MINISTERE DE L'AGRICULTURE
CEMAGREF
Centre National du Machinisme Agricole
du Génie Rural des Eaux et des Forêts
GROUPEMENT DE BORDEAUX

DIVISION AMENAGEMENTS LITTORAUX
ET AQUACULTURE

ETUDE DES PEUPLEMENTS DE DEUX MARAIS DES OLONNES EN VUE D'UNE CARACTERISATION ECOLOGIQUE

par Isabelle AUBY
Dominique PRUNIER

I U B M Arcachon

Décembre 1983

Nous tenons à souligner que l'élaboration de l'étude, les missions sur le terrain, ainsi que le travail de tri, ont été réalisés en collaboration avec Mademoiselle Christine CLUS qui n'a pas pu participer à la rédaction de ce rapport. Qu'elle soit associée à l'ensemble de cette étude.

AVANT-PROPOS

L'étude qui fait l'objet de ce rapport a été effectuée à l'initiative de Monsieur O. CLEMENT et s'insère dans les recherches conduites par Monsieur P. BAZIN (Mémoire E.N.I.T.E.F., septembre 1983). Elle a été menée à l'Institut Universitaire de Biologie Marine d'Arcachon.

Qu'il nous soit permis de remercier à cette occasion Monsieur P.J. LABOURG qui nous a fait partager sa grande expérience de ces milieux.

Monsieur SOULARD, de la cellule de pollution du littoral, a effectué pour nous les mesures d'oxygène dissous dans l'eau, qu'il en soit remercié.

Nous remercions également Monsieur P. BAZIN qui nous a secondées lors des missions, ainsi que Messieurs LHOMMEAU et RABAUD, propriétaires des deux marais, qui nous ont laissé entière liberté pour mener nos recherches.

Qu'il nous soit enfin permis de remercier le personnel technique de l'Institut :

- Madame F. TRUONG, pour son efficacité dans la dactylographie de ce rapport.

- Monsieur G. REAL : Illustration photographique.

SOMMAIRE

ÉTUDE DES PEUPLEMENTS DE DEUX MARAIS DES OLONNES EN VUE D'UNE CARACTÉRISATION ÉCOLOGIQUE.

A - Introduction 1

B - Présentation des deux marais choisis pour cette étude 3

a) Marais de la Frémondière 3

b) Marais de la Cure 3

1ÈRE PARTIE

MÉTHODOLOGIE

1. PARAMETRES EDAPHIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES 6

1.1. Envasement 6

1.2. Température - Salinité 6

1.3. Hydrogène sulfuré (H_2S) 6

1.4. Oxygène dissous 7

2. LES PEUPLEMENTS 7

2.1. Prélèvements de macrofaune benthique 7

2.2. Prélèvements de macrofaune phytophile 8

2.3. Expression des résultats 8

2ÈME PARTIE

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

1. FACTEURS EDAPHIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES 10

1.1. Envasement 10

1.2. Température - Salinité 12

1.2.1. Température 12

1.2.2. Salinité 13

1.2.3. Conclusion 13

1.3. Oxygène dissous 15
a) Marais de la Frémondière 15
b) Marais de la Cure 16
c) Conclusion 16

2. ETUDE DES MACROPHYTES ET DE LA MACROFAUNE INVERTEBREE 20
2.1. Liste des espèces végétales et animales rencontrées 20
2.1.1. Les macrophytes 21
2.1.2. La macrofaune invertébrée 22
2.2. Structure et évolution du support phytal 20
a) Evolution des peuplements dans les deux marais au cours du cycle annuel 23
α) Marais de la Frémondière 23
β) Marais de la Cure 26
b) Conclusion 26
2.3. Etude de la facrofaune - Structure et évolution de la macrofaune invertébrée 27
2.3.1. Généralités 27
2.3.2. Considérations générales sur la richesse et l'abondance spécifique des deux marais 28
2.3.3. Structure et évolution de la macrofaune benthique 29
2.3.3.1. Dans les plats 29
a) Marais de la Cure 29
b) Marais de la Frémondière 34
c) Comparaison des peuplements de macrofaune benthique des plats entre les deux marais 35
2.3.3.2. Structure et évolution de la macrofaune benthique dans le profond 36
a) Marais de la Cure 36
2.3.3.3. Comparaison entre les peuplements de la macrofaune benthique des plats et des profonds 38
2.3.4. Les peuplements de la macrofaune invertébrée phytophile 38
2.3.4.1. La macrofaune invertébrée phytophile dans les plats 39
a) Marais de la Cure 39
b) Marais de la Frémondière 41
c) Comparaison des peuplements de macrofaune invertébrée phytophile des plats entre les deux marais 43
2.3.4.2. La macrofaune invertébrée phytophile des profonds 43
a) Marais de la Cure 43

2.3.4.3. Comparaison entre les peuplements de macrofaune invertébrée phytophile des plats et des profonds 45

2.3.5. Conclusion 46

3. RELATIONS TROPHIQUES 47

3.1. Régime alimentaire de la macrofaune invertébrée 47

3.2. Régime alimentaire de l'Ichtyofaune 47

3.2.1. Le Bar 47

3.2.2. Les Muges 47

3.2.3. L'Anguille 48

3ÈME PARTIE

LES CRISES DYSTROPHIQUES

Introduction 50

1. CYCLE DU SOUFRE ET MECANISME DES CRISES DYSTROPHIQUES 50

2. PROPOSITIONS 53

2.1. Sur l'envasement 53

2.2. Sur la végétation 53

2.3. Sur l'oxygénation des eaux 56

C - CONCLUSION 58

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

Catalogue floristique A - H

Catalogue faunistique I - R

Tableaux S - V

ETUDE DES MARAIS PISCICOLES DES OLONNES

A - INTRODUCTION

L'ensemble des marais des Olonnes est le siège d'une grande activité biologique, où la diversité et l'instabilité des facteurs entrant en jeu rendent difficile une étude globalisante du fonctionnement écologique de ces zones.

Chaque marais a son originalité suivant ses caractéristiques propres - fonctionnement hydraulique, typologie, stade d'évolution des peuplements - tout en ayant en commun avec l'ensemble des zones humides saumâtres quelques caractéristiques écologiques majeures :

- une influence marine intermittente ;
- une influence dulçaquicole variable et saisonnière ;
- des surfaces recouvertes d'une faible tranche d'eau, très sensibles aux variations de température et d'insolation ;
- des zones aquatiques abritées, induisant une sédimentation intense.

Les marais salés, ou marais maritimes, ou marais littoraux, sont toujours soumis à l'influence des marées qui les maintient en état de production maximum (en inhibant les phénomènes dystrophiques), contrairement aux marais à poissons, ou réservoirs à poissons, assimilables à des lagunes saumâtres où la "vivification" marine n'est pas assez importante pour inhiber ces phénomènes ; si l'on préfère, ce sont des zones trop confinées où la variabilité des conditions physico-chimiques confère à ces milieux une grande vulnérabilité.

Le phénomène d'eutrophisation :

Dans les milieux lagunaires très productifs, donc très riches - ou eutrophes - se développent des macrophytes qui jouent un rôle important dans l'oxygénation du milieu, et servent de support à une macrofaune phytophile, assurant, entre autres choses, l'alimentation de nombreux poissons, surtout dans leurs phases juvéniles.

Cependant, sous certaines conditions favorables (réserves minérales abondantes, fort ensoleillement, température élevée, stagnation de l'eau), les processus de production biologique s'accélèrent rapidement, notamment la prolifération algale : c'est l'eutrophisation.

L'accumulation des algues, en surface et au fond, ainsi que la consommation accrue d'oxygène qui en résulte, peuvent provoquer une anoxie au niveau du fond - zone tropholytique - où les phénomènes de respiration et de décomposition biochimique de la matière organique prédominent. Il y a alors dégagement d'hydrogène sulfuré (H_2S) et d'ammoniac (NH_4) dans l'eau qui, joint à la sous-saturation en oxygène, conduit à une crise dystrophique.

C'est le phénomène des "eaux tournées" qui entraîne la mort des organismes aérobies et dont le déclenchement constitue un des problèmes majeurs de la pisciculture en marais, puisqu'il conduit à la perte de stocks importants de poissons chaque année.

Dans le cadre d'une étude pluridisciplinaire telle que celle entreprise par P. BAZIN pour le CEMAGREF-division ALA, il n'était pas possible d'envisager des expérimentations biologiques de grande envergure. La durée limitée de présence sur le terrain, autant que la complexité engendrée par l'étendue de la zone des Olonnes ne permettait pas la mise en place de suivis scientifiques réguliers.

C'est pourquoi nous avons choisi d'effectuer notre étude sur deux marais, estimés représentatifs de cette zone.

Le présent travail expose les résultats de l'étude de terrain entreprise sur l'eutrophisation, en relation avec les types de peuplements floristiques et faunistiques. Notre étude a précisément porté sur la description des associations flore-faune témoignant de la "richesse" ou de la "pauvreté" du milieu, pour tenter de mieux cerner les conditions propices au déclenchement des crises dystrophiques. Pour cela, l'évolution des populations de macrophytes, de la macrofaune invertébrée (< 2mm) et des paramètres physicochimiques a été suivie au cours de six missions de terrain réparties sur un cycle annuel (26 novembre ; 18-19 décembre 1982 ; 23-24 avril ; 3-4 juin ; 29-30 juin ; 29-30 août 1983).

B - PRESENTATION DES DEUX MARAIS CHOISIS POUR CETTE ETUDE

Une étude exhaustive des marais des données n'étant pas envisageable, deux marais piscicoles ont fait l'objet des séries de mesures et de prélèvements (situation sur la carte 1).

a) Marais de la Frémondière (propriété de M.A. LHOMMEAU) :
contigu au bassin des chasses, et ancien marais salant, il fut reconverti en marais à poissons en 1947.

Sa localisation privilégiée permet une gestion hydraulique souple, et sa topographie est représentative de nombreux anciens marais salants reconvertis sans restructuration importante : aménagement de fosses profondes (environ 2,50 m) dans la réserve, ancien vasa à poissons, et construction de deux écluses à poissons, l'une en remplacement de la prise originelle du marais salant, l'autre à l'emplacement de l'ancien coef. de vidange.

La partie centrale correspondant aux oeillets est nettoyée tous les trois ans, la moitié Est du plat étant la dernière à avoir été entretenue, en 1980 (cf. Figure 1).

b) Marais de la Cure (propriété de M.R. RABAUD) :
situé en bordure de la Vertonne, ce marais à poissons possède une structure "en peigne" traditionnelle comprenant quatre douves parallèles et un plat, ainsi qu'une écluse classique.

Son alimentation en eau salée est plus délicate que pour les marais de la Frémondière et se compare à celle de la plupart des marais du bassin de la Gachère en amont du pont de la Salaire. Le dernier curage remonte à 25 ans (cf. Figure 2).

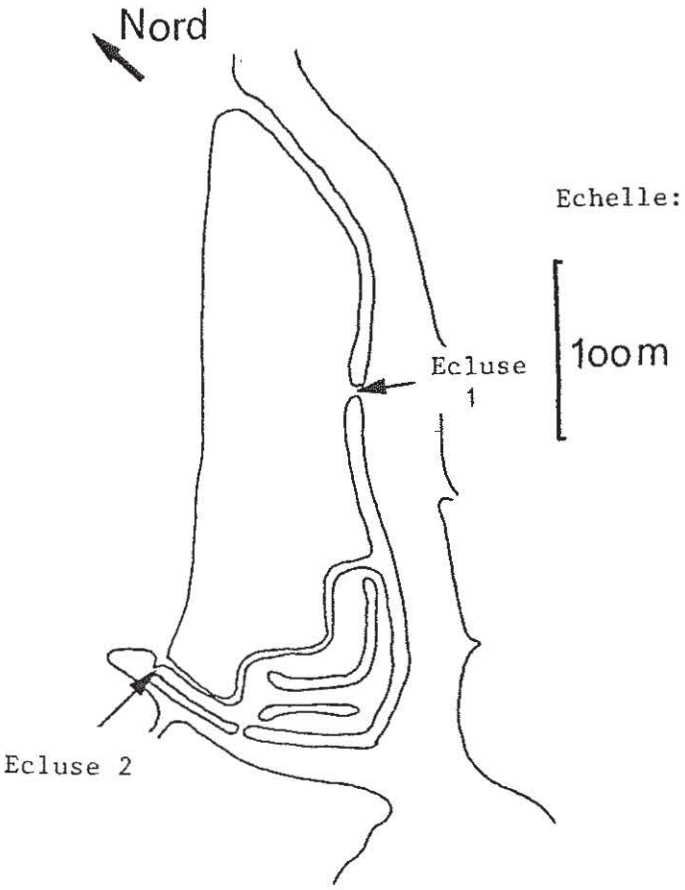


Figure 1 :
Le Marais de la Frémondière

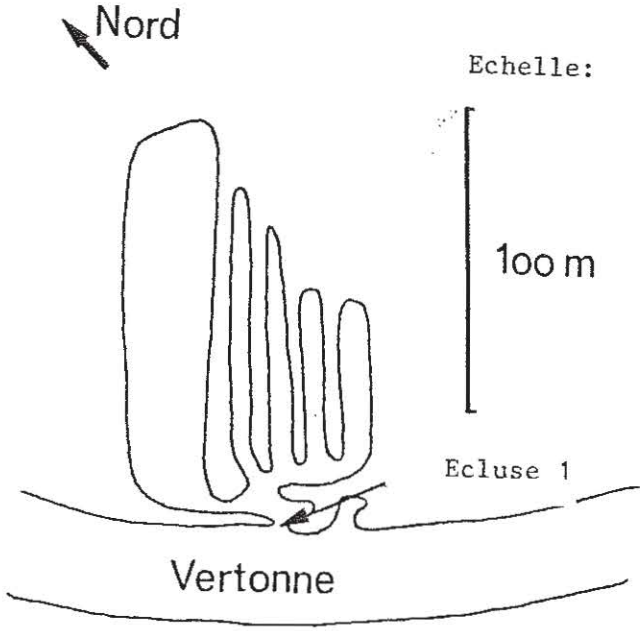
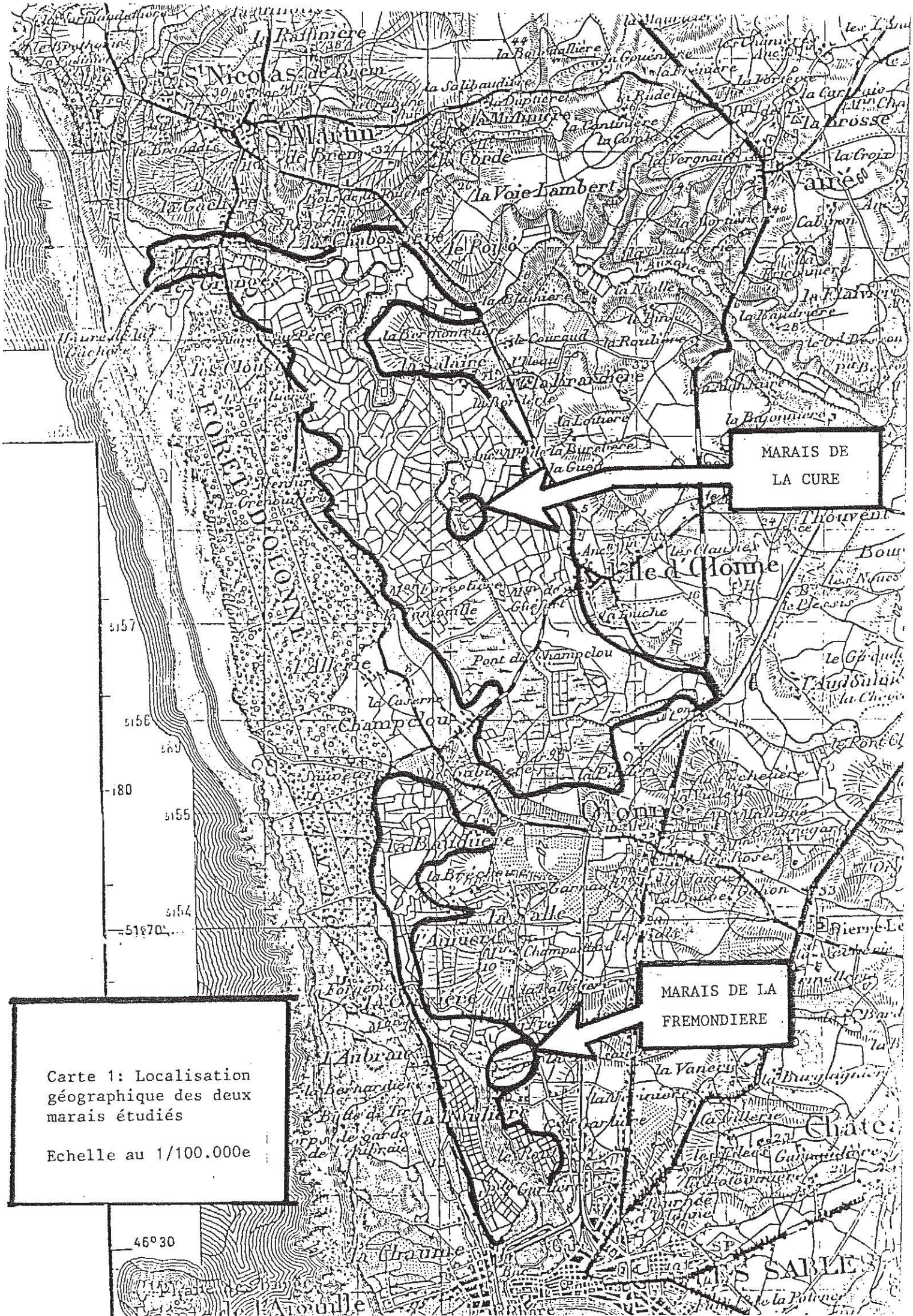


Figure 2 :
Le Marais de la Cure



Carte 1: Localisation géographique des deux marais étudiés

Echelle au 1/100.000e

1ÈRE PARTIE

MÉTHODOLOGIE

1. PARAMETRES EDAPHIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES ETUDIES

1.1. ENVASEMENT

Des carottages ont été effectués dans chaque marais, à l'aide d'un tube-carottier muni d'une échelle centimétrique, afin de mesurer l'épaisseur de la couche de vase oxydée et celle de la couche réduite.

1.2. TEMPERATURE - SALINITE

Lors de chaque mission, la température et la salinité ont été mesurés. En hiver, des enregistrements en continu de la température ont pu être effectués au niveau des fosses à poissons (Salinomètre - Thermomètre = 451 Model 33/S.CT Meter).

1.3. HYDROGENE SULFURE (H_2S)

Des évaluations de la teneur en H_2S ont été faites à partir du printemps.

Test - Indicateur de sulfide - Hach Chemical Company :

Matériel :

- Une fiole à couvercle percé
- Une boîte de papier test
- Des pastilles d'Alka-Seltzer

(voir photo)

Méthode :

On remplit la fiole jusqu'au trait avec l'eau à analyser. On place le papier test sous le bouchon. On met une pastille d'Alka-Seltzer dans l'eau puis l'on ferme immédiatement la fiole. Lorsque la pastille est dissoute, on retire le papier-test que l'on compare à une gamme colorée. Echelle : 0,1 à 5 ppm.

L'hydrogène sulfuré se forme lorsqu'il y a un déficit en oxygène ; il est toxique et sa présence est le témoin d'un état de crise dystrophique dans le milieu.

Ces mesures n'ont pas été systématiques, mais ont été faites en parallèle avec l'étude des teneurs en oxygène dissous, particulièrement au moment des crises dystrophiques de l'été.

1.4. OXYGENE DISSOUS

Au début de l'été, des mesures en continu des teneurs en oxygène dissous ont été réalisées, dans une période de pré-crise dystrophique. Nous avons choisi d'immerger les sondes, dans chaque marais, au milieu des stations caractérisées par un certain type de végétation (Algues filamenteuses, Entéromorphes et Phanérogames). Ces mesures ont pu être faites grâce à la collaboration de Mr. SOULARD (Cellule de Pollution du littoral, D.D.E.), avec des oxy-thermomètres PONSELLE, dont les sondes étaient munies d'un agitateur oxymétrique rotatif.

Les points de prélèvements des paramètres physico-chimiques sont indiqués sur les Figures 3 et 4.

2. LES PEUPLEMENTS

Il s'agit, par ce travail, d'analyser les structures et l'évolution des peuplements qui constituent la macrofaune invertébrée benthique et phytophile, et de définir ainsi les caractéristiques du compartiment macrofaune.

Les prélèvements de macrofaune invertébrée ont été effectués dans les plats et dans les profonds et correspondent aux points marqués sur les Figures 3 et 4.

2.1. PRELEVEMENTS DE MACROFAUNE BENTHIQUE

. Benne Ekman (225 cm²) (voir photo)

. Trois prélèvements par point.

2.2. PRELEVEMENTS DE MACROFAUNE PHYTOPHILE

. Algo isolateur (voir photo)

. 3 prélèvements par point.

Après tamisage *in situ*, sur maille de 1 mm, chaque prélèvement est formolé puis rapporté au laboratoire, où les espèces animales et végétales sont déterminées et les individus dénombrés.

2.3. EXPRESSION DES RESULTATS

Pour la macrofaune invertébrée phytophile, les densités sont exprimées par rapport à 10 g de support sec (48 h à 80°C, pour tous les supports, algues et phanérogames).

Les densités de la macrofaune invertébrée benthique sont exprimées par rapport à une surface de 1m² (chaque prélèvement faisant 225 cm²).

La richesse spécifique représente le nombre d'espèces récoltées.

L'abondance spécifique (N) représente le nombre d'individus récoltés par espèce.

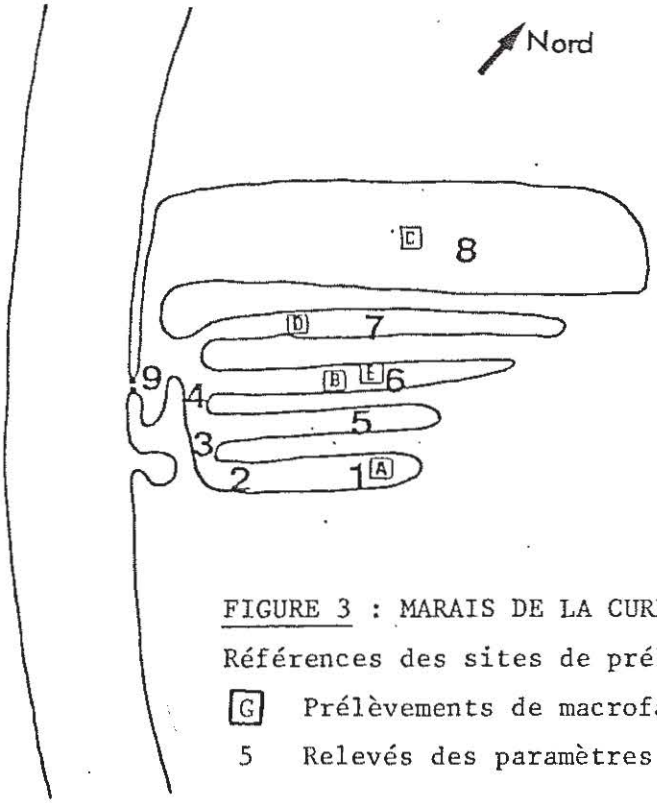


FIGURE 3 : MARAIS DE LA CURE

Références des sites de prélèvements :

[G] Prélèvements de macrofaune invertébrée

5 Relevés des paramètres physico-chimiques

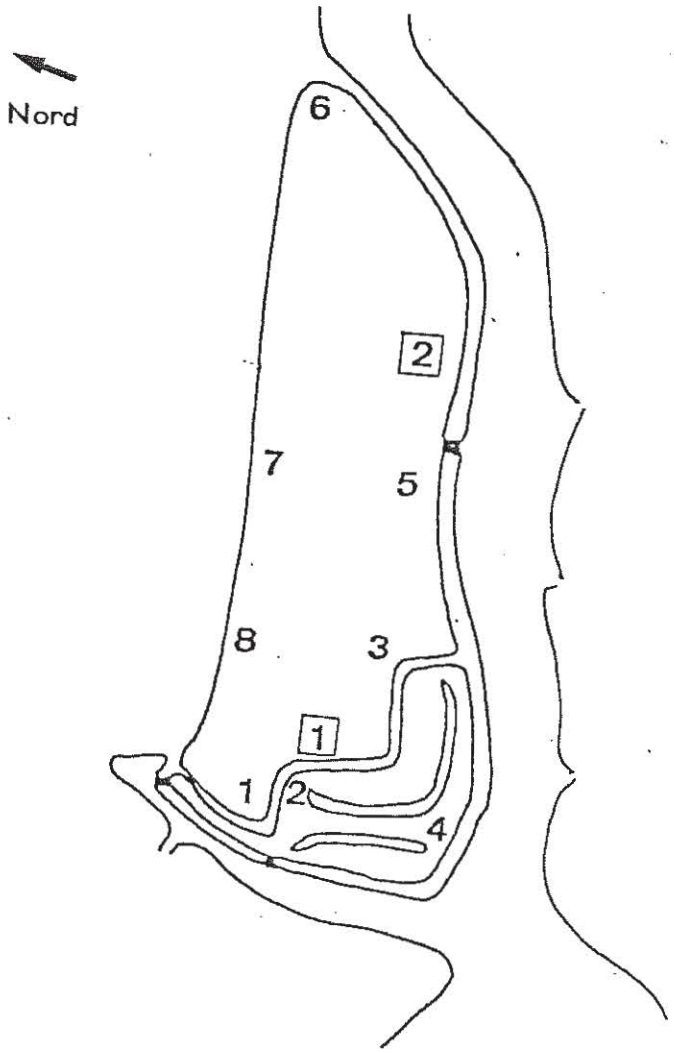


FIGURE 4 : MARAIS DE LA FREMONDIERE

Références des sites de prélèvements :

[0] Prélèvements de macrofaune invertébrée

9 Relevés des paramètres physico-chimiques

2ÈME PARTIE

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

DONNEES HYDROLOGIQUES

1. FACTEURS EDAPHIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES

1.1. ENVASEMENT

Dans les deux marais, l'envasement est important (plusieurs décimètres) ; ceci est le résultat d'une vitesse de sédimentation élevée (milieux stagnants) et de la presqu'absence d'entretien de ces structures.

Marais de la Frémondière : Figure 5 -

Les hauteurs de sédiment vaseux observées ne sont pas homogènes d'un point à un autre du marais. La zone nettoyée en 1980 est moins envasée d'une part, d'autre part les oeillets de cet ancien marais salant forment des cuvettes comblées uniquement par la sédimentation fine.

Sous les tapis que constituent les algues filamenteuses, la couche de sédiment est réduite (couleur noire, odeur nauséabonde), alors qu'au niveau des écluses - lieu de brassage des masses d'eaux - mais aussi dans les zones où poussent les Ulves et les *Ruppia*, l'on trouve une couche oxydée en surface.

Marais de la Cure : Figure 6 -

Uniformément et fortement envasé, sauf dans la fosse d'hivernage ; le sédiment de surface est bien oxydé, excepté dans le plat et en hiver, lorsque poussaient les Cladophoracées.

Le dernier curage de ce marais remonte à 25 ans.

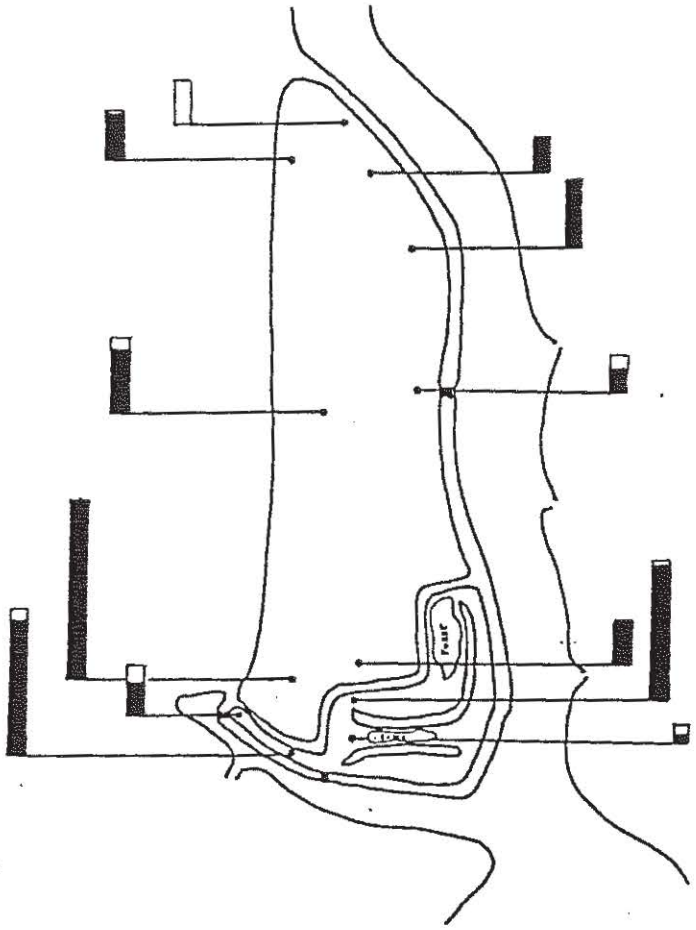
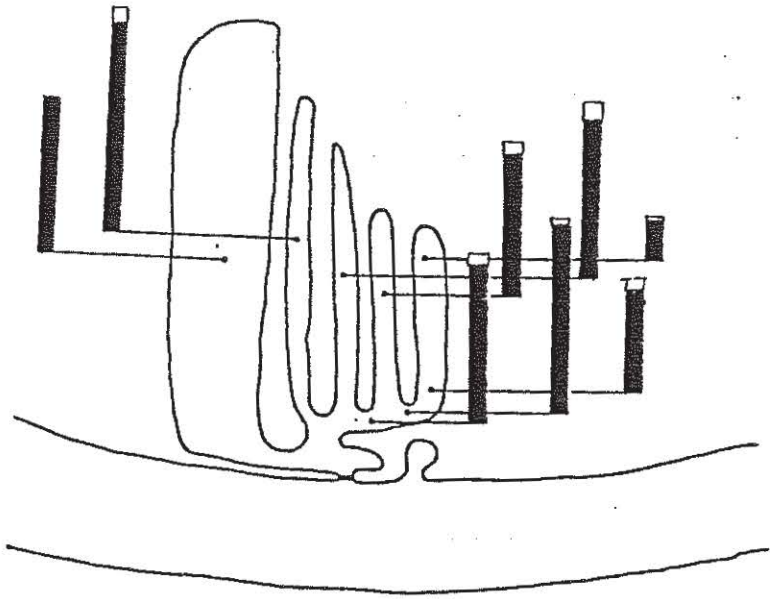


FIGURE 5 : Envasement - Marais de la Frémondière



Vase oxydée

Vase réduite

Echelle: 1/20°

FIGURE 6 : Envasement - Marais de la Cure

1.2. TEMPERATURE - SALINITE

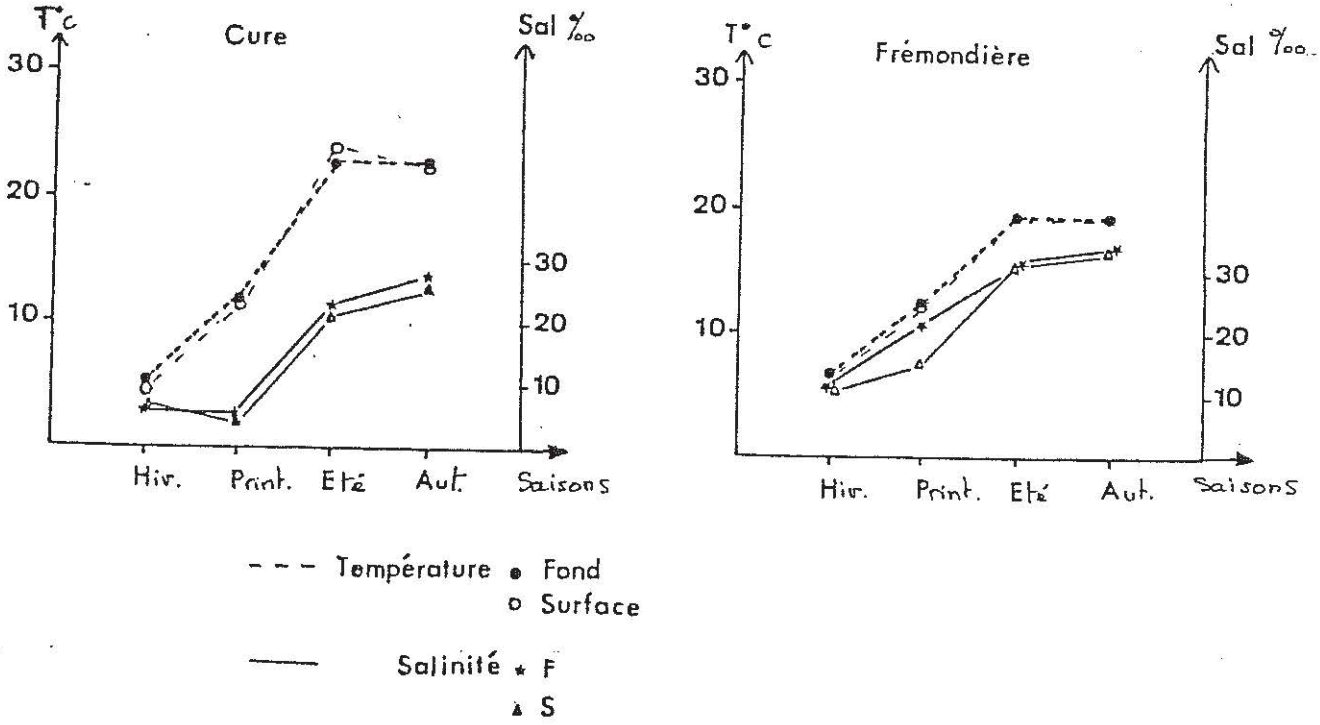
Se reporter aux Tableaux 1 et 2 et aux Figures 7 et 8.

1.2.1. Température

En hiver, les eaux du marais de la Cure sont légèrement plus froides que celles de la Frémondière. Les deux marais ont gelé à la même période, et la couche de glace était plus épaisse dans les grands plats que dans les parties étroites, mieux protégées du vent. Au fond de la fosse (La Cure - Point 1) la température est plus élevée qu'en surface ou que dans le reste du marais.

Au printemps, les températures sont comparables dans les deux sites.

En été et en automne, les eaux de la Cure sont plus chaudes que celles de la Frémondière, et dans les zones de profonds, l'eau du fond est plus fraîche qu'en surface.



FIGURES 7 et 8 : Courbes des relevés de température et de salinité en fonction de la saison.

1.2.2. Salinité

De l'hiver à l'été, les salinités mesurées dans le marais de la Cure sont plus faibles que celles de la Frémondière. Ceci est une conséquence de leur situation géographique respective, mais également des inondations qu'a subies le marais de la Cure en hiver ainsi qu'au printemps. A la Cure, le gradient de salinité est bien marqué (salinité plus faible en surface qu'au fond), surtout en automne, où l'on observe des différences allant jusqu'à 5,5 ‰ entre surface et fond.

1.2.3. Conclusion

Marais de la Cure

Nous n'avons pas observé de grandes variations de température ou de salinité entre le plat et les autres zones du marais. Les mesures effectuées dans la fosse (Point 1) ont permis de mettre en évidence le pouvoir "tampon" de l'eau à partir d'une certaine profondeur (1 m à 1,50 m) : les contraintes environnementales y sont moins sévères que dans les plats.

Marais de la Frémondière :

Il existe des différences de salinités entre les différentes zones du marais, alors que l'on n'observe pas de stratification verticale de température (profondeur trop faible). Il est possible que ces variations de salinités soient la conséquence d'un mauvais brassage des eaux.

Les différences relevées entre les deux marais peuvent s'interpréter comme le résultat de leurs situations géographiques respectives : le marais de la Frémondière - proche de l'écluse - reçoit des eaux plutôt de type lagunaire, alors que le marais de la Cure est sous l'influence d'un régime plus continental, à mi-chemin entre les deux écluses.

Comme preuve d'une mauvaise miscibilité entre des eaux douces et des eaux salées, nous pouvons citer l'observation suivante : Des mesures effectuées dans le Chenal longeant le marais de la Frémondière, au printemps, ont montré l'existence d'un gradient très élevé de salinité (27‰ au fond et 2‰ en surface). On peut se demander alors si au moment de faire boire, compte tenu de la structure des écluses (l'eau entre par le haut), les propriétaires des marais font entrer suffisamment d'eau salée (l'eau de surface étant plutôt douce).

Frémondière	DECEMBRE				AVRIL				JUIN				SEPTEMBRE			
	T°		SAL		T°		SAL		T°		SAL		T°		SAL	
1	6,5	6,5	13	13	12,5	13,5	-	-	19	19	32	32	20	19	36	37
2	7,5	7,5	10	10	12,5	12,5	17,7	20	19	19	32	32	19,5	19,5	32,5	32,5
3	5,5	5,5	13,2	13,2	12,5	12,5	18	18	20	20	31,5	31,5	19	19	33	33
4	5,75	5,75	9	9	12	12,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	5,5	5,5	13,2	13,2	12,5	12,5	19	25	21	21	31,2	31,2	20	20	36	36
6	7	7	9	9	12	12	19	19	20	20	31	31	19	19	32	32
7	7,5	7,5	10	10	12	12	18,5	18,5	18,5	18,5	33	33	-	-	-	-
8	7,5	5,5	15	15	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CANAL	-	-	-	-	12	12	2	27	-	-	-	-	20	20	33,8	32,8
Moyenne	6,6	6,6	11,6	11,6	12,2	12,4	18,4	20,1	19,6	19,6	31,8	31,8	19,6	19,4	33,7	33,8

TABLEAU 1 : Variations saisonnières de la température et de la salinité - Marais de la Frémondière.
S = surface
F = fond

CURE	DECEMBRE				AVRIL				JUIN				SEPTEMBRE			
	T°		SAL		T°		SAL		T°		SAL		T°		SAL	
	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
1	4,5	7	6	6	11,5	12,5	5	5,5	24	22	20,5	23,5	23	23	27	32,5
2	3	4	6	6	12	13	4,5	5	24	24	23	23	24,5	24,5	27	29
3	5	5	6	6	11	12	4,5	5	-	-	-	-	21	23	25	27,5
4	6,5	6,5	6	6	12	12	-	-	-	-	-	-	21	23	25	27,5
5	5	5	6	6	10,5	12	4,5	5	24	20	18	23	22,5	23	27	30
6	3,5	4	6	7	11	12	4	4,5	25	22	21,5	24	23	23	27	29
7	4	4	6	6	11	11,5	4,5	4,5	24	20	23,5	22,5	24	23,5	28	29
8	-	-	-	-	11,5	11,5	4,5	4,5	25	25	24	24	22,5	22,5	27,5	26
9	-	-	-	-	11,5	12	4,5	4,5	24	24	23	23	22,5	21,5	24	28
VERTONNE	-	-	-	-	11,5	12	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-
Moyenne	4,5	5,1	6	6,1	11,9	12	4,8	5,6	24,3	22,4	21,9	23,3	22,6	23	26,4	28,7

TABLEAU 2 : Variations saisonnières de la température et de la salinité - Marais de la Cure.

1.3. OXYGENE DISSOUS

Interprétation des mesures de bilan d'oxygène .

Les bilans d'oxygène ont été mesurés à l'intérieur des deux marais en deux points caractérisés par une végétation différente : Entéromorphes et *Ruppia* dans le marais de la Cure, Chaetomorphes et *Ruppia* dans le marais de la Frémondière. Ces mesures ont été effectuées au début du mois de juin 1983. Dans le marais de la Frémondière, cette période a correspondu avec une crise dystrophique qui a provoqué la mort de nombreux poissons. A la Cure, où la situation était meilleure, les mesures ont coïncidé avec une prise d'eau. (Dans le premier marais, la prise d'eau avait eu lieu quelques jours auparavant).

a) Marais de la Frémondière (voir Tableau 3 et Figure 9)

Sur les courbes, il apparaît nettement que l'amplitude des variations en oxygène dissous est importante au cours d'un cycle journalier (Δ max = 28 ppm). Cette forte amplitude, lorsque les minima se situent aux alentours de 0 ppm, est significative d'un état de crise dystrophique : pendant le jour, la production d'oxygène photosynthétisé par les végétaux est forte, et supérieure à la demande respiratoire des organismes hétérotrophes. Dès que cette production cesse, par manque d'éclairement, le système consomme l'oxygène du milieu, et peut atteindre l'anoxie dès 1 h pour ne se réoxygéner que dans la matinée.

Avant les premières mortalités de poissons (4, 5 et 6 juin) la période d'anoxie est plus longue dans les Chaetomorphes que dans les *Ruppia* ; ces dernières montrent des pentes de production mais également de consommation plus faibles que les premières.

Du 4 au 7 juin, le temps pendant lequel le système est anoxique augmente régulièrement dans les deux zones, mais demeure de plus longue durée dans les Chaetomorphes. Le 8 juin, jour de l'observation de mortalités massives de Mulets, les valeurs dans les deux zones sont égales (courbes presque confondues), avec une pente de consommation d'oxygène légèrement supérieure dans les *Ruppia*.

Une mesure des teneurs en H_2S dans l'eau montre que la libération de ce produit a lieu d'abord dans les Chaetomorphes.

b) Marais de la Cure (voir Tableau 4 et Figure 10)

L'amplitude des variations de teneur en oxygène dissous est ici moins importante (Δ max = 18,4 ppm). Les périodes de faible oxygénation de l'eau sont moins longues qu'à la Frémondière et le système n'atteint pas l'anoxie complète.

Au cours du cycle journalier, la production d'oxygène au niveau des *Ruppia* est un phénomène plus précoce et plus accentué que dans les Entéromorphes. Les pentes traduisant la consommation de l'oxygène du milieu sont comparables dans les deux zones.

L'ouverture de l'écluse, le 9 juin, coïncide avec une reprise de production plus matinale que la veille dans les *Ruppia* mais, dès le lendemain, le phénomène n'est plus apparent.

Dans les Entéromorphes, les 10 et 11 juin, le taux d'oxygène dissous reste faible jusqu'à 18 h pour augmenter ensuite brusquement. Cette heure correspond approximativement à la marée haute de l'après-midi. Il est possible que les eaux lagunaires, qui ont eu le temps d'être réoxygénées pendant la journée, rentrent dans le marais à cette heure-ci (d'autant plus que le phénomène est décalé de trois quarts d'heure le jour suivant, ce qui étayerait cette hypothèse liée à la marée haute).

Si la prise d'eau n'a pas d'effet notable sur les maxima de concentration en oxygène dissous, il semble que, pendant les trois jours qui la suivent, les minima aient légèrement augmenté pour s'abaisser de nouveau le 4e jour.

c) Conclusion

Des observations, malheureusement très ponctuelles, que nous avons pu réaliser dans le cadre de ces mesures, différentes idées sont à dégager :

- La prise d'eau qui a précédé nos mesures dans le marais de la Frémondière n'est pas parvenue à améliorer la situation dystrophique ; le brassage de l'eau n'a pas été suffisant pour permettre son renouvellement et une déstratification. Il est possible aussi qu'à cette époque de l'année puissent pénétrer des eaux dont les concentrations en oxygène sont faibles et qui sont plus riches en sulfates que les eaux lagunaires.

- Les zones dans lesquelles la végétation forme un écran entre les masses d'eaux superficielles et le fond ne permettent pas une bonne circulation de l'eau (d'où l'accumulation, au fond, des débris végétaux) et de l'oxygène dissous.

Figure 9 : Oxygraphe du marais de la Frémondière.

Juin 1983.

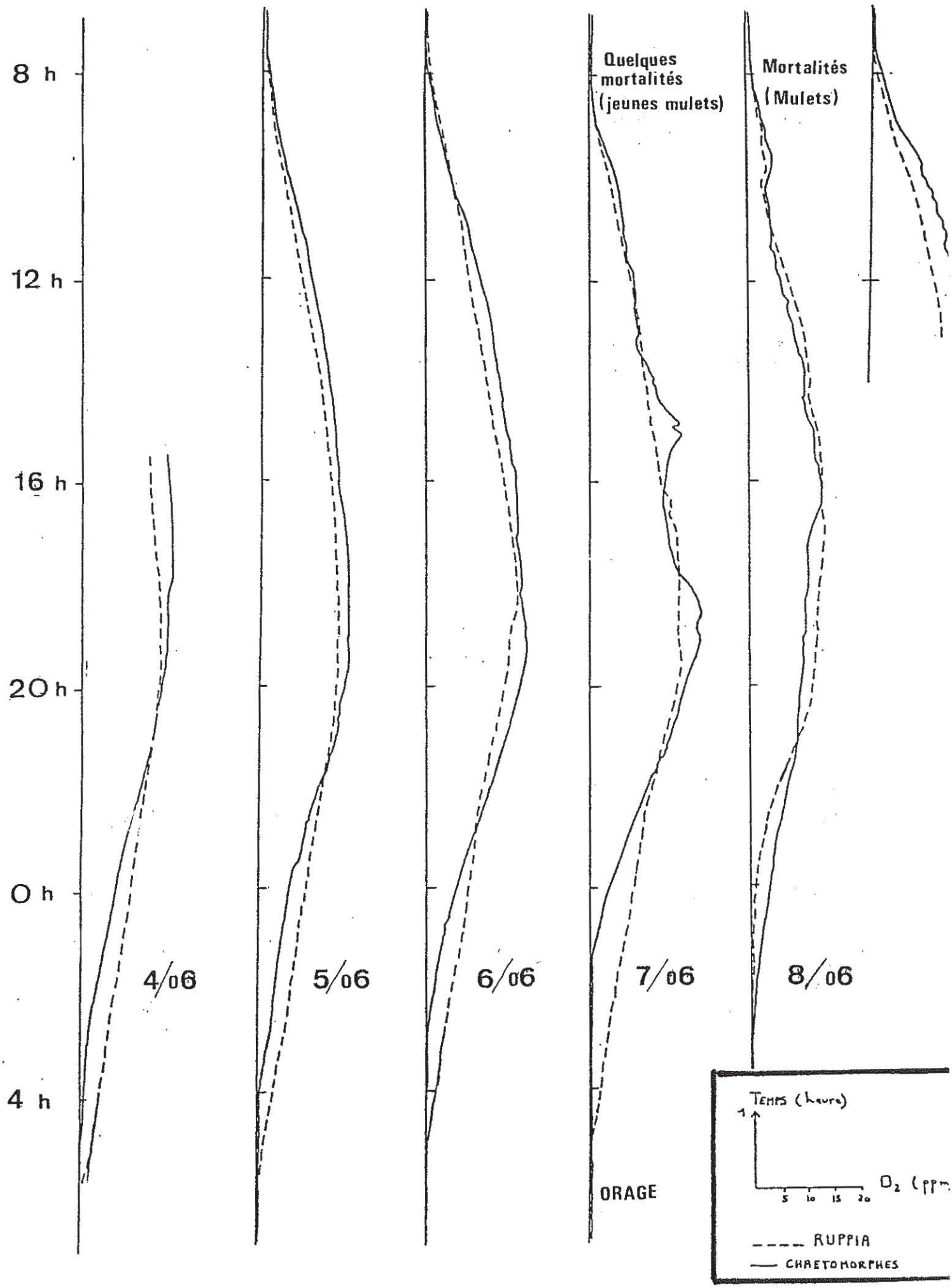
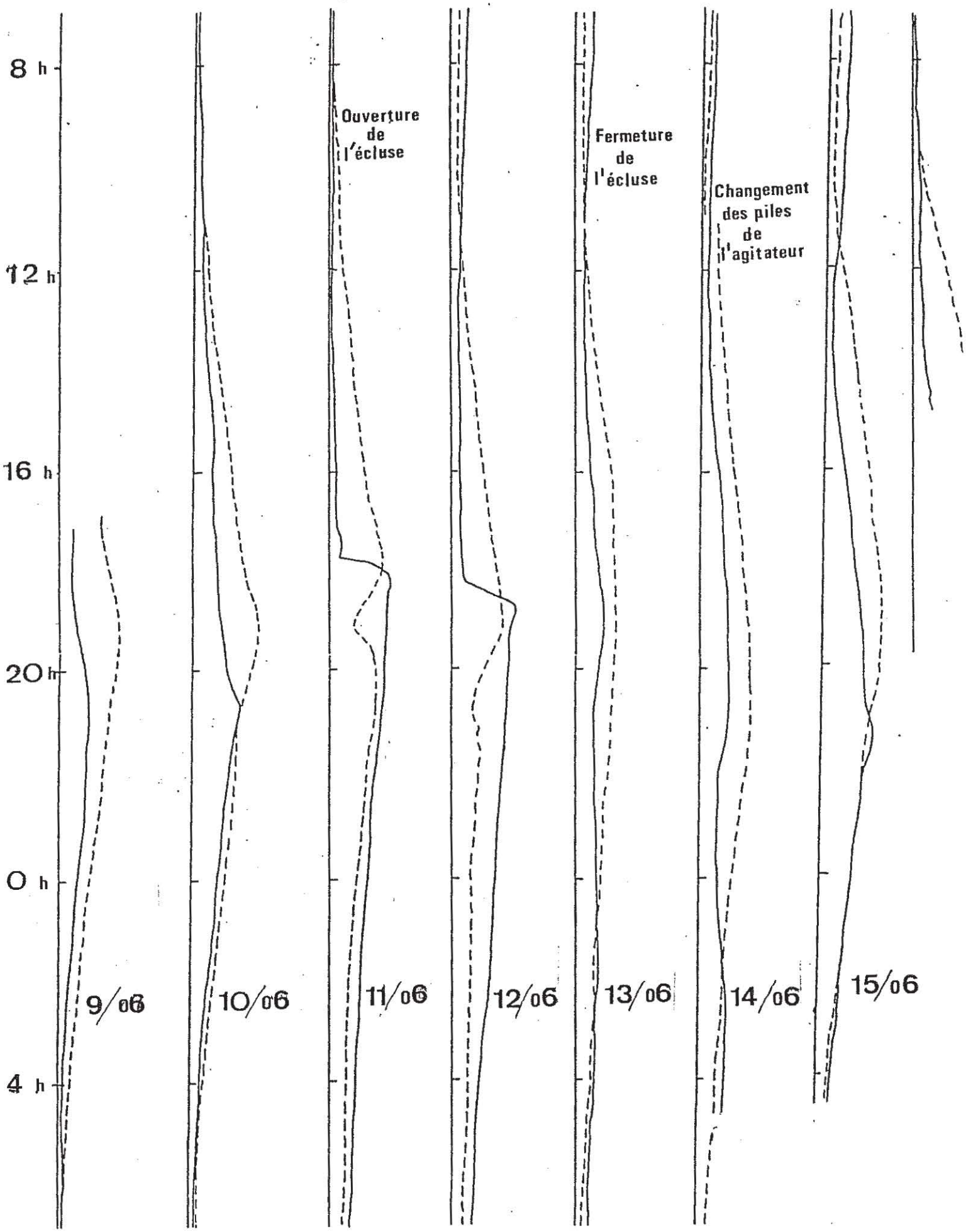


Figure 10 : Oxygraphe du marais de la Cure.



DATE	TENEUR MAXIMALE en O_2 DISSOUS (p.p.m.)		HEURE		TENEUR MINIMALE en O_2 DISSOUS (p.p.m.)		HEURE	
	R	C	R	C	R	C	R	C
3/06	23,5	27	18h →20h	17h30	-	-	-	-
4/06	24	28	17h30 →19h30	18h →18h30	1	0	6h30 → 7h30	4h → 7h30
5/06	28	30	18h15	18h45 →19h30	0	0	6h → 7h	4h → 7h30
6/06	28	34	18h →19h30	19h	0	0	5h30 → 8h15	3h → 8h15
7/06	23	34	16h30	18h15	0	0	5h → 8h	2h → 8h
8/06	-	-	-	-	0	0	3h → 8h	3h → 8h

TABLEAU 3 : Teneurs en oxygène dissous dans le marais de la Frémondière (R = *Ruppia*- C = Chaetomorphes)

DATE	TENEUR MAXIMALE en O_2 DISSOUS (p.p.m.)		HEURE		TENEUR MINIMALE en O_2 DISSOUS (p.p.m.)		HEURE	
	R	E	R	E	R	E	R	E
9/06	17	7,5	19h30	20h45	-	-	-	-
10/06	19	15	19h	20h45	0,6	0,6	6h → 8h	4h → 8h
11/06	16	18	17h45	18h15	0,6	0,6	7h → 8h	7h →14h
12/06	15	19	19h	19h	2	2,5	8h →10h	12h →17h
13/06	12	7,5	17h →20h30	18h30 →19h30	2	2,5	8h → 9h30	11h →13h30
14/06	16,5	8,5	20h45	20h → 21h	2	2,5	7h30 → 9h30	8h30 →13h
15/06	18	16	19h45	21h30	2,5	5,5	7h30 → 11h	12h30 →13h30
16/06	-	-	-	-	1	1	7h → 9h	7h → 9h

TABLEAU 4 : Teneurs en oxygène dissous dans le marais de la Cure (R = *Ruppia*- E = Entéromorphes)

- La présence de *Ruppia*, au contraire, semble diminuer les risques d'anoxie longue dans le milieu et permettre les échanges de gaz dissous d'une part, entre le sédiment et l'eau, d'autre part entre l'eau et l'air.

Nous rappelons toutefois, que ces mesures ont été faites dans des eaux peu profondes, et ne peuvent être exploitées qu'en tant que telles. Par exemple, des mesures pratiquées dans les réservoirs à poissons du Bassin d'Arcachon font état d'une anoxie, au fond, dans les profonds où poussent des *Ruppia*, lorsqu'on fait boire les réservoirs en été.

2. ETUDE DES MACROPHYTES ET DE LA MACROFAUNE INVERTEBREE

2.1. Liste des espèces végétales et animales rencontrées

2.1.1. Les MACROPHYTES

Liste page 21

2.1.2. La MACROFAUNE INVERTEBREE

Liste page 22

En annexe sont joints des tableaux récapitulatifs, et des fiches concernant l'écologie des espèces de la macrofaune invertébrée.

2.2. Nature et évolution du support phytal

Dans cette étude, les macrophytes ont été considérés sous quatre aspects :

1) En tant qu'habitat : support habituel et parfois source de nourriture pour la macrofaune phytophile, et pour certaines espèces benthiques qui migrent au niveau de la couche phytale lorsque les eaux du fond deviennent anoxiques (ex : *Cerastoderma* et larves de Chironomides).

2) En tant que siège de production et de consommation des gaz dissous (CO_2 et O_2) : Photosynthèse, respiration, photorespiration.

3) En tant que structure occupant l'espace et entravant ou non les transferts entre le fond et les couches d'eaux.

MACROPHYTES

CHARACEES — *Lamprothamnium papulosum*

XANTHOPHYCEES — *Vaucheria sp*

CYANOPHYCEES — *Spirulina subsalsa*

— *Coccochloris stagnina*

CHLOROPHYCEES

ULOTHRICACEES — *Ulothrix flacca*

ULVACEES — *Enteromorpha chlatrata*

— *Enteromorpha intestinalis*

— *Enteromorpha linza*

— *Enteromorpha rylinii*

— *Percussaria percusa*

— *Ulva lactuca*

CLADOPHORACEES — *Cladophora liniformis*

— *Chaetomorpha linum*

— *Lola capillaris*

— *Lola lubrica*

— *Rhizoclonium kochianum*

RHODOPHYCEES — *Polysiphonia macrocarpa*

— *Ceranium rubrum*

— *Gracilaria verrucosa*

POTAMOGETONACEES — *Ruppia maritima (= cirrhosa)*

— *Ruppia rostellata (= maritima)*

— *Zostera marina*

MACROFAUNE INVERTÉBRÉE

BRYOZOAIRES

MEMBRANIPORIDAE ——— *Conopeum seurati*

NEMERTIENS ——— *Lineus gesserensis*

ANNELIDES

POLYCHETES ——— *Nereis diversicolor*

——— *Streblospio dekhuyzeni*

——— *Scololepis fuliginosa*

——— *Capitella capitata*

——— *Polydora ligni*

——— *Mercierella enigmatica*

MOLLUSQUES

GASTEROPODES ——— *Hydrobia ventrosa*

LAMELLIBRANCHES ——— *Abra ovata*

——— *Cerastoderma glaucum (= lamarki)*

CRUSTACES

ISOPODES ——— *Cyathura carinata*

——— *Idotea chelipes*

——— *Sphaeroma hookeri*

AMPHIPODES ——— *Corophium insidiosum*

——— *Gammarus insensibilis*

——— *Melita palmata*

——— *Microdeutopus gryllotalpa*

DECAPODES ——— *Palaemonetes varians*

INSECTES

COLEOPTERES ——— *Phyllidrus bicolor*

DIPTERES ——— *Chironomus salinarius* (larves)

——— *Halocladius varians* (larves)

HEMIPTERES ——— *Ephydra sp* (larves)

——— *Sigara selecta*

4) En tant que source potentielle de matière organique, dont l'accumulation au fond à certaines périodes apparaît comme un des facteurs du déclenchement des crises dystrophiques.

C'est pourquoi nous n'avons pas fait une étude exhaustive des espèces végétales dans ces milieux, mais avons plutôt tenu compte de l'évolution générale au cours d'un cycle annuel des grands groupes de macrophytes en présence :

- Ulvacées
- Cladophoracées
- Phanérogames.

a) Evolution des peuplements dans les deux marais au cours du cycle annuel

α) Marais de la Frémondière Figure 11

Hiver : Ce sont les algues filamenteuses qui dominent, surtout dans les stations 1, 3 et 6, où l'abondance de *Cladophora sp* et de *Rhizoclonium sp* conduit à la formation d'un tapis compact, empêchant toute oxygénation du fond. Le reste du marais est peuplé par des tâches de Chaetomorphes. Des Ulves et quelques Entéromorphes colonisent la partie du marais qui est desservie par l'écluse n° 2. La présence des joncs au niveau du point 7 s'explique par une infiltration d'eau douce. De rares pieds de *Ruppia* sont observés dans la partie nettoyée du marais.

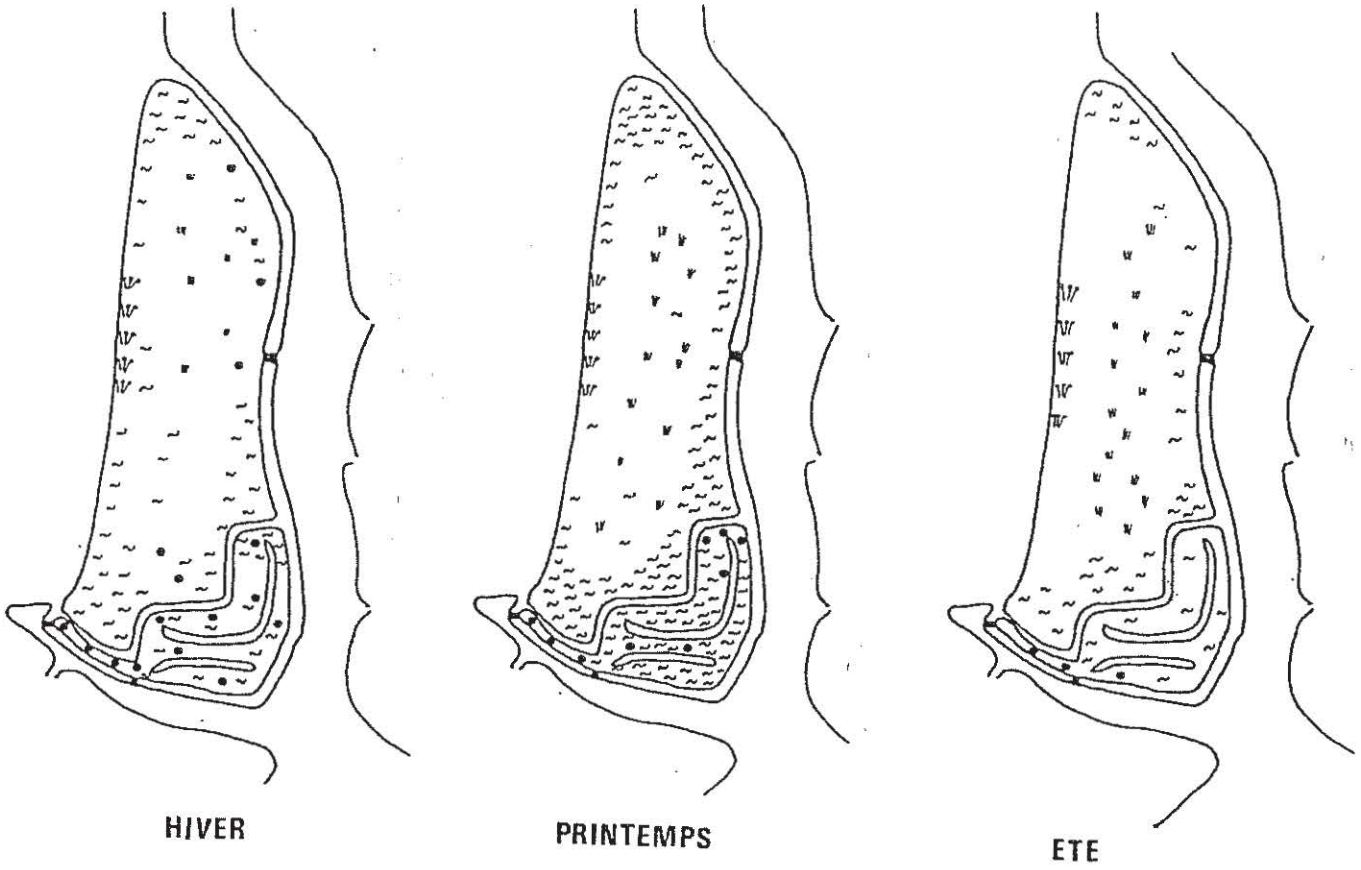
Printemps : Sur les rives est, sud et ouest du marais, on observe une forte croissance des algues filamenteuses, la partie centrale étant colonisée par les *Ruppia*. Le peuplement d'Ulves est toujours présent.

Eté : Les algues filamenteuses sont dans un état de décomposition avancée ; toutefois on peut observer un début de repousse des Chaetomorphes. La croissance des *Ruppia* est excellente. Les Ulves commencent à disparaître.

Automne : Les Cladophoracées sont toujours accumulées dans certaines zones du grand plat, mais elles ont également colonisé le point 4. Il y a peu de Chaetomorphes ; les *Rhizoclonium* et surtout les *Cladophora* ont repris leur croissance.

Les *Ruppia* sont déracinées, et poussées par le vent sur les rives du marais.

Les Ulves ont pratiquement disparu du petit chenal d'accès.



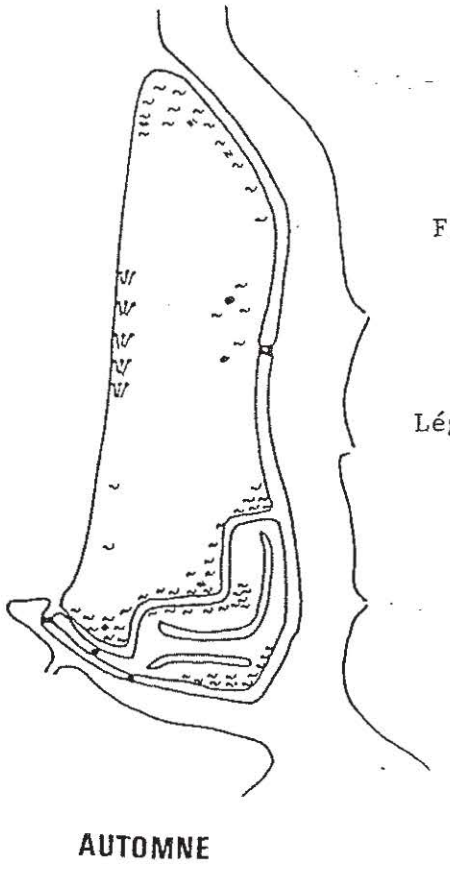


Figure 11: Evolution des peuplements macrophytiques. Marais de la Frémondière.

Légende: ∿ Cladophoracées.

● Ulvacées.

△ Rhodophycées.

Ruppia.

Joncs.

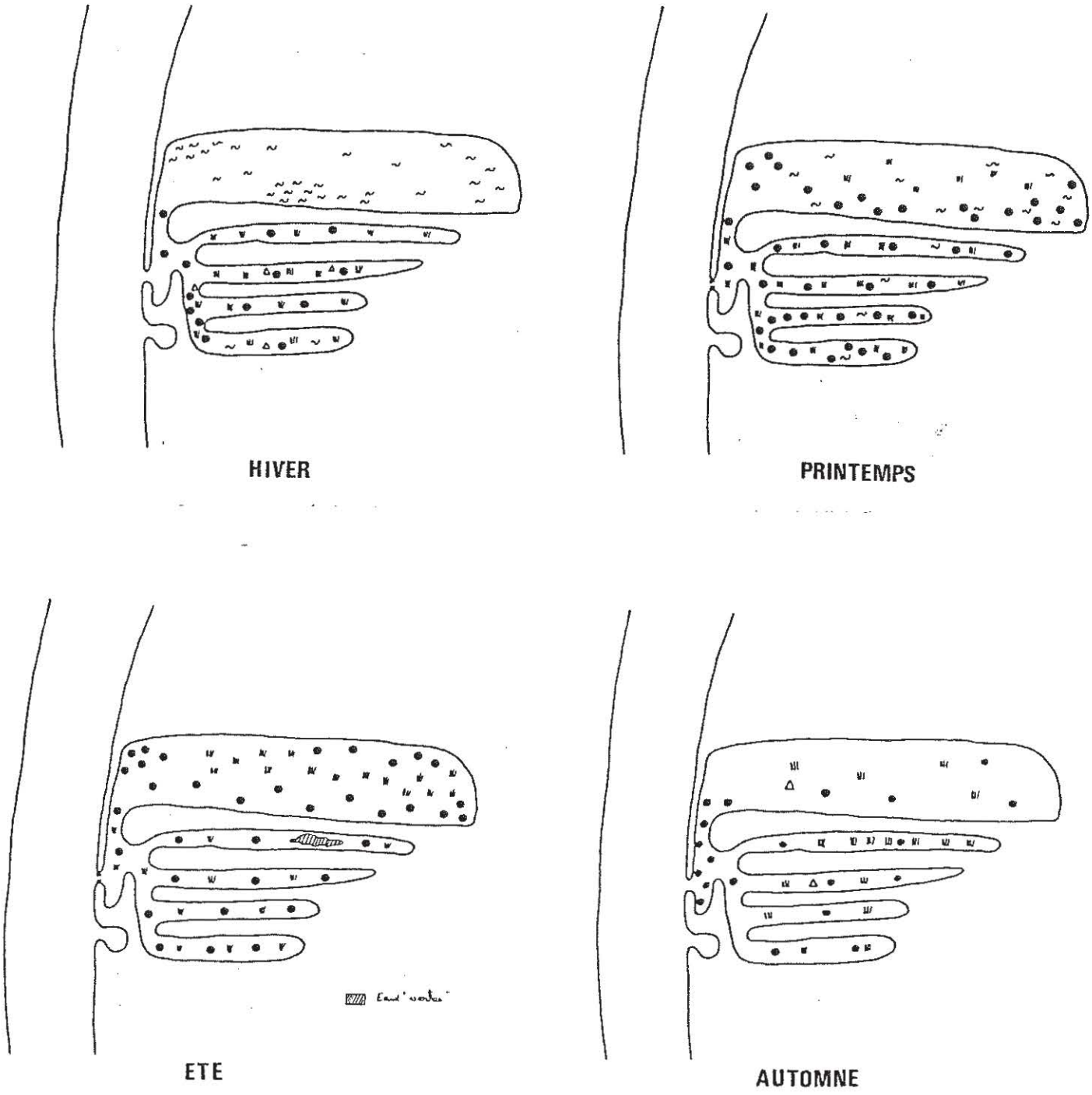


Figure 12 : Evolution des peuplements macrophytiques dans le marais de la Cure.

Légende: ∿ Cladophoracées.

● Ulvacées.

Δ Rhodophycées.

III Ruppia.

ϙϙϱ Joncs.

β) Marais de la Cure Figure 12

Hiver : Le plat est colonisé par des algues filamenteuses. Pourtant ailleurs, on trouve des *Ruppia* en faible densité, dont les feuilles sont recouvertes par une Cyanophycée (*Spirulina subsalsa*), ainsi que des Ulves et des Entéromorphes.

Dans les stations 2, 7 et 9, on observe la présence d'une Rhodophycée (*Gracilaria verrucosa*), laquelle abrite un grand nombre de crustacés.

Printemps : Dans le plat, on assiste à la disparition des algues filamenteuses et à une forte croissance des Ulvacées sur les rives, et des *Ruppia*, au centre. La même tendance s'observe dans les autres parties du marais. La Rhodophycée a disparu.

Eté : Dans le plat, on ne trouve plus d'algues filamenteuses ; les Ulvacées commencent à se décomposer et à s'accumuler dans la partie nord-est du marais. Les *Ruppia* continuent à coloniser la partie centrale du plat, par îlots. Dans le reste du marais, la biomasse phytale a diminué.

Au niveau de la station 7, la surface de l'eau est recouverte par un film de Péridiniens et de Bactéries ("eaux vertes").

Automne : Les populations de *Ruppia* se sont clairsemées, sauf au niveau du point 7, où elles sont plus abondantes qu'en été. Les Ulves sont partout en voie de dégradation, mais depuis la partie est du plat et jusqu'au point 9, on note la prolifération d'Entéromorphes qui occupent toute la surface de l'eau (ces algues sont colonisées par une multitude de jeunes *Spahaeroma)*.

Les Gracilaires recommencent à apparaître dans le plat et au point B.

b) Conclusion

Dans le marais de la Frémondière, les algues filamenteuses dominent durant toute l'année dans les zones les moins profondes. Dans le plat du marais de la Cure, elles disparaissent à partir du printemps, phénomène qui peut être expliqué par les faibles salinités de l'eau du marais, dues aux crues successives qu'il a eu à subir en hiver 1982, et qui n'auraient pu être supportées par ces algues. Par ailleurs, leur bonne résistance aux effets de la crise dystrophique à la Frémondière (nouvelle pousse des *Cladophora sp*) indique qu'elles sont capables aussi bien de croître et de se

maintenir dans des eaux anoxiques que de résister à de fortes teneurs d'hydrogène sulfuré dans l'eau.

La prolifération des Ulves au printemps et en été dans le marais de la Cure, celles-ci prenant la place des algues filamenteuses, confirme leur caractère opportuniste. En effet, elles résistent aux salinités peu importantes et d'une façon générale, aux perturbations physico-chimiques dans le milieu. Si leur forte croissance peut être expliqué par des apports allogènes de nutriments azotés, il semble qu'elles aient simplement utilisé les sels minéraux et l'espace libéré (donc l'énergie lumineuse) par la disparition des Cladophoracées.

Dans les deux marais, les *Ruppia* ont colonisé les zones les plus profondes (au centre des plats, et des profonds), du printemps à la fin de l'été. Il semble, en effet, que ces Phanérogames croissent d'autant mieux que la tranche d'eau est plus importante (dans certains profonds, on trouve des *Ruppia* qui peuvent atteindre 1m), qui sont également les zones les moins envahies par les algues filamenteuses.

La salinité ne semble pas avoir une influence remarquable sur leur installation et leur croissance.

2.3. Etude de la Macrofaune - Structure et évolution de la macrofaune invertébrée.

2.3.1. Généralités

Les structures et l'évolution des peuplements qui constituent la macrofaune invertébrée benthique et phytophile, sont analysées afin de définir les caractéristiques du compartiment macrofaune, qui est une source alimentaire d'une partie de l'Ichthyofaune.

La structure et le fonctionnement des marais d'Olonne sont décrits dans le rapport de BAZIN (1983) et dans les travaux de DO-GHI (1969).

La faible profondeur générale du milieu induit des variations saisonnières très accentuées des différents paramètres physico-chimiques tels que température, salinité, pH, oxygène dissous, etc... auxquelles s'ajoutent en été des variations nycthémérales contrastées.

Les communautés végétales, chlorophycées (Cladophoracées et Ulvacées) et Phanérogames (Herbiers à *Ruppia*), constituent des peuplements plus ou moins denses tont au long de l'année.

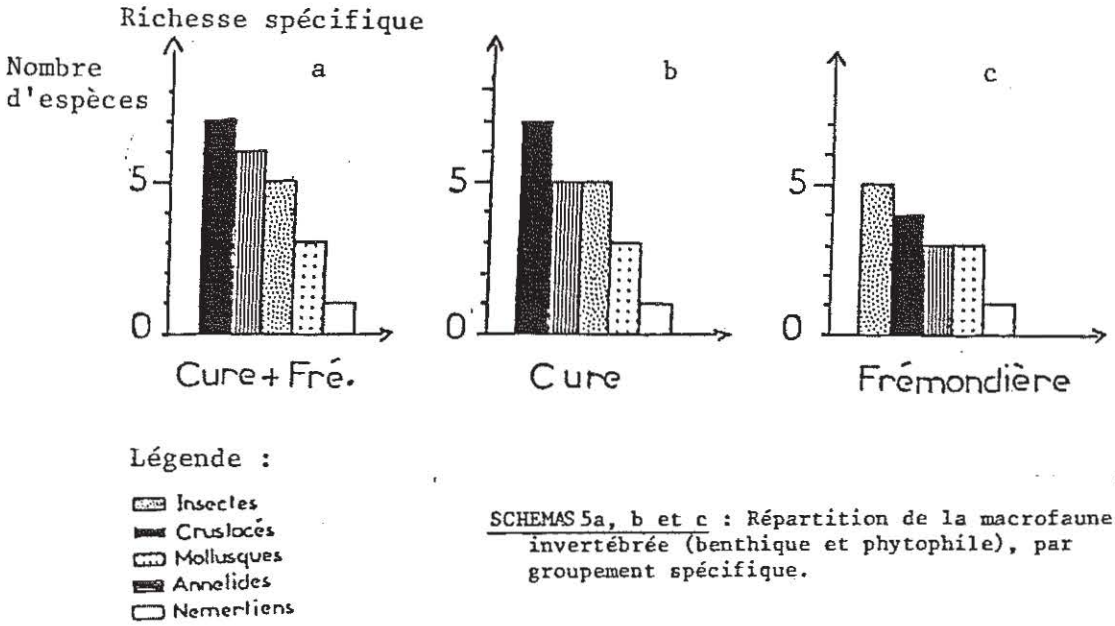
En règle générale, les peuplements d'Invertébrés de la macrofaune des marais de la Cure et de la Frémondière sont caractérisés par une richesse spécifique faible (22 espèces en tout) et des dominances numériques d'un petit nombre d'espèces, qui déterminent des diversités faibles.

2.3.2. Considérations générales sur la richesse et l'abondance spécifique des deux marais

LISTE DES ESPECES	HIVER				PRINTEMPS				ETE				AUTOMNE			
	Cure		Fré		Cure		Fré		Cure		Fré		Cure		Fré	
	B	Ph	B	Ph	B	Ph	B	Ph	B	Ph	B	Ph	B	Ph	B	Ph
Lineus gesserensis							o	o		+		o	+	+	o	o
Nereis diversicolor		+			+	+				+						
Streblospio dekhuyzeni					+	+				+						
Scololepis fuliginosa			o													
Capitella capitata					+					+						
Polydora ligni													+	+	o	o
Mercierella enigmatica		+				+							+	+		
Hydrobio ventrosa	+	+	o	o	+	+	o	o	+	+	o	o	+	+	o	o
Abra ovata	+	+			+											
Cerastoderma glaucum	+	+	o	o	+		o	o	+	+				+	o	o
Cyathura carinata					+											
Idotea chelipes		+		o	+	+		o	+	+		o	+	+		o
Sphaeroma hookeri		+			+	+			+	+			+	+		
Corophium insidiosum						+				+						
Gammarus insensibilis	+	+	o			+	o	o	+	+						
Melita palmata		+			+	+			+	+		o	+	+		o
Palaemonetes varians	+	+		o	+	+			+	+			+	+		o
Phyllidrus bicolor	+			o	+					+				+	o	o
Halocladius varians	+	+	o	o	+	+	o	o	+	+	o	o	+	+	o	o
Chironomus salinarius	+	+	o	o	+	+	o	o	+	+	o	o	+	+	o	o
Ephydra sp			o	o				o				o	+	+	o	o
Sigara selecta																
Nombre d'espèces	8	12	7	8	14	12	6	8	9	15	3	7	11	13	8	11

TABLEAU 5 : Evolution saisonnière de la richesse spécifique - Marais de la Cure - Marais de la Frémondière (Fré.) - Macrofaune benthique (B) Macrofaune phytophile (Ph).
+ ou o : espèces présentes dans le prélèvement

Les peuplements confondus des deux marais comportent 22 espèces, réparties comme l'indiquent les schémas suivants : 5a, 5b, 5c.



SCHEMAS 5a, b et c : Répartition de la macrofaune invertébrée (benthique et phytophile), par groupement spécifique.

Le marais de la Cure, avec 21 espèces, apparaît plus riche que le marais de la Frémondière (16 espèces).

Les Figures 14 et 15 représentent, en pourcentage, l'évolution saisonnière des principaux groupes d'Invertébrés, dans chacun des deux marais.

2.3.3. Structure et évolution de la macrofaune benthique

2.3.3.1. Dans les plats

Les plats occupent la plus grande superficie dans les deux marais. Ces zones sont envahies par une végétation composée de *Ruppia*, d'Entéromorphes et d'Ulves, de Chaetomorphes, etc..., pouvant recouvrir plus de 70 % de la superficie du marais et créer ainsi des perturbations dans l'équilibre écologique du système à certaines époques de l'année.

a) Marais de la Cure

L'analyse du Tableau 6 et des Schémas 6a, b et c permet de faire les remarques suivantes : 12 espèces composent le peuplement. La structure de ces peuplements du plat, au marais de la Cure, est caractérisée par l'abondance numérique des Mollusques Gastéropodes (*Hydrobia ventrosa*) et des Insectes, avec les larves de Chironomides.

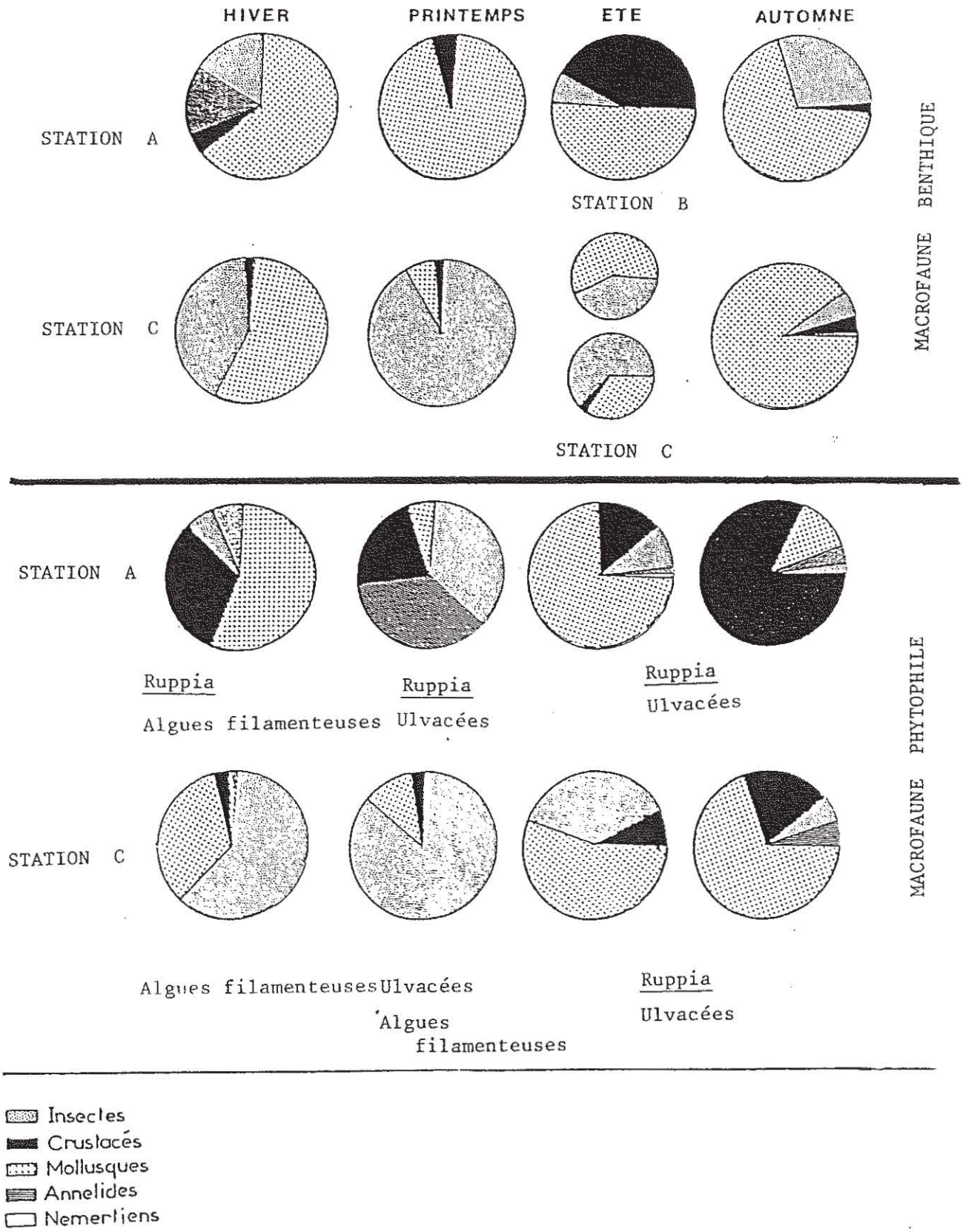


Figure 14 : Evolution saisonnière, en pourcentage, des groupes d'Invertébrés (toutes espèces confondues). Marais de la Cure.

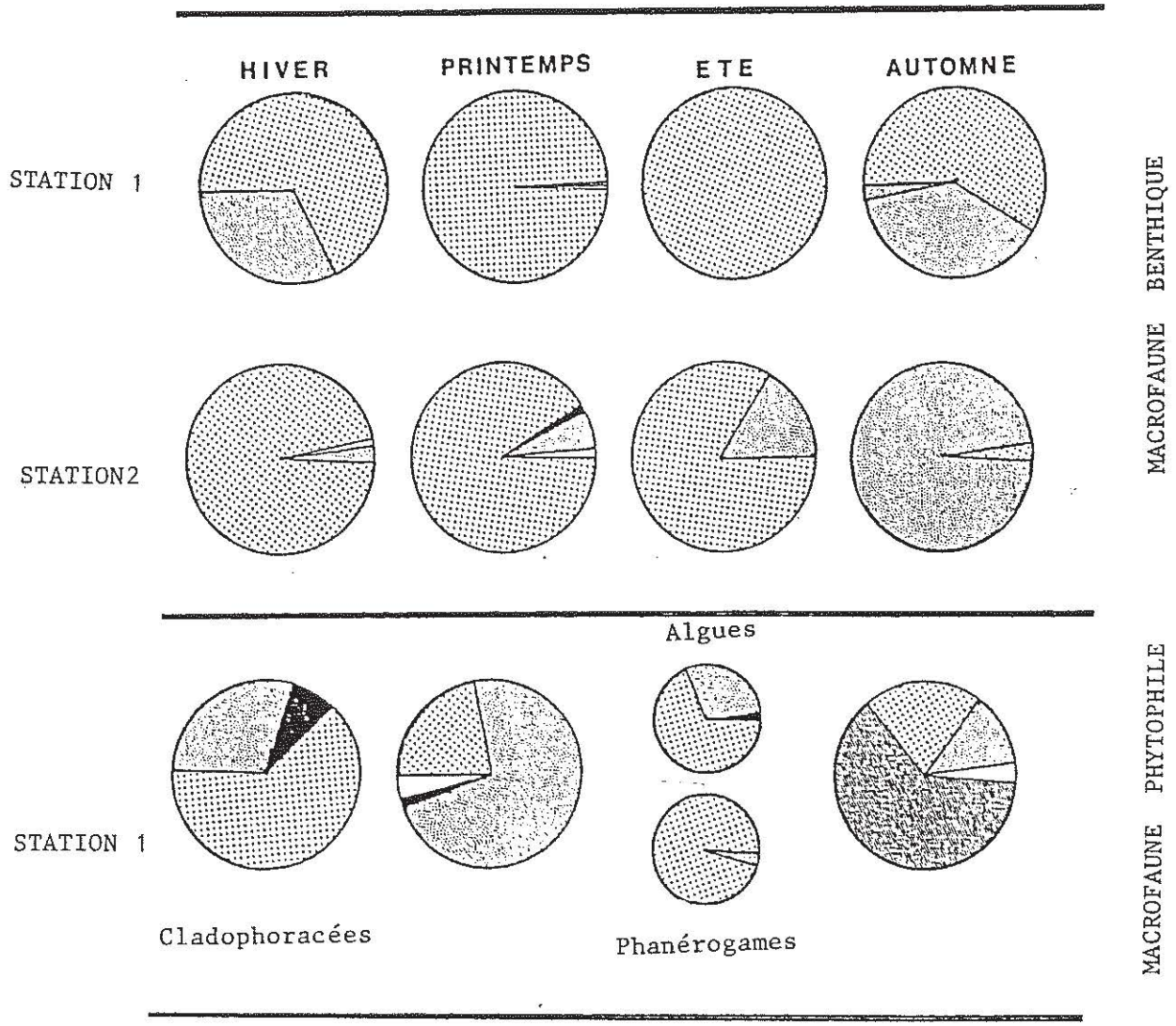
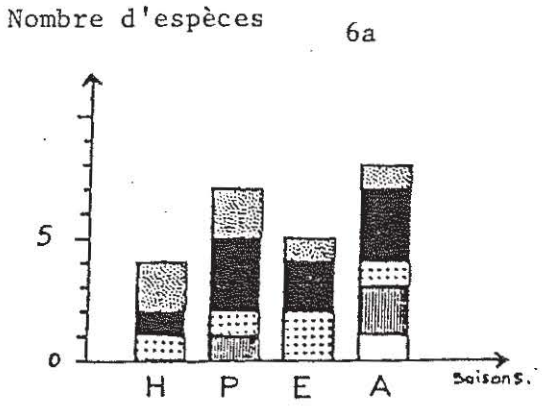
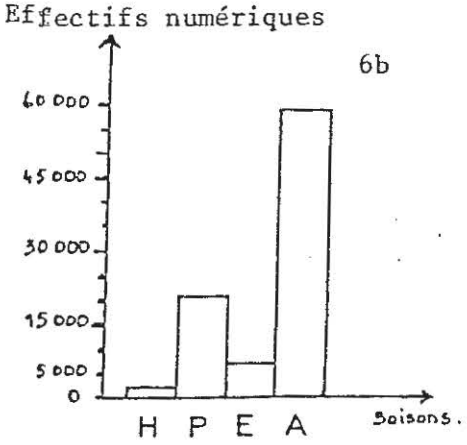


Figure 15 : Evolution saisonnière, en pourcentage, des groupes d'Invertébrés (toutes espèces confondues). Marais de la Frémondière.

LISTE DES ESPECES	HIVER		PRINTEMPS		ETE		AUTOMNE		TOTAL/an	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Lineus gesserensis	–		–		–		44	0,1	44	0,05
Nereis diversicolor	–		88	0,4	–		–		88	0,1
Mercierella enigmatica	–		–		–		133	0,2	133	0,2
Polydora ligni	–		–		–		44	0,1	44	0,05
Hydrobia ventrosa	133	6,7	11910	57,3	2220	33,0	51950	89,4	66213	75,5
Cerastoderma glaucum	–		–		44	0,6	–		44	0,05
Idotea chelipes	–		133	0,6	44	0,6	311	0,5	488	0,6
Sphaeroma hookeri	–		–		88	1,3	1067	1,8	1155	1,3
Melita palmata	–		44	0,2	–		578	1,0	622	0,7
Palaemonetes varians	44	2,2	89	0,4	–		–		133	0,2
Phyllidrus bicolor	44	2,2	44	0,2	–		–		88	0,1
Chironomus salinarius	1778	88,9	8488	40,8	4329	64,4	4000	6,9	18595	21,2
Haloeladius varians										
Σ N	1999		20796		6725		58127		87647	
Richesse spécifique	4		7		5		8		13	

TABLEAU 6 : Evolution saisonnière de l'abondance et de la richesse spécifiques, de la dominance (en %) de la macrofaune benthique des plats. Marais de la Cure. (Effectifs numériques $N\text{-}m^{-2}$).





Légende :

- Insectes
- Crustacés
- Mollusques
- Annélides
- Nemertiens

SCHEMA 6a : Variations saisonnières de la richesse spécifique du peuplement benthique du plat. Marais de la Cure.

SCHEMA 6b : Variations saisonnières des effectifs numériques (toutes espèces confondues).

Les densités des larves de *Chironomus salinarius* et *Halocladius varians*, au m², sont supérieures à celles observées dans les réservoirs à poissons de Certes (LABOURG, 1978), et beaucoup plus élevées que dans les zones lagunaires comparables (bassins est et ouest du Prévost en Méditerranée, 986 individus par m² ; GUELORGET & MICHEL, 1976).

Les variations saisonnières de la richesse et de la diversité spécifique caractérisent un peuplement paucispécifique à forte dominance numérique des *Hydrobia* et des Chironomides.

En hiver (4 espèces), il y a une forte dominance des larves de Chironomides, due à l'absence de métamorphose et à une prédation faible. Au printemps et en automne, la richesse spécifique est plus élevée. Le nombre des larves de Chironomides a diminué de moitié, en été, à la suite des essaimages d'avril. En été, la richesse spécifique baisse (5 espèces, et 3 groupes représentés sur les 5 que compte globalement le peuplement).

Après les conditions sévères de l'été (augmentation de la température, de la salinité moyenne, présence d'H_2S, baisse d'oxygène dissous, etc.) des espèces disparaissent (*Phyllidrus bicolor*, *Palaemonetes varians*, *Nereis diversicolor)* ou voient leurs effectifs diminuer. Seules demeurent deux espèces bien adaptées : *Hydrobia ventrosa* et *Chironomus salinarius*.

Nous remarquons que *Cerastoderma*, réputée capable de supporter éthophysiologiquement de telles contraintes, n'a jamais été observée qu'en été, en très petit nombre, alors que chaque prélèvement témoignait d'une large thanatocénose de cette espèce.

En résumé : la richesse spécifique (nombre d'espèces) est moyennement élevée au printemps et en automne, mais l'abondance spécifique (nombre d'individus par espèce) des espèces recrutées pendant ces périodes reste faible, comparée aux effectifs des deux espèces dominantes. Les prélèvements d'hiver sont marqués par une grande pauvreté faunistique.

Les mortalités hivernales peuvent être dues à l'anoxie provoquée par une couverture de glace observée à cette période. De plus, le marais de la Cure a été inondée en Décembre 1982, avec pour conséquence la fuite des poissons, et aussi la baisse importante et le maintien d'une salinité très basse (2 à 5‰).

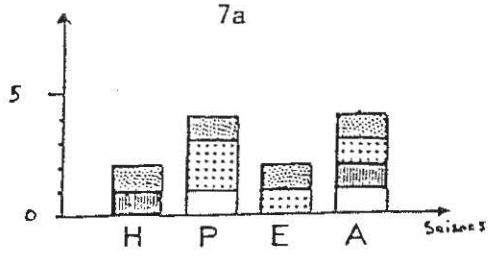
b) Marais de la Frémondière

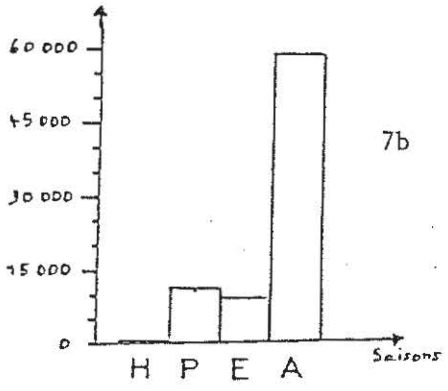
Tableau 7

Schémas 7a et 7b.

LISTE DES ESPECES	HIVER		PRINTEMPS		ETE		AUTOMNE		TOTAL/an	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Lineus gesserensis	-		44	0,4	-		44	0,1	88	0,1
Scololepis fuliginosa	222	31,3	-		-		-		222	0,3
Polydora ligni	-		-		-		1733	2,9	1733	2,1
Hydrobia ventrosa	-		10567	97,9	440	4,5	34797	58,9	45804	56,9
Cerastoderma glaucum			89	0,8	-		-		89	0,1
Chironomus salinarius	488	68,7	89	0,8	9458	95,6	22486	38,1	32521	40,4
Halocladius varians										
Σ N	710		10789		9898		59060		80457	
Richesse spécifique	2		4		2		4		6	

TABLEAU 7 : Evolution saisonnière de la richesse et de l'abondance spécifiques de la macrofaune benthique des plats - Effectifs numériques (N - m^{-2}) et pourcentages. Marais de la Frémondière.





Légende :

- Insectes
- Crustacés
- Mollusques
- Annélides
- Nemertiens

SCHEMA 7a : Variations saisonnières de la richesse spécifique du peuplement benthique du plat. (Nombre d'espèces)

SCHEMA 7b : Variations saisonnières des effectifs numériques (toutes espèces confondues).

Six espèces composent le peuplement. La structure est caractérisée par la dominance numérique des Mollusques Gastéropodes (*Hydrobia ventrosa*) et des larves de Chironomides.

Nous sommes en présence d'un peuplement paucispécifique à forte dominance numérique, de la même façon que dans le marais de la Cure.

La richesse spécifique est la plus faible en hiver et en été. La faible valeur de cette richesse est la conséquence de la crise dystrophique de la fin du printemps observée à la Frémondière.

La richesse spécifique, très faible en hiver, croît au printemps et en été, pour atteindre une valeur maximale en automne.

L'Annélide *Scololepis fuliginosa* disparaît après l'hiver. Aucun *Hydrobia ventrosa* n'a été observé en hiver (ce qui pourrait confirmer sa répartition en agrégat) ; cette espèce voit d'autre part son effectif très fortement diminuer en été pour à nouveau exploser en automne.

c) Comparaison des peuplements de macrofaune benthique des plats entre les deux marais.

Il y a deux fois plus d'espèces à la Cure qu'à la Frémondière. Ceci peut être relié à la topographie de chaque marais (profonds - plats) et à la plus grande diversité des espèces phytales (celui de la Cure offrant un plus grand choix d'habitats).

Dans les deux marais on note l'absence pratiquement totale des *Hydrobia ventrosa* en hiver et en été, alors que les populations larvaires des Chironomides évoluent d'une façon complémentaire.

Mais on peut remarquer que la somme totale d'individus est comparable (87.647 ou 80.457) dans les deux marais, ainsi qu'en automne, alors qu'il y a plus d'individus à la Frémondière en été.

Enfin, la dominance numérique revient, dans les deux marais, à *Hydrobia ventrosa* et aux larves de Chironomides, avec une bien moins grande différence à la Frémondière (57 % contre 40 %) qu'à la Cure (76 % et 21 %).

Les conséquences de la crise dystrophique sont différentes dans les deux marais :

- A la Cure, où la crise semble avoir été moindre qu'à la Frémondière, le peuplement d'été comporte 5 espèces, et totalise 6.700 individus, alors qu'à la Frémondière, l'effectif numérique atteint jusqu'à 10.000 individus (par m^2) pour 2 espèces seulement.

- L'important peuplement phytal du marais de la Frémondière (algues filamenteuses principalement) a contribué à augmenter le caractère catastrophique de la crise estivale.

On peut noter encore que le marais de la Frémondière abrite *Scolelepis fuliginosa* , que l'on ne trouve pas dans l'autre marais. On relève l'absence totale de Crustacés dans le peuplement benthique du plat de la Frémondière.

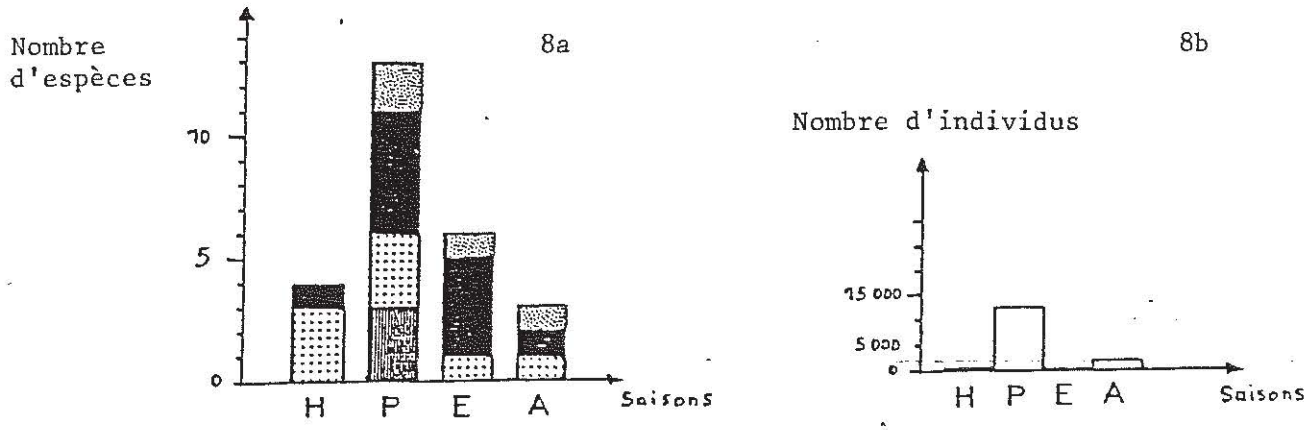
2.3.3.2. Structure et évolution de la macrofaune benthique dans le profond

a) Marais de la Cure

Les profonds du marais de la Frémondière étant réduits à la fosse d'hivernage, et difficiles d'accès, les prélèvements ont été effectués dans les profonds du marais de la Cure uniquement. (Voir Tableau 8 et Schémas 8a et 8b).

LISTE DES ESPECES	HIVER		PRINTEMPS		ETE		AUTOMNE		TOTAL/an	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Nereis diversicolor	-		489	3,6	-		-		489	2,9
Streblospio dekhuyzeni	-		178	1,3	-		-		178	1,0
Capitella capitata	-		1466	10,7	-		-		1466	8,7
Hydrobia ventrosa	533	75,1	8444	61,7	311	50,2	1778	93,8	11066	65,4
Abra avata	44	6,2	267	1,9	-		-		311	1,8
Cerastoderma glaucum	89	12,5	267	1,9	-		-		356	2,1
Cyathura carinata	-		44	0,3	-		-		44	0,3
Idotea chelipes	-		222	1,6	133	21,5	-		355	2,1
Sphaeroma hookeri	-		44	0,3	44	7,1	44	2,3	132	0,8
Molita palmata	-		311	2,3	44	7,1	-		355	2,1
Gammarus insensibilis	44	6,2	-		44	7,1	-		88	0,5
Palaemonetes varians	-		44	0,3	-		-		44	0,3
Phyllidrus bicolor	-		44	0,3	-		-		44	0,3
Halocladius varians	-		1867	13,6	44	7,1	74	3,9	1985	11,7
Chironomus salinarius										
Σ N	710		13687		620		1896		16913	
Richesse spécifique	4		13		6		3		14	

TABLEAU 8 : Evolution saisonnière de la richesse spécifique et de l'abondance de la macrofaune benthique des profonds. Marais de la Cure. Effectifs numériques ($N\text{-}m^{-2}$) et pourcentages.



SCHEMA 8a : Variations saisonnières de la richesse spécifique du peuplement benthique du profond. Marais de la Cure.
SCHEMA 8b : Variations saisonnières des effectifs numériques (toutes espèces confondues).

Le peuplement est composé de 14 espèces (3 en automne et 13 au printemps). Cette plus grande richesse est due à une moindre fluctuation des facteurs physico-chimiques par rapport aux plats, ce qui est une conséquence de la profondeur (1m à 1,50m).

C'est essentiellement *Hydrobia ventrosa* qui domine numériquement.

En hiver on observe la présence de *Cerastoderma lamarki* qui disparaît ensuite.

Les larves de Chironomides sont présentes dans le milieu du printemps à l'automne.

C'est au printemps qu'il y a la plus grande diversité spécifique, avec notamment le recrutement de *Capitella capitata* et de nombreux Crustacés. Les *Capitella* disparaissent ensuite totalement.

De l'été à l'automne, on assiste à un appauvrissement des espèces du peuplement, ce qui peut s'expliquer par des mortalités ou des migrations vers la végétation sus-jacente. La recolonisation ne semble pas avoir eu lieu, du moins au moment où nous avons effectué les prélèvements, puisqu'on ne trouve même pas d'espèces opportunistes telles *Capitella capitata*, ou d'espèces dont c'était la période de reproduction (ex : *Cyathura carinata ; Gammarus insensibilis)*.

Peut-être la circulation d'eau n'a-t-elle pas été assez vive (mauvais fonctionnement des prises d'eau et obstruction par la végétation), pour permettre une reconstitution plus rapide du peuplement ; peut-être, aussi, les prélèvements ont-ils été faits trop tôt dans la saison ...

2.3.3.3. Comparaisons entre les peuplements de macrofaune invertébrée benthique des plats et des profonds

(cf. Figures ci-dessous)

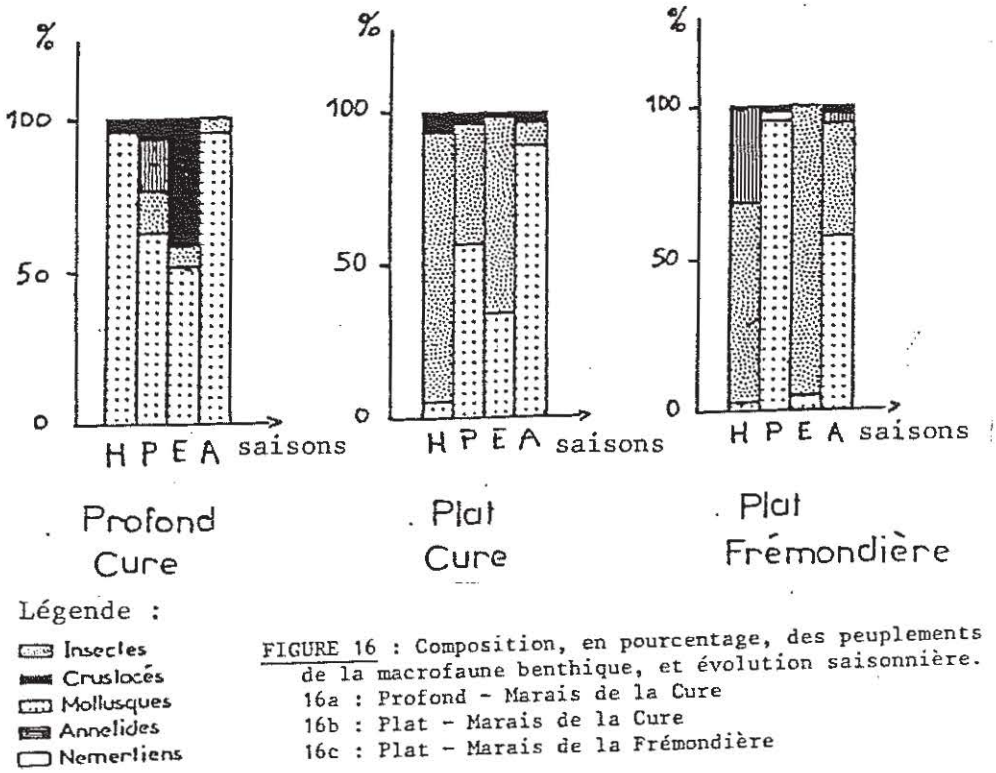


FIGURE 16 : Composition, en pourcentage, des peuplements de la macrofaune benthique, et évolution saisonnière.
16a : Profond - Marais de la Cure
16b : Plat - Marais de la Cure
16c : Plat - Marais de la Frémondière

La diversité spécifique est plus élevée dans le peuplement du profond que dans celui du plat. Par contre, l'abondance numérique totale est supérieure dans le plat (presque cinq fois plus), mais cette abondance est principalement le fait d'*Hydrobia ventrosa* (qui sont peu représentés par les poissons) et les Chironomides (qui, eux, sont largement consommés). Le peuplement benthique du plat, après la période de crise estivale, s'est enrichi en automne. Or, à la même période, dans le profond, on notait un appauvrissement du peuplement. Il semblerait possible que les espèces présentes au printemps dans le profond, aient migré vers le plat.

2.3.4. Les peuplements de la macrofaune invertébrée phytophile

Introduction : Il s'agit de la macrofaune invertébrée associée aux différents supports végétaux, qu'elle soit fixée, ou se déplace sur et autour de la végétation immergée, ou qu'elle s'en nourrisse.

Le Tableau suivant (9) rend compte de l'évolution saisonnière des peuplements végétaux dans les deux marais.

	PLAT FREMONDIERE				PLAT LA CURE				PROFOND LA CURE				
	H	P	E	A	H	P	E	A	H	P	E	A	
Cladophora sp	++	++	+	++	++	+			+				Cladophoracées
Chaetomorpha sp	++	++	++	+	++	+			++				
Rhizoclonium sp	+	+	+	+	+	+			+				
Ulva sp						+	++	+		++	++	+	Ulvacées
Enteromorpha sp							+	+		+	+		
Ruppia sp			+	+		+	++	+	+	++	++	+	Phanérogames

TABLEAU 9 : Composition et évolution des peuplements phytaux dans les plats et les profonds
+ moyenne abondance
++ abondance forte

Les Cladophoracées se rencontrent préférentiellement dans les plats ; le marais de la Frémondière est ainsi principalement colonisé par *Cladophora sp* et *Chaetomorpha sp* (véritables tapis algaux) et un peu par quelques tâches de *Ruppia sp* en été et en automne.

Le plat du marais de la Cure comporte, en hiver et au printemps, des Cladophoracées, mais qui disparaissent en été et en automne pour laisser nettement place aux Ulves et aux Phanérogames. Dans le profond, à la Cure, nous avons remarqué la présence des Cladophoracées, en hiver, alors que ce sont les Ulvacées et les Phanérogames qui dominent par la suite.

2.3.4.1. La macrofaune invertébrée phytophile dans les plats

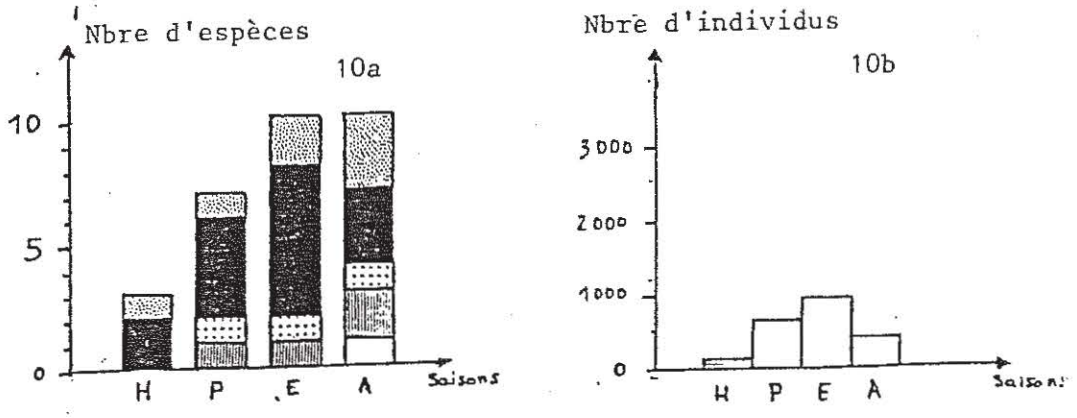
a) Marais de la Cure (Voir Tableau 10 et Schémas 10a et 10b).

Le peuplement se compose de 16 espèces, appartenant aux Insectes (42 %), dont l'importance au sein de ces communautés est connue (AMANIEU, 1967), aux Crustacés (8 %), aux Annelides (≅ 1 %) et enfin aux Mollusques (48 %) représentés par une seule espèce = *Hydrobia ventrosa*.

La dominance numérique revient aux larves de Chironomides et au Gastéropode *Hydrobia ventrosa*.

LISTE DES ESPECES	HIVER		PRINTEMPS		ETE		AUTOMNE		TOTAL/an	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Lineus gesserensis	–		–		–		1		1	0,05
Nereis diversicolor	–		2	0,4	–		–		2	0,1
Streblospio dekhuyzeni	–		–		1	0,1	–		1	0,05
Polydora ligni	–		–		–		1	0,3	1	0,05
Mercierella enigmatica	–		–		–		16	4,3	16	0,8
Hydrobia ventrosa	16	11,2	226	35,4	510	55,0	253	68,9	1005	48,4
Idotea chelipes	–		13	2,0	4	0,4	29	7,9	46	2,2
Sphaeroma hookeri	–		4	0,6	48	5,2	42	11,4	94	4,5
Corophium insidiosum	–		1	0,2	1	0,1	–		2	0,1
Gammarus insensibilis	–		–		1	0,1	–		1	0,05
Melita palmata	4	2,8	4	0,6	18	1,9	–		26	1,3
Palaemonetes varians	–		–		1	0,1	5	1,4	6	0,3
Phyllidrus bicolor	–		–		–		8	2,2	8	0,4
Chironomus salinarius	123	86,0	391	61,2	340	36,7	10	0,7	864	41,6
Halocladius varians	–		–		3	0,3	–		3	0,1
Ephydra sp	–		–		–		2	0,6	2	0,1
Sigara selecta										
Σ N	143		639		927		367		2076	
Richesse spécifique	3		7		10		10		16	
Espèces dominantes du support phytal	Cladophoracées		Cladophoracées + Ulvacées		*Ruppia* + Ulvacées		*Ruppia* + Ulvacées			

TABLEAU 10 : Evolution saisonnière de la richesse spécifique (Nombre d'espèces) et de l'abondance (en %) de la macrofaune phytophile des plats. Les effectifs numériques sont rapportés à 10 g de poids sec de support phytal. Marais de la Cure.



Légende :

- Insectes
- Crustacés
- Mollusques
- Annélides
- Nemertiens

SCHEMA 10a : Variations saisonnières de la richesse spécifique du peuplement de la macrofaune invertébrée phytophile des plats.

SCHEMA 10b : Variations saisonnières des effectifs numériques (toutes espèces confondues).

Variations saisonnières : La richesse spécifique va croissant ; ce sont des Crustacés qui apportent le plus de diversité au printemps et en été. L'abondance numérique globale culmine en été.

On n'observe pas vraiment de chute catastrophique après les crises dystrophiques.

Le nombre d'*Hydrobia ventrosa* croît de l'hiver à l'automne, tandis que la population de larves de Chironomides décroît et devient même négligeable en automne. Ce phénomène est à relier avec la disparition progressive, au printemps et en été, des Chaetomorphes dans le plat. En effet, les Chaetomorphes sont le support favori des larves de Chironomides, et surtout des *Halocladius varians*, nettement phytophiles ; les Chironomes quant à eux, sont capables de vivre au fond et résistent mieux à l'anoxie.

b) Marais de la Frémondière (Voir Tableau 11 et Schémas 11a et 11b).

Le peuplement se compose de 12 espèces. La dominance numérique revient au Gastéropode *Hydrobia ventrosa* (65,4 %), aux larves de Chironomides (13,6 %), puis à l'Annelide *Polydora ligni* (17 %).

Variations saisonnières : Le peuplement hivernal est composé de 7 espèces, où la dominance numérique revient aux seuls Hydrobies. Le si petit nombre de *Palaemonetes varians* est la conséquence du mode de prélèvement : ce sont des nageurs rapides, et les individus prélevés étaient des femelles souvent gestantes, donc moins agiles.

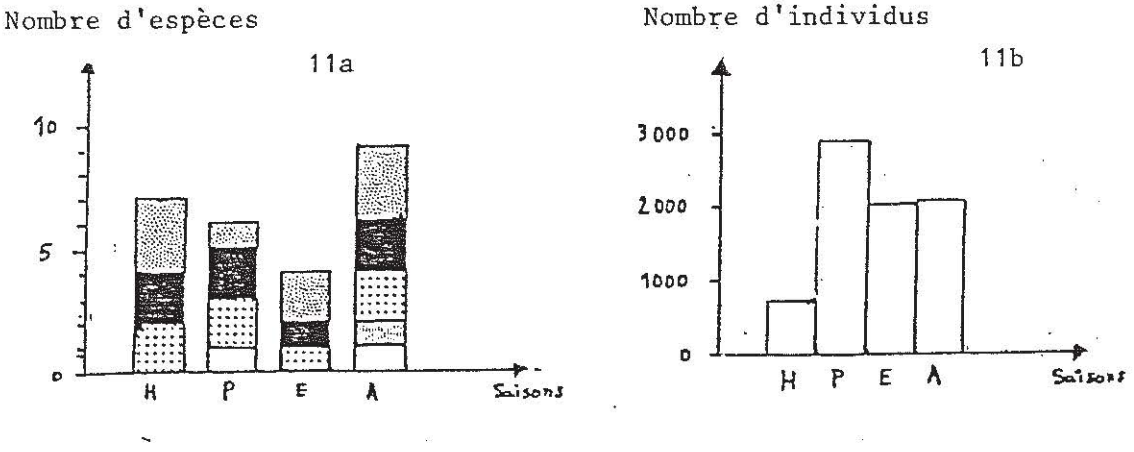
En été, on note une baisse de la richesse spécifique (2 espèces et les effectifs d'*Ephydra sp* et d'*Idotea chelipes* sont très faibles). Cette chute catastrophique est à relier aux crises dystrophiques et au type de végétation.

L'automne voit une forte recolonisation du peuplement : Un Némertien *Hydrobia ventrosa*, les larves de Chironomides, et surtout *Polydora ligni*. Une hypothèse peut être avancée pour expliquer la présence de cette dernière espèce qui vit à la base des *Ruppia* . Il y avait beaucoup de *Ruppia* déracinées, en automne ; ces déplacements de *Ruppia* (qui étaient entières) peuvent entraîner des *Polydora ligni* hors de leurs niches habituelles.

L'abondance numérique reste moyennement élevée, même en été.

LISTE DES ESPECES	HIVER		PRINTEMPS		ETE		AUTOMNE		TOTAL/an	
	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z	N	Z
Lineus gesserensis	-		28	1,0	-		48	2,3	76	1,0
Polydora ligni	-		-		-		1296	63,4	1296	17,0
Hydrobia ventrosa	700	90,7	2470	88,6	1383	68,9	427	20,9	4980	65,4
Cerastoderma glaucum	30	3,9	87	3,1	-		2	0,1	119	1,6
Idotea chelipes	5	0,6	12	0,4	3	0,2	3	0,1	23	0,3
Gammarus insensibilis	-		2	0,1	-		-		2	0,02
Palaemonetes varians	2	0,3	-		-		2	0,1	4	0,05
Phyllidrus bicolor	12	1,6	-		-		23	1,1	35	0,5
Chironomus salinarius	16	2,1	189	6,8	620	30,9	209	10,2	1034	13,6
Halocladius varians										
Ephydra sp	7	0,9	-		2	0,1	-		9	0,1
Sigara selecta	-		-		-		33	1,6	33	0,4
Σ N	772		2788		2008		2043		7611	
Richesse spécifique	7		6		4		9		11	
Espèces dominantes du support phytal	Cladophoracées		Cladophoracées		Cladophoracées+*Ruppia*		Cladophoracées+*Ruppia*			

TABLEAU 11 : Evolution saisonnière de la richesse spécifique et de l'abondance relative (en Z) de la macrofaune phytophile des plats. Marais de la Frémondière. Effectifs numériques: N pour 10 g de poids sec de support phytal.



Légende :

- Insectes
- Crustacés
- Mollusques
- Annelides
- Nemertiens

SCHEMA 11a : Variations saisonnières de la richesse spécifique du peuplement de macrofaune invertébrée phytophile dans les plats.

SCHEMA 11b : Variations saisonnières des effectifs numériques (toutes espèces confondues).

c) Comparaison des peuplements de macrofaune invertébrée phytophile des plats entre les deux marais

Les peuplements du marais de la Cure sont composés de 16 espèces, contre 11 au marais de la Frémondière. Dans l'un comme dans l'autre marais, la dominance numérique revient aux *Hydrobia* et aux larves de Chironomides, sauf à la Frémondière en automne où l'on observe une dominance des *Polydora ligni*. Le peuplement du marais de la Cure est composé de 16 espèces contre 11 à la Frémondière. Dans l'un comme dans l'autre l'abondance numérique revient aux larves de Chironomides et au Gastéropode *Hydrobia ventrosa*, mais aussi, à la Frémondière, à l'Annelide *Polydora ligni*, en automne.

Si la richesse spécifique est plus élevée à la Cure, les effectifs numériques, en revanche, sont plus élevés à la Frémondière (3,7 fois plus) ; cela vient du nombre d'*Hydrobia* (5.000 contre 1.000) et de *Polydora ligni*.

Les crises dystrophiques ne semblent pas avoir déséquilibré le peuplement, en été, à la Cure, alors qu'il y a une chute de la richesse spécifique à la Frémondière. Si l'on regarde les variations d'effectifs, c'est en automne que l'on a les valeurs les plus élevées, à la Cure.

2.3.4.2. La macrofaune invertébrée phytophile des profonds.

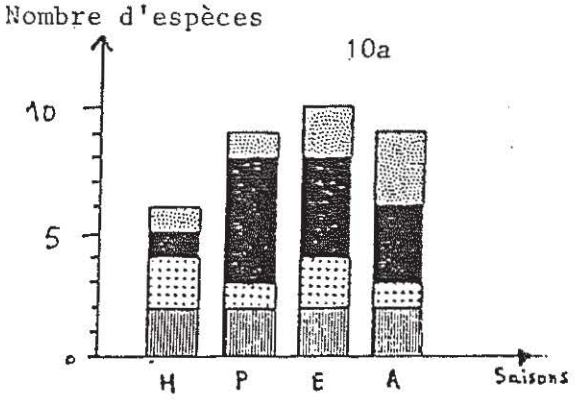
a) Marais de la Cure (Voir Tableau 12 et Schémas 12a et 12b).

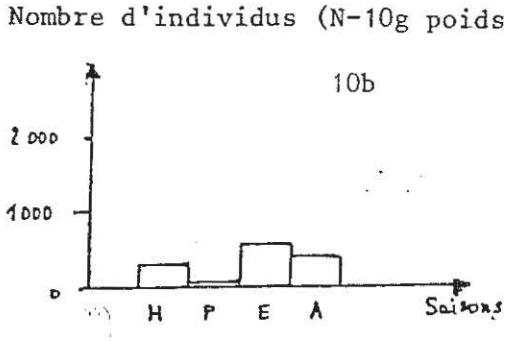
Le peuplement se compose de 16 espèces, et la dominance numérique revient au Gastéropode *Hydrobia ventrosa* (53,2 %) sauf en hiver, puis aux larves de Chironomides (12,6 %) et aux Crustacés avec *Idotea chelipes* (12,6 %) et *Melita palmata* (5,6 %).

On n'observe pas de chute en été, mais au contraire le maximum d'effectif numérique et de diversité spécifique. Au printemps, il y a 9 espèces, mais avec très peu d'individus. Cela peut être dû à la dispersion des espèces et des individus sur une grande surface du support (Algues et herbiers en croissance) où les phénomènes de dominance ne se manifestent pas. Après l'été, le peuplement n'est pas désorganisé avec une augmentation des valeurs numériques d'effectifs par rapport à l'hiver ou au printemps. Il semble que les effets de la crise dystrophique, sensibles au fond du profond en été, aient provoqué une migration de la macrofaune vers les strates plus végétales.

LISTE DES ESPECES	HIVER		PRINTEMPS		ETE		AUTOMNE		TOTAL/an	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Nereis diversicolor	84	34,1	-		1	0,2	-		85	7,0
Streblospio dekhuyzeni	-		1	2,9	-		-		1	0,1
Capitella capitata	-		-		2	0,4	-		2	0,2
Polydora ligni	-		-		-		38	10,3	38	3,2
Mercierella enigmatica	6	2,4	1	2,0	-		31	8,4	39	3,2
Hydrobia ventrosa	-		19	55,9	416	75,1	205	55,7	640	53,2
Abra ovata	6	2,4	-		-		-		6	0,5
Cerastoderma glaucum	6	2,4	-		1	0,2	-		7	0,6
Idotea chelipes	54	22	7	20,6	34	6,1	27	7,3	152	12,6
Corophium insidiosum	-		1	2,9	-		-		1	0,08
Gammarus insensibilis	-		1	2,9	4	0,7	-		5	0,4
Melita palmata	-		1	2,9	41	7,4	25	6,8	67	5,6
Palaemonetes varians	-		1	2,9	1	0,2	5	1,4	7	0,6
Phyllidrus bicolor	-		-		-		20	5,4	20	1,7
Chironomus salinarius	90	36,6	2	5,9	53	9,6	7	1,9	152	12,7
Halocladius varians										
Ephydra sp	-		-		1	0,2	10	2,7	11	0,9
Σ N	246		34		554		368		1202	
Richesse spécifique	6		9		10		9		16	
Espèces dominantes du support phytal	*Ruppia* + Cladophoracées + Ulves		Ulves + *Ruppia*		Ulves + *Ruppia*		*Ruppia*			

TABLEAU 12 : Evolution saisonnière de la richesse spécifique et de l'abondance relative (en %) de la macrofaune invertébrée phytophile des profonds. Marais de la Cure. Les effectifs numériques sont rapportés à 10 g de poids sec de support phytal.





Légende :

- Insectes
- Crustacés
- Mollusques
- Annélides
- Nemertiens

SCHEMA 12a : Variations saisonnières de la richesse spécifique du peuplement phytophile des profonds. Marais de la Cure.

SCHEMA 12b : Variations saisonnières des effectifs numériques (toutes espèces confondues).

2.3.4.3. Comparaison entre les peuplements de macrofaune invertébrée phytophile des plats et des profonds. (Voir FIG. 17, 18, 19).

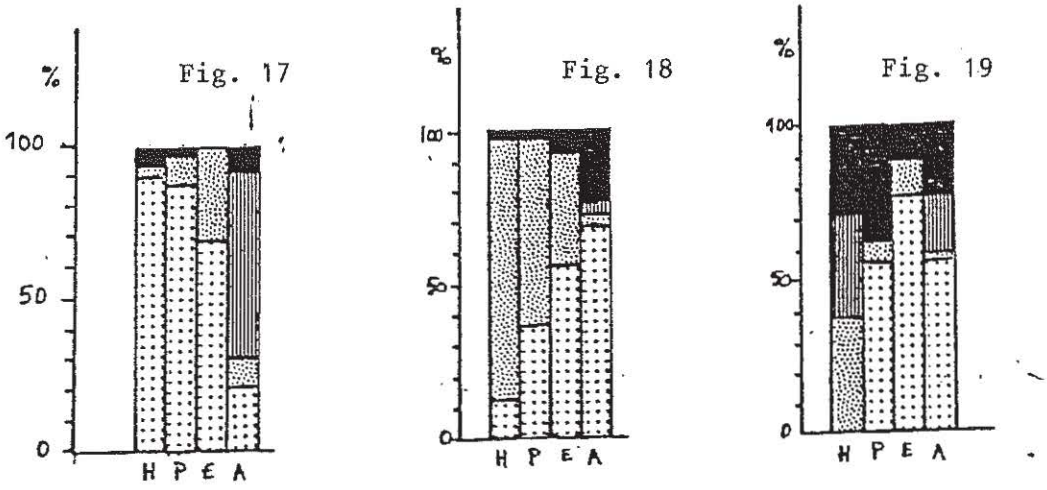


Fig. 17 Fig. 18 Fig. 19

Légende :

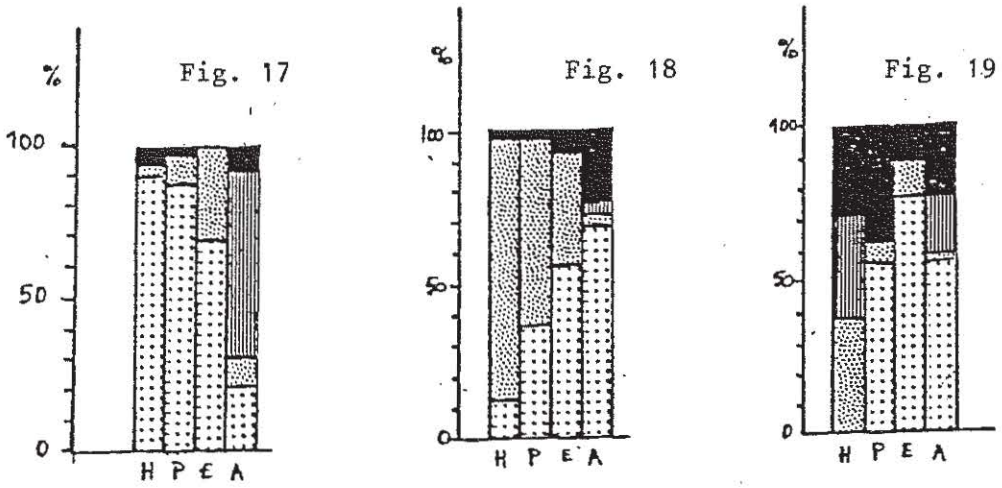
- Insectes
- Crustacés
- Mollusques
- Annelides
- Nemertiens

Composition, en pourcentage, des peuplements de la macrofaune invertébrée phytophile, et évolution saisonnière.
FIG. 17 : Plat. Marais de la Frémondière
FIG. 18 : Plat. Marais de la Cure
FIG. 19 : Profond. Marais de la Cure

On remarque que si en hiver et au printemps la macrofaune phytophile du profond est plus diversifiée que celle du plat, en revanche il y a une similitude de la structure des deux peuplements en été et en automne. En effet, en hiver il y avait une couverture de glace sur les zones peu profondes, le froid et l'anoxie qui en résultaient ont eu pour conséquence la chute de la diversité et de la richesse spécifique. Le phénomène est moins visible dans les profonds, les conditions physiques du milieu étant moins critiques pour la macrofaune phytophile.

D'autre part, en hiver et au printemps, la végétation était différente dans le plat et dans le profond, en été et en automne, on observe les mêmes espèces dans les deux zones, ce qui expliquerait les structures comparables des peuplements dans les deux zones.

2.3.4.3. Comparaison entre les peuplements de macrofaune invertébrée phytophile des plats et des profonds. (Voir FIG. 17, 18, 19).



Composition, en pourcentage, des peuplements de la macrofaune invertébrée phytophile, et évolution saisonnière.
FIG. 17 : Plat. Marais de la Frémondière
FIG. 18 : Plat. Marais de la Cure
FIG. 19 : Profond. Marais de la Cure

On remarque que si en hiver et au printemps la macrofaune phytophile du profond est plus diversifiée que celle du plat, en revanche il y a une similitude de la structure des deux peuplements en été et en automne. En effet, en hiver il y avait une couverture de glace sur les zones peu profondes, le froid et l'anoxie qui en résultaient ont eu pour conséquence la chute de la diversité et de la richesse spécifique. Le phénomène est moins visible dans les profonds, les conditions physiques du milieu étant moins critiques pour la macrofaune phytophile.

D'autre part, en hiver et au printemps, la végétation était différente dans le plat et dans le profond, en été et en automne, on observe les mêmes espèces dans les deux zones, ce qui expliquerait les structures comparables des peuplements dans les deux zones.

2.3.5. Conclusion

Il ressort de l'observation des résultats présentés dans ce rapport, qu'il existe un gradient directement lié à la topographie, entre les plats (40 cm) très peu profonds, où la richesse spécifique est faible, où les populations présentent d'importantes fluctuations et sont composées d'espèces eurytopes opportunistes, et les profonds (1m à 1,50m) où la macrofaune est plus diversifiée, car les conditions environnementales y sont moins sévères. L'évolution annuelle des peuplements est ponctuée de mortalités dont certaines sont de type catastrophique.

Si l'on introduit le paramètre "confinement" défini par GUELORGET (GUELORGET *et al.*, 1983), pour parler en terme de zonation biologique, l'examen des peuplements de la macrofaune invertébrée benthique et phytophile, ainsi que des associations végétales, permet de situer les deux marais étudiés entre les degrés 4 et 6.

Marais de la Frémondière (entre les degrés 4 et 5) : Ce sont les zones où la production phytoplanctonique est maximale (GUELORGET *et al.*, 1983), où la sédimentation est essentiellement organique et le milieu interstitiel hautement réducteur. Le peuplement est composé d'une faune vagile comprenant des Crustacés détritivores (*Sphaeroma hookeri, Corophium insidiosum, Idotea chelipes* ...), des Gasteropodes brouteurs (*Hydrobia ventrosa*), des Polychètes comme *Nereis diversicolor*, et des larves de *Chironomidae* dans la tranche supérieure du sédiment.

Le marais de la Cure (entre les degrés 5 et 6) : Cette zone représente le passage au domaine continental dulçaquicole. Le passage à l'eau douce est marqué par l'apparition d'espèces dulçaquicoles pouvant accueillir quelques espèces paraliques vagiles (*Sphaeroma hookeri, Microdeutopus gryllotalpa, Gammarus insensibilis*) et d'autres éléments comme des Coléoptères ou des Hémiptères.

Il conviendrait d'affiner ces données par l'étude d'autres paramètres biotiques (meiofaune, microfaune, phytoplancton) et abiotiques (oligoéléments ...) et de préciser les mécanismes impliqués par les particularités morphologiques et hydrologiques de chaque marais.

"Le gradient de confinement détermine les potentialités biologiques et économiques d'un bassin. Ainsi, on peut entrevoir la possibilité de déplacer le milieu dans l'échelle de confinement, en agissant sur la communication avec la mer, par exemple, pour ainsi adapter le bassin à certains objectifs économiques prédéterminés" (GUELORGET *et al.*, 1982).

3 - RELATIONS TROPHIQUES

3.1. Régime alimentaire de la macrofaune invertébrée (Voir Tableau 13).

La plupart des espèces présentes dans le marais se nourrissent à partir du film de surface du sédiment, soit en tant que mangeurs de dépôt, soit en consommant les organismes vivant à l'interface eau-sédiment. D'autres espèces (suspensivores) filtrent les particules en suspension dans l'eau, la sélection des éléments nutritifs étant davantage fonction de leur taille que de leur nature. Peu d'espèces sont strictement herbivores ou carnivores.

La macrofaune des marais est composée en majeure partie d'espèces capables d'utiliser au mieux les ressources du milieu en adaptant leur régime alimentaire à celles-ci. C'est pourquoi il est difficile d'établir une classification des espèces selon les critères classiques.

3.2. Régime alimentaire de l'Ichtyofaune

3.2.1. Le Bar - *Dicentrarchus labrax*

Le Bar est un poisson carnivore. Son régime alimentaire reflète la composition des populations du biotope (LABOURG, 1973). Il varie avec l'âge et la taille du poisson. Les individus jeunes se nourrissent de petits crustacés (Amphipodes, Idotées). Lorsque le poisson grandit, il capture des crevettes (*Palaemonetes*) et des crabes. Les larves de Chironomides et les Coléoptères font également partie de son alimentation, ainsi que les Mollusques (*Hydrobia* et *Cerastoderma*) mais en plus faible proportion.

Il peut également capturer des poissons (Muges, Gobies).

3.2.2. Les Muges

Les Muges sont des limnivores. Ils absorbent la pellicule qui recouvrent les surfaces sédimentaires ou algales et sont capables, grâce à un estomac et un système pharyngial adaptés, d'effectuer un tri dans les particules récoltées. Dans certains cas, ils peuvent ingérer des Chaetomorphes. Les stades jeunes sont carnivores (Copépodes, Nématodes, Insectes) pour devenir ensuite herbivores (débris d'algues et diatomées). Dans certaines conditions, ils peuvent utiliser le plancton pélagique.

3.2.3. L'anguille

Les anguilles sont carnivores. Elles se nourrissent principalement de Crustacés (*Palaemonetes*) et de larves de diptères. Elles peuvent également consommer des bivalves (*Cerastoderma*) et des petits poissons (*Athérines*).

Schéma récapitulatif (Fig. 20, voir page suivante)

ESPECE \ GROUPE TROPHIQUE	SUSPENSI-VORES	MANGEURS DE DEPOT	HERBIVORES	CARNIVORES	OMNIVORES
Lineus gesserensis				*	
Nereis diversicolor		*			
Polydora ligni		*			
Streblospio dekhuyzeni		*			
Scololepis fuliginosa	*				
Capitella capitata		*			
Mercierella enigmatica	*				
Hydrobia ventrosa		*	*		
Abra ovata	*	*			
Cerastoderma glaucum	*				
Cyathura carinata		*			
Idotea chelipes		*		(*)	
Sphaeroma hookeri		*			*
Corophium insidiosum	*	*			
Gammarus insensibilis					*
Melita palmata					*
Palaemonetes varians		*		*	
Chironomus salinarius (larves) *Halocladius varians*		*			
Phyllidrus bicolor				*	
Ephydra sp. (larves)		*			
Sigara selecta		*			

TABLEAU 13 : Régimes alimentaires de la macrofaune invertébrée

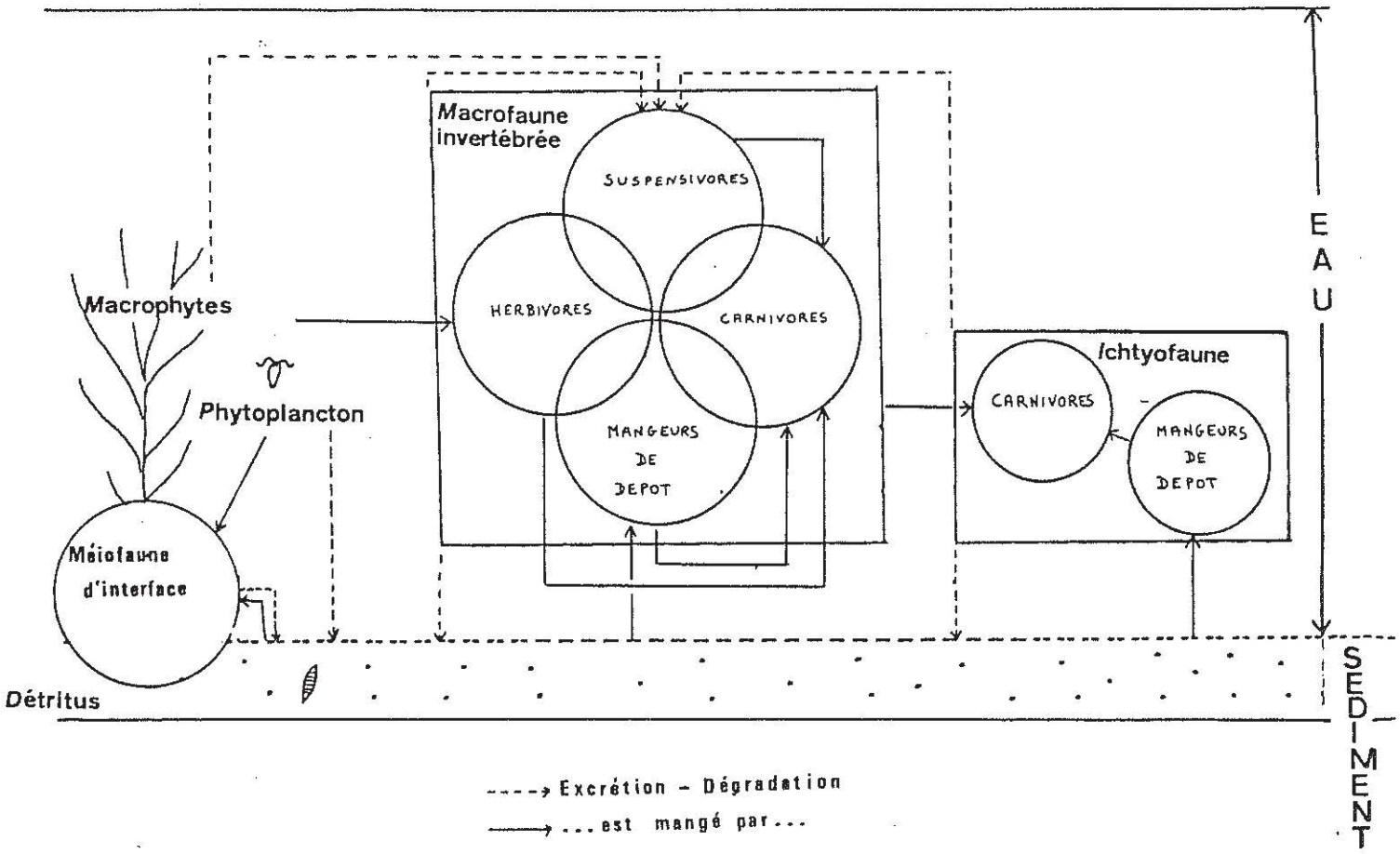


Figure 20 : Schéma récapitulatif des réseaux trophiques.

3ÈME PARTIE

LES CRISES DYSTROPHIQUES

INTRODUCTION

Les marais à poissons sont des milieux caractérisés par leur richesse naturelle (eutrophie) et par leur confinement. Leur métabolisme varie selon un rythme annuel illustré par l'évolution de leur biomasse.

Au cours des saisons chaudes (printemps - été), sous des conditions physico-chimiques particulières, peuvent se déclencher des crises dystrophiques où l'anoxie du milieu et la libération d'hydrogène sulfureux et d'ammoniac dans l'eau provoquent des mortalités de type catastrophique au sein des populations de Macrofaune invertébrée et d'Ichtyofaune.

1 - CYCLE DU SOUFRE ET MECANISME DES CRISES DYSTROPHIQUES

Dans son mode de fonctionnement normal, le cycle du soufre est le suivant (Figure 21). Dans le sédiment anoxique, les sulfates (SO_4) sont réduits par des bactéries sulfato-réductrices (hétérotrophes anaérobies) pour donner de l'hydrogène sulfureux (H_2S). Une partie de l'H_2S (10 % environ) ainsi formée s'accumule au fond par précipitation avec des ions ferreux ou ferriques. Ces composés représentent une forme de stockage du soufre réduit dans le sédiment ; leur taux augmente au début de l'été, retardant le déclenchement des crises dystrophiques. L'autre partie (90 %) est réoxydée dans la couche supérieure du sédiment, soit par réaction chimique spontanée, soit par des bactéries "blanches" sulfo-oxydantes (notamment *Beggioitoa alba*) souvent localisées à la surface des algues filamenteuses à l'interface sédiment-algues, bactéries chimioautotrophes qui sont capables de réoxyder l'H_2S dans le milieu, permettant une épuration du système, soit encore par des bactéries photoautotrophes qui utilisent H_2S comme donneur de H^+, pour la réduction du CO_2, à la lumière et en anaérobiose (bactéries vertes et pourpres).

NB. Ces "tâches" peuvent être très localisées, la réaction du système étant fonction des populations bactériennes en place et de la végétation qui le colonise. Pour notre part, nous avons observé, de part et d'autre d'un petit bossis à l'intérieur du marais de la Frémondière, une "eau blanche" et des bactéries phototrophes qui coloraient les eaux en rose.

Lorsque le sédiment reçoit des apports de matière organique très importants (blooms algaux, phytoplanctoniques, accroissement de biomasse de la macrofaune benthique dû à la reprise des cycles biologiques), ou que les Chlorophycées benthiques (Chaetomorphes) bloquent mécaniquement les échanges à l'interface eau-sédiment, les populations de bactéries anaérobies capables d'utiliser cette accumulation de détritus s'accroissent considérablement. Cette croissance est également imputable à l'élévation de température dans l'eau. La production d'H_2S augmente dans le sédiment, en de telles proportions qu'il est libéré dans l'eau.

Si, dans le même temps, le milieu est insuffisamment oxygéné, l'oxydation de H_2S en SO_4 ne peut plus se réaliser et le produit empoisonne dans un premier temps la faune benthique, puis le reste des organismes.

Le déficit en oxygène dans le milieu est la résultante de plusieurs facteurs : l'oxygène est moins soluble dans une eau à température élevée, les masses d'eaux sont peu brassées, ce qui entretient la stratification des teneurs en oxygène dissous, le développement important des macrophytes permet pendant le jour une oxygénation du milieu (photosynthèse) alors que pendant la nuit les végétaux deviennent consommateurs d'oxygène.

Pendant les crises la turbidité de l'eau s'accroit considérablement. Ce phénomène, dû au développement important des microorganismes et du plancton, va limiter la pénétration de l'énergie lumineuse dans l'eau, donc la photosynthèse des végétaux.

Enfin, la prolifération des végétaux (macrophytes et phytoplancton) permet aux espèces hétérotrophes d'accroître leurs effectifs, le plancton et la macrofaune y trouvant une source de nourriture, les bactéries aérobies dégradant cet apport de matière organique ; ces organismes hétérotrophes vont contribuer à consommer l'oxygène du milieu.

De plus, pendant les crises, les PO_4 chélatés aux ions Fer sont relargués dans l'eau et accentuent l'eutrophisation du milieu (FENCHEL, 1977).

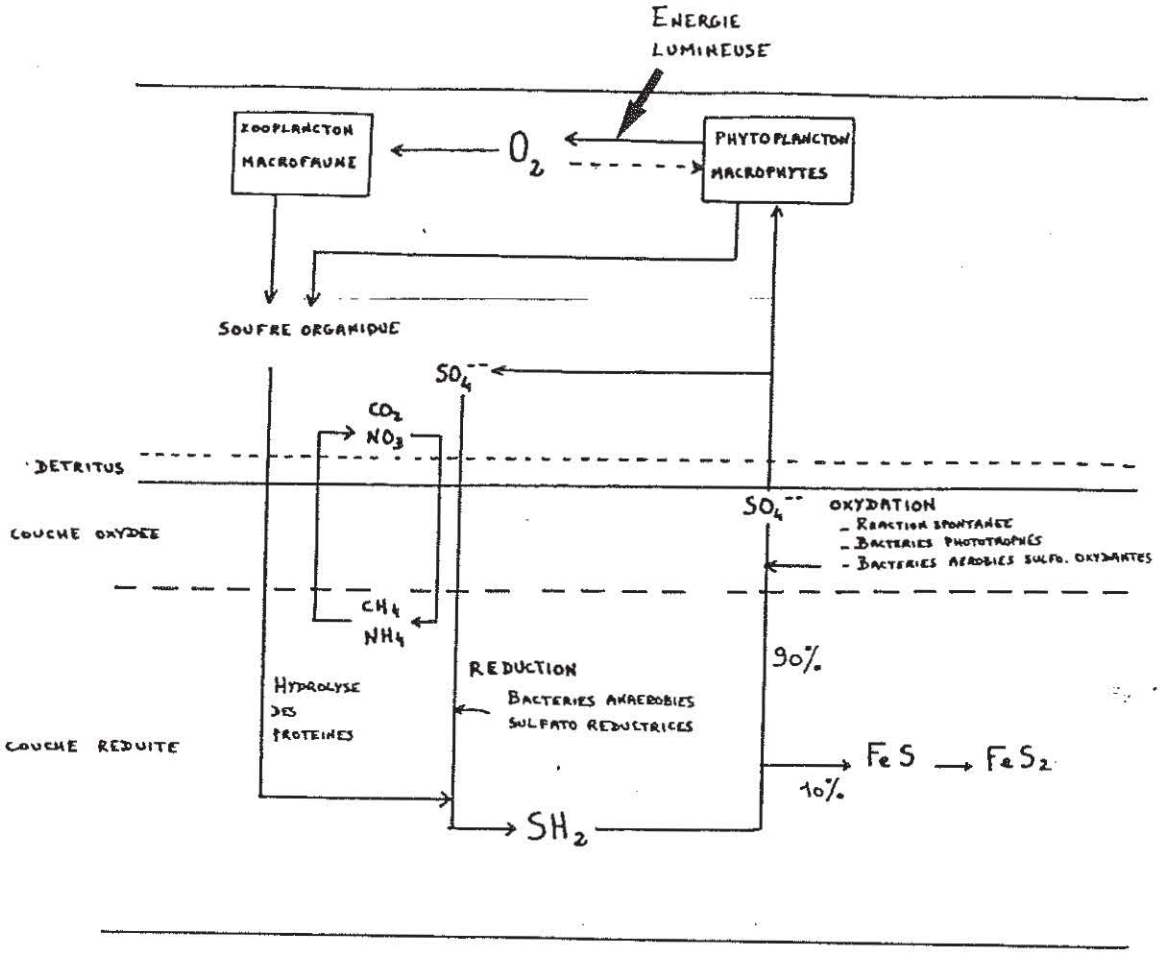


Figure 21: Cycle du Soufre

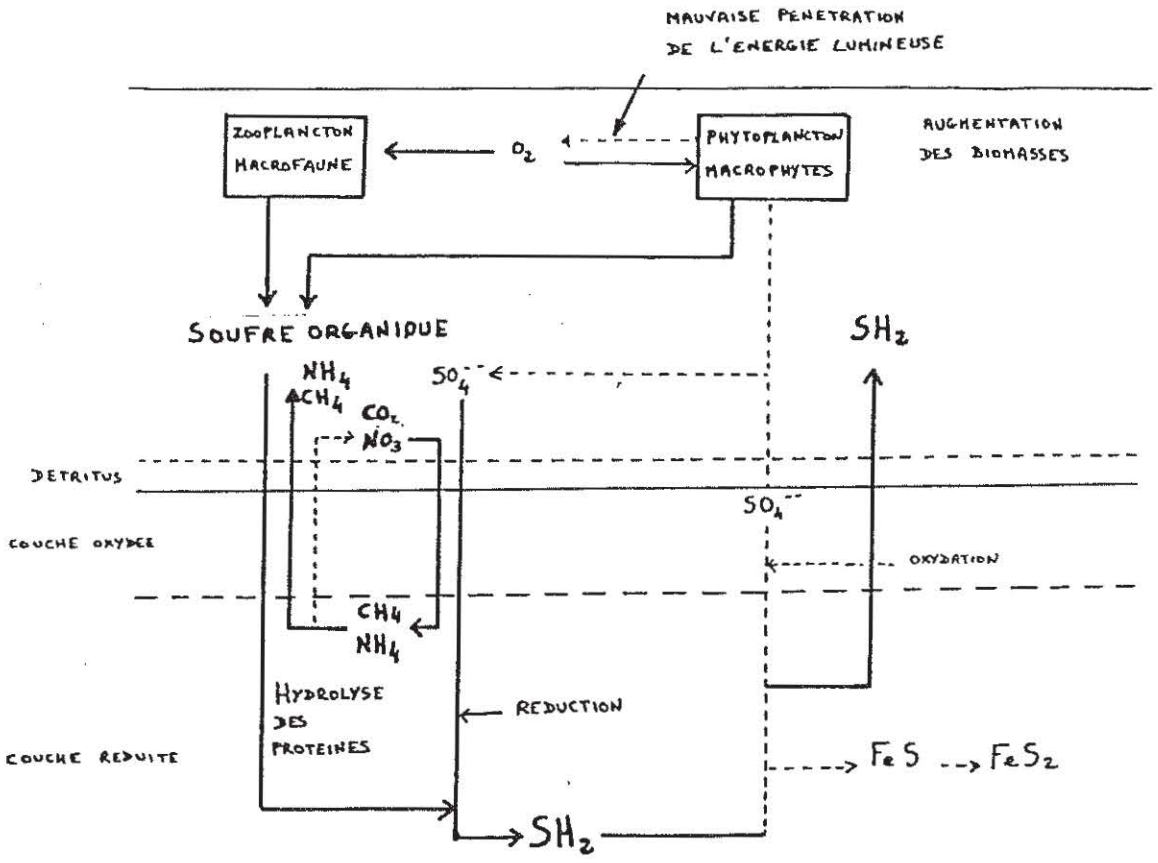


Figure 22: Mécanisme des crises dystrophiques

2 - PROPOSITIONS

Les crises dystrophiques apparaissent comme des phénomènes ponctuels, reliés dans le temps et dans l'espace à des conditions physicochimiques et climatiques assez particulières. D'autre part, il faut considérer que la gestion des marais à poissons d'Olonne est assurée par de petits propriétaires qui utilisent ces structures comme ressource d'appoint, ou parfois uniquement pour leurs loisirs.

C'est pourquoi nous avons principalement développé dans ce chapitre les techniques touchant à l'entretien des marais et non à des interventions limitées aux périodes de crise et nécessitant un matériel spécifique et coûteux.

Les trois grands types de problèmes concernant les crises dystrophiques sont les suivants : Nature du sédiment, Evolution de la végétation et Anoxie de l'eau du marais.

2.1. Sur l'envasement

L'envasement d'un marais est néfaste à deux égards :

- La teneur en soufre réduit augmente avec l'âge et la profondeur du sédiment (JØRGENSEN, 1977) ;

- Le profil initial des marais est transformé par la sédimentation, les parties les plus profondes se comblant plus rapidement que les plats. Ceci conduit à une baisse d'efficacité de structures qui étaient au départ bien adaptées à leur rôle.

Le curage peut être réalisé tous les trois ou quatre ans dans les plats, après asséchement, les poissons étant alors pêchés ou rassemblés dans les zones profondes. Cette technique présente l'avantage d'éliminer les macrophytes qui ont pu coloniser le milieu durant les années précédentes et qui participent à la sédimentation. Dans les plats, le curage peut être manuel. Dans les profonds, il est nécessaire d'utiliser des pelleteuses ou des draguelines (BAZIN, 1983).

2.2. Sur la végétation

Les peuplements de macrophytes à l'intérieur du marais déterminent la diversité et l'abondance non seulement de la macrofaune phytophile (nutrition-substrat) mais également des invertébrés benthiques. En effet, le mode

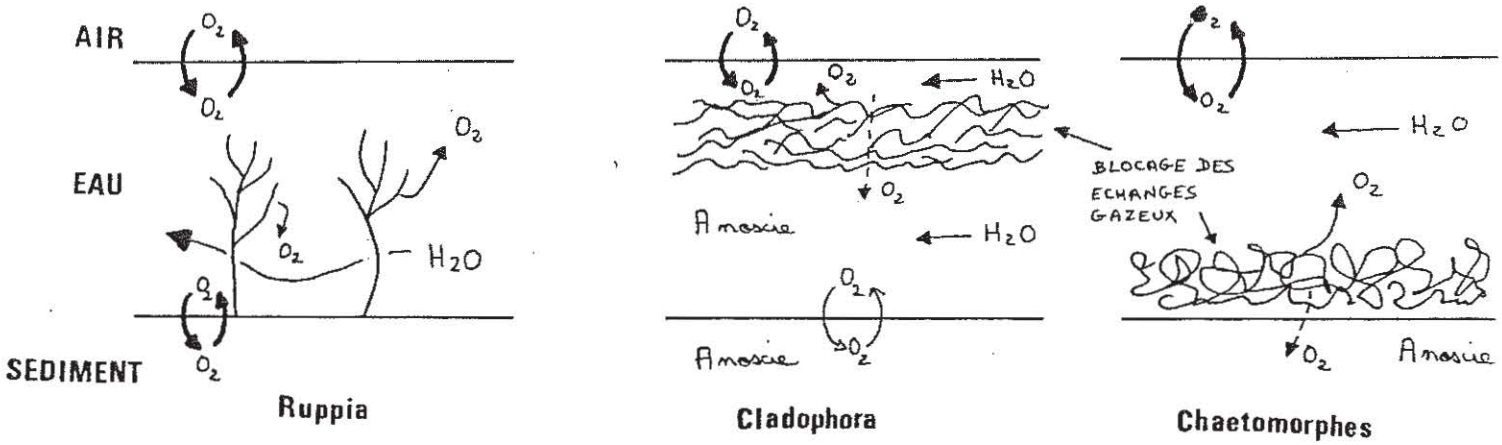
d'implantation sur le fond et l'encombrement spatial de la couche d'eau peuvent modifier la structure du sédiment. Les zones recouvertes par les tapis de Cladophoracées sont le plus souvent anoxiques et très envasées, tandis que la présence de *Ruppia* conserve au sédiment sa structuration typique (couche oxydée-couche réduite).

Ainsi, dans le marais de la Frémondière, nous avons pu observer dès l'hiver des populations de bactéries phototrophes témoignant de la présence d'H_2S dans l'eau, là où les algues filamenteuses étaient accumulées.

La macrofaune, très peu diversifiée, avait migré à l'intérieur et au-dessus des algues, et le fond était presque totalement dépeuplé.

D'autre part, la mesure des bilans d'oxygène au printemps dans ce même marais montre assez nettement que, dans le temps qui précède les premières mortalités de poissons, la période d'anoxie nocturne est toujours plus longue dans les Chaetomorphes que dans les *Ruppia*. De plus, les mesures de teneur en H_2S dans l'eau pendant le même temps montraient des valeurs fortes au niveau des Chaetomorphes et nulles ou faibles dans les *Ruppia*.

Les Phanérogames semblent permettre une meilleure circulation de l'eau dans le milieu et limiter, dans les zones peu profondes, la stratification des teneurs en oxygène dissous. Les Cladophoracées entretiennent au contraire cette stratification, à cause de leur structure agrégée, et parce que la zone de photosynthèse active est limitée aux parties supérieures du tapis végétal (SCHRAMM & BOOTH, 1981).



Les algues filamenteuses doivent être éliminées dans les zones ou elles ont tendance à proliférer, ou dans les parties du marais où elles s'accumulent, poussées par le vent.

Plusieurs possibilités existent :

- Assec hivernal : les algues se dessèchent et se minéralisent. Un inconvénient de cette technique est qu'un relargage important de phosphates peut se produire lors de la mise en eau du marais.

- Ratissage : possible lorsque les algues en sont à leurs premiers stades de développement.

- Ramassage : à l'aide d'engins adaptés à la récolte des algues en zone littorale lorsque les biomasses phytales sont importantes (BAZIN, 1983 ; BRAULT, 1983).

Ces opérations doivent avoir lieu pendant les périodes où le sédiment sous-jacent peut encore s'oxyder (fin de l'hiver, début du printemps).

Dans les marais étudiés, principalement à la Cure, les Ulves et les Entéromorphes se sont développées de façon spectaculaire à partir du printemps. Bien que ces algues aient moins tendance à s'accumuler que les Cladophoracées, elles parviennent dans certaines zones à occuper toute la surface de l'eau, créant ainsi un obstacle à sa circulation et aux échanges gazeux à l'interface air-eau.

Quelques ramassages de ces plantes, au printemps et en été, devraient suffire à éviter leur prolifération. Ces algues pourraient être valorisées, par exemple en les compostant (BRAULT, 1983). Le phytoplancton joue un rôle non négligeable dans le déclenchement des crises dystrophiques. Nous n'avons pas eu l'occasion d'aborder ce sujet dans le cadre de notre étude. Il apparait qu'il joue un rôle assez négatif dans les situations de crise. En effet, si sa croissance est rapide et peut augurer d'une oxygénation du milieu, sa durée de vie est courte et représente un apport de matière organique supplémentaire dans le milieu. De plus, il semble que pendant les crises, les Péridiniens prédominent sur les autres groupes du phytoplancton, et ces organismes ont la capacité de se développer en hétérotrophie partielle, n'apportant ainsi pas d'oxygène au milieu (CERBOM, 1972-1973). D'autre part, en diminuant la transparence des eaux, le phytoplancton freine la pénétration de l'énergie lumineuse et ainsi abaisse le potentiel photosynthétique des macrophytes et le développement des bactéries photosynthétiques qui utilisent H_2S comme donneur d'hydrogène.

Une intervention humaine sur la production phytoplanctonique requiert des moyens chimiques (herbicides) plutôt que mécaniques ; une étude poussée sur l'effet à court et à long terme de ces produits reste encore à réaliser.

Il faut également s'interroger sur l'origine des sels minéraux qui, avec l'élévation de température, conditionnent les blooms de producteurs

primaires. Le phénomène d'eutrophisation de l'eau peut être d'origine interne au système, mais il est également possible que l'eau que l'on introduit dans le marais soit enrichie en sels minéraux, soit de façon naturelle (évolution annuelle des teneurs en éléments minéraux dans l'eau), soit encore par les effluents domestiques (PO_4) ou le lessivage des terrains agricoles amendés (PO_4, NO_3, NH_4 ...).

Il serait souhaitable de mesurer régulièrement les concentrations en sels minéraux, le taux d'éventuels produits toxiques et la salinité dans la Vertonne et l'Auzance et d'en aviser les propriétaires pour qu'ils puissent en tenir compte dans la gestion hydraulique de leurs marais.

2.3. Sur l'oxygénation des eaux

Comme nous l'avons dit précédemment, l'anoxie du milieu résulte, de l'interaction de différents facteurs :

- Dégradation de la matière organique par les populations de bactéries aérobies ;
- Respiration des hétérotrophes ;
- Respiration des autotrophes pendant la nuit ;
- Température de l'eau élevée qui diminue la solubilité de l'oxygène.

Les trois premiers facteurs peuvent être limités par le biais du contrôle des populations algales (voir § 2.2.).

Afin d'augmenter la solubilité de l'oxygène dans l'eau et lorsqu'on en a la possibilité, on peut utiliser des sources d'eau douce, dont la température est généralement assez basse, pour alimenter le marais pendant les périodes critiques. Cela ne présente pas de problèmes en ce qui concerne la macrofaune, puisque la plupart des espèces rencontrées sont eurythermes et euryhalines. De plus, l'eau douce contient moins de sulfates que l'eau de mer. Cependant, cet apport devra être réalisé de telle façon qu'il atteigne le fond du marais, où les taux d'oxygène sont les plus faibles.

La mise au point d'une technique tendant à utiliser ces propriétés aura à faire face à deux problèmes : Faciliter la circulation de l'eau dans le marais (variant avec la topographie de celui-ci et l'encombrement spatial dû aux macrophytes), et la différence de densité des deux masses d'eau (l'eau douce ayant tendance à rester en surface).

Le renouvellement de l'eau dans le marais par les écluses est une solution efficace lorsqu'il peut être complet et vigoureux, et lorsque l'eau

qui rentre est elle-même bien oxygénée. Il vaut mieux faire boire le marais le soir plutôt que le matin.

En revanche, dans les structures où une seule écluse est fonctionnelle, l'arrivée d'eau ne permet pas un brassage suffisant pour oxygéner les eaux les plus profondes, mais peut, par contre, créer une agitation suffisante pour étendre la crise au marais entier. Une étude poussée de l'hydraulisme des marais (nombre d'écluse, profondeur, topographie) serait à entreprendre, afin d'avoir la possibilité quand cela est nécessaire de créer des courants d'eau importants dans ces structures.

En ce qui concerne les moyens mécaniques pour déstratifier les eaux dans les réservoirs, des modèles de pompes ont été proposés. Récemment, une pompe à basse énergie a été testée (GARTON, 1978) et donne de bons résultats dans l'homogénéisation des températures et des teneurs en oxygène des masses d'eau d'un lac.

Un autre type de proposition, inspiré par la capacité de récupération rapide du milieu après la crise, est de faire migrer les poissons pendant quelques semaines dans un réservoir attenant au marais, ce réservoir de petites dimensions, étant lui-même contrôlé, mais de gestion plus aisée que la totalité du marais. Cette migration, limitée aux poissons blancs (bars, muges), pourrait être obtenue en créant des courants d'eau que le poisson a tendance à remonter.

C - CONCLUSION

Dans le cadre de cette étude, limitée dans le temps, nous nous sommes intéressées principalement aux rapports existant entre les espèces de la macrofaune invertébrée et leurs différents supports. Il aurait cependant été important d'étudier l'Ichtyofaune qui peuple ces marais : recrutement des alevins, croissance et régimes alimentaires, afin de déterminer si les marais sont assez productifs pour nourrir une plus grande quantité de poissons.

D'autre part, il aurait été souhaitable d'assurer un suivi des paramètres chimiques à l'extérieur et à l'intérieur des marais, afin de savoir si les crises dystrophiques sont strictement inhérentes au comportement trophique de telles structures, ou si des facteurs externes (sels minéraux, polluants ...) interviennent pour favoriser ce déséquilibre.

Lors de la première mission, le nettoyage d'une zone avait été accompli, dans le but d'estimer la vitesse de recolonisation de la flore et de la faune dans un milieu nettoyé. Faute de moyens et de temps, cette expérience n'a pu être poursuivie.

D'une façon générale, la bonne gestion d'un marais à poissons passe par plusieurs impératifs :

- maîtrise parfaite de l'hydraulique et donc des niveaux, à l'aide d'ouvrages adaptés ;
- assecs périodiques des zones les moins profondes pour éliminer une production algale inutile, génératrice de dystrophie ;
- entretien par curage des fossés, profonds ou creusements ;
- présence de structures d'hivernage en relation, si possible, avec des résurgences d'eau douce.

Le problème de la production extensive de poissons euryhalins en marais ou réservoirs est avant tout un problème de surface. Si l'on exploite des surfaces faibles de 3 à 4 ha (Marais étudiés) avec des ouvrages "à la mer" très réduits et une main-d'oeuvre peu nombreuse, les productions seront naturellement faibles ; elles peuvent toutefois présenter un intérêt pour les propriétaires de marais.

Des productions de plusieurs dizaines de tonnes font appel à des structures beaucoup plus vastes (de 50 à 150 ha d'eau) et à des investissements plus lourds. La maintenance de telles installations est très différente de celle évoquée précédemment.

Le problème essentiel à résoudre dans les deux cas est celui de la maîtrise des productions macrophytiques, les conditions d'alevinage étant supposées satisfaisantes par ailleurs.

Enfin, de notables améliorations pourraient être effectuées au niveau des techniques de pêche pour accroître leur efficacité.

BIBLIOGRAPHIE

AMANIEU M. (1967). Introduction à l'étude écologique des réservoirs à poissons de la région d'Arcachon. Vie Milieu, 18 (2B) : 1-45.

BARNABE G. (1976). Contribution à la connaissance de la biologie du loup : *Dicentrarchus labrax*. Thèse d'état. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier.

BAZIN P. (1983). Etudes des marais piscicoles des Olonnes. Etat actuel et perspectives. Mémoire E.N.I.T.E.F. Ministère de l'Agriculture CEMAGREF division ALA. Bordeaux.

BRAULT D. (1983). Les végétaux aquatiques. Biomasse actualités, Numéro spécial n°3 Mai.

CERBOM (1972-1973). Rapport d'activité. Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale. Nice.

DO-CHI T. (1969). Ecologie des étangs littoraux de la région des Sables d'Olonnes. Thèse de 3e cycle. Centre Universitaire de Lumigny (Université d'Aix-Marseille).

FENCHEL T. (1977) Aspects of the decomposition of seagrasses. *In* Seagrass Ecosystems. Marine Science vol. 4. Edited by MAC ROY C.P. & HELFFERICH C., MARCEL DEKKER, Inc. New-York and Basel.

GARTON J.E. (1978). Improve water quality through lake destratification. Water Wastes Eng., 15, n° 5 : 42-44.

GUELORGET *et al.* (1982). Structure et fonctionnement d'un écosystème type du domaine paralique méditerranéen. Comm. Congr. CIESM, Cannes.

GUELORGET O., FRISONI, G.F., PERTHISOT J.P. (1983). La zonation des milieux lagunaires : Définition d'une échelle de confinement dans le domaine paralique méditerranéen. Bull. Ecol. 14 : 25-34.

GUELORGET O. & MICHEL P. (1976). Recherches écologiques sur une lagune saumâtre méditerranéenne : l'Etang du Prévost. Thèse 3e cycle, U.S.T.L., 2 vol.

JØRGENSEN B.B. (1977). The sulfur cycle of a coastal marine sediment (Limfjorden, Denmark). Limnol. Oceanogr., Sept. vol. 22 (5).

LABOURG P.J. (1978). Structure et évolution de la macrofaune invertébrée d'un écosystème lagunaire aménagé (Réservoirs à poissons de Certes) Colloque national ECOTRON. Publ. Sci. Techn. CNEXO, Actes Colloq. n° 7 : 591-614.

LABOURG P.J. & STEQUERT B. (1973). Régime alimentaire du Bar *Dicentrarchus labrax* des réservoirs à poissons de la région d'Arcachon. Bull. Ecol. IV, 3 : 187-194.

MUUS B.J. (1967). The faune of danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone. Meddelelser Fra Danmarks Fiskeri. og Havunders-ogelser, N.S.5.

ODUM W.E. (1970). Utilisation of the direct grazing and plant detritus food chains by the striped mullet *Mugil cephalus*. *In* Marine Food Chains. Edited by J.H. STEELE / OLIVER & BOYD. Edinburgh : 222-240.

SCHRAMM W. & BOOTH W. (1981). Mars bloom of the alga *Cladophora prolifera* in Bermuda : Productivity and phosphorus accumulation. Botanica Marina.Vol XXIV : 419-426.

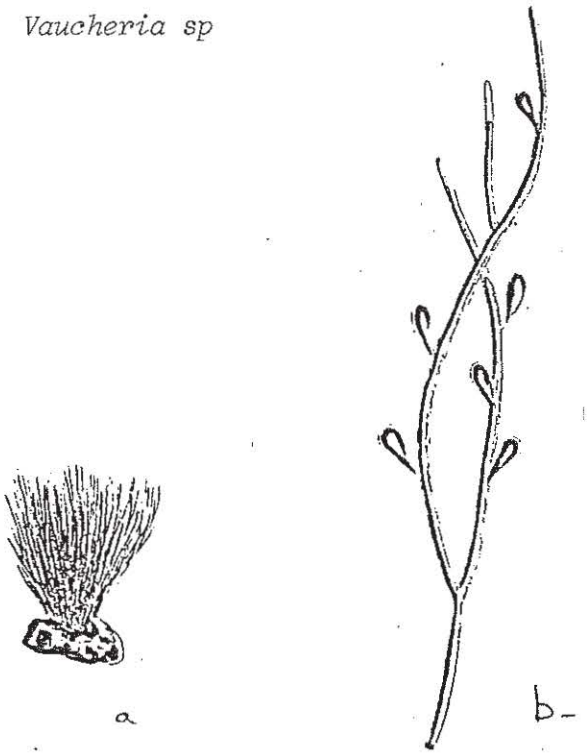
- ANNEXE -

CATALOGUE FLORISTIQUE

ALGUES

XANTHOPHYCEES

Vaucheria sp



Forme un velours verdâtre sur les rives des réservoirs

Plante annuelle (été)

a - Vue générale (V. *marina*)

b - Partie d'un filament portant des fruits (V. *marina*)

CYANOPHYCEES

Spirulina subsalsa

Filaments simples, de 1 à 2 µ de diamètre, spiralés.

Teinte vert foncé

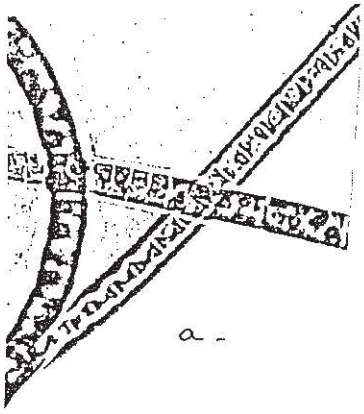
Muqueux au toucher

Se rencontre principalement sur les *Ruppia*

CHLOROPHYCEES

Ulothricacées

Ulothrix flacca



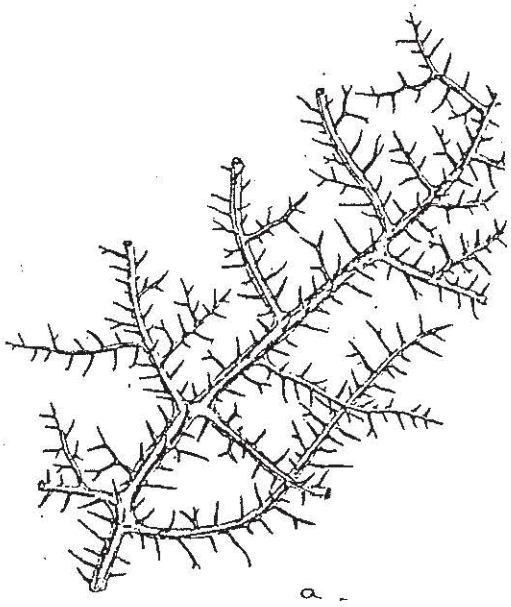
Forme des gazons sur les rives ou sur d'autres algues.

Filaments vert clair, simples, de 5 à 20 µ. Cellules aussi hautes que larges.

a - Filaments agrandis

Ulvacées

Enteromorpha chlatrata



Frondes tubulaires assez fines, de couleur vert clair, de diamètre entre 1 et 2 mm, ramifiées.

Rameaux en forme d'épines.

Espèce annuelle (printemps - été).

a - Vue générale

Enteromorpha intestinalis

Thalle tubuleux.

Peut atteindre 40 cm de hauteur.

Très bien adaptée aux salinités variables.

Espèce annuelle (été).

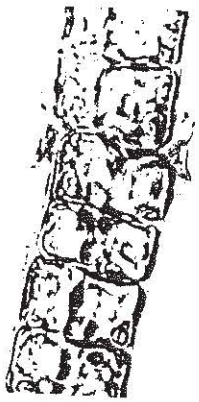
a - Vue générale.

Enteromorpha linza

Frondes vert brillant. Stipe tubuleux qui s'élargit ensuite en un ruban formé de deux couches de cellules adhérentes au milieu, mais décollées sur les côtés.

a - Vue générale.

Percussaria percusa



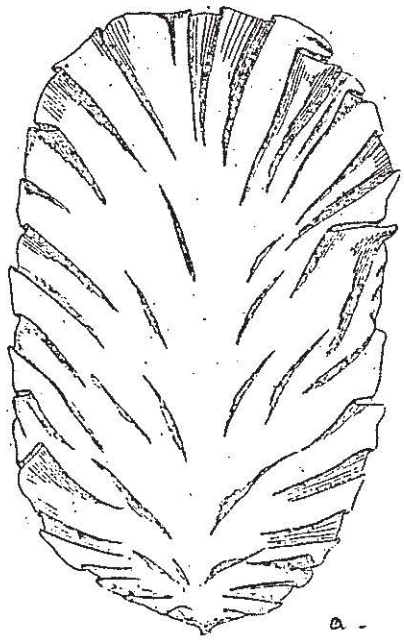
a -

Filaments formant des touffes vert clair jaunâtre. Chaque filament est composé de deux files parallèles de cellules de 10 µ x (10 à 20 µ).

Très bien adaptée aux salinités variables.

a - Filament agrandi

Ulva lactuca



a -

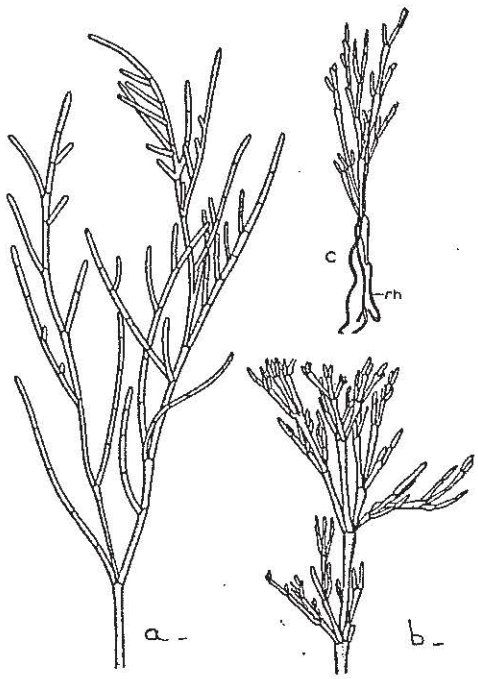
Thalle foliacé vert brillant, formé de deux couches de cellules accolées.

Espèce annuelle.

a - Vue générale.

CLADOPHORACEES

Cladophora liniformis



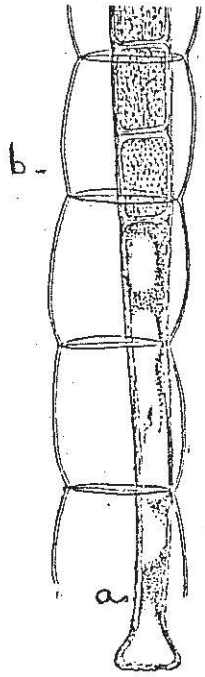
Touffes vertes, ramifiées, pouvant atteindre une vingtaine de cm.

Le diamètre des axes principaux varie de 100 à 250 µ.

Supporte très bien l'anoxie du milieu.

a - Fragment de thalle de *C. laetevireus*
b - Fragment de tahlle de *C. pellucida*
c - Fragment de thalle de *C. prolifera*

Chaetomorpha linum



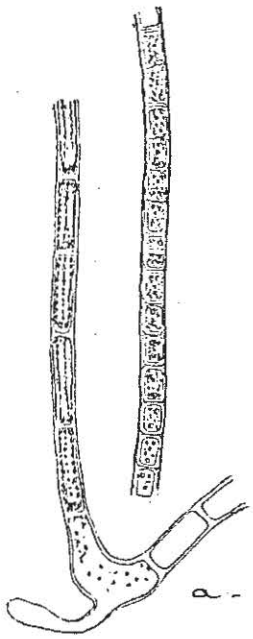
Thalle vert foncé, filamenteux, diamètre entre 200 et 300 µ.

Forme des touffes compactes.

Préfère les eaux dessalées.

a - Base d'un thalle
b - Partie moyenne d'un thalle

Rhizoclonium riparium



Touffes de filaments vert clair, non ramifiés, très enchevêtrés.

Diamètre : entre 20 et 40 µm.

a - Filament montrant un diverticule rhizoïdal.

RHODOPHYCEES

Rhodomélacées

Polysiphonia macrocarpa

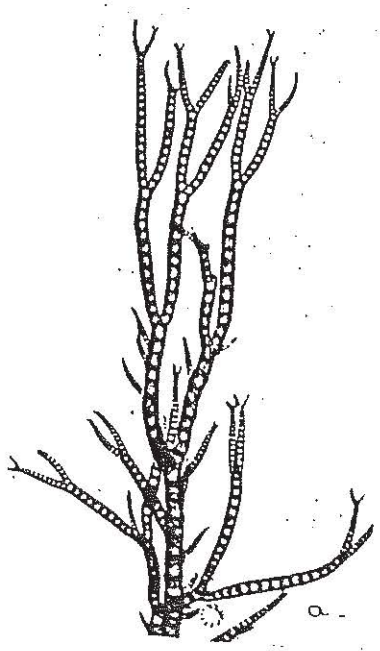
Touffes denses, rouge foncé, formées d'axes dressés de 1 à 3 cm de hauteur.

Plante annuelle.

Vit sur les substrats durs, et forme des gazons spongieux.

a - Vue générale.

Ceramium rubrum



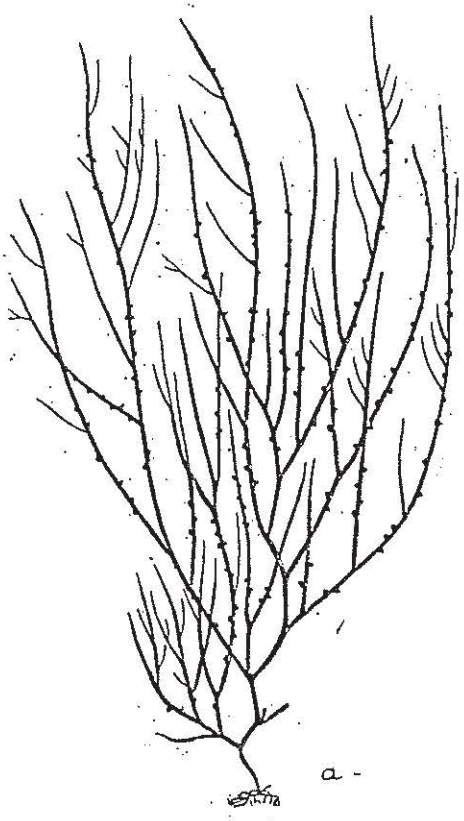
Thalle rouge foncé. Ramifications subdichotomes Atteint 20 cm.

Espèce annuelle (été - automne).

Vit sur les substrats durs ou en épiphyte sur les algues.

a - Extrémité de fronde agrandie.

Gracilaria verrucosa



Thalle brun rouge, souvent jaunâtre, cartilagineux, filiforme ; pouvant atteindre 50 cm.

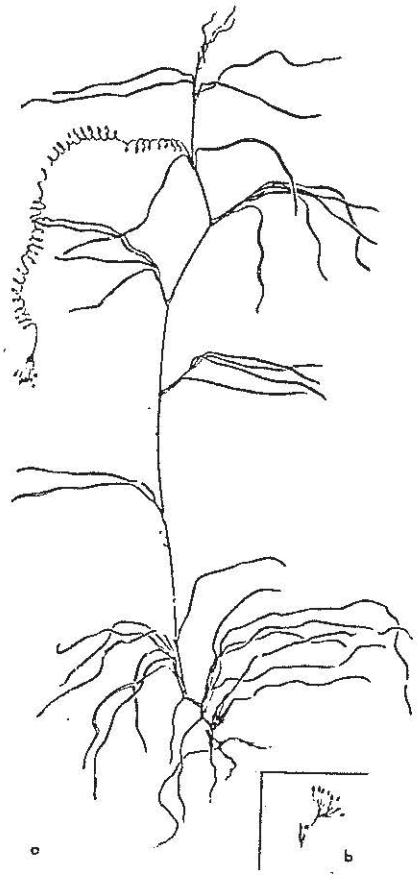
Espèce vivace.

a - Thalle femelle avec cystocarpes.

PHANÉROGAMES

POTAMOGETANACEES

Ruppia cirrhosa - *Ruppia maritima*



Phanérogame marine portant des feuilles linéaires et étroites.

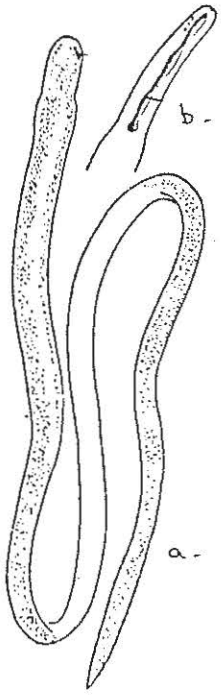
Ruppia cirrhosa supporte des salinités de 1,5 à 60‰ ; *Ruppia maritima* : 0,3 à 15‰.

a - *Ruppia cirrhosa*
b - Fructification de *Ruppia maritima*

CATALOGUE FAUNISTIQUE

NEMERTIENS

Lineus gesserensis (Hétéronemertes)



Vit préférentiellement dans les Chaetomorphes.

Très résistant au manque d'oxygène.

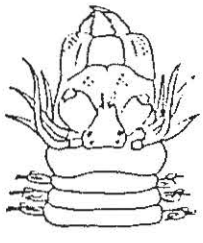
Carnivore.

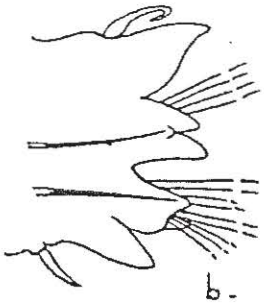
a - Vue générale

b - Vue latérale de la tête, montrant la gouttière.

ANNELIDES POLYCHETES ERRANTES

Nereis diversicolor (Nereidae)





Espèce typique des milieux saumâtres, omnivore, colonisant la vase ou le sable vaseux jusqu'à des profondeurs de 0,25 m.

Mauvaise résistance au froid.

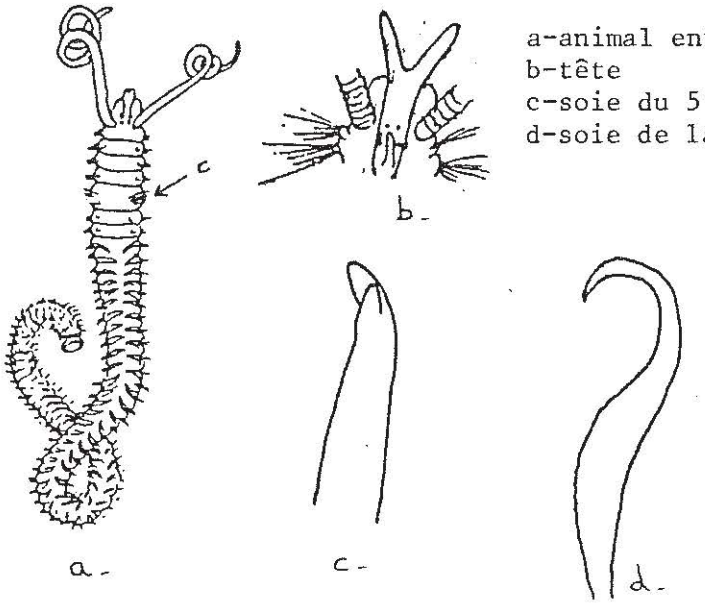
Mangeur de dépôt et carnivore

a - Tête et trompe

b - Parapode moyen

ANNELIDES POLYCHETES SEDENTAIRES

Polydora ligni (Spionidae)

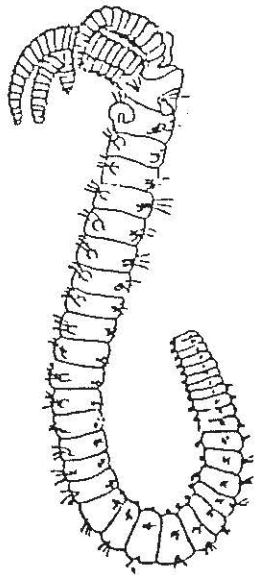


a-animal entier
b-tête
c-soie du 5° segment
d-soie de la région postérieure

Vit dans des tubes envasés parfois à la base des tiges de *Ruppia*.

Mangeur de dépôt.

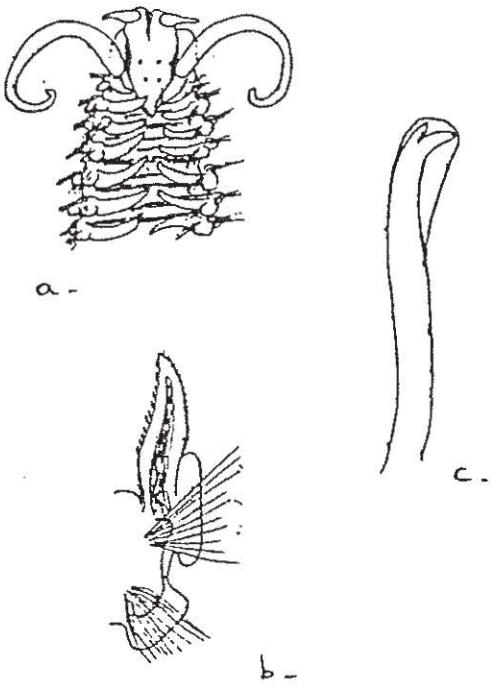
Streblospio dekhuyzeni (Cirratulidae)



Vit sur le fond, dans des tubes fixés à la base de supports phytaux ou qui affleurent à la surface du sédiment.

Mangeur de dépôt.

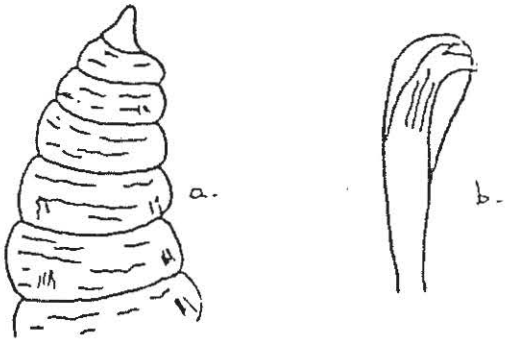
Scololepis fuliginosa (Spionidae)



a-région antérieure
b-parapode antérieur
c-soie encapuchonnée

Vit à l'intérieur de galeries dans le sédiment vaseux. Espèce indicatrice d'enrichissement en matière organique, inféodée aux vases.

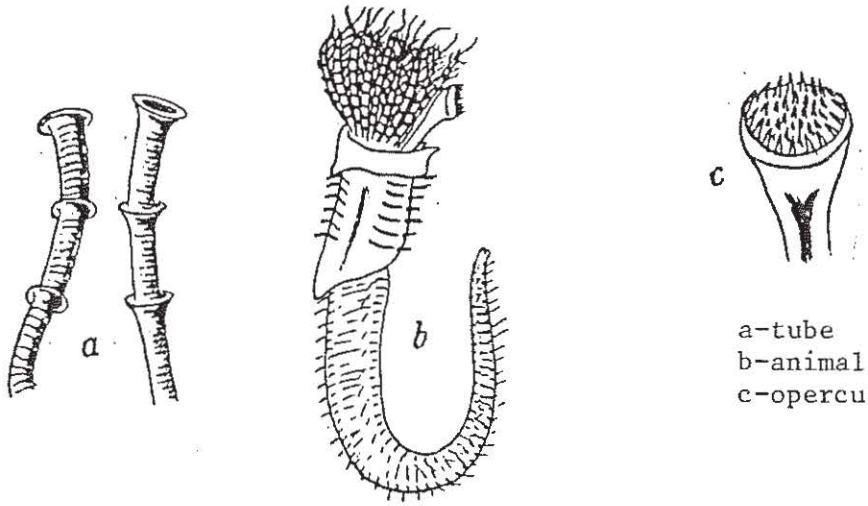
Capitella capitata (Capitellidae)



a-région antérieure
b-crochet thoracique
c-animal entier, vu de profil

Espèce mésohaline, également indicatrice d'enrichissement en matière organique. Se nourrit d'algues plus ou moins décomposées.

Mercierella enigmatica (Serpulidae)

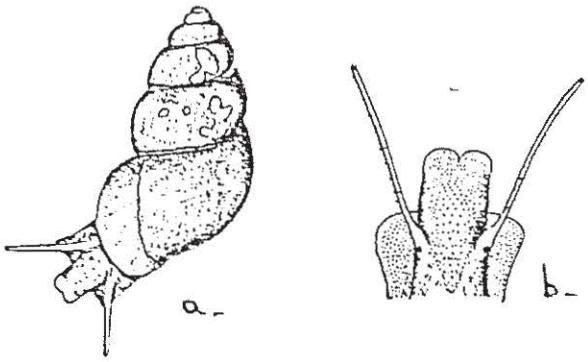


a-tube
b-animal entier, face ventrale
c-opercule

Espèce méso et polyhaline. Vit dans des tubes calcaires.
Lorsqu'elle prolifère, elle forme des récifs calcaires. Suspensivore.

MOLLUSQUES GASTEROPODES

Hydrobia ventrosa (Hydrobiidae)

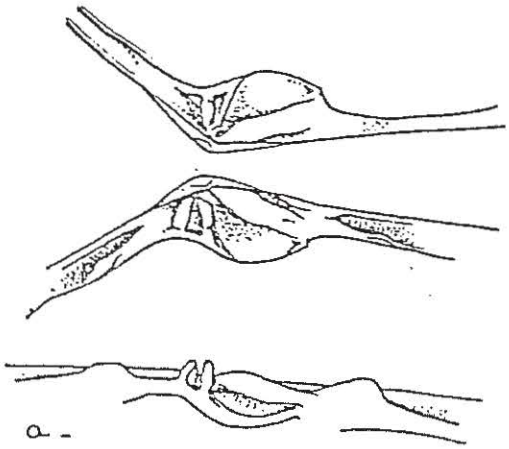


Vit préférentiellement dans les Ulves et les Chaetomorphes. Espèce très résistante au froid et aux faibles teneurs en oxygène. Mangeur de dépôt et herbivore.

a-Vue générale
b-Vue dorsale de la tête

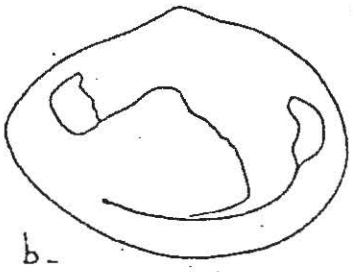
MOLLUSQUES LAMELLIBRANCHES

Abra ovata (Sémilidés)



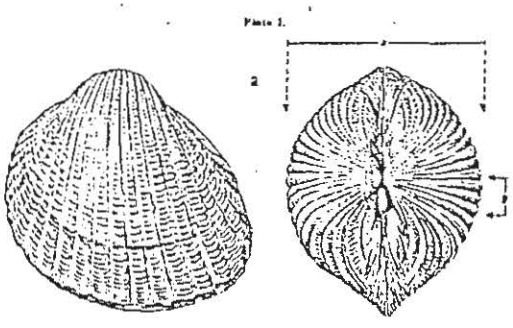
a-Charnières

b-Vue générale avec impressions paléales



Espèce suspensivore, occasionnellement détritivore.
Caractéristique des milieux à salinité variable.

Cerastoderma glaucum (Cardiidés)



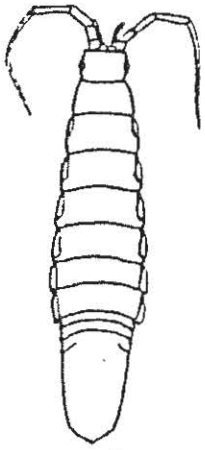
Vit au fond, mais peut migrer dans les Ulves, Cladophora et Chaetomorphes (surtout les stades jeunes).

Suspensivore.

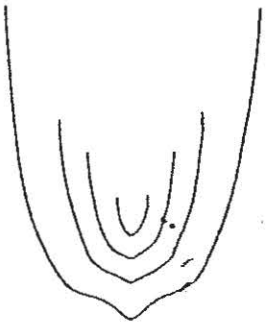
Sensible aux manques d'oxygène dans le milieu.

CRUSTACES ISOPODES

Idotea chelipes (Idotheidés)



a -



b -

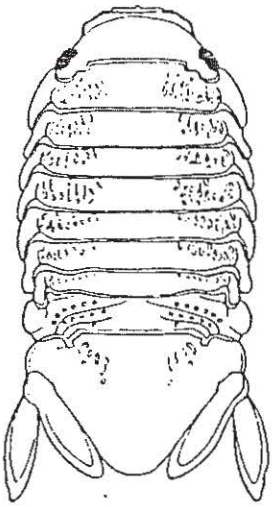
Abondante dans les Ulves, surtout au printemps et en été mais aussi dans les Chaetomorphes et les *Ruppia*.

Espèce mésohaline, supportant mal le froid.

a - Vue générale

b - Telson

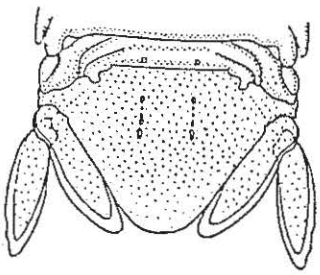
Sphaeroma hookeri (Spheromidés)



a -

a - Vue générale

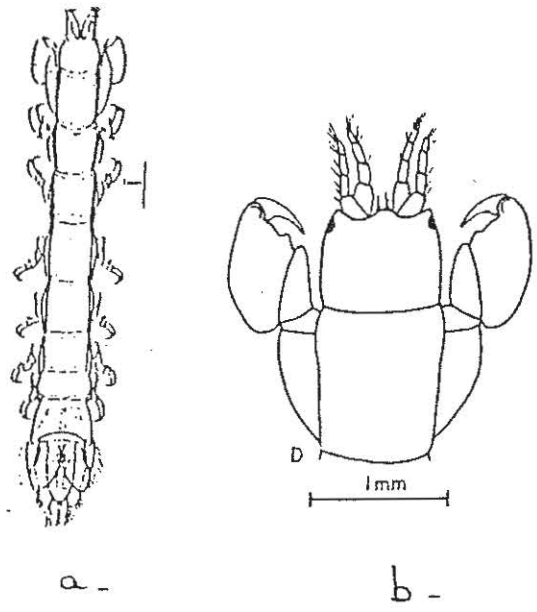
b - Pléotelson



b -

Ces Crustacés phytophiles sont omnivores, mais se nourrissent principalement de Chlorophycées et de Diatomées. Actifs pendant la nuit. Très abondants en été et en automne dans les Entéromorphes, ils colonisent également les *Ruppia* et les Chaetomorphes.

Cyathura carinata



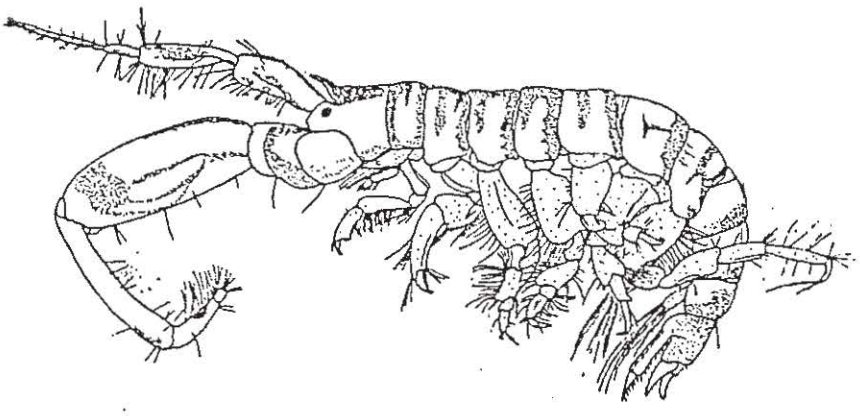
a - Vue générale

b - Partie antérieure (♀)

Abondante dans les Chaetomorphes et les *Ruppia*. Espèce polyhaline. Détritivore.

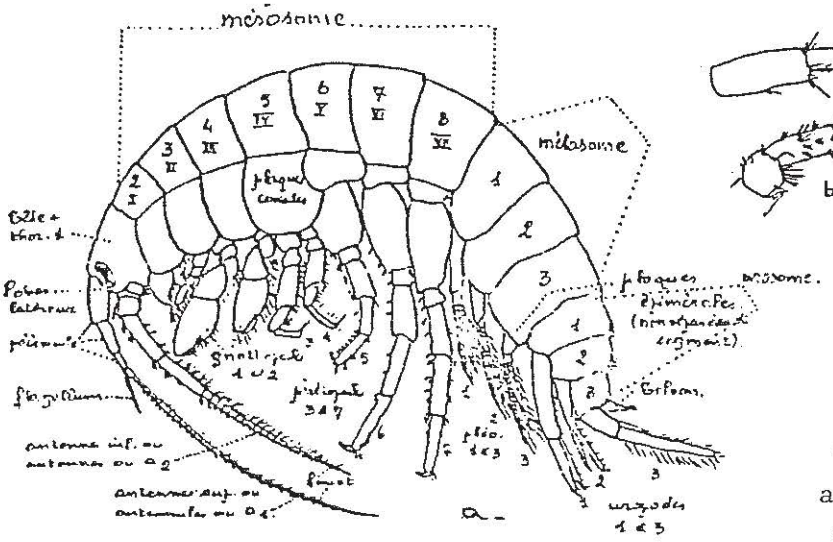
CRUSTACES AMPHIPODES

Corophium insidiosum (Corophiidés)



Espèce poly et mésohaline. Supporte mal le froid. Abondante au printemps dans les algues. Construit ses tubes vaseux ou sablo-vaseux sur les supports phytaux. En l'absence de végétation, fabrique des tubes en "U" dans la vase. Détritivore, suspensivore.

Gammarus insensibilis (Gammaridés)



a - Vue générale (*G. marinus* ♂)

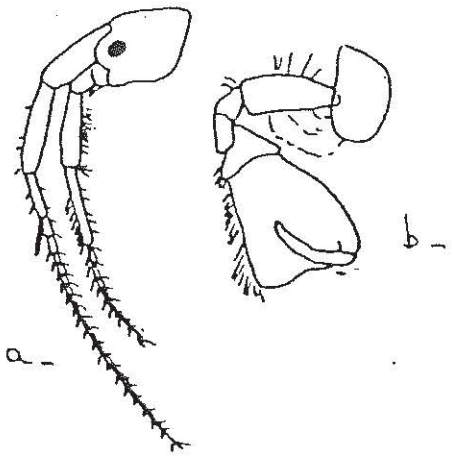
a_1 - Antenne 1

b - Antenne 2

Semble préférer les zones de faible densité végétale.

Résistant au froid. Omnivore.

Melita palmata (Gammaridés)



Abondant dans les Ulves et les Chaetomorphes de mai à décembre.

Espèce poly ou mésohaline, supportant des températures supérieures à 30°C.

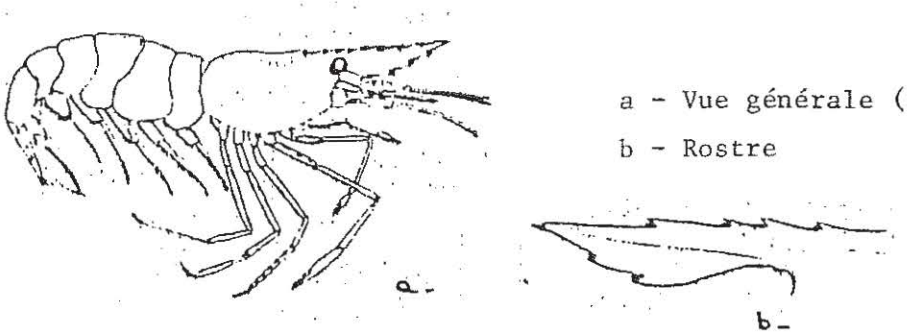
Omnivore.

a - Tête

b - Gnathopode 2 (♂)

CRUSTACES DECAPODES

Paleomonetes varians

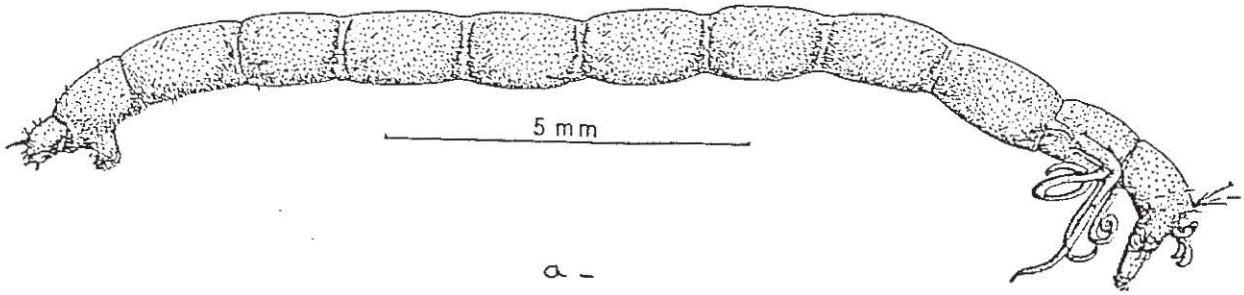


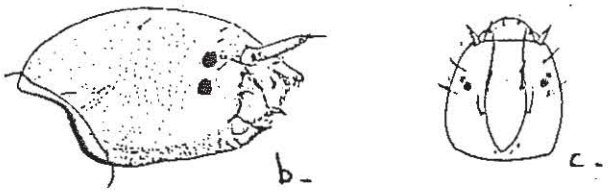
a - Vue générale (*P. longirostris*)
b - Rostre

Espèce très bien adaptée aux salinités variables.
Carnivore et détritivore.

INSECTES DIPTERES

Chironomus salinarius
Halocladius varians (Chironomidés) Larves



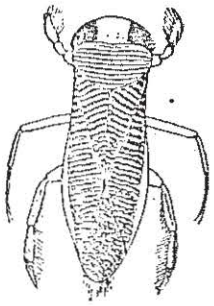


a - Vue générale
b - Tête de Chironomus
c - Tête d'Halocladius

Espèce benthique mais qui peut migrer dans les algues. Eurytherme et euryhaline. Supporte de faibles teneurs en oxygène dissous.
Intervient très largement dans le régime alimentaire des poissons.
Détritivore.

INSECTES HETEROPTERES

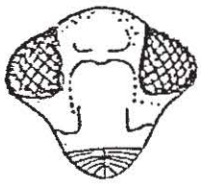
Sigara selecta



Espèce détritivore

a - Vue générale

b - Tête. Vue frontale



INSECTES COLEOPTERES

Phyllidrus bicolor (Hydrophilidés)

Vit dans les eaux stagnantes au milieu des algues.

ANNEXE

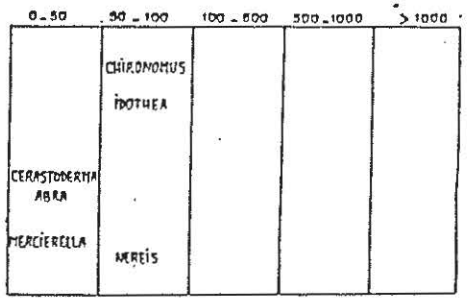
Tableaux récapitulatifs de la diversité spécifique et de l'abondance numérique des espèces de la macrofaune invertébrée dans les marais de la Cure et de la Frémondière, aux différentes saisons.

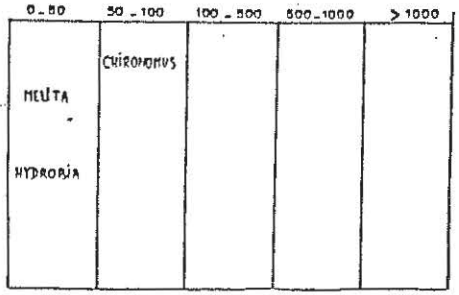
Légende :

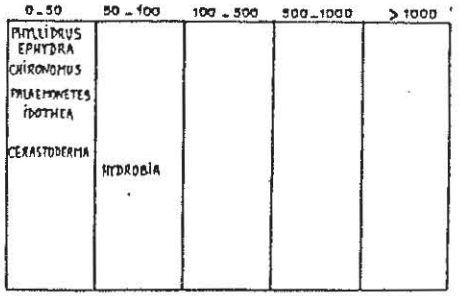
$N.m^{-2}$	N.10g de végétal sec
Espèces de la macrofaune benthique	Espèces de la macrofaune phytophile

HIVER

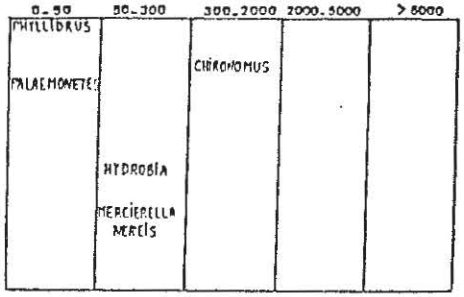
Macrofaune phytophile

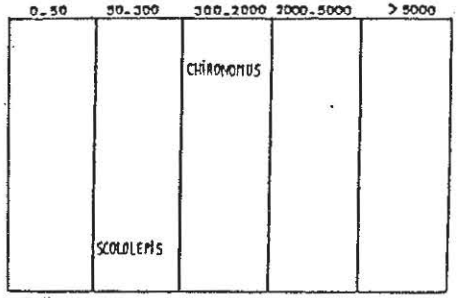


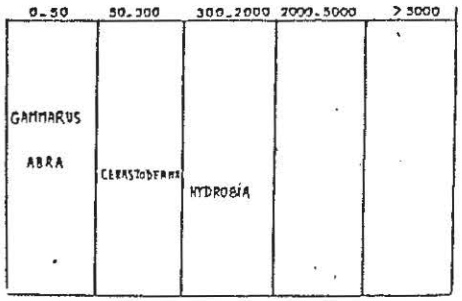




Macrofaune benthique







PLAT

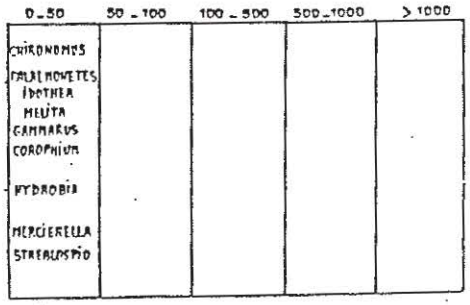
PROFOND

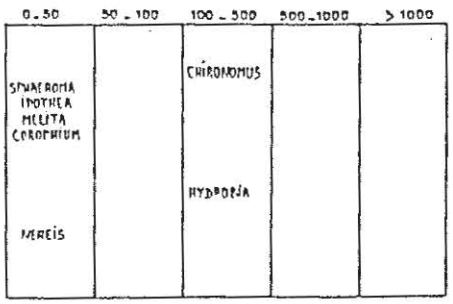
CURE

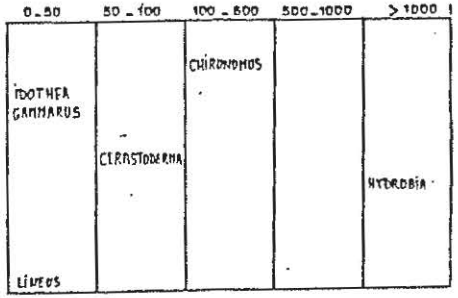
FREMONDIERE

PRINTEMPS

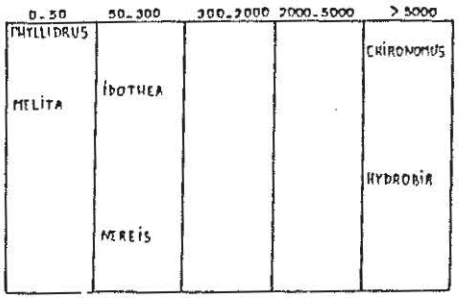
Macrofaune phytophile

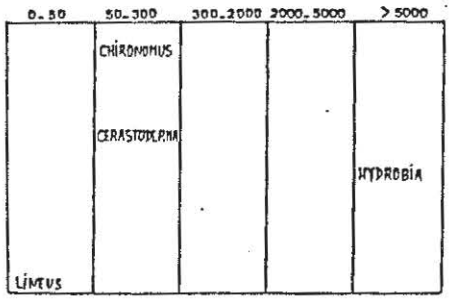


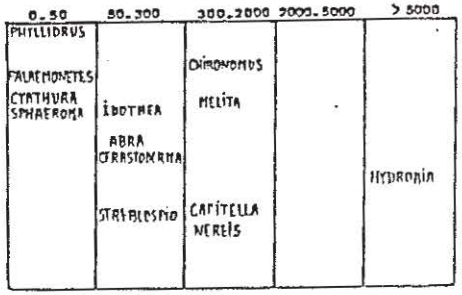




Macrofaune benthique







PLAT

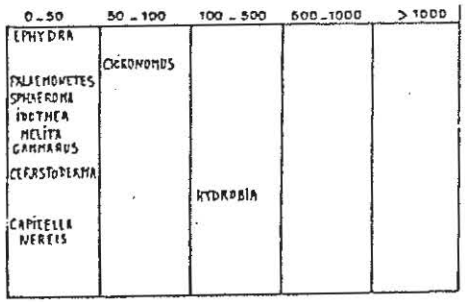
PROFOND

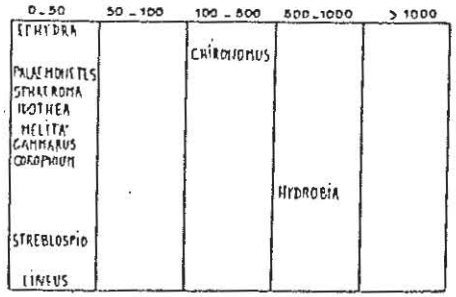
CURE

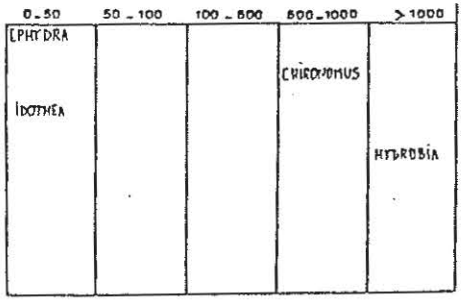
FREMONDIERE

ETE

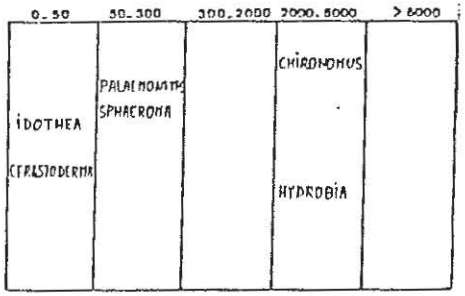
Macrofaune phytophile

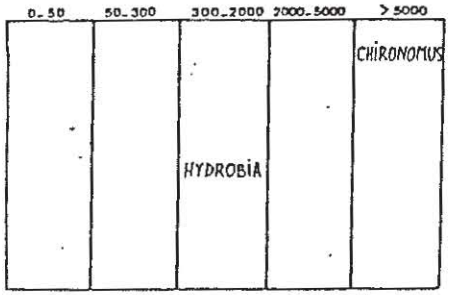


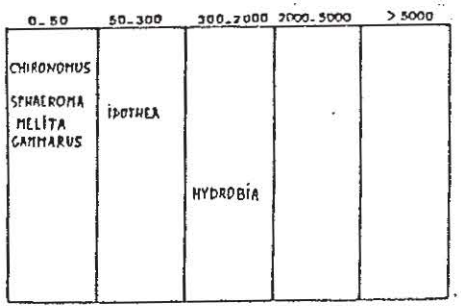




Macrofaune benthique







PLAT

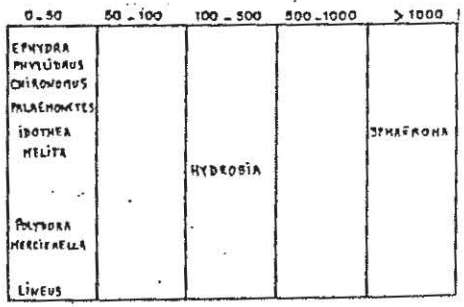
PROFOND

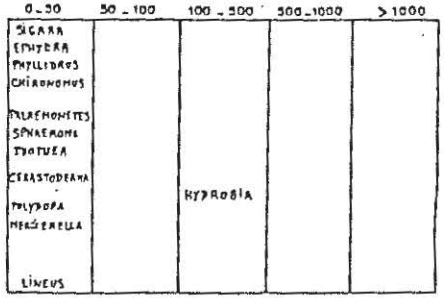
CURE

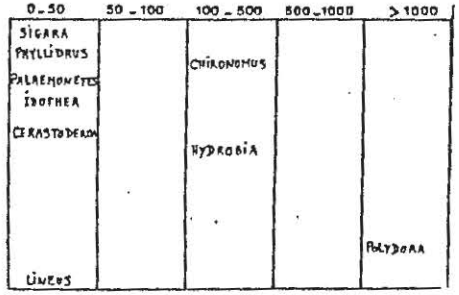
FREMONDIERE

AUTOMNE

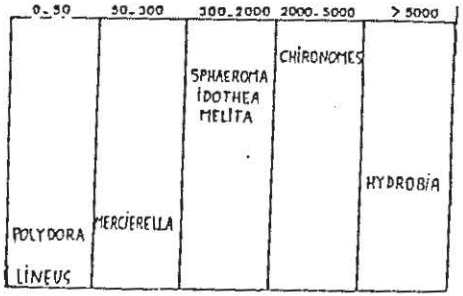
Macrofaune phytophile

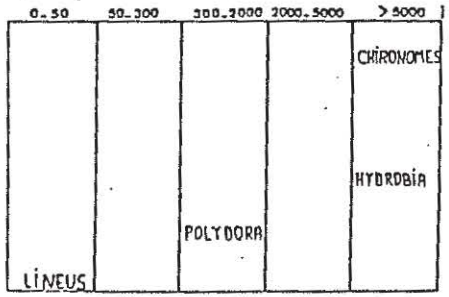


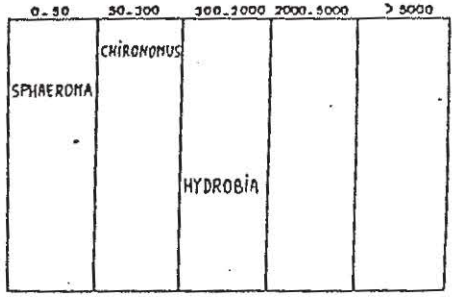




Macrofaune benthique







PLAT

PROFOND

CURE

FREMONDIERE