

**evolution qualitative
du lac de
Pont l'évêque
campagne 1979**

Luc ALLARD

Ingénieur agronome .

492
RES

LISTE DES FIGURES

fig : 1 - Concentration en oxygène / temps	p : 3 - 4
fig : 2 - Saturation en oxygène	p : 3 - 4
fig : 3 - Concentration en ion ammonium quaternaire	p : 4 - 5
fig : 4 - Concentration en nitrates	p : 4 - 5
fig : 5 - Concentration en phosphates	p : 5 - 6
fig : 6 - Teneur en oxygène / Profondeur	p : 5 - 6
fig : 7 - Evolution schématique d'un lac de l'état ligotrophe, riche en oxygène hypolimnique, à l'état eutrophe . (relachement des phosphates).	p : 5 - 6
fig : 8 - Analyses qualitatives et quantitatives dans les apports périphériques du plan d'eau .	p : 7 - 8
fig : 9 - Caractères hydrobiologiques des eaux	p : 9 - 10
fig : 10 - Degré d'eutrophie d'un lac d'après sa charge interne en phosphore et en azote	p : 9 - 10
fig : 11 - Teneurs en pigments chlorophylliens	p : 11 - 12
fig : 12 - Coupe transversale du plan d'eau de Pont l'evêque	p : 13 - 14
fig : 13 - Analyses bactériologiques des eaux de la zone de baignade .	p : 14 - 15
fig : 14 - Qualités requises des eaux destinées à la baignade	p : 15 - 16
fig : 15 - Accélération autoentretenue de la dégradation du lac en cas de crues répétitives.	p : 17 - 18

LISTE DES ANNEXES

- Annexe I : Dosage des micropolluants effectué par le laboratoire
départemental de biologie et d'hygiène p : I
- Annexe II : Analyse planctonique de Mr Tassigny , du laboratoire
de Trouville. p : III
- Annexe III : Analyses physicochimiques du S.R.A.E. p : IV

LISTE DES PHOTOS

- Photo 1 : canards fréquentant régulièrement le lac p : I
- Photo 2 : Herbiers de potamots vus de l'autoroute p : I
- Photo 3 : Berges dégradées par les variations de niveau p : II
- Photo 4 : Ranunculus divaricatus et Potamogeton rutilus p : II
- Photo 5 : Ranunculus divaricatus et Alisma Plantago p : II
- Photo 6 : Accumulation des restes de Potamots le long des
berges . p : III
- Photo 7 - Renouée amphibie . p : III
- Photo 8 - Truite arc en ciel peu farouche nageant le long de la
berge . p : IV
- Photo 9 - Truite arc en ciel morte p : IV
- Photo 10 - Perche de 25 cm pêchée le 4/08 79 . p : IV

SOMMAIRE

INTRODUCTION	p : 1
<u>CHAPITRE I : QUALITE DES EAUX</u>	
<u>1 - Qualité physicochimique des eaux</u>	p : 3

<u>1.1. - Plan d'eau</u>	p : 3
1.1.1. - Oxygène dissous	p : 3
1.1.2. - Principaux sels nutritifs	p : 4
1.1.2.1. - Les phosphates	p : 4
1.1.2.2. - Matières azotées	
Nitrates et azote ammoniacal	p : 5
1.1.2.3. - Les sulfates	p : 6
1.1.3. - Micropolluants	p : 6
<u>1.2. - Qualité des émissaires</u>	p : 7
1.2.1. - Ruisseau de la ferme	p : 7
1.2.2. - Emissaire situé dans le coin	
CD 48 - autoroute .	p : 8
Interprétation synthétique des données physicochimiques	
Stade d'évolution dans l'échelle trophique	p : 9
<u>2.- Autres éléments d'appréciation de l'état des eaux</u>	p : 11

<u>2.1. - Les biocenoses</u>	p : 11
2.1.1. - Le plancton	p : 11
2.1.1.1. - Analyse qualitative	p : 11
2.1.1.2. - Mesures de biomasses et de	
productivité primaire	p : 12
2.1.2. - Les macrophytes	p : 13
<u>2.2. - Analyses bactériologiques</u>	p : 14
CONCLUSION DU CHAPITRE I	p : 17

CHAPITRE II : AMENAGEMENT ET TRAVAUX D'ENTRETIEN	p : 18
<u>3.1. - Aménagement piscicole</u>	p : 18

<u>3.1.1. - Déversement de truites arc en ciel</u>	p : 18
<u>3.1.2. - L'introduction fortuite de la perche</u>	p : 19
3.2. - Lutte contre l'envahissement des herbiers	p : 20

<u>3.2.1. - Nécessité de modérer le développement</u>	
<u>des herbiers</u>	p : 20
<u>3.2.2. - Méthode de désherbage</u>	p : 21
3.2.2.1. - Choix de la méthode	p : 21
3.2.2.2. - Période d'intervention et modalités	p : 21
3.3. - Aménagement en rapport avec l'amélioration de la	

qualité des eaux .	p : 22

<u>3.3.1. - Elimination des fosses profondes</u>	p : 22
<u>3.3.2. - Déviation de l'émissaire de la ferme</u>	p : 23
CONCLUSION GENERALE	p : 25

INTRODUCTION

Le plan d'eau de Pont l'Evêque , inscrit dans un centre de loisirs d'importance régional , fait l'objet depuis Mars 1977 d'une surveillance étroite de la part du Service Régional d'Aménagement des Eaux de Basse Normandie .

Une précédente étude , menée de Avril à Septembre 1978 après les crues , particulièrement importantes cette année là , a fait ressortir les éléments suivants , relatifs à l'avenir du plan d'eau :

Le lac de Pont l'Evêque , à la merci des grandes crues de la Touques (dont la fréquence est malheureusement encore inconnue) est susceptible de recevoir ainsi de fortes charges d'éléments eutrophisants (Nitrates, Phosphates ,...) et de microorganismes , pathogènes ou non . A plus ou moins long terme, cela provoque des nuisances directes telles que dégagement de sulfure d'Hydrogène et déficit en Oxygène en profondeur , et indirectes telles que prolifération excessive et succession désordonnée de certains organismes pionniers particulièrement résistants aux variations du milieu (algues vertes filamenteuses , sangsues , épinoches , corises , ...), indicateurs du déséquilibre induit par les crues .

Les professeurs VILLERET et TOUFFET de la faculté des sciences de Rennes , spécialistes respectivement des algues d'eau douce et des phytoce-

noses littorales , ainsi que Monsieur NEVEU , chercheur à l'I.N.R.A. dans le domaine des invertébrés aquatiques , ont apprécié lors de sa présentation orale le travail effectué à Pont l'Evêque , en insistant sur la fragilité d'un tel milieu et sur l'intérêt qu'il y avait à en surveiller régulièrement l'évolution .

Avec le recul d'une année , nous pouvons maintenant estimer la capacité de rééquilibrage du plan d'eau devant ces pollutions aigues , ainsi que sa résistance face aux apports chroniques des petites afférences périphériques (ruisseaux de la ferme et du chateau de Betteville , ruisseau issu du carrefour CD 48 - Autoroute). Ceci constituera le principal objet de notre travail .

Par ailleurs , nous avons abordé les problèmes de qualité bactériologique des eaux , jusqu'ici jugée largement satisfaisante dans le cadre des activités programmées .

Nous proposerons pour finir quelques mesures peu onéreuses d'entretien régulier du lac et une réorientation du premier plan d'empoissonnement au vu des premières pêches , malheureusement perturbées par un apport massif et unilatéral de truites arc en ciel , hôtes uniquement transitoires du plan d'eau .

CHAPITRE 1

QUALITE DES EAUX

Les campagnes de l'année 79 , étayées de nombreux prélèvements sur le terrain , grâce au financement obtenu et à la mise en place d'une méthodologie mieux adaptée aux caractéristiques du plan d'eau , amènent des conclusions plus sûres et précises .

1 - QUALITE PHYSICOCHIMIQUE DES EAUX .

1. 1. PLAN D'EAU .

Les analyses , renouvelées toutes les trois semaines à différents endroits et à des profondeurs distinctes indiquent une situation mieux équilibrée que l'année précédente . A cet égard , les graphiques 1 ,2 ,3 , 4 ,5 , correspondant à un prélèvement différencié sur trois profondeurs (surface , 5m de profondeur , 10m de profondeur) , sont éloquents .

1. 1. 1. Oxygène dissous . (fig : 1 et 2)

Homogène à toutes profondeurs pendant l'hiver , la teneur en oxygène s'étage dès le mois de Mai 79 entre 47 % de saturation à 10 m de profondeur dans la fosse et III % en surface . Cette sursaturation indique avec certitude la présence d'une biomasse phyto-planctonique assez importante , qui libère de l'oxygène supplémentaire , déchet de la photosynthèse . Au fond , par contre , s'entassent les matières organiques pour la décomposition desquelles les microorganismes minéralisateurs consomment de l'oxygène .

.. Pour une profondeur donnée , proche du fond , le défi-

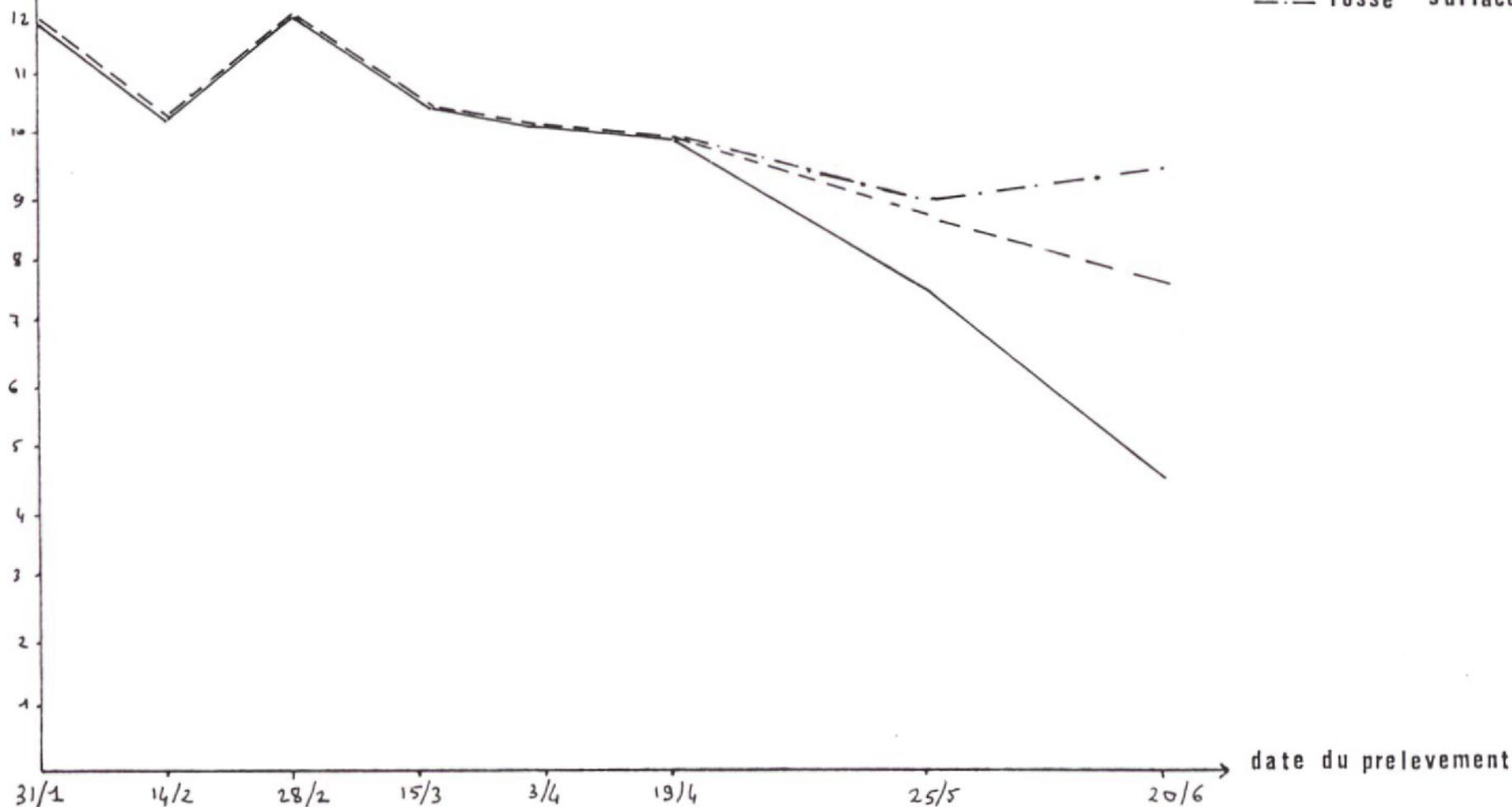
concentration
mg/l

O₂

FIG:1

PROFONDEUR

- fosse 10 m
- - - fosse 5 m
- . - . fosse surface



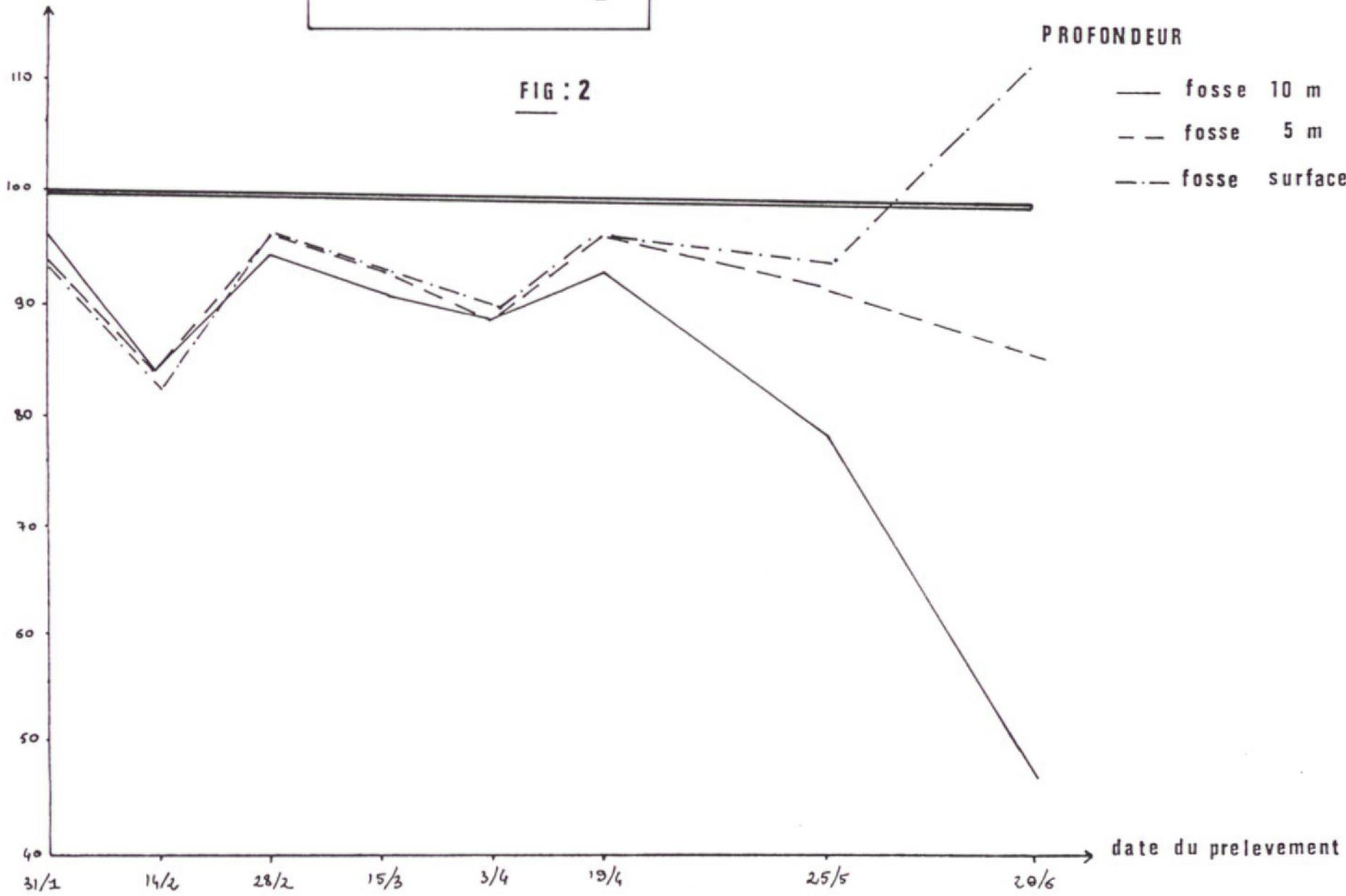
% de saturation

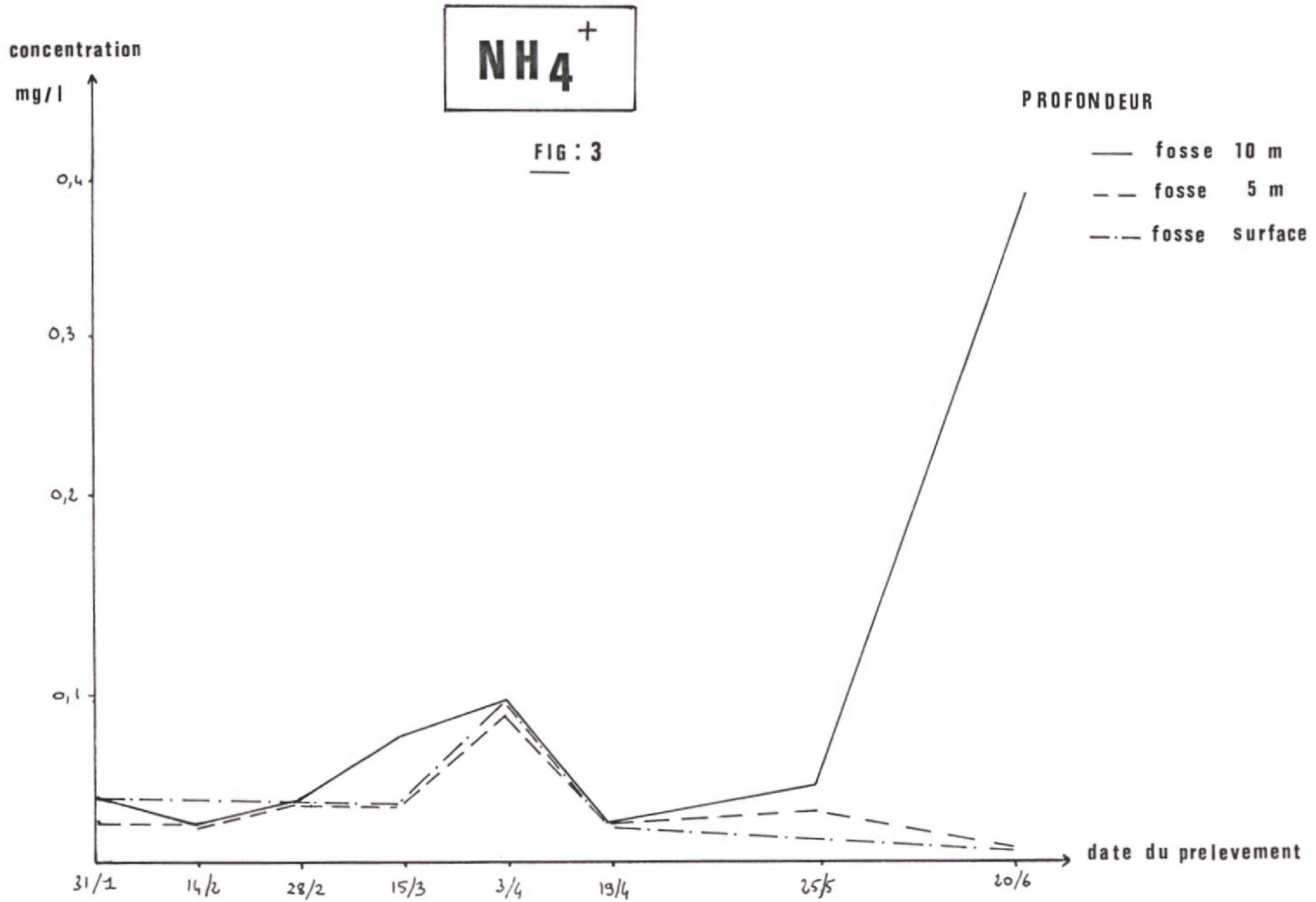
SATURATION EN O₂

FIG : 2

PROFONDEUR

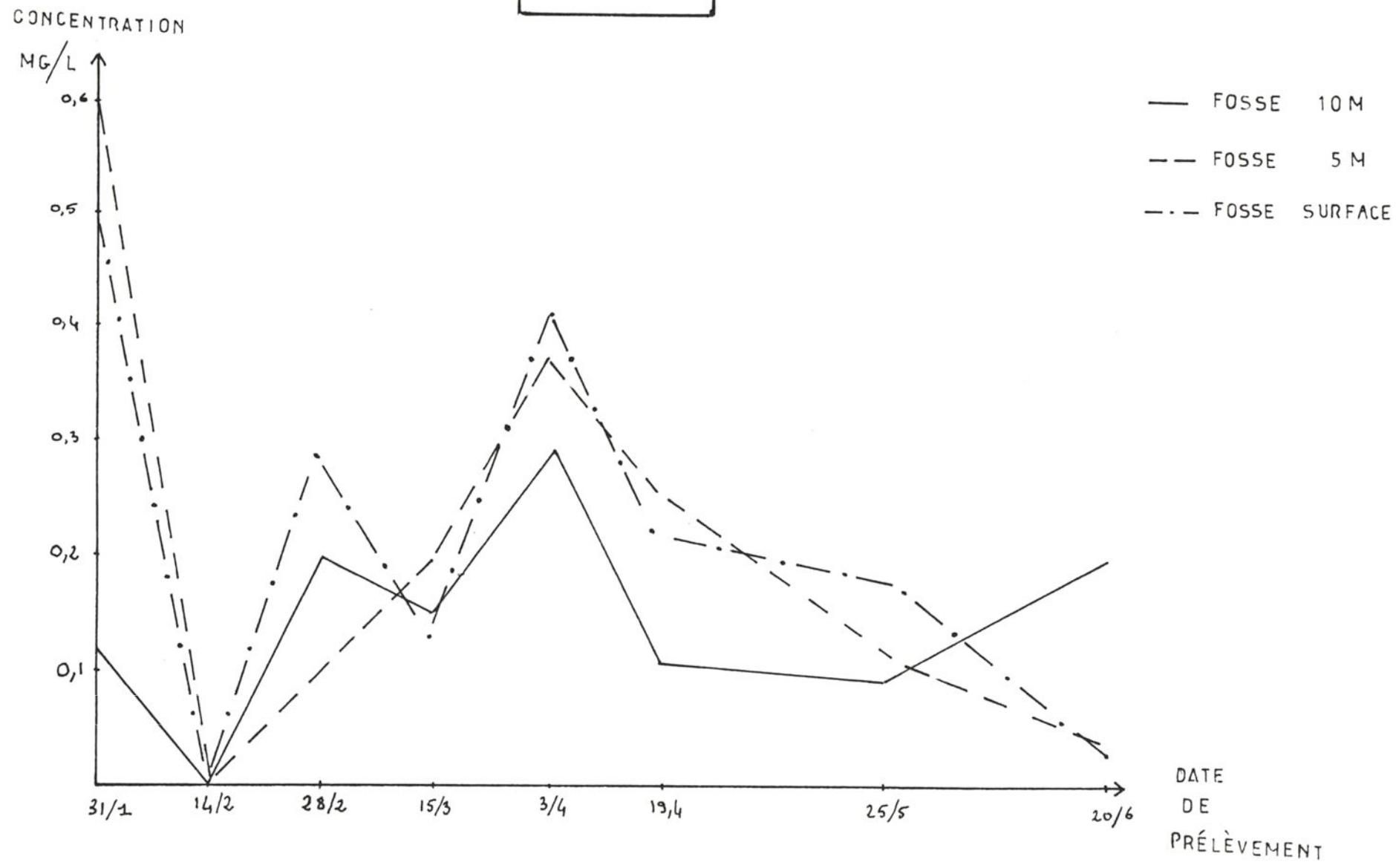
- fosse 10 m
- - - fosse 5 m
- · - · fosse surface





NO_3^-

fig: 4



concentration
mg/l



FIG : 5

PROFONDEUR

- fosse 10 m
- - fosse 5 m
- . - fosse surface

0,16

0,12

0,08

0,04

31/1

14/2

28/2

15/3

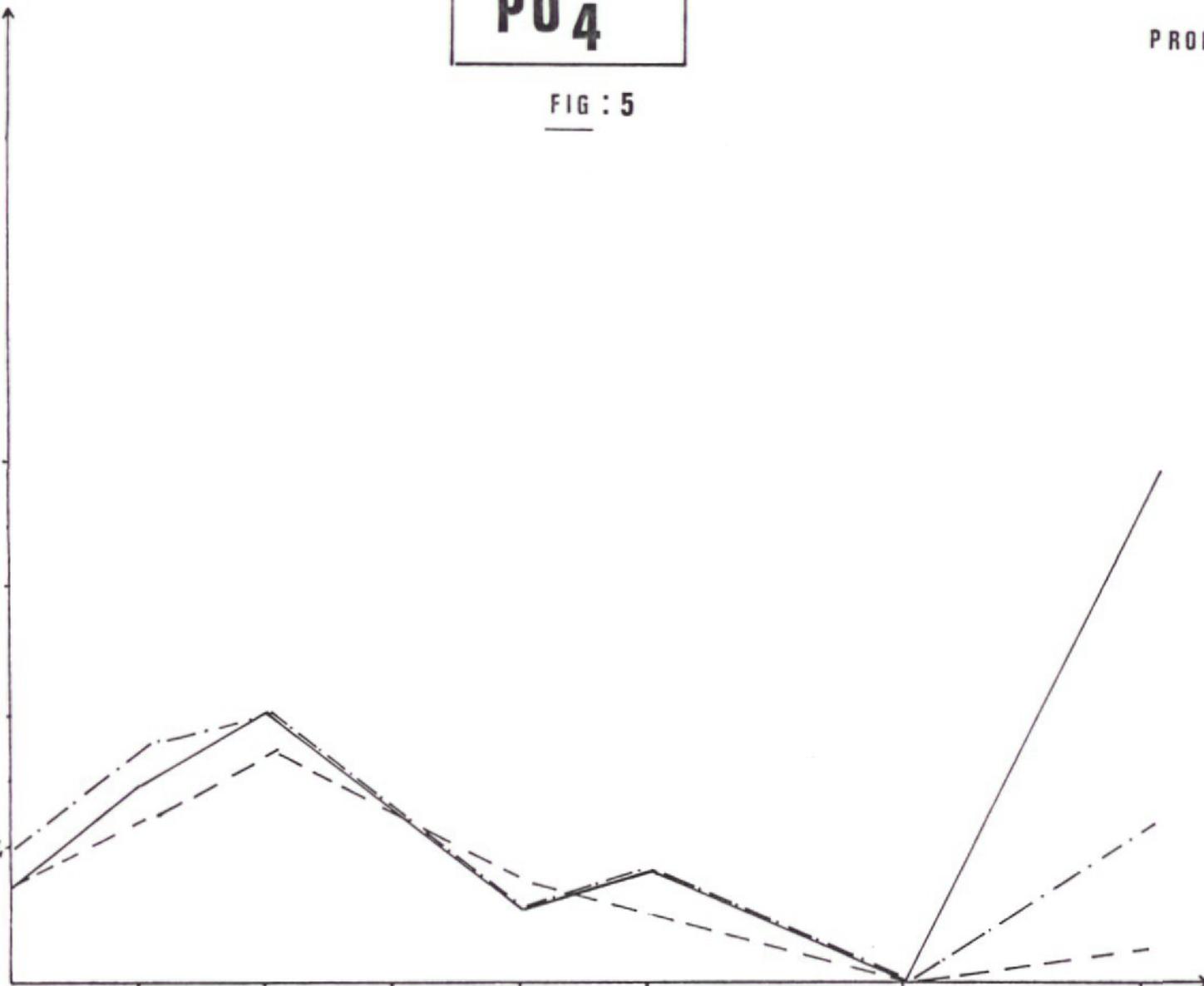
3/4

19/4

25/5

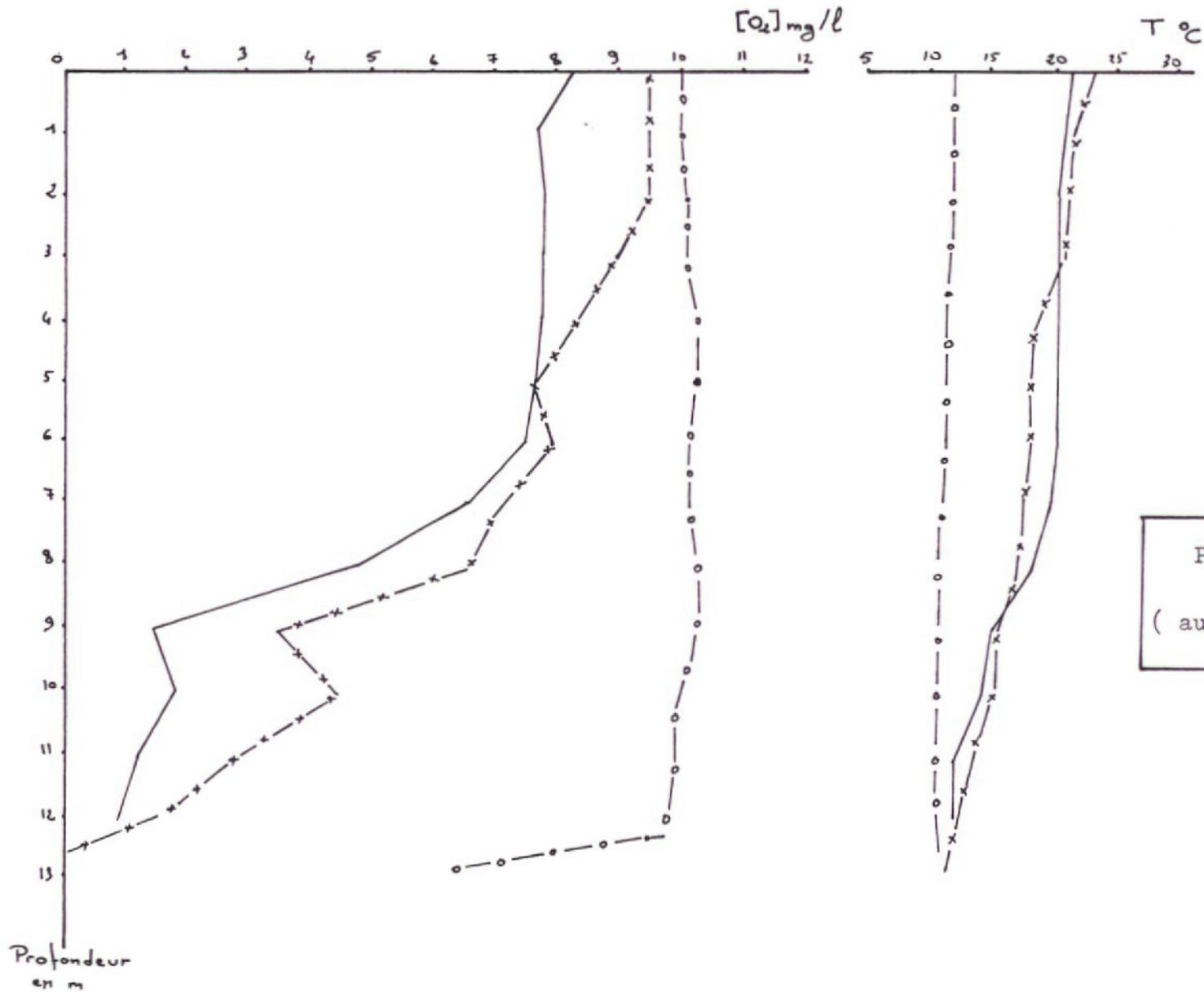
20/6

date du prelevement



Oxygène dissous immédiat

Température de l'eau



— Juillet 1979
- - Juin 1979
- - Avril 1979

PLAN D'EAU DE PONT L'EVEQUE
(au niveau de la fosse de l'ile)

FIG : 6

cit en oxygène sera proportionnel à la quantité de matière morte déposée sur le fond .

Les fosses , véritables réservoirs de matières organiques en décomposition sous forme de vases noires , voient ainsi baisser leur taux d'oxygène à mesure de l'avancement du Printemps . La décomposition , étalée régulièrement durant la période végétative des plantes considérées , n'a pas pu atteindre comme l'an dernier , avec la brutale submersion des hélophytes littoraux * , des valeurs de 20 % de saturation au fond . Les 47 % de cette année rendent mieux compte de la physiologie du plan d'eau .

1.1.2. - Principaux sels nutritifs .

Les valeurs enregistrées à différentes profondeurs pour l'oxygène conditionnent la distribution surface - profondeur des éléments ionisés en modulant leur oxydation .

1.1.2.1. - Les phosphates . (Fig : 5)

Dans un lac oligotrophe , c'est à dire bien oxygéné à toutes profondeurs et durant toute l'année , le phosphore se fixe irréversiblement dans la vase . Dans un plan d'eau où une certaine désoxygénation des fonds apparaît en été , le phosphore fixé dans les vases durant l'hiver (période de bonne oxygénation des fonds) est restitué en été avec le déficit en oxygène (voir Fig : 7) .

C'est bien la situation retrouvée à Pont l'Evêque , où les phosphates , maintenus en hiver à des concentration non

* hélophytes littoraux : végétaux colonisant la zone de balancement des eaux lacustres (NOIRFALISE A.)

négligeables , diminuent à la surface et à mi-hauteur pour quasiment disparaître au début de l'été en raison de la forte assimilation de cet ion par les végétaux . La teneur en profondeur augmente brutalement entre le 25 / 05 / 79 et le 20 / 06 79 parallèlement à un déficit en oxygène également plus marqué dans cette même période .

1.1.2.2. - Matières azotées . (Fig 3 et 4)

Nitrates et azote ammoniacal .

Les nitrates du plan d'eau , formes achevées de la minéralisation de l'azote organique , conservent des concentrations sensiblement analogues à toutes profondeurs jusqu'au 25/05/79 où s'opère une diminution des valeurs de surface associée à une légère remontée en profondeur et ceci pour les mêmes raisons que les phosphates .

Globalement , les concentrations ont diminué depuis 1978 , la différence servant au développement d'un plancton plus riche et à la mise en place des vastes herbiers observés cette année .

L'azote ammoniacal (NH_4^+) atteint en concentration des valeurs élevées au fond lors des premières décompositions des herbiers et autres productions du plan d'eau (voir Fig : 3)

La présence de cet ion témoigne de l'incapacité du lac à minéraliser les substances organiques mortes , d'où le risque de voir s'accumuler des substances putrides si le plan d'eau reçoit trop régulièrement des eaux polluées .

1.1.2.3. - Les sulfates .

La campagne d'étude de l'été 1978 soulignait l'abondance des sulfates dans le plan d'eau , en liaison avec la nature géologique du substrat profond (argiles de l'Oxfordien) . Fortement dilués lors des crues du printemps 1978 , ils n'ont pas encore rejoint leur concentration initiale . (en surface ; Mars 1977 : 135 mg / L , Mars 1978 : 55 mg / L , Mars 1979 : 63 mg / L)

La zone d'émergence de la nappe reste la partie du lac la mieux pourvue en sulfates avec 160 mg/ L le 9 Janvier 1979 . Elle coule en quantité insuffisante pour remonter à elle seule les concentrations du plan d'eau . Il faut voir dans la lenteur de renouvellement des sulfates un effet du colmatage des fonds par les particules fines issues à la fois de l'érosion des berges et surtout de la décomposition des matières organiques synthétisées après les crues .

1.1.3. - Micropolluants .

Parmi les éléments trouvés dans le plan d'eau , certains , présents en quantité inférieure à celle des formes décrites plus haut, peuvent être la cause de toxicité par accumulation au cours des étapes de la chaîne alimentaire .

C'est le cas des métaux lourds et des pesticides organochlorés .

D'autres affectent la physionomie des eaux, par exemple les détergents .

Nous avons envoyé des prélèvements d'eau au laboratoire

régional et départemental de biologie et d'hygiène : aucun des micropolluants analysés ne présente à ce jour de concentration préoccupante . Le plomb , malgré la proximité de l'autoroute , n'atteint pas les seuils de toxicité (voir fiche d'analyse complète reproduite en annexe). Cependant sa concentration dans les vases qui bordent l'autoroute est déjà double de celle que l'on a pu trouver dans les zones plus éloignées .

1.2. - Qualité des émissaires . (voir fig: 8)

Un seul des trois émissaires principaux qui alimentent le plan d'eau ne présente pas d'inconvénients pour celui ci : la source des cotteaux de Betteville . Les deux autres conservent une qualité douteuse , sinon même encore inférieure à celle de l'année précédente . Nitrates, phosphates et azote ammoniacal interviennent à des concentrations différentes selon l'origine des polluants .

Nous avons distingué, sur le tableau de la fig: 8 , périodes hivernales et printanières car dans les secondes, les phénomènes de synthèses organiques infléchissent les concentrations des principaux agents polluants .

1.2.1. - Ruisseau de la ferme .

Issu à l'origine d'une ramification de la source de Betteville, ce ruisseau traverse la mare de la ferme, reçoit des eaux en provenance de la porcherie et du poulailler et s'inscrit dans les pâtures voisines, où le bétail vient s'y abreuver, avant de terminer son périple dans le plan d'eau . Il renferme un taux important de phosphates et surtout d'azote ammoniacal, éléments classiques des pollutions animales (urines et matières fécales), où l'azote est incomplètement minéralisé .

FIG : 8

ANALYSES QUALITATIVES ET QUANTITATIVES DANS LES APPORTS PERIPHERIQUES DU PLAN D'EAU .

	Ruisseau de la ferme			Ruisseau CD 48 - Autoroute		
Eléments ionisés	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺
<u>Moyennes</u> en mg / l						
Moyennes hivernales	3,17	0,69	0,55	5,15	0,29	0,11
Moyennes printanières	2,45	0,46	0,36	2,95	0,59	0,08
Debit le 20 / 06 / 79	6,5 L / S			0,14 L / S		

1.2.2. - Emissaire situé dans le coin CD48 - autoroute .

Cet émissaire contient moins d'azote ammoniacal, plus de nitrates et une quantité légèrement inférieure de phosphates par rapport à l'échantillon précédent . Ces caractéristiques l'apparentent à une pollution d'origine domestique et diffuse .

Cependant, des chlorures en quantité abondante accompagnent ces éléments (412 mg/l le 9/01/79). Leur présence est liée au salage hivernal de l'autoroute. Nous trouvons en effet dans le prélèvement des ions sodium respectant le rapport stochiométrique des volumes correspondant au chlorure de sodium avec toutefois un léger excès de chlore.

La part de ces deux émissaires dans le remplissage du plan d'eau représente à peu près un cinquième des apports (d'après calcul des débits effectué le 20/06/79 et estimation du B.E.T.U.R.E.), le reste du remplissage étant en temps normal assuré par la nappe .

L'importance qualitative et quantitative des deux ruisseaux collatéraux principaux n'est donc en aucun cas négligeable, surtout en raison de l'effet cumulatif des pollutions engendrées. Des deux émissaires, celui la ferme s'avère le plus inquiétant: alors que le ruisseau du coin CD 48 - autoroute est quasiment à sec en dehors des périodes pluvieuses, les apports de la source, stabilisés par la mare de ferme traversée, assurent à l'émissaire de la ferme un débit continu et abondant toute l'année.

Parmi les travaux d'aménagement simples à effectuer pourrait donc être envisagée une modification du tracé de cet émissaire .

Interprétation synthétique des données physicochimiques

Stade d'évolution dans l'échelle trophique

Bien pourvu naturellement à l'origine en sulfate et en calcium , le plan d'eau peut suivre une évolution très rapide si les facteurs limitants de son développement lui sont fournis trop régulièrement (nitrates et phosphates indispensables à la synthèse des éléments organiques) . Citons pour exemple l'apparition brutale des algues vertes filamenteuses au Printemps 1978 après les crues , et la croissance non moins rapide cette année , après stabilisation du milieu , des herbiers de macrophytes (Potamots , Renoncules) .

Nous pourrions déduire hâtivement de la lecture des graphiques reproduits dans ce chapitre que l'eutrophisation * est déjà sérieusement amorcée . En pratique , ce n'est pas le cas ; les fosses profondes ne peuvent représenter la réalité du milieu puisqu'elles constituent des lieux d'accumulation préférentielle et de concentration des produits de dégradation de la matière organique . La zone tropholytique* se trouve donc d'autant plus réduite tout en conservant une grande quantité de matériel à dégrader . C'est ce que B. DUSSART , spécialiste de limnologie , appelle un cas de pseudoeutrophisation .

Cet "effet de fosse" ressort d'ailleurs avec netteté de l'examen de la figure 6 . Nous y remarquons , pour des températures à peu près constantes , une brusque inflexion de la courbe de teneur en oxygène

* Eutrophisation : un lac eutrophe est un lac trop enrichi où les plantes poussent d'une manière excessive .(P. LAURENT).

Tropholytique :se dit de la zone de décomposition des matières vivantes synthétisées dans la zone trophogène du lac .

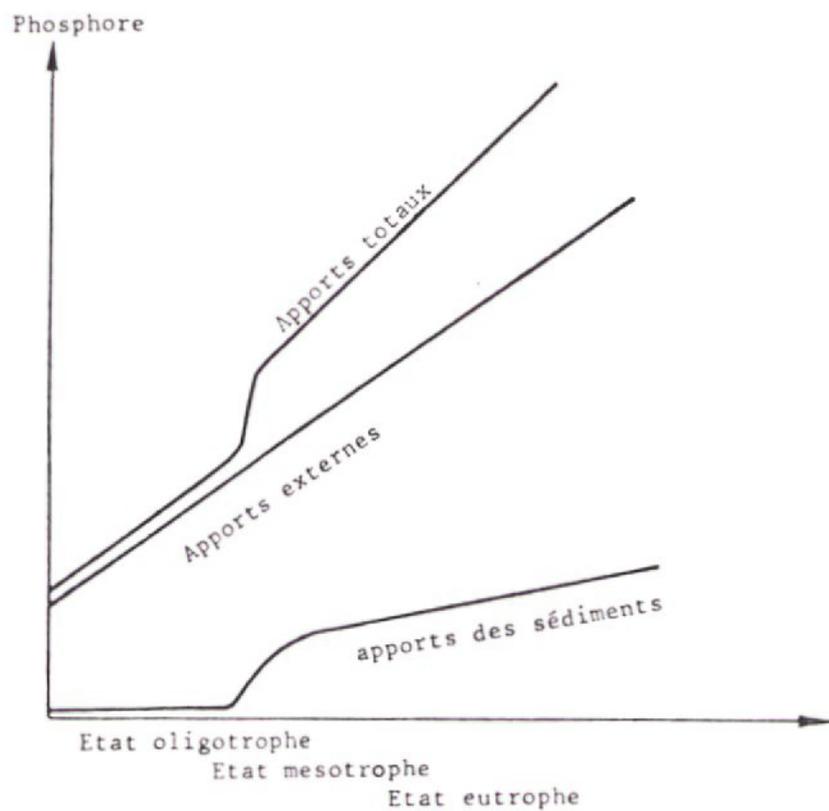


Fig. 7 Evolution schématique d'un lac, de l'état oligotrophe, riche en oxygène hypolimnique, à l'état eutrophe, à faible teneur hypolimnique en oxygène (d'après Vollenweider).

* hypolimnique : en profondeur .

entre 7 et 8 mètres de profondeur , ce qui correspond sensiblement à la profondeur d'ouverture des fosses .

En nous reportant par ailleurs à des travaux publiés sur l'eutrophisation , accompagnés de tentatives de classification , nous pouvons confirmer que le lac de Pont l'Evêque , avec des teneurs hivernales en surface (c'est à dire indépendantes de l'effet de concentration des fosses) de 0,5 mg/l de nitrates (soit 0,11 mg/l d'azote nitrique) et de 0,08 mg/l de phosphates (soit 0,026 mg/l de phosphore) se rattache plutôt aux lacs mésotrophes (cf travaux de NOIRFALISE et SAKAMOTO fig. 9 et 10)

Le terme mésotrophe indique une étape de transition entre le type oligotrophe * et le type eutrophe . Cet état exige un entretien régulier du plan d'eau en vue d'une stabilisation ou même d'une amélioration , entretien indispensable si l'on considère qu'une nouvelle crue analogue à celle de 1978 peut se reproduire dans les dix années à venir . Nous verrons ultérieurement la nature et les modalités de ces travaux d'entretien .

Pour confirmer ces premières analyses , il nous reste l'étude des biocénoses*, dont la nature procède directement de l'état du plan d'eau .

* oligotrophe : pauvre en éléments nutritifs et donc concurremment pauvre en herbier .

* biocénoses : peuplement qui se constitue dans des conditions écologiques données, et qui se maintient dans un état d'équilibre dynamique .

FIG: 9 - Caractères hydrobiologiques des eaux . (NOIRFALISE A.)

	Eaux oligotrophes	Eaux mésotrophes	Eaux eutrophes	Eaux polytrophes et polluées
Teneurs chimiques des eaux hivernales - mg N (NO ₃)/l ..	0,1 à 0,5	0,3 à 0,5	0,4 à 0,7	1 à 1,5 (présence d'ammoniaque)
- mg P (PO ₄)/l ..	0,001 à 0,005	0,005 à 0,01	0,01 à 0,1	0,1 et 1 et plus
Transparence des eaux	8 - 10 m	3 - 5 m	1 - 3 m	moins de 1 m
Oxygénation des eaux profondes....	très bonne (80 - 90 %)	bonne (50 - 80 %)	déficiente (20 - 50 %)	très déficiente (moins de 20 %)
Densité algale, mm ³ /l	1 à 3	3 à 5	5 à 10	10 à 20
Productivité végétale - annuelle en gr C/m ²	10 à 25 gr	25 - 75 gr	75 - 250 gr	350 - 500 gr
en T/ms/ha	0,25 - 0,60	0,60 - 1,9	1,9 - 6,2	8,5 - 12,5
- journalière moyenne, mg C/m ²	30 - 100	100 - 300	300 - 1 000	600 - 1 500
- maximum journalier, mg C/m ² ...	150	600	1 200-1 600	4 000-8 000

FIG : 10 -Degré d'eutrophie d'un lac d'après sa charge interne en Phosphore et en Azote . (SAKAMOTO)

	P total en mg/l	N total en mg/l
lacs oligotrophes	0,002 - 0,020	0,02 - 0,2
lacs mésotrophes	0,010 - 0,030	0,1 - 0,7
lacs eutrophes	0,010 - 0,090	0,5 - 1,3

2 - AUTRES ELEMENTS D'APPRECIATION DE L'ETAT DES EAUX .

2.1. - Les biocenoses .

2.1.1. Le plancton

2.1.1.1. - Analyse qualitative .

Un échantillonnage de plancton , prélevé en Juin 1979 et confié à Mr TASSIGNY du laboratoire écologique de Trouville, n'a guère apporté de résultat satisfaisant .

Zoo et Phytoplancton sont toujours pauvres en espèces, lesquelles diffèrent de la campagne de prélèvements 1978 pour le phytoplancton et se maintiennent sensiblement pour le zooplancton. C'est pourquoi Mr Tassigny conseille un suivi régulier des populations planctoniques, accompagné de mesures quantitatives dynamiques .

Dans le phytoplancton récolté en Juin 1979, nous remarquons la présence de Ceratium hirundinella , Peridinium sp et Anabaena constricta , espèces indicatrices des lacs mésotrophes, accompagnées de Chlorophycées électives des milieux oligotrophes telles que Staurastrum paradoxum , Mougeotia sp , et enfin quelques organismes rattachés aux milieux eutrophes : Euglena sp, Trachelomonas vovocinopsis .

Parmi tous ces genres et espèces prédominent en pleine eau les Peridiniens (Ceratium et Peridinium) ; sur la végétation de fond, seule Anabaena constricta se trouve en abondance par endroit.

Les espèces dominantes du lac sont donc des espèces

Fig II

TENEURS EN PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS

DU PLAN D'EAU DE PONT L'EVEQUE, A 5 METRES DE PROFONDEUR

Date du Pigments en Microg/l. Prelèvement	15/3/79	3/4/79	19/4/79	25/5/79	20/6/79
Chlorophylle a	3,33	3,74	4,22	1,56	1,66
Chlorophylle b	0,38	0,55	0,88	0,35	0,76
Chlorophylle c	4,34	5,44	6,47	2,43	2,84
Chlorophylle a corrigée	1,84	3,52	3,39	0,64	0,8
Phaeopigments	3,65	2,92	2,87	1,94	2,07

inféodées aux milieux mésotrophes; la variabilité des espèces rencontrées s'explique par la fragilité de ce type de milieu, caractérisé justement par une succession de modifications et une grande fluctuation des critères (B. DUSSART) .

2.1.1.2. - Mesures de biomasses et de productivité
primaire

La productivité primaire est une donnée biologique dynamique à l'inverse de la biomasse, mesure instantanée de la matière vivante en suspension dans l'eau. Apprécier cette matière vivante, c'est également définir la productivité du plan d'eau puisque, synthétisée par les producteurs primaires (algues du plancton), la matière vivante conduit par divers maillons de la chaîne alimentaire aux poissons et à l'homme (consommateurs primaires, secondaires, tertiaires,...) .

A partir de la mesure des pigments chlorophylliens, les chlorophylles a, b, c , nous avons pu estimer la biomasse phytoplanctonique présente dans l'eau lors des prélèvements, étalés de Mars à Juillet 1979 à plusieurs profondeurs . L'intérêt des chlorophylles b et c est essentiellement de permettre la distinction entre les Chlorophycées (algues vertes) d'une part , qui ne contiennent que les chlorophylles a et b, et les Bacillariophycées qui ne contiennent que les chlorophylles a et c d'autre part.

Nous avons retenu pour le tableau de la figure 11 les valeurs enregistrées au niveau de la fosse à 5 m de profondeur. Il ressort de ce tableau que le phytoplancton est plus abondant au début du Printemps (3 Avril). Quant aux quantités relevées, elles sembleraient plutôt rattacher le plan d'eau à un stade oligomésotrophe si l'on se réfère-

re à des études du C.T.G.R.E.F. déjà publiées sur ce sujet . Par contre les fortes teneurs en chlorophylle c confirment la dominance des Peridiniens exposée précédemment .

2.1.2. - Les macrophytes

Les algues vertes filamenteuses, appelées à disparaître selon notre précédente étude ont en effet fait place à des plantes supérieures monocotylédones vivaces, les Potamots (ici Potamogeton rutilus), qui couvrent une surface à peu près continue dans les zones littorales jusqu'à trois ou quatre mètres de profondeur. Des renoncules divariquées (Ranunculus divaricatus) et quelques rares plantains aquatiques (Alisma plantago aquatica), myriophylles en épis (Myriophyllum spicatum) et renouées amphibies (Polygonum amphibium) complètent la physionomie des herbiers. (voir photos 3,4,5,7).

Occupant une partie prépondérante de la zone littorale, ces Potamots, plantes très "herbeuses", gênent déjà la pratique de la pêche au coup, de la planche à voile et de la baignade. Les sangsues y trouvent d'excellents supports dans un milieu mésotrophe qui favorise leur apparition.

Les herbiers les plus importants se développent sur le littoral qui borde l'autoroute, où la pente des fonds est la plus faible (voir photo 2). A la fin de leur cycle végétatif, ces herbiers flottent jusqu'aux berges opposées, entraînés par les vents dominants (voir photo 6), ou n'atteignent pas ces berges et vont accroître le déficit en oxygène des fosses en s'y décomposant : se reporter à la fig 12 qui représente une section du plan d'eau, mettant en évidence le risque d'accumulation préférentielle dans les fosses (transect suivant la direction des vents dominants)

COUPE TRANSVERSALE DU PLAN D'EAU DE PONT L'ÉVEQUE

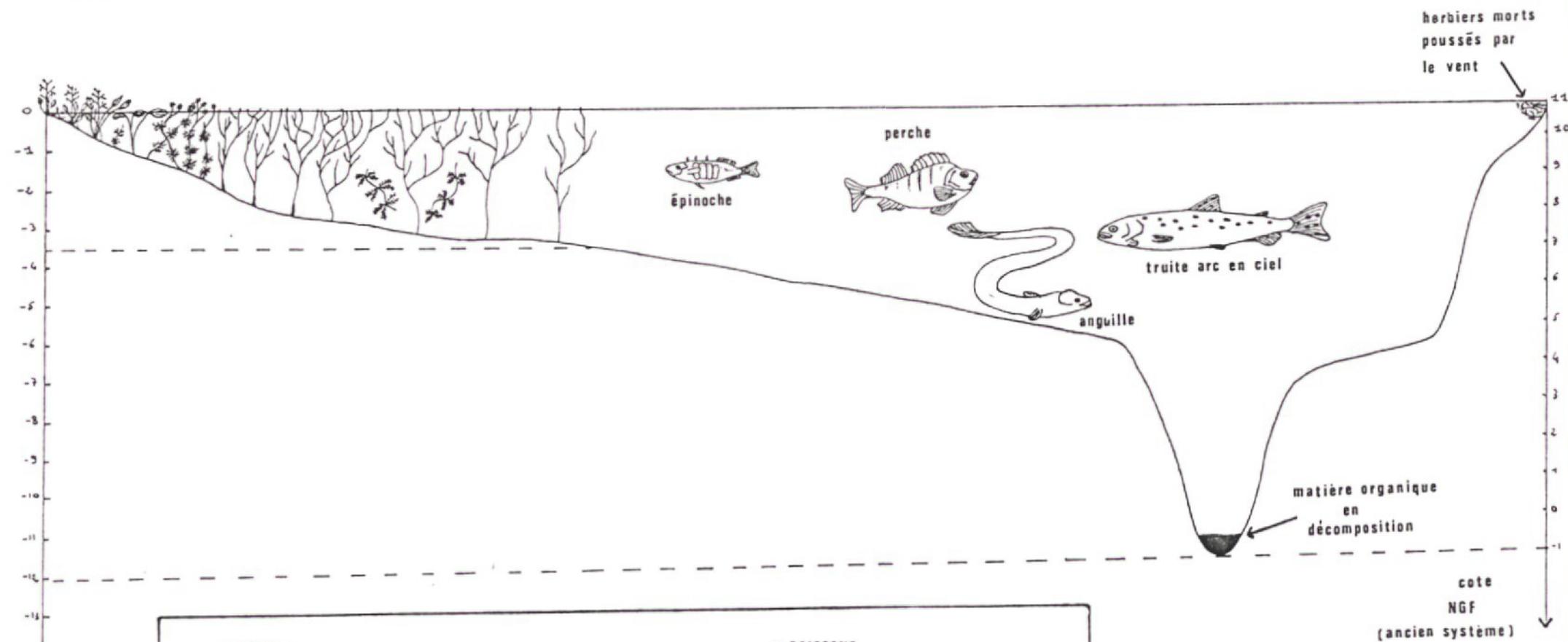
FIG 12

(d'après sondage par ultra sons)

coté
autoroute

Vents dominants
Ouest-Est

coté ile



● HERBIERS



Polygonum amphibium

Alisma plantago

Ranunculus divaricatus



Potamogeton
rutilus



Myriophyllum
spicatum

● POISSONS

Gasterosteus aculeatus

Perca fluviatilis

Salmo irideus

Anguilla anguilla

Pour ces raisons, nous préconisons l'élimination partielle de ces végétaux de manière à faciliter la pratique des activités de loisir et à limiter les risques d'enrichissement du plan d'eau en supprimant les excédents de production.

Remarquons à titre indicatif, pour finir ce paragraphe consacré aux herbiers, le développement marginal de Charas (plantes se développant dans les lacs calcaires non pollués) dans l'anse où débouche la source des coteaux de Betteville, plus fraîche et plus propre que le plan d'eau.

2.1.3. - Les invertébrés .

Le S.R.A.E. dispose d'un certain nombre de prélèvements formolés qui n'ont pu faute de temps être déterminés . Nous avons cependant noté , au cours de nos déplacements sur le terrain, la persistance d'organismes tels que les sangsues du genre Erpobdella , les corises et les planorbes : trois genres qui abondent dans les milieux déséquilibrés ou pollués.

2.2. - Analyses bactériologiques.

Les microorganismes installés dans le plan d'eau appartiennent à deux types bien distincts .

- d'une part, des microorganismes dont les eaux constituent l'habitat normal. Ils assurent la biodégradation de la matière organique.

- d'autre part, des microorganismes d'origine le plus fréquemment exogène, fécale en particulier, ne pouvant se reproduire dans le plan d'eau, trop étranger à leur propre milieu (température 37°); ils y survivent un certain temps , fonction des paramètres ambiants (temps , humidité , ensoleillement).

Fig 13

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE
DES EAUX DE LA ZONE DE BAINNADE

Nature des Micro-organismes	9 Sept. 77	10 Août 78	1er Déc. 78
Bactéries coliformes/ 100 ml. d'eau	60	2.400	43
Coliformes fécaux/ 100ml. d'eau	60	90	43
Streptocoques fécaux/ 100 ml. d'eau	60	90	3
Salmonelles/ 100 ml. d'eau	0	0	0

(D'après le laboratoire départemental et régional de Biologie et d'Hygiène
de CAEN)

En général, les contaminations par microorganismes pathogènes sont presque toujours d'origine fécale. Or, la diagnose de ces germes s'avère délicate. C'est pourquoi les laboratoires recherchent plutôt des indicateurs fécaux, dont la présence signifie, avec une précision acceptable, la possibilité de contamination par d'autres germes plus dangereux.

Plusieurs analyses, effectuées le 9 Septembre 1977, le 10 Aout 1978, le 1er Décembre 1978 et le 8Mai 1979 ont révélé pour les coliformes (totaux et fécaux), les streptocoques fécaux et salmonelles, des seuils largement satisfaisants. La zone de plage, plus proche de la Touques, avec 43 coliformes fécaux pour 100 ml d'eau, se maintient, malgré cette concentration légèrement supérieure à celle des autres parties du lac, dans un état qui ne peut en aucun cas influencer la pratique de la baignade, du moins pour une contamination fécale. (se reporter aux valeurs guides de la figure 14)

Cependant d'autres germes, moins dangereux, figurent dans le plan d'eau. Les staphylocoques pathogènes, responsables d'affections pyogènes*et suppurations locales (BREMOND R., PERRODON C.) ne sont pas généralement, ou du moins pas exclusivement, d'origine fécale. La recherche des indicateurs fécaux ne peut leur servir de tests d'alarme puisqu'ils sont issus de matières non fécales; ils ne deviennent préoccupants que dans la mesure où un facteur extérieur en provoque une prolifération exceptionnelle. C'est le cas des zones fortement enrichies par la décomposition des herbiers repoussés sur le bord par le vent et les vagues, ou plus localement par celle des truites arc en ciel, mortes en grand nombre dans le mois qui a suivi leur introduction. Il a fallu cependant un

* Pyogène : qui entraîne la suppuration .

Fig : 14 • Directive du 8 décembre 1975
 QUALITE REQUISE DES EAUX DESTINEES A LA BAINNADE *

N°	Paramètre	Unité	Valeur guide G	Valeur impérative I	Fréquence des contrôles
1	Coliformes totaux	100 ml	500	10 000	bimensuelle
2	Coliformes fécaux	100 ml	100	2 000	bimensuelle
3	Streptocoques fécaux	100 ml	100		(1)
4	Salmonelles	Litre	—	0	(1)
5	Enterovirus	PFU/10 l	—	0	(1)
6	pH	unité pH	—	6 à 9	
7	Coloration	visuelle	—	pas de changement anormal	bimensuelle (1)
8	Huiles minérales	visuel mg/l	— 3	pas de film ni d'odeur	bimensuelle (1)
9	Substances tensio-actives réagissant au bleu de Méthylène	visuel mg/l	— 0,3	pas de mousse	bimensuelle (1)
10	Phénols	visuel mg/l C ₆ H ₅ OH	— 0,005	absence d'odeur 0,05	bimensuelle (1)
11	Transparence	mètre	2	1	bimensuelle
12	Oxygène dissous	%	80 à 120	—	(1)
13	Résidus goudronneux matières flottantes...	visuel	—	absence	bimensuelle
14	Ammoniaque		—	—	à vérifier si eutrophisation
15	Azote Kjeldahl		—	—	
16	Pesticides (parathion, HCH, dieldrine...)		—	—	(1)
17	Métaux lourds, arsenic, cadmium chrome 6+, plomb, mercure...		—	—	(1)
18	Cyanures		—	—	(1)
19	Nitrates et phosphates		—	—	à vérifier si eutrophisation

(1) Teneurs à vérifier par les autorités compétentes lorsqu'une enquête effectuée dans la zone de baignade en révèle la présence possible ou une détérioration de la qualité des eaux.

* in " les paramètres de la qualité des eaux "

concours de circonstances particulièrement défavorables pour réunir suffisamment de matières vivantes en décomposition susceptibles de contaminer les baigneurs. Au dire du gardien du centre et des maitres nageurs, une quinzaine de personnes ont présenté des symptômes correspondant à des infections cutanéomuqueuses imputables aux staphylocoques, durant le mois de Juillet. Nous pouvons d'ailleurs ajouter qu'une prolifération de bactéries autres que fécales s'est déjà produite en Aout 1978, au moment du déclin des grands herbiers de Potamots et surtout d'algues vertes; pendant l'hiver ou la saison précédente (avant enrichissement par les crues), toute la pollution bactérienne était sous forme fécale (voir fig: 13)

Nous avons également envisagé une autre interprétation, incriminant les oiseaux aquatiques de tout ordre par le biais de leurs rejets et des microorganismes qu'ils transportent sur leurs pattes (par contact avec des lieux souillés). Ces germes, combinés aux herbiers morts flottants de potamots, aboutiraient aux berges est du plan d'eau (zone de baignade et de planche à voile) . En pratique, la superficie du plan d'eau implique une telle dilution qu'un tel apport de bactéries pathogènes reste marginal. Il n'est pas impossible toutefois que cet apport complémentaire puisse contribuer à augmenter le phénomène précédemment décrit.

Ces pollutions microbiennes ne devraient plus se reproduire si un faucardage régulier élimine tous risques d'accumulation de dépôts végétaux sur les bords

Conclusion du chapitre 1

Le développement d'un peuplement stable et diversifié, sans prolifération d'espèces indésirables, suivra la stabilisation chimique du milieu, autrement dit la cessation durable des apports brutaux de matières nutritives au milieu (crues) . Déjà, certaines espèces pionnières telles les algues filamenteuses ont été remplacées par des plantes supérieures vivaces. Les sous-saturations en oxygène ainsi que les concentrations des principaux agents polluants sont inférieures à celles de l'année précédente .

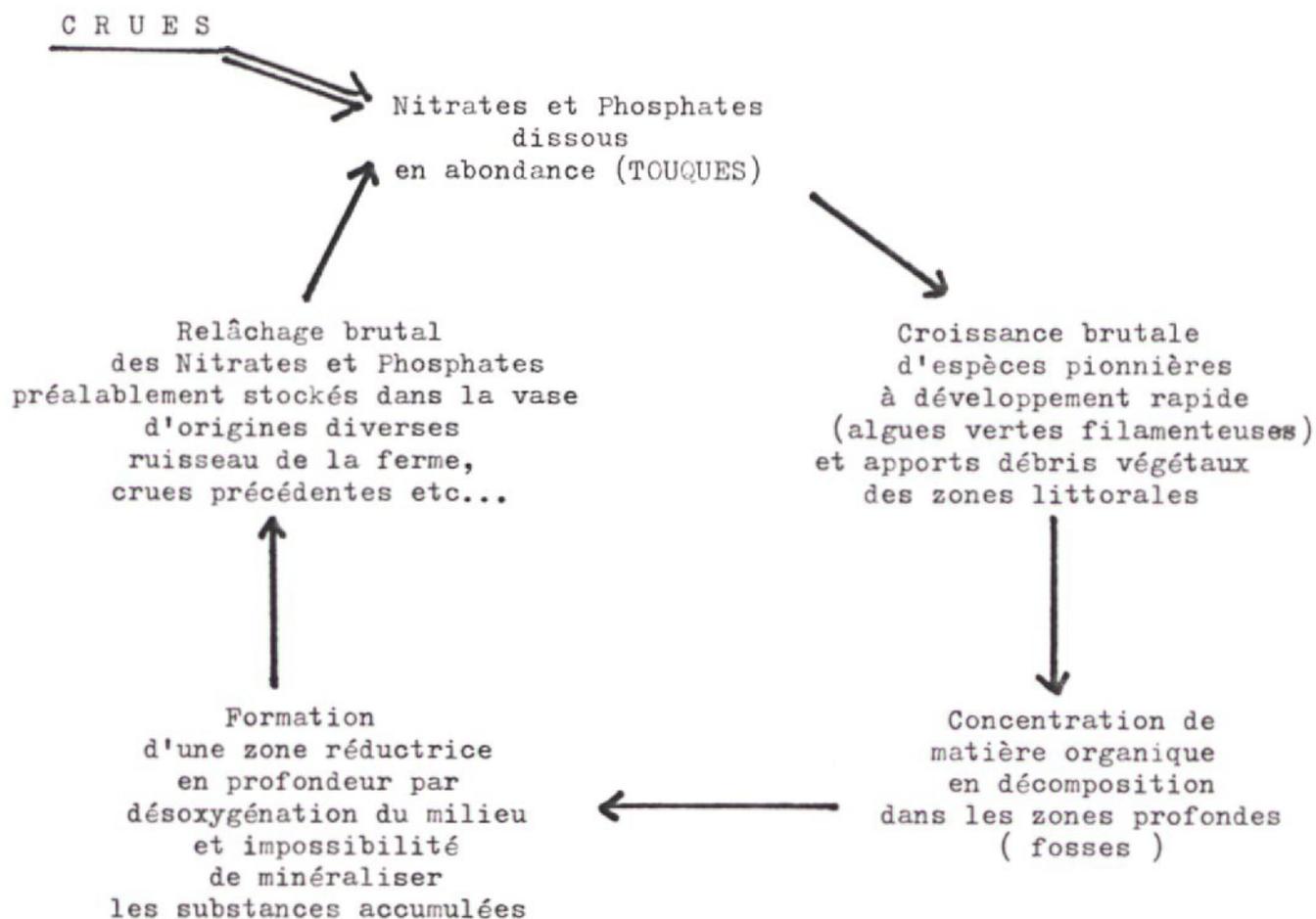
La situation n'en reste pas moins précaire. Toute extension de la zone réductrice profonde remet en solution les nitrates et phosphates fixés dans les vases. L'évolution du lac peut connaître un changement rapide à la prochaine crue, suivant le processus décrit dans la figure 15 . Nitrates et phosphates des crues, rapidement assimilés par les espèces pionnières, provoquent indirectement l'extension de la zone réductrice. Celle ci à son tour entraîne le déstockage brutal des nitrates et phosphates de la vase. Le cercle est fermé . Le système s'autoentretient, si bien que les effets de chaque nouvelle crue s'étalent sur une période un peu plus longue.

La bonne qualité microbiologique des eaux ne peut être remise en question pour le moment à condition de respecter certaines précautions élémentaires comme l'élimination des herbiers en décomposition à proximité de la plage. Le ramassage des coupes fraîches doit suivre de près les opérations de faucardage.

Fig 15

ACCELERATION AUTO - ENTRETEENUE DE LA DEGRADATION DU LAC

EN CAS DE CRUES REPETITIVES



CHAPITRE II : AMENAGEMENT ET TRAVAUX D'ENTRETIEN

3.1. - AMENAGEMENT PISCICOLE .

Jusqu'aux crues du Printemps 1978, l'épinoche était la seule espèce indigène du plan d'eau. Elle constituait un obstacle majeur à l'empoissonnement. Seules quelques anguilles venaient s'associer à ce petit poisson, dont le caractère querelleur et les dégâts occasionnés aux frayères gênent considérablement le développement d'autres espèces.

Deux éléments ont modifié ce premier aspect peu engageant de l'aménagement piscicole.

3.1.1. -Le déversement de truites arc en ciel.(photos 8 et 9)

La fédération des A.P.P. du Calvados a déversé une tonne de truite de pisciculture adulte (soit 3800 truites environ) dans ce milieu peu propice à leur croissance. Moins exigeant que la truite commune, ce poisson demande cependant des eaux froides (température inférieure à 22° C), claires, bien oxygénées (teneur en oxygène supérieure à 6 cm³/l soit 8,58 mg/l selon M. HUET), que le plan d'eau n'est pas toujours capable de fournir. Si en surface la teneur minimale en oxygène est toujours assurée, en raison des phénomènes estivaux de sursaturation, la température y est par contre insuffisante. Inversement, en profondeur, la température assez basse en été s'accompagne d'une désoxygénation.

La truite arc en ciel adulte se révèle donc peu intéressante comme poisson de base (ce qui ne signifie pas qu'elle doit être exclus également comme poisson de complément pour peu que les pêcheurs y trouvent un plaisir supplémentaire) . Elle est gênée par les conditions du milieu, ne peut se reproduire et utilise donc fort mal la productivité du lac.

Nous avons fréquemment trouvé des truites cherchant un peu de fraîcheur au voisinage de la source des coteaux de Betteville ou errant par bandes près de la surface, à la recherche de nourriture.

Plus d'une cinquantaine de ces poissons furent retrouvés morts le long des berges dans le mois qui suivit l'empoisonnement. Le transport et le changement de milieu, la difficulté de trouver de la nourriture dans un milieu où elle ne leur est plus fournie artificiellement chaque jour, et enfin les conditions d'oxygénation et de température, en sont les principales raisons.

3.1.2. - L'introduction fortuite de la perche. (photo 10)

Les premières pêches suivant l'ouverture du plan d'eau au public ont révélé l'existence de perches de belle taille, prélevées par les crues dans les plans d'eau amont au Printemps 1978. Avec un tel prédateur, la population d'épinoche a déjà régressé de telle manière que seules quelques bandes éparses nageaient le long du bord cet été, remplacés localement par des alevins de perches de l'année.

Bien entendu, il faudra par la suite introduire du poisson blanc comme poissons fourrage de la perche (tanches, gardons, carpes), afin de limiter les risques de cannibalisme et de prédation sur les truites comme certaines blessures observées nous l'ont déjà fait craindre.

Enfin, pour éviter le nanisme, fréquent chez la perche en raison de sa prolificité et de la raréfaction de nourriture qui s'ensuit, un deuxième carnassier doit en freiner le développement. Si la truite arc en ciel ne peut remplir cet office, il faudra songer au brochet, malgré les risques de le voir gagner la Touques;

C'est à peu près le seul prédateur vivant en cohabitation durable avec la perche.

Il est indispensable de prendre en compte tous ces éléments dans un plan d'eau non vidangeable, où les pêches de fond sont très difficiles; toute erreur dans le plan d'empoisonnement risque de se faire sentir à long terme.

3.2. - LUTTE CONTRE L'ENVAHISSEMENT DES HERBIERS .

3.2.1. - Nécessité de modérer le développement des herbiers.

A l'évidence, les herbiers de potamots constituent une gêne pour l'usager et ceci pour les deux raisons suivantes, déjà soulignées:

- les pêcheurs emmêlent leurs lignes dans les herbiers, et ne peuvent souvent remonter les poissons pêchés. Quant aux adeptes de la planche à voile et aux baigneurs, il est toujours désagréable pour eux d'évoluer au milieu des herbes immergées .

- ces potamots sont également la cause de nuisances indirectes en raison de la biomasse importante qu'ils représentent à la fin de leur cycle végétatif. Ils constituent le long des berges sous le vent des dépôts importants de matières végétales en décomposition ; ils peuvent engendrer une mauvaise qualité bactériologique des eaux ainsi qu'un enrichissement important et surtout trop brutal en matières organiques et donc en sels nutritifs, pouvant entraîner localement des mortalités de poissons par raréfaction de l'oxygène.

Par contre , poissons et alevins utilisent ces potamots

comme abris, frayères et même source de nourriture pour certaines espèces. A ce titre, il est indispensable d'en maintenir une fraction, toujours aux mêmes endroits. Les berges pêchantes garderont ainsi de place en place quelques herbiers où les pêcheurs feront des pêches abondantes et diversifiées.

Les potamots, plantes vivaces, repousseront. Il serait donc vain de vouloir les éliminer par une simple coupe. En revanche, cette opération, en plus de la commodité qu'elle procure, garde tout son intérêt : un ramassage des coupes fraîches éliminera autant de matériel nutritif excédentaire.

3.2.2. - Méthode de désherbage .

3.2.2.1. - Choix de la méthode .

En premier lieu, nous conseillons d'écarter la voie chimique qui, dans un plan d'eau où le phytoplancton a déjà du mal à s'établir, irait vers une augmentation du déséquilibre préexistant. Si les désherbants chimiques à base de Thiocyanate d'ammonium, d'aminotriazole, d'hormones et d'autres substances donnent d'assez bons résultats sur les plantes flottantes ou émergées, il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de plantes immergées comme le Potamogeton rutilus . Il ne présente aucune surface foliaire pouvant recueillir l'application. Un compte rendu du C.T.G.R.E.F. sur le traitement chimique des herbiers déconseille également ce type d'intervention en raison des conséquences possibles sur le phytoplancton et donc indirectement sur toute la vie du plan d'eau. Pour tous ces motifs, le désherbage mécanique semble plus approprié (faucardage).

3.2.2.2. - Période d'intervention et modalités :

La fréquence de faucardage dépend du cycle des plantes,

qu'il faut interrompre. Deux coupes donnent les meilleurs résultats : l'une au moment de la reprise de l'activité printanière qui veillera à épargner une zone de frayère proche de l'autoroute (les perches fraient en Mars-Avril), et quelques herbiers espacés sur le reste de la périphérie; enfin une deuxième coupe, la plus importante, après la floraison mais avant la maturité des graines. Cette dernière période, vers le début du mois de Juillet, coïncide avec le début de la saison estivale; ainsi les effets de cette coupe se prolongeront pendant toute la période touristique. Le plan d'eau n'est tout de même pas envahi par les herbiers, qui n'occupent que la frange littorale. De ce fait une seule coupe, la deuxième, sera certainement suffisante .

Le bateau faucardeur est sûrement l'engin le plus efficace, lorsqu'il s'agit d'une grande superficie. La profondeur de la barre de coupe sera la plus importante possible, puisque le Potamogeton rutilus s'installe jusqu'à trois ou quatre mètres de profondeur (voir photo 2) . Il est conseillé de sectionner les tiges près de la racine .

Les coupes seront ramassées rapidement, si possible in situ, avant qu'une partie d'entre elles ne coule dans les fosses.

3.3. - AMENAGEMENTS EN RAPPORTS AVEC L'AMELIORATION DE LA QUALITE DES EAUX

3.3.1. - Eliminations des fosses profondes.

L'existence des fosses contribue au maintien d'une mauvaise qualité des eaux en profondeur; en effet, en concentrant les matières en décomposition sous un faible volume, elles deviennent inéluctablement zones réductrices avec tous les inconvénients que cela comporte: élaboration de produits toxiques tels le sulfure d'hydrogène dissous à partir des sul-

fates d'origine géologique - déficit en oxygène - mortalité de poissons .

En comblant les deux fosses principales avec des matériaux inertes chimiquement (sables et graviers), la zone d'oxydation sera par là même ramenée à une surface beaucoup plus importante et moins profonde. L'oxygène dissous, abondant à ce niveau, permettra d'éviter la formation de cette zone de réduction. Il faudrait pour bien faire, établir la profondeur maximum du plan d'eau à sept mètres, à la naissance des saignées profondes (voir fig: 12)

En outre, cet oxygène, toujours présent au niveau des sédiments permettra de piéger irréversiblement dans celui ci les phosphates et nitrates en excédent selon le processus illustré dans la figure 7 pour le phosphore.

3.3.2. - Déviation de l'émissaire de la ferme.

La souce des coteaux de Betteville se divise en passant sous le CD 48. L'un de ses bras traverse la ferme, alimente une mare polluée, puis rejoint le plan d'eau après avoir traversé plusieurs pâtures où il sert d'abreuvoir aux troupeaux.

Diminuer le débit reviendrait à concentrer la charge polluante à la sortie. La seule mesure réellement efficace serait donc la déviation de cet émissaire. Plusieurs solutions sont envisageables:

- alimentation d'un fossé de ceinture où l'eau, avant de gagner le lac, s'épurerait par infiltration (non négligeable dans des remblais riches en graviers)

- rejet direct dans la Touques, à condition de pouvoir contourner le point bas.

- épandage dans les pâtures par un étalement judicieux du ruisseau. La charge polluante procurerait aux cultures un engrais bon marché.

CONCLUSION GENERALE

Quand nous disons, à la fin de l'étude physicochimique, que le plan d'eau se rattache au type mésotrophe, nous devrions plutôt parler de pollution et non de degré trophique, puisque ce lac est déjà pollué avant d'avoir commencé son évolution. Certains auteurs nous amènent d'ailleurs à distinguer eutrophisation et pollution. Selon J. VERNEAUX, "l'eutrophisation est un processus conduisant à l'état d'équilibre correspondant à une production optimale non en producteurs ou en décomposeurs, mais en consommateurs dont l'abondance optimale dans la diversité maximale sera représentative du stade le plus eutrophe". Dans le plan d'eau par contre, la modification de structure du peuplement initial, l'apparition puis la prolifération d'espèces électives d'apports particuliers (algues vertes filamenteuses), et la disparition plus ou moins rapide dans un certain ordre de tout ou partie du peuplement initial, constituent le syndrome de pollution. La pauvreté d'espèces du plancton relève du même processus. La réapparition de peuplements phytoplanctoniques variés sera le premier signe distinctif d'un retour aux conditions normales d'évolution.

L'apport brutal des eaux de la Touques l'année précédente a complètement perturbé l'écosystème, faisant donc apparaître des organismes tels que les algues filamenteuses qui sans ces modifications rapides, n'auraient jamais pu prendre cette extension. Des herbiers de Potamots et Renoncules tout aussi gênants, ont succédé à ces organismes. Le préjudice d'aspect a fait place à un embarras direct pour les usagers.

Dans un plan d'eau déséquilibré, la croissance des organismes les moins exigeants ne connaît pas de mesure. Toute prolifération anarchique entraîne une autre qui se développe à partir des produits de dégradation de la première. Loin de restituer aux buses de sortie les éléments chi-

miques dissous apportés de manière accidentelle (crues) ou chroniques (émissaire de la ferme), le plan d'eau piège pour une grande part les matières nutritives qui seront ensuite recyclées sans sortir de l'écosystème. En quelque sorte et sur une plus vaste échelle, le plan d'eau sert de bassin de décantation et d'épurateur biologique aux apports extérieurs.

Le milieu dispose de certaines ressources pour affronter ces agressions. D'une part, les matières nutritives, piégées par les producteurs primaires puis restituées à la mort des organismes, sont stockées dans les sédiments de fond. Ce dépôt peut être irréversible si les conditions d'oxygénation à ce niveau restent satisfaisantes. Ainsi certains lacs enrichis artificiellement conservent un bon état général tant que l'oxygène y est bien distribué, surtout au niveau des sédiments pendant l'été. Mais attention ! en cas de réapparition de zones réductrices en profondeur, tous les éléments stockés seront restitués en même temps (fig : 15) . Comme nous l'avions souligné l'année précédente, la présence de sulfates en quantité abondante sera cause alors de nuisances supplémentaires en raison des sulfures engendrés.

Pour toutes ces raisons, nous conseillons de poursuivre régulièrement l'analyse chimique du plan d'eau en minimisant les apports extérieurs et en continuant les opérations normales d'entretien (faucardage avec retrait des coupes). Ne pas opérer de cette façon conduirait à des frais bien supérieurs dans les années à venir.

Par ailleurs et en raison des activités pluridisciplinaires prévues sur le plan d'eau, nous préconisons des réunions de concertation annuelles ou bisannuelles réunissant les responsables des principaux partis intéressés (biologistes, pêcheurs, association de voile et de planche à voile, associa-

tion de protection de la nature) et des représentants de la ville de Pont l'Eveque. Peut être pourra t-on ainsi éviter des malentendus entre différentes catégories d'usagers.

Nota : le lecteur trouvera en annexe les analyses chimiques et biologiques qui n'ont pas figuré dans le texte pour en faciliter la lecture.

BIBLIOGRAPHIE SUCCINTE

- ALLARD (L) - 1978 - Etat actuel du plan d'eau de Pont l'Eveque; aménagement piscicole - mémoire de fin d'études - S.R.A.E. de Basse Normandie. 97 p.
- BREMOND (R), PERRODON (C) - 1979 - Les paramètres de la qualité des eaux - 259 p - Collection environnement . Paris .
- C.T.G.R.E.F. groupement de Bordeaux, section qualité des eaux . Compte rendu Numéro 2 . Contrôle chimique de la végétation aquatique; traitement par le réglone des herbiers de Jussiaea du port de Parentis .
- C.T.G.R.E.F. - 1978 - Groupement d'Antony, division qualité des eaux, pêches et pisciculture . Etude hydrobiologique des plans d'eau de la base de Cergy Neuville.
- DUSSART (B) - 1966 - Limnologie; l'étude des eaux continentales; 676 p édition Gauthiers Villars Paris .
- HUET (M) - 1952 - Traité de pisciculture - 369 p - édition "la vie rustique, Bruxelles .
- LAURENT (P) - 1976 - L'eutrophisation des lacs, détection et remèdes . in "la pollution des eaux continentale"; ouvrage collectif présenté par P. PESSON - 285 p - édition Gauthiers Villars Paris .
- NOIRFALISE (A) - 1979 - Richesses botaniques et types de végétation des zones humides . in "les zones humides" ouvrage collectif . collection environnement . Paris .
- SAKAMOTO - 1966 - in VOLLENWEIDER (R.A.) 1968 - Recherche sur l'aménagement des eaux . Les bases scientifiques de l'eutrophisation des lacs et des eaux courantes, sous l'aspect particulier de l'azote et du phosphore comme facteur d'eutrophisation. Organisation de coopération et de développement économique. (O.C.D.E.) 182 p , ronéotypé .

VERNEAUX J. - 1976 - Modifications du milieu aquatique sous l'influence des pollutions . in "la pollution des eaux continentales", ouvrage collectif présenté par P. PESSON - 285 p édition Gauthiers Villars Paris .

OUVRAGES DE DETERMINATION DES ESPECES VEGETALES.

FOURNIER P. - 1977 - Les quatre flores de France - 2 tomes - Textes 1108 p Atlas 308 p éd. Lechevallier Paris .

Mac CLINTOCK D., FITTER R.S.R., FAVARGER S. et CL. - 1976 - Guide des plantes à fleurs de l'Europe occidentale. Edition Delachaux et Niestlé 325 p .

OUVRAGES DE DETERMINATION DES ESPECES VEGETALES

FOURNIER(P) - 1977 - Les quatre flores de France - 2 tomes - textes 1108 p.

Atlas 308 p. Edition Lechevallier Paris

MAC CLINTOCK (D), FITTER (R.S.R.), FAVARGER (S et CL)- 1976 - Guide des
plantes à fleurs de l'Europe occidentale . Edition Delachaux
et Niestlé . 325 p .

ANNEXES

DE BIOLOGIE ET D'HYGIÈNE

36, rue Fred Scamaroni - B.P. 303
14014 CAEN CEDEX

Tél. : 86.20.67

DOSAGE DE MICROPOLLUANTS

Prélèvements effectués le 01-12-1978 par S.R.A.E. M. HORN à PONT-L'ÈVEQUE

Reçus le 04-12-1978

Nature, provenance : 2 Eaux (Points 1 et 2) 2 Sédiments (Points 1 et 5)

INSECTICIDES ORGANOCHLORES

Résultats exprimés en ppm, ng/l, mg/kg, ng/l

	SEUIL DE SENSIBILITÉ	EAUX	POINT 1	RÉSULTATS	POINT 2
HCB	2		0		0
HCH alpha	2		0		0
béta	20		0		0
gamma (lindane)	2		11,9		11,2
delta	10		0		0
Endrine	10	XXXX	0		0
Aldrine (HHDN)	5		0		0
Heptachlore	5		0		0
Heptachlore epoxyde	5		0		0
Dieldrine (HEOD)	10		0		0
DDE 4,4	10		0		0
DDD 4,4	20		0		0
DDT 2,4	30		0		0
DDT 4,4	50	XXXX	0		0
Phtalates		dibutyle	500		450
		diocyle	610		300
P.C.B.	200	aroclor.1260	XXXX		0
			≈ 350		

T.S.V.P.
=====

NTS MINÉRAUX (par spectrophotométrie d'absorption atomique)

EAUX

SEDIMENTS

	SEUIL DE SENSIBILITÉ DE LA MÉTHODE	RÉSULTATS			
		Point 1)	Point 2)	Point 1)	Point 2)
Fer	0,05 D	0,075	0,067	31,9 g/Kg de matière sèche	27,9
Cuivre	0,003 E	0	0,006	13,5mg/Kg de "	12,7
Zinc	0,004 E	0,010	0,014	92 " "	128
Manganèse	0,02 D	0	0	374 " "	385
Cadmium	0,0025 E	0	0	2,7 " "	2,6
Chrome	0,04 D	0	0	24 " "	36
Chrome 6 +	0,005 E	0	0,0065	/	/
Plomb	0,005 E	0	0	64 " "	55
Mercure	0,0003 M	0	0,0003	0,57 " "	0,3
Sélénium	0,005	0	0	/	/
Détergents non ioniques..	0,03	0,06	0,035		
Matière sèche				29,1 " "	35,6

AUTRES

REMARQUE : Les résultats sont exprimés en mg/l pour les eaux et mg/Kg de matière sèche pour les sédiments sauf en ce qui concerne le fer (résultat en g/Kg de matière sèche)

Arsenic , mg/l	inf. 0,01	inf. 0,01
Substances extractibles au chloroforme, mg/l	0,57	0,40
Détergents ioniques , mg/l	inf. 0,01	inf. 0,01
Fluor, mg/l	inf. 0,05	inf. 0,05
Cyanures, mg/l	inf. 0,01	inf. 0,01
Phénols, mg/l	inf. 0,05	inf. 0,05

LÉGENDE -

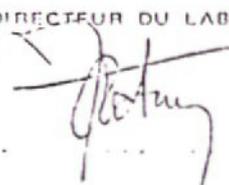
- D : méthode directe sans concentration - extraction
- M : après minéralisation par voie Humide
- E : après extraction (concentration 10 fois)

La valeur 0 signifie que la concentration est inférieure à la limite de détection de la méthode utilisée. Celle-ci est fonction d'une part de l'appareillage dont nous disposons, d'autre part de la sensibilité qui nous a paru nécessaire dans le cas étudié.

CAEN, le 30 Janvier 1979 -

LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE

CM/



ANNEXE II

ANALYSE PLANCTONIQUE

DU LABORATOIRE DE L'AQUARIUM ECOLOGIQUE DE TROUVILLE (TASSIGNY)

ETANG DE PONT - L'EVEQUE, JUIN 1979

ZOOPLANCTON :

Asplanchna sp.
Keratella cochlearis
Polyarthra sp.
Cyclopides et nauplius
Bosmina longirostris
Diaphanosoma brachyurum
Daphnia sp.

PHYTOPLANCTON :

Ceratium hirundinella
Eudorina elegans
Peridinium sp.
Botryococcus braunii
Staurastrum paradoxum

EN BREF : C'est très pauvre

BENTHOS :

Bosmina longirostris
Daphnia sp.
Cyclopides

Synodra ulna
Coelastrum microporum
Kougeotia sp.
Euglena sp.
Cosmarium phaseolus
Trachelomonas vovocinopsis
Staurastrum paradoxum

Relativement abondante par endroits :

Anabaena constricta (Cyanophyte).

Secteur	1	2	3	4	5	6			
Date	9/1	9/1	9/1	9/1	9/1	25/1			
T° AIR									
T° EAU	11	11	10	10	11				
pH	7,3	7,2	7,4	6,9	7,6				
Cond. 20°	410	1200	1000	860	580				
M.E.S.T.	10	56	40	9,1	41				
D.B.O.5.	4,8	3,3	3,4	2,2	10				
D.C.O.	38	44	46	18	48				
Oxydabilité	2,5	4,6	4,8	2,2	7,5				
O2 dissous	12,5	12	12	7,7	10,7				
Saturation	113	109	106	68	97				
Ca 2+	72	121	92	176	94				
Mg 2+	3,9	3,0	4,1	7,2	2,9				
Na +	11	180	116	12	23,8				
K +	3,3	4,8	4,1	2,6	7,2				
NH4 +	0,06	0,11	0,10	0,19	1,0				
CO3 2-									
HCO3 -	159	150	132	368	264				
Cl -	21	412	265	31	51				
SO4 2-	69	66	63	160	27	64			
NO2 -	0,02	0,05	0,04	0	0,09	0,01			
NO3 -	1,3	6,9	6,0	0,9	3,5	0,82			
PO4 3-	0,03	0,22	0,2	0,01	0,81	0			
Fe 3+	0,36	0,76	0,50	9	0,62				

1 - Sortie du lac

2 - Emissaire autoroute

3 - Arrivée dans le plan d'eau

4 - Emergence de la nappe

5 - Emissaire de la ferme

6 - Plan d'eau coté échelle

Secteur	1	2	3	4	5	6	7		
Date	31/1	31/1	31/1	31/1	31/1	31/1	31/1		
T° AIR	6								
T° EAU	9,5	7,5	5,5	5	5	4,5	5		
pH	7,4	7,4	7,8	7,8	7,7	7,8	7,9		
Cond. 20°	440	2100	380	380	390	380	380		
M.E.S.T.									
D.B.O.5.									
D.C.O.									
Oxydabilité									
O2 dissous	9,4	11,7	11,7	11,6	11,7	11,9	12,1		
Saturation									
Ca 2+									
Mg 2+									
Na +									
K +									
NH4 +	0,49	0,16	0,03	0,02	0,03	0,01	0,01		
CO3 2-									
HCO3 -									
Cl -									
SO4 2-	11	121	67	66	66	64	66		
NO2 -	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01		
NO3 -	3,1	5,1	0,12	0,6	0,5	0,38	0,5		
PO4 3-	0,69	0,33	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03		
Fe 3+									

1 - Emissaire ferme

2 - Ruisseau près CD 48

3 - Fosse à 6,5m de profondeur

7 - Plan d'eau côté ferme

4 - Fosse à 3m

5 - Fosse à 0,5m

6 - Plan d'eau côté autoroute

Secteur	1	2		3	4	5			
Date	9/2	9/2		14/2	14/2	14/2			
T° AIR				2	2	2			
T° EAU	8,5	8		5	5	5			
pH	7,4	7,3		7,8	7,8	7,8			
Cond. 20°	930	520		400	400	400			
M.E.S.T.									
D.B.O.5.									
D.C.O.									
Oxydabilité									
O2 dissous	10,8	9,8		10,3	10,3	10,2			
Saturation									
Ca 2+									
Mg 2+									
Na +									
K +									
NH4 +	0,03	0,25		0,02	0,02	0,03			
CO3 2-									
HCO3 -									
Cl -									
SO4 2-	66	55		68	69	66			
NO2 -	0,05	0,07		0,03	0,03	0,03			
NO3 -	7,5	4,1		0	0	0			
PO4 3-	0,21	0,62		0,06	0,05	0,07			
Fe 3+									

1 - Emissaire autoroute

4 - Fosse à 5m

2 - Emissaire ferme

5 - Fosse à 1m

3 - Fosse à 10m de profondeur

Secteur	1	2	3	4		1	5	6	7
Date	20/2	20/2	20/2	20/2		28/2	28/2	28/2	28/2
T° AIR	2	2	2	2					
T° EAU	4	6,5	8,9	8,8		5,5	4,8	4,8	4,8
pH	8	7,77	6,84	6,99		7,6	7,8	7,8	7,8
Cond. 20°	772	455	748	741		990	400	400	400
M.E.S.T.									
D.B.O.5.							4,1	4,4	4,4
D.C.O.									
Oxydabilité									
O2 dissous	10,6	8,9	0,4	5,7		13,6	11,7	11,9	11,9
Saturation									
Ca 2+									
Mg 2+									
Na +									
K +									
NH4 +	0,11	0,56	0,15	0,13		0,17	0,03	0,03	0,03
CO3 2-									
HCO3 -									
Cl -									
SO4 2-	73	26	140	140		89	67	67	67
NO2 -	0,04	0,10	0,03	0,02		0,04	0,03	0,03	0,03
NO3 -	5,5	2,9	1,2	1,5		5	0,2	0,1	0,3
PO4 3-	0,37	0,61	0,59	0,46		0,45	0,08	0,07	0,08
Fe 3+	0,18	0,82	10,9	8		0,1	0,2	0,2	0,2

1 - Ruisseau près CD 48

2 - Emissaire ferme

3 - Emergence de la nappe
(sortie immédiate)

4 - Emergence de la nappe après décantation

5 - Fosse à 10m

6 - Fosse à 5m

7 - Fosse à 1m

Secteur	1	2		3	4	5	2	6	
Date	9/3	9/3		15/3	15/3	15/3	15/3	15/3	
T° AIR									
T° EAU				8	8	8	8	7,5	
pH				7,8	7,9	7,8	7,3	7,4	
Cond. 20°				400	400	400	540	550	
M.E.S.T.									
D.B.O.5.				4,1	4,2	4,1	3,6	1,6	
D.C.O.									
Oxydabilité									
O2 dissous				10,4	10,6	10,6	8,8	10,3	
Saturation									
Ca 2+									
Mg 2+									
Na +									
K +									
NH4 +	0,22	0,13		0,07	0,03	0,03	0,69	0,06	
CO3 2-									
HCO3 -									
Cl -									
SO4 2-	90	19		67	66	69	56	59	
NO2 -	0,07	0,09		0,03	0,03	0,03	0,08	0,05	
NO3 -	2,9	2		0,16	0,2	0,12	3,9	5,1	
PO4 3-	0,36	0,49		0,05	0,05	0,05	0,95	0,29	
Fe 3+				0,38	0,38	0,38	0,90	0,50	

1 - Ruisseau près CD 48

2 - Emissaire ferme

3 - Fosse 10m

4 - Fosse 5m

5 - Fosse 1m

6 - Emissaire autoroute

Secteur	1	2	3	4	5	6	7		
Date	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4		
T° AIR									
T° EAU	9	8	8,5	9	10,5	10	12		
pH	7,6	7,8	7,8	7,2	7,2	7,4	7,8		
Cond. 20°	385	640	435	1350	570	2100	490		
M.E.S.T.									
D.B.O.5.									
D.C.O.									
Oxydabilité									
O2 dissous	9,8	11,8	12	8,7	7,4	9,7	10,8		
Saturation									
Ca 2+						169			
Mg 2+						67			
Na +						380			
K +						2,5			
NH4 +	0,06	1			1,6	0,03	0,41		
CO3 2-									
HCO3 -						317			
Cl -						597			
SO4 2-	39	60			79	171	23		
NO2 -	0,05	0,05			0,3	0,03	0,04		
NO3 -	1,3	2,4			18	6,3	2,6		
PO4 3-	0,09	0,27			3,9	0,06	0,48		
Fe 3+									

1 - Ruisseau du coteau de Betteville

2 - Emissaire autoroute

3 - Ruisseau bordant la D 101

4 - Ruisseau passant sous l'autoroute

5 - Eaux usées d'une habitation

6 - Canalisation sous autoroute

7 - Emissaire ferme

Secteur	1	2	3	2					
Date	3/4	3/4	3/4	11/6					
T° AIR				14					
T° EAU	8	8	8,5	14					
pH	7,8	7,8	7,8	7,5					
Cond. 20°	405	400	400	570					
M.E.S.T.				18					
D.B.O.5.				1,8					
D.C.O.									
Oxydabilité				6,5					
O2 dissous	10,1	10,1	10,1	7,6					
Saturation									
Ca 2+									
Mg 2+									
Na +									
K +									
NH4 +	0,1	0,09	0,1	0,06					
CO3 2-									
HCO3 -									
Cl -									
SO4 2-	66	64	64	51					
NO2 -	0,02	0,03	0,03	0,08					
NO3 -	0,3	0,38	0,42	3,8					
PO4 3-	0,02	0,03	0,02	0,30					
Fe 3+									

1 - Fosse 10m

4 - Emissaire autoroute

2 - Fosse 5m

3 - Fosse 1m

Secteur							
Date	4/5	11/6	9/7				
T° Air		13,5	18				
T° Eau		18	21				
pH	8,3	8,25	8,55				
Cond. 20°	450	430	380				
M.E.S.T.			2,9				
D.B.O.5.		1,8	1,9				
D.C.O.							
Oxydabilité		1,7	.				
O2 dissous	9,9	8,4	9,1				
Saturation			100				
Ca 2+							
Mg 2+							
Na +			13				
K +			2,3				
NH4 +	0,01	0,04	0				
CO3 2-							
HCO3 -							
Cl -							
SO4 2-	65	57	64				
NO2 -	0,03	0,02	0				
NO3 -	0,26	0,1	0,2				
PO4 3-	0,06	0	0				
Fe 3+							
Chlorop.a microg./l	1,38	0,86	2,5				
Chlorop.b	0,88	0,41	0,39				
Chlorop.c	5,63	1,88	2,17				
Chl a corrifiée	0,22	0,76	1,17				
phéophy- tine	2,83	0,77	3,24				

Secteur								
Date	31/1	14/2	28/2	15/3	3/4	19/4	25/5	20/6
T° Air		2						31
T° Eau	5	5	4,8	8	8,5	12	16,5	22
pH	7,7	7,8	7,8	7,8	7,8	8,2	8,2	8,2
Cond. 20°	390	400	400	400	400	430	440	410
M.E.S.T.								
D.B.O.5.			4,4	4,1		3	1,8	2
D.C.O.								
Oxydabilité								
O2 dissous	11,7	10,2	11,9	10,6	10,1	10	8,8	9,5
Saturation	94,58	82,45	95,65	92,47	89,14	95,96	93,02	111,37
Ca 2+								
Mg 2+								
Na +								
K +								
NH4 +	0,03	0,03	0,03	0,03	0,10	0,02	0,01	0,01
CO3 2-								
HCO3 -								
Cl -								
SO4 2-	66	66	67	69	64	63	60	67
NO2 -	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
NO3 -	0,5	0	0,3	0,12	0,42	0,22	0,18	0,04
PO4 3-	0,04	0,07	0,08	0,05	0,02	0,03	0	0,05
Fe 3+			0,2	0,38				0
Chlorop.a microg./l				3,08	3,32	3,56	1,26	1,29
Chlorop.b				0	0,72	0,78	0,14	0,39
Chlorop.c				4,08	5,31	5,11	1,47	1,91
Chl ^a côffigée				1,76	2,32	1,98	0	1,65
phéophy- tine				3,4	2,84	4,35	2,92	0,113

Secteur								
Date	31/1	14/2	28/2	15/3	3/4	19/4	25/5	20/6
T° Air		2						31
T° Eau	5	5	4,8	8	8	11,5	16	18,5
pH	7,8	7,8	7,8	7,9	7,8	8,2	8,2	8
Cond. 20°	380	400	400	400	400	430	440	415
M.E.S.T.								
D.B.O.5.			4,4	4,2		3,1	2,3	1,9
D.C.O.								
Oxydabilité								
O2 dissous	11,6	10,3	11,9	10,6	10,1	10,1	8,7	8,7
Saturation	93,77	83,26	95,65	92,41	88,05	95,73	91	84,61
Ca 2+								
Mg 2+								
Na +								
K +								
NH4 +	0,02	0,02	0,03	0,03	0,09	0,02	0,03	0,01
CO3 2-								
HCO3 -								
Cl -								
SO4 2-	66	69	67	66	64	63	60	67
NO2 -	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
NO3 -	0,6	0	0,1	0,2	0,38	0,26	0,12	0,04
PO4 3-	0,03	0,05	0,07	0,05	0,03	0,02	0	0,01
Fe 3+			0,2	0,38				0,1
Chlorop.a microg./l				3,33	3,74	4,22	1,56	1,66
Chlorop.b				0,38	0,55	0,88	0,35	0,76
Chlorop.c				4,34	5,44	6,47	2,43	2,84
Chl ^a corrigée				1,84	3,52	3,39	0,64	0,80
phéophy- tine				3,65	2,92	2,87	1,94	2,07

Secteur								
Date	31/1	14/2	28/2	15/3	3/4	19/4	25/5	20/6
T° Air		2				8,5		31
T° Eau	5,5	5	4,8	8	8	11	15,5	15,5
pH	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	8,2	7,9	7,6
Cond. 20°	380	400	400	400	405	430	450	420
M.E.S.T.								
D.B.O.5.			4,1	4,1		3	2	1,5
D.C.O.								
Oxydabilité								
O2 dissous	11,7	10,3	11,7	10,4	10,1	9,9	7,5	4,6
Saturation	95,74	83,26	94,05	90,67	88,05	92,78	77,63	47,61
Ca 2+								
Mg 2+								
Na +								
K +								
NH4 +	0,03	0,02	0,03	0,07	0,1	0,02	0,04	0,36
CO3 2-								
HCO3 -								
Cl -								
SO4 2-	67	68	67	67	66	63	61	67
NO2 -	0,01	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
NO3 -	0,12	0	0,2	0,16	0,30	0,12	0,10	0,2
PO4 3-	0,03	0,06	0,08	0,05	0,02	0,03	0	0,16
Fe 3+			0,2	0,38				0,60
Chlorop.a microg./l				3,10	3,37	2,14	1,93	1,29
Chlorop.b				0	0,60	0,27	0,3	0,7
Chlorop.c				3,07	5,06	2,45	1,29	2,29
Chl.a coffigée				0,08	0	0,5	1,43	0,87
phéophytine				5,81	15,12	4,48	2,14	1,34.



PHOTO 1 : Canards fréquentant régulièrement le plan d'eau . 4/08/79

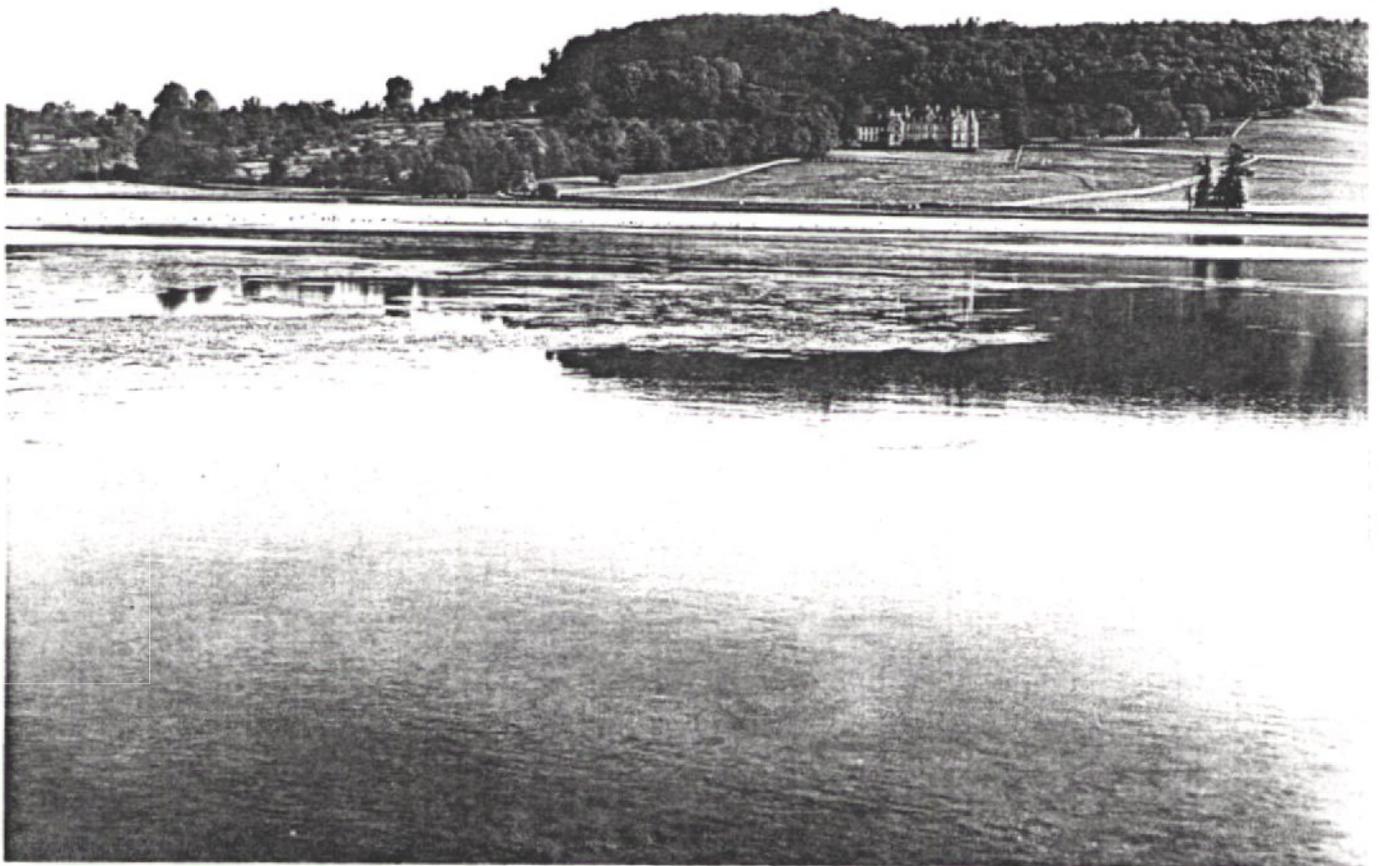


PHOTO 2 : Herbiers de Potamots vus de l'autoroute

4/08/79



PHOTO 3 : Berges dégradées par les variations de niveau .A droite, herbiers de Ranunculus divaricatus .

4/08/79

PHOTO 4 : Herbiers de Ranunculus divaricatus et Potamogeton rutilus

4/08/79

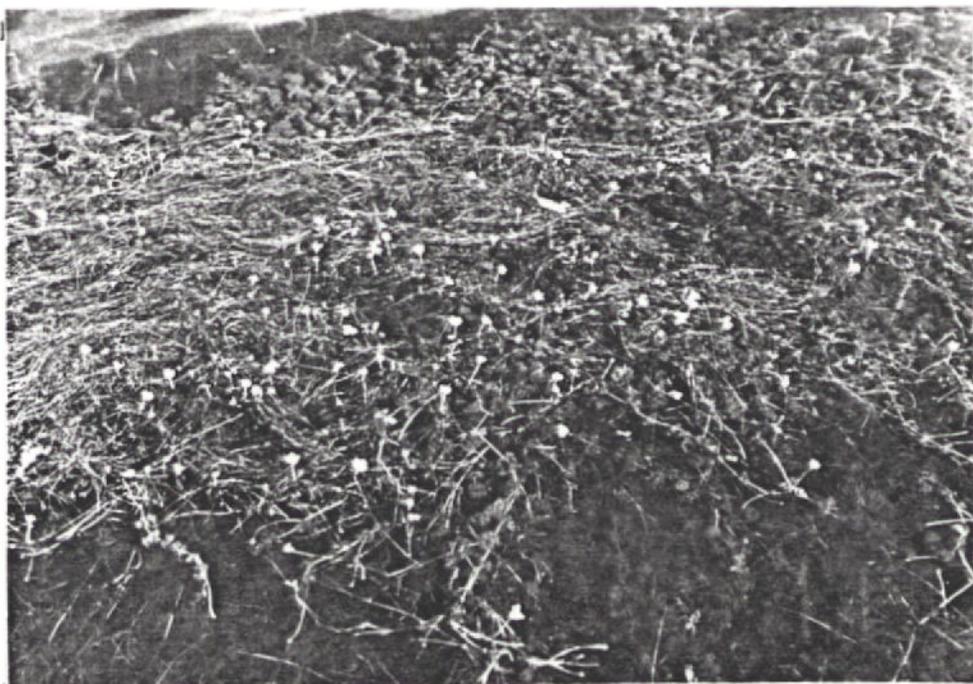


PHOTO 5 : Ranunculus divaricatus et Alisma plantago aquatica

4/08/79

PHOTO 6 : Accumulation des restes
de Potamots le long des berges .

4/08/79

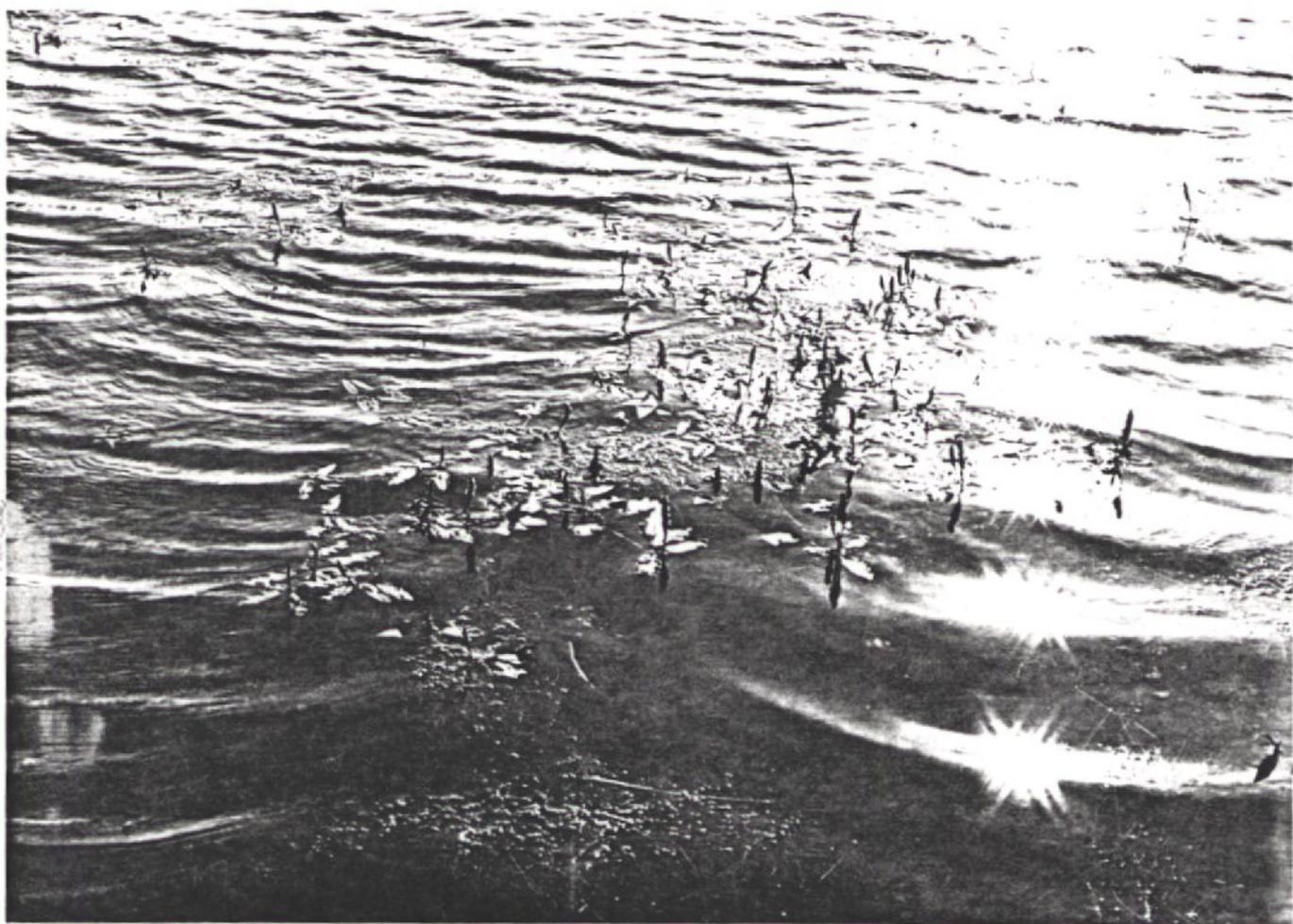


PHOTO 7 : Renouée amphibie

4/08/79

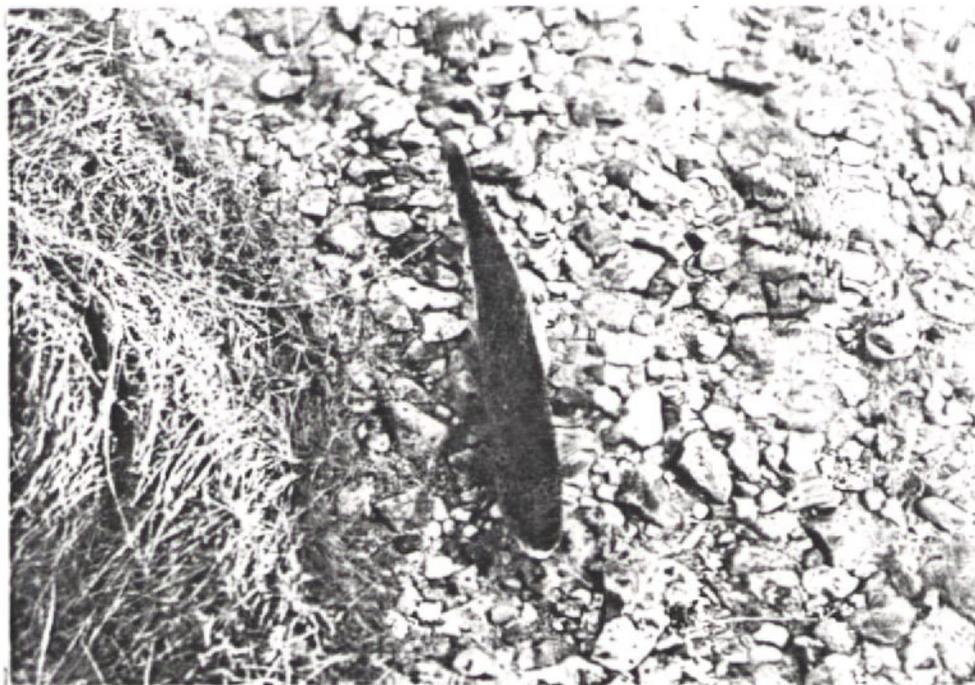


PHOTO 8 : Truite
arc en ciel peu farouche
le long de la berge .
4/08/79

PHOTO 9 : Truite arc en
ciel morte
11/08/79

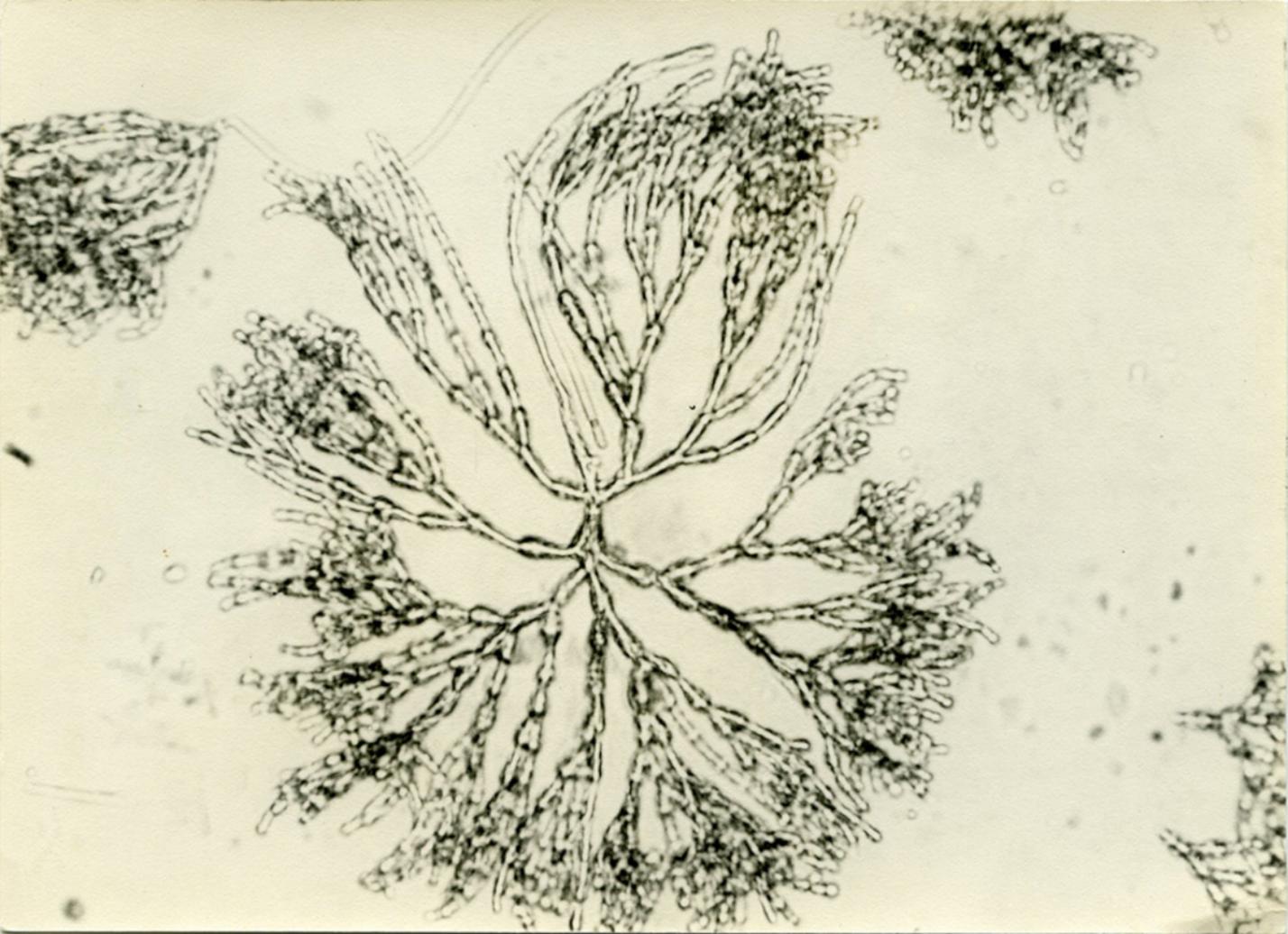


PHOTO 10 : Perche de
25 cm pêchée le
4/08/79





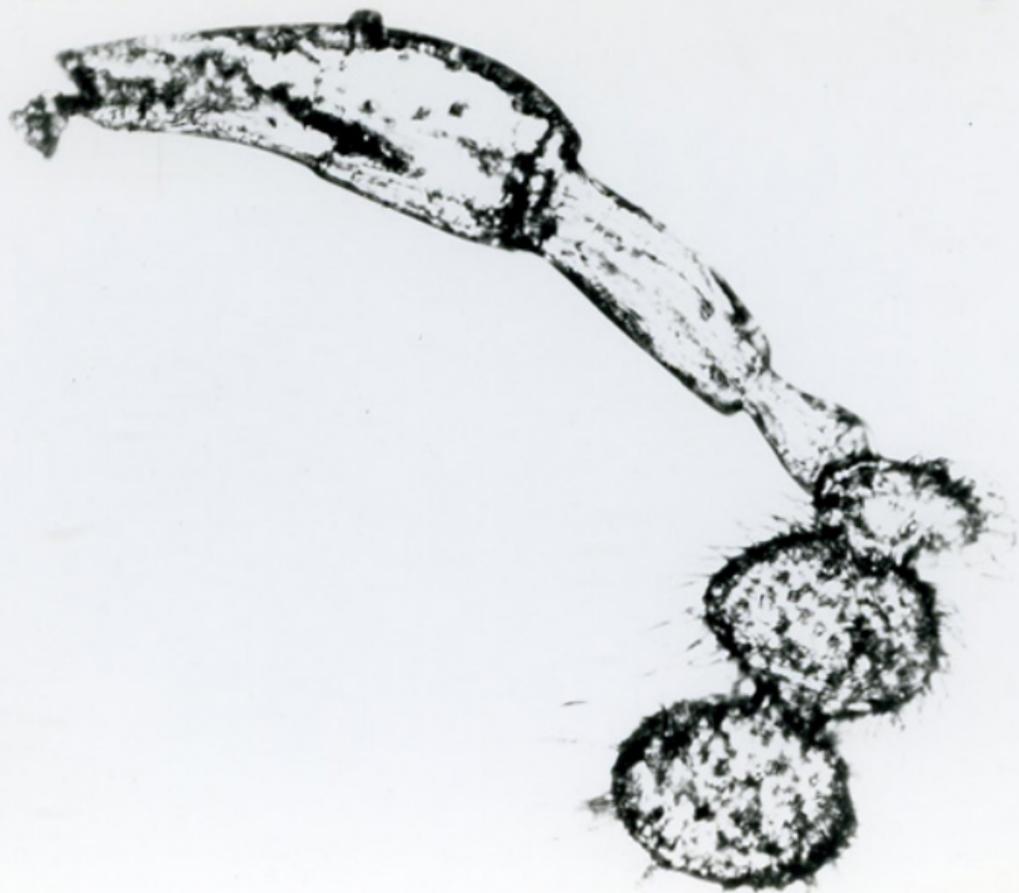














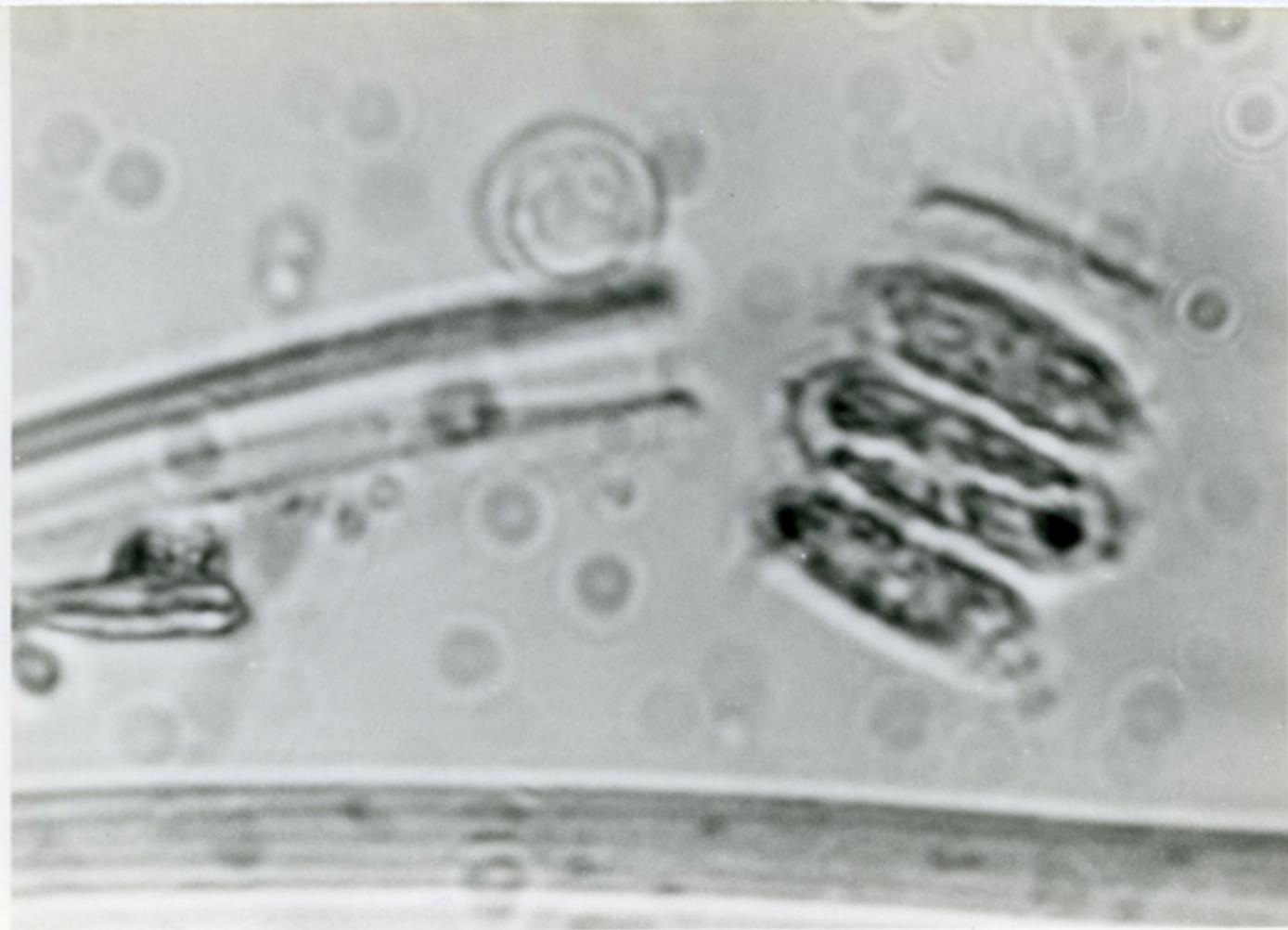




Trichodesius 18.



Antennae of *Microtendipes*
(muscle of organ of Lantana berry)

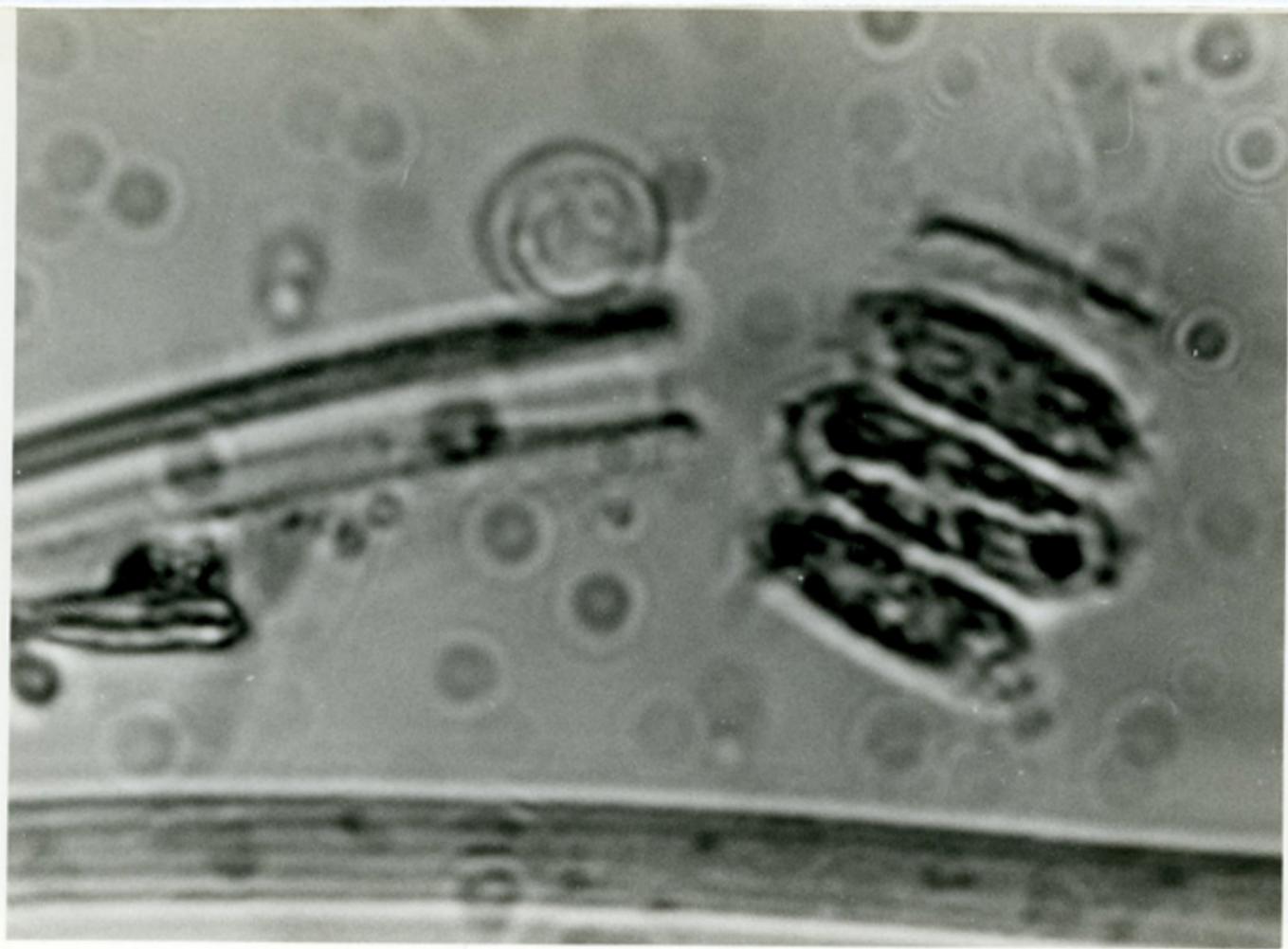










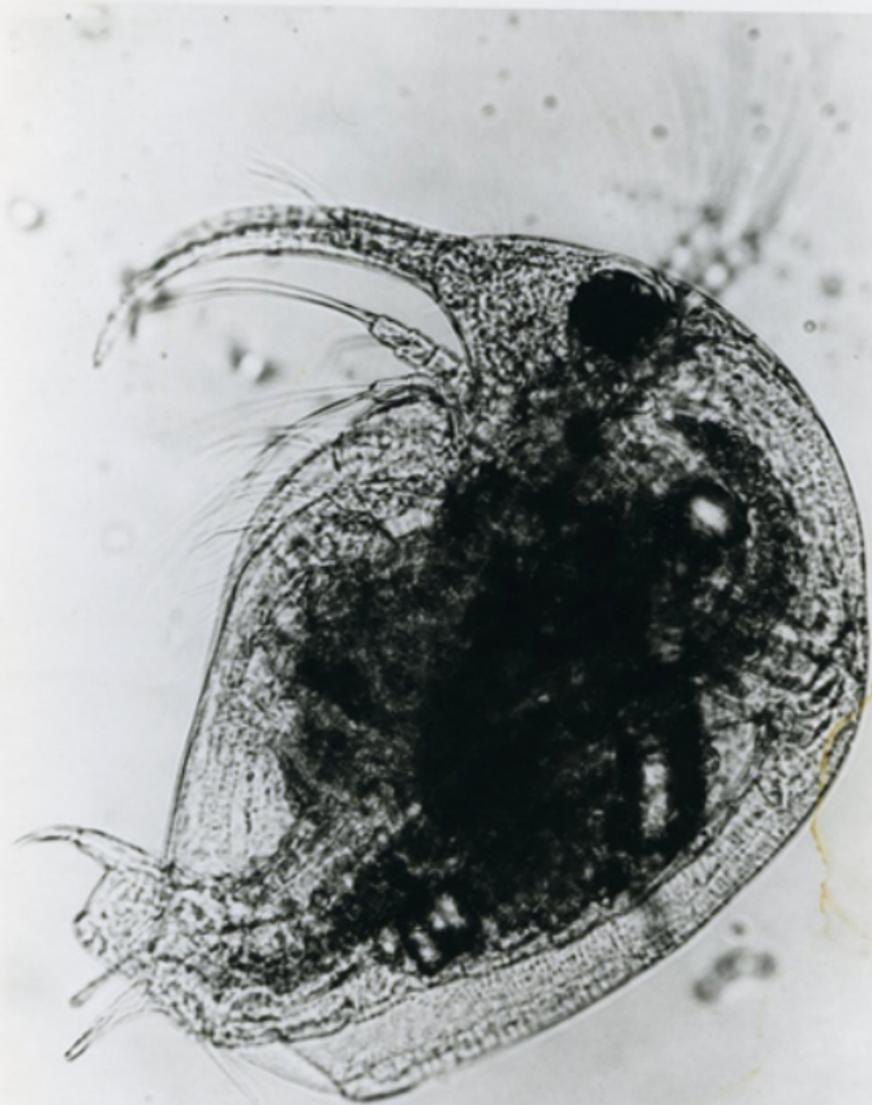








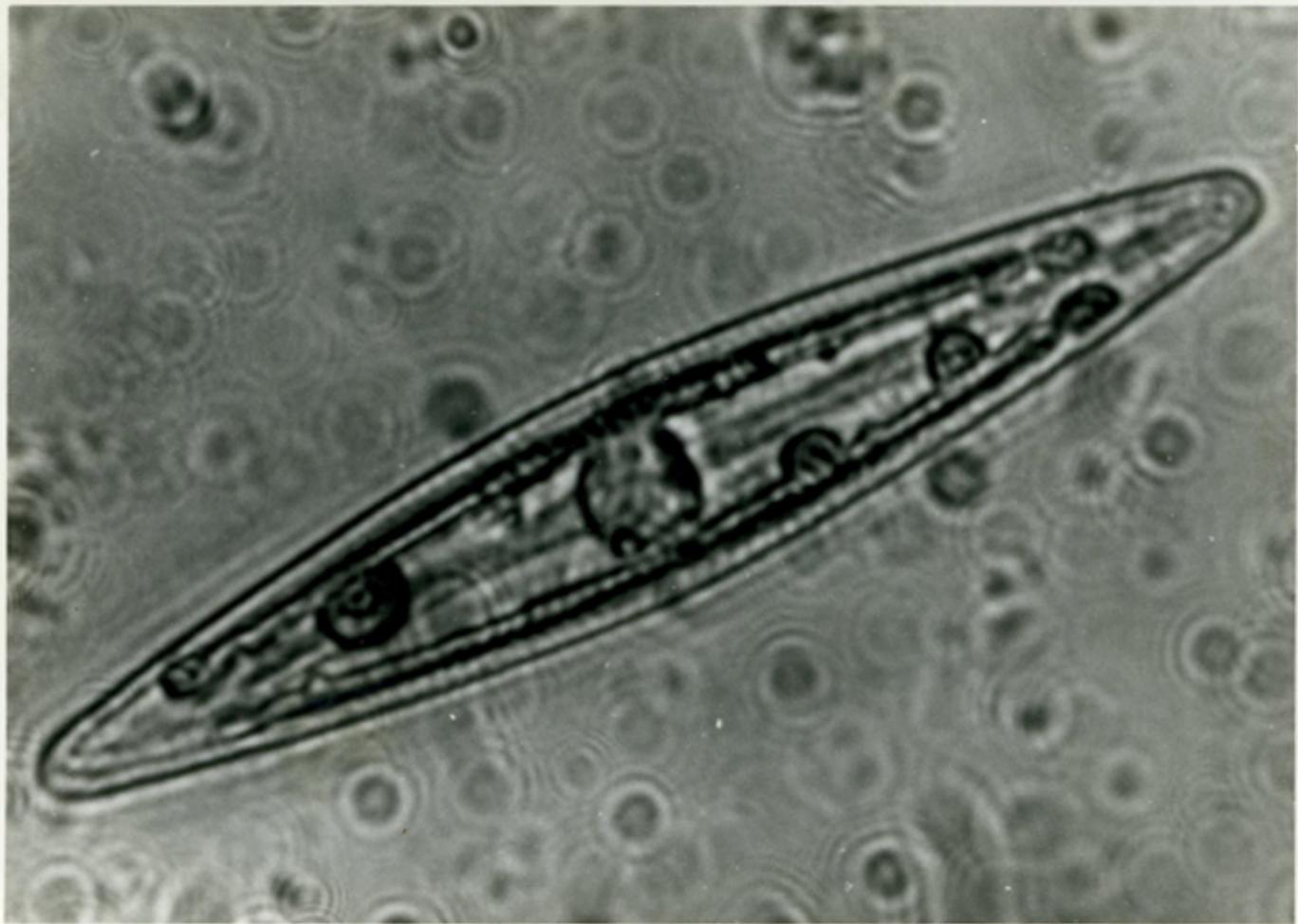
























Glyptotendipes sp.



Tanytarsus sp.



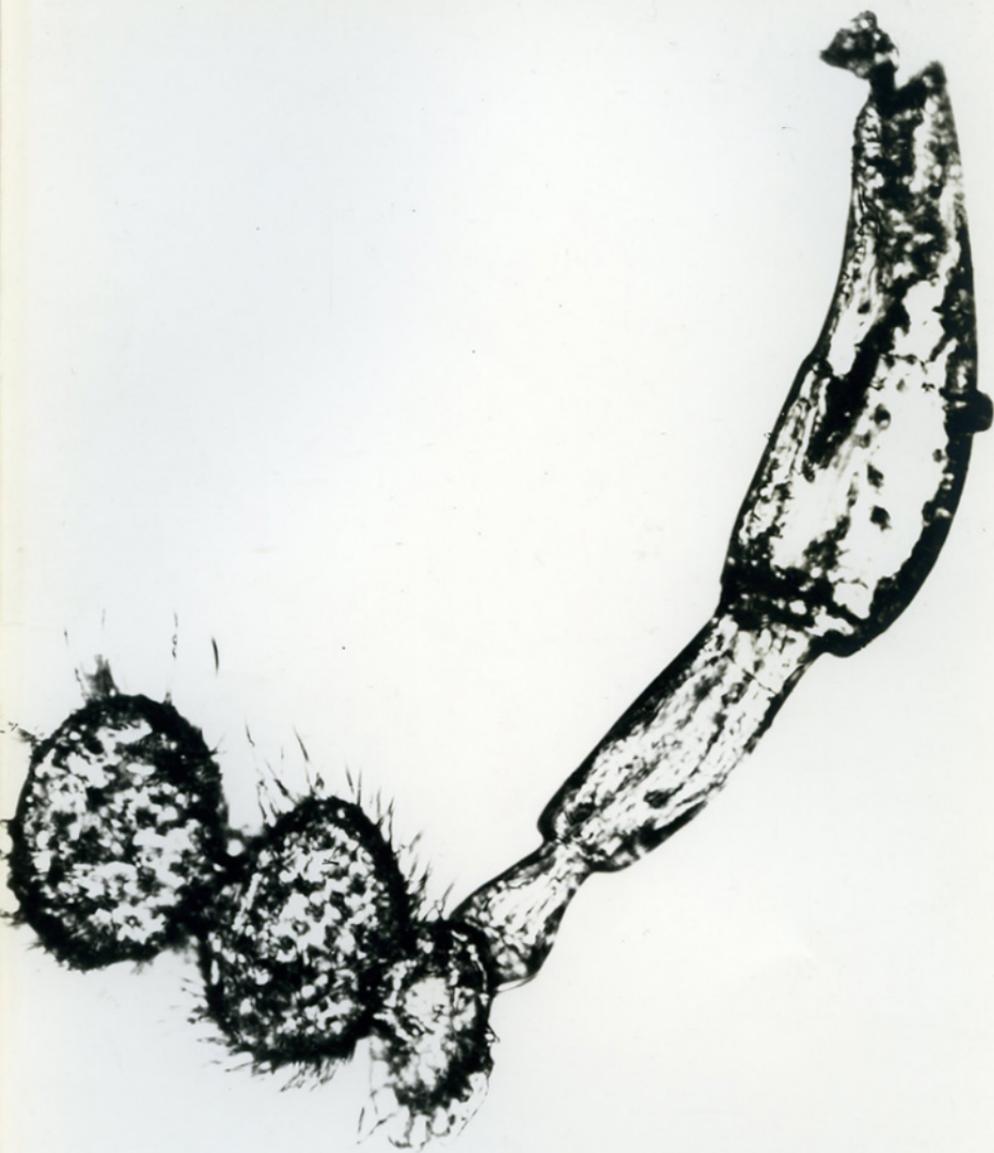
Antenna

W Py pts tend ips-





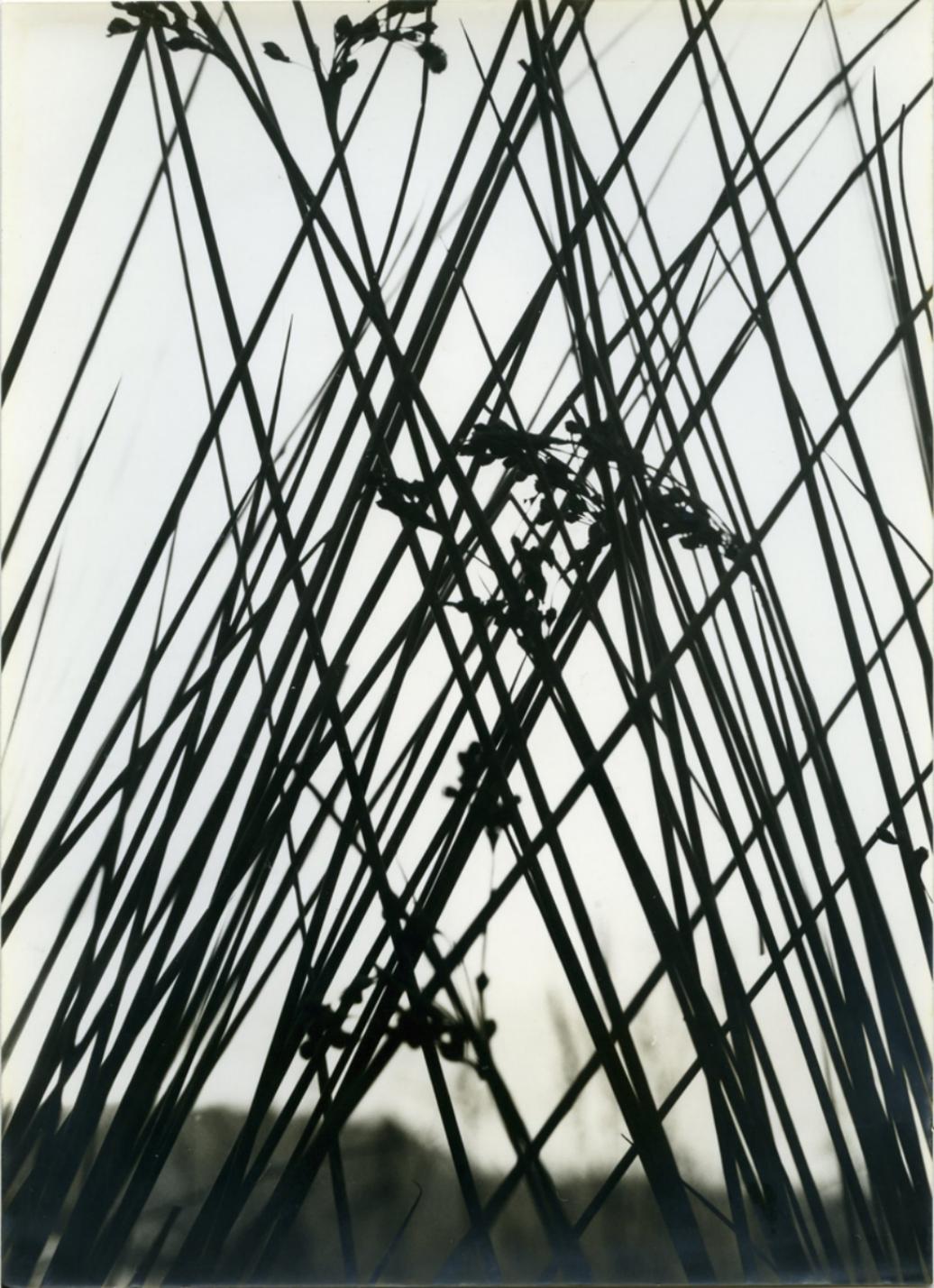
cloven simile labium



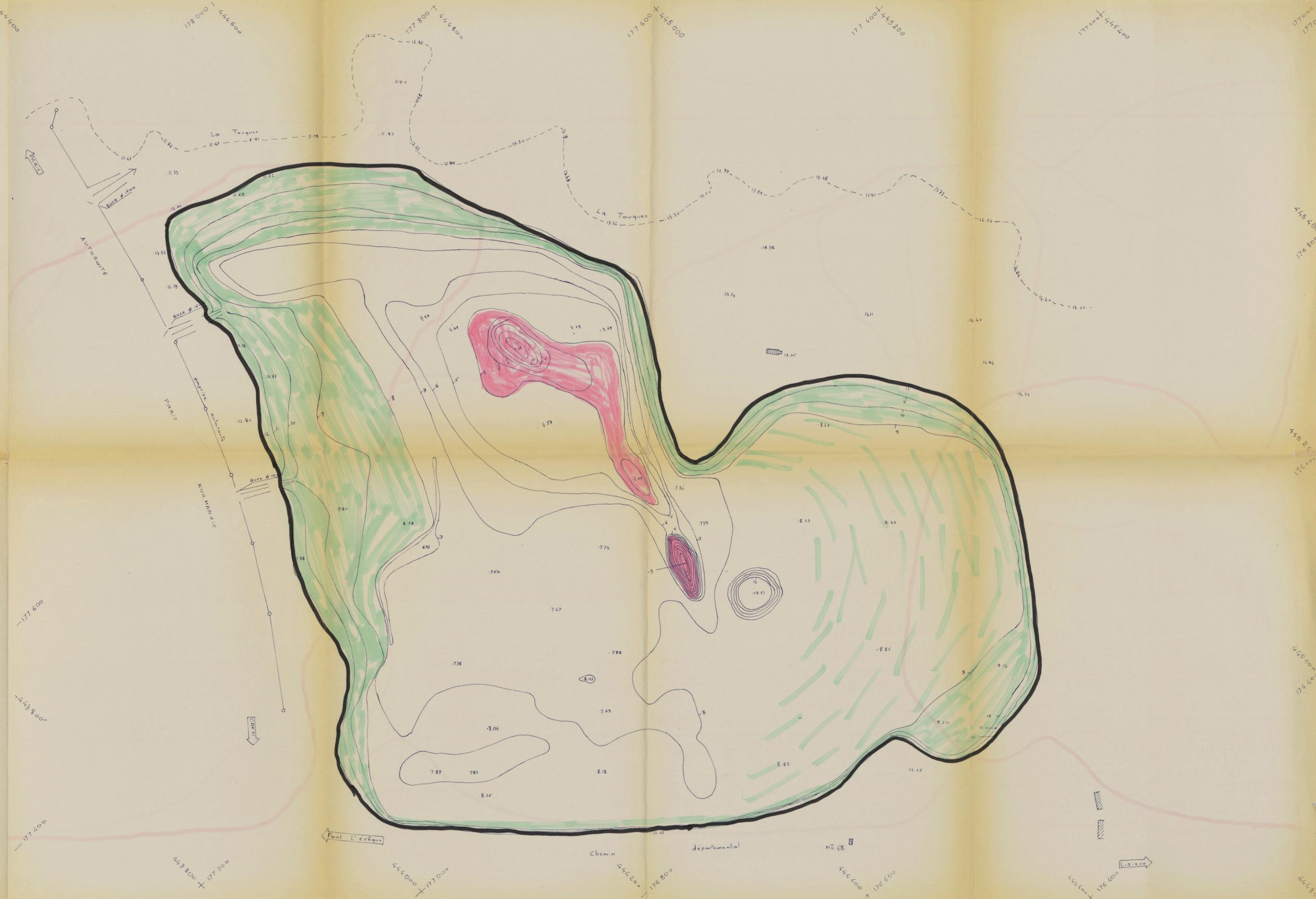
Hulim

Berarus

Lurdus



PLAN D'EAU DE PONT L'ÉVÊQUE



SRAE DE BASSE NORMANDIE
LUC ALLARD
stagiaire ENSAR

CARTE ÉTABLIE D'APRÈS LE ZÉRO DU NIVEAU GÉNÉRAL DE LA FRANCE



La Touques (Fleuve)

La Touques (Fleuve)

Lac

Plage

Lac

COMMUNE DE PONT-L'EVÊQUE

Plan d'Eau et Centre de Loisirs :
Partie concernant le Camping-Caravanning

PLAN TOPOGRAPHIQUE

Echelle 1/500

N° du Plan	1	Notes le nivellement est rattaché au
N° du Dossier	10 472	SYSTÈME NOUVEAU I.G.N. 69 des altitudes
Date	JUIN 1977	normalisées sur le passageur Nette

Levé et dressé par R.C. JOLY Géomètre Expert D.P.L.G. 8 Rue Renoir 14000 CAEN Tél. 818314.

