasser 5 km.h^{-1} ($=1,4 \text{ m.s}^{-1}$).

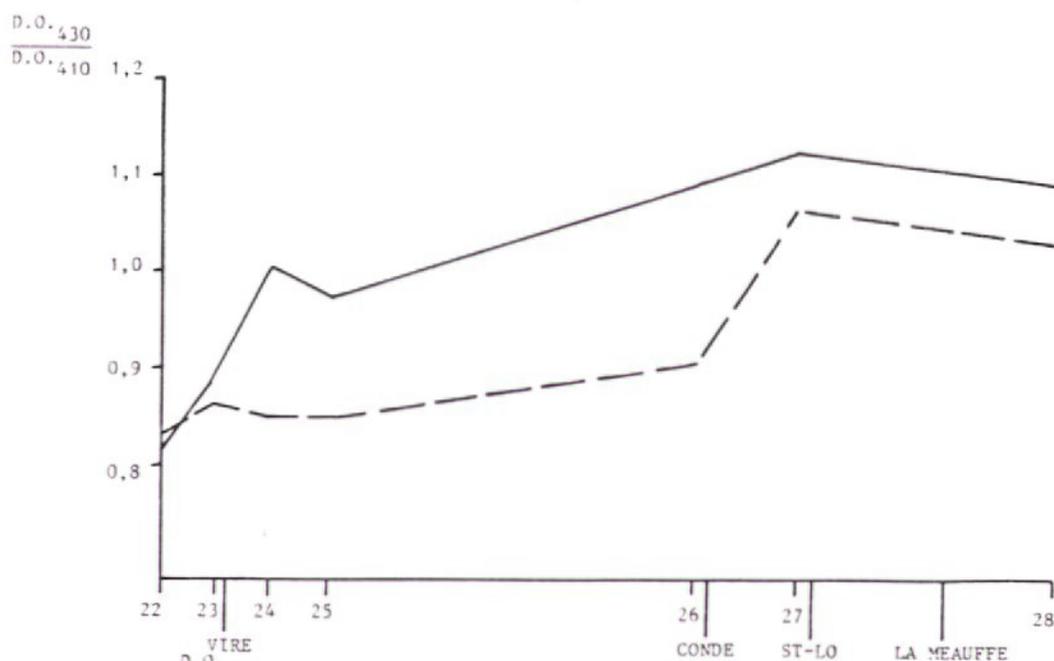


Figure n° 52: $\frac{D.O.430}{D.O.410}$ dans la Vire à deux périodes différentes en 1979 (—) du 21 mai au 5 juillet ; (---) du 30 sept au 18 octobre

	point date	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	Phéophytine en %	moyenne du 21-5 au 5-7-79	76	66	85	78	90 (2 val.)	80	74	82 (2 val.)
moyenne du 30-8 au 18-10-79		60	45	71	68	59	66	56	53	76
D.O. 430/ D.O. 410	moyenne du 21-5 au 5-7-79	0,87	1,05	0,83	0,86	0,85	0,85	0,92	1,06	1,03
	moyenne du 30-8 au 18-10-79	0,78	1,16	0,82	0,88	1,00	0,97	1,09	1,12	1,09

Tableau n° 30 : Moyennes du pourcentage de phéophytine et de D.O. 430/D.O. 410 pendant deux périodes de l'année.

4.1.2. Evolution spatio-temporelle de la chlorophylle dans la Vire en 1979 :

Les moyennes de chlorophylle varient sur les tronçons amont, median et aval de 3 à 6 $\mu\text{g.l}^{-1}$ en hiver et de 7,5 à 18 $\mu\text{g.l}^{-1}$ en été (tableau n° 31). Ces niveaux sont assez faibles, par rapport à ce que l'on trouve couramment en rivière (Conclusion générale § 4).

date points	7.3. 79	28.3. 79	19.4. 79	6.5. 79	21.5. 79	7.6. 79	20.6. 79	5.7. 79	18.7. 79
22, 23	3	5	5	6	19	6	4	6	3
231, 24, 25, 251	4	5	6	8	23	8	5	6	6
26, 261, 27, 271, 28	4	6	8	9	13	10	7	18	19

date points	27.7. 79	18.8. 79	30.8. 79	21.9. 79	4.10. 79	18.10. 79	8.11. 79	13.12. 79	20.2. 80
22, 23	4	7	4	6	8	5	14	8	3
231, 24, 25, 251	7	6	4	10	22	5	18	8	2
26, 261, 27, 271, 28	25	14	11	31	49	12	10	6	2

Tableau n° 31 : Valeurs de chlorophylle a moyennées par tronçon de rivière.

L'évolution saisonnière n'est pas la même de l'amont à l'aval. On distingue 3 types de comportement (figure n° 53) :

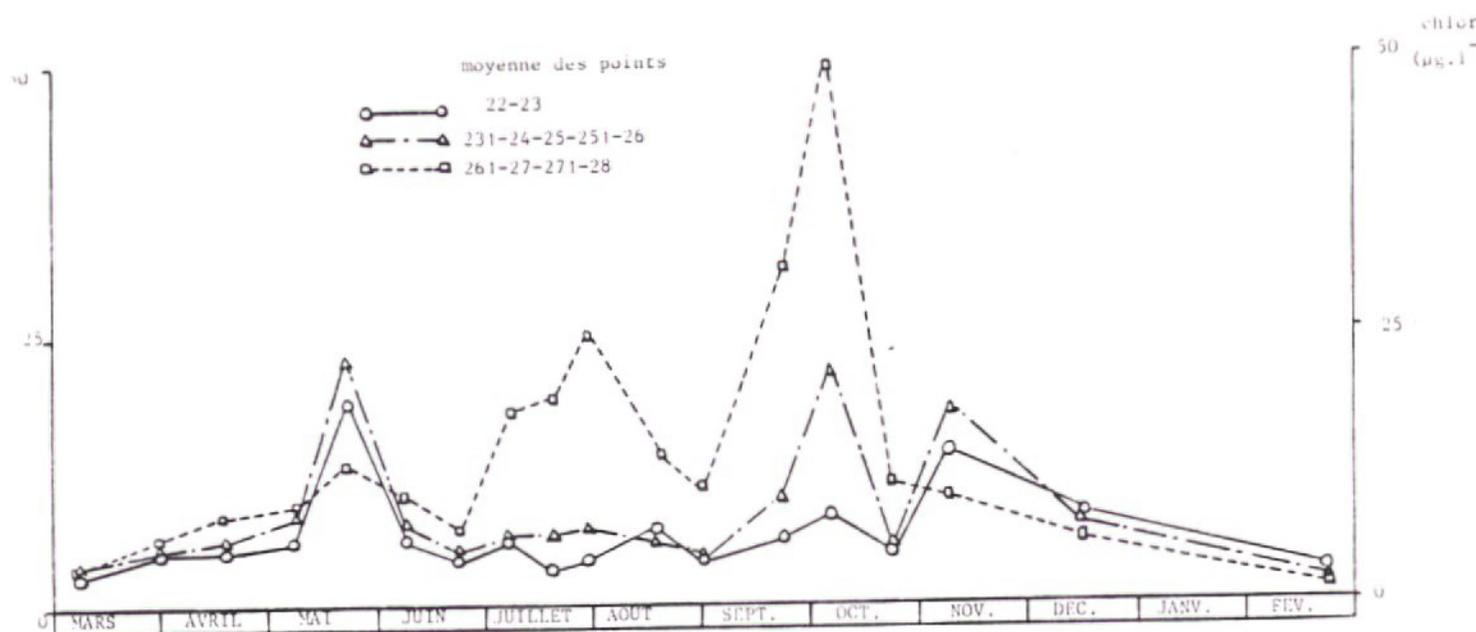


Figure n° 53 : Evolution saisonnière des moyennes de chlorophylle a par zone de la rivière

a) A l'amont, les points 22 et 23 suivent la même évolution marquée par 2 légers pics de chlorophylle a, le 20 mai et le 8 novembre.

b) Dans la zone médiane, du point 231 au point 26, un pic s'ajoute au schéma précédent, le 4 octobre. Les 3 maxima de ce tronçon sont les plus prononcés au point 25 où ils atteignent 25 à 35 $\mu\text{g.l}^{-1}$.

c) A l'aval, les comportements des différents points de prélèvement sont moins semblables entre eux, mais ils se caractérisent par des fortes valeurs d'étiage et l'absence du pic de mai. Au point 27 un nouveau pic apparaît pendant le mois de juillet. A la station 271, qui n'a été suivie qu'à partir d'août, la plus forte valeur est relevée ($122 \mu\text{g.l}^{-1}$) tandis qu'à la 28 le seul pic observé se produit du 21 septembre au 4 octobre.

Les profils en long de chlorophylle sont caractérisés par des valeurs toujours faibles jusqu'en avril 1979. D'avril à juin ils montrent une augmentation des teneurs entre le point 22 et le point 25, suivie d'une légère diminution jusqu'en aval (figure n° 54). En juillet et août les concentrations sont stables jusqu'aux Roches de Ham (point 26) pour ensuite augmenter notablement. Pendant l'été, en septembre et octobre, l'augmentation de l'amont réapparaît tandis que celle de l'aval devient très marquée (figure n° 55). Avec les forts débits de l'automne, le profil reprend une forme comparable à celle qu'il avait au printemps, et en février 80 il est redevenu très bas, aucune valeur ne dépassant $3 \mu\text{g.l}^{-1}$ (figure n° 54).

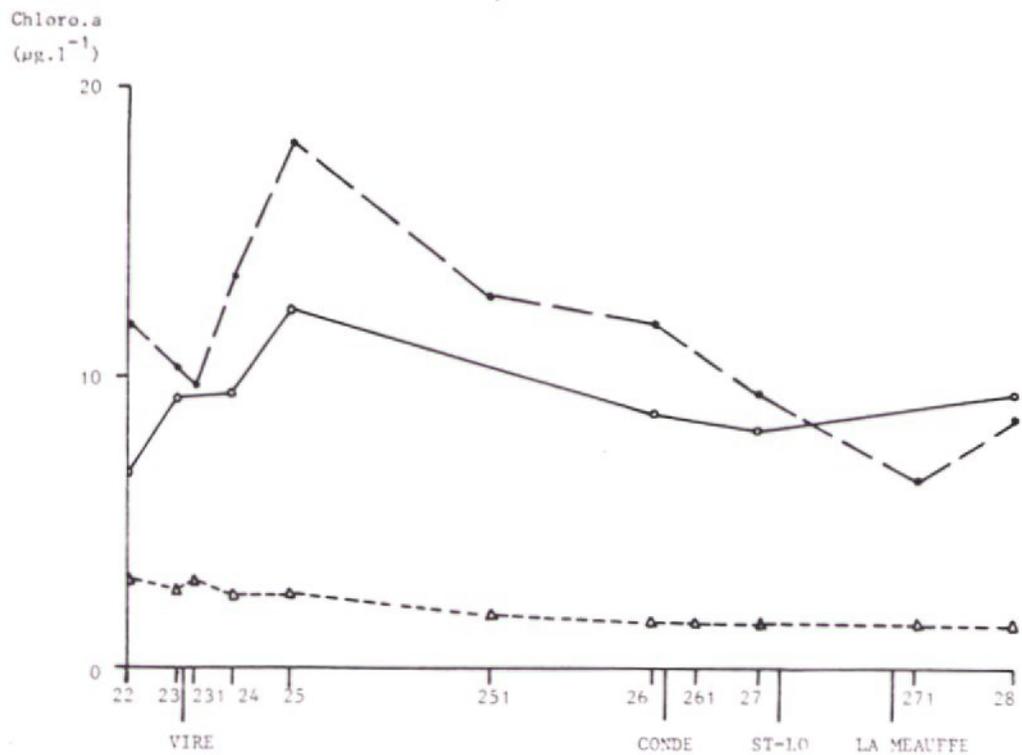


Figure n° 54 : Profil longitudinal moyenné de chlorophylle dans la Vire en hautes eaux. ○—○ : avril, mai, juin 1979 ; ●—● : novembre, décembre 1979 ; ▲---▲ : février 1980

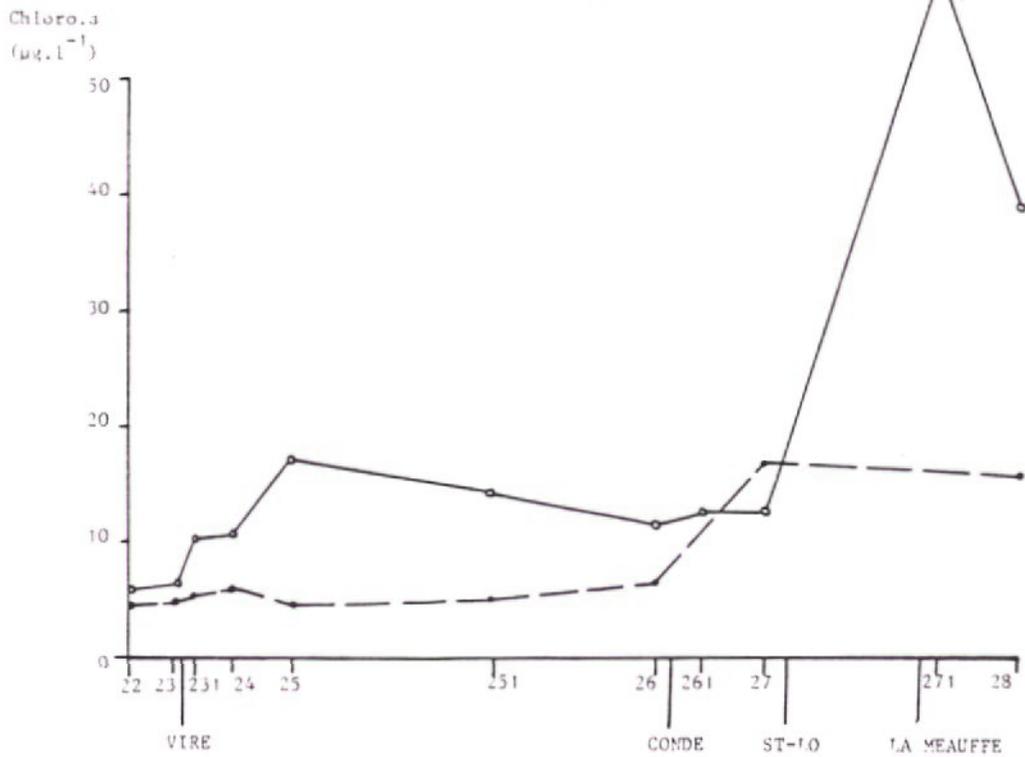


Figure n° 55 : Profil longitudinal moyenné de chlorophylle dans la Vire en basses eaux. ○—○ : juillet, août 1979 ; —●— : septembre, octobre 1979

La principale caractéristique de ces profils, mis à part ceux du début de l'année, est donc de montrer deux zones où la concentration augmente, une à l'amont (22 à 25) et l'autre à l'aval (26 à 28), séparées par un tronçon (25 à 26) long de 35 km où la concentration diminue généralement.

Les variations de concentration de chlorophylle traduisent un déséquilibre du bilan apparition/disparition de chlorophylle. L'apparition et la disparition de chlorophylle ont chacune 3 causes principales, en excluant volontairement celles qui sont liées aux nutriments puisque tous ceux qui ont été dosés étaient à l'aval de Vire en quantité telle qu'ils ne pouvaient empêcher le développement algal (cf. § 2 et § 3) :

- a) Pour l'apparition : arrachage d'algues benthiques, production primaire et apport par les affluents chargés.
- b) Pour la disparition : sédimentation, dégradation et éventuelle dilution par des affluents pauvres en chlorophylle.

On peut, en se basant sur ces considérations, essayer d'expliquer les profils en long de chlorophylle. On a considéré que les concentrations des affluents étaient semblables à celles de la Vire au confluent parce que nous n'avons pas de moyen de les connaître et que des différences susceptibles de modifier le bilan global sont peu vraisemblables comme cela s'est vérifié lors des prélèvements effectués occasionnellement sur les affluents.

L'augmentation de chlorophylle constatée à l'amont s'expliquerait assez facilement par production primaire et par arrachage de formes benthiques dans une zone où elles trouvent beaucoup de supports, où le lit est éclairé et où l'eau circule encore rapidement. Elle n'a cependant pas lieu en juillet et août 1979, ainsi qu'en juin 1980, c'est-à-dire à des moments où le débit est assez faible (inférieur à $1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ au point 23) et la production primaire élevée. Elle semble donc plutôt due à l'arrachage de formes benthiques qu'à la production primaire.

Pour expliquer la quantité d'organismes arrachés plus faible en été qu'en étiage, on ne peut qu'émettre des suppositions : algues benthiques moins importantes, développement d'espèces différentes ou cellules dans de bonnes conditions physiologiques grâce à une production primaire importante.

La diminution de la teneur en chlorophylle a entre 25 et 26 s'explique par un ralentissement du courant qui va limiter l'entraînement d'algues benthiques et en même temps favorisera la sédimentation. Ces facteurs auraient plus d'influence sur la teneur en chlorophylle que la production primaire qui ne suffirait pas à compenser les pertes sauf en juillet-août 1979 et juin 1980 où ses plus fortes valeurs et un courant suffisamment faible permettraient même une légère augmentation de chlorophylle. L'effet de la sédimentation pourrait aussi être moins

important si, comme on l'a supposé au paragraphe précédent, la proportion d'algues benthiques était plus faible pendant cette période.

L'augmentation à l'aval est elle très vraisemblablement attribuable à la production primaire ; la faible vitesse de l'eau et la productivité importante à l'aval à partir de juillet 1979 et lors des campagnes de 1980 permettant un développement important entre deux points de prélèvements de la station 26 à la station 28.

4.2. Le phytoplancton :

4.2.1. Etude qualitative :

Tableau n° 32: Liste des genres rencontrés sur la Vire. Fréquence d'apparition des genres.

	prélèvements 1979				prélèvements 1980				
	Point n°	20	21	26	271	28	26	270	271
	Nbre de prélèv. à ce point	1	14	17	2	2	3	3	2
- EUCHLOROPHYCEES	Fréquences								
VOLVOCALES									
Carteria			3	5					1
Chlamydomonas		1	11	15	+	1	+	+	+
Chlorogonium			4	3		1	1		
Eudorina				1		1			
Nephroselmis								1	1
Pandorina			1	3	1				
Phacotus				2					
Pteromonas				2					
Tetraselmis				1				1	1
CHLOROCOCCALES									
Actinastrum				2			1	1	1
Ankistrodesmus			2	8		1		1	1
Ankyra			6	1				1	1
Chlorella			1	1					
Closteriopsis			1	6	1				
Chodatella			1	3	1			1	1
Coelastrum			1	3	1			1	+
Crucigenia				6			1	1	1
Dictyosphaerium		1	4	9	1		1		1
Elakatothrix		1	4	3					
Golenkinia				3			1	2	+
Micractinium				6	1	1	1	2	
Monoraphidium			5	+	1	1	+	+	+
Oocystis		1		1		1			
Pediastrum			2	4	1	1	1	+	+
Scenedesmus			4	14	1	+	+	+	+
Sphaerocystis							+	+	+
Tetraedron				4			1	1	1
Tetrastrum				4	1	1	+	2	+
- ZYGOPHYCEES									
ZYGNEMATALES									
Closterium			5	1			1		
Cosmarium								1	
Spirogyra				1					
Staurastrum			4						1

	prélèvements 1979				prélèvements 1980				
	Point n°	20	21	26	271	28	26	270	271
	Nbre de prélev. à ce point	1	14	17	2	2	2	3	2
Fréquences									
- CHRYSOPHYCEES									
OCHROMONADALES									
Desmarella				1					
Dinobryon		1							
Mallomonas		8	6	1		+	2	+	
Mallomonopsis		1							
Ochromonas				1		1	1	1	
RHIZOCHRYSIDALES									
Bitrichia				1					
- XANTOPHYCEES									
MISCHOCOCCALES									
Ophiocytium				1					
- DIATOMOPHYCEES									
COSCINODISCALES									
Cyclotella	1	10	16	+	+	+	+	+	
Melosira			2	1					1
ACHANTALES									
Achmantes	1	5	3						
Rhoicosphenia						1			1
DIATOMALES									
Asterionella	1	7	7	+	+		2		1
Cocconeis	1		8	+		+	2		1
Diatoma		4	6	1	1				
Meridion	1	1	7		1				
Synedra	1	5	4				1		
Tabellaria	1	3	1						
EUNOTIALES									
Eunotia		6	8		1				
NAVICULALES									
Amphora				1					
Cymatopleura		1							
Cymbella		6	3		1				1
Denticula			1						
Gomphonema		4	4		1		1		
Gyrosigma			2	1	+				
Hantzchia		1	2						
Navicula	1	+	+	+	+	+	+	+	+
Nitzschia	1	9	+	2	2	+	+	+	+
Pinnularia		1	1						
Surirella		4	1	2		1	1		+
- CRYPTOPHYCEES									
CRYPTOMONADALES									
Chroomonas	1	13	11		1		+		1
Cryptomonas		10	12	2	1	+	+	+	
- DYNOPHYCEES									
PERIDIMALES									
Peridinium		1	2	2					
- EUGLENOPHYCEES									
EUGLENALES									
Euglenes		1	1						
Trachelomonas	1	8	6	2		2	2		+
- CYANOPHYCEES									
CHROOCOCCALES									
Microcystis		1							
NOSTOCALES									
Merismopedia									1
Pseudonabaena	1	5	6	2					1
Oscillatoria		3	2	2		1	2		1

+ = genre présent dans tous les prélèvements

La détermination des algues en suspension dans la rivière a été effectuée jusqu'au genre. Ce n'est que lorsqu'une espèce était présente en grande quantité et dominante qu'elle a été identifiée. Les résultats de ces déterminations (tableau n° 32) montrent que les eaux de la Vire ont un peuplement algal bien diversifié où la plupart des classes d'algues sont représentées.

Les Chrysophycées, plus répandues au point 21 qu'au point 26, sont caractéristiques d'eaux oligosaprobies. La valeur moyenne de DBO 5 à Condé en 1979 est égale à $2,7 \text{ mg.l}^{-1}$ (HORN, S.R.A.E., communication personnelle) ce qui entre dans la gamme de valeurs d'eaux β mésosaprobies (SLADECEK, 1975). Parmi les huit genres d'algues les plus résistants à la pollution organique recensés par PALMER (1969) (Euglena, Oscillatoria, Chlamydomonas, Scenedesmus, Chlorella, Nitzschia, Navicula et Stigeoclonium), quatre étaient presque toujours présents (Chlamydomonas, Scenedesmus, Nitzschia et Navicula), en plus grande quantité au point 26 et deux (Oscillatoria et Chlorella) apparurent très rarement. On retrouve donc dans la Vire une flore tolérante vis à vis de la pollution organique. Scenedesmus apparaît très pauvrement et très rarement au point 21 alors qu'elle est presque toujours présente au point 26 et y atteint $380 \text{ } \mu\text{.ml}^{-1}$ le 27 juillet 1979. Cette différence est due aux importants besoins en phosphore de Scenedesmus (VOLLENWEIDER, 1970) qui ne sont pas satisfaits à l'amont de Vire.

Les associations tant de Diatomées que de Chlorococcales citées par HUTCHINSON (1967) pour les lacs eutrophes ne correspondent à ce que l'on trouve ni dans la Vire ni dans la Dathée (Diatomées : Eragillaria crotonensis, Asterionella, Stephanodiscus, Synedra sp. et Melosira sp. ; Chlorococcales : Pediastrum sp., Scenedesmus sp., Actinastrum, Ankistrodesmus sp., Dictyosphaerium). L'absence ou le faible nombre de Cyano-phyces est aussi rassurant pour l'état trophique de la rivière.

La population phytoplanctonique de la Vire est assez banale pour une rivière de pays occidental puisque les 6 principaux genres rencontrés (Chlamydomonas, Monoraphidium, Scenedesmus, Cyclotella, Navicula et Nitzschia) se retrouvent couramment dans le Lot (DAUTA, 1975) et 4 d'entre eux font partie des 7 genres (Cyclotella, Stephanodiscus, Synedra, Melosira, Nitzschia, Scenedesmus et Chlamydomonas) recensés par WILLIAMS (1964) comme les plus importants dans les grandes rivières américaines.

4.2.2. Etude quantitative :

Deux stations ont régulièrement été suivies sur la Vire : la station 21 sur la Dathée en aval du réservoir avec 14 prélèvements de mars à décembre 1979 et la station 26 aux Roches de Ham avec 17 prélèvements en 1979 et 3 prélèvements pendant l'été 1980.

Plus en aval nous n'avons que des prélèvements exceptionnels en avril et mai 1979 à St-Fromond, en octobre, décembre 1979 et juillet et octobre 1980 aux Claies de Vire et en juin, juillet et octobre 1980 à Rampan.

69 genres ont été identifiés dont 37 sont trouvés en 1979 et 1980.

Le nombre total d'algues varie de 30 à 6000 $\zeta.ml^{-1}$ en augmentant vers l'aval et avec la température de l'eau. Les évolutions du nombre de cellules sur la Dathée (point 21) et sur la Vire (point 26) sont reportées sur les figures n° 56 et n° 57.

La classe la mieux représentée est celle des Euchlorophycées avec 29 genres dénombrés dont certains fréquemment trouvés peuvent devenir dominants (Chlamydomonas, Monoraphidium et Ankyra).

Jusqu'à l'été leur nombre reste faible (inférieur à 130 $\zeta.ml^{-1}$) puis en juillet il augmente considérablement sur les deux stations suivies et elles constituent alors la majeure partie du peuplement algal (figures n° 58 et n° 59).

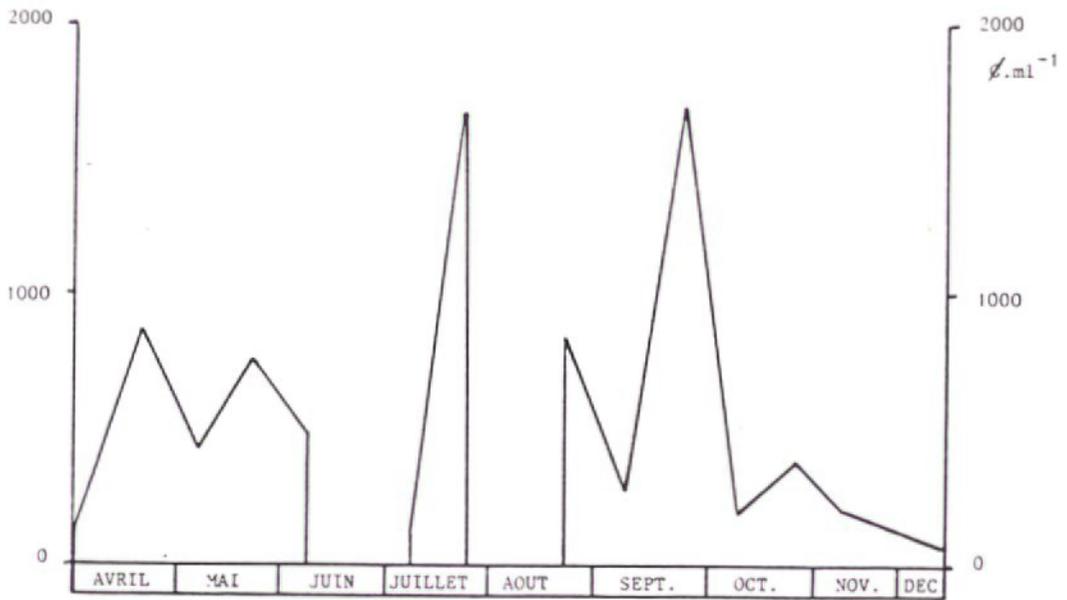


Figure n° 56 : Evolution saisonnière du total d'algues dans la Dathée aval (point 21).

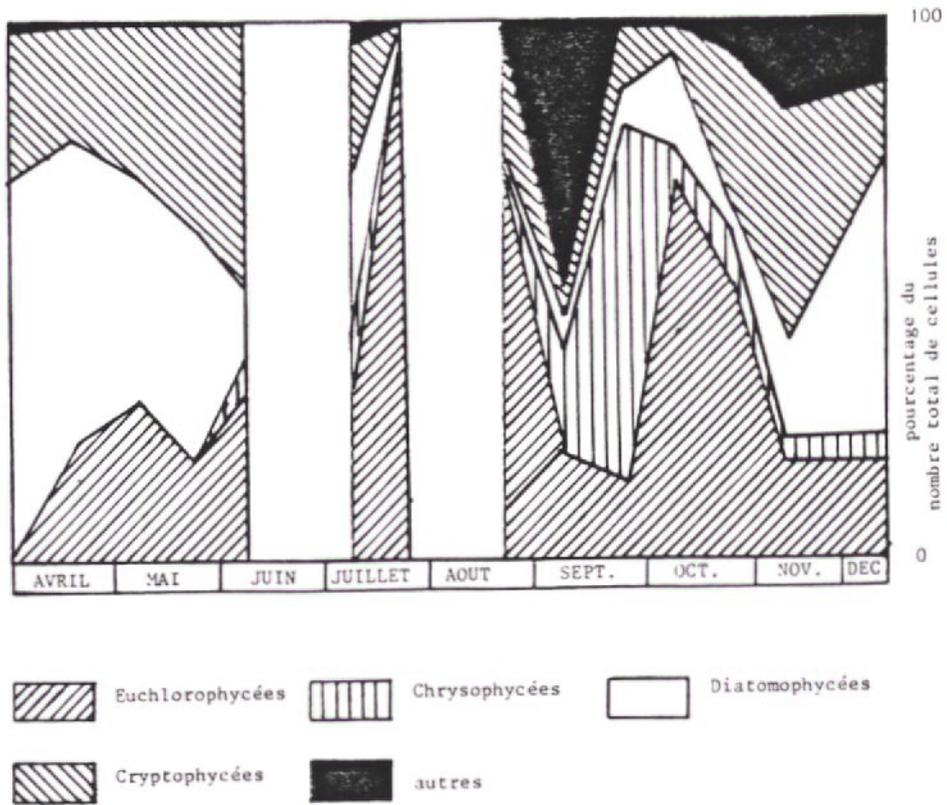


Figure n° 58 : Evolution saisonnière du peuplement dans la Dathée aval (point 21).

Figure n° 57 : Evolution saisonnière du total d'algues aux Roches de Ham (point 26).

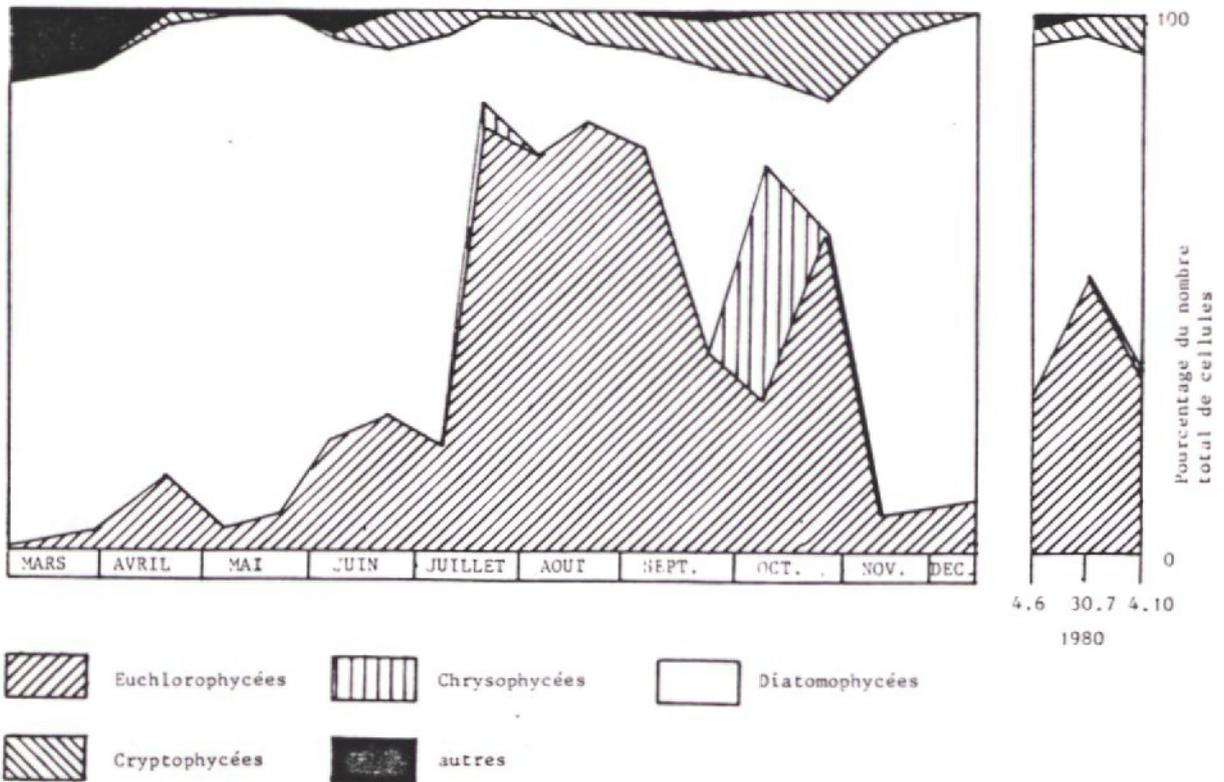
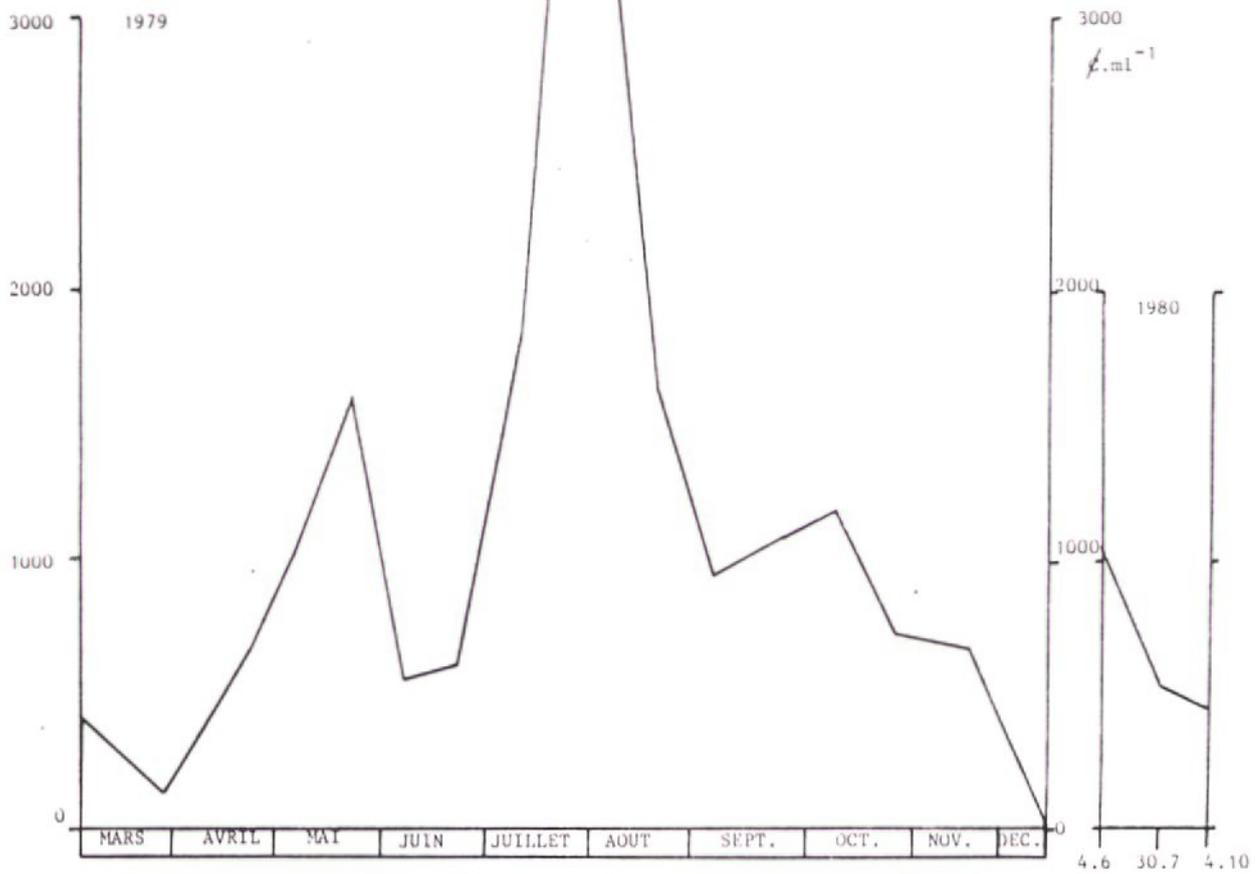


Figure n° 59 : Evolution saisonnière du peuplement dans la Vire aux Roches de Ham (point 26).

Il y a proportionnellement plus d'Euchlorophycées, qui sont des algues surtout planctoniques, au point 21 qu'au point 26.

Au point 21 elles passent de 30 à 1560 \varnothing .ml⁻¹ entre le 5 et le 18 juillet 1979 et représentent alors 94 % du total d'algues presque exclusivement par l'espèce Ankyra judaï. Ce pic n'est pas retrouvé au point 26 bien que les Euchlorophycées augmentent en nombre et en proportion en juillet 1979 (3030 \varnothing .ml⁻¹ soit 78 % du total le 18 juillet, et 2580 \varnothing .ml⁻¹ soit 73 % du total le 27 juillet).

Mais à ces dates Ankyra est absent des prélèvements et les pics sont constitués de Chlamydomonas et de Monoraphidium. Au cours de ces poussées la teneur en chlorophylle est toujours restée faible.

. Les Diatomées sont représentées par 22 genres dont les plus fréquents sont Navicula, présent dans tous les prélèvements, Nitzschia, Cyclotella et Asterionella.

Elles sont les plus nombreuses sur tous les échantillons d'hiver.

Nous avons observé des poussées de Diatomées en avril, mai et début juillet 1979 et en juin 1980.

Le 21 mai 1979 nous comptons 1280 \varnothing .ml⁻¹ de Navicula au point 26 en même temps que la teneur en chlorophylle est élevée (20 μ g.l⁻¹). Les autres poussées de Diatomées sont dues à Cyclotella : 1200 \varnothing .ml⁻¹ le 18 juillet 1979 à St-Fromond, 950 \varnothing .ml⁻¹ le 5 juillet 1979 aux Roches de Ham sans que cela n'induisse un pic de chlorophylle. Le plus fort comptage a été obtenu le 4 juin 1980 à Rampan avec 6260 \varnothing .ml⁻¹ dont 4300 étaient du genre Cyclotella.

. 6 genres ont été dénombrés pour les Chrysophycées dont le plus fréquent était Mallomonas. Il était présent dans la moitié des prélèvements mais presque toujours en petit nombre. Toutefois le 21 septembre 1979 1050 \varnothing .ml⁻¹ de Mallomonas fastigata étaient comptées au point 21

alors qu'il n'y en avait que $5 \text{ } \mu\text{.ml}^{-1}$ au point 26. Ce n'est que le 4 octobre qu'elles furent retrouvées en grand nombre au point 26 ($500 \text{ } \mu\text{.ml}^{-1}$) tandis qu'elles avaient pratiquement disparu au point 21.

Les valeurs importantes de Mallomonas sont accompagnées de pic de chlorophylle.

. Pour les Zygothécées 4 genres ont été trouvés et elles sont surtout présentes au point 21.

. Les Cyanophycées, toujours en petit nombre, sont représentées par 4 genres dont Pseudonabaena en 1979 et Oscillatoria en 1980 sont les plus fréquents.

. 23 genres de Cryptophycées ont été dénombrés parmi lesquels Chroomonas et Cryptomonas apparaissaient souvent mais en petite quantité excepté le 18 octobre 1979 où $1610 \text{ } \mu\text{.ml}^{-1}$ du genre Cryptomonas étaient comptées aux Claires de Vire.

. Les Euglenophycées sont représentées uniquement par Euglenes et Trachelomonas.

. Nous avons trouvé un seul genre pour les Dynophycées (Peridinium) ainsi que pour les Xanthophycées (Ophiocytium).

4.2.3. Algues planctoniques et algues tychoplanctoniques :

La distinction entre les algues planctoniques et les algues tychoplanctoniques qui, vivant fixées sur des supports sont entraînées par le courant, a été faite à partir de renseignements pris dans BOURRELLY (1966-1970), DUSSART (1966) et DAUTA (1975).

Au point 21 la population influencée par le réservoir de la Dathée se prête au développement des algues planctoniques alors qu'au

point 26 la proportion d'algues tychoplanctoniques est toujours plus importante (figure n° 60).

L'évolution saisonnière du pourcentage d'algues en dérive est très marquée surtout au point 26 avec une nette diminution du 18 juillet au 18 octobre 1979. Ceci est lié au débit qui a beaucoup baissé entre le 5 et le 18 juillet et qui a augmenté en novembre.

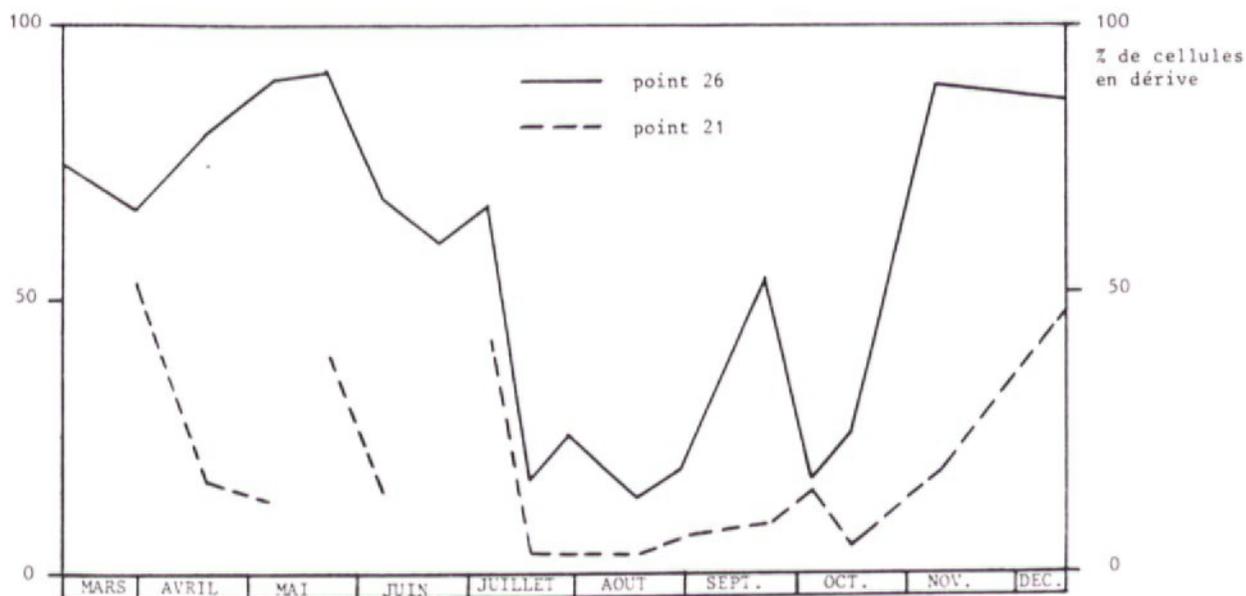


Figure n° 60 : Pourcentage des algues benthiques en dérive en 1979 aux stations 21 et 26.

La moyenne du pourcentage d'algues tychoplanctoniques varie entre les hautes eaux et l'étiage (tableau n° 33) qui a permis le développement du potamoplancton (plancton pélagique en rivière).

Point	Hautes eaux : mars + 5 juillet + novembre et décembre	Basses eaux : 18 juillet + 18 octobre
21	29 ± 10	6 ± 4
26	77 ± 7	24 ± 10

Tableau n° 33 : Moyennes et intervalles de confiance à P = 0,05 du pourcentage de cellules tychoplanctoniques en 1979.

Les blooms d'algues planctoniques (Ankyra Judaï, Chlamydomonas, Monoraphidium et Mallomonas (§ 4.2.2)) ne sont produits qu'à des périodes estivales du fait du ralentissement du courant.

Il n'y a pas d'évolution saisonnière du nombre de cellules tycho-planctoniques dans la rivière (figure n° 61).

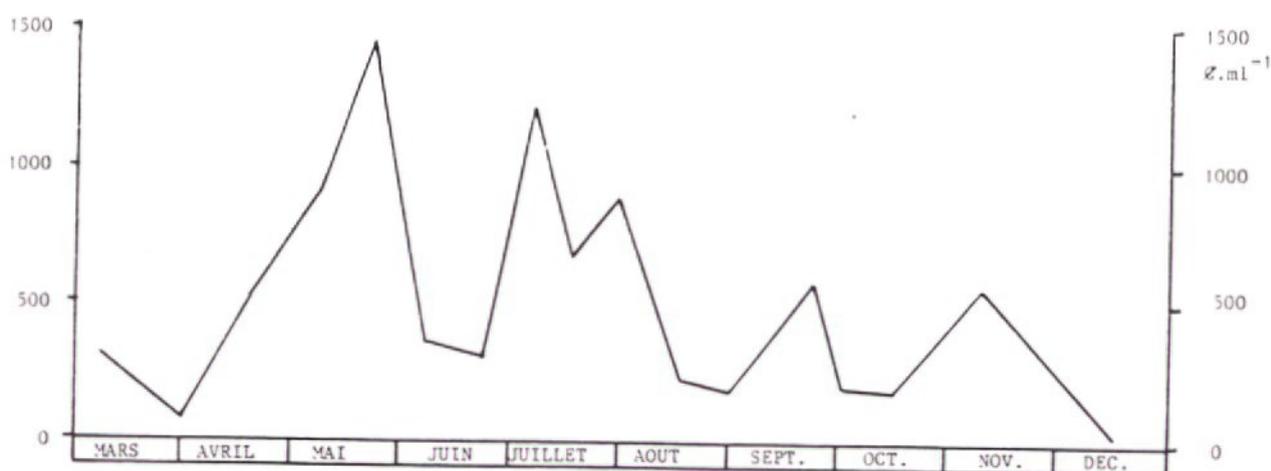


Figure n° 61 : Nombre de cellules benthiques dénombrées en pleine eau aux Roches de Ham (point 26) en 1979.

En effet, les algues fixées dont le développement est favorisé en basses eaux par la transparence de l'eau, la température et le rayonnement ont par contre une faible probabilité d'être entraînées par un courant faible. Inversement, en hautes eaux elles sont peu nombreuses mais ont une forte probabilité d'être entraînées par le courant. Cela limite l'estimation d'une biomasse globale, la part du plancton en dérive n'étant pas toujours la même pendant l'année.

Dans une rivière anglaise, Bere Stream, qui a un débit d'hiver de $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, MARKER (1977) estime qu'en 2 mois, de mi-mars à mi-mai, 600 mg de chlorophylle sont arrachés par m^2 de rivière.

4.2.4. Diversité du peuplement :

Il n'a pas été possible d'utiliser les formules de calcul de l'indice de diversité puisqu'elles nécessitent toutes une détermination jusqu'à l'espèce.

Le nombre de genres que l'on rencontre dans une station à une date donnée varie de 5 (13 décembre 1979 au point 26) à 27 (27 juillet 1979 au point 26).

Aux Roches de Ham (point 26) il y a une corrélation hautement significative entre le total d'algues Ta et le nombre de genres représentés (Ng) :

$$Ng = a Ta^b \quad r = 0,87$$

Le nombre de genres d'algues tychoplanctoniques reste faible (3 à 9 genres au point 26), les plus faibles valeurs étant relevées en basses eaux (entre juillet et octobre), l'augmentation de diversité constatée pendant la belle saison est donc le fait des algues planctoniques.

4.3. Valeurs de production primaire :

4.3.1. Profils verticaux :

Si nous supposons que le phytoplancton est réparti régulièrement avec la profondeur, les variations verticales de production primaire dépendent essentiellement du gradient d'éclairement.

Sur nos profils en profondeur tout au long de l'année l'optimum de production est généralement situé à moins

de 50 cm et nous pouvons voir une photoinhibition plus ou moins prononcée suivant les dates, toutefois le manque de flacons vers la surface ne permet pas d'en déterminer les caractéristiques précises.

A l'échelle d'une journée le tiers médian, pendant lequel le rayonnement est le plus fort, donne une part plus importante à la photosynthèse dans les couches plus profondes en laissant suffisamment de lumière arriver en profondeur et en provoquant une photoinhibition en surface (figure n° 62).

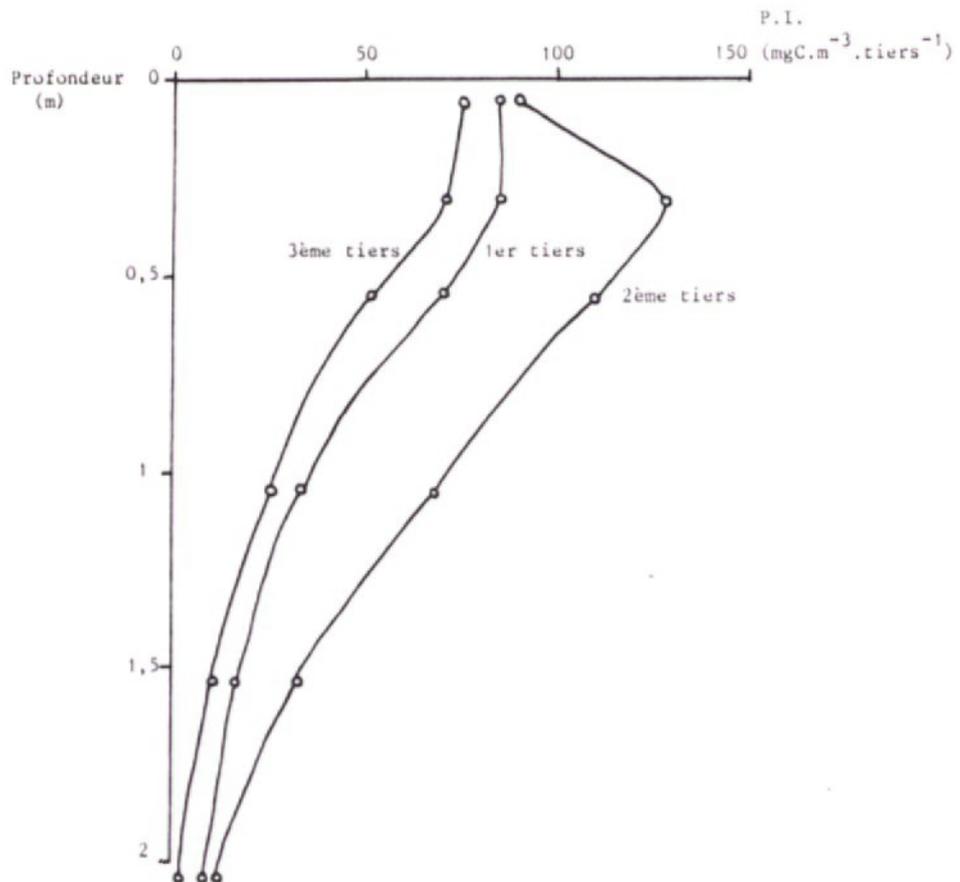


Figure n° 62 : Distribution verticale de la production primaire aux Roches de Ham (point 26) au cours des 3 tiers de la journée solaire le 30 juillet 1980

4.3.2. Variations journalières de production primaire :

L'existence d'un rythme photosynthétique est bien connu. Il résulte des effets combinés des variations d'éclairement, de températures, de teneur en nutriments et des cycles internes au phytoplancton.

La capacité photosynthétique est maximale pendant les dernières heures de la matinée ou pendant les premières heures de l'après-midi (DOTY et OGURI, 1957 ; VERDUIN, 1957 ; YENTSCH et RYTHER, 1957 ; SHIMADA, 1958 ; STROSS et al., 1973 ; STROSS et PEMRICK, 1974 ; STROSS, 1975 et MacCAULL et PLATT, 1977).

Nous avons mesuré à 3 reprises les variations journalières de production primaire au cours d'une journée en 1980. Pour cela nous avons prélevé de l'eau avant le lever du soleil et nous en avons mis une partie à incuber à plusieurs profondeurs avec NaHCO_3 marqué, pendant chacun des 3 tiers de la journée solaire. Cette expérience a été réalisée en juin, en juillet et en octobre 1980. Les valeurs obtenues sont reportées sur le tableau n° 34. Elles montrent un cycle journalier qui semble bien lié à celui du rayonnement.

date	4-6-80		30-7-80		4-10-80	
période	production primaire en mg C. m^{-2} et % de la journée	rayonnement en J. cm^{-2} et en % de la journée	production primaire	rayonnement	production primaire	rayonnement
1er tiers	266 (21%)	678 (24%)	81 (28%)	488 (27%)	29 (37%)	288 (42%)
2ème tiers	677 (55%)	1624 (57%)	142 (49%)	1088 (56%)	46 (39%)	312 (45%)
3ème tiers	293 (24%)	535 (19%)	66 (23%)	314 (17%)	25 (28%)	87 (13%)

Tableau n°34 : Production primaire en mg. Carbone synthétisé par mètre carré et en % de sa valeur de la journée complète, rayonnement à Caen en J. cm^{-2} et en % de la journée complète pendant chaque tiers de la journée solaire.

La photosynthèse semble toutefois avoir un meilleur rendement pendant le 3ème tiers et un rendement plus faible pendant le 2ème tiers. VOLLENWEIDER et NAUWERCK (1961) ont aussi observé un rendement moindre au milieu de la journée.

Choix de la période d'incubation.

La production mesurée se rapprochera plus soit de la production brute soit de la production nette selon la durée de la période d'incubation (VOLLENWEIDER, 1969). Lorsque la durée d'incubation est faible (inférieure à 4 heures), la production primaire mesurée s'approche de la production brute mais, quand cette durée s'allonge, le carbone marqué assimilé peut être cédé dans le milieu par la respiration et dans une moindre mesure par excrétion du phytoplancton (FOGG et WATT, 1965) et la production mesurée est plutôt une approche de la production nette (HARRIS et PICCININ, 1977).

Afin de pouvoir déterminer un coefficient constant au cours de l'année pour passer de la production primaire mesurée à celle de la journée complète nous avons choisi une durée d'incubation proportionnelle à la longueur du jour solaire. La période retenue est celle qui a été utilisée par PELLETIER (1973) et correspond au tiers médian de la journée solaire. La moyenne des résultats du tableau n° 34 montre que sur nos mesures le tiers médian correspond à environ 46% de la production journalière. Cette valeur nous permet d'utiliser comme PELLETIER (1973), GARNIER (communication orale), un facteur de 100/45 pour passer de la production mesurée à la production journalière.

4.3.3. Cycles journaliers induits par la photosynthèse :

L'activité photosynthétique des végétaux rythme les concentrations de certains éléments, principalement celle de l'oxygène dissous.

A La Graverie, au début de l'été, ce sont les renoncules d'eau qui induisent un cycle journalier d'oxygène alors qu'ailleurs (Roches de Ham, Rampan) ils sont provoqués par la photosynthèse phytoplantonique.

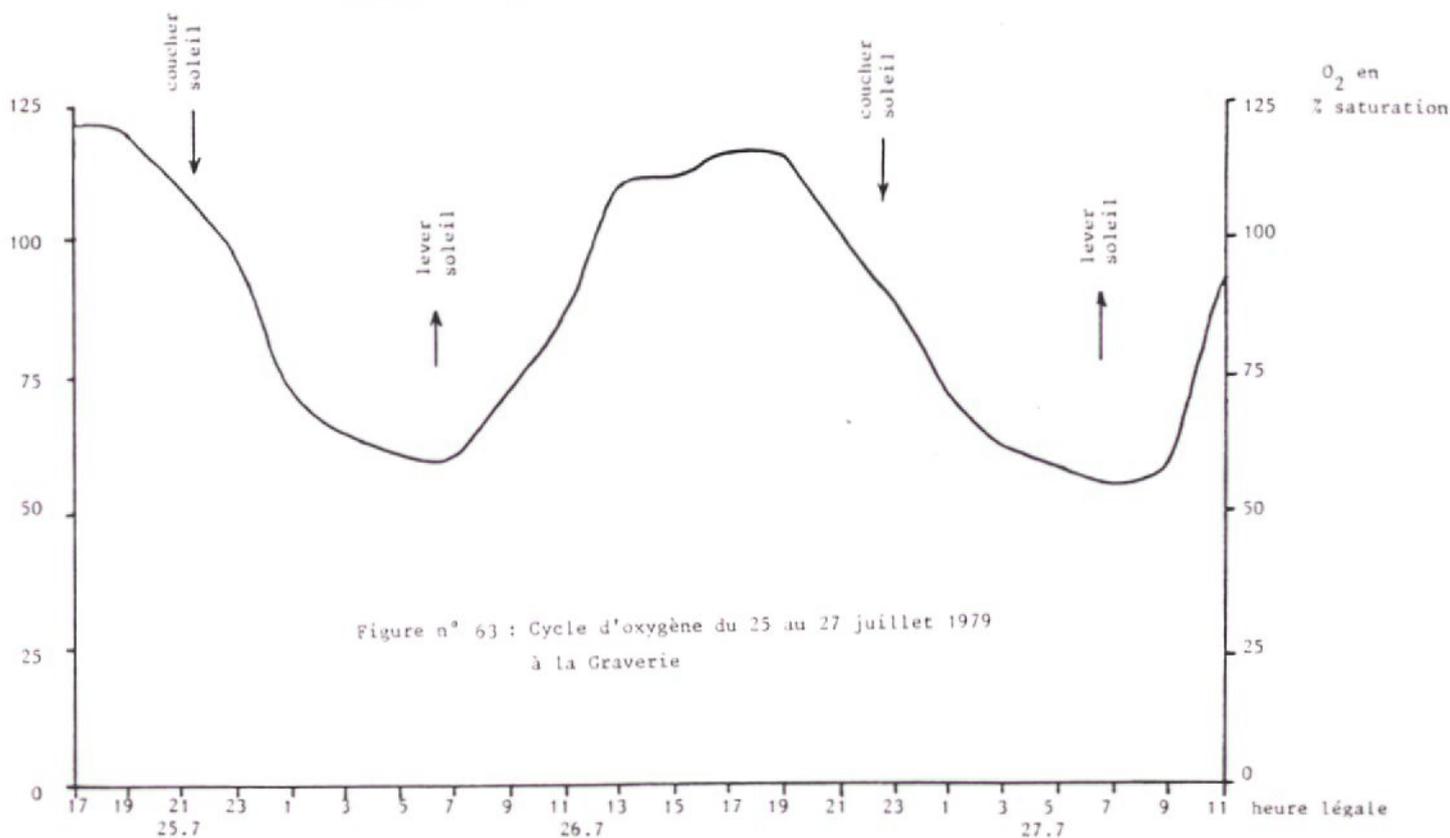
Cycles d'oxygène en aval des renoncules.

Des renoncules d'eau se développent au pont de La Graverie en juin et juillet et nous avons observé les plus fortes variations d'oxygène (du 25 au 27 juillet 1979) en aval de celles-ci (tableau n° 35).

Lieu	Date	Maximum et heure	Minimum et heure
Pont de La Graverie	4.7.79 5.7.79	88 % à 15 h	67 % à 3 h 69 % à 1 h
Pont de La Graverie	17.7.79	95 % à 19 h	60 % à 6 h
Pont de La Graverie	25.7.79 26.7.79 27.7.79	121 % à 17 h 116 % à 17 h	59 % à 7 h 54 % à 7 h

Tableau n° 35 : Valeurs extrêmes d'oxygène en pourcentage de saturation.

Les 25-26 et 27 juillet l'amplitude de variation atteint 62 %. Les maxima se produisent avant le coucher du soleil et les minima à l'aube (figure n° 63). Des cycles de plus grande amplitude peuvent être observés dans d'autres rivières.



Dans la "Rivière au Sable" (Michigan) (BALL et al., 1973), la saturation en oxygène varie de 40 à 120 % au mois de juillet, la principale production étant fournie par des macrophytes libérant en moyenne $250 \text{ mgC.m}^{-2}.\text{jour}^{-1}$ pendant leur période de croissance.

En Basse-Normandie dans la rivière Merderet, des macrophytes provoquent également des cycles importants d'oxygène. Son taux de saturation varie de 80 % (à 8 heures du matin) à 170 % (à 18 heures). Ce cycle est accompagné d'un cycle de pH d'amplitude modérée (inférieur à une unité).

Cycles d'oxygène, de pH et de chlorophylle dus au phytoplancton.

C'est pendant l'été 1979 et le printemps 1980 que nous avons observé les cycles d'oxygène, induits par la photosynthèse du phytoplancton, les plus marqués. Simultanément nous avons suivi l'évolution de la teneur en chlorophylle avec un pas de temps de 2 heures (tableau n° 36).

Lieu	Date	heure	Maximum chloro et heure en $\mu\text{g.l}^{-1}$	Minimum chloro et heure en $\mu\text{g.l}^{-1}$	Maximum O_2 et heure %	Minimum O_2 et heure %
Roches de Ham	25.7.79	à 18h45	10,3 à 16 h 45	5,3 à 10 h 45	97 % à 21 h	67 % à 9 h
	26.7.79	à 21h50			108 % à 21 h	
Rampan	4.6.80	à 2 h	55,2 à 20 h	30,1 à 6 h	117 % à 20 h	94 % à 6 h
	5.6.80	à 2 h				

Tableau n° 36 : Valeurs extrêmes d'oxygène et de chlorophylle lors des cycles de photosynthèse.

Cycle du 25 au 26 juillet 1979 aux Roches de Ham.

Ce cycle réalisé à l'époque de la production primaire pélagique maximale ($770 \text{ mgC.m}^{-2}.\text{jour}^{-1}$ sur une colonne d'eau de 1 m) traduit un rythme photosynthétique. L'oxygène varie de 40 % de saturation mais reste presque toujours en dessous de la saturation, ce qui traduit

une pollution organique de l'eau. Dans le même temps le pH varie de 0,9 unité. La chlorophylle suit une évolution à peu près parallèle à celle de l'oxygène : elle diminue pendant la nuit, est minimale le matin (5,3 $\mu\text{g.l}^{-1}$ à 10 h 45), puis augmente jusqu'à 15 h 45 (10,3 $\mu\text{g.l}^{-1}$) (figure n° 64).

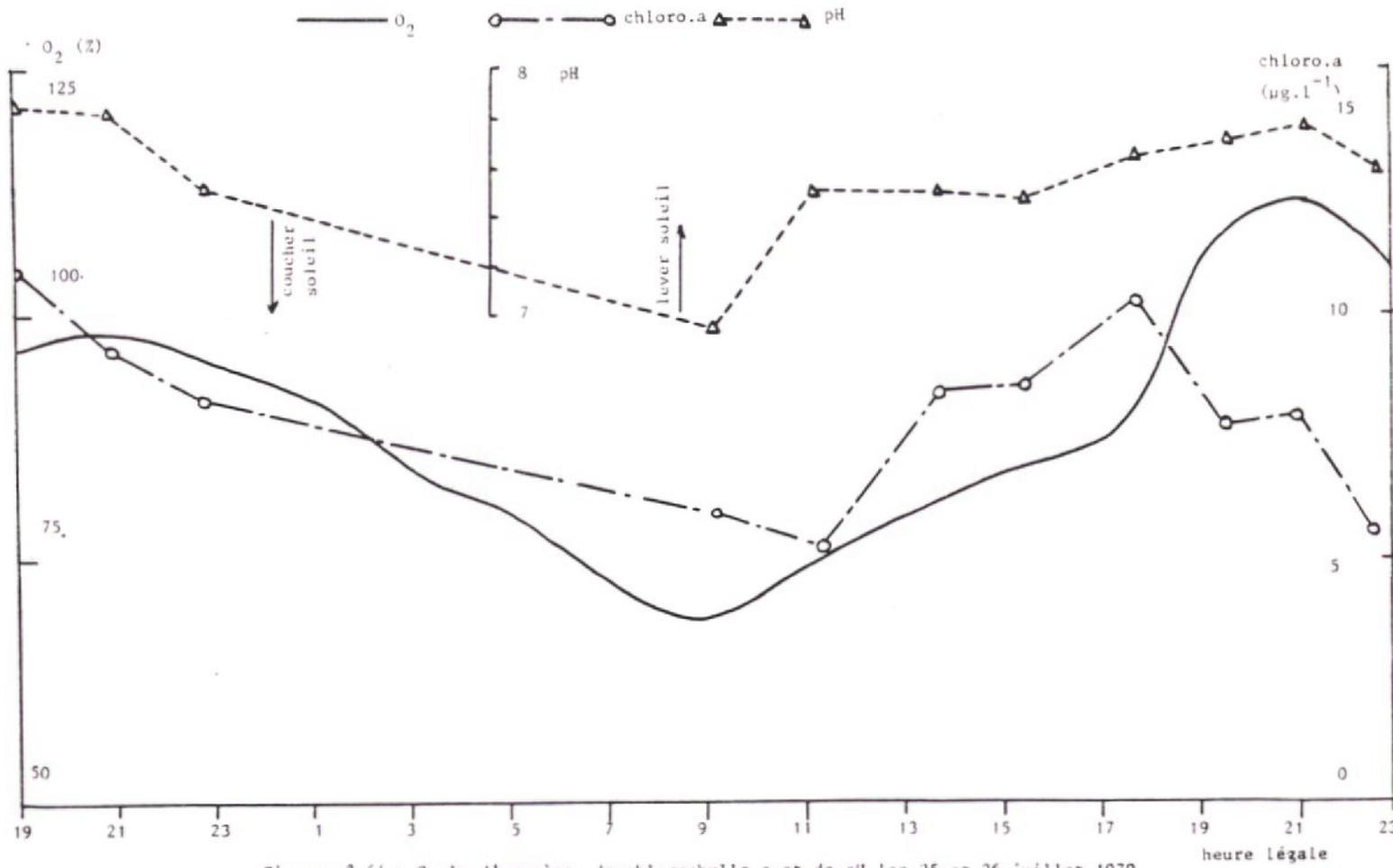


Figure n° 64 : Cycle d'oxygène, de chlorophylle a et de pH les 25 et 26 juillet 1979 aux Roches de Ham (point 26).

Cycle du 4 au 5 juin 1980 à Rampan.

C'est le seul cycle que nous ayons mesuré alors que les valeurs de chlorophylle étaient importantes (de 30 à 50 $\mu\text{g.l}^{-1}$). Les fluctuations d'oxygène sont pourtant assez faibles (23 % de la saturation, c'est-à-dire 2,4 $\text{mg O}_2\text{.l}^{-1}$) tandis que la production primaire est de

980 $\text{mgC.m}^{-2}.\text{jour}^{-1}$ sur une colonne d'eau de 1 m (figure n° 65). Elles sont cependant comparables à des fluctuations observées dans la Loire au niveau de la centrale nucléaire de St-Laurent-des-Eaux (KHALANSKI et RENON, 1977). En juillet 1974, quand la teneur en chlorophylle a était de $50 \mu\text{g.l}^{-1}$ les amplitudes d'oxygène étaient de $3 \text{mgO}_2.\text{l}^{-1}$. Mais elles y ont aussi atteint $9 \text{mg O}_2.\text{l}^{-1}$ quand la teneur en chlorophylle était de $175 \mu\text{g.l}^{-1}$, toujours en juillet 1974.

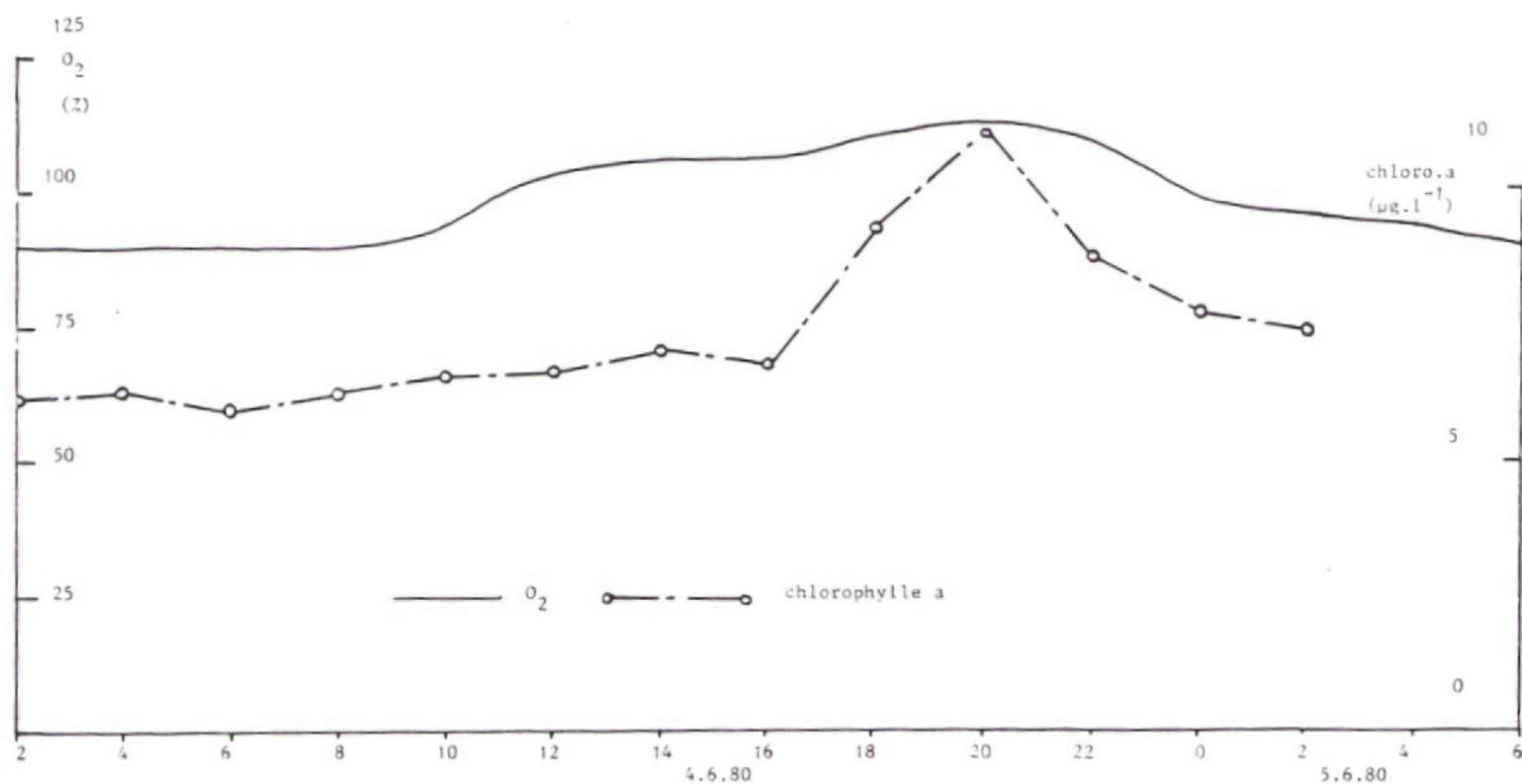


Figure n° 65 : Cycle journalier d'oxygène et de chlorophylle a les 4 et 5 juin 1980 à Rampan (pt 270). heure légale

Des méthodes de calcul de la production primaire à partir d'enregistrements en continu de l'oxygène se développent actuellement (BILLEN G., communication personnelle). Elles ne peuvent pas être appliquées ici, car les débits sont trop variables et elles nécessitent plusieurs enregistrements proches. La photosynthèse planctonique se trouve associée à des amplitudes journalières d'au plus 40 % de la saturation,

ce qui est modeste comparativement aux cas d'eutrophisations extrêmes, comme la Loire (KHALANSKI et RENON, 1977) et l'Yser en Belgique (MEEUS-VERDINNE, 1973). Dans cette dernière rivière l'oxygène a varié de 0 à plusieurs fois la saturation, tandis que l'amplitude de la variation journalière du pH était de 3 unités.

L'interprétation des cycles de chlorophylle est parfois difficile. Elle se heurte en rivière au passage de masses d'eau différentes. Toutefois les cycles observés par divers auteurs sont à peu près parallèles aux variations de la production primaire (YENTSCH et RYTHER, 1957 ; SHIMADA, 1958).

4.3.4. Variations saisonnières de production et de productivité :

L'évolution saisonnière de la production primaire n'est pas du tout la même à la Graverie (point 24) et aux Roches de Ham (point 26) (figures n° 66).

A la Graverie nous voyons 3 pics de production en avril, fin juillet et septembre qui est le plus élevé avec $325 \text{ mgC.m}^{-2}.\text{jour}^{-1}$ sur 1 m. Aux Roches de Ham les valeurs de l'été sont beaucoup plus élevées avec un seul grand pic dont le maximum atteint $1040 \text{ mgC.m}^{-2}.\text{jour}^{-1}$ sur 1 m le 17 juillet. Pendant l'hiver les valeurs sont faibles et comparables aux 2 stations. L'augmentation de la production primaire pendant l'été se confirme également plus en aval (tableau n° 60 en annexe).

La production primaire varie au cours de l'année d'un rapport 1 à 1039. En calculant la productivité, c'est-à-dire en exprimant la production par unité de chlorophylle, elle ne varie plus que de 1 à 135.

Sur les deux points l'évolution annuelle de la productivité est semblable à celle de la production, les variations sont simplement tassées (figures n° 66 et n° 67).

Production primaire
en $\text{mg C m}^{-2} \cdot \text{jour}^{-1}$
sur une profondeur de 1 m

Figure n° 66 : Production primaire dans la Vire

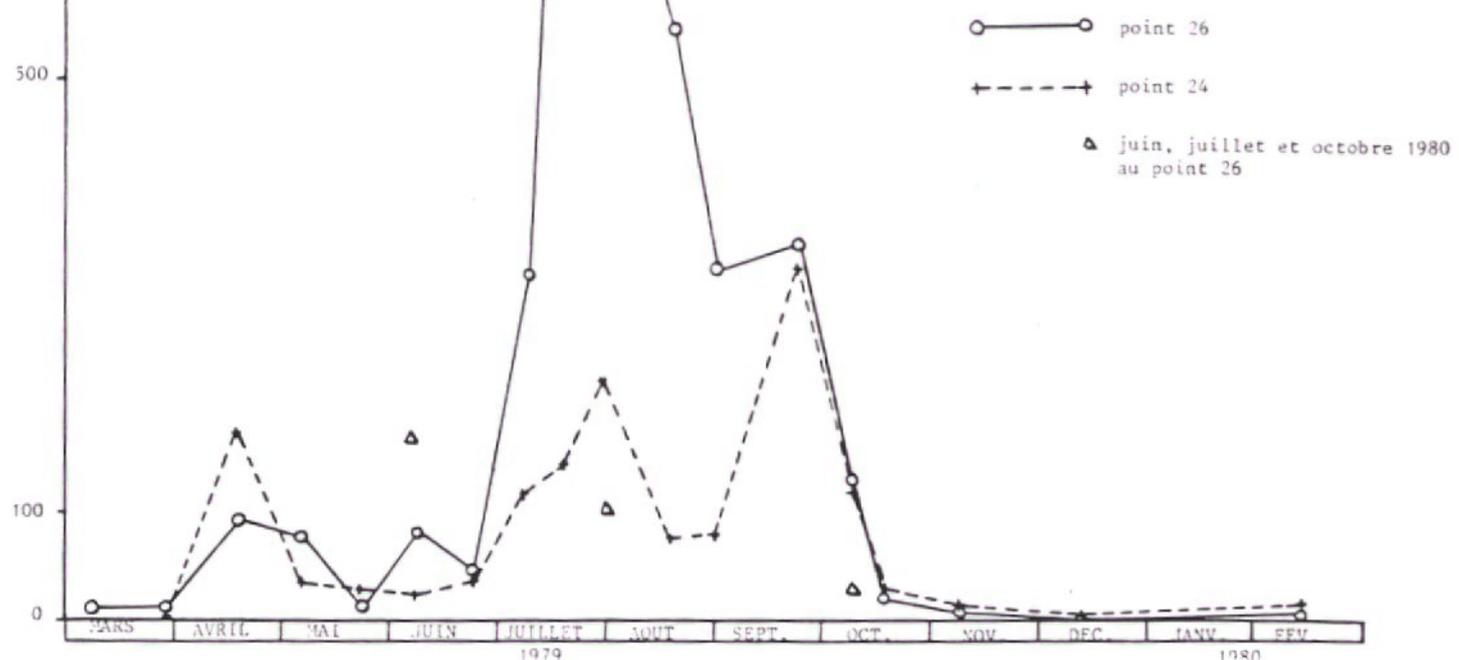
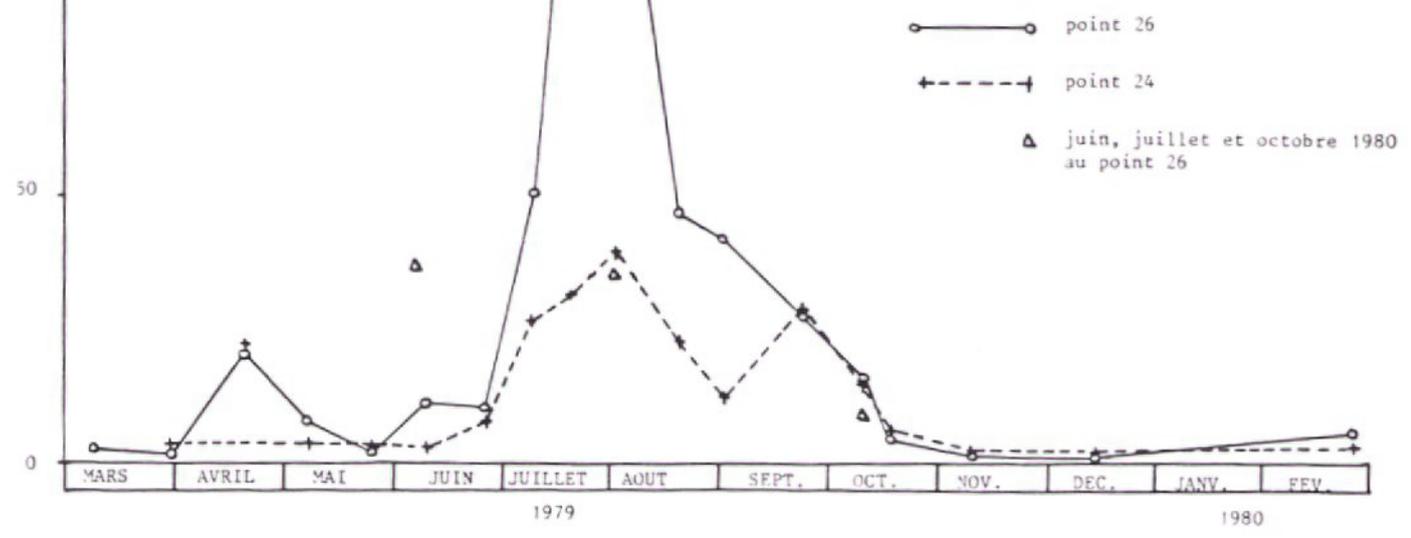


Figure n° 67 : Productivité de la Vire

Productivité
 $\text{mgC.}(\text{mg chloro.a})^{-1}$



Par contre dans le Mississippi (BAKER et BAKER, 1979) le maximum de productivité précède le maximum de production lié à des plus fortes teneurs en chlorophylle. Dans la Vire, aux Roches de Ham (point 26), les valeurs les plus élevées de chlorophylle sont associées à des productivités faibles (par rapport au reste du temps) et n'entraînent donc pas des pics de production : le maximum de productivité a lieu en même temps que celui de la production au mois de juillet. A la Graverie (point 24), nous retrouvons également les 3 pics d'avril, juillet et septembre. Cependant le maximum de productivité est en juillet et non pas en septembre comme celui de la production, la concentration en chlorophylle étant plus forte en septembre.

Les productivités sont du même ordre de grandeur à nos 2 stations durant l'année à l'exception de l'été. Elles sont de 3 à 8 fois plus importantes aux Roches de Ham pendant les mois de juillet et d'août. Les conditions d'incubation étant les mêmes nous devons mettre en cause les conditions chimiques du milieu et les différences éventuelles du peuplement.

4.3.5. Conclusion sur la production pélagique :

Nous n'avons mesuré que la production primaire pélagique et comme le montreront les mesures de biomasse des renoncules (§ 4.6), ainsi que le pourcentage important d'algues en dérive, la production des algues benthiques et des renoncules n'est sans doute pas négligeable surtout à l'amont de la rivière quand celle-ci est peu profonde.

La profondeur de la rivière influe énormément sur les formes sous lesquelles se fait la production primaire. Dans les rivières peu profondes comme la Red Cedar-River qui a une profondeur moyenne

de 0,4 m (BALL et al., 1973) avec une vitesse moyenne de $0,75 \text{ m.s}^{-1}$, la production primaire est essentiellement due aux macrophytes et aux algues fixées alors que dans la Tamise qui a une profondeur maximum de 4,5 m et une vitesse qui varie de $0,1$ à 1 m.s^{-1} (MANN et al., 1972), la production phytoplanctonique est prédominante.

4.4. L'estimation de la biomasse et de l'activité photosynthétique dans la Vire :

4.4.1. Différentes estimations de la biomasse en rivière :

Chlorophylle.

La mesure des pigments est une mesure facilement réalisable par rapport à la mesure de l'ATP ou à l'estimation du poids de la population phytoplanctonique à partir d'analyses quantitatives de phytoplancton.

Mais cette mesure n'est pas directement une évaluation de la biomasse algale vivante comme la mesure de l'ATP peut en fournir. Il est difficile de distinguer la chlorophylle des cellules vivantes et des détritrus bien qu'à la mort de la cellule la chlorophylle soit rapidement dégradée.

D'autres faits introduisent des biais dans la validité de cette mesure comme évaluation de biomasse. La teneur en chlorophylle a du phytoplancton se modifie au cours de la vie de la cellule (STEELE et BAIRD, 1962 a). Des exemples dans les lacs (TOLSTOY, 1979 ; HALLEGRAEFF, 1977) et dans les mers (YENTSCH et VACCARO, 1958 ; STEELE et BAIRD, 1962 b) montrent que la concentration en nutriments influence la teneur cellulaire en chlorophylle, celle-ci peut suivre de plus des variations nycthémerales (§ 4.3.3). De plus des modifications de la composition taxinomique du phytoplancton influencent les relations entre la chlorophylle

a et le volume de particules (HALLEGRAEFF, 1977) et entre la chlorophylle a et le carbone du phytoplancton.

Biovolume du phytoplancton.

Les comptages d'algues ne donnent qu'une idée imprécise de la biomasse algale étant donné les tailles différentes des individus. Il est donc nécessaire de passer par l'estimation des biovolumes pour avoir une idée plus précise de la biomasse.

Mais le dénombrement cellulaire dans la Vire a été effectué jusqu'au genre et donc la taille des cellules qui varie pour une même espèce varie également d'une espèce à l'autre.

Néanmoins d'après les résultats de divers auteurs (DAUTA, 1975 ; DEVAUX, 1977 ; HEUSDEN, 1972 ; CARDINAL, 1981 et DUSSART, 1966) qui déterminent les volumes cellulaires à partir des dimensions moyennes de l'espèce, nous pouvons attribuer un biovolume aux genres principaux trouvés dans la Vire. (tableau n° 37).

<i>Carteria</i>	300	<i>Cyclotella</i>	150
<i>Chlamydomonas</i>	270	<i>Cocconeis</i>	500
<i>Ankistrodesmus</i>	250	<i>Navicula</i>	300
<i>Coelastrum</i>	3500	<i>Nitzschia Closterium</i>	300
<i>Monoraphidium</i>	15	<i>Chroomonas</i>	100
<i>Scenedesmus</i>	550	<i>Cryptomonas</i>	2500
<i>Mallomonas</i>	500		

Tableau n° 37 : Volumes attribués aux principaux genres
(volume μ^3)

En admettant que la densité des algues est voisine de 1, la biomasse peut être calculée en poids frais de phytoplancton.

L'estimation de la biomasse peut être améliorée en tenant compte des volumes plasmiques. Nous les connaissons ici avec trop d'incertitude pour appliquer cette correction.

Carbone organique particulaire.

En rivière le carbone organique particulaire ne peut pas être une estimation de la biomasse car il est essentiellement allochtone.

4.4.2. Relation chlorophylle - biovolume :

Il y a une corrélation significative entre la chlorophylle a et le biovolume au point 26 (figure n° 68), mais elle n'est pas très bonne si l'on regarde la répartition des points.

Pour cela nous avons supprimé de la corrélation les valeurs du 18 et du 27 juillet 1979 dont la chlorophylle est sous évaluée par erreur.

Le coefficient de corrélation est égal à 0,60 pour 18 couples, alors qu'en considérant la relation entre la chlorophylle a et le nombre de cellules le coefficient est égal à 0,35.

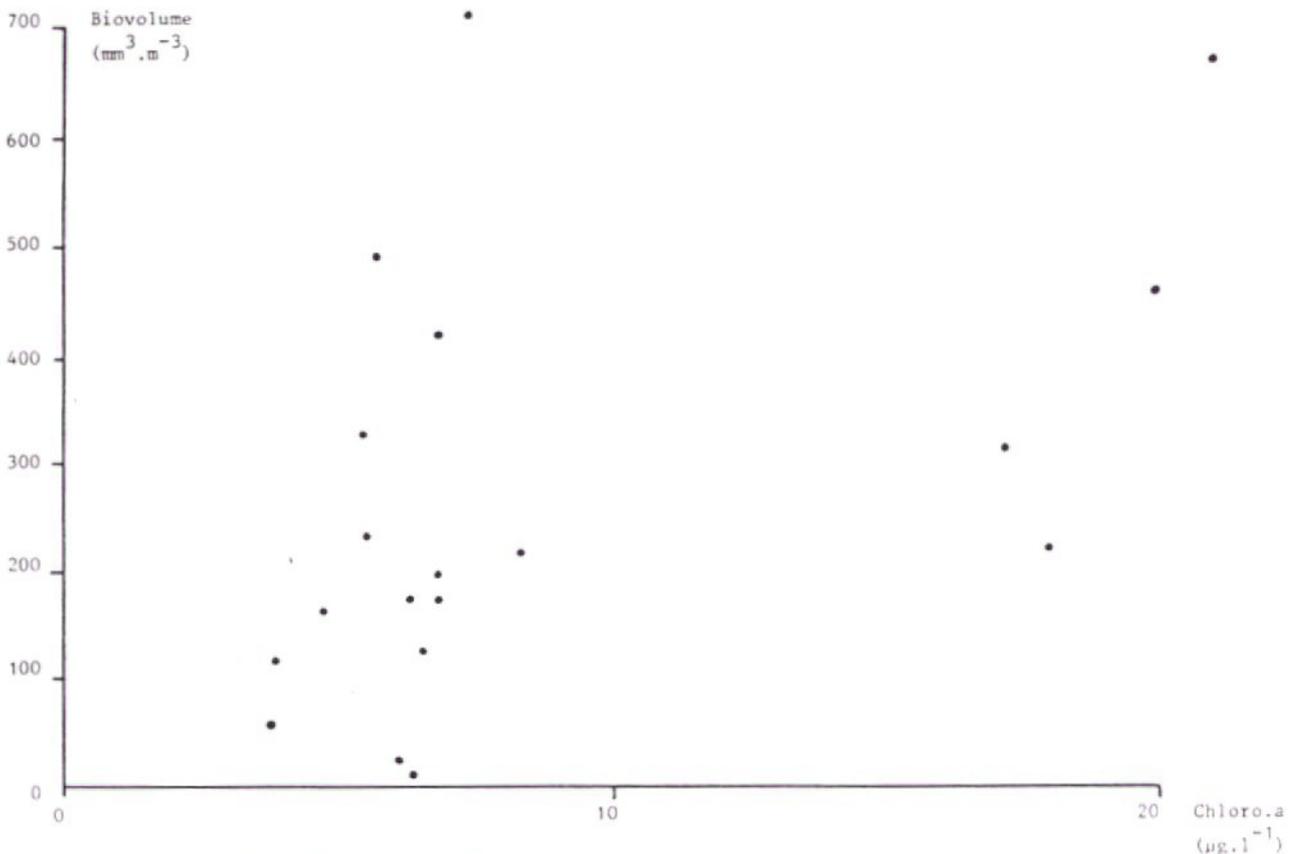


Figure n° 68 : Relation biovolume - chlorophylle a au point 26.

Si la chlorophylle n'est pas un paramètre exact de biomasse sa concentration semble quand même en relation avec le biovolume.

4.4.3. Relation chlorophylle - carbone organique particulaire :

Il n'existe pas de corrélation entre la chlorophylle a et le carbone organique particulaire, station par station ou en considérant l'ensemble de la rivière. Le carbone organique particulaire est surtout détritique dans la Vire et l'analyse factorielle montrera également (DULAC et LAURENCEAU, 1981) que ces deux variables sont indépendantes l'une de l'autre donc que le plancton ne participe pas pour une grande part au carbone organique particulaire de la Vire.

Le tableau des moyennes sur plusieurs points et par période (tableau n° 38) montre une diminution amont-aval qui est la plus marquée en étiage. La diminution vers l'aval est très nette dès la partie médiane en relation avec le développement d'une matière algale autochtone. Durant l'année les valeurs les plus élevées de ce rapport sont obtenues en mars et en décembre au moment des hautes eaux lors des concentrations importantes du carbone organique particulaire. Ce rapport est le plus faible pendant l'été et l'étiage : il y a moins d'apport de carbone organique allochtone et un enrichissement de chlorophylle se produit surtout en aval (figure n° 69).

Date \ Point	29.3 + 21.5.79	7.6 + 30.8.79	21.9 + 18.10.79
22 à 23	401	207	169
231 à 26	342	168	83
261 à 28	195	72	39

Tableau n° 38 : Valeurs du rapport $\frac{COP}{chloro.a}$ moyenné par période et tronçon.

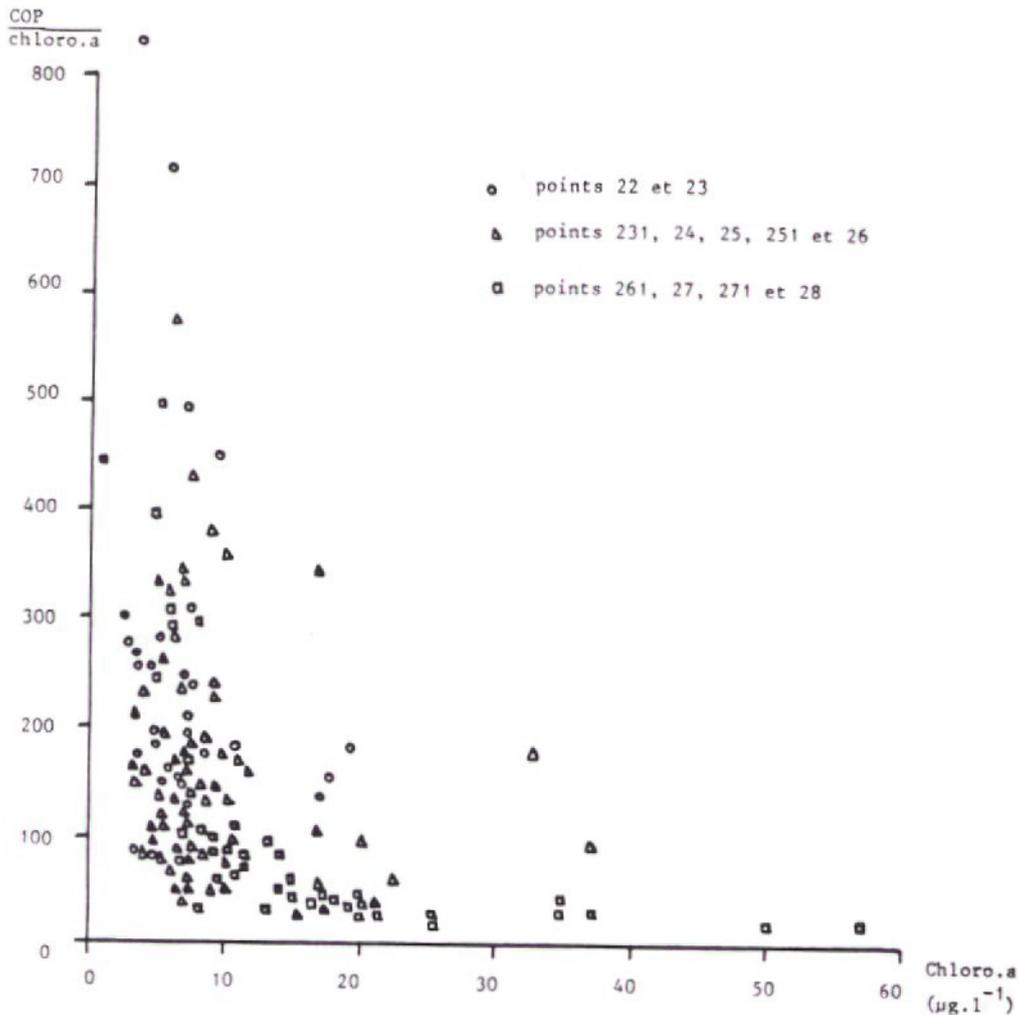


Figure n° 69 : $\frac{COP}{chloro.a}$ en fonction de la chlorophylle dans la Vire

On ne peut comparer ces rapports à ceux obtenus en lac ou en mer où le carbone organique particulaire est essentiellement celui du phytoplancton, mais MARKER et GUNN (1977) dans une petite rivière anglaise, la Bere Stream, trouvent des valeurs du même ordre de grandeur de (25 à 500) qui sont maximales en hiver et en automne et minimales en avril au moment du développement des Diatomées.

4.4.4. Relation production - biomasse et production - densité d'algues :

Il n'y a ni à la Graverie ni aux Roches de Ham, de relation directe entre la productivité et la biomasse exprimée en chlorophylle ou à partir du biovolume ou en nombre de cellules. Généralement il existe

une relation inverse entre la productivité et la biomasse dans les lacs (FINDENEKG, 1965 ; CAPBLANCQ, 1974 ; PELLETIER, 1973) ou dans les rivières (CHAMP, 1980 ; MARKER, 1976 b, pour les algues épilithiques). Par contre CAPBLANCQ et DAUTA (1978) ne trouvent pas non plus de relation entre la productivité et la chlorophylle dans le Lot.

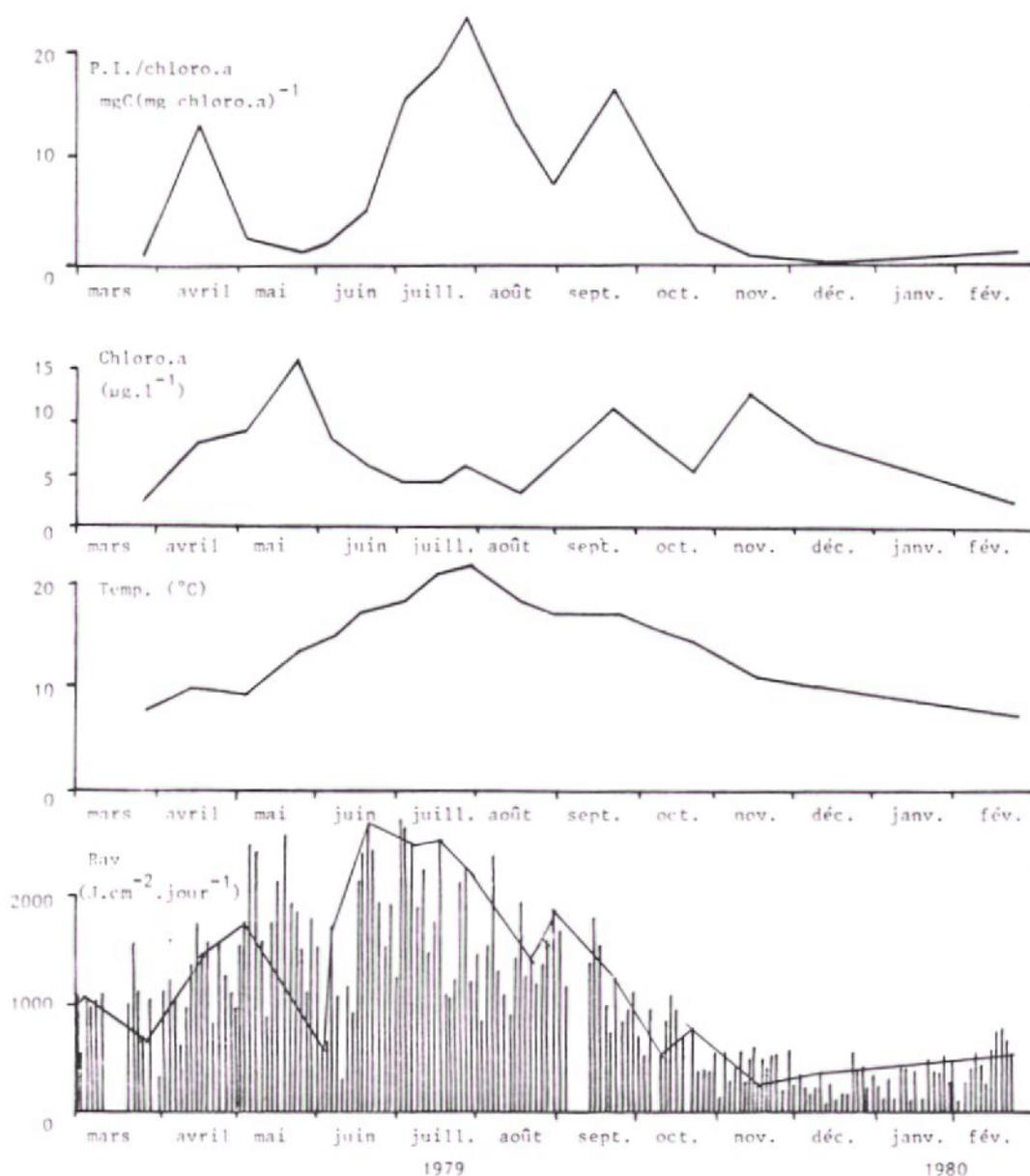


Figure n°70 : Evolution simultanée de la productivité, de la chlorophylle a au point 24, de la température d'incubation et du rayonnement à Caen.

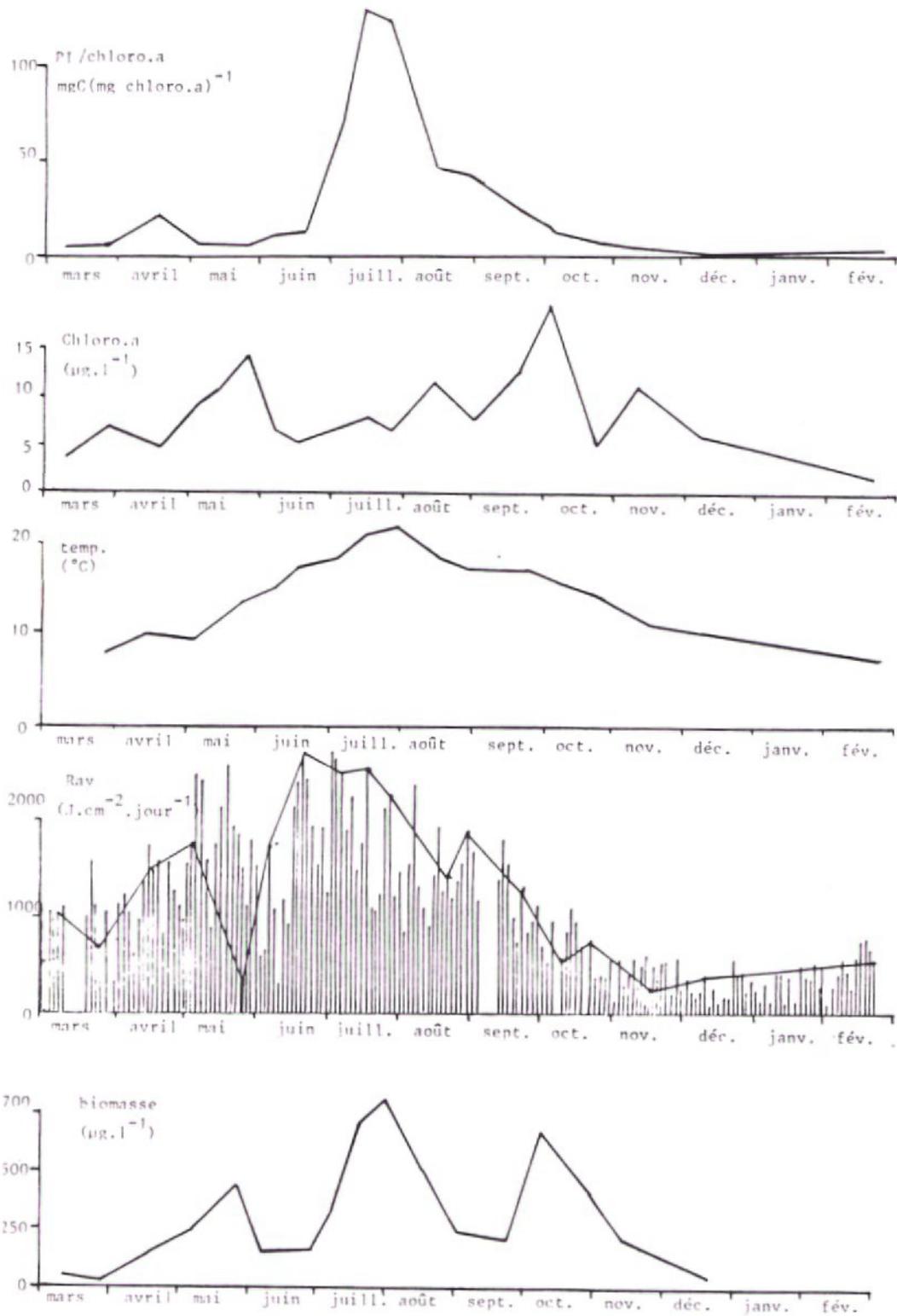
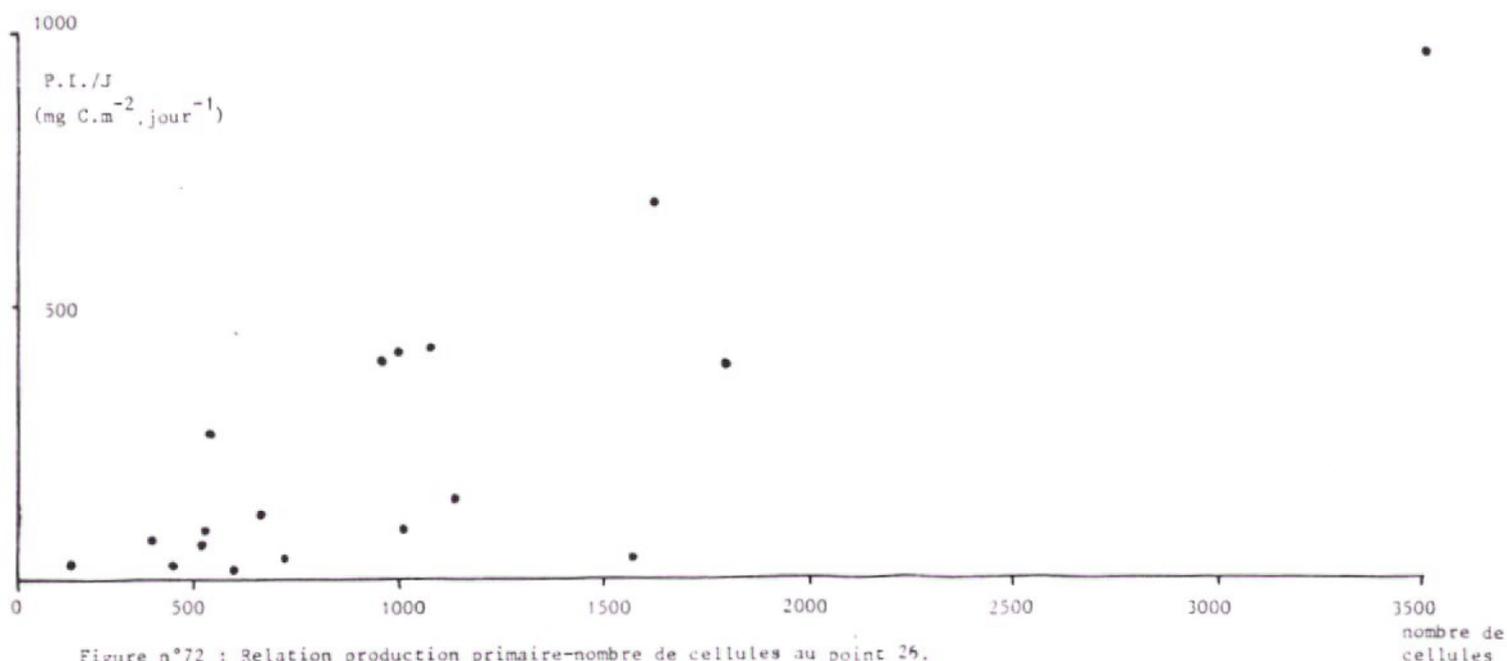


Figure n° 71 : Evolution simultanée de la productivité, de la chlorophylle, de la température, de la biomasse au point 26 et du rayonnement à Caen.

Toutefois, au vu des figures n° 70 et n° 71 qui superposent les évolutions de la productivité et des paramètres pouvant l'influencer à la Graverie (point 24) et aux Roches de Ham (point 26), la biomasse

au point 26 (figure n° 71) a une évolution plus proche de la productivité au point 24 (figure n° 70) que de la productivité au point 26. En particulier le pic de productivité en juillet (point 24) est concomitant avec celui de la biomasse (point 26) et nous trouvons un pic de productivité (point 24) à la fin septembre et un pic de biomasse (point 26) au début octobre. La biomasse que l'on trouve en un point est héritée de la production intégrée à son amont mais également la production est le résultat de cette biomasse. Les maxima de production primaire au point 26 se produisent au moment où les comptages phytoplanctoniques sont les plus forts de l'année : ils sont essentiellement dus à Monoraphidium (le 18 juillet et le 27 juillet 1979) et à Chlamydomonas (le 27 juillet 1979).

Il existe une relation entre la production primaire et le nombre de cellules (figure n° 72) et en ôtant les 2 points de juillet qui améliorent la corrélation, le coefficient de corrélation est égal à 0,64 (significatif à $P = 0,01$).



La production primaire est liée plus fortement au nombre de cellules qu'à la biomasse.

Quand un genre est dominant nous essayons d'évaluer la productivité par cellule (tableau n° 39) et il semble que Navicula soit, par exemple, peu productive au regard de Cyclotella qui est généralement une cellule plus petite. FINDENEKG (1965) trouve aussi que Cyclotella est très active. Cette comparaison a pour restrictions les différences des conditions extérieures d'incubation et de la composition du peuplement lors des diverses dates.

date	point	PI/J mgC.m ⁻³ .j ⁻¹	genre dominant	nombre de % du genre en % du total de %	nombre de cellules %.ml ⁻¹	PI/cellule mgC.j ⁻¹ .%
21.5.79	26	11,2	Navicula	81	1585	7.10 ⁻⁹
5.7.79	26	319	Cyclotella	53	1800	177.10 ⁻⁹
8.11.79	26	7,8	Navicula	58	638	12.10 ⁻⁹
13.12.79	26	1,5	Navicula	68	31	48.10 ⁻⁹
4.6.80	270	977	Cyclotella	69	6260	156.10 ⁻⁹

Tableau n° 39 : Productivité par cellule quand un genre est dominant.

4.5. Productivité et biomasse par rapport aux facteurs du milieu :

Les facteurs du milieu qui risquent d'influencer le plus la production photosynthétique de la rivière sont les paramètres hydrologiques et météorologiques (température, rayonnement, débit) et les concentrations en nutriments (azote et phosphore principalement).

4.5.1. Nutriments :

Les teneurs en sels nutritifs (nitrates et orthophosphates) n'influencent pas directement la production ou la productivité mesurée au cours d'une journée.

En ce qui concerne les relations biomasse et nutriments dans la partie aval de la Vire où nous avons pu observer des développements algals importants, ceux-ci sont associés en 1979 comme en 1980 aux valeurs les plus faibles de nitrates. Ceci est la conséquence d'un apport moindre de nitrates pendant la période estivale favorable aux développements des algues (§ 2.4) et n'est pas en liaison avec une consommation des nitrates par les algues comme le montre la figure n° 73 où les fortes densités algales n'entraînent pas une diminution des nitrates supérieure à celle des autres périodes de basses eaux.

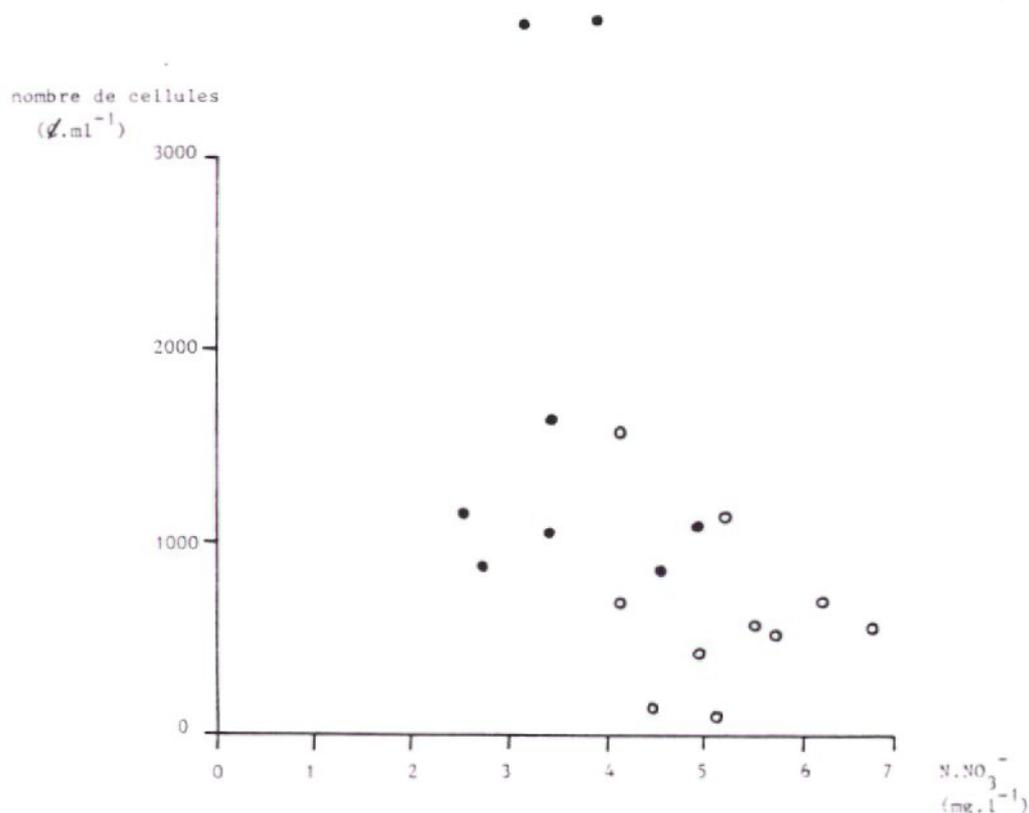


Figure n° 73 : Relation nombre de cellules-nitrates aux Roches de Ham (point 26) - ● points de basses eaux

Toujours en aval les fortes valeurs de chlorophylle de l'été et de l'étiage sont associées aux teneurs élevées en orthophosphates qui sont concentrés dans la rivière par les faibles débits.

En amont il n'y a pas de relation entre les nutriments et la chlorophylle.

Limitation par les nutriments.

Le développement de la biomasse phytoplanctonique ne joue pas sur les concentrations en nutriments (azote, phosphore) qui ne s'anulent pas, comme nous l'avions observé dans la Seine et ses affluents pour les orthophosphates (Partie I, § 2.6.2). Pourtant les poussées chlorophylliennes n'y étaient pas supérieures à celles obtenues dans la Vire aval ; mais dans la Vire le niveau de phosphore est plus élevé que dans la Seine ou ses affluents :

$$\text{moyenne P.PO}_4^{3-} \text{ au point 28 (St-Fromond)} = 0,300 \text{ mg.l}^{-1}$$

$$\text{moyenne P.PO}_4^{3-} \text{ à Corbeil (Essonne)} = 0,132 \text{ mg.l}^{-1}$$

Nous avons constaté un épuisement des orthophosphates dans l'Essonne au mois de mai 1979 associé à une teneur de $95 \mu\text{g.l}^{-1}$ de chlorophylle a.

Les rapports moyens $\frac{N}{P}$ varient en 1979 en amont autour de 100 et en aval de Vire entre 14 et 31. En considérant que le rapport dans le phytoplancton est de 16 (FLEMING in BOUGIS, 1974), l'azote est relativement plus abondant que le phosphore.

Les eaux de la Vire sont peu alcalines (moyennes en 1979 de 24 à $60 \text{ mg.l}^{-1} \text{ HCO}_3^-$) et le carbone assimilable varie de 3 à 15 mgC.l^{-1} à la Graverie et aux Roches de Ham avec des valeurs plus fortes en été. Quant au rapport C minéral assimilable / N.NO_3^- / P.PO_4^{3-} , il varie durant l'été aux Roches de Ham de $21 / 10 / 1$ à $442 / 108 / 1$

alors que ces éléments sont présents dans les algues dans le rapport 106 / 16 / 1 (STUMM et MORGAN, 1970). Le carbone est donc relativement déficient par rapport à l'azote et au phosphore mais il faudrait des productions extrêmement importantes pour qu'il puisse être limitant.

Le 27 juillet 1979 quand la production primaire est maximum nous avons mesuré un cycle de pH et des mesures de T.A.C. durant la journée. Le carbone assimilable n'est pas inférieur à $6,6 \text{ mgC.l}^{-1}$. Par contre le T.A.C. a une influence sur la productivité des différentes espèces. JACKSON (1961) a trouvé que les Diatomées sont plus productives pour des T.A.C. inférieurs à $40 \text{ mg.l}^{-1} \text{ HCO}_3^-$ alors que le taux de photosynthèse varie positivement avec le T.A.C. pour les Chlorophytes et que les Cyanophytes ont une productivité optimale pour $40 \text{ à } 90 \text{ mg.l}^{-1} \text{ HCO}_3^-$.

En résumé, il n'y a pas dans la Vire de limitation à la croissance des algues par les éléments nutritifs principaux ; l'azote et le phosphore qui sont parfois épuisés dans les lacs sont ici très abondants.

4.5.2. La température :

Température - Productivité.

Rappelons ce que dit DUSSART (1966) à propos du rôle qu'a la température sur les organismes aquatiques : "Elle intervient sur les populations de producteurs comme facteur de contrôle ou comme facteur léthal, elle influence directement le métabolisme donc la croissance des espèces". Pour toutes les espèces il existe une température optimum de développement au-dessous de laquelle le métabolisme est réduit et au-dessus de laquelle les processus de synthèse et de catabolisme sont suractivés avec prédominance de ces derniers.

D'après JACKSON (in DUSSART, 1966) les Chlorophycophytes (Chlorophytes), les Pyrrhophycophytes (Euglénophycées, Cryptophycées, Dinophycées) et les Chrysophycophytes (Chrysophycées et Xanthophycées) ont un taux de production photosynthétique supérieur en eau froide alors que les Cyanophytes ont un taux plus élevé en eaux tièdes. Les résultats de ICHIMURA et ARUGA (in DUSSART, 1966) ont montré que le taux de photosynthèse était maximum vers 16°C pour les Diatomées comme Asterionella Formosa alors qu'il l'est à 25°C pour les Cyanophycées. Les développements excessifs de Diatomées seraient plus à craindre, du point de vue de la température, au printemps et en automne alors que ceux de Cyanophycées se produiraient à une température plus élevée.

La température de la Vire n'est donc pas favorable au développement de Cyanophycées car elle est généralement inférieure à 21°C pendant l'été.

Dans la Vire c'est pendant la période chaude que la production primaire est la plus forte et c'est aussi le moment du développement algal maximum (figures n° 70 et n° 71).

L'effet de la température sur la productivité est constaté sur diverses espèces par des auteurs cités par HARRIS et PICCININ (1980). Eux-mêmes ont trouvé un optimum thermique de 20°C dans le lac Ontario au-dessus duquel la productivité diminue. CHAMP (1980) trouve un résultat équivalent dans la Loire avec un optimum thermique de 21°C en été.

Nous avons utilisé la productivité intégrée sur une colonne d'eau de 1 m alors que de nombreux auteurs parlent de la productivité

maximale : dans notre cas ces deux valeurs sont proches et liées linéairement. Durant l'année la productivité varie de 0,03 à 11,7 mg C. (mg.cha)⁻¹ (heure d'incubation)⁻¹ et son logarithme est significativement relié à la température (figure n° 74).

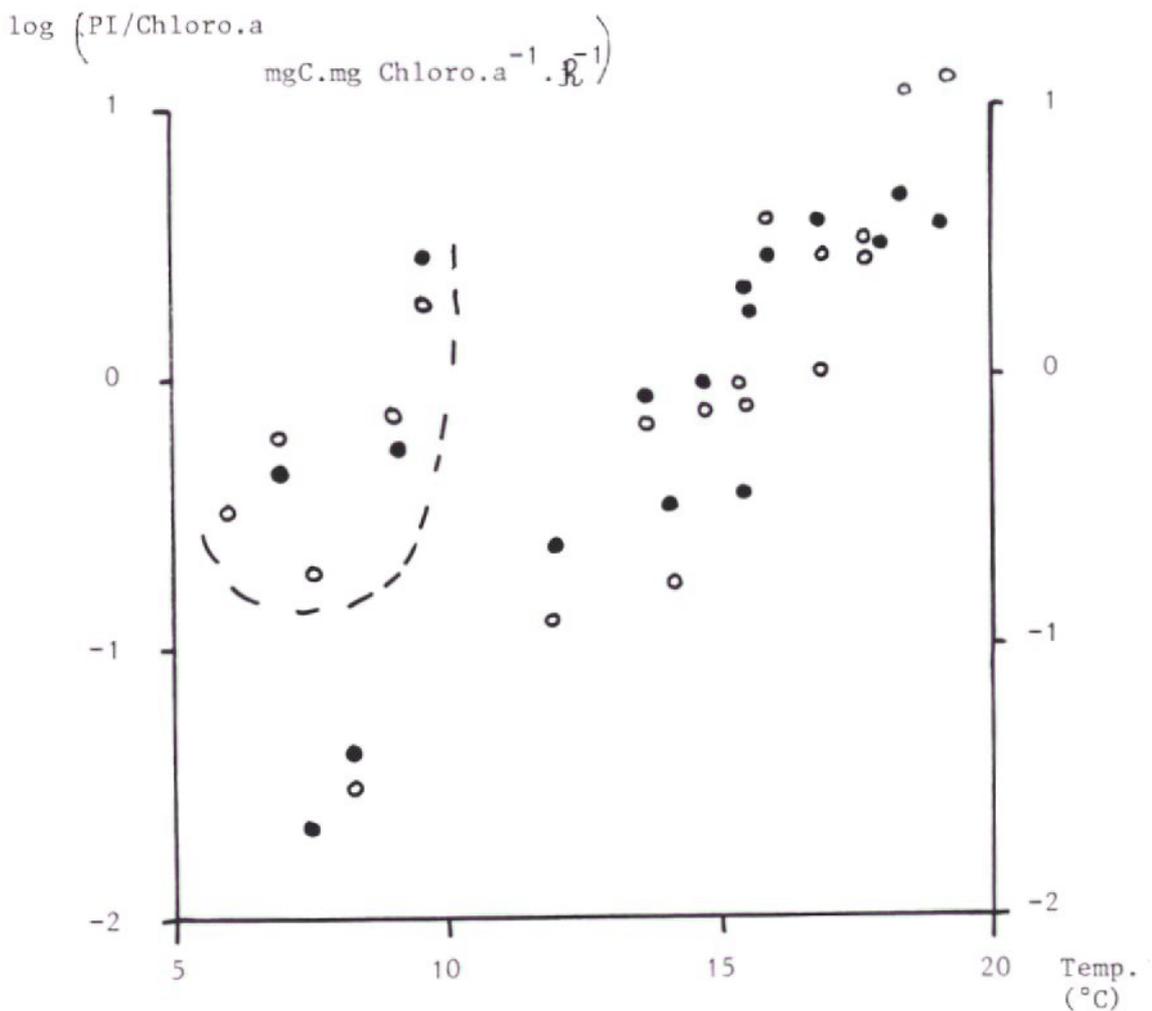


Figure n° 74 : Relation log (productivité) - température dans la Vire à La Graverie (point 24 ●) et aux Roches de Ham (point 26 ○)

Sur cette figure les points se séparent en deux zones qui correspondent à des gammes de température, c'est-à-dire à des périodes de l'année.

Tous les points de fin mai à novembre 1979 et ceux de juin, juillet et octobre 1980 (température > 10°C) satisfont à une corrélation hautement significative :

$\log (\text{P.I./chloro.a}) = 0,23 \text{ Temp} - 3,43$; $r = 0,85$ pour 26 couples entre 10 et 19°C qui est la température maximale.

P.I./chloro.a = productivité en $\text{mgC.mg chloro.a}^{-1}$.heure d'incubation⁻¹
Temp = température en °C.

Les points relatifs aux hautes eaux (mars, avril, début mai 1979 et février 1980) sortent de cette relation, mais nous n'avons pas assez de valeurs pour déterminer un comportement de la productivité en eau froide ou pour le relier à celui en eau tiède. A ces époques le peuplement est surtout à base de Diatomées mais ce n'est pas le critère de sélection car à d'autres dates où le peuplement est essentiellement formé de Diatomées la productivité répond bien à une fonction de la température.

BAKER et BAKER (1979) ont été aussi amenés à déterminer deux comportements dans le Mississippi : au printemps avec une population de Diatomées l'optimum thermique est à 16°C et l'été durant lequel les algues bleues prolifèrent la productivité croît avec la température jusqu'à 28°C qui est le maximum observé.

Une relation de type logarithmique a également été observée par CAPBLANCQ et DAUTA (1978) où $\log (\text{P.I./chloro.a})$ est une fonction de la température. Dans le Lot aux fortes températures domine un peuplement à base de Chlorophycées beaucoup plus actif que celui à base de Diatomées que l'on trouve à moindre température. De la relation qu'ils trouvent sortent, comme dans la Vire, quelques points aux basses températures.

Température - Chlorophylle et Température - Biomasse.

L'influence directe de la température sur la chlorophylle n'est visible que dans le cours aval de la Vire. A partir du point 261 (Ste Suzanne sur Vire) la chlorophylle est liée à la température (figure n° 75).

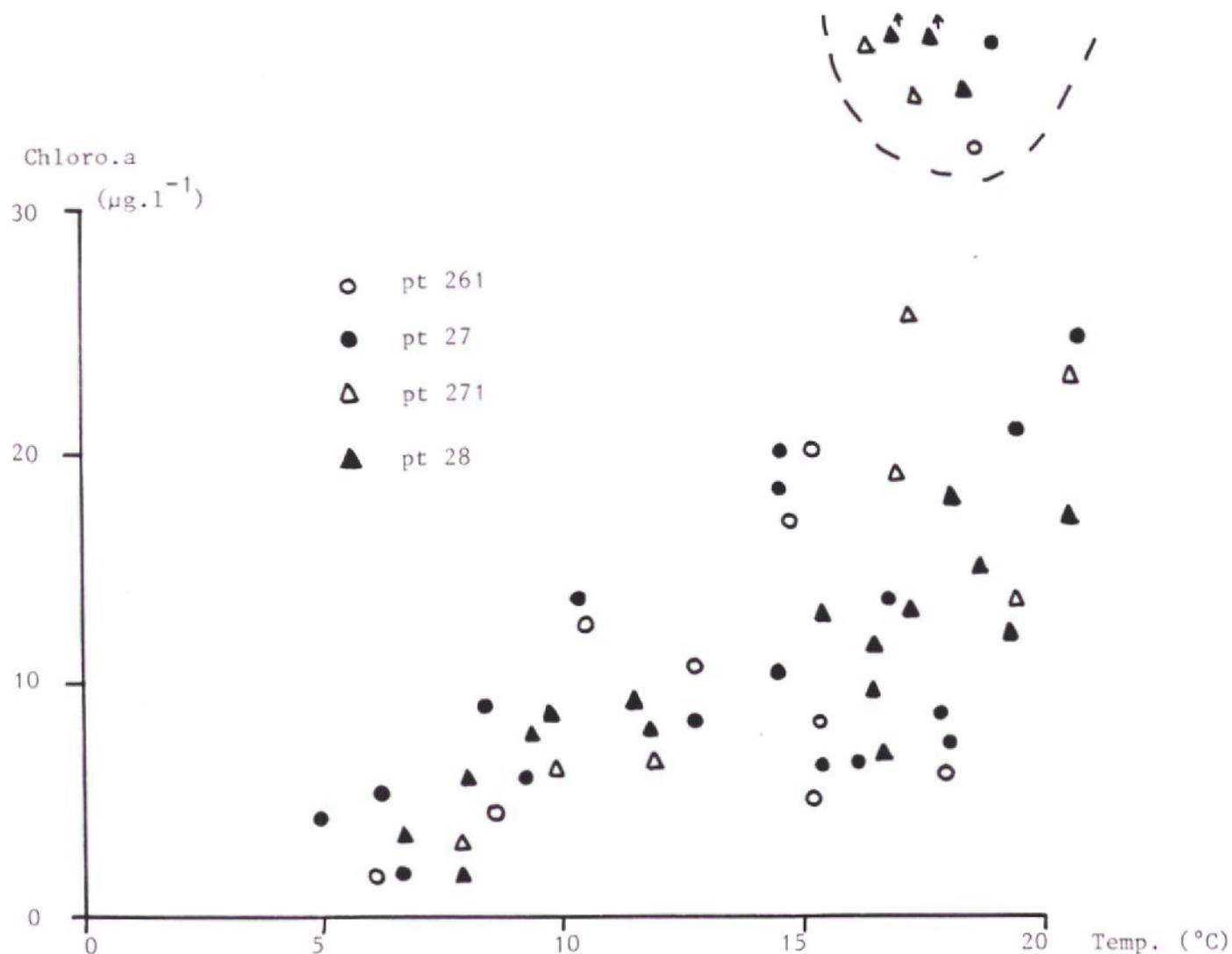


Figure n° 75 : Chlorophylle a en fonction de la température en aval de la Vire.

Les observations chlorophylle-température se répartissent régulièrement le long d'une porteuse de laquelle s'éloignent les valeurs de chlorophylle supérieures à 30 µg.l⁻¹. C'est une disposition que nous avons déjà trouvée dans le cas de la Seine à Vernou (partie I, § 2.6.1.1).

Comme les observations ne sont pas indépendantes nous traiterons les corrélations en chaque station. En excluant les pics de chlorophylle les relations sont les suivantes :

- au point 27 : chloro.a = 0,86 Temp. - 1,61 (r = 0,63 pour 18 couples)
 - au point 28 : chloro.a = 0,82 Temp. - 1,30 (r = 0,84 pour 17 couples)
- r est significatif à 0,01 dans les 2 cas.

chloro.a = chlorophylle a en $\mu\text{g.l}^{-1}$

Temp. = température en °C

Ces équations sont fort proches de celle obtenue à Vernou qui était : Chloro.a = 0,79 Temp. - 1,10 .

Aux Roches de Ham (point 26), seule station où nous avons une estimation de la biomasse par la méthode des biovolumes, bien qu'il n'y ait pas de relation entre la chlorophylle et la température, la biomasse est liée positivement à la température (figure n° 76).

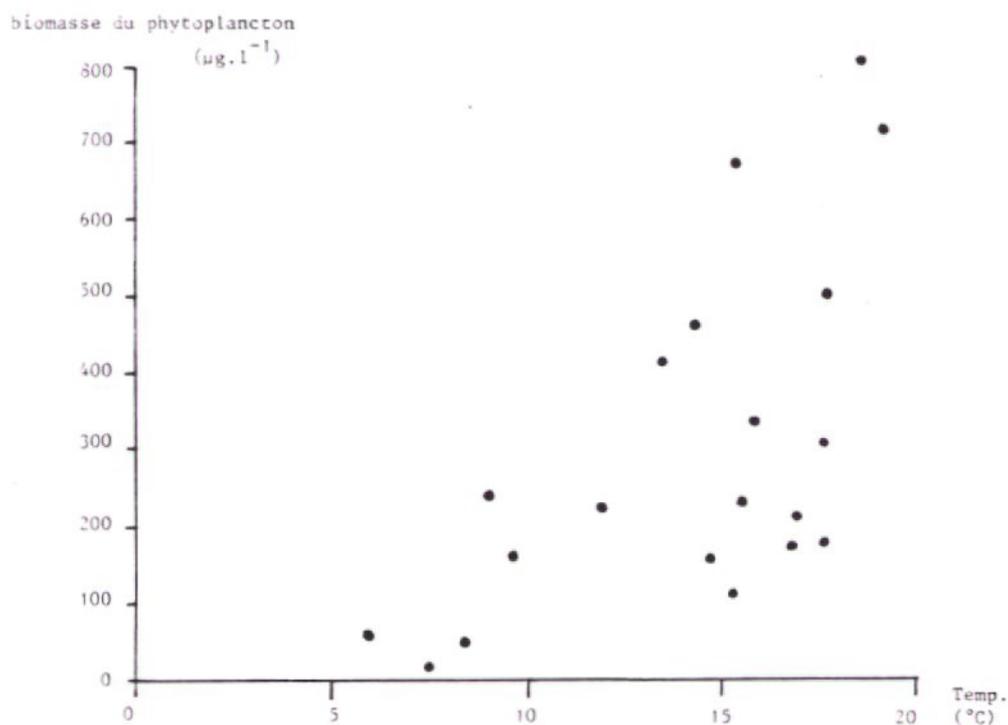


Figure n° 76 : Relation biomasse - température aux Roches de Ham (point 26)

4.5.3. Le rayonnement :

Il est difficile de séparer les effets de la température de ceux du rayonnement sur la production dans la rivière car ces paramètres sont liés. Toutefois les maxima de production n'ont pas eu lieu lors des rayonnements les plus forts (figures n° 70 et n° 71).

La radiation du jour de l'incubation mais aussi la radiation globale des jours précédents semble avoir un effet sur la production à température et à éclaircissement constants comme l'a constaté HOFFMAN (communication A.F.L., 1981).

Nous trouvons les relations suivantes :

$$\log (\text{productivité}) = -0,72 + 0,0005 \text{ Ray} \quad (r = 0,68 \text{ pour } 38 \text{ couples})$$

$$\log (\text{productivité}) = -0,75 + 0,0006 \text{ Ray}_{6J} \quad (r = 0,61 \text{ pour } 38 \text{ couples})$$

Ray = rayonnement du jour à Caen

Ray_{6J} = rayonnement à Caen moyenné sur 6 jours précédant l'expérience.

Les points qui sortent le plus de l'une ou l'autre relation sont des points pour lesquels le rayonnement du jour est très différent de celui des jours précédents (21 mai, 20 juin, 13 décembre 1979) ; nous pouvons donc penser que ces deux données jouent sur la productivité de la journée.

Ces relations sont significatives à $P = 0,01$ et elles ont l'avantage sur celle productivité-température de traiter toutes les campagnes simultanément (figure n° 77). Toutefois cette relation est valable dans les limites du rayonnement observé et pour les rayonnements élevés la productivité semble tendre vers une limite asymptotique.

Dans la Tamise KOWALCZEWSKI et LACK (1971) trouvent une relation entre le logarithme de la production primaire et le logarithme du rayonnement.

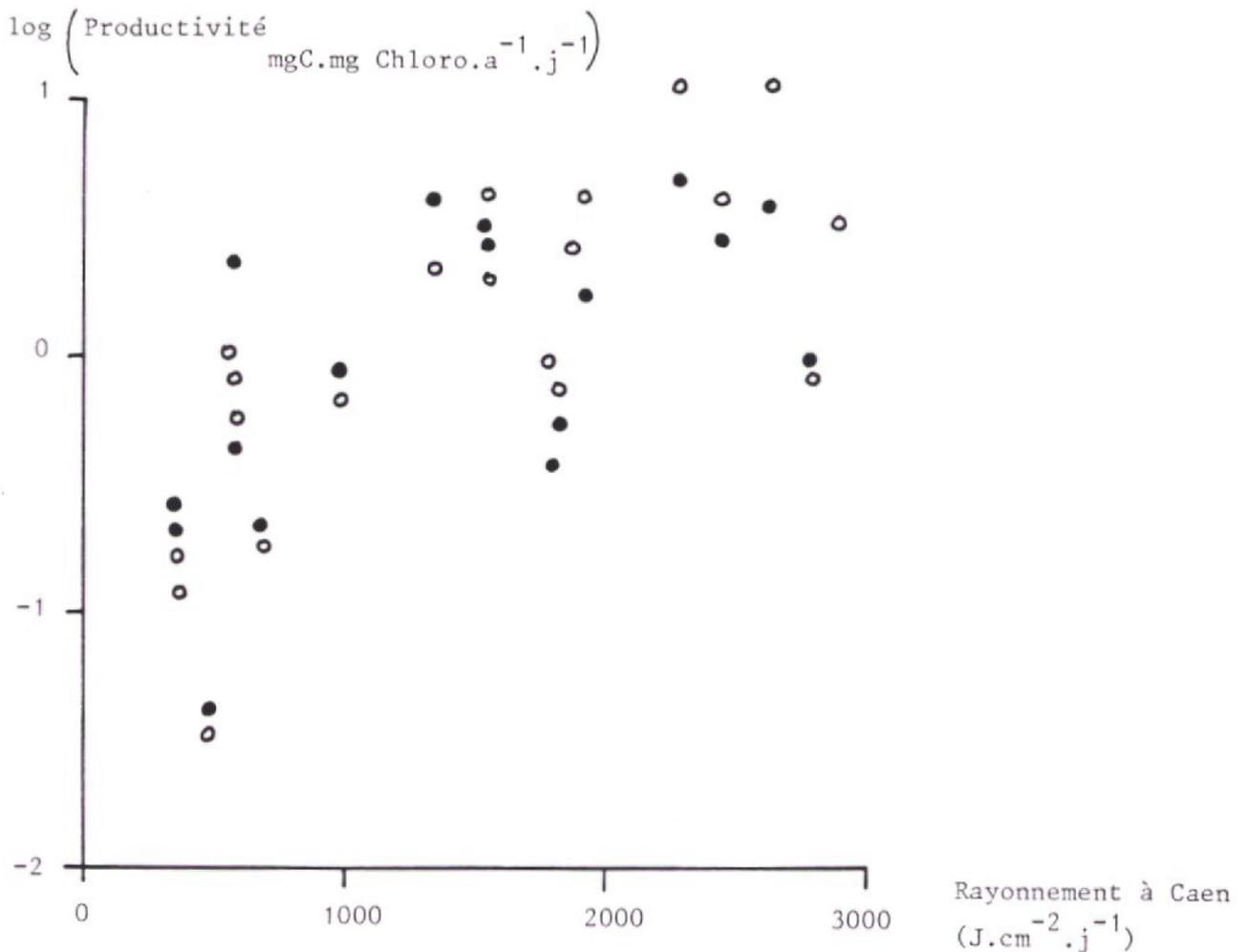


Figure n° 77 : Relation log (productivité) - Rayonnement dans la Vire à La Graverie (point 24 ●) et aux Roches de Ham (point 26 ○)

4.5.4. Le débit :

Ce n'est qu'en aval, c'est-à-dire là où le courant est ralenti et où l'eau a eu un temps de transfert suffisamment long, que l'on trouve des développements d'algues importants. Ce n'est qu'aux stations 27 et 28 qu'une relation logarithmique négative existe entre la chlorophylle et le débit, significative à $P = 0,01$.

Mais le débit n'a pas le même rôle sur les cellules pélagiques et sur les cellules benthiques. Les faibles débits favorisent la croissance des cellules planctoniques comme le montre la relation

$\log(Q) = f(\log Q)$ avec un coefficient de corrélation = -0,82 pour 20 couples (figure n° 78). Alors que le pourcentage de cellules benthiques augmente avec le débit dans une relation: pourcentage (cellules benthiques) = $f(\log Q)$ avec $r = 0,77$ pour 20 couples (figure n° 79).

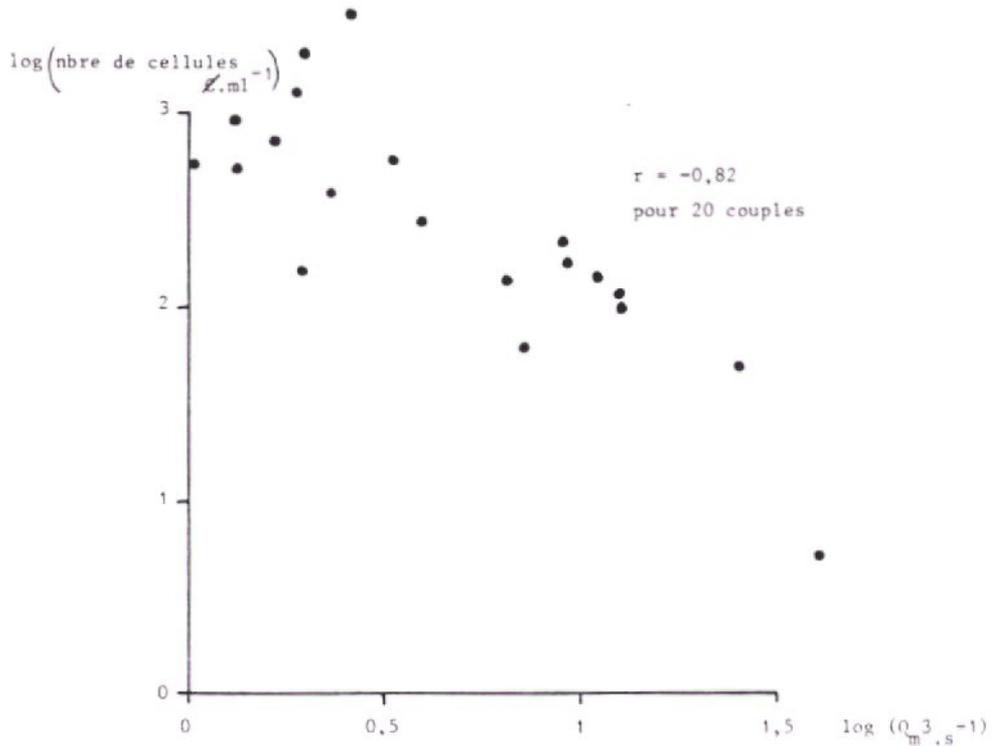


Figure n° 78 : Relation entre log (nombre de cellules pélagiques) et log (débit) aux Roches de Ham (point 26)

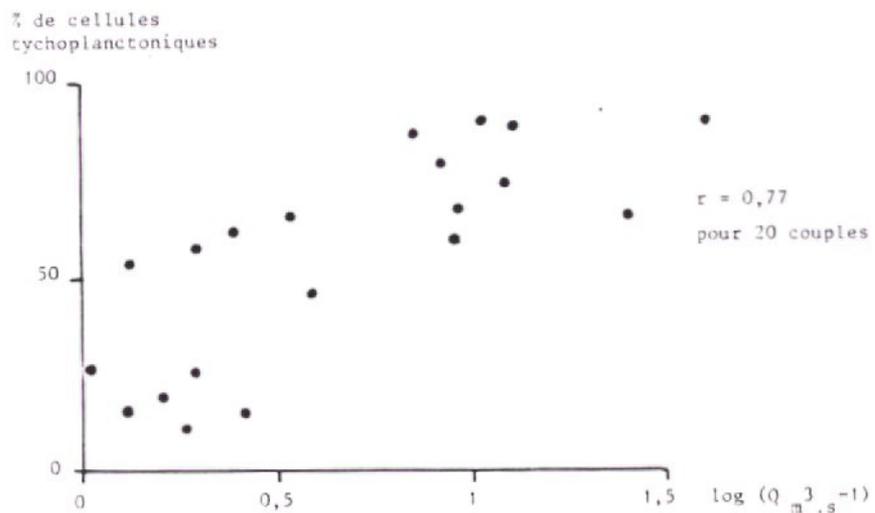


Figure n° 79 : Relation % de cellules tychoplanctoniques - log (débit) aux Roches de Ham (point 26)

4.6. Biomasse apportée par les renoncules d'eau :

Si nous pouvons considérer que dans la partie aval de la Vire la biomasse phytoplanctonique est prédominante par rapport aux algues benthiques et aux macrophytes, ceci n'est plus nécessairement vrai là où la profondeur de la rivière est faible. Toutefois la prolifération de macrophytes est très limitée dans l'espace et la seule zone véritablement envahie se situe au pont de la Graverie. En cet endroit durant les mois de juin et de juillet le lit caillouteux de la Vire est colonisé par des renoncules d'eau sur une longueur d'une trentaine de mètres.

En 1979 et en 1980 nous avons essayé d'estimer le stock de biomasse représenté par les renoncules. La surface d'affleurement des végétaux a été calculée à partir de photographies et nous avons prélevé des échantillons pour évaluer le poids frais, le poids sec et le poids de cendres ainsi que la teneur en chlorophylle ramenés à tout le tronçon qui a une surface de 697 m^2 .

En considérant qu'en poids le carbone constitue la moitié de la matière organique il y a en 2 mois 840 g de carbone produit par m^2 de rivière sur ce tronçon.

Ces chiffres sont entachés d'erreurs imputables à l'imprécision des méthodes de mesure. Le rapport entre la biomasse végétale et la surface d'affleurement est évalué avec une grande incertitude à partir des prélèvements de végétaux.

Ces résultats montrent cependant que le plancton ne représente pas à la Graverie la part la plus importante de la biomasse.

	Poids frais		Poids sec		Poids cendres		Chloro.a		Chloro.b	
	3.7.79	2.6.80	3.7.79	2.6.80	3.7.79	2.6.80	3.7.79	2.6.80	3.7.79	2.6.80
Pour la surface totale du tronçon kg	1 180	1 610	160	130	31	30	0,68	0,95	0,33	0,50
En grammes par m ² de lit de rivière	1 680	2 300	230	190	44	43	0,97	1,36	0,47	0,71
En grammes par m ² d'affleurement à la surface	10 430	10 710	1 420	870	270	200	6,05	6,32	2,92	3,32

Tableau n° 40 : Biomasse des renoncules à La Graverie en 1979 et 1980.

4.7. Conclusions :

L'étude de la chlorophylle comme mesure de biomasse a permis de définir une zonation longitudinale de la rivière. En amont la chlorophylle est la plus abondante au printemps et en automne, périodes pendant lesquelles les algues dans la Vire sont surtout d'origine benthique. A l'aval c'est pendant l'étiage que la teneur en chlorophylle est la plus importante avec le développement d'espèces réellement planctoniques. La teneur moyenne en chlorophylle augmente de l'amont vers l'aval et ce n'est que dans les grands biefs de l'aval que nous avons décelé des signes d'une biomasse abondante (122 $\mu\text{g.l}^{-1}$ de chlorophylle a aux Claires de Vire en octobre 1979).

Le peuplement phytoplanctonique de la Vire est bien diversifié, sa diversité est maximale quand le phytoplancton est le plus important, c'est-à-dire en été. Si l'on trouve une flore relativement tolérante à la pollution organique, il n'y a pas ou très peu de Cyanophycées dans la Vire. Au printemps la population est essentiellement composée de Diatomophycées du genre Navicula ou Cyclotella et l'été elle est à dominante d'Euchlorophycées comme Chlamydomonas et Monoraphidium. La population devient plus importante à l'aval et c'est à Rampan (point 270) que le maximum de cellules est observé avec $6260 \text{ } \mu\text{.ml}^{-1}$ en juin 1980.

La production et la productivité par unité de chlorophylle ont des évolutions saisonnières semblables mais elles sont différentes à la Graverie (point 24) et aux Roches de Ham (point 26). Au point 26 le maximum de production se situe en juillet au moment de la densité algale la plus importante.

Dans la Vire les nutriments ne sont pas limitants à la croissance algale car l'azote et le phosphore sont très abondants dès l'aval de Vire et leur concentration n'est pas liée à la biomasse.

L'importance des facteurs physiques, météorologiques et hydrologiques est à souligner. Les paramètres comme la température, le rayonnement et le débit étant liés tous à la saison il est difficile de séparer les effets de chacun. Les températures fortes et les rayonnements élevés favorisent la production et la biomasse et le débit ou plutôt la vitesse de l'eau conditionne la répartition et la quantité de biomasse dans la rivière.

5. INFLUENCE DES BARRAGES ET DES BIEFS :

Les barrages et les biefs sont des lieux favorables à la production algale. Le réchauffement de l'eau, la sédimentation des matières en suspension, un temps de séjour de l'eau prolongé en font souvent des zones d'ensemencement des rivières en phytoplancton.

Nous possédons un certain nombre de données en amont et en aval du réservoir de la Dathée situé en tête de bassin et une étude plus approfondie des biefs de l'aval de la Vire a été effectuée.

5.1. Influence du réservoir de la Dathée :

Avec des prélèvements en 1979 à l'amont et à l'aval du réservoir nous allons chercher à déterminer l'impact de la retenue sur le niveau trophique de la Dathée. Le point amont de la Dathée (point 20) ne représente pas l'ensemble des tributaires au réservoir et le point aval (point 21) n'est pas situé juste à l'exutoire mais environ à 1 km plus en aval. Une plus grande connaissance du réservoir sera apportée avec l'étude de BOULMER M. (à paraître).

5.1.1. Effet de la retenue de la Dathée sur la température.

L'évolution des températures après le séjour de l'eau dans le réservoir de la Dathée montre une augmentation qui dure jusqu'en octobre. Elle est la plus importante durant l'été (figure n° 80).

5.1.2. Influence du réservoir sur la biomasse de la Dathée.

L'influence de la retenue sur la teneur en chlorophylle de la Dathée n'a vraiment été visible qu'une seule fois en 1979. Le 21 septembre la chlorophylle a passé de $6,4 \mu\text{g.l}^{-1}$ à l'amont à $29,7 \mu\text{g.l}^{-1}$ à la sortie du réservoir. Cette pointe de chlorophylle est accompagnée d'un faible pourcentage de phéophytine (27 %) et

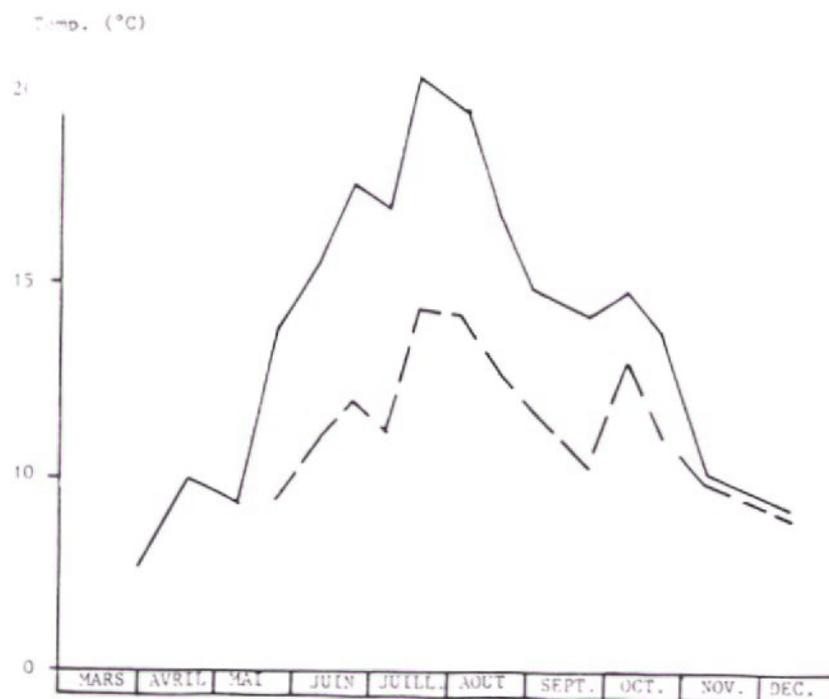


Figure n° 80 : Evolution de la température en 1979 de l'amont du réservoir (point 20 : — —) à l'aval (point 21 : - - -)

point	% de cellules benthiques en dérive	phéophytine %	$\frac{DO_{430}}{DO_{410}}$	$\frac{COP}{chloro.a}$
20		73	0,82	285
21	14	56	1,10	121

Tableau n° 41 : Valeurs relatives au phytoplancton et à la chlorophylle en amont et en aval du réservoir moyennées du 21 mai au 18 octobre 1979.

est due à Mallomonas Fastigata ($1050 \text{ } \varnothing . \text{ml}^{-1}$) qui est effectivement une espèce planctonique.

Le reste du temps la chlorophylle est faible toute l'année sur la Dathée amont (inférieure à $7 \mu\text{g} . \text{l}^{-1}$) ainsi que sur la Dathée aval mis à part un faible pic de printemps ($13,8 \mu\text{g} . \text{l}^{-1}$).

La population planctonique est influencée par la présence de la retenue. Nous avons vu que la proportion de cellules tychoplanc- toniques que l'on retrouve en pleine eau est faible en aval du réservoir (point 21) en particulier par rapport à ce qu'on trouve dans la Vire aux Roches de Ham (§ 4.2.2.). Ceci est lié à une proportion de chlorophylle a active qui est plus grande en aval du réservoir qu'à son amont comme le montrent les valeurs de phéophytine et du rapport $\frac{\text{D.O.430}}{\text{D.O.410}}$. (tableau n° 41) .

Le rapport $\frac{\text{COP}}{\text{chloro a}}$ est plus faible en aval du réservoir (tableau n°41). Cela traduit la part plus importante que prend le phytoplancton en aval dans la matière organique. La diminution du rapport $\frac{\text{COP}}{\text{chloro a}}$ peut être provoquée par une sédimentation de la matière organique dans le réservoir et plus rarement par une augmen- tation de la chlorophylle.

Le barrage entraîne des conditions essentiellement favorables à la production et à la biomasse par le réchauffement de l'eau et par un temps de séjour plus long (la sédimentation ne peut pas être étudiée à partir de notre point aval qui est trop éloigné de l'exutoire). L'impact direct du réservoir sur la teneur en chlorophylle n'a été mis en évidence qu'une seule fois mais le barrage restitue une eau qui a une population algale plus active.

5.2. Influence des biefs

5.2.1. Introduction

Le régime hydrologique de la Vire est considérablement influencé par la présence de nombreux biefs généralement utilisés pour la production d'électricité par des microcentrales. Les biefs qui sont rares en amont de Vire sont de plus en plus nombreux à partir de Pont-Farcy et à l'aval de St-Lô la Vire ne s'écoule plus que dans des biefs (figure n°81). Les profondeurs maxima varient de 2 à 6 m et en étiage la vitesse devient très faible.

L'étude présentée ici a pour but de mettre en évidence l'influence des biefs sur la qualité de l'eau (oxygène dissous, biomasse et production phytoplanctonique, ammonium) et de déterminer les paramètres à prendre en compte pour une éventuelle étude plus systématique. Elle comporte un repérage des biefs suivi de l'étude fine de l'un d'eux, l'étude comparée de la rivière et d'un bief en dérivation et un suivi de masse d'eau.

5.2.2. Repérage des biefs

5.2.2.1. Vitesse de l'eau

La vitesse maximum de surface de la Vire a été mesurée au flotteur en 32 points à la fin de l'étiage 1979, le 17 octobre 1979 alors que le débit était de $0,55 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à Vire et de $1.2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à St-Lô. Les vitesses obtenues n'ont qu'une valeur indicative (tableau n°42). Elles varient fortement sur une très faible distance (Figure n°82) car elles sont influencées par la présence de biefs.

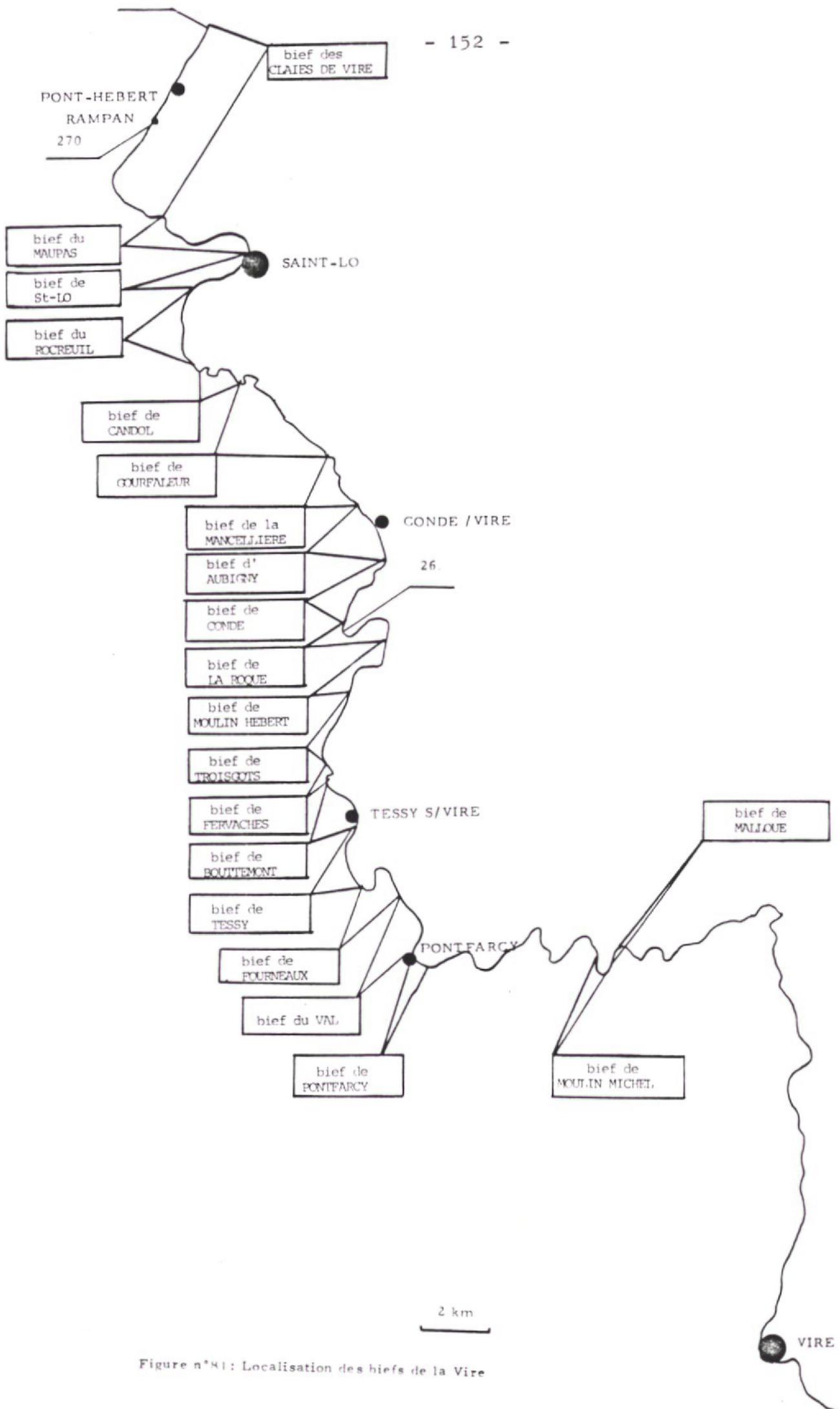


Figure n°81: Localisation des biefs de la Vire

Lieu	distance à la Manche	Vitesse cm/s
St-Fromond Pt 28	19,5	2,2
La Meauffe Pt 271	26	3,61
St Lo	38	4,5
Beaudre Pt 27	46	23,9
La Mancellière sur Vire	49	70
Ste Suzanne sur Vire Pt 261	50,5	16,1
Condé sur Vire	52,5	8,4
bief de Mesnil-Raoul	55	4,6
Condé sur Vire Pt 26	57	9,3
Brectou - ville	58,5	10,8
La Chapelle sur Vire	60,7	32
Bief de Troisgots	61,8	2,6
La Botinière	64	25
Tessy sur Vire	65,6	52,5
Pont Farcy Pt 251	70,5	24
Pont Farcy Pt 251	72	11,6

Lieu	distance à la Manche	Vitesse cm/s
Avenel	77,5	19
Malloue Pt.2502	80,5	28
Malloue	82	6,4
Campeaux pont de la vallée	86,2	40
Campeaux Le Moulin l'Fvêque	86,8	21
Campeaux Le Vieux Mesnard	88,8	70
Carville	90	21
Carville Pt 25	92,5	18,5
Le Vieux Mesnil	93,5	110
La Maubandièrre	95,5	37
La Graverie	98,5	47
Neuville Pt 231	102	40
Vire (Pt 23)	103,8	56
Vire	104,7	95
Vire	106	67
Vire, aval prise d'eau	109	11,8

TABLEAU n°42 : Vitesses maxima de surface relevées sur la Vire le 17 octobre 1979

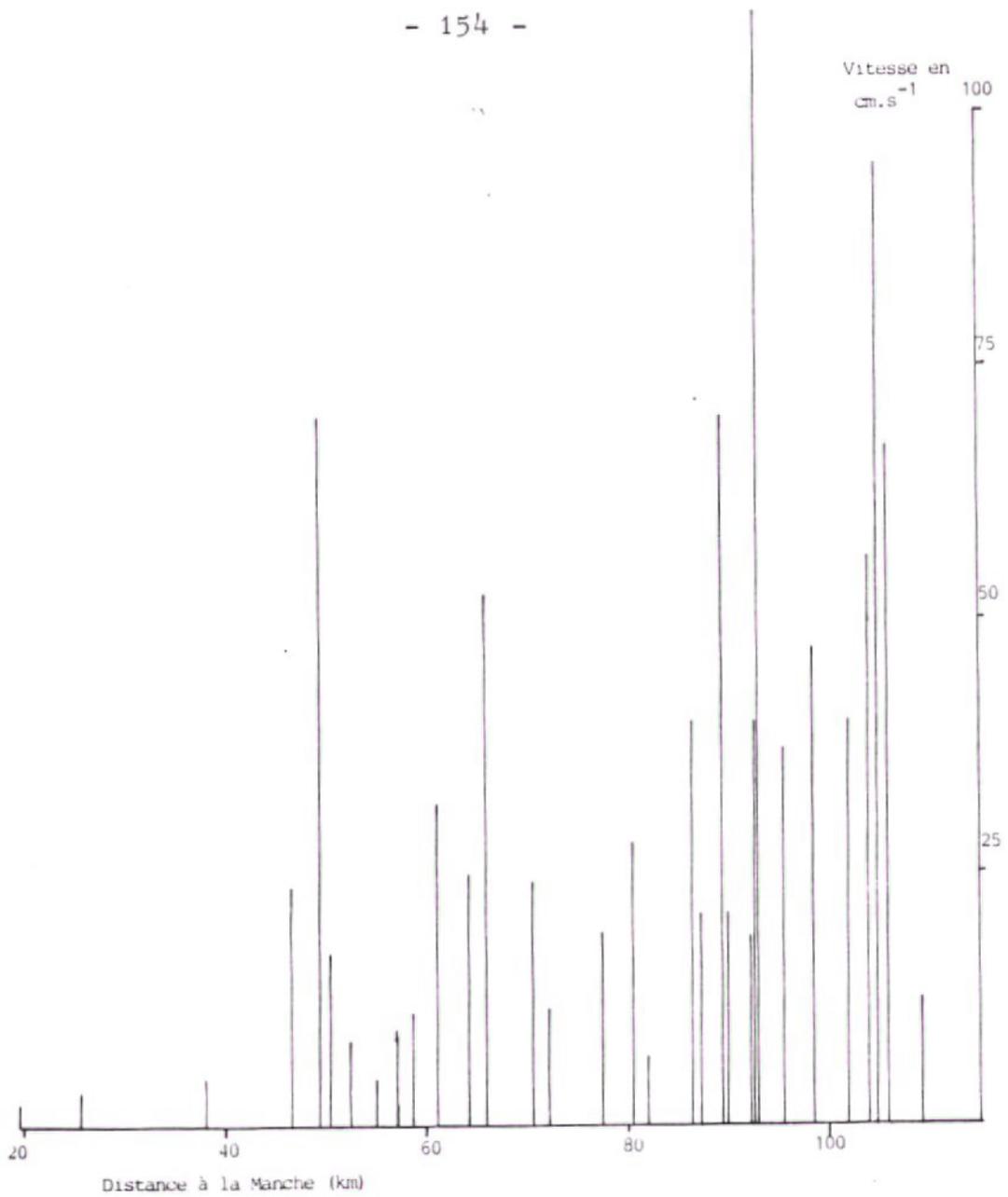


Figure n°82: Profil des vitesses dans la Vire
le 17 octobre 1979

Elles changent aussi dans une échelle de temps très courte par les manoeuvres des microcentrales. Nous avons relevé au point 251 (dans le bief de Pont-Farcy) des vitesses variant du simple au double à la suite des manoeuvres des biefs.

5.2.2.2. Profil longitudinal de chlorophylle de juin 1980

La chlorophylle a été dosée en juin 1980, vers la fin d'une période de beau temps, dans 14 biefs situés entre Malloué et St-Fronmond (tableau n°43). Le débit était alors de $2,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à St-Lô. On constate que toutes les valeurs relevées à l'amont du bief de Condé sont faibles. Elles augmentent ensuite assez régulièrement jusqu'au Claies de Vire. La valeur très élevée obtenue dans le bief de la Mancellière s'explique par le fait que le prélèvement a été effectué dans le bras de la rivière, dans lequel l'eau coule très peu car celle-ci est barrée.

Bief	Chloro.a ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	Phéo.a (%)
Moulin Malloué	10,95	56
Moulin Michel	10,73	50
Pont-Farcy	7,60	55
Fourneaux	8,78	56
Tessy	11,15	48
Troisgots	14,09	34
Moulin Hébert	10,58	42
La Roque	9,04	58
Condé	26,86	28
Mancellière	75,26	25
Candol	51,96	27
Candol bief de dérivation	40,06	26
St-Lo	46,13	25
Rocreuil	60,00	24
Claies de Vire	80,93	27

Tableau n°43 : Chlorophylle dans les biefs de la Vire
le 4 juin 1980.

5.2.2.3. Profil physico-chimique de septembre 1980

Nous avons voulu cerner l'évolution de la qualité de l'eau là où la biomasse est la plus importante. Les 18 et 19 septembre 1980 un profil physicochimique des eaux de surface et de fond a été réalisé dans 11 biefs à l'aval de Pont-Farcy (tableau n°44), les débits étant alors de $0,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à Vire et de $2,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à St-Lô.

BIEF	Prof. (m)	Temp. (°C)	pH	Cond. 18°C (µS.cm)	O ₂ %	N-NH ₄ ⁺ (mg.l ⁻¹)	P-PO ₄ ^{J-} (mg.l ⁻¹)	chloro. (µg.l ⁻¹)	phéo. (‰)
PONTFARCY	Surf.	14,8	7,1	183	87	0,14		3,22	77
	-1,5m	14,6	7,2	185	93	0,10		4,20	72
TESSY	Surf.	15,9	6,7	173	94	3,10		3,68	81
	-2,3m	15,9	6,8	171	94	0,46		4,22	57
TROI SGOTS	Surf.	16,0	6,8	177	89	0,62		3,92	68
	-2,3m	15,5	6,75	180	79	0,82		4,58	76
LA ROQUE	Surf.	16,5	6,95	170	80	0,55		5,62	41
	-2,3m	15,8	7,0	170	80	1,16		4,89	57
CONDE	Surf.	16,7	6,65	177	93	1,15		5,41	41
	-3,3m	16,4	6,6	175	93			5,94	57
AUBIGNY	Surf.	16,35	7,1	193	96	0,88		5,12	50
	-2,1m	16,35	7,0	193	73	0,60		6,81	43
MANCEL-LIERE	Surf.	17,5	6,7	192	87			6,71	55
	-1,0m	17,3	6,7	192	75			8,91	48
CANDOL	Surf.	17,3	6,8	192	75		0,42	8,98	45
	-2,4m	17,3	6,85	195	59		0,44	10,33	43
St. LO	Surf.	17,2	7,1	219	75	0,34		10,73	39
	-1,8m		6,95	221	65	0,68		10,84	72
MAUPAS	Surf.	17,7	7,05	219	75	0,72	0,60	13,44	38
	-1,8m	17,1	7,05	241	68	1,45	1,18	11,27	46
RAMPAN	Surf.	17,2	6,75	212	69	0,53	0,51	10,90	47
	-3,6m	16,6	6,6	209	51	0,74	0,42	28,52	73
CLAIES DE VIRE	Surf.	18,3	6,9	239	54	1,00	0,62	21,68	39
	-5,8m	16,9	6,7	238	51	0,52	0,53	6,93	90

(1) Valeurs en italique : différences significatives entre la surface et le fond.

Tableau N°44 : Valeurs des différents paramètres chimiques dans les biefs, en septembre 1980 (1)

Evolution longitudinale.

Cette évolution est régulière sur les eaux de surface pour certains paramètres comme la température et la chlorophylle. Tous deux augmentent d'amont en aval. La conductivité est stable par tronçon et augmente par paliers entre Condé et Aubigny, entre Candol et St Lô et entre Rampan et les Claies de Vire. La saturation en oxygène qui était assez stable diminue entre la Mancellière et Candol et ne diminuera de nouveau que dans le bief des Claies de Vire. Il faut préciser que les valeurs d'oxygène n'ont pas été influencées par l'heure du prélèvement puisque des mesures en continu nous ont montré la stabilité des valeurs ce jour-là.

Stratification en profondeur :

Les paramètres les plus souvent touchés par la stratification sont l'oxygène, la phéophytine, l'ammonium et la température. La stratification physique, dans les lacs s'exprime en été par un gradient de température qui diminue vers le fond. Dans les eaux les moins profondes la photosynthèse s'effectue alors qu'en profondeur se produisent les phénomènes de dégradation. Cela correspond donc à des déficits en oxygène dans le fond et à des teneurs importantes de phéophytine.

L'ammonium peut y être en quantité non négligeable du fait des conditions réductrices qui règnent souvent dans le fond et qui permettent la transformation des nitrates en ammonium et le relargage par les sédiments.

L'examen des valeurs obtenues pour chaque paramètre par couple surface-profondeur appelle quelques remarques : un assez grand nombre de ces couples (environ 25 %) montre des différences entre la surface et le fond qui vont dans le sens d'une stratification classique des eaux dans le bief (tableau n°44). On constate que ces couples sont de plus en plus fréquents et que les différences sont de plus en plus importantes lorsque l'on va vers l'aval.

La verticale du bief de Pont-Farcy semble homogène. Celle de Tessy se caractérise par des valeurs fortes d'ammonium en surface, bien que l'on soit en milieu bien oxygéné. Ce couple de valeurs pourrait être simplement dû à une pollution très irrégulière de l'eau en surface, le prélèvement ayant en effet été réalisé dans la ville de Tessy-sur-Vire.

La stratification apparaît dans les biefs de Troisgots et de la Roque, puis n'est plus visible que sur l'oxygène jusqu'au bief de St-Lô. A partir de là elle va être de plus en plus importante, surtout pour l'ammonium et la phéophytine. On constate aux Claies de Vire que les couples d'oxygène et ceux d'ammoniaque ne traduisent pas de stratification classique. Ici encore il faut faire intervenir la pollution qui fait disparaître la stratification en oxygène en diminuant l'oxygénation de surface et inverse celle de l'ammonium par des rejets importants.

Les paramètres stratifiés sont donc l'oxygène, la phéophytine, l'ammonium et la température.

La conductivité n'est touchée qu'une seule fois ici. Il s'agit du bief du Maupas dans lequel le prélèvement a été effectué à l'aval du rejet de la station d'épuration de St-Lô.

En conclusion, le bief des Claies de Vire apparaît comme celui dans lequel la stratification est la plus marquée, les valeurs de chlorophylle les plus élevées et la sous oxygénation la plus importante. C'est aussi le plus long, le plus profond et il est muni d'une micro-centrale. C'est donc lui qui a été retenu pour l'étude.

5.2.3. Etude du bief des Claies de Vire

Ce bief, long de plus de 8 km, a une profondeur maximale de 6 m à son extrémité sur la commune de la Meauffe. Il est situé en aval de St-Lô et reçoit les effluents de la station d'épuration de la commune

Pont-Hébert et de celle de la laiterie Claudel, soit au total les effluents de 27.000 e.h. (figure n°83). Pour connaître la qualité de l'eau au niveau des Claies de Vire par rapport à celle de la Vire en général nous reportons les moyennes d'étiage de 1979 concernant les paramètres étudiés. (Tableau n°45).

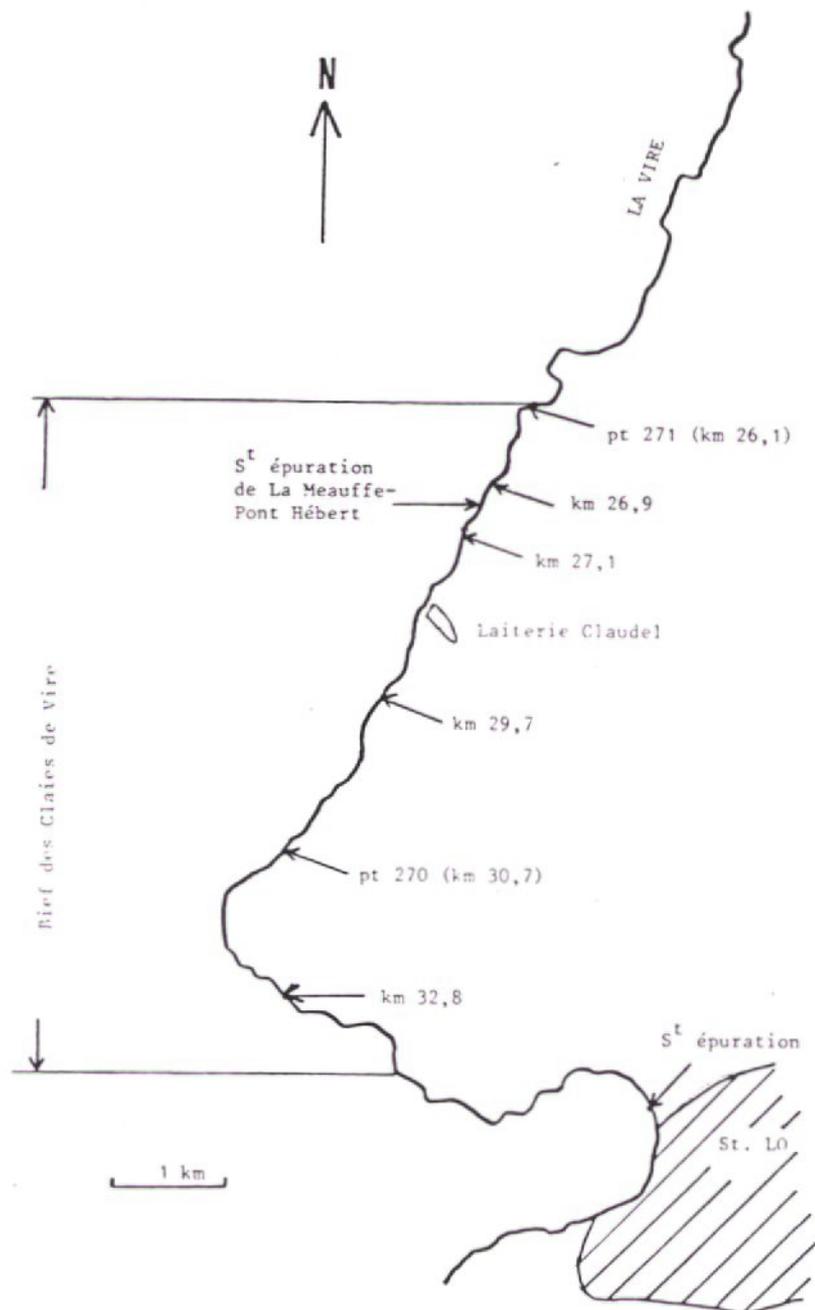


Figure n° 83: Bief des Claies de Vire (les points de prélèvement sont repérés par leur distance à la Manche).

station	date	chloro. a $\mu\text{g.l}^{-1}$	N-NO ₃ ⁻ mg.l^{-1}	N-NH ₄ ⁺ mg.l^{-1}	N-NO ₂ ⁻ mg.l^{-1}	P-PO ₄ ³⁻ mg.l^{-1}	O ₂ mg.l^{-1}
Bief de La Roque	étiage 1979	11,5	3,86	0,61	0,014	0,510	7,1
Bief de Gourfaleur	étiage 1979	15,9	3,54	0,14	0,038	0,762	5,2
Barrage des Claies de Vire	étiage 1979	58,9	4,01	0,66	0,113	0,953	4,3
Moyenne dans le bief de Claies de Vire en surface	octobre 1980	10,6	0,49	1,10	0,140	0,830	5,0
	septembre 1981	51,6	0,94	0,91		0,710	6,2

Tableau n°45 : Comparaison des valeurs des paramètres chimiques dans le bief de Claies de Vire en octobre 1980 et en septembre 1981, et dans la Vire pendant l'étiage 1979.

5.2.3.1. Etiage 1980

Les 2 et 3 octobre 1980 nous avons effectué des prélèvements à différentes profondeurs le long du bief des Claies de Vire. Le débit était alors de $2,35 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à St-Lô. Les résultats sont reportés dans le tableau n° 46 .

Evolution longitudinale dans le bief.

Les paramètres dont l'évolution longitudinale est sensible sont la conductivité, les orthophosphates et l'ammonium. La conductivité augmente dans toute la tranche d'eau jusqu'au km 29,7 (en amont de Pont Hébert) et reste ensuite constante. Les orthophosphates augmentent également à cet endroit et diminuent ensuite jusqu'à la fin du bief. Pour l'ammonium en excluant les valeurs de l'eau de surface qui sont parfois très élevées, ($1,85 \text{ mg N.NH}_4^+ \cdot \text{l}^{-1}$ et $2,40 \text{ mg N.NH}_4^+ \cdot \text{l}^{-1}$) nous constatons une augmentation à partir du km 27,1. Les teneurs en orthophosphate, en ammonium et en nitrite sont très élevées et l'azote nitrique est en concentration très faible pour la Vire (tableau n°45). L'état d'oxygénation n'est pas satisfaisant. A partir du km 29,7 la teneur en surface est inférieure à $5 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ avec un minimum qui correspond à 41 % de saturation au km 27,1 et au fond l'oxygène descend jusqu'à 25 % de saturation aux Claies de Vire.

On considère généralement que le taux d'oxygène minimum pour les exigences respiratoires des poissons est de 5 mg.l^{-1} pour les Salmonidés et de $3,8 \text{ mg.l}^{-1}$ pour les Cyprinidés.

En surface la teneur en chlorophylle a augmenté jusqu'au km 29,7 pour diminuer ensuite, associée à des variations inverses du pourcentage de phéophytine. L'évolution des eaux du fond est plutôt influencée par la stratification verticale.

Distance à la Manche (km)	Prof. (m)	Temp. (°C)	pH	Cond. à 18°C (µS.cm)	O ₂ %	N-NO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)	N-NO ₂ ⁻ (mg.l ⁻¹)	N-NH ₄ ⁺ (mg.l ⁻¹)	P-PO ₄ ³⁻ (mg.l ⁻¹)	chloro.a (µg.l ⁻¹)	phéo.a (%)
32,8	surface	17,8	6,75	218	64	0,29	0,144	1,85		8,03	49
	-1,3	17,4	6,75	219	56			0,44		9,82	46
	-2,8	17,3	6,80	221	48			0,35	0,59		
	-3,3	17,3	6,85	220	42		0,134	0,58	0,58	7,59	
30,7 (pt. 270)	surface	17,9	6,90	216	74	0,46	0,143	0,78	0,42	11,87	25
	-1,3	17,8	6,85	220	44			0,68		10,21	39
	-2,8	17,4	6,80	224	45			0,70		8,43	49
	-3,8	17,1	6,78	221	40		0,116	0,28	0,36	7,21	55
29,7	surface	19,6	6,93	257	53	0,28	0,152	0,44	1,15	13,37	21
	-1,3	18,5	6,85	230	47			0,78		13,34	29
	-2,8	17,7	6,80	236	35			0,74		8,96	46
	-3,8	17,3	6,80		33		0,140	0,64	0,62	6,39	63
27,1	surface	17,4	6,82	237	41	1,04	0,152	2,40	0,74		
	-1,3	17,3	6,82	237	35			0,70		11,32	32
	-2,8	17,2	6,80	236	31			1,10		11,17	38
	-4,0	17,2	6,80	238	26		0,140	1,05	0,82	10,00	56
26,9	surface	17,0	6,68	238	44	0,46	0,127	0,50	0,94	8,98	31
	-1,3	17,2	6,82	252	39			1,50			
	-2,8	17,1	6,82	245	34			1,15		9,66	31
	-4,0	17,1	6,82	243	32			1,00		9,09	37
	-5,0	17,0	6,88	245	28		0,116	1,45	0,71	28,60	75
26,1 (pt. 271)	surface	18,0	6,40	240	52	0,41	0,119	0,60	0,90	9,83	39
	-1,3	17,2	6,35	237	43			0,42		14,66	23
	-2,8	17,1	6,40	238	37			0,48		11,14	28
	-4,2	17,0	6,40	235	32			0,96		10,23	40
	-5,7	17,0	6,75	237	25		0,118	0,50	0,74	9,20	40

Tableau n°10 : Valeurs des paramètres chimiques dans le bief des Claires de Vire les 2 et 3 octobre 1980.

Stratification verticale.

Il n'y a que très peu de stratification thermique (maximum d'écart entre la surface et le fond : 2,3°C au km 29,7) Par contre il y a partout un gradient vertical de saturation en oxygène (figure n°84) . Au Claies de Vire le taux de saturation diminue de moitié de la surface au fond.

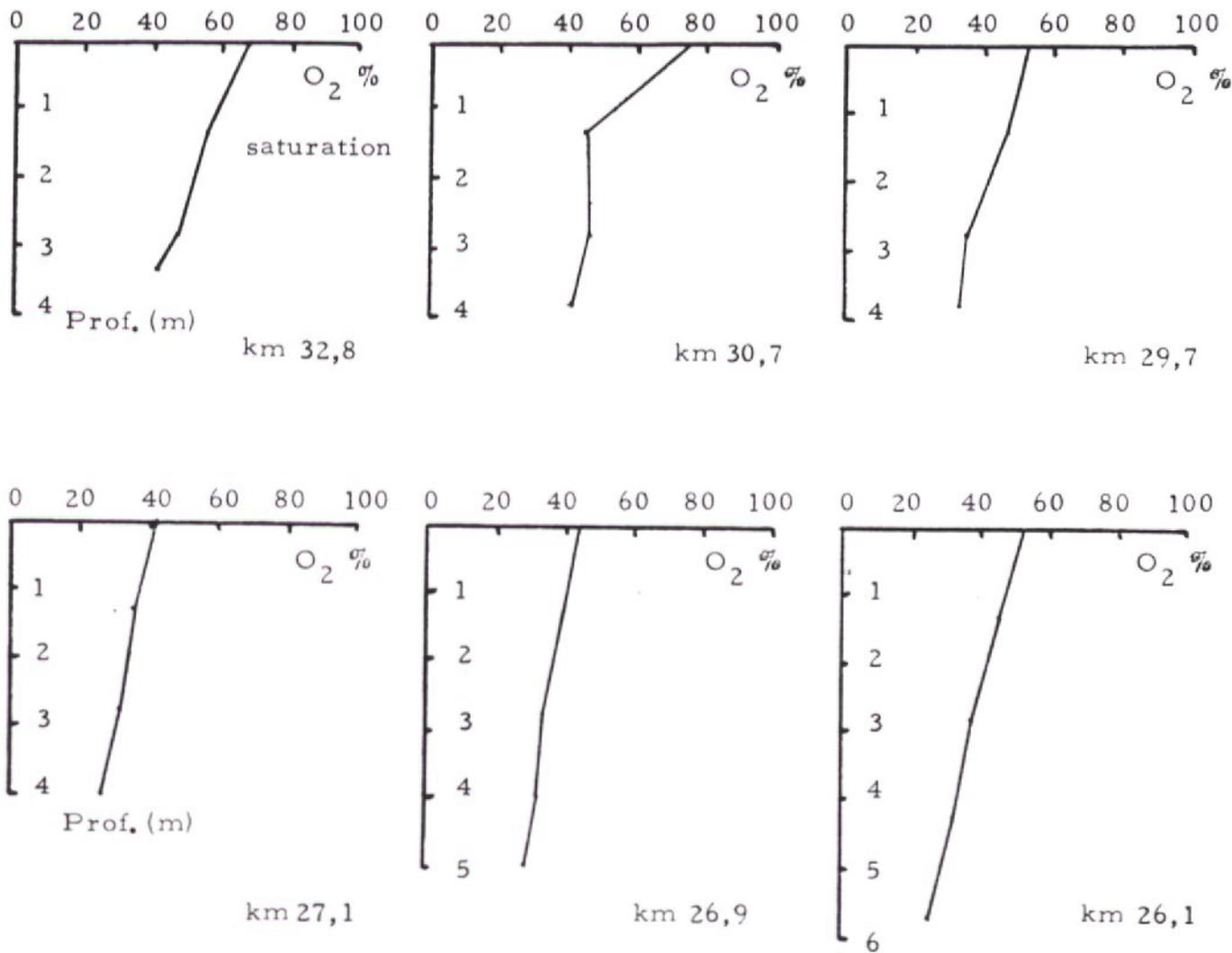


Figure n°84 : Profils verticaux d'oxygène dans le bief des Claies de Vire les 2 et 3 octobre 1980

Le pourcentage de phéophytine s'élève dans le fond jusqu'au Km 27,1. Cette augmentation de phéophytine est associée à une diminution de la chlorophylle au fond. (La valeur élevée de chlorophylle au km 26,9 à 5 m est faussée par un prélèvement pollué par de la vase). Les valeurs de chlorophylle ne montrent une stratification jusqu'aux km 30,7 et 29,7.

5.2.3.2. Etiage 1981

Nous avons réalisé de nouveau une campagne de mesures le 12 septembre 1981 à la fin d'une période favorable au développement algal, alors que le débit était de $1,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ à St-Lô. (Tableau n° 47).

Les valeurs des paramètres traduisent encore une pollution. Les teneurs en orthophosphate et en ammonium sont élevées (tableau n° 45) et l'eau est faiblement oxygénée. La seule évolution régulière longitudinale se voit sur la concentration en chlorophylle a. D'amont en aval elle passe en surface de $40,9 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ à $64,2 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, ce qui correspond à une augmentation de 60 %.

Les résultats les plus intéressants sont ceux des profils verticaux. La stratification thermique est toujours faible mais de nombreux paramètres traduisent une stratification biologique ; c'est le cas pour le pH, l'oxygène, la chlorophylle, la phéophytine et l'ammonium. Cette stratification est beaucoup plus nette en 1981 qu'en 1980 du fait sans doute d'une biomasse plus importante. Le pH diminue de la surface vers le fond en liaison avec la photosynthèse. Ce gradient de pH augmente vers l'aval pour atteindre 0,35 unité à partir du km 26,9.

L'oxygène évolue d'amont en aval vers une stratification très marquée (figure n°35). La stratification est inexistante au début du bief pour devenir extrême à partir du km 27,1 où la teneur en oxygène est inférieure à $1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ au fond. Au-delà de 2 m les exigences respiratoires ne sont plus remplies même pour les Cyprinidés.

Distance à la Manche (km)	Prof. (m)	Temp. (°C)	pH	Cond. 18°C (µS.cm)	O ₂ %	MES (mg.l ⁻¹)	TAC (mg.l ⁻¹) HCO ₃ ⁻	N-NO ₃ ⁻ (mg.l ⁻¹)	N-NH ₄ ⁺ (mg.l ⁻¹)	P-PO ₄ ³⁻ (mg.l ⁻¹)	chloro.a (µg.l ⁻¹)	phéo.a (%)
31,8	0	18,4	6,9	272	59	10,1	74	0,85	0,72	1,09	40,9	54
	1,8		6,9	274	57	11,2	74	0,94	1,15	1,115	37,3	68
	3,3	18,3	6,85	273	56	13,5	74	1,81	1,03	1,100	36,5	71
30,7 (pt. 270)	0	18,9	6,6	260	66	9,7	71	0,87	0,58	0,755	42,9	57
	2	18,6	6,9	261	45	7,6	71	0,96	0,61	0,755	42,2	67
	4	18,3	6,7	264	33	11,0	72	0,88	0,71	0,760	33,3	69
27,1	0	19,2	7,0	271	67	9,1	71	0,95	1,00	0,74	47,6	54
	2	18,6	6,85	269	44	9,4	77	0,96	1,02	0,58	43,5	60
	4,1	18,5	6,8	267	8,8	19,6	78	0,78	1,02	0,44	36,5	73
26,9	0	19,1	6,9	267	83	9,0	76	1,12	0,83	0,525	62,5	58
	2	18,9	6,9	267	54	12,2	76	0,96	0,735	0,510	49,2	58
	3,5	18,6	6,7	269	13,2	17,0	81	0,90	0,74	0,400	37,8	69
	5,2	18,4	6,55	278	3,3	24,8	90	0,83	1,21	0,265	36,5	80
26,1 (pt. 271)	0	18,8	6,95	264	66	10,2	77	0,93	1,42	0,455	64,2	56
	2,2	18,8	6,85	266	22	9,8	79	0,94	1,70	0,455	57,7	74
	4	18,6	6,7	266	12	10,4	81	0,89	1,38	0,375	26,2	71
	5,5	18,7	6,6	262	9,9	16,0	81	1,81	1,67	0,365	25,1	78

Tableau N° 47: Valeurs des paramètres physico-chimiques dans le bief des Claies de Vire le 12 septembre 1981
Les valeurs frappées en italique correspondent à des cas de stratification.

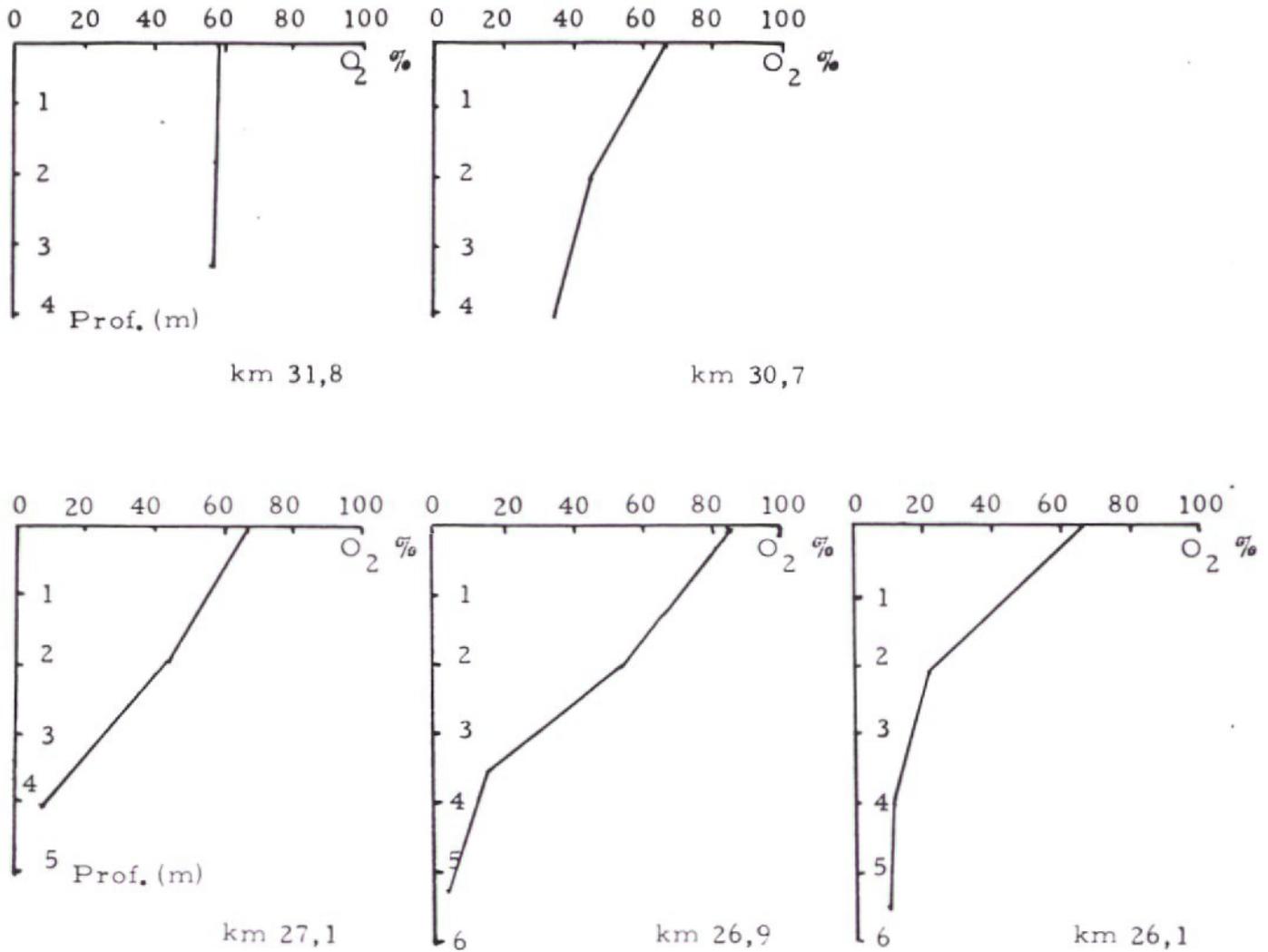


Figure n°85 : Profils verticaux d'oxygène dans le bief des Claires de Vire le 12 septembre 1981

Les teneurs d'ammonium sont toujours plus élevées au fond qu'en surface (moyenne en surface = $0,91 \text{ mg N.l}^{-1}$, moyenne au fond = $1,13 \text{ mg N.l}^{-1}$). Ceci peut être dû à une réduction de l'azote nitrique ou à un relargage par les sédiments. Toutefois étant donné le faible pH des eaux la teneur en azote ammoniacal non dissocié, qui est la forme toxique pour les poissons, est toujours négligeable.

Le comportement des orthophosphates est plus difficilement explicable, les concentrations sont plus faibles au fond : il faut supposer qu'il n'y a pratiquement plus eu de mélange entre l'eau du fond et celle de surface à partir du moment où la stratification s'est installée. La concentration plus faible observée au fond serait alors héritée de période de plus hautes eaux. Dans tout le bief des

Dans tout le bief des stratifications de la chlorophylle et du pourcentage de phéophytine existent. Les variations sont inverses ; la teneur en chlorophylle est supérieure en surface et le taux de phéophytine plus élevé au fond (figure n°86), Ceci montre clairement

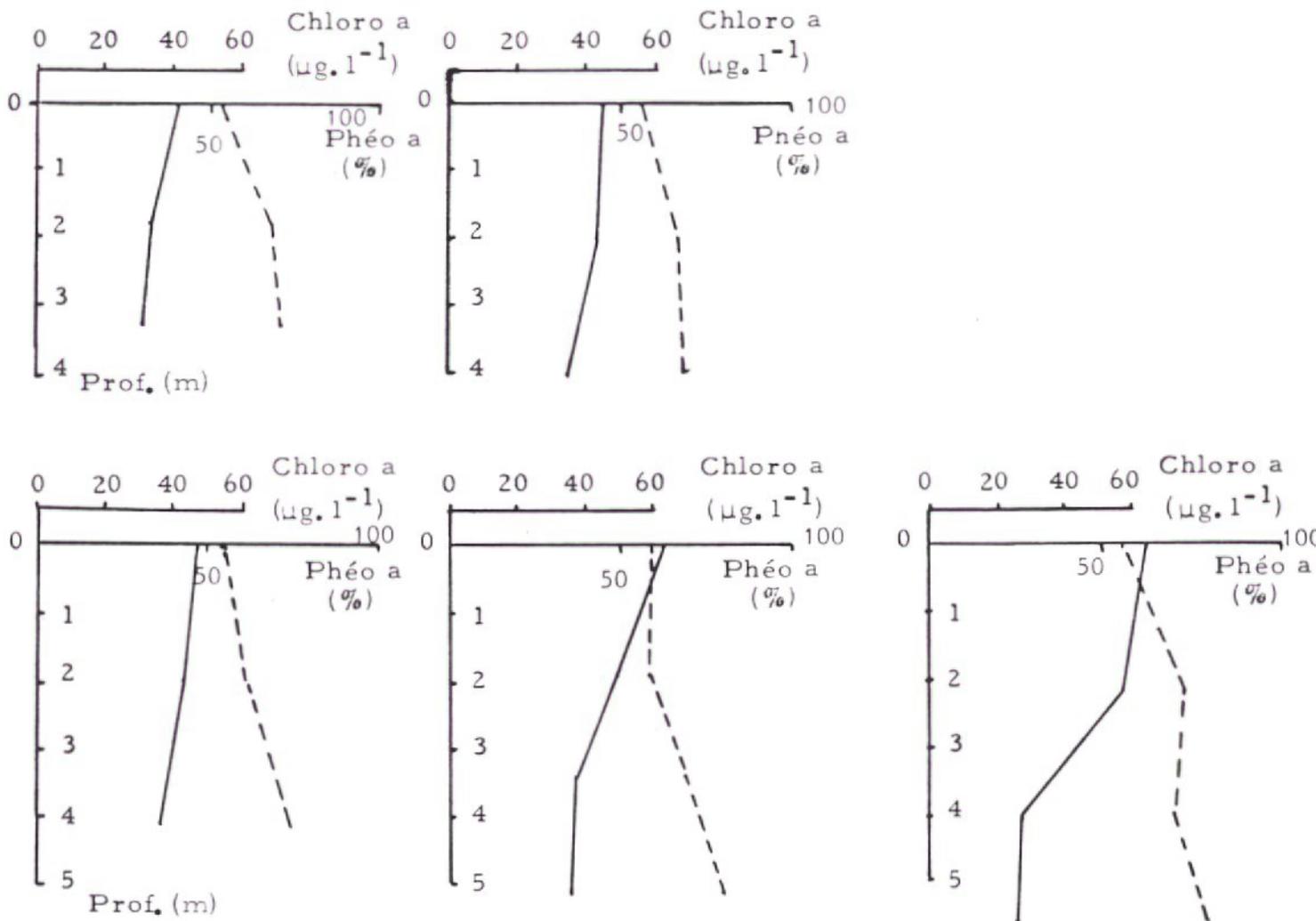


Figure n°86 : Profils verticaux de chlorophylle a (—) et de phéophytine (- - -) dans le bief des Claies de Vire le 12-9-1981.

le développement de la biomasse dans la zone superficielle et la dégradation du phytoplancton dans la zone plus profonde. La concentration en chlorophylle est plus faible au fond (chute de 60 % par rapport à la surface aux Claies de Vire) et essentiellement sous forme de phéophytine.

5.2.3.3. Production et productivité primaire dans le bief

En 1980 la production primaire a été mesurée à 3 reprises dans le bief de Claies de Vire, en juin, en juillet et en octobre. La production était maximum en juin et minimum en étiage (tableau n°48).

Date	4-6-80		30-7-80			4-10-80		
	26	270	26	270	271	26	270	271
Paramètre								
Production primaire sur 1 m de prof. (mgC.m ⁻²)	336	1954	204	448	516	46	110	173
Productivité mgC. (mg chloro.a) ⁻¹	37	59	35	57	58	9	10	14
Productivité (mgC.cellule ⁻¹)	0,34	0,31	0,39	0,61	0,53	0,12	0,10	0,11
Chlorophylle a (µg.l ⁻¹)	9,04	33,27	5,78	7,80	8,99	5,23	10,25	12,54
nb. cellules (C.ml ⁻¹)	1001	6261	521	721	971	392	1115	1595

Tableau n°48 : Production, productivité, chlorophylle et densité cellulaire dans le bief des Claies de Vire en 1980.

Ces résultats montrent que la production primaire est plus importante dans le bief des Claies de Vire que dans celui de la Roque, (mesure effectuée au point 26 de l'étude de l'eutrophisation de la Seine et de la Vire, cf. figure n°81). Ils recourent donc les valeurs trouvées sur la Vire pendant les campagnes de mesures de 1979 qui,

avec des productions primaires plus importantes aux Roches de Ham qu'à la Graverie, (4 km en aval de Vire) montrent une augmentation de la production vers l'aval. Dans le cas présent cela s'explique de manière sensiblement égale par l'augmentation de la chlorophylle a, et par l'augmentation de la productivité exprimée en mg de carbone synthétisé par mg de chlorophylle a. En effet sur les 5 couples de valeurs de 1980 la moyenne de la part de l'augmentation de production expliquée par l'augmentation de chlorophylle est de 59 %. Les différences constatées sur la productivité ne peuvent pas venir des conditions d'expérience puisque les séries de prélèvements ont été incubées au même endroit et au même moment. L'explication est plutôt à chercher dans des différences de qualité de l'eau, d'état physiologique du plancton ou plus vraisemblablement de populations algales. Il est intéressant à cet égard de remarquer que la productivité primaire exprimée en mg de carbone synthétisé par cellule est, elle, généralement stable.

5.2.3.4. Conclusions

La stratification est de plus en plus marquée d'amont en aval du bief. Cela se voit essentiellement sur les valeurs d'oxygène, de pH et de chlorophylle qui traduisent une différence de plus en plus importante entre la zone de production et de dégradation. Le bief est en permanence sous-oxygéné en étiage et de façon aigue en profondeur. La station d'épuration de la Meauffe ne semble pas avoir un effet immédiat sur la qualité générale de l'eau (oxygène, ammonium, ortho-phosphate) car le bief est déjà pollué dès son amont. Dans le bief lui-même il se produit généralement une augmentation de biomasse (chlorophylle et densité cellulaire) qui concourt à expliquer l'augmentation de la production. Ceci est une résultante de l'évolution longitudinale dans la rivière mais est accentué par la présence de biefs qui en ralentissent le cours et laisse le temps au plancton de se développer.

5.2.4. Influence d'un bief en dérivation sur la biomasse de la rivière

Cette manipulation a pour but de mettre en évidence un éventuel enrichissement en chlorophylle entre l'eau qui a séjourné dans un bief et l'eau qui l'a évité. Elle doit être effectuée en étiage pour que le temps de séjour soit suffisant dans le bief et pendant une période de beau temps pour que la production primaire soit suffisante. Les conditions sont d'autant plus impératives que les concentrations en chlorophylle sont faibles car les variations relatives doivent être fortes pour être significatives.

Il y a peu de biefs construits en dérivation de la rivière qui peuvent convenir pour cette étude. (Fromagerie Besnier à Vire, Minoterie Travouillon à la Graverie et microcentrale Guérin à la Mancellière). Le bief de la Mancellière est éliminé puisque c'est la rivière qui est barrée. Celui de La Graverie qui possède la dérivation la plus longue (1,5 km) a été choisi pour l'étude. En 1980 les conditions météorologiques défavorables ont annulé les chances de réussite de l'expérience. Elle n'a pas pu non plus avoir lieu en 1981 car le bief et la microcentrale étaient en travaux.

On peut cependant interpréter des mesures de l'étiage 1979. Les résultats sont toutefois beaucoup moins probants que ceux espérés car nous disposons seulement d'un suivi de la chlorophylle à l'aval de la microcentrale, sans mesure dans l'eau qui arrive dans le bief ni dans celle qui l'a évité.

Cependant un peu à l'aval de l'endroit où l'eau du bief rejoint la rivière le 3 octobre 1979 la concentration en chlorophylle a doublé entre 14 h 30 et 16 h 30 pour rester élevée (environ $20 \mu\text{g.l}^{-1}$) alors qu'elle avait été stable pendant la matinée (environ $10 \mu\text{g.l}^{-1}$). Entre

ces deux prélèvements il y a une anomalie dans l'enregistrement de l'oxygène et de la température (figure n°87): l'oxygène est monté brutalement pour reprendre une valeur comparable à celle qu'il avait auparavant tandis que la température a diminué brutalement d'un degré pour rester ensuite plus basse. Sans pouvoir le prouver nous pouvons supposer que ces changements ont été apportés par le passage d'une masse d'eau différente qui pourrait être l'eau du bief.

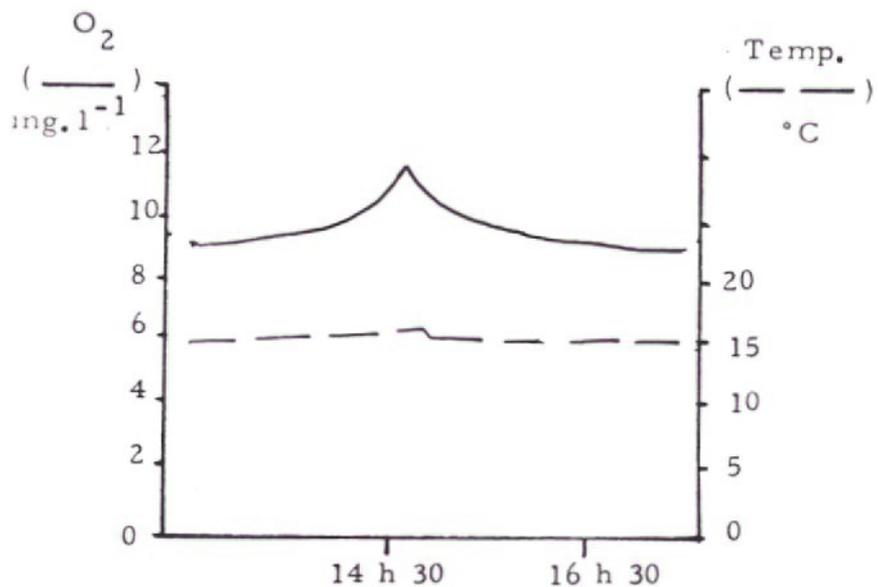


Figure n° 87: Enregistrement de l'oxygène et de la température le 3 octobre 1979 à la Graverie

5.2.5. Evolution de la biomasse au fil de l'eau

En août 1980 l'évolution de la chlorophylle dans une masse d'eau repérée par un flotteur immergé à 90 % a été suivie pendant 24 h. Pour cela trois séries chronologiques de prélèvements ont été réalisées : une à l'extrémité du bief de la Roque, point de départ de l'expérience (distance à la Manche : 56 km). Une deuxième série a été prélevée aux lieux où se trouvait le flotteur, environ toutes les deux heures. La troisième est constituée d'eau prélevée au pont de la Roque au moment

du départ, placée dans des flacons transparents dans le flotteur et filtrée en même temps que l'eau prélevée dans la Vire. Cette troisième série montre l'évolution de la chlorophylle dans une eau placée dans les conditions de température et d'éclairement de la rivière, mais soumise à aucun apport. A la fin du suivi de masse d'eau, après 21 h 30 d'expérience, le flotteur est arrivé dans le bief de Candol (distance à la Manche:44 km).

Les valeurs de chlorophylle du pont de la Roque varient peu et de manière aléatoire. La phéophytine a par contre tendance à augmenter (tableau n°49) Dans la Vire la phéophytine est stable tandis que la chlorophylle montre une tendance à l'augmentation. Les échantillons prélevés sur le flotteur ont une évolution plus simple : la chlorophylle augmente plus régulièrement et la proportion de phéophytine diminue dans la matinée du 28 août (figures n° 88 ,n° 89).

date	Lieu	Pont de la Roque		flotteur		Vire	
	Paramètre Heure légale	Chloro.a ug.l ⁻¹	Phéo.a %	Chloro.a ug.l ⁻¹	Phéo.a %	Chloro.a ug.l ⁻¹	Phéo.a %
27 août 1980	15 h	4,00	40			4,41	47
	17 h	4,67	49	3,82	46	3,39	49
	19 h	5,26	43	3,97	34	4,58	42
	21 h	4,42		4,36	44	5,59	38
	23 h	3,80	40	4,13	43	4,38	37
28 août 1980	01 h	4,30				4,07	
	03 h	3,69	42				
	03 h 30			5,93	42	4,85	55
	05 h	4,61	51				
	05 h 30			5,17	36	5,23	39
	07 h	4,12	64				
	07 h 45			5,33	44	4,82	49
	09 h	4,97	59	5,73	36	6,16	45
	11 h	4,40	58	5,79	27	6,63	45
	12 h 30			6,49	25	7,96	36
	13 h	3,75	55				

Tableau n° 49 : Valeurs de chlorophylle lors du suivi de masse d'eau

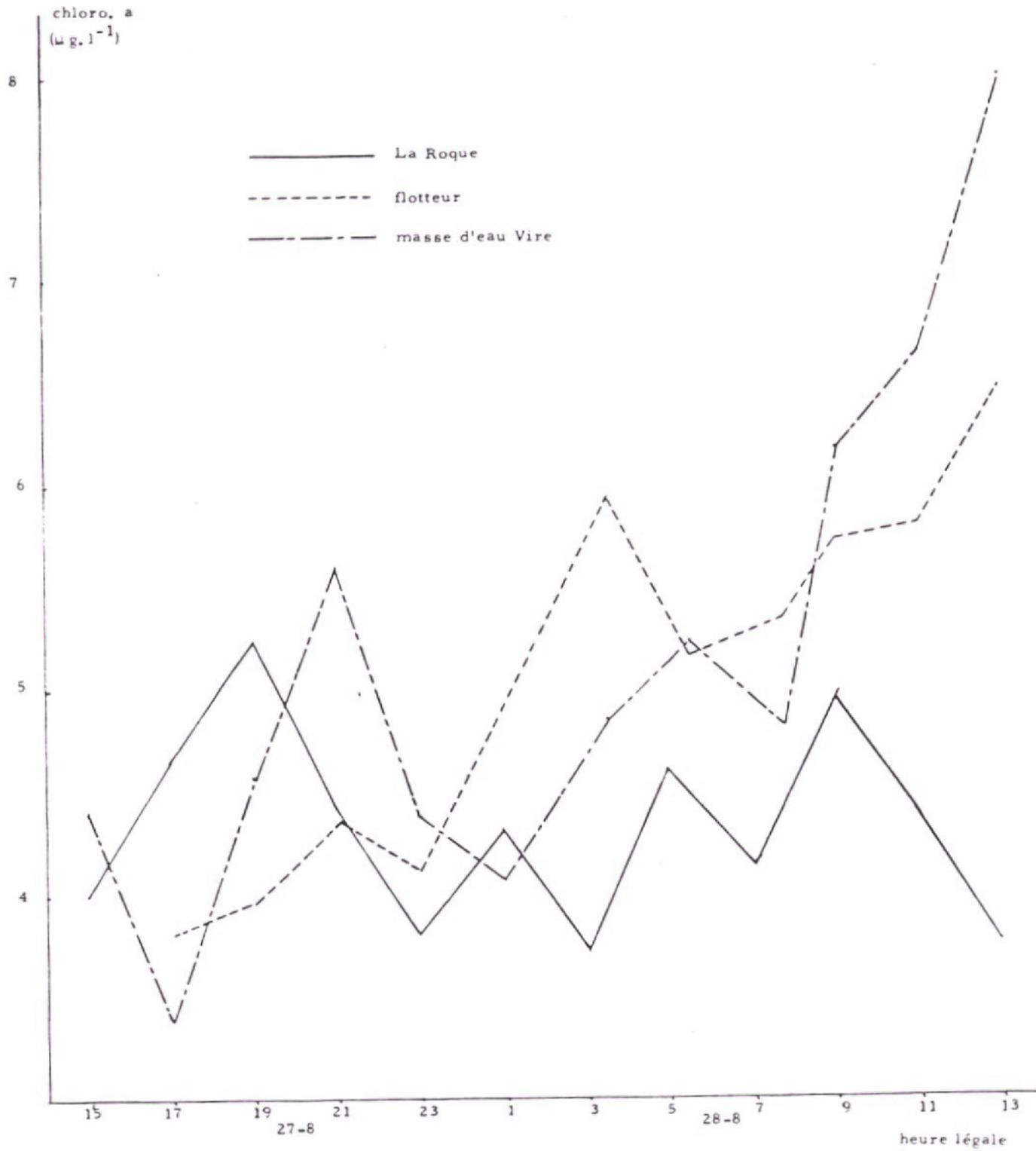


Figure n°88 : Chlorophylle dans la Vire durant le suivi de masse d'eau

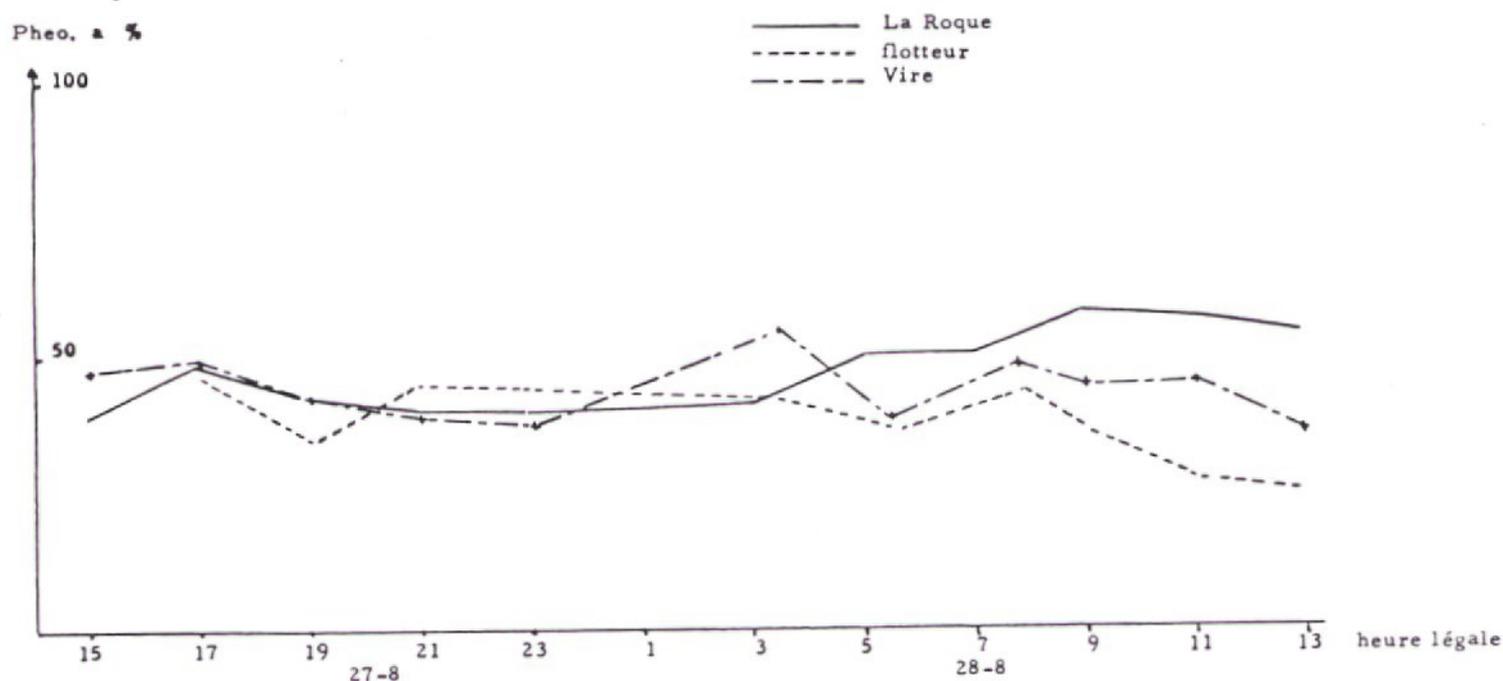


Figure n°89 : Phéophytine dans la Vire durant le suivi de masse d'eau

Ces résultats montrent donc une biomasse algale assez stable mais qui vieillit au point de la Roque, alors que la part de phéophytine a eu tendance à diminuer tant sur les échantillons du flotteur que sur ceux qui ont été prélevés au fil de l'eau tandis que la chlorophylle augmentait. On voit ainsi que, lorsqu'on suit une masse d'eau, la chlorophylle augmente notablement qu'elle soit soumise aux effluents de station d'épuration ou non (augmentation de plus de 50 % de la chlorophylle a dans la Vire et dans les flacons du flotteur). Cette augmentation ne correspond pas à une élévation générale de la chlorophylle dans la rivière puisqu'elle n'existait pas sur les prélèvements effectués à un point fixe (Pont de la Roque), mais elle est bien le résultat de la production primaire ayant eu lieu au sein même de l'eau pendant le suivi de masse d'eau.

5.2.6. Conclusions

L'évolution naturelle d'une eau qui coule dans une rivière est de s'enrichir en chlorophylle de l'amont vers l'aval. Dans la Vire le ralentissement de l'eau provoqué par la présence des barrages accentue fortement cet accroissement de la biomasse puisque ce dernier semble être autochtone comme l'a montré le suivi de masse d'eau. Il est également accompagné d'une stratification chimique et biologique de plus en plus marquée.

A l'échelle d'un bief (Claies de Vire) nous retrouvons aussi un accroissement de la biomasse phytoplanctonique par la chlorophylle et la densité cellulaire, et de la production. La stratification s'accroît de l'amont à l'aval comme cela se voit sur la chlorophylle, la phéophytine, le pH, l'ammonium et l'oxygène. Les taux d'oxygénation sont trop faibles en profondeur pour les exigences de la faune piscicole.

L'ammoniaque reste absent ou présent en des quantités nettement inférieures au seuil de toxicité, bien que les valeurs d'ammonium soient souvent fortes.

Les variables à prendre en compte dans des études sur l'évolution de la qualité de l'eau dans un bief seraient surtout l'oxygène, la chlorophylle et l'ammonium s'il est possible d'effectuer des dosages ammoniacaux rapidement.

Même en amont d'une rivière lorsque l'eau n'a pas eu un temps de séjour très long dans un bief il semble que celui-ci puisse avoir un impact important sur la teneur en chlorophylle que l'on retrouve juste en aval.

6. CONCLUSION A L'ETUDE DE LA VIRE.

La qualité générale de l'eau de la Vire est affectée par plusieurs processus :

- l'effet de la saison par les variations de débit et de pluviométrie se fait sentir sur les concentrations en divers éléments.

Le lessivage et l'érosion des sols jouent un rôle essentiel dans les teneurs en éléments d'origine diffuse. Les nitrates à l'amont du bassin, dus à des pollutions agricoles, ont des concentrations régies en partie par des phénomènes d'écoulement de l'eau dans le sol et par des apports d'eau différente suivant les périodes de l'année. Plus en aval les nitrates sont toujours d'origine diffuse car les apports des stations d'épuration n'influent pas sur la teneur en nitrate de la rivière. Ils suivent alors une évolution liée au débit et les teneurs sont maximales lors des périodes de lessivage important. L'origine des nitrates à partir de la surface du sol est déduite de la corrélation entre les teneurs en silice et les teneurs en nitrates.

Les matières en suspension et les matières organiques sont essentiellement d'origine allochtone et leur variation saisonnière est liée au débit.

C'est celui-ci qui régit les concentrations en éléments d'origine ponctuelle comme nous l'avons vu surtout pour la teneur en orthophosphate et la conductivité. Le bassin amont de Vire n'est pas pollué en orthophosphate mais dès Vire et les premières laiteries, le phosphore est extrêmement abondant dans la Vire. Il le restera tout au long de la rivière car les effluents des villes et des industries agro-alimentaires sont nombreux sur son cours. Les apports sont alors

concentrés en étiage et dilués en période de hautes eaux.

- La production primaire elle même conditionnée par les caractères saisonniers et par les conditions hydrologiques régit le développement de la biomasse. L'évolution générale de la chlorophylle au cours de l'année est liée à la température, la répartition et la quantité de phytoplancton est en rapport avec le débit et la productivité est en liaison avec la température et le rayonnement. Les phénomènes de production n'influent pas sur les teneurs en nutriments. Ils peuvent par contre avoir une influence sur le niveau d'oxygénation qui est soumis au rythme de la photosynthèse.

- Les biefs de l'aval de la Vire ont un rôle important sur la qualité de la rivière. Les biefs en provoquant le ralentissement de l'eau favorisent le développement du phytoplancton. Du fait de la profondeur que peuvent atteindre ces biefs il se crée une stratification verticale pendant l'étiage marquée en chlorophylle, en oxygène et en ammonium.

Les caractéristiques de l'eau de la Vire évoluent longitudinalement. La partie amont est caractérisée par des fortes valeurs de nitrates, peu d'orthophosphates et une biomasse modeste. A partir de Vire les nitrates sont toujours abondants et il se produit des apports de phosphore dont la teneur sera élevée sur toute la rivière. Il faut attendre les biefs de l'aval (à partir de la Mancellière), quand l'eau a eu un temps de transfert suffisant, pour que les teneurs en chlorophylle en étiage atteignent des valeurs élevées. Mais il ne s'est pas produit pendant les étiages 1979 et 1980 de proliférations intenses d'algues ou de phénomènes de fleurs d'eau comme cela s'observe surtout dans les lacs. Le potentiel nutritif en azote et en phosphore

étant satisfaisant il faut penser à une limitation due à la caractéristique de l'eau elle-même (autre élément nutritif manquant ou toxine) ou due à l'environnement physique (température insuffisante, temps de séjour trop bref).

CONCLUSIONS GENERALES :

METHODE D'ETUDE DE LA PRODUCTION PRIMAIRE

ET DE LA BIOMASSE EN RIVIERE

CONCLUSIONS GENERALES :

METHODE D'ETUDE DE LA PRODUCTION PRIMAIRE

ET DE LA BIOMASSE EN RIVIERE

1. RAPPEL SUR L'EUTROPHISATION DES LACS :

Les niveaux trophiques des lacs peuvent être déterminés à partir de plusieurs types de paramètres. La biomasse exprimée en chlorophylle ou en biovolume de phytoplancton, la production primaire ou le niveau en nutriments sont des caractéristiques utilisées pour la classification des lacs. VOLLENWEIDER (1970) et WETZEL (1975) définissent dans des études bibliographiques des critères d'eutrophisation dans les lacs. (Tableau n° 50).

type trophique	chlorophylle a ug.l ⁻¹		biovolume phytoplancton mm ³ .l ⁻¹		production primaire moyenne mgC. m ⁻² . jour ⁻¹		phosphore total ug.l ⁻¹		azote total ug.l ⁻¹	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
ultra oligotrophe	0,01-0,5		< 1	< 1	< 50	< 150	< 1-5	< 5	< 1-250	< 200
oligotrophe	0,3-3	0,3-2,5			50-300					
oligo-mesotrophe			1-3				5-10	5-10	250-600	200-400
mesotrophe	2-15	1-15			250-1000					
meso-eutrophe			3-5	3-5			10-30	10-30	500-1100	300-650
eutrophe	10-500	5-140			> 1000					
polytrophe						400-550		> 100		> 1500
hypereutrophe			> 10	> 10			30->5000		500->15000	
dystrophe	0,1-10				< 50-500		< 1-10		< 1-500	

(1) WETZEL (1975)

(2) VOLLENWEIDER (1970)

Tableau n° 50 : Caractéristiques du niveau trophique des lacs à partir de plusieurs paramètres.

2. DIFFERENCES ENTRE LES LACS ET LES RIVIERES :

Les principaux facteurs qui différencient les écosystèmes lacs et rivières du point de vue de l'eutrophisation sont les suivants :

- la variabilité des paramètres de l'eutrophisation est beaucoup plus grande dans les rivières que dans les lacs. C'est le cas pour la vitesse de l'eau et pour les concentrations en nutriments.

- dans les rivières peu profondes la flore fixée sur les supports du fond peut être la forme prépondérante de la biomasse végétale de la rivière, alors que dans les lacs cette forme de production est limitée à la zone littorale.
- en rivière la vitesse du courant est généralement suffisante pour que les eaux soient mélangées sur une verticale. La stratification qui apparaît couramment dans les lacs entre la zone trophogène et la zone tropholytique n'y existe donc pas si ce n'est dans des biefs ou des zones profondes.
- la rivière n'est pas un écosystème homogène longitudinalement et les sites d'amont en aval ont un niveau trophique différent, comme le montrent les études de la Vire de la Seine et de la Loire (A.F.B.L.B., 1979).

Tous ces facteurs induisent des difficultés particulières à l'étude de l'eutrophisation en rivière et rendent nécessaires des méthodes appropriées .

3. DIFFICULTES D'OBSERVATIONS DE L'EUTROPHISATION EN RIVIERE :

3.1. Niveaux de nutriments :

Dans un lac le stock de biomasse algale peut être important à cause de son volume et pourra consommer, en période de forte production, les nutriments jusqu'à leur épuisement puisque le renouvellement des nutriments est lent par rapport au stock d'algues susceptibles de les consommer. Par contre en rivière les nutriments sont plus rarement épuisés car la rivière en reçoit constamment. Toutefois nous avons pu déceler dans la Seine (Partie I § 2.6.2.) un épuisement des orthophosphates. Dans le Lot inférieur en été CAPBLANCQ et TOURENQ (1978) remarquent des faibles teneurs en $N.NO_3^-$ et en

$P.P.O_4^{3-}$ lors des proliférations planctoniques. Par contre, dans la Vire, les niveaux d'éléments nutritifs sont très élevés et ne sont jamais limitants. Ils traduisent un potentiel d'eutrophisation plutôt qu'un réel niveau d'eutrophisation. Le tableau n° 51 montre que les niveaux moyens de nutriments ne semblent pas liés aux niveaux moyens de chlorophylle dans les rivières.

3.2. Production primaire et biomasse:

Evaluer les différentes formes sous lesquelles se fait la production primaire en rivière sera difficile. La faible profondeur de l'eau et sa transparence faciliteront la production des végétaux aquatiques fixés tandis que le ralentissement du courant favorisera celle du potamoplancton (plancton pélagique). La mesure de la biomasse en suspension dans la rivière est soumise à une difficulté supplémentaire. Nous y retrouvons en effet les algues arrachées de leur support (Tychoplancton) dont la contribution varie avec le débit. Cette mesure est donc celle de la biomasse du potamoplancton plus une partie variable de la biomasse des algues benthiques.

3.3 Variations longitudinales de la biomasse en rivière:

La biomasse trouvée en un endroit en rivière est le résultat de tous les phénomènes qui se sont produits en amont (production, arrachage, dégradation, sédimentation). Elle intègre en particulier la production qui a eu lieu en amont (§4.4.4.) , ce qui fait que le temps pendant lequel l'eau s'est écoulée est une donnée importante pour

la biomasse en un endroit donné. Les variations longitudinales de la chlorophylle vont généralement dans le sens d'une augmentation vers l'aval comme cela s'est vu dans la Seine, la Vire, la Loire .

4. COMPARAISON DES NIVEAUX TROPHIQUES DANS DIVERSES RIVIERES

En rivière les concentrations en nutriments ne sont pas directement liées à la biomasse que l'on y trouve. (Tableau n° 51). Nous avons donc choisi de comparer les niveaux trophiques de différentes rivières à l'aide des données de biomasse (chlorophylle et nombre de cellules). Les données de production primaire sont moins directement exploitables pour passer d'une rivière à une autre du fait de la méthode de mesure (O_2 ou ^{14}C), des profondeurs et des durées d'incubation diverses.

	chlorophylle a $\mu g.l^{-1}$			$N.NO_3^-$ $mg.l^{-1}$	$P.PO_4^{3-}$ $mg.l^{-1}$
	moyenne	minimum	maximum	moyenne	moyenne
Seine 1979	13,7	2,6	43,9	4,00	0,12
Vire 1979	15,9	3,3	56,8	4,34	0,31
Oise (1) 1980	20,2	2,2	71,9	4,37	0,22
Loire (2) 1979	111,0	1,3	309,2	1,44	0,11
Tamise (3) 1976	35,8			9,30	2,67

(1) DESSERY (communication personnelle)

(2) A.F.B.L.B. (1979)

(3) Department of Environment (1976)

Tableau n° 51 : Niveaux moyens en chlorophylle a, en nitrate et en orthophosphate dans quelques rivières.

En se référant aux valeurs données par WETZEL (tableau n°50) les valeurs de biomasse observées dans les lacs meso-eutrophes sont de 3 à 5 mm³.l⁻¹ de biovolume de phytoplancton et dans les lacs eutrophes de 10 à 500µg.l⁻¹ de chlorophylle a.

Dans la Vire le biovolume ne dépassait pas au point 26 1 mm³.l⁻¹ et seule la valeur de 4,4 mm³.l⁻¹ en octobre 1979 au point 271 (Claies de Vire) est véritablement importante. Les teneurs moyennes en chlorophylle a dans la Vire varient de 6 à 29 µg.l⁻¹, les valeurs les plus élevées étant en aval. Il n'y a donc que dans la partie aval que ces teneurs traduisent un signe d'eutrophisation.

Il est intéressant de comparer la biomasse de la Vire à celle d'autres rivières. Les tableaux n° 52, n° 53, n° 54 résument les maxima et les moyennes de chlorophylle et de densité cellulaire dans des rivières françaises, anglaises, américaines et hongroises. Les valeurs de débit ou de surface

VIRE							
date	maximum de chlorophylle a		moyennes de chlorophylle a		débit lors du maximum de chlorophylle		
	µg.l ⁻¹	conditions d'obtention	µg.l ⁻¹	conditions d'obtention	m ³ .s ⁻¹		
1979	17,8	mai = point 22	6,1	18 prélèvements	0,9		
	19,8	mai = point 23	6,9	17 prélèvements	3,3		
	17,3	octobre = point 231	9,0	9 prélèvements	0,4		
	18,2	novembre = point 24	8,3	17 prélèvements	5,0		
	36,8	octobre = point 25	10,7	18 prélèvements	0,7		
	22,5	octobre = point 251	9,2	10 prélèvements	1,2		
	21,0	octobre = point 26	8,2	18 prélèvements	1,3		
	20,0	septembre = point 261	10,8	7 prélèvements	1,5		
	25,0	juillet = point 27	11,2	18 prélèvements	2,2		
	122,2	octobre = point 271	29,2	7 prélèvements	1,6		
	56,8	septembre = point 28	15,0	18 prélèvements	1,7		
	1980	81,0	juin = point 271 en 3 campagnes			2,9	
	SEINE						
1979	22,4	août à Montereau	12,9	5 prélèvements			
	53,7	juillet à Vernou	14,0	160 prélèvements journaliers			
	53,9	juillet à Melun	18,3	7 prélèvements			
	43,9	juillet à Corbeil	14,4	7 prélèvements			
	23,6	juillet à Ris Orangis	14,2	7 prélèvements			

Tableau n° 52 : Chlorophylle dans la Seine et la Vire.

rivière	références	date	maximum de chlorophylle a		moyenne de chlorophylle a		bassin versant km ²	débit m ³ .s ⁻¹
			µg.l ⁻¹	conditions d'obtention	µg.l ⁻¹	conditions d'obtention		
Douve	(1)	1979	42,1	juillet - 6 prélèvements dans l'année à Carentan	11,3	sur 6 prélèvements à Carentan		
Taute	(1)	1979	58,1	août - 6 prélèvements dans l'année à Carentan	18,3	sur 6 prélèvements à Carentan		
Aure	(1)	1979	31,4	août - 4 prélèvements dans l'année à Isigny	13,3	sur 4 prélèvements à Isigny		
Orne	(1)	1979	15,0	juillet - 8 prélèvements dans l'année à Fleury-s-Orne	6,1	sur 8 prélèvements annuels à Fleury-s-Orne		
Loire	(2)	1974 1975 1976	300 150 150	septembre) à St-Laurent-juillet) des-Eaux juin) 1 prélèvement hebdomadaire (amont centrale)				
Loire	(3)	1977 1978			24,6 49,0	19 prélèvements 20 prélèvements à l'amont de la centrale de Chinon		
Loire	(4)	1979	9,9 309 140	mai) 8 prélèvements août) mensuels juillet) mensuels	5 110 60	à Veauchette) à La Riche) à Nantes) 8 prélèvements mensuels		mai : 56,1 août : 109
Allier	(4)	1979	91,5	août - 8 prélèvements mensuels à Cuffy	32,6	8 prélèvements mensuels		août : 19,6
Cher	(4)	1979	128,0	octobre - 8 prélèvements mensuels à St-Aignan	40,2	8 prélèvements mensuels		oct. : 18,7
Indre	(4)	1979	75,8	septembre - 8 prélèvements mensuels à Marnay	17,8	8 prélèvements mensuels		sept. : 23,6
Vilaine	(4)	1979	90,3	août - 5 prélèvements dans l'année à Rieux	48,1	sur 5 prélèvements		août : 5,6
Lot	(5)	1974 1975	32,4	d'Entraygues au confluent avec la Garonne sur 7 profils			11 840	
Tamise (G.B.)	(6) (7)	1967 1970	219 196,9	août) 1 prélèvement mai) hebdomadaire avant le confluent de Kennet River				5,7 à 127,4
Tamise (G.B.)	(8)	1976			35,8	à Teddington Weir		module annuel 22,1
Tyne (G.B.)	(8)	1976			9,3	à Wylam		module annuel 35,2
Tees (G.B.)	(8)	1976			6,8	à Low Worsall		module annuel 13,6
Severn (G.B.)	(8)	1976			32,8	à Haw Bridge		module annuel 39,7
Dee (G.B.)	(8)	1976			5,8	à Iron Bridge		module annuel 22,9
Kennet (G.B.)	(6) (7)	1967 1970	26 61,8	avril) 1 prélèvement juin) hebdomadaire au confluent de la Tamise				
Bere Stream (G.B.)	(9)	1968 1969 1970	43,5 23 14,3	avril) 1 prélèvement mai) hebdomadaire avril)				0,2 à 1,5
River Frome (G.B.)	(9)	1968 1969 1970	46,1 25,2 17,1	avril) 1 prélèvement avril) hebdomadaire avril)				2 à 14
Tisza (HU)	(10)	1975	27	en 6 points, deux fois par mois			13 173	

(1) HORN, S.R.A.E., communication personnelle
(2) KHALANSKI et RENON, 1977
(3) Université de Clermont II, 1978
(4) A.F.B.L.B., 1979
(5) DECAMPS et al., 1976

(6) KOWALCZEWSKI et LACK, 1971
(7) LACK et BERRIE, 1976
(8) Dept. of Environment, 1976
(9) MARKER et GUNN, 1977
(10) BANCSI et al., 1978

VIRE				
date	maximum du nombre de cellules		moyenne du nombre de cellules	
	$\% . ml^{-1}$	conditions d'obtention	$\% . ml^{-1}$	conditions d'obtention
1979	1660	juillet-sept. = point 21	580	14 prélèvements
1979	3520	juillet = point 26	1190	17 prélèvements
1980	6260	juin : sur 3 prélèvements en 1980 au point 270		
SEINE				
1979	1610	septembre à Marnay	775	8 prélèvements
1979	5430	août à Marolles	1580	8 prélèvements

rivière	références	date	maximum de nombre de cellules		moyenne de nombre de cellules		bassin versant km^2	débit $m^3 . s^{-1}$
			$\% . ml^{-1}$	conditions d'obtention	$\% . ml^{-1}$	conditions d'obtention		
Loire	(1)	1977 1978			9650 20350	19 prélèvements 20 prélèvements à l'amont de la centrale nucléaire de Chinon		
Loire	(2)	1977 1978	100 000 100 000	juillet) 30 prélèvements juillet) en 2 ans à St-Laurent-des-Eaux				200-2400
Lot	(3)	1972 1973 1973	3 310 25 800	printemps - dans le Lot supérieur à St-Geniez juin - sortie du bief de Luzech	1315	moyenne annuelle - dans le Lot supérieur à St-Geniez		
Tamise (G.B.)	(4)	1967 1968	32 200 72 000	août) 1 prélèvement avril) hebdomadaire amont du confluent de la Kennet River				5,7-128,2
Kennet (G.B.)	(4)	1967 1968	3 480 9 680	avril) 1 prélèvement mai) hebdomadaire au confluent de la Tamise				5,7-36,8
Bere Stream (G.B.)	(5)	1969	5 450	mai - 1 prélèvement hebdomadaire				0,2-1,5
River Lee (G.B.)	(6)	1958	40 100	mai - prélèvements de juillet 57 à août 59 toutes mes semaines ou toutes les 2 semaines en 6 stations			1554	
Stour (G.B.)	(7)	1964 1965 1966	87 000 48 000 58 000	1 prélèvement hebdomadaire ou bimensuel			844	
Severn (G.B.)	(7)	1964 1965 1966	24 000 52 000 45 000	1 prélèvement hebdomadaire ou bimensuel			11655	
Tisza	(8)	1975	3 000	août - 1 prélèvement bimensuel			13173	
Willamette River (U.S.A.)	(9)	1973 1974	3 140	20 prélèvements d'avril à octobre en 1973 et 1974	2120	20 prélèvements d'avril à octobre en 1973 et 1974	29800	

- (1) Université de Clermont II, 1978
 (2) CHAMP, 1980
 (3) DAUTA, 1975
 (4) LACK, 1971
 (5) MARKER et GUNN, 1977

- (6) SWALE, 1964
 (7) SWALE, 1969
 (8) BANCSI et al., 1978
 (9) RICKERT et al., 1977

Tableau n° 54 : Nombre de cellules dans la Vire, la Seine et des rivières françaises, anglaises, hongroises et américaines.

de bassin versant situent l'importance de la rivière à l'endroit des prélèvements. Il y a cependant de multiples réserves à ces comparaisons. Les conditions hydrologiques, chimiques, météorologiques sont différentes pour toutes ces rivières et les résultats provenant de laboratoires divers ne sont pas forcément homogènes.

La moyenne de chlorophylle a est variable de 5 à 110 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. La Vire en la plupart de ses stations se place parmi les moins chargées. Elle est cependant comparable à d'autres rivières de Basse Normandie. En ce qui concerne les maxima observés, ce qui donne une approche d'un état d'eutrophisation ponctuel, la Vire aval se situe parmi celles qui ont les pics les plus importants. Il n'y a guère que la Loire en aval d'Orléans et la Tamise qui présentent des teneurs maximales en chlorophylle a beaucoup plus fortes. Toutefois l'évolution longitudinale souvent remarquée dans les rivières avec l'augmentation de la chlorophylle vers l'aval ne permet pas de généralisation sur la teneur de toute une rivière.

Les densités de cellules maximales qui ont été mesurées dans la Vire ($6260 \text{ } \varnothing \cdot \text{ml}^{-1}$) sont fort modestes par rapport à certaines proliférations dans les rivières. Dans la Loire elles peuvent atteindre $100.000 \text{ } \varnothing \cdot \text{ml}^{-1}$ et même dans des rivières moins importantes (River Lee et Stour en Grande-Bretagne) les maxima sont au moins de $40.000 \text{ } \varnothing \cdot \text{ml}^{-1}$. Ils peuvent varier du simple au double d'une année à l'autre mais la différence avec la densité phytoplanctonique de la Vire est d'un facteur 10. Ses densités sont plutôt comparables à celles observées dans la Kennet River (qui a un débit équivalent à celui de la Vire aval) , dans la Bere Stream (qui a un débit très faible), dans le Lot supérieur (qui

a parcouru une centaine de kilomètres) et enfin dans quelques rivières ayant des bassins versants beaucoup plus étendus (la Tisza avec un bassin versant de 13170 km² et la Willamette River avec un bassin versant de 29800 km²).

Au vu de ces comparaisons la biomasse de la Vire se situe dans la gamme observée dans de nombreuses rivières. Toutefois la Vire n'est pas parmi les plus eutrophes. Pour ces dernières le caractère d'eutrophisation se retrouve en effet chaque année.

Le tronçon aval de l'étude, défini dans la partie I§2.2.2, a le même niveau de biomasse que la partie aval de la Vire.

5. APPROCHE POSSIBLE DE L'ETUDE DE L'EUTROPHISATION EN RIVIERE

5.1. Critiques de nos approches :

Nous nous sommes principalement intéressés à la biomasse pélagique de la rivière. C'est parfaitement justifié dans le cas de la Seine ou dans la plus grande partie du cours de la Vire. Cependant dans certaines zones amont les plantes aquatiques fixées et les algues benthiques bénéficient d'une faible profondeur de l'eau pour se développer. Nous avons évalué le stock de renoncules d'eau (§4.6.) à l'endroit où elles colonisent la rivière, mais l'étude des algues benthiques ou des algues macroscopiques est extrêmement difficile du fait de l'irrégularité de l'occupation du lit de la rivière. Il faut aussi noter la présence de nénuphars, restreinte au long des berges à des endroits où le courant est fortement ralenti, c'est à dire dans les biefs au moment de l'étiage.

Nous avons réalisé à chaque campagne des enregistrements en continu d'oxygène pendant au moins 24 heures. L'été surtout nous avons décelé des rythmes liés à la photosynthèse. Il eût été intéressant de pouvoir exploiter ces cycles pour l'estimation de la production primaire comme cela semble pouvoir se faire. (BILLEN G., communication personnelle). Mais pour cela il faut se placer en des endroits de la rivière où l'écoulement n'est pas perturbé, c'est à dire, dans le cas de la Vire hors de l'influence des biefs.

5.2. Critique des paramètres de la qualité des eaux

En vue de l'étude de l'eutrophisation en rivière nous avons recensé les paramètres qui sont utiles à sa compréhension et les difficultés qui se rattachent à leur mesure. (Tableau n° 55)

5.3. Conclusion générale: application méthodologique

La conclusion pratique de cette étude de la production et de la biomasse dans la Vire et dans la Seine moyenne doit dédoucher sur les modalités d'approche de l'eutrophisation en rivière. Plusieurs types de surveillance sont envisageables. On peut désirer une connaissance générale sur beaucoup de rivières ou une connaissance approfondie du niveau trophique et des mécanismes d'eutrophisation dans une rivière donnée pour répondre à des problèmes particuliers.

surveillance générale: L'homogénéité verticale constatée dans les rivières est un atout pour la réalisation des études dans les cours d'eau. Un prélèvement en surface

paramètre	utilité pour l'étude de l'eutrophisation en rivière	facilité de mise en oeuvre
température	xxxx	xxxx
pH	xxx	xxxx
conductivité	x	xxxx
calcium	x	xxx
magnésium	x	xxx
sodium	x	xxx
potassium	x	xxx
bicarbonate	xxx	xxx
chlorure	x	xxx
sulfate	x	xxx
nitrate	xxxx	xxx
nitrite	x	xxx
ammonium	xx	xxx
azote organique	xx	xx
orthophosphate	xxxx	xxx
phosphore total	xx	xx
silice	xxx	xxx
carbone organique	xx	x
oxygène	xxxx	xxx
matières en suspension	xx	xxx
chlorophylle a	xxxx	xx
chlorophylle b	xx	xx
chlorophylle c	xx	xx
phéophytine	xxx	x
production primaire	xxxx	x
analyse du peuplement phytoplanctonique		
- qualitatif	xxxx	x
- quantitatif	xxxx	x
transparence de Secchi	xx	xxxx
débit	xxx	xxx
rayonnement	xxxx	xxx
insolation	x	xxx
pluviométrie	x	xxx

Le nombre de croix (de 1 à 4) augmente avec l'intérêt de la mesure dans la 1ère colonne et avec la facilité de la mesure dans la 2ème colonne.

Tableau n° 55 : Critique des paramètres utiles à l'étude de l'eutrophisation.

dans le courant est suffisamment représentatif de la masse d'eau. La physico-chimie essentielle doit être mesurée (température, pH, conductivité, titre alcalimétrique complet) ainsi que les sels nutritifs (nitrate, ammonium, orthophosphate). Pour l'étude de la biomasse, la chlorophylle a est une mesure plus facile à obtenir que la détermination d'un peuplement phytoplanctonique ou qu'une mesure d'A.T.P.. Si la rivière est assez profonde (profondeur supérieure à deux fois celle de Secchi) les végétaux aquatiques fixés n'auront qu'une

part modeste dans la biomasse végétale de la rivière et la chlorophylle a dans les matières en suspension sera une approche de la biomasse. Toutefois lors de teneurs en chlorophylle très élevées il est intéressant d'effectuer une analyse de peuplement phytoplanctonique pour connaître l'espèce responsable de la prolifération algale. La mesure de la production primaire étant difficile à mettre en oeuvre et étant spécifique, dans le cas de l'incubation de l'eau courante, du plancton en suspension dans la rivière, l'estimation de la production à partir des cycles journaliers d'oxygène semble être une voie prometteuse. Pour être applicable elle nécessite d'être employée sur un tronçon homogène et de connaître la vitesse de l'eau et la profondeur moyenne. Elle a l'avantage d'intégrer les productions primaires sous toutes ses formes, de permettre d'évaluer la respiration et d'avoir une mesure d'oxygène valable qui permet de savoir le niveau de pollution organique de la rivière.

Si le nombre de stations possibles dans la rivière est faible l'évolution longitudinale au sein du cours d'eau commande de se placer vers l'aval où les développements d'algues sont les plus probables.

La période d'étude souhaitable dans l'année couvre avril à novembre pour ne pas risquer de laisser passer les croissances planctoniques du printemps et de l'automne. Une cadence bimensuelle de prélèvements permettrait de saisir les moments de croissance algale en risquant toutefois de ne pas avoir les pics; si cela n'est pas possible la cadence mensuelle est celle minimum pour cerner

l'évolution de la biomasse en période estivale et pour connaître les charges nutritives en basses eaux.

étude fine d'une rivière: l'étude devra permettre d'accéder à une connaissance plus approfondie des différentes formes de production, du niveau trophique et des facteurs qui conditionnent l'eutrophisation.

Les mesures physico-chimiques citées dans le cas d'une surveillance générale sont évidemment à réaliser. Il est souhaitable d'y adjoindre le dosage du phosphore total car d'autres formes que les orthophosphates sont disponibles à l'utilisation biologique pour les algues. L'étude de la biomasse en rivière peut s'accompagner en plus de l'étude du phytoplancton pélagique, de celle des formes fixées. Pour les plantes aquatiques une évaluation du poids par fauchage est une méthode d'approche en rapportant cette donnée à la surface de la rivière. Les algues benthiques peuvent être récoltées par grattage de supports naturels ou par prélèvement de sédiment, mais ces méthodes se heurtent au manque d'homogénéité du recouvrement des algues du lit de la rivière. La pose de supports artificiels permet de suivre l'évolution de cette biomasse fixée au cours du temps. Des méthodes pour étudier la biomasse et la production primaire des algues benthiques sont décrites par divers auteurs. (MARKER, 1976, (a) et (b); PLANTE-CUNY, 1978; STEELE ET BAIRD, 1968; LACAZE et al, 1977; MARGALEF, 1960). Pour l'étude de la biomasse en suspension, les analyses qualitatives et quantitatives du phytoplancton apportent des informations sur les algues qui se développent à telles conditions particulières (température, pH, éléments nutritifs, débit) ou qui sont

signes d'un problème de qualité des eaux (Cyanophycées par exemple). La biomasse sera connue plus exactement que par la mesure de la chlorophylle à partir du biovolume. Il est souhaitable d'effectuer en parallèle avec les cycles d'oxygène des mesures de production primaire pour mieux définir les liens entre les deux procédés.

La recherche des facteurs qui conditionnent les développements d'algues doit être orientée vers les teneurs en éléments nutritifs, si ceux-ci risquent d'être en concentration limitante. Les conditions hydrologiques, vitesse de l'eau, et les caractéristiques météorologiques, température de l'eau et rayonnement, ont aussi un rôle prépondérant dans la croissance de la biomasse.

Le choix des stations le long de la rivière doit permettre de connaître la qualité générale de l'eau et de définir les apports ponctuels. L'impact des zones qui sont susceptibles de favoriser le développement algal dans la rivière (barrages, biefs, zones stagnantes) doit être suivi .

La cadence hebdomadaire de prélèvements pour la chlorophylle (partie I§2.1.2.) serait la cadence satisfaisante pour la connaissance de l'évolution et pour l'approche des niveaux maxima.

BIBLIOGRAPHIE

- BAKER A.L. et BAKER K.K. (1979). Effects of temperature and current discharge on the concentration and photosynthetic activity of the phytoplankton in the upper Mississippi River. Freshwat. Biol., 9, p. 191-198.
- BALL R.C., KEVERN N.R. et HAINES T.A. (1973). Project completion report for title II project : an ecological evaluation of stream eutrophication. Michigan State University, Technical report n° 36. Prepared for Office of Water Resources Research.
- BANCSI I., HAMAR J., VEGVARI P. et TOTH M.B. (1978). Limnological characteristics of the Tisza stretch at Kisköre Dam in 1975. Tiscia (Szeged), vol. XIII, p. 83-95.
- BARBIER G. (1978). Mémoire de fin d'études. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, Délégation régionale de Caen de l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie, 185 p.
- BELLAMIE R. (1978). Transfert des fertilisants vers les eaux de surface dans un petit bassin versant agricole. Verh. Intern. Verein. Limnol., 20, p. 1503-1508.
- BERMAN T. et POLLINGHER V. (1974). Annual seasonal variations of phytoplankton, chlorophyll, and photosynthesis in Lake Kinneret. Limnol. Oceanogr., 19, p. 31-54.
- BOUGIS P. (1974). Ecologie du plancton marin. Tome 1 : Le phytoplancton. Masson et Cie éd., Paris, 196 p.
- BOURRELLY P. (1966-1970). Les algues d'eau douce. Edit. Boubée, Paris. Tome 1, 1966, Algues vertes, 511 p. ; Tome 2, 1968, Algues jaunes et brunes, 438 p. ; Tome 3, 1970, Algues bleues et rouges, 512 p.

- CAPBLANCQ J. (1974). Recherches sur la productivité primaire des lacs d'altitude. Thèse d'Etat à l'Université P. Sabatier de Toulouse.
- CAPBLANCQ J. et DAUTA A. (1978). Phytoplancton et production primaire de la rivière Lot. Ann. Limnol., 14 (1-2), p. 85-112.
- CAPBLANCQ J. et TOURENQ J.N. (1978). Hydrochimie de la rivière Lot. Ann. Limnol., 14 (1-2), p. 25-37.
- CARDINAL C. (1981). Composition, évolution et structure des populations phytoplanctoniques du lac de Créteil (Val de Marne) abordées sous différents aspects. Thèse 3ème cycle à l'Université P. et M. Curie-Paris VI, 128 pp.
- CHAMP P. (1980). Biomasse et production primaire du phytoplancton d'un fleuve : la Loire au niveau de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux. Acta OEcologica OEcolog. Gener., vol. 1, n°2, p. 111-130.
- COSTE M. (1978). Sur l'utilisation des diatomées benthiques pour l'appréciation de la qualité biologique des eaux courantes. Thèse 3ème cycle, à la Fac. des Sci. et Techn. de l'Université de Franche-Comté, Besançon, 142 pp.
- CROXTON, GOWDEN et KLEIN (1967). Applied general statistics. 3ème Ed., Prentice Hall N.J.
- DAUTA A. (1975). Etude du phytoplancton du Lot. Thèse 3ème cycle, Université P. Sabatier à Toulouse, 107 pp.
- DECAMPS H., MASSIO J.C. et DARCOS J.C. (1976). Variations des teneurs en matières minérales et organiques transportées dans une rivière canalisée, le Lot. Ann. Limnol., 12 (3), p. 215-237.
- DEVAUX J. (1977). Dynamique des populations phytoplanctoniques dans deux lacs du Massif Central français. Thèse Doct., Université de Clermont, 185 pp.

- DOTY M.S. et OGURI M. (1957). Evidence for a photosynthetic daily periodicity. Limnol. Oceanogr., 2, p. 37-40.
- DUBREUIL P. (1972). Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux. ORSTOM, 918 pp.
- DULAC C. et LAURENCEAU J.M. (1981). Présentation du fichier informatique des données relatives à la Vire et à la Seine. Interprétation des données (moyennes mobiles, matrice des corrélations, analyse factorielle des correspondances). Agence Financière de Bassin Seine-Normandie.
- DUSSART B. (1966). Limnologie. L'étude des eaux continentales. Géobiologie-Ecologie-Aménagement. Gauthier-Villars, Paris, 577 pp.
- FOGG G.E. et WATT W.D. (1965). The kinetics of release of extracellular products of photosynthesis by phytoplankton. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 18, Suppl., p. 165-174.
- HALLEGRAEFF G.M. (1977). A comparison of different methods used for the quantitative evaluation of biomass of freshwater phytoplankton. Hydrobiologia, 55, p. 145-165.
- HARRIS G.P. et PICCININ B.B. (1977). Photosynthesis by natural phytoplankton populations. Arch. Hydrobiol., 80 (4), p. 405-457.
- HEUDSEN G.P.H. Van (1972). Estimation of the biomass of plankton. Hydrobiologia, 39, 2, p. 165-208.
- HOFFMAN M. (1981). Congrès - Association Française de Limnologie, Paris, 1981.
- HOLM-HANSEN O. et RIEMANN B. (1978). Chlorophyll a determination : improvements in methodology. Oikos, 30, p. 438-447.
- HUTCHINSON G.E. (1967). A treatise on limnology. Vol. 2. J. Wiley and Sons, Inc. N.Y., 1100 pp.

- JACKSON D.F. (1961). Comparative studies of phytoplankton photosynthesis in relation to total alkalinity. Verh. Internat. Verein. Limnol., XIV, p. 125-133.
- KHALANSKI M., RENON J.P. (1977). Evolution de la teneur en pigments planctoniques dans la Loire entre Dampierre-en-Burly et Montsoreaux. Cahiers du Laboratoire de Montereau, 5, p. 73-84.
- KOWALCZEWSKI A. et LACK T.J. (1971). Primary production and respiration of the phytoplankton of the Rivers Thames and Kennet at Reading. Freshwat. Biol., 1, p. 197-212.
- LACAZE J.C., VILLEDON DE NAIDE O., JOSEPH-GENEVET M. et LE PEMP X. (1977). Influence de l'horizon de résurgence sur la production primaire de deux plages du golfe de Saint-Malo. Ann. Inst. océanogr., t. 53, fasc.2, p. 203-216, Masson éd.
- LACK T.J. (1971). Quantitative studies of the phytoplankton of the Rivers Thames and Kennet at Reading. Freshwat. Biol., 1, p. 213-224.
- LACK T.J. et BERRIE A.D. (1976). Phytoplankton production in the Rivers Thames and Kennet at Reading during 1970. Light as an ecological factor : II. The 16th Symposium of the British Ecological Society, 26-28 March 1974, Ed. Evans, Bainbridge, Racham-Blackwell Scientific Publications.
- LEFEVRE M. (1943). Contribution à la connaissance du phytoplancton du Bassin de la Seine, Cahier n°3, Travaux de la Rubrique Biologie pour l'année 1943.
- LONG E.B. et COOKE G.D. (1971). A quantitative comparison of pigment extraction by membrane and glassfiber filter. Limnol. and Oceanogr., 16, p. 990-992.
- LORENZEN C.J. (1967). Determination of chlorophyll and phaeo-pigments : spectrophotometric equations. Limnol. and Oceanogr., 12, p. 343-346.
- Mac CAULL W.A. et PLATT T. (1977). Diel variations in the photosynthetic parameters of coastal marine phytoplankton. Limnol. Oceanogr., 22(4), p. 723-738.

- MANN K.H., BRITTON R.H., KOWALCZEWSKI A., LACK T.J., MATHEWS C.P. et Mac DONALD I. (1972). Productivity and energy flow at all trophic levels in the River Thames, England. Productivity problems of freshwaters. I.B.P.-UNESCO Ed. Kajak-Hillbricht-Ilkowski, p. 579-596.
- MARGALEF R. (1960). Méthode d'extraction des pigments dans l'étude de la végétation benthique. Ann. St. Centrale Hydrobiologie Appl., 8, p. 99-104.
- MARKER A.F.H. (1976 a). The benthic algae of some streams in Southern England. I. Biomass of the epilithon in some small streams. J. Ecol., 64, p. 343-358.
- MARKER A.F.H. (1976 b). The benthic algae of some streams in Southern England. II. The primary production of the epilithon in a small chalk-stream. J. Ecol., 64, p. 359-372.
- MARKER A.F.H. et GUNN R.J.M. (1977). The benthic algae of some streams in Southern England. III. Seasonal variations in chlorophyll A in the seston. J. Ecol., 65, p. 223-234, March 1977.
- MERLE G. (1977). Campagnes de mesures de qualité des eaux de la Seine à Montereau du 27 septembre au 1er octobre 1976. Rapport E.D.F., Division Echauffement et Pollution des Eaux et Ecologie.
- MEEUS-VERDINNE K. (1973). Eutrophisation dans le bassin de l'Yser. Institut de Recherches chimiques, Tervuren (Belgique).
- MEYBECK M. (1977). Interaction between sediments and fresh water. Prodeedings of an international symposium held at Amsterdam, September 6-10 1976. Junk Publishers, The Hague, p. 25-32.
- MEYBECK M. (1982). Carbon, nitrogen and phosphorus transports by world rivers. A paraître Amer. J. Science.
- MEYBECK M. (à paraître). River transport of organic carbon to the ocean. To be published in : Flux of organic carbon from the rivers to the oceans. Nat. Acad. Sciences Press, Washington D.C.

- MOSS B. (1967). A spectrophotometric method for the estimation of percentage degradation of chlorophylls to pheo-pigments in extracts of algae. Limnol. Oceanogr., 12, p. 335-340.
- NISBET M., VERNEAUX J. (1970). Composantes chimiques des eaux courantes. Ann. Limnol., 6, 2, p. 161-190.
- PALMER M.C. (1969). A composite rating of algae tolerating organic pollution. J. Phycol., 5, 78-82.
- PELLETIER J. (1973). Contribution à l'étude de la production primaire du lac Léman. Thèse 3ème cycle à l'Université de Provence de Marseille, 112 pp.
- PLANTE-CUNY M.R. (1978). Pigments photosynthétiques et production primaire des fonds meubles néritiques d'une région tropicale (Nosy-Bé, Madagascar). Thèse d'Etat à l'Université d'Aix-Marseille, 359 pp.
- RICKERT D.A., PETERSEN R.P., Mc KENZIE S., HINES W.G. et WILLE S.A. (1977). Algal conditions and the potential for future algal problems in the Willamette River, Oregon - River - quality assessment of the Willamette River Basin. Geological Survey Circular 715-G.
- SALVETTI C. (1968). Monographie des bassins versants de la Douve, la See, la Sélune, la Sienne et la Vire. Première Partie. Mission technique de l'eau Seine-Normandie, 117 pp.
- SAUNDERS G.W., TRAMA F.B. et BACHMANN R.W. (1962). Evaluation of the modified technique for shipboard estimation of photosynthesis in lakes. Publs Gt Lakes Res. Div. 8, 61 pp.
- SHELDON R.W. (1972). Size separation of marine seston by membrane and glass fibre filter. Limnol. Oceanogr., 17, p. 494-498.
- SHIMADA B.M. (1958). Diurnal fluctuation in photosynthetic rate and chlorophyll a content of phytoplankton from eastern pacific waters. Limnol. Oceanogr., 3, 336-339.

- SLADECEK (1975). Saprogenetic hypothesis. Verh. Intern. Verein. Limnol., 19, p. 2324-2329.
- STEELE J.H. et BAIRD I.E. (1962 a). Carbon-chlorophyll relations in cultures. Limnol. Oceanogr., 7, p. 101-102.
- STEELE J.H. et BAIRD I.E. (1962 b). Further relations between primary production, chlorophyll and particulate carbon. Limnol. Oceanogr., 7, p. 42-47.
- STEELE J.H. et BAIRD I.E. (1968). Production ecology of a sandy beach. Limnol. Oceanogr., 13 (1), p. 14-25.
- STEEMAN-NIELSEN E. (1952). The use of radioactive carbon (^{14}C) for measuring organic production in the sea. J. Cons. Int. Perm. Explor. Mer., 18, p. 117-140.
- STUMM et MORGAN (1970). Aquatic chemistry. New-York, Wiley-Interscience, 583 pp.
- STROSS R.G. (1975). Causes of daily rhythms in photosynthetic rates of phytoplankton. I. Phosphate control of expression in tundra ponds. Biol. Bull., 149, p. 408-418.
- STROSS R.G., CHISHOLM S.W. et DOWNING T.A. (1973). Causes of daily rhythms in photosynthetic rates of phytoplankton. Biol. Bull., 145, p. 200-209.
- STROSS R.G. et PEMRICK S.M. (1974). Nutrient uptake kinetics in phytoplankton : a basis for niche separation. J. Phycol., 10, 2, p. 164-169.
- SWALE M.F. (1964). A study of the phytoplankton of a calcareous river. J. Ecol., 52, p. 433-446.
- TOLSTOY A. (1977). Methods of determining chlorophyll a in phytoplankton. National Swedish environment protection board, limnological Survey, Uppsala, SNV PM 831, NLU Rapport 91.

- TOLSTOY A. (1979). Chlorophyll a in relation to phytoplankton volume in some Swedish lakes. Arch. Hydrobiol., 85, 1, p. 133-151.
- TOTH M.B. (1976). Hydrochemical conditions of the river Tisza. 2. Seasonal dynamism of the oxygen household and nitrogen-phosphorus forms. Tiscia (Szeged), vol. XI, p. 27-33.
- VALLENTYNE J.R. (1973). The algal bowl. A faustian view of eutrophication. Federation Proceedings, vol. 32, n°7, p. 1754-1757.
- VERDUIN J. (1957). Daytime variations in phytoplankton photosynthesis. Limnol. Oceanogr., 2, p. 333-336.
- VOLLENWEIDER R.A. (1965). Calculation models of photosynthesis depth curves and some implication regarding day rate estimates in primary production measurements. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 18, Suppl., p. 425-457.
- VOLLENWEIDER R.A. (1969). A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments. I.B.P. Handbook 12, 213 pp., Blackwell, Oxford.
- VOLLENWEIDER R.A. (1970). Les bases scientifiques de l'eutrophisation des lacs et des eaux courantes sous l'aspect particulier du phosphore et de l'azote comme facteurs d'eutrophisation. OCDE, Paris, sept. 1970.
- VOLLENWEIDER R.A. et NAUWERCK A. (1961). Some observations on the ^{14}C method for measuring primary production. Verh. Intern. Verein. Limnol., 14, p. 134-139.
- WILLIAMS L.G. (1964). Possible relationships between plankton-diatom species numbers and water-quality estimates. Ecology, 45, 4, 1964.
- WETZEL R.G. (1975). Limnology. Saunders W.B. Company, 743 pp.
- YENTSCH C.S. et RYTHER J.H. (1957). Short-term variations in phytoplankton chlorophyll and their significance. Limnol. Oceanogr., 2, p. 140-142.
- YENTSCH C.S. et VACCARO R.F. (1958). Phytoplankton nitrogen in the oceans. Limnol. Oceanogr., 3, p. 443-448.

- A.F.B.L.B. (1979). Inventaire du degré de pollution des eaux superficielles du bassin Loire-Bretagne. Agence Financière de Bassin Loire-Bretagne.
- A.F.B.S.N. (1976). Inventaire du degré de pollution des eaux superficielles du bassin Seine-Normandie. Agence Financière de Bassin Seine-Normandie.
- A.F.B.S.N. (1978). Etude biologique de la pollution organoleptique du bassin de la Seine à l'amont de Paris. Agence Financière de Bassin Seine-Normandie.
- A.F.B.S.N., D.D.E., S.L.E.E., C.G.E. (1981). Stockage d'eau de Seine : étude pilote à Viry-Châtillon. Agence Financière de Bassin Seine-Normandie, Direction Départementale de l'Équipement, Société Lyonnaise des Eaux et de l'Éclairage, Compagnie Générale des Eaux.
- C.N.M.A.G.R.E.F., A.F.B.S.N. (1981). Etude de l'état de réalisation des objectifs de qualité piscicole sur le bassin de la Vire. Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, Service Régional d'Aménagement des Eaux région Basse-Normandie, Agence Financière de Bassin Seine-Normandie.
- Comité Technique de l'Eau de Basse-Normandie (1978). Le suivi du décret d'objectifs de qualité des bassins de la Vire et de la Douve. Rapport n° 10.
- Comité Technique de l'Eau de Basse-Normandie (1978). Le suivi du décret d'objectifs de qualité des bassins de la Vire et de la Douve. Etude Vire. Rapport n° 14.
- Department of Environment (1976). Water Data 1976. Reading Bridge House-Reading, 82 pp.
- Equipe de Conseil Technique de Basse-Normandie (1979). Le suivi des objectifs de qualité de la région de Basse-Normandie. Bassins de la Vire et de la Douve. Synthèse des résultats analytiques.

SCOR-UNESCO (1966). Determination of photosynthetic pigments in sea water. Monographs on oceanographic methodology, 1, p. 11-18, Unesco, Paris.

Université de Clermont II (1978). Etudes écologiques de la Loire. Etudes de projet. Site de Chinon. Rapport de synthèse 1977-1978.

ANNEXE

METHODES D'ANALYSE

1) Mesures sur le terrain.

La température de l'eau, le pH et la conductivité sont mesurés sur le terrain.

2) Mesures physico-chimiques.

Les éléments suivants ont été dosés suivant les normes A.F.N.O.R.

- nitrate
- nitrite
- orthophosphate
- phosphore total
- titre alcalimétrique complet
- oxygène
- azote Kjeldhal
- matières en suspension
- calcium
- potassium
- sodium
- chlorure
- sulfate

La concentration en ammonium est mesurée avec une électrode à ammoniacale.

La silice est dosée par colorimétrie après réduction du complexe silicomolybdique.

Le carbone organique particulaire est dosé par combustion du filtre

sur lequel sont recueillies les matières en suspension. Le CO_2 dégagé lors de la combustion est mesuré par conductibilité thermique.

3) Mesure de la chlorophylle.

Le dosage a été effectué par spectrophotométrie d'extraits acétoniques, selon le protocole suivant :

Au moment du prélèvement l'eau a été filtrée à travers un filet de 200 μm de vide de maille pour éviter le broutage par le zooplancton. Elle a ensuite été conservée à l'obscurité et à faible température jusqu'à la filtration, qui a toujours eu lieu dans la journée du prélèvement et sous un vide faible.

Le volume filtré, variable selon les saisons a été limité en hiver par le pouvoir colmatant de l'eau, bien qu'il eut souvent été préférable pour la précision des mesures de recueillir une plus grande quantité de plancton sur le filtre.

Nous avons utilisé des filtres en fibre de verre, contrairement aux directives du SCOR-UNESCO, et bien que leur porosité soit mal définie. L'utilisation de ces filtres a en effet été discutée par de nombreux auteurs (HOLM HANSEN et RIEMANN, 1978 ; LONG et COOKE, 1971 ; SHELDON, 1972) et l'on admet généralement qu'ils retiennent efficacement le plancton. Ils ont en outre un certain nombre d'avantages sur les filtres en acétate de cellulose comme de colmater moins facilement, de ne pas donner de turbidité à l'extrait acétonique, d'augmenter l'efficacité du broyage et enfin c'est sur ce type de filtre que sont réalisées d'autres mesures (M.E.S., C.O.P.), les divers résultats sont donc plus facilement comparables.

Nous n'avons pas ajouté de Mg CO_3 à nos échantillons, des études

(HOLM-HANSEN et RIEMANN, 1978 ; TOLSTOY, 1977) discutent l'intérêt de cette pratique qui pourrait faciliter l'adsorption des phéopigments, qui accélère le colmatage des filtres rendant ainsi la mesure moins précise en hiver et qui peut gêner l'acidification des extraits acétoniques.

L'extraction des pigments a été réalisée en fin de filtration lors des prélèvements réguliers de la Vire, alors que pour tous les autres échantillons les filtres ont été placés juste après la filtration dans des tubes métalliques bouchés contenant un gel desséchant et congelés jusqu'à l'analyse.

Pour extraire les pigments les filtres ont été placés dans des tubes de verre contenant 6 ml d'acétone pour analyse à 90 % . Un broyage mécanique a été réalisé avec un appareil de dispersion Ultra-Turrax type T.P. 10 N pendant un temps suffisant pour que l'on obtienne une suspension d'allure homogène (en général environ 20 secondes). L'efficacité de l'extraction dans l'acétone à 90 % sans broyage n'est en effet pas satisfaisante avec certaines espèces de phytoplancton (parmi les Cyanophycées et les Chlorophycées en particulier) et la composition taxinomique du phytoplancton n'était bien entendu pas connue au moment de l'analyse. Le broyeur a ensuite été rincé avec 6 ml supplémentaire de solvant qui ont été rajoutés à l'échantillon. Les tubes ont alors été placés à + 4°C et à l'obscurité pendant au moins 12 heures.

Le contenu du tube a ensuite été filtré sur des filtres en fibre de verre de \varnothing 25 mm type Whatman GF/C et le filtrat recueilli a été passé au spectrophotomètre à bande étroite et à double faisceau dans des cuves de verre de longueur telle que les densités optiques lues se soient dans la mesure du possible trouvées entre 0,15 et 0,85.

Les longueurs d'ondes utilisées ont été 665 nm, 645 nm et 630 nm qui correspondent respectivement aux pics d'absorption des chlorophylles a, b et c. Les densités optiques ont été ensuite corrigées de la turbidité dont la lecture a été effectuée à 750 nm.

Les concentrations en chlorophylle a, b et c ont été calculées d'après ces valeurs en utilisant les équations de SCOR-UNESCO (1966).

$$\text{Chlorophylle a } \text{mg/m}^3 = \frac{v}{Vl} (11,64 D_{665} - 2,16 D_{645} + 0,10 D_{630})$$

$$\text{Chlorophylle b } \text{mg/m}^3 = \frac{v}{Vl} (20,97 D_{645} - 3,94 D_{665} - 3,66 D_{630})$$

$$\text{Chlorophylle c } \text{mg/m}^3 = \frac{v}{Vl} (54,22 D_{630} - 14,81 D_{645} - 5,53 D_{665})$$

ou v = volume d'acétone à 90 % utilisé en ml

l = longueur optique de la cuve en cm

V = volume d'eau filtré en litre

D_{665} = densité optique lue à 665 nm

D_{645} = densité optique lue à 645 nm

D_{630} = densité optique lue à 630 nm

La chlorophylle dégradée a été évaluée par la méthode de LORENZEN (1967) Toutefois une quantité d'acide plus faible que celle qu'il préconise a été utilisée, en accord avec des études récentes (HOLM-HANSEN et RIEMANN, 1978). Cette diminution de l'acidité permet quand même une phéophytinisation complète et évite la formation de dications de phéophytine.

Les équations utilisées pour le calcul sont :

$$\text{chlorophylle a "Lorenzen" } \text{mg/m}^3 = \frac{26,7 (D_{665} - D_{665a}) v}{V l}$$

$$\text{phéophytine a} = \frac{26,7 (1,7 D_{665a} - D_{665}) v}{V l}$$

ou D_{665a} est la densité optique à 665 nm de l'extrait acétonique acidifié diminué de sa turbidité. On calcul ensuite le pourcentage de phéophytique.

$$\% \text{ phéophytine a} = \frac{\text{Phéophytine a} \times 100}{\text{Phéophytine a} + \text{chlorophylle a "Lorenzen"}}$$

Cette méthode détermine les phéopigments mais ne fait pas de distinction entre les chlorophylles et les formes dérivées des chlorophylles n'ayant pas perdu l'ion magnésium. C'est cependant la plus simple à mettre en oeuvre et la plus largement utilisée. Les pigments dégradés et ayant conservé l'ion magnésium semblent se trouver surtout après des développements de fleurs d'eau (HALLEGRAEF, 1977).

Le rapport des densités optiques à 430 et à 410 nm permet aussi d'estimer la chlorophylle dégradée (MOSS, 1967). Il varie en effet avec la proportion de phéopigments présents dans l'extrait mais aussi avec la composition de l'extrait acétonique donc avec la composition algale originale. Cependant les fortes valeurs du rapport obtenues avec des extraits d'algues, lorsque la chlorophylle n'est pas dégradée, varient de 1,39 à 1,47 tandis que les plus faibles valeurs, quand la chlorophylle est sous forme dégradée, varient de 0,65 à 0,75. Les valeurs du rapport varient plus avec le pourcentage de chlorophylle dégradée qu'avec la population (MOSS, 1967).

4) Mesure de la production primaire du phytoplancton à l'aide du ^{14}C .

L'incorporation de ^{14}C par le phytoplancton va servir à mesurer la production primaire. La quantité de matière organique synthétisée est proportionnelle à la quantité de carbone assimilé. On va donc chercher à mesurer le carbone assimilé pendant un certain temps.

On mesure la productivité d'une eau en injectant une quantité connue de $^{14}\text{CO}_2$ et en mesurant la quantité de ^{14}C dans le plancton après l'expérience.

Il faut cependant affecter l'activité mesurée du phytoplancton d'un coefficient de correction isotopique qui tient compte de la différence entre les vitesses d'assimilation par les algues du ^{14}C et du ^{12}C .

$$^{12}\text{C} \text{ assimilé} = \frac{^{14}\text{C} \text{ assimilé}}{^{14}\text{C} \text{ disponible}} \times ^{12}\text{C} \text{ disponible} \times k$$

où : ^{12}C disponible est mesuré à partir de l'alcalinité totale.

^{14}C disponible = ^{14}C introduit.

^{14}C assimilé est calculé à partir du ^{14}C assimilé dans les flacons clairs et dans les flacons sombres.

Cette équation de formule :

$$\text{PI mg C.m}^{-3} = \frac{\text{Cpm mesurés}}{\text{Cpm introduits}} \times f \times \text{TAC} \times k \times 1000 \times \frac{1}{\text{rendement}}$$

C.p.m. mesurés = coups/minute de l'échantillon,

C.p.m. introduits = coups/minute de la quantité de $\text{H}^{14}\text{CO}_3\text{Na}$
introduite dans le flacon

f = facteur de conversion calculé par SAUNDERS et al., (1962)

T.A.C. titre alcalimétrique complet en mg.l^{-1} de CaCO_3

k = 1,06 adopté par STEEMANN-NIELSEN (1952)

1000 = facteur de conversion pour passer de mg.l^{-1} en mg.m^{-3}

rendement : rendement de la mesure en scintillation.

Mise en oeuvre de la méthode.

Les eaux prélevées en différentes stations sont toutes incubées au même endroit ; elles furent incubées à la station 26 en 1979 et à la station 270 en 1980.

L'eau enrichie en ^{14}C est mise à incuber in situ dans des facons de 100 ml avec des flacons clairs à différentes profondeurs et un flacon sombre.

L'eau est ensuite filtrée et les filtres décontaminés par des vapeurs d'acide chlorydrique fumant pour décomposer les carbonates radioactifs qui ont pu se déposer sur les filtres.

Le comptage de la radioactivité est effectué par scintillation liquide en évaluant le rendement par quenching par la méthode du rapport des canaux.

Une critique des différentes méthodes employées et une étude bibliographique a été publiée par VOLLENWEIDER (1969).

5) Analyse du peuplement phytoplanctonique.

Les algues sont recueillies, pour l'analyse qualitative, dans un filet de 25 μm de vide de maille, et un flacon d'eau brute est prélevé pour l'analyse quantitative : l'eau est fixée au formol à 5 %.

La détermination de l'algue a été faite jusqu'au genre et exceptionnellement jusqu'à l'espèce lorsque celle-ci était dominante au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum d'Histoire Naturelle.

6) Mesure des débits.

Les débits sur la Vire à Vire (point 23) et à St-Iô et sur la Dathée à Saint-Germain-de-Tallevende (point 21) sont donnés par le service

d'étude des débits de la Direction Départementale de l'Industrie, région Ile de France.

En dehors de ces stations nous avons interpolé les débits de deux façons différentes :

- pour les stations en tête de bassin le débit est calculé proportionnellement à partir des surfaces de bassin versant.

$$Q_{20} = \frac{B.V.20}{B.V.21} Q_{21}$$

$$Q_{22} = \frac{B.V.22}{B.V.23} Q_{23}$$

- pour les stations sur la Vire de 231 à 28 le débit est interpolé à partir d'une formule exponentielle, car un calcul proportionnel au bassin versant de la station considérée en prenant en compte la proximité de la station avec l'une ou l'autre des stations de jaugeage, ne donnait pas une évolution régulière des débits entre Vire et St-Lô.

La formule considérée est la suivante :

$$Q_A = a (B.V._A)^b \quad \text{où } a = \frac{Q_{23}}{\frac{\log Q_{23}}{Q \text{ St-Lô}}}$$
$$\frac{\log B.V.23}{B.V. \text{ St-Lô}}$$

$$b = \frac{\frac{Q_{23}}{Q \text{ St-Lô}}}{\frac{\log B.V.23}{B.V. \text{ St-Lô}}}$$

Q_A = débit à la station A

$B.V._A$ = bassin versant de la Vire à la station A.

GLOSSAIRE

Biomasse :

C'est le poids de matière vivante dans un volume donné à un moment donné. Nous ne nous sommes intéressés ici qu'à la biomasse algale qui a été appréhendée par des mesures de chlorophylle et par des comptages de plancton.

Chlorophylle :

Pigment permettant l'utilisation de l'énergie lumineuse pour les biosynthèses. Il est caractéristique du monde végétal et rend la photosynthèse possible. Il en existe 3 variétés principales, les chlorophylles a, b, et c. La chlorophylle a qui est présente dans tout le règne végétal est utilisée pour évaluer la biomasse algale. Elle a été mesurée par spectrophotométrie selon la méthode préconisée par SCOR UNESCO qui ne permet pas de séparer la chlorophylle active de la chlorophylle dégradée.

Densité algale :

C'est le nombre de cellules planctoniques par unité de volume. C'est donc une unité de biomasse. Elle résulte du comptage sous microscope des cellules provenant d'un volume déterminé.

Nutriment :

= Sel nutritif : élément chimique, ion ou composé nécessaire aux algues pour leur croissance ou leur reproduction. Leur connaissance est importante car ils font partie des facteurs qui conditionnent la potentialité d'une eau à être le siège

d'une production primaire importante.

Phéophytine :

C'est la forme principale de la chlorophylle dégradée. Le passage de la chlorophylle à la phéophytine se fait par perte de l'atome de magnésium. Elle a été mesurée conformément à la méthode de LORENZEN (1967) La quantité d'acide ajoutée étant toutefois plus faible conformément avec beaucoup d'études récentes (MOED et HALLEGRAEF, HOLM-HANSEN et RIEMANN, 1978). Elle est exprimée ici en % de la chlorophylle a totale (chlorophylle a active + phéophytine).

Production primaire :

C'est la quantité de matière organique créée par la photosynthèse. On l'exprime en masse par unité de temps et par unité de volume ou de surface. Sa mesure permet de connaître l'apport autochtone de matière organique. Elle a été mesurée par la méthode au carbone 14 décrite à l'origine par STEEMAN-NIELSEN (1952).

Productivité primaire :

C'est le taux de production primaire, c'est-à-dire la production primaire par unité de biomasse. Elle est exprimée en mg de carbone synthétisé par mg de chlorophylle a par jour ($\text{mg.C.mg}^{-1} \text{ chlorophylle a j}^{-1}$) ou en mg de carbone synthétisé par cellule et par jour ($\text{mgC} \cdot \text{cell}^{-1} \cdot \text{J}^{-1}$) selon le paramètre choisi pour déterminer la biomasse.

TABLEAU n° 56

Les variations saisonnières à Montereau, de mai 1979 à mai 1980, des différents paramètres sont reportées dans le tableau.

Les valeurs nulles pour les paramètres physico-chimiques correspondent à des données manquantes ; par contre, les valeurs nulles pour les paramètres météorologiques, c'est-à-dire pour la pluviométrie à Balloy, l'insolation à Trappes et à Melun correspondent effectivement à des données nulles.

Abréviations employées

CODE	n° du jour
CHA	Chlorophylle a ($\mu\text{g. l}^{-1}$)
CHB	Chlorophylle b ($\mu\text{g. l}^{-1}$)
CHC	Chlorophylle c ($\mu\text{g. l}^{-1}$)
PHL	Phéophytine a obtenue par la méthode de Lorenzen ($\mu\text{g. l}^{-1}$)
CHL	Chlorophylle a active obtenue par la méthode de Lorenzen ($\mu\text{g. l}^{-1}$)
PH %	Phéophytine a en %
A/D	<u>Chlorophylle a active</u> Phéophytine a
MES	Matières en suspension (mg. l^{-1})
SEC	Profondeur de Secchi (m)
TEM	Température de l'eau ($^{\circ}\text{C}$)
O2 %	Oxygène dissous en pourcentage de saturation
PH	pH
BAL	Pluviométrie à Balloy (mm)
I ^{TR}	Insolation à Trappes (heures et dixièmes)
I ^{ML}	Insolation à Melun (heures et dixièmes)
R ^{TR}	Rayonnement à Trappes ($\text{J. cm}^{-2} \cdot \text{jour}^{-1}$)
CD	Conductivité (μS)
DEB	Débit à Vives-Eaux ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

2.5.79

1.6.79

	CODE	CHA	CHB	CHC	PHL	CHL	PHX	A/D	MES	SEC	TEM	BZX	PH	BAL	ITR	IML	RTR	CD	DEB
2	7.32	1.05	1.54	1.53	6.40	19.	4.18	17.5	.65	9.5	10.4	9.0	3.1	8.4	8.8	136.	430.	310.	
3	5.00	1.13	1.59	.62	4.68	12.	7.55	18.0	.65	9.6	10.5	9.0	11.2	3.6	4.8	1008.	430.	300.	
4	7.62	.79	1.16	2.20	6.28	26.	2.85	14.0	.65	9.4	10.6	8.0	1.3	6.1	6.4	1676.	430.	290.	
5	4.76	1.05	1.94	.97	4.23	19.	4.36	7.7	.73	9.8	10.5	3.0	6.0	6.7	7.2	1782.	430.	300.	
6	5.22	1.02	2.00	1.41	4.42	24.	3.13	15.6	.73	10.0	10.4	3.0	.7	4.6	5.9	1611.	430.	300.	
7	5.59	.17	.91	3.16	3.65	46.	1.16	15.0	.85	10.9	10.4	3.0	.1	11.6	12.7	2006.	430.	310.	
8	4.52	.88	1.77	.00	6.21	0.	.00	16.7	.77	11.4	10.3	3.0	.1	12.0	11.4	2524.	420.	280.	
9	3.87	1.11	1.95	.26	3.78	6.	.00	12.0	.75	11.8	10.2	3.0	.1	8.5	.3	2206.	420.	270.	
10	5.46	.67	1.00	2.85	7.69	27.	2.70	30.5	.85	12.5	10.2	3.0	.1	11.0	11.0	235.	420.	250.	
11	5.36	1.22	2.22	2.26	8.01	22.	3.54	14.6	.85	13.2	10.0	3.0	.1	1.4	1.0	1100.	420.	240.	
12	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	.99	3.0	.1	2.4	2.2	1135.	420.	220.	
13	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	.99	3.0	.1	12.0	12.4	2563.	420.	210.	
14	14.81	1.94	3.93	2.57	13.26	16.	5.16	12.0	.95	15.4	.99	3.1	.1	12.0	11.9	2491.	410.	210.	
15	24.05	2.81	6.54	7.83	19.35	29.	2.47	14.5	.95	16.0	.96	3.1	.1	13.7	13.2	2696.	410.	200.	
16	33.50	10.50	22.15	15.45	25.05	38.	1.62	22.0	.65	17.0	.95	3.1	.1	10.0	11.0	2315.	430.	310.	
17	19.47	7.38	13.14	17.94	5.41	66.	.52	21.3	.75	16.6	.87	3.1	.1	5.5	2.0	1558.	460.	280.	
18	21.96	5.00	6.74	12.14	14.95	45.	1.23	20.0	.85	16.2	.82	3.1	4.5	7.7	5.7	1976.	480.	200.	
19	28.57	3.45	7.12	10.16	22.49	31.	2.21	16.3	.75	15.6	.80	3.0	.2	8.7	7.4	2200.	480.	200.	
20	6.19	3.20	7.22	.00	7.75	0.	.00	21.0	.65	15.0	0.	3.0	3.5	.7	.3	774.	487.	195.	
21	12.00	3.53	7.67	7.41	7.88	48.	1.06	19.8	.75	14.0	0.	3.1	2.8	.9	1.1	741.	494.	230.	
22	8.85	2.36	4.44	3.70	6.79	35.	1.84	20.8	.75	13.8	0.	3.0	1.2	3.8	3.3	1451.	485.	240.	
23	10.31	2.07	3.46	.31	10.19	3.	.00	23.1	.65	13.6	0.	3.0	3.5	.3	.1	745.	480.	240.	
24	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	3.0	16.2	6.5	5.9	1480.	485.	240.	
25	7.57	1.63	2.50	3.45	5.57	39.	1.00	13.0	.85	13.6	0.	3.0	2.7	8.6	9.1	2006.	488.	230.	
26	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	3.0	3.5	.1	.8	902.	490.	240.	
27	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	3.0	6.5	9.0	8.2	974.	482.	270.	
28	8.78	1.80	2.46	2.95	7.09	29.	2.40	24.0	.45	14.6	0.	3.0	7.5	8.4	3.5	2183.	469.	340.	
29	14.12	1.70	1.62	8.03	9.34	46.	1.16	24.0	.45	15.2	0.	3.0	2.5	.5	.9	1146.	450.	360.	
30	14.00	2.02	2.37	8.96	8.71	51.	.97	74.0	.25	15.8	0.	7.9	2.8	6.3	3.1	2066.	440.	420.	
31	3.67	2.11	4.51	2.15	2.55	42.	1.17	45.0	.45	17.0	0.	7.9	.2	.1	2.8	562.	435.	440.	
32	5.46	1.38	1.30	8.22	4.61	64.	.56	45.8	.55	18.0	0.	7.9	.5	2.6	2.9	1510.	438.	350.	
33	12.17	1.62	2.07	7.78	7.56	51.	.97	20.8	.45	18.2	0.	3.0	.1	.1	1.1	1171.	446.	330.	
34	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	3.0	.5	6.7	6.3	2219.	422.	320.	
35	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	3.0	.1	.1	1.2	815.	442.	350.	
36	8.49	1.39	1.02	6.82	4.42	60.	.66	44.2	.45	19.0	0.	3.0	.5	1.4	.2	1180.	428.	400.	
37	7.83	1.46	2.19	.00	.00	0.	.00	81.0	.25	18.6	0.	7.9	.3	9.3	11.0	2391.	416.	480.	
38	12.70	2.16	1.57	11.75	5.38	65.	.46	83.0	.45	17.4	0.	3.0	.1	3.1	5.7	1644.	414.	520.	
39	8.28	1.38	.94	6.90	4.23	62.	.61	56.0	.45	17.2	0.	3.0	.1	5.1	6.4	1693.	423.	480.	
40	6.54	1.08	1.22	.00	.00	24.	.00	41.4	.45	17.4	0.	3.0	.1	11.7	12.5	2717.	432.	480.	
41	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	3.0	.1	.5	1.0	643.	440.	380.	
42	7.42	1.18	1.16	5.62	4.12	58.	.73	23.4	.65	17.2	0.	3.0	11.0	3.7	1.7	1702.	442.	390.	
43	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	3.0	.3	2.8	2.7	1510.	440.	310.	
44	6.42	1.21	1.46	4.19	3.97	51.	.95	29.6	.55	17.0	0.	3.0	12.3	4.0	8.0	1684.	440.	350.	
45	6.31	.96	1.00	3.86	4.04	45.	1.05	23.0	.65	17.2	0.	.0	.5	3.9	4.9	1613.	0.	320.	
46	6.41	1.06	.97	4.04	4.04	50.	1.00	25.7	.65	17.0	0.	.0	13.9	7.2	6.3	1954.	0.	305.	
47	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	4.2	7.5	8.3	1697.	0.	280.	
48	6.35	1.08	1.00	4.16	3.91	52.	.94	18.4	.65	16.0	0.	.0	.1	7.8	9.6	2210.	0.	260.	
49	8.41	1.30	1.19	5.62	5.11	52.	.91	25.0	.55	16.1	0.	.0	.1	10.9	10.4	2634.	0.	320.	

Tableau n°56 Valeurs des paramètres physico-chimiques et météorologiques à Vernou en 1979 et 1980

CODE	CHA	CHB	CHC	PHL	CHL	PHX	A/D	MES	SEC	TEM	U2X	PH	BAL	ITR	IML	RTR	CD	DEB
50	9.46	1.30	1.58	5.88	5.98	50.	1.02	18.4	.55	16.4	0.	.0	.1	11.4	9.5	2358.	0.	320.
51	8.78	1.33	1.26	5.25	5.69	48.	1.08	20.9	.55	17.2	0.	.0	.1	12.9	10.8	2489.	0.	290.
52	7.72	1.06	1.36	6.23	4.03	61.	.65	19.5	.65	18.0	77.	8.0	.1	2.5	3.8	2029.	442.	230.
53	8.78	1.17	1.35	7.55	4.29	64.	.57	17.5	.75	18.7	77.	7.9	.2	10.0	8.6	2166.	437.	150.
54	11.04	1.61	2.17	7.20	6.79	51.	.94	18.8	.75	19.0	79.	7.9	.1	7.8	7.6	2337.	435.	150.
55	13.82	1.72	2.37	7.61	9.29	45.	1.22	19.3	.75	19.2	80.	8.0	27.0	8.3	5.7	2027.	433.	150.
56	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	83.	8.0	1.4	8.7	9.6	2402.	431.	150.
57	19.86	2.41	4.03	16.54	10.06	62.	.61	13.5	.75	18.8	85.	8.1	.3	.3	1.2	1331.	422.	150.
58	17.91	2.37	3.78	17.19	7.75	69.	.45	13.0	.75	19.6	85.	8.1	.1	4.1	2.1	1392.	409.	120.
59	28.31	4.19	6.39	32.83	8.97	75.	.52	20.0	.65	19.8	88.	8.1	.1	13.2	12.3	2524.	378.	165.
60	23.68	3.02	4.59	18.48	12.74	59.	.69	14.0	.65	19.9	86.	8.1	.1	1.5	1.8	754.	375.	155.
61	24.00	2.16	5.11	12.91	15.67	47.	1.21	25.1	.45	18.4	86.	8.0	.1	1.9	.2	1317.	370.	125.
62	30.79	2.34	8.42	15.04	21.71	41.	1.44	18.9	.65	18.0	90.	8.1	.1	1.1	4.1	1241.	421.	120.
63	28.83	2.70	8.00	16.03	19.22	45.	1.20	17.0	.75	17.8	94.	8.2	.1	10.0	7.7	2299.	414.	140.
64	35.09	3.46	11.48	19.64	27.28	42.	1.39	18.5	.75	18.0	99.	8.1	.1	11.4	10.5	2440.	367.	130.
65	52.68	3.39	18.73	25.30	37.34	40.	1.48	16.5	.75	18.2	104.	8.1	.2	11.2	11.2	2387.	381.	110.
66	53.67	4.15	18.06	26.62	37.61	41.	1.41	18.5	.75	18.5	108.	8.1	.1	13.9	12.7	2734.	380.	110.
67	48.28	3.78	15.20	21.85	35.00	39.	1.60	15.5	.75	19.0	107.	8.0	.1	11.9	10.0	2622.	365.	110.
68	40.86	3.67	10.31	20.17	28.73	41.	1.42	17.0	.75	19.8	104.	8.0	.1	12.5	11.7	2774.	370.	105.
69	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	103.	8.1	.1	8.6	8.2	2375.	388.	105.
70	59.29	3.86	10.36	17.90	28.03	40.	1.57	14.0	.85	20.0	100.	8.1	.1	.5	.8	782.	392.	105.
71	29.69	3.77	7.18	16.15	30.12	45.	1.25	15.5	.85	20.0	98.	8.1	.1	12.0	12.9	2526.	397.	100.
72	25.00	3.21	7.11	12.28	17.70	41.	1.44	17.0	.85	20.4	99.	8.1	.1	8.4	9.0	2116.	399.	90.
73	26.61	3.32	5.71	14.05	18.26	43.	1.30	13.5	.85	20.4	97.	8.1	.1	6.5	.3	357.	403.	85.
74	27.32	3.43	5.36	14.67	18.59	44.	1.27	12.0	.75	20.2	96.	8.0	29.5	7.6	5.2	1916.	398.	105.
75	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.0	.1	4.0	5.2	1393.	404.	115.
76	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.0	.1	8.7	5.6	2364.	410.	105.
77	18.89	3.68	3.45	10.03	13.98	42.	1.39	10.5	.85	20.4	0.	8.0	.2	8.6	7.0	2340.	403.	105.
78	20.04	3.46	4.94	9.36	14.46	39.	1.54	9.5	.85	20.6	0.	8.0	.2	13.2	11.5	2738.	405.	100.
79	19.55	3.14	4.03	7.67	14.95	34.	1.95	5.5	.85	21.2	0.	8.0	.1	8.6	11.4	2317.	407.	105.
80	19.93	3.05	3.91	9.72	14.15	41.	1.46	9.0	.85	21.4	0.	8.0	.2	10.1	8.2	2506.	395.	95.
81	21.97	3.75	3.75	9.24	16.77	36.	1.78	10.0	.95	20.8	0.	8.1	.2	3.5	2.8	1560.	392.	100.
82	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	.4	.6	1143.	392.	0.
83	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.9	.1	8.1	4.3	1761.	394.	95.
84	17.24	3.17	3.05	8.61	12.12	42.	1.41	4.5	.95	19.6	0.	8.0	.1	6.8	4.2	1704.	382.	90.
85	18.22	3.28	3.77	7.56	13.71	36.	1.81	9.0	1.05	19.4	0.	8.0	.1	3.8	4.5	1374.	386.	84.
86	18.94	3.49	3.78	9.04	13.57	40.	1.50	10.5	.95	19.6	0.	8.0	.1	12.1	10.9	2489.	385.	76.
87	21.10	3.29	3.70	8.27	16.12	34.	1.95	6.5	1.05	20.2	0.	8.0	.1	11.7	10.4	2351.	378.	86.
88	18.67	3.28	3.10	8.56	13.57	39.	1.59	4.5	1.05	20.8	0.	8.0	.1	12.5	11.8	2513.	359.	76.
89	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.0	.1	10.5	13.0	2469.	369.	80.
90	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.9	.1	9.3	10.3	2239.	371.	80.
91	22.00	3.55	2.73	13.35	13.78	50.	.99	7.5	.95	22.0	0.	8.0	.1	6.0	4.0	1659.	364.	70.
92	18.29	3.15	3.23	11.13	11.78	49.	1.06	8.0	1.05	21.6	0.	8.0	.2	.3	.1	813.	366.	66.
93	15.41	3.72	3.14	8.55	10.40	45.	1.22	7.0	1.05	21.0	0.	8.0	.2	7.8	.3	773.	366.	63.
94	14.75	3.62	2.03	11.42	8.05	59.	.70	7.0	.95	21.0	0.	7.8	1.6	9.0	6.8	2219.	371.	65.
95	12.86	3.49	1.54	6.71	8.96	43.	1.34	8.5	1.05	20.8	0.	7.9	.7	11.3	.8	2212.	372.	67.
96	11.62	3.19	3.02	6.02	8.13	42.	1.35	5.5	.95	21.2	0.	7.8	.2	12.5	10.1	2349.	370.	70.
97	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.0	.1	11.2	12.0	2254.	377.	76.

1.7.79

1.8.79

II.X

Taleau n°56 (suite)

CODE	CHA	CHB	CHC	PHL	CHL	PHX	A/D	MES	SEC	TEM	02%	PH	BAL	ITR	IML	RTR	LD	UEB
98	14.12	2.35	2.18	7.27	5.85	42.	1.35	8.7	1.05	21.4	0.	8.C	.1	12.1	11.2	2444.	393.	70.
99	15.48	2.56	2.60	9.34	9.98	48.	1.07	8.6	1.05	21.5	0.	7.3	.1	7.0	9.1	1631.	410.	69.
100	14.31	2.51	1.73	7.37	9.98	42.	1.35	9.5	1.05	21.2	0.	8.C	.1	3.6	3.3	1416.	440.	65.
101	14.12	2.36	2.05	7.97	9.44	46.	1.18	8.0	.95	20.4	0.	.C	.1	3.5	3.5	926.	440.	64.
102	11.89	2.07	1.66	6.67	7.99	46.	1.20	8.0	1.05	19.6	0.	8.C	5.9	3.9	2.9	1568.	440.	60.
103	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.7	1.5	.1	.4	702.	440.	69.
104	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.3	4.5	6.3	6.5	1679.	440.	69.
105	14.46	2.32	2.21	8.85	9.23	45.	1.04	10.5	1.05	20.7	0.	7.8	.1	6.8	4.3	1747.	440.	69.
106	13.05	2.12	1.56	8.35	8.20	50.	.98	4.5	.95	20.0	0.	3.C	.1	5.6	7.8	1180.	440.	69.
107	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.9	.1	.2	1.1	879.	440.	69.
108	13.49	2.27	2.44	7.50	9.09	45.	1.21	8.4	.90	19.9	0.	7.8	3.9	10.0	7.5	1847.	440.	69.
109	12.92	2.20	2.12	8.64	7.86	52.	.91	9.1	.95	19.4	0.	7.8	.5	3.6	2.4	1228.	440.	69.
110	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.8	5.8	.1	2.3	702.	440.	100.
111	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.8	1.2	2.5	.6	1183.	440.	86.
112	10.40	1.67	1.74	5.52	7.16	44.	1.30	5.0	.75	18.0	0.	7.8	1.2	4.3	2.6	1401.	440.	85.
113	12.75	1.81	2.14	6.85	8.68	44.	1.26	12.0	.85	18.3	0.	7.7	.3	1.4	1.9	845.	440.	94.
114	11.65	1.60	1.80	6.65	7.72	46.	1.16	10.0	.85	18.5	0.	8.C	.5	7.6	3.1	1812.	426.	93.
115	11.47	1.60	1.88	5.94	7.86	43.	1.32	8.0	.85	18.4	0.	3.C	.1	7.5	9.8	1603.	408.	89.
116	11.70	1.67	1.97	6.64	7.78	47.	1.17	11.0	.95	18.1	0.	8.C	.1	4.1	6.9	1564.	420.	72.
117	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.8	5.6	.1	.1	406.	406.	84.
118	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.9	30.4	5.4	7.6	1485.	411.	90.
119	12.83	1.70	2.06	7.92	8.13	45.	1.03	14.5	.85	17.3	0.	7.9	.1	6.7	7.2	1503.	420.	82.
120	12.51	1.68	2.57	9.27	7.03	57.	.76	15.0	.75	17.4	0.	8.C	.1	12.0	11.3	2121.	400.	100.
121	12.54	1.92	2.49	8.08	7.78	51.	.96	14.3	.83	17.2	0.	8.1	.1	10.3	11.9	1993.	0.	95.
122	12.27	1.74	2.16	6.78	8.26	45.	1.22	12.0	.75	17.4	0.	8.1	.1	8.7	9.3	1819.	0.	100.
123	13.14	1.76	2.30	6.70	9.17	42.	1.37	13.5	.85	18.0	0.	3.1	.1	9.0	6.5	1755.	0.	96.
124	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.C	.3	7.9	9.C	1737.	0.	96.
125	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.C	.6	2.9	.8	890.	0.	96.
126	10.91	1.57	1.98	6.92	6.82	50.	.98	15.9	.70	18.7	0.	7.9	14.5	4.5	4.2	1140.	0.	92.
127	11.62	1.57	2.37	6.72	7.65	47.	1.14	17.7	.67	18.4	0.	8.C	.1	7.6	5.7	1423.	0.	90.
128	11.08	1.53	2.42	7.93	6.41	55.	.81	11.0	.65	18.4	0.	.C	.1	11.7	11.5	1964.	0.	90.
129	10.60	1.45	2.57	7.10	6.41	53.	.90	8.6	.75	18.8	88.	.C	.5	9.9	9.1	1802.	0.	85.
130	13.39	2.74	3.57	10.67	6.99	61.	.64	11.8	.75	18.6	88.	.C	.5	1.7	.2	968.	0.	84.
131	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	88.	.0	.1	6.1	3.5	1344.	0.	82.
132	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	87.	.C	.1	.1	.0	589.	0.	80.
133	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	86.	.C	11.5	4.5	3.7	1198.	0.	80.
134	12.25	1.80	2.77	7.94	7.61	51.	.96	11.0	.75	19.2	87.	.C	.1	9.1	6.7	1690.	0.	82.
135	15.07	1.12	4.16	10.77	5.61	56.	.89	9.2	.85	19.2	88.	.0	.5	6.8	4.7	1434.	0.	72.
136	15.82	2.83	5.13	10.00	10.06	50.	1.01	10.4	.75	19.4	87.	.C	.3	7.4	6.7	1500.	0.	72.
137	14.17	2.02	3.72	8.14	9.37	46.	1.15	6.9	.75	19.3	88.	.0	.1	8.1	7.7	1655.	0.	82.
138	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	87.	.0	.1	9.8	9.6	1640.	0.	73.
139	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	87.	.C	.1	11.0	10.3	1841.	0.	75.
140	19.30	1.77	4.23	13.16	11.44	53.	.87	10.9	.75	18.0	88.	.0	.1	11.4	11.2	1802.	0.	73.
141	15.34	2.09	4.39	.00	.00	0.	.00	13.4	.85	17.8	89.	.C	.8	10.5	10.2	1693.	0.	75.
142	15.48	1.69	3.02	.00	.00	0.	.00	9.1	.85	17.7	88.	.0	.5	10.1	9.6	1578.	0.	62.
143	12.32	1.59	2.93	16.98	2.31	88.	.14	13.8	.70	17.6	87.	.0	.1	1.1	.8	558.	0.	59.
144	12.80	2.20	3.61	14.45	10.22	58.	.70	11.4	.75	17.0	0.	.C	9.7	7.6	4.9	1381.	0.	71.
145	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	89.	.0	.9	6.9	7.7	1154.	0.	74.

1.9.79

Tableau n°56 (suite)

CODE	CHA	CHB	CHC	PHL	CHL	PHX	A/D	MES	SEC	TEM	DEZ	PH	BAL	ITR	IML	RTR	CD	DEB
146	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	90.	.C	.8	8.0	9.1	1157.	0.	79.
147	15.08	1.86	3.44	10.92	8.61	56.	.79	11.9	.85	15.7	89.	.C	.4	2.0	.2	499.	0.	77.
148	20.25	2.57	6.36	12.66	12.74	50.	1.01	16.6	.85	15.5	91.	.C	.3	5.7	3.3	1190.	0.	78.
149	15.96	2.45	5.25	9.46	10.40	48.	1.10	15.5	.85	15.2	91.	.C	.5	5.3	3.7	1052.	0.	78.
150	20.17	2.29	5.05	10.25	14.05	42.	1.37	16.0	.85	15.2	95.	.C	.5	5.3	5.6	1031.	0.	77.
151	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	96.	.C	.3	.7	2.0	615.	0.	77.
152	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	95.	.C	.4	.1	.1	1514.	0.	77.
153	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	97.	.C	.3	7.3	8.3	1249.	0.	74.
1.10.79	154	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	97.	.C	.4	5.0	2.2	1142.	0.	72.
155	14.09	1.58	2.77	21.07	1.62	93.	.08	13.9	.90	14.8	98.	.C	.3	.2	.4	584.	0.	75.
156	14.03	1.96	4.81	9.59	8.37	53.	.87	10.6	.90	14.9	94.	.C	.1	.3	.2	467.	0.	76.
157	14.37	1.48	3.33	8.26	9.44	47.	1.14	11.1	.70	15.0	86.	.C	.3	.1	.4	399.	0.	77.
158	12.81	2.14	5.55	6.95	8.75	44.	1.26	10.0	.85	15.0	98.	.C	11.5	2.7	.9	693.	0.	77.
159	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	97.	.C	.1	5.4	5.1	1086.	0.	76.
160	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	98.	.C	2.5	3.8	1.2	800.	0.	76.
161	12.28	1.84	3.67	7.22	7.99	48.	1.11	13.6	.95	15.1	0.	.C	.4	1.7	3.1	816.	0.	76.
162	13.44	1.77	4.19	7.32	9.09	45.	1.24	14.0	.95	15.6	0.	.C	.3	1.5	5.5	566.	0.	78.
163	13.05	2.47	4.73	10.92	6.68	62.	.61	12.5	.95	15.7	0.	.C	.1	1.8	3.1	483.	0.	77.
164	11.93	1.67	3.67	6.90	7.85	47.	1.14	5.0	.95	15.6	0.	.C	4.2	.1	.3	401.	0.	78.
165	11.96	1.68	2.71	6.71	8.00	46.	1.19	12.0	.95	15.8	0.	.C	8.5	2.1	2.0	637.	0.	76.
166	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.C	1.5	.2	.3	444.	0.	84.
167	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.C	5.2	7.1	5.8	1155.	0.	96.
168	11.52	1.74	2.72	7.52	7.10	51.	.94	10.4	.95	15.3	0.	.C	2.5	3.1	3.3	546.	0.	90.
169	11.52	1.70	2.83	5.62	8.27	40.	1.47	13.5	.75	15.0	0.	.C	7.5	.7	.0	560.	0.	92.
170	11.71	1.29	2.39	6.00	8.13	42.	1.35	12.1	.62	14.6	0.	.C	.7	8.6	6.6	1050.	0.	100.
171	11.97	1.83	3.38	6.38	8.33	43.	1.35	9.5	.75	14.2	0.	.C	.4	3.8	3.3	671.	0.	105.
172	10.29	1.84	3.54	5.84	6.83	46.	1.17	10.5	.85	13.8	0.	.C	.3	9.1	4.3	1088.	0.	97.
173	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.C	.1	7.4	6.3	1037.	0.	98.
174	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.C	.3	2.6	3.6	679.	0.	94.
175	9.43	1.10	1.80	4.71	6.61	42.	1.40	6.5	.95	13.0	0.	.C	.3	.0	.0	348.	0.	100.
176	9.95	1.25	2.25	4.92	7.03	41.	1.41	13.0	.85	12.2	0.	.C	.3	.0	.0	152.	0.	100.
177	8.76	1.31	2.17	4.95	5.85	46.	1.18	11.5	.75	11.9	0.	.C	.0	.0	.0	674.	0.	100.
178	9.15	1.43	2.43	5.75	5.79	50.	1.00	18.0	.65	12.0	0.	.C	1.6	.0	1.2	283.	0.	115.
179	8.73	1.16	2.32	5.08	5.72	47.	1.13	24.4	.65	11.9	0.	.C	9.4	.0	.0	151.	0.	170.
180	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.C	7.7	.1	.4	346.	0.	160.
181	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.C	.1	.5	2.2	384.	0.	165.
182	9.71	1.66	3.35	6.90	5.62	55.	.80	16.1	.55	11.4	108.	8.0	.1	.6	.5	307.	476.	180.
183	7.97	1.72	4.19	5.72	4.66	55.	.81	19.2	.55	11.0	106.	8.0	3.5	4.2	5.9	673.	478.	180.
184	6.86	1.17	1.99	5.62	3.57	61.	.64	19.4	.55	11.0	105.	8.1	.1	.0	.0	127.	0.	150.
185	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	104.	8.1	6.2	2.1	2.3	662.	0.	150.
186	6.12	.77	.84	3.34	4.13	45.	1.24	10.8	.65	11.2	104.	8.1	.1	8.7	6.4	815.	0.	150.
187	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	104.	8.1	.1	.1	.8	329.	0.	125.
188	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	105.	8.1	.1	.1	.0	141.	0.	110.
189	5.09	.42	1.08	2.84	3.38	46.	1.19	7.5	.85	10.8	104.	8.1	9.7	3.4	3.5	513.	0.	110.
190	5.25	.50	1.16	2.43	3.79	39.	1.56	9.0	.75	10.8	104.	8.1	14.0	.1	.0	54.	0.	125.
191	6.13	2.25	7.90	4.15	3.86	52.	.93	11.0	.85	11.0	103.	8.1	4.5	.1	.0	224.	0.	120.
192	7.82	1.30	2.40	5.66	4.50	56.	.79	18.0	.55	11.0	101.	8.1	.1	.1	.1	178.	0.	160.
193	6.94	1.07	1.38	4.77	4.13	54.	.87	22.3	.45	11.0	100.	8.1	16.0	7.6	6.8	734.	0.	210.

Tableau n° 56 (suite)

CODE	CHA	CHB	CHC	PHL	CHL	PHZ	A/D	MES	SEC	TEM	dx	PH	BAL	ITR	IML	RTR	CD	DEB
194	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	100.	8.1	1.2	8.1	7.7	718.	0.	250.
195	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	100.	8.1	.1	6.0	5.5	595.	0.	260.
196	6.47	1.45	.00	5.43	.00	65.	.53	40.0	.45	9.4	100.	8.0	6.2	.3	.3	236.	0.	250.
197	7.39	2.26	.00	5.43	.00	42.	1.39	20.8	.45	8.9	100.	8.1	3.2	3.3	3.3	563.	0.	260.
198	6.25	1.23	.00	5.43	.00	40.	1.49	33.3	.45	8.6	100.	8.1	.1	2.9	2.0	433.	0.	250.
199	6.65	2.33	.00	5.43	.00	49.	1.05	41.7	.45	8.0	100.	8.1	5.5	8.2	2.8	695.	0.	330.
200	8.03	1.56	.00	5.43	.00	50.	.98	68.7	.55	7.8	102.	8.1	.1	3.7	1.8	525.	0.	330.
201	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	104.	8.1	.1	.1	.1	278.	0.	320.
202	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	105.	8.1	.1	2.9	1.8	311.	0.	290.
203	4.55	.94	.00	4.00	.00	44.	1.30	25.7	.45	7.3	111.	8.1	5.4	5.7	3.4	561.	0.	290.
204	4.26	.75	.00	4.00	.00	43.	1.33	22.1	.45	7.2	115.	8.1	.1	.1	.0	247.	0.	270.
205	4.59	.93	.00	4.00	.00	47.	1.14	22.1	.55	7.0	120.	8.1	.1	4.3	2.7	514.	0.	270.
206	3.77	.62	.00	4.00	.00	41.	1.44	17.8	.50	7.0	119.	8.1	.1	6.9	6.5	538.	0.	270.
207	3.47	.49	.00	4.00	.00	30.	2.29	17.6	.65	6.4	120.	8.1	.6	6.8	4.4	607.	0.	230.
208	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	122.	8.1	.1	.1	.0	128.	0.	220.
209	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	122.	8.1	.1	.1	.0	171.	0.	210.
210	3.33	.73	.00	4.00	.00	40.	1.31	4.2	.95	6.2	122.	8.1	.1	.1	.5	173.	0.	210.
211	3.30	.91	.00	4.00	.00	.0	.00	7.0	.95	6.8	120.	8.1	.1	.4	.0	311.	0.	210.
212	3.34	.43	.00	4.00	.00	11.	2.21	8.0	.95	7.1	116.	8.1	.1	7.1	7.1	556.	0.	200.
213	3.59	.53	.00	4.00	.00	65.	1.01	8.0	.95	7.2	115.	8.1	.5	4.1	.9	516.	575.	200.
214	3.97	.50	.00	4.00	.00	50.	2.94	7.5	.95	7.2	112.	8.1	.5	5.7	4.8	500.	576.	200.
215	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.6	.1	227.	0.	0.
216	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	2.9	1.6	383.	0.	0.
217	3.16	.49	1.13	.00	.00	.0	.00	12.5	.95	8.0	0.	.0	.1	2.5	2.1	343.	0.	0.
218	3.31	.78	1.12	.00	.00	29.	2.40	6.5	1.05	8.0	0.	.0	.5	4.2	4.2	424.	0.	0.
219	3.55	.95	1.13	.00	.00	46.	1.19	2.0	1.05	7.9	0.	8.1	.5	.3	.7	276.	583.	180.
220	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.6	.5	257.	0.	160.
221	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	4.0	4.6	378.	0.	110.
222	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.1	104.	0.	110.
223	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	6.6	.1	.1	90.	0.	110.
224	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	10.8	2.7	2.7	296.	0.	130.
225	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	10.8	2.7	2.7	296.	0.	130.
226	5.60	.98	1.29	4.59	2.91	61.	.63	17.8	.55	9.0	0.	.0	15.0	2.6	3.9	327.	0.	145.
227	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.1	76.	0.	220.
228	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	10.2	3.2	3.2	370.	0.	260.
229	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	12.5	2.4	2.0	260.	0.	250.
230	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.1	117.	0.	340.
231	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	7.0	.2	.2	195.	0.	550.
232	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	7.0	.6	.2	195.	0.	550.
233	7.40	2.60	3.99	5.05	4.59	52.	.91	55.0	.15	7.2	0.	.0	13.5	.4	.1	154.	0.	570.
234	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	4.6	1.9	.1	273.	0.	630.
235	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.2	38.	0.	660.
236	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.1	43.	0.	670.
237	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	4.6	.1	.6	98.	0.	620.
238	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	13.8	.2	.9	183.	0.	560.
239	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	1.6	.1	.1	227.	0.	500.
240	.00	.00	.00	.00	.00	.0	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.3	.1	.1	81.	0.	490.
241	4.54	1.13	1.27	3.83	2.33	62.	.61	34.2	.35	4.0	0.	.0	.1	.1	.1	158.	0.	550.

Tableau n° 56 (suite)

LAV

1. 12. 79

	CSSE	CHA	CHB	CHC	PHL	CHL	PHX	A/D	MES	SEC	TEM	REX	PH	BAL	ITR	IML	RTR	CD	DEB
	242	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	4.5	.1	.4	148.	0.	520.
	243	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	7.0	4.1	2.4	339.	0.	510.
	244	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	2.6	1.9	1.3	239.	0.	510.
	245	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.6	4.7	2.6	412.	0.	520.
1.1.80	246	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.1	228.	525.	570.
	247	3.91	.53	.53	3.21	2.00	62.	.62	25.8	.30	4.0	0.	.0	.1	5.9	5.3	428.	530.	550.
	248	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.1	228.	520.	500.
	249	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	6.0	.1	.1	74.	520.	440.
	250	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	4.0	2.0	.3	265.	530.	410.
	251	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	1.6	.1	.7	181.	530.	440.
	252	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.5	.1	.1	145.	525.	480.
	253	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.3	.1	.1	76.	520.	520.
	254	1.59	1.36	2.51	2.56	2.18	54.	.85	34.2	.45	6.0	0.	.0	.3	.1	.1	113.	516.	500.
	255	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	2.8	4.2	354.	515.	450.
	256	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	1.0	125.	520.	390.
	257	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	4.7	4.4	412.	525.	420.
	258	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	1.2	3.1	268.	528.	390.
	259	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	5.8	3.8	431.	534.	360.
	260	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.1	192.	560.	360.
	261	1.42	.70	1.69	.96	1.30	42.	1.35	10.0	.85	5.0	0.	.0	.1	2.9	5.8	404.	563.	350.
	262	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	3.8	3.6	389.	575.	320.
	263	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.1	145.	570.	320.
	264	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	1.9	5.2	348.	570.	320.
	265	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.1	122.	570.	270.
	266	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	4.4	1.9	.4	114.	570.	240.
	267	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	2.4	5.1	4.2	476.	570.	250.
	268	2.64	.53	.87	2.56	1.16	69.	.45	10.0	.85	5.0	0.	.0	.4	.8	.2	268.	478.	230.
	269	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	6.4	1.0	4.0	410.	457.	280.
	270	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.1	229.	469.	350.
	271	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	.1	152.	453.	490.
	272	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	6.6	.1	523.	480.	510.
	273	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	8.0	7.6	726.	457.	420.
	274	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	1.5	7.2	708.	451.	370.
	275	2.55	.62	.94	1.11	1.93	37.	1.74	11.5	.65	4.0	0.	8.1	1.5	.1	.1	162.	456.	300.
1.2.80	276	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	11.5	2.1	1.5	336.	453.	310.
	277	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	1.2	1.9	2.5	401.	550.	380.
	278	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.6	.6	.8	174.	543.	490.
	279	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	3.0	.1	.1	54.	540.	570.
	280	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	19.8	.2	.2	211.	509.	610.
	281	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	4.5	3.0	2.5	486.	450.	650.
	282	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	3.5	.1	.1	178.	466.	670.
	283	6.91	1.48	2.71	4.08	4.59	47.	1.12	80.0	.10	8.0	0.	8.1	6.5	2.9	2.4	496.	453.	760.
	284	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	5.6	5.2	704.	459.	850.
	285	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	5.2	3.5	741.	468.	880.
	286	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	2.8	2.1	518.	468.	850.
	287	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	3.0	.7	570.	468.	850.
	288	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	1.4	.1	513.	468.	750.
	289	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	.1	.1	236.	468.	690.

Tableau n°56 (suite)

1.380

1.480

CODE	CHA	CHB	CHC	PHL	CHL	PHZ	A/D	MES	SEC	TEM	BZX	PH	BAL	ITR	IML	RTR	CD	DEB
290	3.15	1.40	3.73	2.73	1.65	62.	*60	23.0	.30	6.5	0.	8.1	.1	.1	.8	348.	468.	650.
291	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.00	.00	.0	0.	8.1	.1	1.4	.7	635.	480.	590.
292	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	.1	.1	159.	480.	530.
293	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	6.6	2.1	2.8	381.	480.	500.
294	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.2	6.2	6.8	982.	480.	500.
295	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	7.0	8.8	1041.	490.	480.
296	3.93	1.67	4.42	1.63	3.10	34.	1.90	18.0	.55	7.0	0.	8.1	.1	2.0	5.7	665.	490.	450.
297	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	6.3	7.9	533.	491.	450.
298	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.3	.1	.1	220.	499.	430.
299	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	7.0	7.7	6.5	835.	492.	430.
300	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	9.2	.1	.1	163.	492.	430.
301	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.0	3.0	.3	2.3	472.	482.	430.
302	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.0	.1	.1	.1	362.	488.	460.
303	6.74	1.50	4.62	2.25	5.51	25.	2.45	23.9	.55	8.0	0.	8.1	.1	2.6	7.1	753.	490.	520.
304	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	.1	.1	477.	495.	500.
305	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	.1	.1	478.	490.	470.
306	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.3	.1	.1	407.	500.	430.
307	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	.1	.7	369.	510.	410.
308	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	6.9	4.8	1062.	516.	400.
309	7.00	1.34	3.32	1.85	5.92	24.	3.13	6.4	.85	6.5	0.	8.0	.1	9.8	9.7	1266.	520.	570.
310	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.0	.1	7.7	8.1	1295.	520.	450.
311	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.0	2.3	.1	.1	187.	520.	430.
312	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.8	12.7	1.9	.9	696.	522.	410.
313	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.8	3.1	2.8	3.5	655.	530.	480.
314	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	7.8	.1	3.9	2.6	862.	525.	480.
315	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.0	.1	.1	.5	418.	520.	480.
316	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.0	.7	2.6	.8	658.	511.	460.
317	5.56	2.11	5.87	3.51	7.58	32.	2.16	22.5	.55	8.4	0.	8.0	.1	.1	.1	328.	500.	490.
318	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.0	7.2	.1	.1	170.	500.	490.
319	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	13.8	.1	.1	131.	500.	450.
320	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	.1	.1	178.	500.	440.
321	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	.1	.1	174.	500.	470.
322	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	.1	.1	334.	490.	460.
323	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	.3	.9	811.	480.	440.
324	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	3.3	5.4	895.	462.	510.
325	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	21.2	.1	.1	182.	450.	470.
326	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	1.0	.1	.1	158.	450.	460.
327	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	1.3	7.2	3.8	1457.	460.	470.
328	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	8.1	7.4	1439.	468.	520.
329	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	7.9	8.5	1805.	468.	480.
330	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	8.1	.1	1.7	2.4	804.	480.	420.
331	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	4.3	.7	.7	704.	480.	470.
332	5.02	2.33	5.57	3.35	7.16	32.	2.14	19.0	.55	9.6	0.	.0	11.0	.1	.1	422.	490.	480.
333	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	1.4	4.2	3.8	1008.	450.	420.
334	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	2.1	1.4	539.	505.	500.
335	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.6	5.1	6.4	1109.	520.	490.
336	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	3.6	.1	.1	400.	520.	490.
337	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	4.7	.6	.8	644.	530.	460.

IIIAX

CODE	CHA	CHB	CHC	PHL	CHL	PH%	A/D	MES	SEC	TEM	U2%	PH	BAL	ITR	IML	RTH	LD	DEB
338	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.3	8.1	6.2	1398.	530.	450.
339	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	9.1	8.0	1582.	535.	440.
340	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	3.3	2.0	1107.	535.	420.
341	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	3.6	4.0	1076.	530.	370.
342	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	5.1	6.0	1503.	530.	370.
343	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	5.1	9.9	1905.	0.	360.
344	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	5.7	6.2	1382.	0.	440.
345	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	7.4	3.3	1525.	0.	320.
346	11.36	1.32	3.16	3.66	5.16	29.	2.50	8.8	.75	8.5	0.	.0	.1	1.6	2.6	1174.	0.	280.
347	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	9.4	9.8	2034.	0.	280.
348	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	12.3	12.1	2174.	0.	250.
349	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	8.9	11.0	1937.	0.	250.
350	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	11.2	11.5	2108.	0.	240.
351	31.06	4.23	7.89	7.89	26.35	23.	3.34	14.0	.65	12.5	0.	.0	.1	1.2	2.5	1240.	0.	220.
352	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	3.5	3.0	1414.	0.	210.
353	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	9.6	9.0	1894.	0.	200.
354	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	1.2	2.1	1235.	0.	180.
355	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	4.8	4.5	969.	0.	160.
356	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	4.5	3.9	4.1	1224.	0.	160.
357	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.3	2.6	4.2	994.	0.	160.
358	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.9	.4	775.	0.	150.
359	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	1.4	10.1	7.7	1828.	0.	150.
360	5.83	5.58	12.18	16.07	44.12	27.	2.76	13.5	.75	11.0	0.	.0	.1	.1	.1	467.	0.	160.
361	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.3	2.3	2.1	1377.	0.	160.
362	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.2	2.1	1146.	0.	160.
363	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	1.3	.2	6.4	990.	0.	150.
364	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	3.9	5.2	1560.	0.	150.
365	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.7	.7	872.	0.	140.
366	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.1	2.1	757.	0.	180.
367	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	9.0	7.3	1983.	0.	140.
368	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.3	2.9	2.5	1054.	0.	150.
369	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	8.9	8.4	1972.	0.	140.
370	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	.6	.2	689.	0.	140.
371	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	4.4	1.7	1231.	0.	150.
372	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.1	2.6	3.1	1112.	0.	150.
373	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	.3	1.9	.5	1249.	0.	160.
374	.00	.00	.00	.00	.00	0.	.00	.0	.00	.0	0.	.0	9.0	.1	.1	377.	0.	150.
375	45.49	5.70	10.31	16.15	35.81	29.	2.47	13.0	.75	12.0	0.	.0	.1	6.3	3.7	1493.	0.	140.

1.5.80

Tableau n°56 (fin)

Date GENRES	14/3	14/5	12/6	29/6	6/8	3/9	8/10	14/11
	Carteria							
Chlamydomonas	7,4	13	53	52	101	378	122	14
Chlorogonium			0,8					
Eudorina								
Gonium								
Pandorina			0,8					
Phacotus								
Pteromonas								
Tetraselmis			0,8	1,2				
Actinastrum						5		
Ankystrodesmus		5,8			23	47		
Ankyra							2,5	
Chlorella								
Closteriopsis		2,5				10		
Chodatella				1,2		7		
Coelastrum								
Crucigenia					7	22		
Dicellula							2,5	
Dictyosphaerium								
Elakatothrix						1,2		
Golenkinia					2,5	10		
Golenkiniopsis								
Micractinium				1,6		10		
Monoraphidium	31	23	34	39	333	165	65	6
Oocystis								
Ourococcus								
Pediastrum								
Scenedesmus		1,6	3,3	5	81	121	38	2,5
Tetraedron			1,6		2,5	22	7	
Tetrastrum					7	15		
Closterium							10	
Cosmarium					2,5			
Spirogyra								
Staurastrum								
Dinobryon		2,5	9	7	2,5	10	6	
Mallomonas				2,5				
Mallomonopsis								
Bitrichia								
Ophiocytium								
Cyclotella	6,6	394	142	44	95	404		5
Melosira	1,6	0,8	1,6		17	15	180	33
Achnanthes								
Rhoicosphenia					2,5			
Asterionella ♀	13	5			10			
Cocconeis			11		15			11
Diatoma		6,6		6				
Meridion ♀								
Synedra			13		10			
Tabellaria								
Eunotia								
Amphora								
Cymatopleura				1,2				
Cymbella	0,8		6,6	2,5	5			5
Denticula								
Gomphoneis			7					
Gomphonema	3,6		0,8					
Gyrosigma					2,5	2,5		
Hantzschia			6,6					
Navicula		3,3	28	20	42	30	6	25
Nitzschia	153	153	440	268	188	101		20
Pinnularia								
Surirella		1,6	3,3				2,5	
Chroomonas		51	43	337	314	143	25	
Cryptomonas	12	76	36	23	47	78	28	3,7
Peridinium								
Euglenes						2,5		
Phacus						2,5		
Trachelomonas						7	7	
Microcystis								
Pseudanabaena	3,3		3,3					
Oscillatoria		0,8					7	16

Tableau n°57^a: Genres rencontrés à Marnay-sur-Seine en 1979
en (cellules. ml⁻¹)

Date	Marolles-sur-Seine								St Mammès			
	14/3	14/5	12/6	29/6	6/8	3/9	8/10	14/11	14/3	14/5	12/6	29/6
GENRES												
Carteria					10	5						5
Chlamydomonas	10	150	153	17	1.820	40	102	38	18	129	114	385
Chlorogonium											2,5	
Eudorina			1,2									
Gonium							1,2					1,2
Pandorina										6,6		
Phacotus												
Pteromonas												
Tetraselmis		14										47
Actinastrum					5			0,8				
Ankystrodesmus		60	25	2,5	67					6,6	11	
Ankyra												
Chlorella										18		
Closteriopsis												
Chodatella					3,7		16					2,5
Coelastrum			1,2		22	7	3,7					22
Crucigenia					44		10	1,6		1,6		3,7
Dicellula												
Dictyosphaerium					3,7						2,5	
Elakatothrix						2,5						
Golenkinia					2,5							
Golenkiniopsis			3,3									
Micractinium					6							23
Monoraphidium	100	81	57	84	2.189	47	173	48	44	104	30	170
Oocystis		5,7	23								5	5
Ourococcus		5										
Pediastrum					5	2,5						3,5
Scenedesmus		13	6	9	189	44	102	31	3,3	21	14	117
Tetraedron		3,3			16	5	10			3,3		6
Tetrastrum			1,2		39		12	1,6			5	20
Closterium							37					
Cosmarium												
Spirogyra												
Staurastrum					2,5			1,6				
Dinobryon		7,4	10	3,7	25		40		0,8	0,8	7,4	30
Mallomonas					5		1,2	1,6				
Mallomonopsis												
Bitrichia												
Ophiocytium					1,2							
Cyclotella	10	1.506	158	1,2	138	30	1.198	83	281	2.040	149	798
Melosira	1,6				157	10	237	61	5			17
Achnanthes												
Rhoicosphenia									0,8			
Asterionella ♀	17	11	5				51	25	9	221		32
Cocconeis			2,5		1,2						2,5	
Diatoma							3,7					
Meridion ♂					2,5				5			
Synedra		40	11					7,4	28	15		5
Tabellaria												
Eunotia								5				
Amphora												
Cymatopleura		1,6			1,2		2,5	0,8	4			
Cymbella	0,8							6,6	3,3			
Denticula												
Gomphoneis												
Gomphonema												
Gyrosigma	4							8				
Hantzschia												
Navicula	5	3,3	9		5	15	27	26	7	9	1,2	
Nitzschia	214	211	368	83	121	27	72	46	110	207	137	254
Pinnularia												
Surirella	3,3	5	1,2	1,2	3,7	5			14			6
Chroomonas		63	84	30	233	27	214	20		30	46	538
Cryptomonas	12	68	77	14	299	27	138	25	21	40	40	127
Peridinium	1,6		2,5		16		11		3,3			
Euglenes												
Phacus		2,5					1,2	0,8				
Trachelomonas					2,5		7					
Microcystis												
Pseudanabaena	13		5					20	6,6		5	5
Oscillatoria		0,8					2,5	6	51	1,6		

Tableau n°57^b: Genres rencontrés à Marolles-sur-Seine
et à St Mammès en 1979

en (cellules. ml⁻¹)

embranchement	classe	ordre	14. 3. 79	14. 5. 79	12. 6. 79	29. 6. 79	6. 8. 79	3. 9. 79	8. 10. 79	14. 11. 79
CHLOROPHYTES	EUCHLOROPHYCEES	VOLVOCALES	7,4	13	55,4	53,2	104	378	122	14
		CHLOROCOCCALES	31	32,9	38,9	46,8	456	435,2	115	8,5
	ZYGOPHYCEES	ZYGNEMATALES	38,4	45,9	94,3	100	560	813,2	237	22,5
CHROMOPHYTES	CHRYSOPHYCEES	OCHROMONADALES		2,5	9	9,5	2,5	10	6	
				2,5	9	9,5	2,5	10	6	
	DIATOMOPHYCEES	COSGINODISCALES	8,2	394,8	143,6	44	112	419	180	38
		ACHNANTALES					2,5			
		DIATOMALES	13	11,6	24	6	35			11
		EUNOTIALES								
NAVICULALES	157,4	164,5	485,7	291,7	237,5	133,5	8,5	50		
		178,6	570,9	653,3	341,7	387	552,5	188,5	99	
		178,6	573,4	662,3	351,2	389,5	562,5	194,5	99	
PYRROPHYTES	CRYPTOPHYCEES	CRYPTOMONADALES	12	127	79	360	361	221	53	3,7
	DYNOPHYCEES	PERIDINALES	12	127	79	360	361	221	53	3,7
EUGLENOPHYTES	EUGLENOPHYCEES	EUGLENALES						12	7	
								12	7	
SCHIZOPHYTES	CYANOPHYCEES	CHROOCOCCALES								
		NOSTOCALES	3,3	0,8	3,3				7	16
			3,3	0,8	3,3			7	16	
		TOTAL	232,3	747,1	838,9	811,2	1313	1608,7	508,5	141,2

Tableau n°58^a: Répartition du phytoplancton à Marnay-sur-Seine en 1979
(cellules. ml⁻¹)

embranchement	classe	ordre	14. 3. 79	14. 5. 79	12. 6. 79	29. 6. 79	6. 8. 79	3. 9. 79	8. 10. 79	14. 11. 79
			CHLOROPHYTES	EUCHLOROPHYCEES	VOLVOCALES	10	164	154,2	17	1830
		CHLOROCOCCALES	100	185,3	113,4	95,5	2591,9	108	326,7	83
			110	349,3	267,6	112,5	4421,9	153	430,2	121
	ZYGOPHYCEES	ZYGNEMATALES					2,5		37	1,6
			110	349,3	267,6	112,5	4424,4	153	467,2	122,6
CHROMOPHYTES	CHRYSOPHYCEES	OCHROMONADALES		7,4	10	3,7	30		41,2	1,6
	DIATOMOPHYCEES	COSKINODISCALES	21,6	1506	158	1,2	295	40	1435	144
		ACHNANTALES	17	51	18,5		3,7		54,7	32,4
		DIATOMALES								
		EUNOTIALES								
		NAVICULALES								
			227,1	220,9	378,2	84,2	130,9	47	101,5	92,4
			265,7	1777,9	554,7	85,4	429,6	67	1591,2	268,8
			265,7	1785,3	564,7	89,1	459,6	87	1632,9	270,4
PYRROPHYTES	CRYPTOPHYCEES	CRYPTOMONADALES	120	131	161	44	532	54	352	45
	DYNOPHYCEES	PERIDINALES	1,6		2,5		16		11	
			13,6	131	163,5	44	548	54	363	45
EUGLENOPHYTES	EUGLENOPHYCEES	EUGLENALES		2,5			2,5		8,2	0,8
				2,5			2,5		8,2	0,8
SCHIZOPHYTES	CYANOPHYCEES	CHROOCOCCALES								
		NOSTOCALES	13	0,8	5			2,5	6	71
			13	0,8	5			2,5	6	71
		TOTAL	402,3	2268,9	1000,8	245,6	5434,5	296,5	2476,8	509,8

Tableau n°58^b: Répartition du phytoplancton à Marolles-sur-Seine

(cellules. ml⁻¹)

embranchement	classe	ordre	14. 3. 79	14. 5. 79	12. 6. 79	29. 6. 79
			CHLOROPHYTES	EUCHLOROPHYCEES	VOLVOCALES	24,6
		CHLOROCOCCALES	47,3	154,5	67,5	419,7
			71,9	288,5	184	810,9
	ZYGOPHYCEES	ZYGNEMATALES				
			71,9	288,5	184	810,9
CHROMOPHYTES	CHRYSOPHYCEES	OCHROMONADALES	0,8	0,8	7,4	30
	DIATOMOPHYCEES	COSCIDISCALES	286	2040	149	815
		ACHNANTALES	0,8			
		DIATOMALES	41	236	2,5	37
		EUNOTIALES				
		NAVICULALES	138,3	216	138,2	260
			466,1	2492	289,7	1412
			466,9	2492,8	297,1	1442
PYRRROPHYTES	CRYPTOPHYCEES	CRYPTOMONADALES	21	70	86	665
	DYNOPHYCEES	PERIDINALES	3,3			
			24,3	70	86	665
EUGLENOPHYTES	EUGLENOPHYCEES	EUGLENALES				
SCHIZOPHYTES	CYANOPHYCEES	CHROOCOCCALES				
		NOSTOCALES	6,6	1,6	5	5
			6,6	1,6	5	5
		TOTAL	569,7	2852,9	572,1	2922,9

Tableau n°58 : Répartition du phytoplancton à St Mammes
(cellules, ml⁻¹)

embranchement	classe	ordre	29.3.79	18.4.79	6.5.79	21.5.79	7.6.79	5.7.79	18.7.79	18.8.79	30.8.79	21.9.79	4.10.79	18.10.79	8.11.79	13.12.79	
CHLOROPHYTES	EUCHLOROPHYCEES	VOLVOCALES		134	98	117,7		11	16	17	20	147	27		33	6	
		CHLOROCOCCALES	1,6	54,7	25,8	26,8	140,7	23	1 544	546	103	84	112	178	2,5		
	ZYGOPHYCEES	ZYGNEMATALES	1,6	188,7	123,8	138,5	140,7	34	1 560	563	123	231	139	178	35,5	6	
			1,6	188,7	123,8	139,3	140,7	34	1 560	573	402	232,2	141,5	178	38,8	8,4	
CHROMOPHYTES	CHRYSOPHYCEES	OCROMONADALES					25	2,5		15	119	1084	12	35	8	1,6	
		RHIZOCHRYSIDALES															
	XANTHOPHYCEES	MISCHOCOCCALES															
	DIATOMOPHYCEES	COSCIDISCALES	11	60	44	198	20			14		10	15			3,3	6
		ACHNANTHALES	5														
DIATOMALES		42	346,6	116,3	38,5	6	9,7	5	1,2				3,7				
EUNOTIALES		1,6				2,5	5	1,2							4	0,8	
	NAVICULALES	23	66,1	12,4	85	39,2	27,4	37	27	27	118,7	30	14	29,8	9,9		
			82,6	472,7	172,7	321,5	67,7	42,1	57,2	28,2	37	133,7	33,7	14	37,1	16,7	
			82,6	472,7	172,7	321,5	92,7	44,6	57,2	43,2	158	1217,7	45,7	49	45,1	18,3	
PYRROPHYTES	CRYPTOPHYCEES	CRYPTOMONADALES	33	174	115	286	220	27	34	199	64	195	11	101	84	4,8	
	DYNOPHYCEES	PERIDINALES		4													
			33	178	115	286	220	27	34	199	64	195	11	101	84	4,8	
EUGLENOPHYTES	EUGLENOPHYCEES	EUGLENALES		1,6		0,8		2,5		2,5	2,5	6		23	28	0,8	
SCHIZOPHYTES	CYANOPHYCEES	NOSTOCALES	1,6				2,5	2,5	7			8,6		1,2	2,5	0,8	
		TOTAL	118,8	841	411,5	747,6	455,9	110,6	1658,2	817,7	624,5	1659,5	198,1	352,2	198,4	33,1	

Tableau n°59a: Répartition du phytoplancton dans la Dathée (point 21)
(cellules.ml⁻¹).

XXX

embranchement	classe	ordre	7.3.79	28.3.79	18.4.79	6.5.79	21.5.79	7.6.79	20.6.79	5.7.79	18.7.79
CHLOROPHYTES	EUCHLOROPHYCEES	VOLVOCALES			29	25,6	55,3	33	75,7	69	489
		CHLOROCOCCALES	4,1	5	64	16,4	58,2	74,8	53,7	279,1	2540,2
	ZYGOPHYCEES	4,1	5	93	42	113,5	107,8	129,4	348,3	3029,2	
		ZYCNEMATALES	4,1	5	93	42	113,5	107,8	129,4	348,3	3029,2
CHROMOPHYTES	CHRYSOPHYCEES	OCHROMONADALES								3,7	
		RHIZOCHRYSIDALES									14
										3,7	14
	XANTOPHYCEES	MISCHOCACCALES									
	DIATOMOPHYCEES	COSCIODISCALES	42,8	7,5	229	233	29,6	17	60	949	412
		ACHNANTALES	15						5		
DIATOMALES		97,6	63,5	28,6	86,3	30	22	41	26,2	27	
EUNOTIALES		7,5	2,5		0,8	5	2,5	1,2	1,2	2,5	
NAVICULALES	210,5	51,7	313	642,7	1398,8	348,3	239,7	384,9	223,4		
		373,4	125,2	570,6	962,8	1463,4	389,8	346,9	1361,8	664,9	
		373,4	125,2	570,6	962,8	1463,4	389,8	346,9	1365,5	678,9	
PYRROPHYTES	CRYPTOPHYCEES	CRYPTOMONADALES			17,5	1,6	5,7	2,5	34,6	83	160
	DYNOPHYCEES	PERIDINALES			17,5	1,6	5,7	2,5	34,6	83	160
EUGLENOPHYTES	EUGLENOPHYCEES	EUGLENALES				0,8			2,4	25	
SCHIZOPHYTES	CYANOPHYCEES	CHROOCOCCALES									
		NOSTOCALES	57	15		8	2,5	27			
			57	15		8	2,5	27			
		TOTAL	434,5	145,2	681,1	1015,2	1585,1	527,1	513,3	1799,3	3868,1

Tableau n° 596 : Répartition du phytoplancton aux Roches de Ham (point 26) (cellules.ml⁻¹).

embranchement	classe	ordre	27.7.79	18.8.79	30.8.79	21.9.79	4.10.79	16.10.79	8.11.79	13.12.79	4.6.80	31.7.80	4.10.80
CHLOROPHYTES	EUCHLOROPHYCEES	VOLVOCALES	1036,9	530,4	135	62,7	160,4	182,7	19	3	68,5	109	35
		CHLOROCOCCALES	1545,4	762,3	575,4	330,5	161,3	238,8	21,3		223	155,3	92
			2582,3	1292,7	710,4	393,2	321,7	421,5	40,3	3	291,5	264,3	127
	ZYGOPHYCEES	ZYGNEMATALES		1,2		5			4				1,6
		2582,3	1293,9	710,4	398,2	321,7	421,5	44,3	3	291,5	264,3	128,6	
CHROMOPHYTES	CHRYSOPHYCEES	OCHROMONADALES	11	7,4		5	505	5			2,4	2,4	5
		RHIZOCHRYSIDALES											
			11	7,4		5	505	5			2,4	2,4	5
	XANTOPHYCEES	MISCHOCACCALES	2,5										
	DIATOMOPHYCEES	COSCINODISCALES	559	89	57	449	32	37	35	1,2	225	66	29
		ACHNANTALES	1,2										4
DIATOMALES		39	20	17			10	64		23	33	13	
EUNOTIALES													
NAVICULALES	287	128,5	101	119	157	135	475,3	27,1	396,1	132	185		
		886,2	237,5	175	568	189	182	574,3	28,3	644,1	231	231	
		899,7	244,9	175	573	694	187	574,3	28,3	644,1	233,4	236	
PYRROPHYTES	CRYPTOPHYCEES	CRYPTOMONADALES	31	92	68	85	133	116	21,5		33	23	26
	DYNOPHYCEES	PERIDINALES					1,2		2,5				
		31	92	68	85	134,2	116	24		33	23	26	
EUGLENOPHYTES	EUGLENOPHYCEES	EUCLENALES	8,6			3,7	1,2			32			1,6
SCHIZOPHYTES	CYANOPHYCEES	CHROOCOCCALES				17							
		NOSTOCALES	1,2					1,2	3,3		0,8		
		1,2			17		1,2	3,3		0,8			
		TOTAL	3522,8	1630,8	953,4	1076,9	1151,1	725,7	637,9	31,3	1001,4	520,7	392,2

Tableau n°59b : Répartition du phytoplancton aux Roches de Ham (point 26) (cellules.ml⁻¹).

embranchement	classe	ordre	St.FROMOND (pt.28)			CLAIRES DE VIRE (pt.271)			RAMPAN (pt.270)		
			18.4.79	6.5.79	18.10.79	13.12.79	31.7.80	4.10.80	4.6.80	30.7.80	4.10.80
CHLOROPHYTES	EUCHLOROPHYCEES	VOLVOCALES	105,8		899,6	5	101	590	118,8	19	266
		CHLOROCOCCALES	138,6	1,6	838,3	0,8	314,8	332	1139,8	196	299,8
			244,4	1,6	1739,8	5,8	415,8	922	1258,6	215	565,8
	ZYGOPHYCEES	ZYGNEMATALES						0,8		2,6	
			244,4	1,6	1737,9	5,8	415,8	922,8	1258,6	217,6	565,8
CHROMOPHYTES	CHRYSOPHYCEES	OCHROMONADALES			209		9	71	34		18
		RHIZOCHRYSIDALES					9	71	34		18
	XANTHOPHYCEES	MISCHOCOCCALES									
	DIATOMOPHYCEES	COSKINODISCALES	1197	56	178	12	102	158,8	4292	155	261
		ACHNANTHALES					4				
		DIATOMALES	73,4	43	11,8	11,8	17,8		98	12	24
EUNOTIALES		5									
NAVICULALES	308,2	70	23	173,8	240	77,8	517	240,4	134		
		1583,6	169	212,8	197,6	363,8	236,6	4907	407,4	419	
		1583,6	169	421,8	197,6	372,8	307,6	4941	407,4	437	
PYRROPHYTES	CRYPTOPHYCEES	CRYPTOMONADALES	30,4		1608	15	38	351	61	31	88
	DYNOPHYCEES	PERIDINALES			0,8	1,6					
			30,4		1608,8	16,6	38	351	61	31	88
EUGLENOPHYTES	EUGLENOPHYCEES	EUGLENALES			26	1,6	14	12		1,6	19
SCHIZOPHYTES	CYANOPHYCEES	CHROOCOCCALES			18,6	9,8	130	0,8		63	5,6
		NOSTOCALES									
					18,6	9,8	130	0,8		63	5,6
		TOTAL	1854,4	170,6	3813,1	231,4	970,6	1594,2	6260,6	720,6	1115,4

Tableau n°59c: Répartition du phytoplancton dans la Vire aval (cellules.ml⁻¹).

point		date	7. 3. 79	27. 3. 79	18. 4. 79	5. 5. 79	20. 5. 79	6. 6. 79	19. 6. 79	3. 7. 79	17. 7. 79	26. 7. 79	17. 8. 79	29. 8. 79	19. 9. 79	3. 10. 79
24	P. I. / J mg C m ⁻² . jour ⁻¹			1,5	110	23	21	16	27	71	86	130	44	47	200	74
	P. I. / chloro. a mg C (mg. chloro. a) ⁻¹			2,6	13	2,6	1,4	1,8	4,8	16	18	24	13	7,5	17	9,1
26	P. I. / J mg C m ⁻² . jour ⁻¹		11	10	97	73	11	78	47	320	1040	780	550	330	340	130
	P. I. / chloro. a mg C (mg. chloro. a) ⁻¹		2,9	1,6	20	8,4	2,0	11	10	49	130	130	46	41	27	16
27	P. I. / J mg C m ⁻² . jour ⁻¹													180	710	470
	P. I. / chloro. a mg C (mg. chloro. a) ⁻¹													25	56	36

point		date	16. 10. 79	7. 11. 79	12. 12. 79	20. 2. 80	4. 6. 80	30. 7. 80	4. 10. 80
24	P. I. / J mg C. m ⁻² . jour ⁻¹		17	7,6	1,0				
	P. I. / chloro. a mg C (mg. chloro. a) ⁻¹		3,1	0,6	0,1				
26	P. I. / J mg C. m ⁻² . jour ⁻¹		22	7,8	1,5		340	200	46
	P. I. / chloro. a mg C (mg. chloro. a) ⁻¹		5,4	0,8	0,3		37	35	8,8
270	P. I. / J mg C. m ⁻² . jour ⁻¹						1950	450	110
	P. I. / chloro. a mg C (mg. chloro. a) ⁻¹						59	57	10
271	P. I. / J mg C. m ⁻² . jour ⁻¹		75	4,3				520	173
	P. I. / chloro. a mg C (mg. chloro. a) ⁻¹		9,5	1,0				58	14

Tableau n° 60 Production et productivité sur une profondeur de 0,6 m au point 24 et sur 1 m aux points 26, 27, 270, 271.

date	biovolume $\text{mm}^3 \cdot \text{m}^{-3}$	équivalent	biomasse $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$
7.3.79		57	
28.3.79		15	
18.4.79		165	
6.5.79		238	
21.5.79		459	
7.6.79		131	
20.6.79		156	
5.7.79		335	
18.7.79		716	
27.7.79		799	
18.8.79		494	
30.8.79		232	
21.9.79		209	
4.10.79		671	
16.10.79		412	
8.11.79		219	
13.12.79		45	
4.6.80		311	
31.7.80		173	
4.10.80		178	

Tableau n° 61 : Biovolumes trouvés à chaque campagne
aux Roches de Ham.

TABLEAU n° 62 : Variations saisonnières au point 20 (Dathée amont)

DATE	T °C	pH	cond. à 15 °C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PC ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
21-5-79	9,8	7,25	80	10,1	92	3,16	0,007	<0,1			3,26		0,055	0,065	4,9
7-6-79	11,0	7,42	89	9,2	86	4,63	0,021	<0,1			4,75		0,015	0,100	7,1
20-6-79	11,9	6,66	88	9,2	88	4,12	0,040	0,17			4,33		0,030	0,030	
5-7-79	11,6	6,45	88	7,3	69	4,52	0,006	1,10			5,63		0,045	0,045	9,6
18-7-79	14,4	6,60	91	8,8	88	2,60	0,005	0,37			2,98		0,005	0,040	
27-7-79	14,3	6,61	90	7,0	71	3,73	0,009	0,19			3,93		0,010	0,010	
18-8-79	12,7	6,67	78	8,3	81	2,33	0,011	1,18			3,52		<0,025	0,055	10,1
30-8-79	11,8	7,00	89	7,8	75	5,48		0,22			5,70		0,010	0,010	5,9
21-9-79	10,3	6,40	89	8,9	82	4,63	0,011	0,26			4,90		0,035	0,035	11,0
4-10-79	12,9	6,70	74	6,1	59	2,82	0,006	<0,1			2,93		<0,01		7,6
18-10-79	10,8	6,75	88			3,89		0,24			4,13		0,025	0,025	10,9
8-11-79	9,9	6,35	78	7,9	73	1,64							0,025		6,5
13-12-79	9,4	6,78	79	8,9	81	2,30	0,006	0,94			3,25		0,017	0,020	4,8

TABLEAU n° 62 : Variations saisonnières au point 20 (Dathée amont)

DATE	C org. parti. mg/l	C org. % de M.E.S.	chloro. a µg/l	chloro. b µg/l	chloro. c µg/l	phéo. a %	M.E.S. mg/l	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l
21-5-79	0,61	24,4	5,36	1,72	0,86	42	2,5		18,3						
7-6-79	1,44	14,4	6,89	0,91	0,00	74	10,0		15,2						
20-6-79	1,54	11,6	5,20	1,56	1,60	98	13,3		19,8						
5-7-79	1,21	7,3	4,32	0,60	0,00	89	7,0		16,8						
18-7-79	0,50		3,01	0,00	0,00		10,5		30,5						
27-7-79	1,27	22,3	4,78	1,06	0,00	81	5,7		18,3						
18-8-79	2,40	1,6	4,61	1,30	0,00	82	148,0		12,2						
30-8-79	0,90	11,5	2,61	0,75	0,00	67	7,8		12,2	8,4	1,8	2,4	4,3	17,7	< 2
21-9-79	1,13	15,9	3,01	0,32	0,00		7,1		13,1						
4-10-79	1,11	17,0	3,67	0,84	0,00	30	6,5								
18-10-79	0,71	25,3	2,73	0,84	0,00	82	2,8								
8-11-79			6,01	2,11	0,26	94	11,6		12,2						
13-12-79			3,45	1,97	3,20	65	13,4		12,2						

TABLEAU n° 63 : Variations saisonnières au point 21 (Dathée aval)

DATE	T °C	pH	cond. à 18°C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
29-3-79	7,6	6,68	97	10,2	88	3,56	0,014	<0,1			3,57		0,010	0,024	4,4
19-4-79	9,9	7,60	101	10,8	93	3,84	0,012	<0,1			3,95		0,075	0,075	7,0
6-5-79	9,3	7,55	93	11,0	99	4,63	0,012	<0,1	1,31	1,21	4,74	5,95	0,010	0,012	6,1
21-5-79	13,8	7,40	94	9,1	91	3,10	0,009	<0,1	3,36	3,36	3,20	6,46	0,025	0,025	5,2
7-6-79	15,6	7,35	91	7,5	78	3,73	0,015	0,13			3,87		0,015	0,050	8,1
20-6-79	17,5	6,73	93	8,2	89	3,28	0,040	0,28	1,71	1,43	3,60	5,03	0,015	0,015	
5-7-79	17,0	6,68	95	5,8	62	3,62	0,038	1,65			5,31		0,035	0,035	9,1
18-7-79	20,1	6,48	101	6,7	76	2,60	0,039	0,79	1,71	0,92	3,43	4,35	0,060	0,060	4,7
27-7-79	19,4	6,35	112	4,3	49	2,22	0,029	0,33	2,41	2,08	2,58	4,66	0,040	0,040	
18-8-79	16,7	6,58	94	7,6	81	3,37	0,029	0,61	1,67	1,06	4,01	5,07	<0,025	0,035	10,1
30-8-79	14,9	6,65	90	5,6	57	2,15		0,22	1,80	1,58	2,37	3,95	<0,025	0,030	4,7
21-9-79	14,2	6,80	96	7,8	77	2,36	0,012	0,37			2,74		0,030	0,030	4,3
4-10-79	14,9	6,45	85	5,2	53	1,24	0,008	0,30	2,02	1,72	1,55	3,27	<0,01		0,6
18-10-79	13,6	6,43	94			3,73		0,58	1,54	0,96	3,95	4,91	0,100	0,125	2,5
8-11-79	10,0	6,70	88	6,7	62	2,77	0,040	0,40	2,79	2,39	3,21	5,60	<0,01		3,5
13-12-79	9,2	6,78	84	7,5	67	2,60	0,018	0,94	1,26	0,32	3,56	3,88	0,065	0,065	6,1

TABLEAU n° 63 : Variations saisonnières au point 21 (Dathée aval)

DATE	C org. parti. mg/1	C org. % de M.E.S.	chloro. a µg/1	chloro. b µg/1	chloro. c µg/1	phéo. a %	M.E.S. mg/1	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ mg/1	Na ⁺ mg/1	K ⁺ mg/1	Mg ²⁺ mg/1	Ca ²⁺ mg/1	Cl ⁻ mg/1	SO ₄ ²⁻ mg/1
29-3-79	0,97	11,7	3,53	0,84	0,00	14	8,3		18,3						
19-4-79			12,02	1,58	2,47	0	3,0		18,3	8,2	1,4	2,8	5,0	17,7	10
6-5-79	0,67	16,7	13,76	0,94	0,00	39	4,0		21,3						
21-5-79	0,50	12,2	7,39	1,18	0,32	17	4,1		18,3						
7-6-79	0,65	12,7	8,04	1,23	0,00	82	5,1		18,3	8,0	2,4	2,5	5,4	14,2	<1
20-6-79	0,47	12,7	4,41	1,39	1,57	89	3,7		21,3	8,0	2,4	2,5	4,5	10,6	<1
5-7-79	0,32	13,9	3,85	1,10	0,73	75	2,3		25,9						
18-7-79	0,27		0,78	0,00	0,00		0,3		21,3	8,8	1,8	2,5	6,1	14,2	12
27-7-79	0,31	17,2	4,78	1,06	0,00	81	1,8		24,4						
18-8-79	0,69	1,1	5,01	1,65	1,18	67	61,3		25,9						
30-8-79	0,40	7,4	2,40	0,60	0,34	60	5,4		27,4	8,4	2,0	2,8	4,3	17,7	<2
21-9-79	0,80	9,3	29,67	1,72	0,00	27	8,6		24,4						
4-10-79	1,04	13,4	6,29	0,94	0,42	33	7,6								
18-10-79	0,51	15,9	4,69	0,87	1,15	59	3,2								
8-11-79			4,89	0,80	0,48	82	16,2		22,9						
13-12-79	1,07	1,8	4,26	1,14	0,73	59	58,0		15,2						

TABLEAU n°64 : Variations saisonnières au point 22 (Pont ès retours)

DATE	C org. parti. mg/l	C org. % de M.E.S.	chloro. a µg/l	chloro. b µg/l	chloro. c µg/l	phéo. a %	M.E.S. mg/l	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l
8-3-79			3,03	0,00	4,32	0	21,3		24,4						
29-3-79	3,86	9,1	5,29	1,17	0,00	60	42,3		12,2						
19-4-79			3,55	0,60	1,10	98	7,6		21,3						
6-5-79	1,15	8,2	4,45	0,00	0,00	65	14,0		19,8						
21-5-79	2,83	6,3	17,81	4,70	0,00	60	45,0		24,4						
7-6-79	0,98	7,5	3,81	0,58	0,00	98	13,0		24,4						
20-6-79	0,92	8,0	3,35	1,22	1,75	98	11,5		25,9						
5-7-79	0,75	8,9					8,4		25,9						
18-7-79	0,75	5,9	2,50	0,00	0,00	35	12,7		21,3						
27-7-79	0,80	11,4	4,31	0,85	0,00	88	7,0		21,3	12,0	3,0	3,8	6,8	17,7	3
18-8-79	1,01	0,8	6,53	2,14	0,69	83	126,0		22,9						
30-8-79	0,86	6,6	4,51	1,54	0,15	74	13,0		24,4	10,4	2,6	3,6	6,8	21,3	3
21-9-79	0,85	7,6	5,59	0,97	0,00	90	11,2		23,7						
4-10-79	1,39	7,9	8,12	2,35	0,00	34	17,7		24,4						
18-10-79	0,37	11,6	4,37	1,03	0,00	85	3,2								
8-11-79			14,82	4,65	0,00	93	60,4		22,9						
13-12-79	4,12	8,7	9,12	3,23	0,86	77	47,3		22,8						

TABLEAU n° 64 : Variations saisonnières au point 22 (Pont ès retours)

DATE	T °C	pH	cond. à 18 °C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
8-3-79	6,2	7,52	128	12,1	101	5,93	0,010	<0,10			5,94		0,015	0,200	13,0
29-3-79	5,7	6,95	119	11,1	92	4,75	0,013	0,15			3,57		0,030	0,046	3,4
19-4-79	7,1	7,87	109	11,6	99	6,67	0,012	<0,10			6,78		0,075	0,075	11,2
6-5-79	6,7	7,80	117	11,1	94	8,14	0,013	0,12	1,09	0,93	8,28	9,21	0,025	0,025	9,7
21-5-79	10,3	7,65	105	9,5	87	3,61	0,018	0,22	2,89	2,61	3,85	6,47	0,110	0,155	7,0
7-6-79	12,1	7,73	126	8,7	83	6,44	0,016	<0,10	2,15	2,02	6,56	8,58	0,015	0,054	11,4
20-6-79	13,9	7,17	130	9,0	90	3,62	0,030	0,18	1,29	1,11	3,83	4,94	0,035	0,035	
5-7-79	13,9	7,47	131	7,8	78	6,71	0,018	<0,10	0,87	0,77	6,83	7,60	0,045	0,045	12,7
18-7-79	16,4	7,10	131	7,5	79	3,92	0,036	0,28	1,75	0,92	4,24	5,16	0,310	0,310	2,5
27-7-79	16,8	7,25	135	6,9	74	7,51	0,046	1,33	2,76	1,43	8,87	10,32	0,055		4,3
18-8-79	13,4	7,10	124	9,3	92	5,62	0,027	1,38	1,71	0,33	7,03	7,36	<0,025	0,025	17,0
30-8-79	13,1	7,18	127	5,3	54	9,71		<0,10	1,68	1,58	9,71	11,29	<0,025	0,030	16,0
21-9-79	11,4	6,80	130	9,1	86	7,68	0,028	0,15	1,68	1,53	7,86	9,39	0,035	0,035	17,7
4-10-79	13,9	7,05	124	7,1	71	4,41	0,020	0,60	2,18	1,58	5,03	6,61	0,01		7,6
18-10-79	11,3	6,59	132			6,67		0,95	1,36	0,41	7,62	8,03	0,150	0,170	14,7
8-11-79	10,1	6,70	110	6,7	62	2,71	0,040	0,48	1,40	0,92	3,22	4,14	0,015		9,8
13-12-79	9,5	6,84	103	6,4	58	2,60	0,018	0,44	1,40	0,96	3,06	4,02	0,060	0,060	6,7

TABLEAU n° 65 : Variations saisonnières au point 23 (Vire)

DATE	T °C	pH	cond. à 18°C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
29-3-79	6,6	7,02	123	11,1	94	3,56	0,014	<0,10			3,57		0,010	0,024	4,4
19-4-79	7,6	7,50	134	11,2	99	7,46	0,015	<0,10			7,57		0,025	0,025	9,6
6-5-79	7,6	7,90	122	11,0	95	7,46	0,013	0,17	1,00	0,83	7,64	8,47	0,010	0,012	8,9
21-5-79	11,4	7,80	109	9,9	94	4,07	0,024	0,22	1,74	1,46	4,32	5,78	0,110	0,110	4,8
7-6-79	13,1	7,88	124	8,7	85	5,76	0,015	0,12	1,54	1,39	5,89	7,28	0,015	0,050	10,7
20-6-79	14,3	7,26	131	9,0	92	4,18	0,050	0,23	1,54	1,31	4,46	5,77	0,040	0,040	
5-7-79	14,1	7,19	133	7,9	80	6,10	0,021	0,64	3,39	2,75	6,76	9,51	0,055	0,055	12,0
18-7-79	16,8	7,14	142	7,2	77	3,84	0,041	0,54	1,56	1,02	4,42	5,44	0,025	0,030	
27-7-79	17,1	7,27	145	7,0	75	5,93	0,034	0,39	1,48	1,08	6,35	7,43	0,055	0,055	7,1
18-8-79	14,4	7,22	125	8,8	89	3,22	0,033	0,39	2,64	2,25	3,64	5,89	0,025	0,085	
30-8-79	13,4	6,95	132	6,9	69	9,26		0,14	1,78	1,64	9,40	11,04	<0,025	0,040	14,0
21-9-79	12,5	7,00	136	8,8	85	6,55	0,032	0,19	2,52	2,33	6,77	9,10	0,080	0,080	14,0
4-10-79	14,1	7,00	134	6,0	60	3,62	0,018	0,20	2,65	2,45	3,84	6,29	<0,01		7,2
18-10-79	11,9	6,46	133			5,31		0,74	3,56	2,82	6,05	8,87	0,245	0,285	10,7
8-11-79	10,6	7,00	111	6,8	83	2,94	0,036	0,48	1,62	1,14	3,45	4,60	0,032	0,185	3,8
13-12-79	9,6	6,92	109	9,1	83	3,05	0,012	0,34	1,64	1,30	3,40	4,70	0,090	0,125	7,1
20-2-80	8,2	7,00	124	8,5	74	5,02	0,009	0,32	2,00	1,68	5,35	7,03	0,005	0,028	8,7
5-6-80	16,3	7,20	159	8,4	89	4,07		0,18			4,25		0,038	0,053	9,9
31-7-80	17,8	7,10	126	9,0	94	6,32	0,006	0,36			6,29		0,062	0,062	6,6
20-9-80	15,3	7,30				5,52	0,048	0,27			5,84		0,040	0,090	13,2

TABLEAU n° 65 : Variations saisonnières au point 23 (Vire)

DATE	C org. parti. mg/l	C org. % de M.E.S.	chloro. a µg/l	chloro. b µg/l	chloro. c µg/l	phéo. a %	M.E.S. mg/l	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l
29-3-79	2,96	9,1	3,53	0,84	0,00	53	8,3		11,3						
19-4-79			6,84	1,08	2,77	10	11,5		19,8						
6-5-79	1,65	11,0	6,67	0,00	0,00	56	15,0		18,3						
21-5-79	3,59	9,5	19,76	5,17	1,50	56	37,9		27,5						
7-6-79	1,83	9,6	7,62	1,60	0,03	88	19,0		24,4						
20-6-79	1,52	10,3	5,45	1,64	1,59	88	14,8		29,0						
5-7-79	0,94	10,8	6,35	1,12	0,00	81	8,7		27,5						
18-7-79	0,66	8,5	3,73	0,09	0,00		7,8		27,4						
27-7-79	0,84	7,2	3,16	0,79	0,25	65	11,7		27,4	12,0	3,0	3,9	7,7	17,7	14
18-8-79	1,37	1,3	7,16	1,96	0,00	84	10,7		25,9						
30-8-79	0,34	8,1	3,72	0,84	0,00	79	4,2		33,5	10,4	2,8	3,2	8,2	21,3	<2
21-9-79	0,92	11,8	7,09	0,64	0,00	81	7,8		27,7						
4-10-79	2,43	17,9	7,66	1,69	2,80	34	13,6		24,5	12,4	2,4	5,7	7,7	28,4	14
18-10-79	0,84	10,9	5,17	1,14	0,00	79	7,7								
8-11-79			14,01	3,43	0,00	87	36,4		25,9	9,6	3,6	2,8	7,9	14,2	5
13-12-79	3,31	9,2	6,72	2,48	1,34	73	35,9		21,3						
20-2-80			2,70	1,00	1,53	74	14,7		18,3	11,0	3,5	3,4	6,9	17,7	4
5-6-80	1,47	13,8	6,96	1,37	0,15	72	10,7		22,0						
31-7-80	2,47	15,6	16,94	6,60	0,00	38	15,9		24,4						
20-9-80	1,86	13,8	10,45	2,57	0,00	65	13,5		11,7						

TABLEAU n° 66 : Variations saisonnières au point 231 (Pont Martin)

DATE	T °C	pH	cond. à 18°C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
27-7-79	17,8	7,25	273	7,1	75	7,20	0,061	0,62			7,88		1,350	1,350	7,2
18-8-79	14,7	7,23	168	8,7	88	4,72	0,036	1,29			6,05		0,585	0,585	14,0
30-8-79	13,9	6,93	225	6,5	65	10,27		0,23			10,50		1,185	1,740	10,0
21-9-79	13,0	7,00	277	7,8	77	9,94	0,161	0,27	2,24	1,97	10,37	12,34	2,480	2,500	15,0
4-10-79	14,5	7,05	252	4,7	48	3,95	0,036	0,88	2,66	1,78	4,87	6,65	1,580	1,840	8,7
18-10-79	12,3	6,52	213			6,33		0,14	2,20	2,06	6,47	8,53	1,460	1,460	11,3
8-11-79	10,7	7,00	147	5,8	54	3,05	0,046	0,27	1,43	1,16	3,37	4,53	0,620	0,880	3,8
13-12-79	9,7	7,23	120	7,3	66	2,71	0,012	0,37	1,17	0,80	3,09	3,89	0,230	0,490	7,5
20-2-80	8,3	6,75	153	9,4	83	4,97	0,009	0,36	1,05	0,69	5,34	6,03	0,225	0,350	9,1
5-6-80	16,4	7,05	222	5,7	61	3,33		0,83			4,16		1,040	1,540	10,0
31-7-80	17,8	6,90	162	8,3	89	6,49	0,008	0,80			7,30		0,690	0,690	4,6
20-9-80	15,6	6,85				8,00	0,055	0,21			8,26		1,400	1,400	12,4

TABLEAU n° 66 : Variations saisonnières au point 231 (Pont Martin)

DATE	C org. parti. mg/l	C org. % de M.E.S.	chloro. a µg/l	chloro. b µg/l	chloro. c µg/l	phéo. a %	M.E.S. mg/l	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l
27-7-79	1,67	10,2	5,09	1,32	0,99	80	16,3		39,6	34,0	5,2	4,2	9,9	17,7	32
18-8-79	1,21	1,3	7,09	1,49	0,37	81	9,3		33,6						
30-8-79	0,77	12,0	3,60	0,77	0,19	68	6,4		42,7	26,0	4,8	4,0	9,3	35,5	9
21-9-79	1,24	8,7	9,24	7,52	0,00	83	14,2		44,8						
4-10-79	1,94	8,7	17,37	1,65	2,43	61	22,4		49,7	29,2	4,8	6,0	9,8	53,2	22
18-10-79	0,84	10,9	5,18	1,04	0,22	77	5,2								
8-11-79			12,28	3,89	1,47	88	41,2		34,2	15,6	4,4	2,8	8,6	17,7	5
13-12-79	3,09	8,5	7,20	2,81	1,43	76	36,3		21,3						
20-2-80			3,04	1,41	2,40	52	21,4		24,4	16,5	3,5	3,8	7,6	10,6	11
5-6-80	1,70	11,8	9,02	2,00	1,56	71	14,5		34,0						
31-7-80	2,81	15,8	16,29	6,61	0,00	40	17,7		30,5						
20-9-80	1,83	10,8	10,78	2,56	0,00	58	17,0		15,8						

TABLEAU n° 67 : Variations saisonnières au point 24 (La Graverie)

DATE	T °C	pH	cond. à 18 °C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
29-3-79	6,7	7,10	146	9,7	82	5,31	0,030	0,16			5,50		0,100	0,100	9,0
19-4-79	8,2	7,83	154	11,0	96	6,89	0,015	<0,10			7,00		0,175	0,175	9,6
6-5-79	7,9	7,72	123	11,1	95	5,88	0,019	0,19	1,06	0,87	6,09	6,96	0,070	0,070	9,6
21-5-79	11,9	7,60	133	9,3	89	4,29	0,033	0,29	2,07	1,70	4,61	6,31	0,475	0,475	8,4
7-6-79	12,9	7,78	159	8,4	82	7,34	0,024	0,30	1,20	0,81	7,66	8,47	0,170	0,170	8,0
20-6-79	14,8	7,12	161	8,7	89	7,80	0,050	0,43	1,23	0,80	8,28	9,08	0,165	0,165	
5-7-79	15,2	7,15	158	6,8	70	6,10	0,042	1,05	1,42	0,37	7,19	7,56	0,240	0,240	12,5
18-7-79	17,9	6,68	173	7,1	77	3,33	0,063	0,13	1,56	1,42	3,52	4,94	0,452	0,470	7,3
27-7-79	18,4	7,11	202	9,7	107	5,59	0,065	1,34	1,67	0,33	6,99	7,32	0,280	0,360	
18-8-79	15,4	7,10	158	8,5	88	3,97	0,036	0,37	1,56	1,18	4,40	5,56	0,255	0,255	14,0
30-8-79	14,0	7,26	200	6,0	60	5,81		0,12	1,70	1,58	5,93	7,51	0,590	0,685	10,6
21-9-79	13,0	7,00	234	7,5	74	8,25	0,135	0,32	2,42	2,10	8,71	10,81	1,380	1,400	15,0
4-10-79	14,3	7,00	228	4,3	44	3,39	0,036	1,72	2,18	0,46	5,15	5,61	1,250		5,4
18-10-79	11,7	6,68	193			5,99		0,18	2,22	2,04	6,17	8,21	0,900	0,900	11,6
8-11-79	10,7	7,00	130	6,3	59	3,22	0,036	0,38	1,96	1,58	3,64	5,22	0,140	0,480	8,5
13-12-79	9,8	7,15	142	8,9	81	4,11	0,024	0,38	1,74	1,36	4,51	5,87	0,200	0,360	8,1
20-2-80	8,3	6,75	154	9,6	85	5,98	0,009	0,40			6,39		0,125	0,210	9,8
5-6-80	16,9	6,85	209	7,1	76	3,16		0,66			3,82		0,780	0,920	9,8
31-7-80	18,1	6,90	165	8,7	95	6,31	0,008	0,18			6,50		0,600	0,600	5,0
20-9-80	15,3	6,30				5,52	0,079	0,80			6,40		1,260	1,480	12,2

TABLEAU n° 67 : Variations saisonnières au point 24 (La Gravierie)

DATE	C org. parti. mg/l	C org. % de M.E.S.	chloro. a µg/l	chloro. b µg/l	chloro. c µg/l	phéo. a %	M.E.S. mg/l	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l
29-3-79	2,88	8,0	2,52	0,35	0,00	0	36,2	0,40	18,3						
19-4-79			8,00	1,33	2,58	47	11,4	1,00	24,4						
6-5-79	1,19	9,0	8,21	0,21	0,00	54	13,2	0,70	24,4						
21-5-79	5,92	7,8	17,25	10,12	6,47		7,6	0,60	30,5						
7-6-79	2,51	7,7	8,91	1,51	0,00		32,8	0,50	32,0						
20-6-79	1,42	7,3	5,35	1,62	1,19	93	19,4	0,65	32,0						
5-7-79	0,67	9,7	5,54	1,06	0,00	88	6,9	0,80	33,6						
18-7-79	0,59	11,8	7,14	0,64	0,00	90	5,0		36,6	11,6	3,4	4,4	9,7	21,3	11
27-7-79	1,72	10,6	7,11	1,97	0,00	87	16,3		36,6						
18-8-79	0,95	1,6	6,45	1,59	1,39	78	5,8		32,0						
30-8-79	0,42	9,5	3,08	0,55	0,12	63	4,4		39,6	17,6	3,8	4,4	5,5	21,3	9
21-9-79	0,97	11,8	10,21	1,29	0,11	80	8,2		43,6						
4-10-79	0,61	12,7	17,67	1,98	3,28	19	4,8		53,4						
18-10-79	0,54	13,2	4,58	0,81	0,00	76	4,1		44,2						
8-11-79			18,16	4,46	0,00	81	47,7	0,60	29,0						
13-12-79	3,37	7,2	8,93	2,90	0,00	80	46,8	0,40	22,8						
20-2-80			2,45	0,66	0,66	67	23,2	0,70	24,4						
5-6-80	1,72	10,4	10,25	1,90	0,86	66	16,5		33,4						
31-7-80	1,85	12,6	11,19	4,17	0,00	43	14,7		21,3						
20-9-80	1,39	11,3	10,09	2,49	0,00	63	12,3		30,5						

TABLEAU n° 68 : Variations saisonnières au point 25 (Ste Marie Laumont)

DATE	T °C	pH	cond. à 18°C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
8-3-79	6,4	7,75	152	12,2	102	3,56	0,017	0,17			3,58		0,100	0,174	11,0
29-3-79	6,8	7,07	152	10,6	90	5,20	0,023	0,15			5,38		0,085	0,086	9,7
19-4-79	8,6	7,66	153	10,5	93	6,89	0,016	<0,10			7,01		0,085	0,090	10,0
6-5-79	7,8	7,52	140	10,2	88	5,88	0,020	0,24	1,15	0,91	6,14	7,05	0,050	0,050	8,9
21-5-79	11,3	7,46	130	8,7	82	4,07	0,036	0,29	2,80	2,43	4,40	6,83	0,240	0,275	7,6
7-6-79	13,2	7,68	158	8,1	80	5,53	0,030	0,41	2,55	2,02	5,97	7,99	0,095	0,100	6,3
20-6-79	15,4	6,98	167	8,4	87	5,54	0,040	0,26	1,09	0,83	5,84	6,67	0,120	0,120	
5-7-79	15,6	6,98	172	6,6	70	6,44	0,055	0,48	0,95	0,47	6,97	7,44	0,450	0,450	12,5
18-7-79	18,1	6,77	201	6,4	70	5,31	0,097	0,35	1,40	1,05	5,76	6,81	0,760	0,770	
27-7-79	18,6	7,15	237	4,3	48	4,88	0,046	0,71	2,26	1,55	5,64	7,19	0,780	0,790	
18-8-79	15,3	7,00	164	8,1	84	4,90	0,050	0,52	1,75	1,23	5,47	6,70	0,560	0,560	14,5
30-8-79	14,3	6,73	194	6,0	60	6,60		0,10	2,76	2,66	6,70	9,36	0,410	1,020	8,6
21-9-79	13,0	6,62	234	7,3	71	8,47	0,112	0,23	2,86	2,63	8,81	11,44	1,600	1,600	14,0
4-10-79	14,6	6,73	225	3,2	32	3,50	0,038	1,35	2,58	1,23	4,89	6,12	1,250	1,300	6,6
18-10-79	11,9	6,71	236			7,62		0,70	2,88	2,18	8,32	10,50	1,560	1,560	12,0
8-11-79	10,8	6,90	136	4,2	39	2,82	0,046	0,36	1,54	1,18	3,23	4,41	0,100	0,420	4,2
13-12-79	9,8	7,10	152	8,3	76	4,97	0,027	0,56	1,86	1,30	5,56	6,86	0,180	0,300	8,0
20-2-80	8,0	6,70	159	10,4	91	5,76	0,012	0,34	2,22	1,88	6,11	7,99	0,090	0,180	9,6
5-6-80	17,6	6,70	227	6,0	65	3,45		0,51			3,96		1,340	1,660	9,6
31-7-80	17,9	6,75	163	8,6	93	6,31	0,008	0,45			6,77		0,450	0,450	4,2
20-9-80	15,6	7,00				7,72	0,070	0,30			8,09		1,340	1,340	13,0

TABLEAU n° 68 : Variations saisonnières au point 25 (Ste Marie Laumont)

DATE	C org. parti. mg/1	C org. % de M.E.S.	chloro. a µg/1	chloro. b µg/1	chloro. c µg/1	phéo. a %	M.E.S. mg/1	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ mg/1	Na ⁺ mg/1	K ⁺ mg/1	Mg ²⁺ mg/1	Ca ²⁺ mg/1	Cl ⁻ mg/1	SO ₄ ²⁻ mg/1
8-3-79			4,58	0,00	5,41	48	40,8		27,5						
29-3-79	3,44	5,3	6,02	1,12	0,32	35	54,5		12,5						
19-4-79			6,62	1,01	1,80	46	8,2		29,0						
6-5-79	1,56	8,6	8,34	0,16	0,00	56	18,1		25,9						
21-5-79	5,50	65,5	32,64	6,16	0,00	61	8,4		29,0						
7-6-79	2,14	6,8	9,02	2,07	0,44	92	31,6		29,0						
20-6-79	1,83	6,2	5,56	2,13	2,12	87	29,4		33,6						
5-7-79	1,00	7,7	5,68	1,09	0,00	80	13,0		41,2						
18-7-79	0,52	8,5	3,39	0,02	0,00	0	6,1		39,6						
27-7-79	0,71						0,2		36,6						
18-8-79	0,92	1,2	4,70	1,23	0,85	88	7,4		39,7						
30-8-79	0,63	10,3	3,89	0,79	0,33	59	6,1		45,7	21,2	4,6	4,2	10,4	28,4	12
21-9-79	0,50	8,8	9,98	1,18	0,00	90	5,7		43,6						
4-10-79	3,47	8,5	30,79	3,84	6,48	40	40,9		50,3	27,5	4,4	6,3	9,8	42,6	24
18-10-79	0,78	15,3	5,51	1,19	0,00	77	5,1								
8-11-79			26,73	5,54	1,09	76	43,1		33,5	12,0	4,4	3,4	11,6	7,1	10
13-12-79	3,64	6,8	10,10	3,67	0,28	79	53,4		25,9						
20-2-80			2,47	0,82	0,57	66	50,8		25,9	14,5	3,5	4,8	8,1	21,3	6
5-6-80	1,30	13,4	9,41	2,70	2,25	73	12,5		38,4						
31-7-80	1,79	11,0	10,50	3,67	0,00	56	16,3		30,5						
20-9-80	1,04	10,4	6,57	1,45	0,07	68	10,0		37,0						

TABLEAU n° 69 : Variations saisonnières au point 251 (Pont-Farcy)

DATE	T °C	pH	cond. à 18 °C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
18-7-79	19,4	8,15	166	8,6	96	3,28	0,033	0,13			3,44		0,360	0,770	
27-7-79	19,7	8,25	225	6,2	69	5,19	0,023	0,40			5,61		0,460		
18-8-79	16,5	7,35	173	8,5	90	3,45	0,019	1,00			4,47		0,275		13,9
30-8-79	15,4	7,34	181	7,0	72	4,85		0,25			5,10		0,325		10,0
21-9-79	14,6	6,98	186	7,95	81	5,76	0,016	0,41			6,19		0,380	0,380	8,7
4-10-79	14,4	6,88	170	7,1	72	2,37	0,008	0,30	2,93	2,63	2,68	5,31	0,330		5,9
18-10-79	12,5	7,42	179			4,29		0,54	2,66	2,12	4,83	6,95	0,510	0,510	8,0
8-11-79	11,2	6,90	158	6,6	62	4,18	0,036	0,20	4,12	3,92	4,42	8,34	0,140	0,240	9,8
13-12-79	9,9	7,12	155	6,9	68	5,65	0,024	0,19	1,38	1,19	5,86	7,05	0,090	0,090	6,9
20-2-80	7,8	7,00	152	9,4	82	4,91	0,012	0,58			5,50		0,060	0,120	9,1
5-6-80	19,0	7,15	209	7,5	84	2,77		0,50			3,27		0,470	0,630	6,5
31-7-80	18,4	7,40	165	8,7	96	5,47	0,007	0,19			5,67		0,240	0,240	3,4
20-9-80	15,8	7,15	183			5,79	0,026	0,14			5,96		0,600	0,600	11,8

TABLEAU n° 69 : Variations saisonnières au point 251 (Pont-Farcy)

DATE	C org. parti. mg/l	C org. % de M.E.S.	chloro. a µg/l	chloro. b µg/l	chloro. c µg/l	phéo. a %	M.E.S. mg/l	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l
18-7-79	0,40	10,3	5,97	0,00	0,00	10	3,9		36,6						
27-7-79	0,56	15,6	6,64	1,38	0,42	54	3,6		42,7						
18-8-79	0,59	1,5	5,10	1,11	1,12	77	3,9		41,2						
30-8-79	0,58	14,9	3,53	0,63	0,00	53	3,9		51,8	16,4	4,0	4,8	11,3	24,8	13
21-9-79	0,50	11,9	15,37	2,15	0,00	61	4,2		44,2						
4-10-79	0,51	13,1	22,51	1,73	3,66	50	3,9								
18-10-79	0,42	28,0	4,94	0,49	0,13	44	1,5								
8-11-79			19,62	3,24	1,26	68	24,9		38,1						
13-12-79	2,00	6,9	6,13	2,00	0,86	63	28,9		28,3						
20-2-80			1,86	0,48	0,07	67	17,6		27,5						
5-6-80	0,80	13,9	10,92	1,86	1,29	56	5,8		40,0						
31-7-80	0,89	10,0	7,12	2,34	0,00	50	8,9		36,6						
20-9-80	0,43	18,7	4,45	0,85	0,17	86	2,3		40,0						

TABLEAU n° 70 : Variations saisonnières au point 26 (Roches de Ham)

DATE	T °C	pH	cond. à 12°C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
8-3-79	5,9	7,65	162	12,6	104	5,76	0,019	0,12			5,90		0,030	0,032	10,6
29-3-79	7,5	7,07	152	10,0	86	4,52	0,030	0,12			4,67		0,055	0,064	13,6
19-4-79	9,6	7,99	166	11,0	103	6,21	0,022	0,10			6,33		0,105	0,120	8,2
6-5-79	9,0	7,65	151	10,3	92	5,20	0,025	0,16	1,37	1,21	5,38	6,59	0,055	0,060	7,3
21-5-79	12,8	7,75	155	9,3	91	4,07	0,036	0,29	2,10	1,87	4,40	6,27	0,290	0,320	7,0
7-6-79	14,7	7,80	164	8,0	81	6,89	0,043	0,18	1,15	0,92	7,11	8,03	0,075	0,140	6,2
20-6-79	16,7	7,26	171	8,1	85	5,54	0,040	0,18	1,01	0,83	5,76	6,59	0,110	0,110	
5-7-79	17,8	7,23	172	8,6	93	7,01	0,029	1,35	1,89	0,00	8,40	8,40	0,230	0,230	9,6
18-7-79	20,5	7,22	173	6,3	72	3,22	0,027	<0,1	1,56	1,56	3,35	4,81	0,205	0,240	1,5
27-7-79	21,3	7,43	182	6,9	80	3,95	0,021	0,74	1,71	1,07	4,71	5,78	0,140	0,210	5,0
18-8-79	17,7	7,22	185	7,6	82	3,39	0,022	0,65	2,18	1,53	4,06	5,59	0,305	0,305	12,0
30-8-79	16,4	6,81	148	5,8	61	2,71		0,47	2,24	1,77	3,18	4,95	<0,025	0,185	8,7
21-9-79	16,6	7,53	200	8,4	89	4,86	0,019	0,23	3,52	3,29	5,11	8,40	0,500	0,500	7,3
4-10-79	15,1	7,15	203	4,7	49	2,26	0,009	0,30	2,16	1,86	2,57	4,43	0,510		1,7
18-10-79	14,0	7,31	196	8,3	83	4,45		1,30	1,70	0,40	5,75	6,15	0,525	0,550	8,5
8-11-79	11,3	6,95	165	5,2	49	4,01	0,046	0,36	2,49	2,63	4,42	6,81	0,110	0,250	8,7
13-12-79	9,9	7,15	164	7,6	69	4,97	0,024	0,87	2,12	1,25	5,86	7,11	0,120	0,120	6,7
20-2-80	7,5	7,10	162	10,7	92	4,97	0,012	0,72	1,52	0,80	5,70	6,50	0,040	0,105	8,7
5-6-80	19,9	6,95	203	5,4	60	3,33		0,92			4,25		0,390	0,480	3,7
31-7-80	18,8	7,30	173	8,6	95	6,69	0,009	0,20			6,98		0,280	0,420	4,6
20-9-80	16,4	7,20	170			4,83	0,023	0,55			5,40		0,470	0,480	11,2

DATE	T °C	pH	cond. à 18°C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
30-8-79	16,5	6,80	168	6,2	65	4,52		0,18			4,70		0,200		7,4
21-9-79	16,4	7,17	191	7,0	74	4,86	0,036	0,255			5,15		0,900	0,900	8,2
4-10-79	15,7	6,80	223	5,0	53	1,58	0,018	0,11	1,85	1,74	1,71	3,45	0,820		1,7
18-10-79	13,8	7,15	200			3,55		0,40	1,62	1,22	3,95	5,17	0,725	0,790	8,0
8-11-79	11,5	6,95	173	6,0	57	3,96	0,049	0,36	1,46	1,10	4,37	5,47	0,160	0,245	9,3
13-12-79	9,8	7,29	172	7,1	64	4,75	0,024	0,21	1,54	1,33	4,98	6,31	0,120	0,135	6,7
20-2-80	7,6	7,10	168	10,1	87	5,14	0,015	0,41			5,56		0,050	0,125	8,5
5-6-80	19,8	6,80	206	6,0	68	2,94		0,42			3,36		0,250	0,260	3,9
31-7-80	19,2	7,30	185	8,7	93	6,55	0,009	0,17			6,73		0,260	0,260	4,0
20-9-80	16,4	7,65	193			6,21	0,028	0,43			-,67		0,360	0,360	10,8

DATE	C org. parti. mg/l	C org. % de M.E.S.	chloro a µg/l	chloro b µg/l	chloro c µg/l	phéo. a %	M.E.S. mg/l	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l
30-8-79	0,85	11,0	8,32	1,51	0,80	59	7,7		50,3	14,0	4,8	4,6	10,6	21,3	13
21-9-79	0,56	16,5	20,00	2,69	1,18	66	3,4		61,0						
4-10-79	0,74	20,0	17,32	1,82	1,47	10	3,7								
18-10-79	0,69	16,0	10,68	1,35	0,77	37	4,3								
8-11-79			12,66	2,66	0,00	78	20,9		45,7						
13-12-79	1,90	4,7	4,83	1,59	0,49	66	40,8		32,0						
20-2-80			1,60	0,49	0,42	60	11,1		38,1						
5-6-80	0,98	10,3	32,84	4,68	4,70	30	9,5		44,8						
31-7-80	0,81	20,3	6,02	2,04	0,18	46	4,0		54,9						
20-9-80	0,57	11,0	5,11	1,07	0,10	49	5,2		48,3						

TABLEAU n° 71 : Variations saisonnières au point 261 (Ste Suzanne sur Vire)

TABLEAU n° 72 : Variations saisonnières au point 27 (Gourfaleur)

DATE	T °C	pH	cond. à 18°C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
8-3-79	6,3	7,81	167	12,1	101	5,48	0,021	0,12			5,50		0,065	0,200	10,0
29-3-79	7,5	7,15	161	9,7	84	4,97	0,019	0,14			4,91		0,080		13,6
19-4-79	10,7	7,69	187	10,9	99	4,97	0,029	<0,10			5,10		0,155	0,160	8,2
6-5-79	9,7	7,95	160	9,9	90	4,52	0,029	0,22	1,66	1,44	4,77	6,21	0,075	0,075	8,0
21-5-79	13,8	7,65	165	9,1	91	4,29	0,046	0,18	2,04	1,81	4,52	6,33	0,280	0,280	6,0
7-6-79	15,8	7,71	176	7,4	77	5,19	0,040	0,10	1,15	1,02	5,33	6,35	0,165	0,165	6,2
20-6-79	17,3	7,13	187	8,2	88	6,33	0,030	0,35	1,43	1,08	6,71	7,79	0,180	0,180	
5-7-79	18,3	7,22	182	6,6	73	4,75	0,024	0,10	0,96	0,86	4,87	5,73	0,140	0,140	9,9
18-7-79	20,7	7,12	184	6,7	77	3,16	0,027	0,50	1,09	0,58	3,69	4,27	0,445	0,445	
27-7-79	21,9	7,55	213	6,6	77	3,95	0,021	0,74	2,96	2,22	4,71	6,93	0,370	0,490	
18-8-79	18,0	7,35	189	7,8	85	4,49	0,016	1,75	1,87	0,12	6,26	6,38	0,365	0,370	12,0
30-8-79	19,3	6,77	170	6,2	66	4,52		0,18	2,10	1,92	4,70	6,62	0,170	0,390	8,8
21-9-79	15,7	6,78	226	5,8	61	4,63	0,068	0,17	1,88	1,72	4,86	6,58	0,860	0,900	7,8
4-10-79	15,6	6,75	216	4,7	49	2,82	0,009	0,16	2,97	2,81	2,99	5,80	0,700		5,9
18-10-79	13,9	6,42	205			3,16		<0,10	1,50	1,50	3,16	4,66	0,725	0,790	8,0
8-11-79	11,5	6,85	176	5,8	55	4,41	0,033	0,35	0,98	0,63	4,79	5,42	0,170	0,195	9,4
13-12-79	9,7	7,24	174	7,0	64	5,31	0,027	0,15	1,86	1,71	5,49	7,20	0,095	0,125	7,4
20-2-80	7,7	7,30	169	10,3	89	4,91	0,015	0,40	0,84	0,44	5,33	5,77	0,053	0,070	8,6
5-6-80	20,1	6,90	217	5,1	57	2,71		0,88			3,59		0,305	0,370	3,1
31-7-80	19,2	7,15	187	8,4	94	6,98	0,013						0,260		2,8
20-9-80	16,6	6,65				5,79	0,028	0,23			6,05		0,360	0,360	11,0

TABLEAU n° 72 : Variations saisonnières au point 27 (Gourfaleur)

DATE	C org. parti. mg/l	C org. % de M.E.S.	chloro. a ⁻ µg/l	chloro. b µg/l	chloro. c µg/l	phéo. a %	M.E.S. mg/l	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l
8-3-79			4,42	0,00	5,22	3	41,5		36,6						
29-3-79	2,76	9,0	5,57	0,87	0,41	54	30,5		24,4						
19-4-79			6,22	1,70	4,81	38	5,8		36,6						
6-5-79	0,79	6,7	9,26	0,34	0,00	58	11,7		38,1						
21-5-79	1,24	6,1					20,4		54,9						
7-6-79	1,13	7,1	10,41	1,16	1,98	85	15,9		51,9						
20-6-79	1,16	7,3	6,80	1,56	2,39	80	15,8		48,8						
5-7-79	0,45	7,8					5,8		53,4						
18-7-79	0,63	9,0	21,22	2,89	1,04	40	7,0		57,9						
27-7-79	0,64	26,7	24,95	5,07	3,97	85	2,4		58,0						
18-8-79	0,67	1,3	13,87	3,26	2,61	46	5,1		51,9						
30-8-79	0,28	5,0	7,92	1,72	0,56	69	5,6		50,3	14,0	4,8	4,6	11,8	21,3	13
21-9-79	0,74	32,2	20,00	1,50	0,00	92	3,1		62,5						
4-10-79	0,71	19,2	18,59	2,50	0,50	7	3,7		62,5						
18-10-79	0,53	20,0	9,16	1,51	1,64	45	2,7								
8-11-79			13,85	4,01	0,21	83	19,7		47,3						
13-12-79	2,25	6,8	5,07	1,61	1,09	49	33,1		32,0						
20-2-80			1,60	0,50	0,24	65	8,2		36,6						
5-6-80	1,12	9,0	36,85	5,88	6,80	37	12,4		47,8						
31-7-80	0,75	15,6	7,13	2,21	0,48	53	4,8		48,8						
20-9-80	0,72	18,5	6,94	1,41	0,55	44	3,9		48,1						

DATE	T °C	pH	cond. à 18°C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
30-8-79	19,3	6,74	210	4,4	49	4,80		0,41			5,21		0,300		9,8
21-9-79	17,3	6,68	269	6,1	66	4,97	0,145	0,59			5,71		0,850	0,850	10,0
4-10-79	16,7		299	3,8	40	2,71	0,081	0,50	3,42	2,92	3,29	6,21	1,150	1,150	2,7
18-10-79	16,6	6,92	251	2,9	31	4,34		0,90	2,38	1,48	5,24	6,72	0,860	0,910	8,3
8-11-79	11,7	6,75	216	5,4	51	3,84	0,036	0,23	1,32	1,09	4,11	5,20	0,350	0,420	5,4
13-12-79	9,5	7,07	176	5,6	69	4,68	0,027	0,21	1,24	1,03	4,92	5,95	0,100	0,100	6,7
20-2-80	7,6	7,00	186	9,9	85	3,90	0,018	0,58	1,32	0,74	4,50	5,24	0,950	0,130	8,9
5-6-80	19,4	7,50	249	7,3	82	2,77		0,93			3,70		0,550	1,540	3,8
31-7-80	20,2	7,15	207	7,6	86	4,72	0,015						0,370		3,4
20-9-80	17,0	6,75	239			4,68	0,083	0,68			5,45		0,600	0,600	11,0

DATE	C org. parti. mg/l	C org. % de M.E.S.	chloro a µg/l	chloro b µg/l	chloro c µg/l	phéo. a %	M.E.S. mg/l	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l
30-8-79			13,26	2,85	1,79	92	6,3		65,0	18,8	4,8	3,2	13,6	24,8	17
21-9-79	1,12	11,4	34,95	6,77	0,72	83	9,8		82,3						
4-10-79	3,38	23,6	122,19	31,12	12,62	81	14,3		89,0	30,8	5,0	10,0	18,6	53,2	27
18-10-79	0,70	18,9	19,71	3,00	1,37	28	3,7	1,15	71,0						
8-11-79			6,72	2,40	2,63	86	17,3	1,00	58,0	16,8	5,2	5,0	14,4	21,3	5
13-12-79	1,79	4,8	6,32	1,83	1,32	65	37,4		41,2						
20-2-80			1,50	0,36	0,23	67	9,4		50,3	15,0	4,0	6,0	13,9	17,7	14
5-6-80	1,28	14,3	80,93	11,95	14,37	27	8,9	1,25	63,7						
31-7-80	1,20	23,1	14,93	4,70	1,56	25	5,2	0,90	61,0						
20-9-80	0,63	31,5	25,34	6,62	1,28	30	2,0	1,30	61,0						

TABLEAU n° 73 : Variations saisonnières au point 271 (Claies de Vire)

TABLEAU n° 74 : Variations saisonnières au point 28 (St Fromond)

DATE	T °C	pH	cond. à 18°C µS	O ₂ mg/l	O ₂ % satur.	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NO ₂ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N Kj. mg/l	N orga. mg/l	N min. total mg/l	N total mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P total mg/l	SiO ₂ mg/l
8-3-79	6,6	7,72	191	10,3	93	4,97	0,028	0,23			5,00		0,120	0,234	11,6
29-3-79	8,0	6,70	181	11,5	84	3,16	0,034	0,15			3,35		0,100	0,100	11,2
19-4-79	11,5	7,44	203	11,1	103	5,76	0,033	0,31			6,10		0,170	0,170	7,8
6-5-79	9,6	7,85	172	9,4	85	4,75	0,033	0,25	1,21	0,96	5,03	5,99	0,105	0,105	7,6
21-5-79	15,4	7,54	191	7,7	80	3,84	0,055	0,46	2,65	2,06	4,35	6,41	0,405	0,460	7,2
7-6-79	16,4	7,58	189	5,9	65	5,87	0,055	3,20			9,12		0,150	0,180	6,9
20-6-79	16,6	7,04	211	7,1	75	4,18	0,030	0,46	1,77	1,31	4,67	5,98	0,130	0,140	
5-7-79	18,1	7,22	213	5,7	62	4,97	0,067	0,22	1,68	1,46	5,26	6,72	0,300	0,370	10,4
18-7-79	20,5	6,85	243	4,5	52	3,28	0,087	0,46			3,83		0,305	0,330	4,3
27-7-79	20,1	7,20	244	5,0	57	4,40	0,073	0,80	1,79	0,99	5,27	6,26	0,290	0,370	
18-8-79	18,7	6,83	196	4,8	53	3,22	0,097	0,52	2,49	1,97	3,84	5,81	0,410	0,430	13,0
30-8-79	17,1	6,72	213	3,8	40	7,45		1,44	1,96	0,52	8,89	9,41	0,195	0,380	9,7
21-9-79	17,1	6,98	268	5,6	60	3,73	0,137	0,50	2,22	1,72	4,37	6,09	0,750	0,750	11,0
4-10-79	16,1		293	3,0	31	2,82	0,070	0,48	4,90	4,42	3,37	7,79	0,770		3,8
18-10-79	16,6	6,55	251			3,50		1,40	2,10	0,80	4,80	5,60	0,665	0,725	7,8
8-11-79	11,5	6,85	204	4,0	38	3,22	0,030	0,24	1,54	1,30	3,49	4,79	0,310	0,370	9,8
13-12-79	9,3	7,26	179	6,8	62	4,75	0,027	0,92	1,34	0,42	5,70	6,12	0,100	0,135	6,7
20-2-80	7,8	7,20	182	9,4	81	5,02			1,05			6,07	0,075	0,115	8,9
5-6-80	18,2	6,85	246	4,8	52	2,99		1,02			4,01		0,440	0,475	5,2
31-7-80	19,4	6,85	209	7,1	80	5,22	0,002						0,310		4,4
20-9-80	17,0					5,10	0,105	0,52			5,72		0,590	0,590	11,2

TABLEAU n° 74 : Variations saisonnières au point 28 (St Fromond)

DATE	C org. parti. mg/1	C org. % de M.E.S.	chloro. a µg/1	chloro. b µg/1	chloro. c µg/1	phéo. a %	M.E.S. mg/1	transp. Secchi m	T.A.C. HCO ₃ ⁻ mg/1	Na ⁺ mg/1	K ⁺ mg/1	Mg ²⁺ mg/1	Ca ²⁺ mg/1	Cl ⁻ mg/1	SO ₄ ²⁻ mg/1
8-3-79			3,26	0,00	3,63	0	25,2		58,0						
29-3-79	1,82	4,4	5,99	0,99	0,01	48	41,5		24,4						
19-4-79			9,14	1,24	2,93	35	10,2		57,2	13,6	2,2	6,4	14,5	31,9	16
6-5-79	0,87	6,9	8,77	0,57	0,00	51	12,6		50,3						
21-5-79	1,21	7,8	12,98	2,16	2,59	25	15,6		61,0						
7-6-79	0,86	6,9	9,97	1,61	1,98	86	12,4		54,9	13,5	5,0	5,8	15,2	24,8	11
20-6-79	1,64	9,1	6,74	1,68	2,34	89	18,0		61,0	13,5	5,0	5,8	18,0	21,3	9
5-7-79	0,69	10,6	17,89	2,28	1,55	64	6,5		73,2						
18-7-79	0,71	7,2	17,16	2,30	0,00	34	9,9		70,1	18,4	3,8	6,4	16,3	21,3	32
27-7-79	1,32	8,6					15,3		85,4						
18-8-79	0,64	0,7	14,74	3,26	3,05	90	9,8		51,9						
30-8-79	0,42	8,7	12,85	2,81	1,74	79	4,8		70,1	17,6	4,8	5,4	15,2	21,3	24
21-9-79	0,95	8,0	56,76	11,29	5,59	91	11,9		90,0						
4-10-79	0,83	16,9	49,44	7,37	10,73	81	4,9								
18-10-79	0,76	17,3	11,13	1,71	1,57	52	4,4								
8-11-79			9,24	2,67	0,63	87	20,6		61,0						
13-12-79	2,33	5,7	7,96	2,46	0,47	73	40,9		41,2						
20-2-80			1,51	0,36	0,09	50	11,2		48,8						

TABLEAU n° 75 Valeurs des principaux paramètres relevés sur les affluents amont de la Vire le 25/7/79.

paramètre affluent	Temp. °C	pH	Cond. 18° µS	TAC mg./l. HCO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻ mg./l.	N-NO ₃ ⁻ mg./l.	Chl.a µg./l.	Chl.b µg./l.	Chl.c µg./l.	Phéo. %
Maisoncelles	15,6	6,90	135	19,82	0,040	5,59	5,58	1,35	0,00	98
Virène	15,0	6,68	137	21,35	0,050	6,27	5,39	1,57	0,28	85
Allière	17,6	7,17	207	42,70	0,050	6,27	32,86	13,49	1,85	67
Planche	20,5	7,44	145	51,85	0,155	3,78	17,52	6,11	1,53	92
Souleuvre	17,7	7,72	182	56,42	0,045	2,43	6,89	1,41	1,05	79
Drôme	19,3	7,63	147	42,70	0,050	4,40	5,80	1,28	0,42	100
Jacre	18,6	7,90	187	88,45	0,010	2,68	5,27	1,31	0,36	87
Hamel	17,2	7,70	240	93,02	0,185	5,16	8,70	1,41	1,25	79

TABLEAU n°76 Valeurs des principaux paramètres relevés sur les affluents de la VIRE le 30/8/1979.

paramètre affluent	pH	Cond. 18° µS	TAC mg/l HCO ₃	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	Chl.a µg/l	Chl.b µg/l	Chl.c µg/l	Phéo. %
Virène	6,41	132	27,45	<0,02	5,65	0,42	5,55	1,57	0,00	83
Maisoncelles	6,60	140	24,4	<0,02	4,74	0,46	3,76	1,01	0,00	80
Allière	7,55	202	48,8	<0,02	4,91	0,24	3,76	0,98	0,27	80
Brévogne	7,10	128	30,5	<0,02	3,50	0,21	7,72	2,45	0,00	89
Planche	7,05	192		<0,02	5,36	0,96	31,9	9,63	0,00	99
Souleuvre	7,31	166	51,85	<0,02	1,86	0,32	5,35	1,40	0,37	60
Drôme	7,30	176	79,3	<0,02	4,40	0,39	2,42	0,67	0,64	70
Jacre	7,66	256	96,07	<0,02	1,13	0,41	3,65	0,94	0,75	78
Hamel	7,50	282	97,6	<0,02	1,86	0,40	5,72	1,43	0,57	80

TABLEAU n° 77 Valeurs des principaux paramètres relevées sur les affluents de la VIRE le 18/10/1979

paramètre affluent	Temp. °C	pH	Cond.18° µS	TAC mg./l HCO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻ mg./l.	N-NO ₃ ⁻ mg./l.	Chl.a µg./l.	Chl.b µg./l.	Chl.c µg./l.	Phéo. %
Maisoncelles	11,0	6,42	122	24,4	0,535	4,18	4,13	1,08	0,07	91
Virène	10,8	6,62	133	23,4	0,575	4,79	5,90	1,53	0,00	86
Allière	11,4	6,90	181	48,8	0,805	3,95	2,91	0,65	0,00	82
Brévogne		6,50	116	30,5	0,135	5,02	4,97	1,67	0,31	90
Planche	12,6	6,70	188	58,5	0,785	3,55	129,12	48,58	0,00	95
Souleuvre	11,1	6,80	158	59,4	0,475	2,26	3,24	0,57	0,02	
Drôme	12,7	6,50	166	44,2	0,445	3,44	2,29	0,57	0,00	95
Jacre	11,3	6,90	239	89,9	0,155	2,03	3,83	0,49	0,01	73
Hamel	10,9	7,35	53	106,7	0,470	3,05	7,25	2,11	0,00	74

TABLEAU n° 78 Profil en long de la Vire entre Vire et les roches de Ham réalisé le 5/7/79.

paramètre point	Temp. °C	pH	N-NO ₃ ⁻ mg./l.	N-NO ₂ ⁻ mg./l.	N-NH ₄ ⁺ mg./l.	Chl.a µg./l.	Chl.b µg./l.	Chl.c µg./l.	Phéo. %
23	14,8	7,55	6,49	0,022	<0,1	5,62	1,01	0,40	76
231		7,35	7,46	0,038	0,66	4,72	0,73	0,00	75
24	17,3	7,23	6,83	0,039	0,19	4,87	0,95	0,00	81
241	17,6	7,00	6,94	0,043	0,68	4,23	0,98	0,00	75
25	17,6	7,19	6,44	0,043	0,68	4,32	1,08	0,00	73
2501	17,3	7,34	6,26	0,043	0,37	3,64	0,25	0,00	66
2502	17,4	7,50	6,26	0,043	0,36	3,69	0,70	0,00	59
251	17,9	8,69	5,92	0,043	0,65				
26	18,5	7,54	4,79	0,024	0,44	5,27	0,60	0,00	84

TABLEAU n° 79 Profil en long de la Vire entre Vire et les roches de Ham réalisé le 17/8/79.

paramètre point	Temp. °C	pH	TAC mg./l. HCO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻ mg./l.	N-NO ₃ ⁻ mg./l.	N-NH ₄ ⁺ mg./l.	Chl.a µg./l.	Chl.b µg./l.	Chl.c µg./l.	Phéo. %
23	15,5	7,56		<0,025	4,72	0,42	4,50	1,30	0,00	97
231	15,9	7,30	33,60	1,000	5,69	0,63	5,00	0,97	0,00	91
24	16,9	7,00		0,395	4,88	0,62	0,36	0,45	0,00	85
241	16,3	7,25	33,60	0,315	4,85	0,98	3,70	0,57	0,00	96
25	16,6	7,18		0,520	4,74	0,55	2,70	0,32	0,00	100
2501	17,1	7,35	39,70	0,235	4,55	0,36	3,16	0,33	0,00	90
2502	17,3	7,41	39,70	0,335	5,16	0,5	3,04	0,35	0,00	100
251	18,4	7,55		0,325	5,25	0,50	4,26	0,59	0,00	85
2511	19,2	7,37	42,70	0,470	4,49	1,24	7,27	1,40	0,00	90
26	18,6	7,28		0,210	4,94	0,73	14,19	2,63	0,00	81

TABLEAU n° 80 Cycle journalier du 5/5/79 à 10 h.30 mn au 6/5/79 à 10h.30mn. au point 26 (roches de Ham).

date	param. heure	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NO ₂ ⁻	N-NH ₄ ⁺	Chl.a	Chl.b	Chl.c	Phéo.
		mg/l.	mg./l.	mg./l.	mg./l.	µg./l.	µg./l.	µg./l.	%
5/5/79	10h.30	0,050	5,65	0,029	1,70	6,15	0,00	0,00	71
	12h.30	0,050	5,20	0,029	0,18	6,85	0,00	0,00	77
	14h.30	0,070	5,65	0,029	0,14	6,00	0,00	0,00	73
	16h.30	0,085	4,97	0,029	0,14	7,13	0,00	0,00	65
	18h.30	0,095	6,78	0,030	1,15	11,15	2,48	0,90	28
	20h.30	0,075	6,78	0,030	0,90	11,44	0,93	0,00	59
	22h.30	0,085	7,68	0,033	0,15	9,97	0,39	0,00	70
6/5/79	0h.30	0,085	7,68	0,032	0,70	10,21	0,29	0,00	69
	2h.30	0,065	7,46	0,031	2,20	10,52	0,52	0,00	72
	4h.30	0,105	7,46	0,030	0,38	11,17	0,34	0,00	68
	6h.30	0,070	7,23	0,029	0,90	11,09	0,21	0,00	72
	8h.30	0,045	7,23	0,029	0,98	9,78	0,00	0,00	69
	10h.30	0,035	8,14	0,027	1,50	10,88	0,00	0,00	71

TABLEAU n° 81 Cycle journalier du 16/7/79 à 17 heures au 17/7/79 à 17 heures au point 26 (Roches de Ham).

Date	param. heure	O ₂	Temp.	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	Chl.a	Chl.b	Chl.c	Phéo.
		%	°C	mg./l.	mg./l.	mg./l.	µg./l.	µg./l.	µg./l.	%
16/7	17	105	20,5	0,295	3,45	0,16	9,03	0,32	0,00	78
	19	112	21,0	0,255	3,33	0,32	11,17	0,76	0,00	86
	21	114	20,5	0,304	3,22	0,28	10,68	0,62	0,00	65
	23	113	20,5	0,235	3,05	0,28	8,69	0,45	0,00	82
17/7/79	1	109	20,0	0,280	2,99	0,45	6,63	0,00	0,00	94
	3	99	18,5	0,242	3,56	<0,1	6,31	0,00	0,00	89
	5	97	18,3	0,215	3,22	0,25				
	7	95	18,1		3,39	0,13	5,82	0,00	0,00	98
	9	93	18,5	0,655	3,45	0,26	5,72	0,78	0,00	97
	11	91	19,2	0,205	3,11	0,23	7,07	0,33	0,00	90
	13	83	19,5	0,260	3,28	0,185	7,99	0,72	0,00	92
	15	88	21,2	0,265	3,05	0,39	9,19	0,61	0,00	71
17	97	21,1	0,262		0,25	9,58	0,90	0,00	83	

TABLEAU n° 82 Cycle journalier du 25/7/79 à 18 heures 30mn. au 26/7/79 à 21h.50mn. au point 26 (Roches de Ham).

date	param. heure	Temp. °C	pH	O ₂ %	TAC mg.HCO ₃ /l.	P-PO ₄ ³⁻ mg./l.	N-NO ₃ ⁻ mg./l.	Chl.a µg./l.	Chl.b µg./l.	Chl.c µg./l.	Phéo. %
25/7	18h.15	21,1	7,85		32,02	1,450	3,47	10,98	2,75	0,56	20
	20h.15	20,3	7,83	134	56,42	0,175	3,22	9,29	2,03	0,18	75
	22h.15	19,9	7,52	133	45,75	0,195	3,22	8,33	1,94	0,00	60
26/7/79	8h.40	18,2	6,95	106	45,75	0,400	3,73	5,99	1,20	0,70	60
	10h.45	18,5	7,50	110	44,22	0,025	3,41	5,27	1,16	0,76	78
	13h.	20,7	7,50	109	44,22	0,025	4,60	8,42	1,55	1,07	66
	14h.45	21,1	7,48	116	44,22	0,025	3,61	8,59	1,58	1,14	67
	16h.45	21,9	7,65	125	41,17	0,055	3,95	10,35	2,88	1,19	53
	18h.45	21,4	7,72	130,	45,75	0,057	3,22	7,78	1,78	0,50	58
	20h.15	21,7	7,77	136	42,70	0,125	2,96	8,02	1,81	0,88	72
	21h.50	21,1	7,60	135	42,70	0,180	4,09	5,64	0,77	0,00	60

TABLEAU n° 83 Cycle journalier du 16/8/79 à 20 heures au 17/8/79 à 20 heures au point 26 (Roches de Ham).

Date	param. heures	O ₂ %	P-PO ₄ ³⁻ mg./l.	N-NO ₃ ⁻ mg./l.	N-NH ₄ ⁺ mg./l.	Chl.a µg./l.	Chl.b µg./l.	Chl.c µg./l.	Phéo. %	Temp. °C
16/8	20	103		4,00	0,21	10,21	2,53	0,00	73	18,7
	22	104	0,205	3,48	0,54	9,55	1,87	0,00	78	19
	0	105	0,235	3,32	0,18	7,94	1,37	0,92	87	19
17/8/79	2	103	0,22	3,39	0,32	8,35	1,39	0,00	85	18,7
	4	96	0,21	3,48	0,13	7,75	1,33	0,00	83	18
	6	90	0,205	4,20	0,17	7,50	1,13	0,00	86	17,5
	8	88	0,24	3,30	0,52	7,14	1,05	0,00	83	17,4
	10	87	0,185	3,93	0,45	8,40	1,49	0,00	71	17,3
	12	88	0,16	3,91	0,1	8,58	1,43	0,00	76	17,5
	14	92	0,315	3,14	0,19	7,55	1,34	0,00	88	18
	16	95	0,22	3,95	0,29	9,28	1,53	0,00	100	18,7
	18	97	0,125	3,61	0,37	9,05	1,41	0,00	82	18,5
	20	98	0,22	4,54	0,73	9,85	1,54	0,00	76	18,2

TABLEAU n° 84 Cycle journalier du 28/8/79 à 21 heures au 29/8/79 à 21 heures au point 27 (pont de gourfaleur).

date	param. heures	Temp. °C	pH	TAC mg.HCO ₃ ⁻ /l.	O ₂ %	P-PO ₄ ³⁻ mg./l.	N-NO ₃ ⁻ mg./l.	N-NH ₄ ⁺ mg./l.	Chl.a µg./l.	Chl.b µg./l.	Chl.c µg./l.
28/8	21h.	16,8	7,25	48,80	94	0,215	2,48	0,27	3,76	0,94	0,92
	23h.	16,7	7,20		87	0,240	4,63	0,55	4,03	0,94	0,72
29/8/79	1h.	16,5	7,20	51,85	88	0,295	5,02	0,85	3,68	0,75	0,16
	3h.	15,8	7,25	51,85	88	0,295	4,85	1,08	3,78	0,79	0,28
	5h.	15,4	7,25	51,85	84	0,295	7,17	1,18	6,13	1,37	0,56
	7h.	14,5	7,25	45,75	83	0,255	5,14	0,24	5,30	1,14	0,37
	9h.	14,5	7,25	48,80	83	0,250	4,18	0,30			
	11h.	15,4	7,30		87	0,250	4,46	0,23	5,78	1,16	0,25
	13h.	16,4	7,35	45,75	91	0,205	3,56	0,31	5,14	1,11	0,26
	15h.	16,6	7,40	48,80	92	0,170	2,60	3,25	6,26	1,25	0,31
	17h.	17,0	7,40	45,75	91	0,200	4,12	0,28	6,30	1,32	0,48
	19h.	17,3	7,30	45,75	95	0,140	3,95	0,235	6,65	1,53	0,79
21h.	17,3	7,30	47,27	93	0,230	3,84	0,225	7,22	1,28	0,07	

TABLEAU n° 85 Cycle journalier du 19/9/79 à 20 heures au 20/9/79 à 19 heures 30 au point 26 (Roches de Ham)

Date	param. heure	Temp. °C	O ₂ %	P-PO ₄ ³⁻ mg./l.	N-NO ₃ ⁻ mg./l.	Chl.a µg./l.	Chl.b µg./l.	Chl.c µg./l.	Phéo. %	TAC mg./l. HCO ₃ ⁻	pH
19/9	20 ^h	17,7		0,53	5,87	12,90	1,35	0,14	57	49,4	7,34
	22 ^h	17,3	97	0,56	6,67	12,13	1,70	0,13	74	50,3	7,09
20/9/79	1 ^h	17,0	112	0,54	4,86	11,90	1,23	0,70	82	49,4	7,35
	4 ^h	17,2	120	0,53	5,65	10,98	1,63	0,63	68	48,2	7,93
	7 ^h	17,2	119	0,54	4,52	10,33	0,97	0,40	60	49,4	7,59
	11 ^h	16,9	108	0,55	4,29	10,98	1,37	1,56	68	49,4	7,47
	13 ^h 30	17,0	108	0,55	4,84	9,98	1,04	0,00	61	48,8	7,34
	15 ^h 30	17,1	113	0,56	5,99	7,00	0,65	0,00	69	49,4	7,34
	17 ^h 30	17,5	113	0,59	4,75	10,78	1,30	0,00	59	50,3	7,10
19 ^h 30	16,9	114	0,55	4,75	8,65	1,05	0,00	77	51,8	7,00	

TABLEAU n° 86 Cycle journalier du 2/10/79 à 18^h30 au 3/10/79 à 18^h30 au point 24 (La Graverie).

Date	param. heure	Temp. °C	O ₂ %	P-PO ₄ ³⁻ mg./l.	N-NO ₃ ⁻ mg./l.	Chl.a µg./l.	Chl.b µg./l.	Chl.c µg./l.	Phéo. %
2/10/79	18 ^h 30	15,0	105	1,34	4,18	15,64	2,23	0,83	71
	20 ^h 30	15,0	100	1,65	4,75	17,11	2,02	0,89	58
	22 ^h 30	14,9	96	1,58	4,63	14,11	1,95	0,78	56
3/10/79	0 ^h 30	14,7	89	1,78	4,52	11,00	2,33	1,76	60
	2 ^h 30	14,5	86	1,58	3,84	9,09	1,72	1,66	60
	4 ^h 30	14,2	85	1,30	3,50	8,19	1,29	0,89	61
	6 ^h 30	14,0	84	1,38	4,18	10,04	1,52	0,67	60
	8 ^h 30	14,0	85	1,28	4,18	10,47	1,91	2,25	65
	10 ^h 30	14,5	90	1,25	4,07	11,36	1,74	1,07	60
	12 ^h 30	14,9	95	1,25	3,62	9,52	1,77	2,18	62
	14 ^h 30	15,4	100	1,25	3,62	9,72	1,67	1,46	66
	16 ^h 30	15,4	97	1,02	3,50	19,95	3,94	2,33	52
18 ^h 30	15,0	94	0,96	3,05	19,42	2,93	2,72	69	

TABLEAU n° 87 Cycle journalier du 2/10/79 à 17^h au 3/10/79 à 17^h au point 26 (Roches de Ham).

Date	param. heure	Temp. °C	O ₂ %	P-PO ₄ ³⁻ mg./l.	N-NO ₃ ⁻ mg./l.	Chl.a µg./l.	Chl.b µg./l.	Chl.c µg./l.	Phéo. %
3/10/79	17 ^h	15,0	98	0,54	2,37	11,23	0,85	0,00	39
	19 ^h	14,8	102	0,52	2,71	12,18	1,01	0,00	39
	21 ^h	14,7	104	0,54	2,49	13,20	1,05	0,02	43
	23 ^h	14,6	106	0,56	2,82	14,47	1,18	0,00	19
2/10/79	1 ^h	14,7	110	0,56	2,49	13,15	1,19	0,00	48
	3 ^h	14,8	117	0,56	2,82	9,79	1,15	0,11	31
	5 ^h	14,9	122	0,52	2,43	11,09	1,06	0,11	31
	7 ^h	14,9	119	0,56	2,60	10,37	0,83	0,08	16
	9 ^h	14,9	112	0,52	2,43	11,00	1,28	0,08	21
	11 ^h	15,0	102	0,54	2,49	11,90	1,08	2,58	29
	13 ^h	15,1	97	0,58	2,60	12,34	0,90	0,33	26
	15 ^h	15,1	92	0,56	2,40	12,69	1,26	0,53	32
17 ^h	15,2	95	0,54	2,37	9,00	1,44	0,56	34	

TABLEAU n° 88 Cycle journalier du 17/10/79 à 8 heures au 18/10/79 à 8 heures au point 26 (Roches de Ham).								
Date	param.	O ₂	O ₂	P-PO ₄ ³⁻	Chl.a	Chl.b	Chl.c	Phéo.
	heure	mg./l.	%	mg./l.	µg./l.	µg./l.	µg./l.	%
17/10/79	8 ^h	10,7	106	0,500	3,94	0,23	0,00	65
	10 ^h	10,0	99	0,500	5,65	0,59	0,00	59
	12 ^h	9,5	94	0,460	5,90	0,45	0,00	55
	14 ^h	9,5	95	0,460	5,90	0,92	0,33	61
	16 ^h	9,8	98	0,460	6,48	1,06	1,14	57
	18 ^h	9,9	100	0,460	4,79	0,43	0,00	55
	20 ^h	10,0	99	0,460	3,58	0,67	0,35	66
	22 ^h	10,2	100	0,460	4,09	0,66	0,18	59
18/10/79	0 ^h	10,6	104	0,460	4,45	0,53	0,01	57
	2 ^h	10,8	107	0,500	4,12	0,35	0,13	59
	4 ^h	11,1	110	0,500	3,40	0,15	0,07	46
	6 ^h	11,4	114	0,500	3,85	0,66	1,42	78
	8 ^h	11,2	112	0,500	3,88	0,41	0,52	69

TABLEAU n° 89 Cycle journalier du 15/10/79 au 16/10/79 au point 271 (Claies de Vire).							
Date	param	O ₂	P-PO ₄ ³⁻	Chl.a	Chl.b	Chl.c	Phéo.
	heure	%	mg./l.	µg./l.	µg./l.	µg./l.	%
15/10	18 ^h 50	37	0,64	9,90	1,84	2,12	51
	23 ^h 50	36	0,64	8,51	1,44	1,08	61
16/10/79	1 ^h 50	35	0,64	8,85	1,42	0,83	59
	3 ^h 50	34	0,58	7,73	1,12	1,10	65
	7 ^h 50	34	0,58	8,16	1,37	0,84	64
	9 ^h 50	34	0,64	9,15	1,38	1,17	79
	11 ^h 50	36	0,66	8,91	1,42	0,52	57
	15 ^h 50	36	0,67	9,61	1,22	0,00	64
	17 ^h 50	36	0,68	10,84	1,68	0,74	45
19 ^h 50	30	0,72	9,08	1,47	0,37	60	