

UNIVERSITE DE LIMOGES

Faculté de Pharmacie

ANNEE 1990

THESE N° 236

**Application aux secteurs naturels
et modifiés d'une petite rivière, la Graine,
de méthodes physico-chimiques,
bactériologiques et biologiques :
évaluation discriminative de ces descripteurs**

THESE

POUR LE

**DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

présentée et soutenue publiquement le 26 Novembre 1990

par

Maryse CANIN

née le 19 Novembre 1965 à Saint-Junien (Haute-Vienne)

EXAMINATEURS de la THESE

Monsieur le Professeur NICOLAS PRESIDENT
Monsieur le Professeur HABRIOUX JUGE
Monsieur le Professeur CHAISEMARTIN JUGE
Monsieur MAURATILLE, *Pharmacien* JUGE

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE PHARMACIE

- DOYEN DE LA FACULTE : Monsieur le Professeur **RABY**
- ASSESSEURS : Monsieur le Professeur **GHESTEM** (1er Assesseur)
Monsieur **DREYFUSS**, Maître de Conférences (2e Assesseur)

PERSONNEL ENSEIGNANT

. PROFESSEURS DES UNIVERSITES

BENEYTOUT Jean-Louis	Biochimie
BERNARD Michel	Physique-Biophysique
BROSSARD Claude	Pharmacotechnie
BUXERAUD Jacques	Chimie Organique, Chimie Thérapeutique
CHULIA Albert	Pharmacognosie
CHULIA Dominique	Pharmacotechnie
DELAGE Christiane	Chimie Générale et Minérale
GALEN François Xavier	Physiologie
GHESTEM Axel	Botanique et Cryptogamie
GUICHARD Claude	Toxicologie
HABRIOUX Gérard	Biochimie Fondamentale
LEFORT des YLOUSES Daniel	Pharmacie Galénique
NICOLAS Jean Albert	Bactériologie et Virologie, Parasitologie
OUDART Nicole	Pharmacodynamie
PENICAUT Bernard	Chimie Analytique et Bromatologie
RABY Claude	Pharmacie Chimique et Chimie Organique
TIXIER Marie	Biochimie

SECRETAIRE GENERAL DE LA FACULTE - CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS
CELS René

A mes Parents

A mes Grands Mères.

A la mémoire de mes Grands Pères

A toute ma Famille

A tous mes Amis

Avec affection je dédie ce travail.

A Monsieur le Professeur Nicolas

Je tiens à lui exprimer mes remerciements, pour m'avoir accueillie dans son laboratoire, et pour l'enseignement qu'il prodigue avec passion.

Qu'il trouve ici l'assurance de ma profonde gratitude.

A Monsieur le Professeur Chaisemartin

Je tiens à lui exprimer ma profonde reconnaissance pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée dans l'étude hydrobiologique et pour les conseils qu'il m'a prodigués tout au long de l'élaboration de ce travail.

Qu'il trouve ici l'expression de ma reconnaissance respectueuse.

A Monsieur le Professeur Habrioux

Je le remercie d'avoir guidé la réalisation de cette thèse par ses avis très compétents, et pour la disponibilité dont il a fait preuve malgré ses nombreuses occupations.

Qu'il soit assuré de ma sincère et vive reconnaissance.

A Monsieur Mauratille

Pharmacien

Je le remercie d'avoir bien voulu accepter de juger cette thèse.

PLAN GENERAL

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE

PRESENTATION DE LA GRAINE

I-CADRE GEOGRAPHIQUE

II-VOCATION PISCICOLE ET HALIEUTHIQUE.

III-NUISANCES ET ACTIONS ANTHROPIQUES SUR LA GRAINE

DEUXIEME PARTIE

INTERET DES PARAMETRES D'EVALUATION DE LA POLLUTION CHOISIS POUR L'ETUDE DE LA GRAINE.

PREAMBULE

A/ ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.

I- ANALYSES PHYSIQUES.

II-ANALYSES CHIMIQUES.

B/ ANALYSES BACTERIOLOGIQUES.

I-INTRODUCTION.

II-ORIENTATION DES ANALYSES.

III-ANALYSES BACTERIOLOGIQUES EFFECTUEES

C/ METHODES BIOLOGIQUES ET ESPECES INDICATRICES DU MILIEU.

I-PRINCIPE GENERAL.

II-METHODES A NOTRE DISPOSITION.

III-METHODE DES INDICES BIOTIQUES.

IV-METHODE DES INDICES BIOTIQUES GLOBAUX.

TROISIEME PARTIE

TRAVAIL PERSONNEL

A/ PROTOCOLE D'ANALYSE.

I-PRELEVEMENTS.

II-METHODES ANALYTIQUES EMPLOYEES.

B/ RESULTATS.

I-RESULTATS PROPUREMENT DITS.

1°) Physico-chimie.

2°) Bactériologie.

II-INTERPRETATION DES RESULTATS.

Préambule.

II-1. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.

II-2. ANALYSES BACTERIOLOGIQUES.

II-3. ANALYSES HYDROBIOLOGIQUES.

QUATRIEME PARTIE

DISCUSSION

A/ INTERET DES METHODES BIOLOGIQUES PAR RAPPORT AUX ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.

B/ COMMENT AMELIORER LA QUALITE DES EAUX DE LA GRAINE.

I-ENTRETIEN DES RIVIERES.

II-APPLICATION DU CODE RURAL.

III-PROBLEME DE L'IMPACT DES ETANGS SUR LES COURS D'EAU.

IV-PROBLEME DES DECHARGES.

V-AMELIORATION DE L'ASSAINISSEMENT DE ROCHECHOUART.

CONCLUSION

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Le dépeuplement des milieux ruraux, la concentration de la population dans des agglomérations, le développement industriel, les modifications des pratiques agricoles concourent à la dégradation de l'environnement. Il en résulte une pollution touchant particulièrement les eaux superficielles (ruisseaux, rivières, fleuves...) considérées trop souvent comme des égouts à ciel ouvert. De plus, la charge de polluants reçue par les rivières, est telle qu'elle rend les capacités d'auto-épuration naturelles fréquemment insuffisantes.

La qualité médiocre des eaux superficielles entraîne de nombreuses conséquences ayant souvent des répercussions économiques. En effet, la pollution étant responsable de la dégradation du peuplement piscicole et rendant l'eau impropre à certaines activités ludiques (baignade, canoë, kayak...) entraîne la perte de l'attrait touristique des cours d'eau. Mais l'impact économique est encore plus marqué lorsque l'on veut utiliser une eau superficielle pour alimenter un réseau d'eau potable, car plus la pollution sera importante ou particulière, plus les coûts de traitement d'épuration seront élevés pour obtenir les critères stricts qui définissent les eaux de boisson.

La plupart du temps, la population a connaissance de ces problèmes par l'intermédiaire des journaux qui privilégient essentiellement les pollutions accidentelles beaucoup plus médiatiques, et qui ne parlent que rarement des problèmes de pollution quotidiens qui peuvent toucher nos ruisseaux ou nos petites rivières. Face à ce problème général de pollution des eaux, le pharmacien recevant pendant ses études une formation en chimie, physique et en bactériologie est apte à jouer un rôle dans l'étude des problèmes de pollution des eaux et à collaborer à l'élaboration des solutions à apporter. De plus, ayant un contact quotidien avec le public, il joue un rôle de conseiller, d'hygiéniste toujours disponible pour répondre aux craintes de la population. Nous avons donc décidé d'étudier une de nos petites rivières locales: La Graine.

Dans la première partie de cette étude, nous avons présenté le cadre géographique et les caractéristiques piscicoles de La Graine; puis nous avons parlé des différentes sources de nuisances pouvant altérer la qualité de ses eaux.

Dans la deuxième partie, nous avons essayé de montrer l'intérêt des différentes analyses physico-chimiques, bactériologiques et hydrobiologiques choisies pour ce travail.

Enfin en troisième partie, nous avons présenté le travail que nous avons effectué à partir de prélèvements.

Pour terminer nous essaierons de voir, à partir de nos résultats, l'intérêt plus particulier des analyses hydrobiologiques.

La mise en évidence d'un problème de pollution, quel que soit le domaine concerné, doit systématiquement être suivie de propositions visant à améliorer la qualité de notre environnement. Aussi nous évoquerons les moyens d'actions disponibles ou entrepris pour améliorer la qualité des eaux de La Graine.

PREMIERE PARTIE

PRESENTATION DE LA GRAINE

I-CADRE GEOGRAPHIQUE.

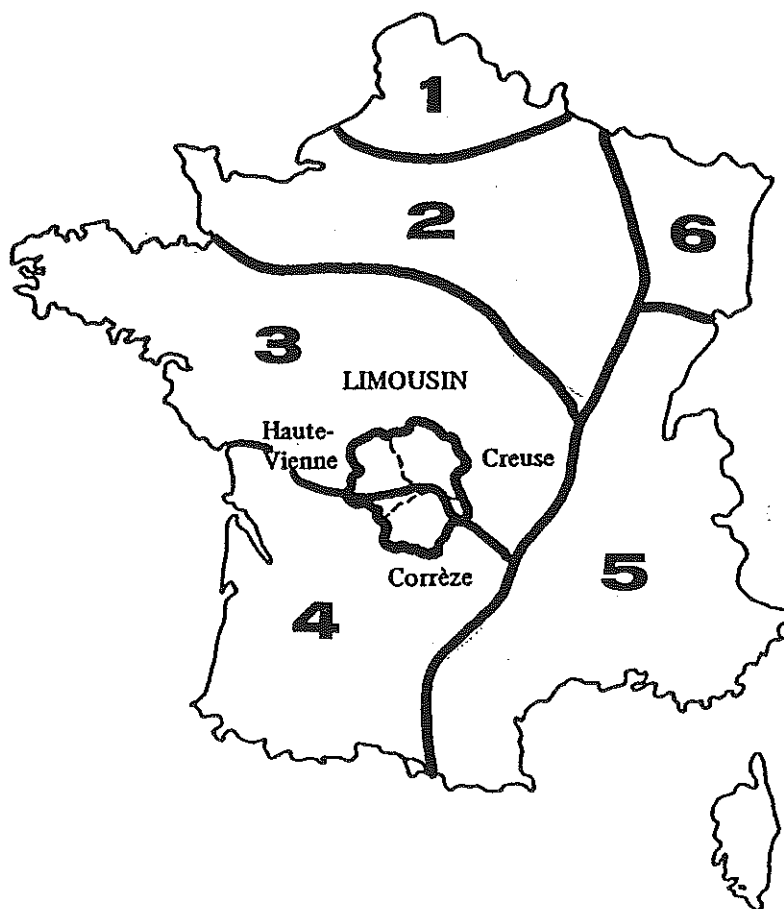
1°) Localisation.

La Graine est un affluent en rive gauche de La Vienne.

Prenant sa source à La Tronchaise, commune d'Oradour-Sur-Vayres (Haute-Vienne), elle se jette dans La Vienne, après un parcours de l'ordre de 27 Kms, à l'aval de Chabanais (Charente) ;son bassin versant représente 92 Km².

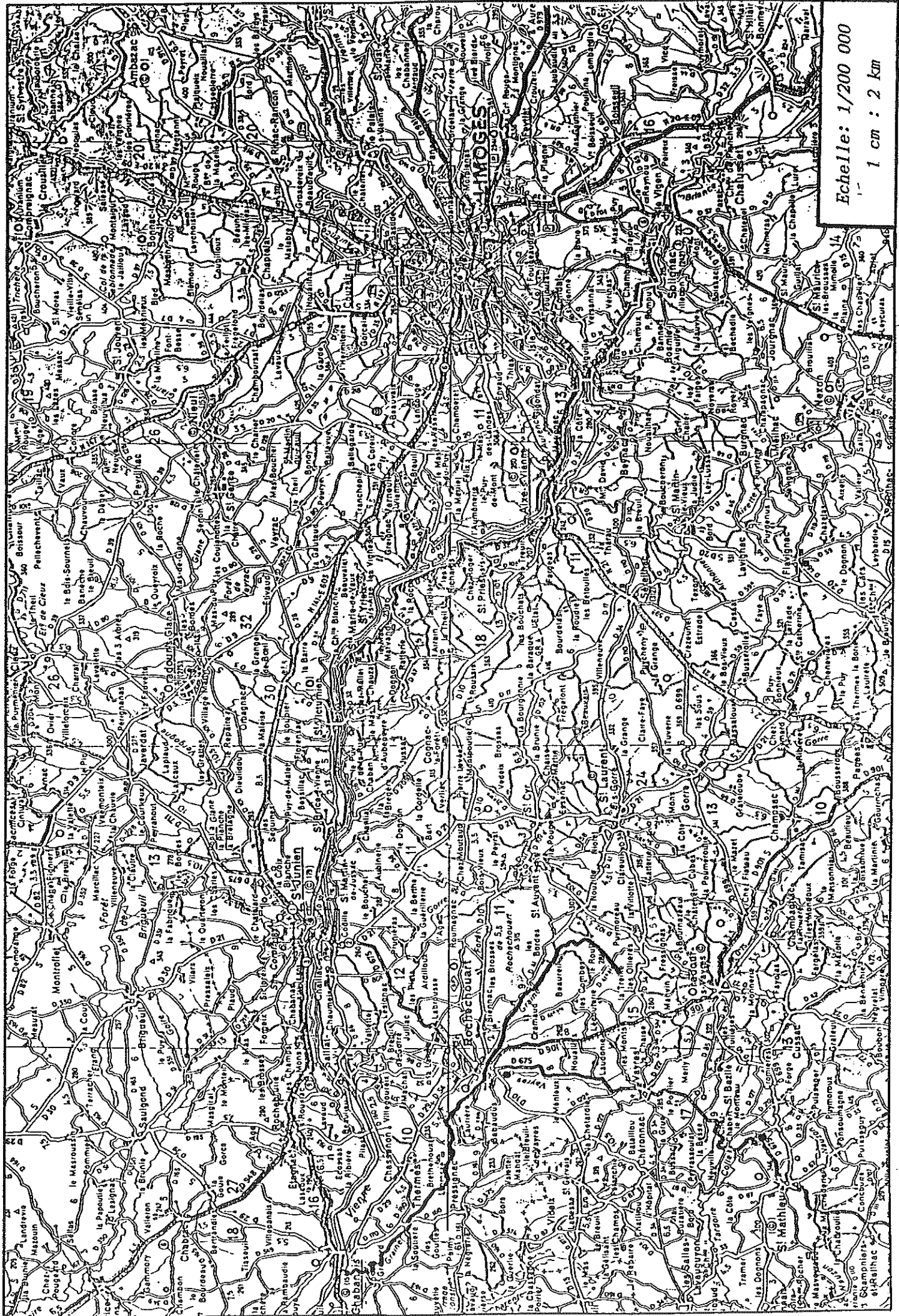
Elle dépend de l'agence de bassin Loire Bretagne (voir page 15 le découpage de la France en 6 grands ensembles de bassins hydrographiques). Cette division du territoire est un découpage géographique naturel qui suit la "ligne de partage des eaux"; ainsi aucun cours d'eau n'est tronçonné administrativement et les problèmes qui se posent peuvent être réglés d'une manière globale par les organismes de bassin.

CARTE DE LOCALISATION



Les 6 agences de bassin:

- 1: Artois Picardie*
- 2: Seine Normandie*
- 3: Loire Bretagne*
- 4: Adour Garonne*
- 5: Rhône Méditerranée*
- 6: Rhin Meuse*



Echelle: 1/200 000
1 cm : 2 km

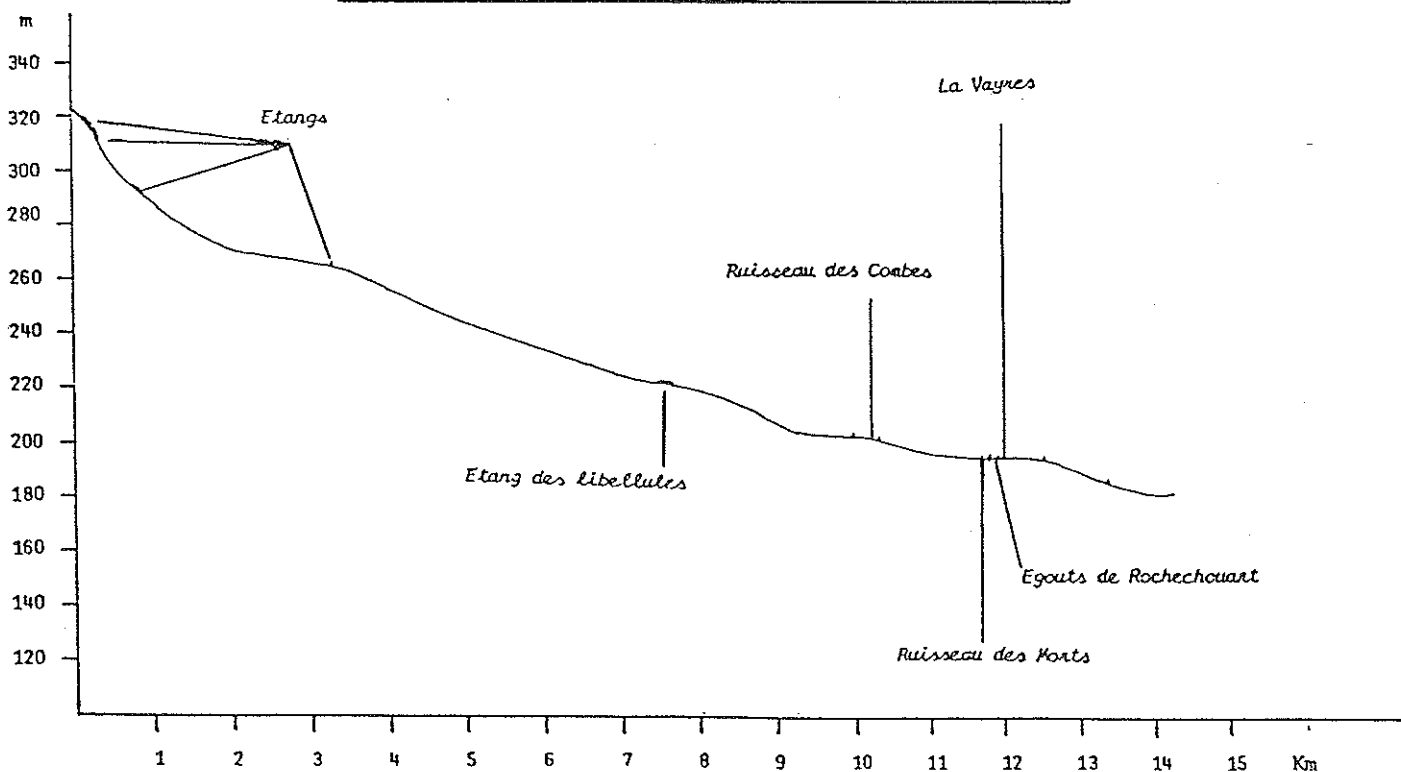
2°)Relief.

En Haute Vienne, La Graine évolue dans une zone où les altitudes peuvent varier de 200 à 500 m. Le relief est constitué d'un ensemble de massifs anciens où les altitudes sont faibles et les collines doucement arrondies.

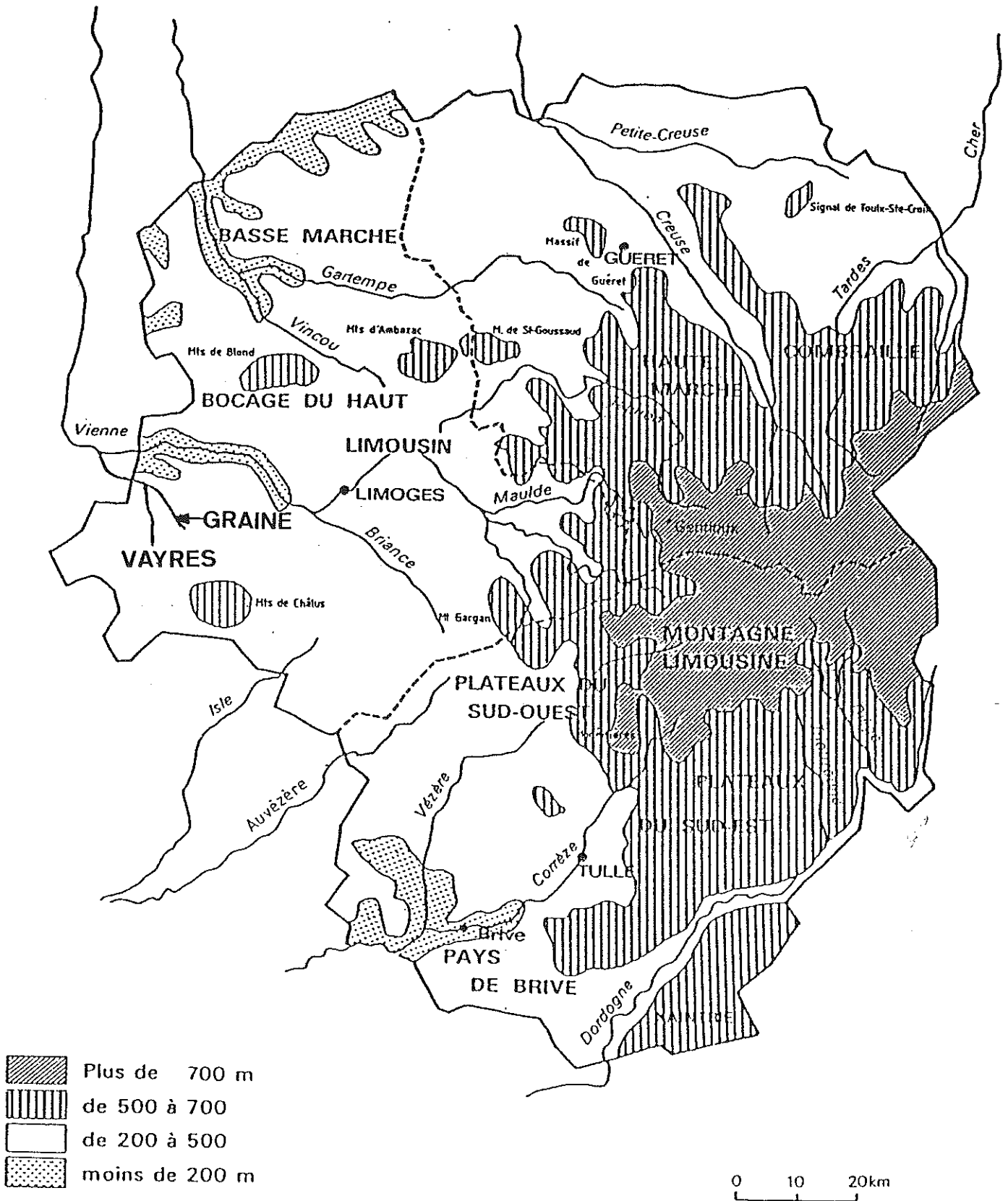
Prenant sa source à 325 m, lorsqu'elle quitte la Haute Vienne, l'altitude est de 180 m. Au niveau de sa confluence avec La Vienne l'altitude atteint 150 m.

C'est donc dans un paysage peu tourmenté que La Graine s'écoule.

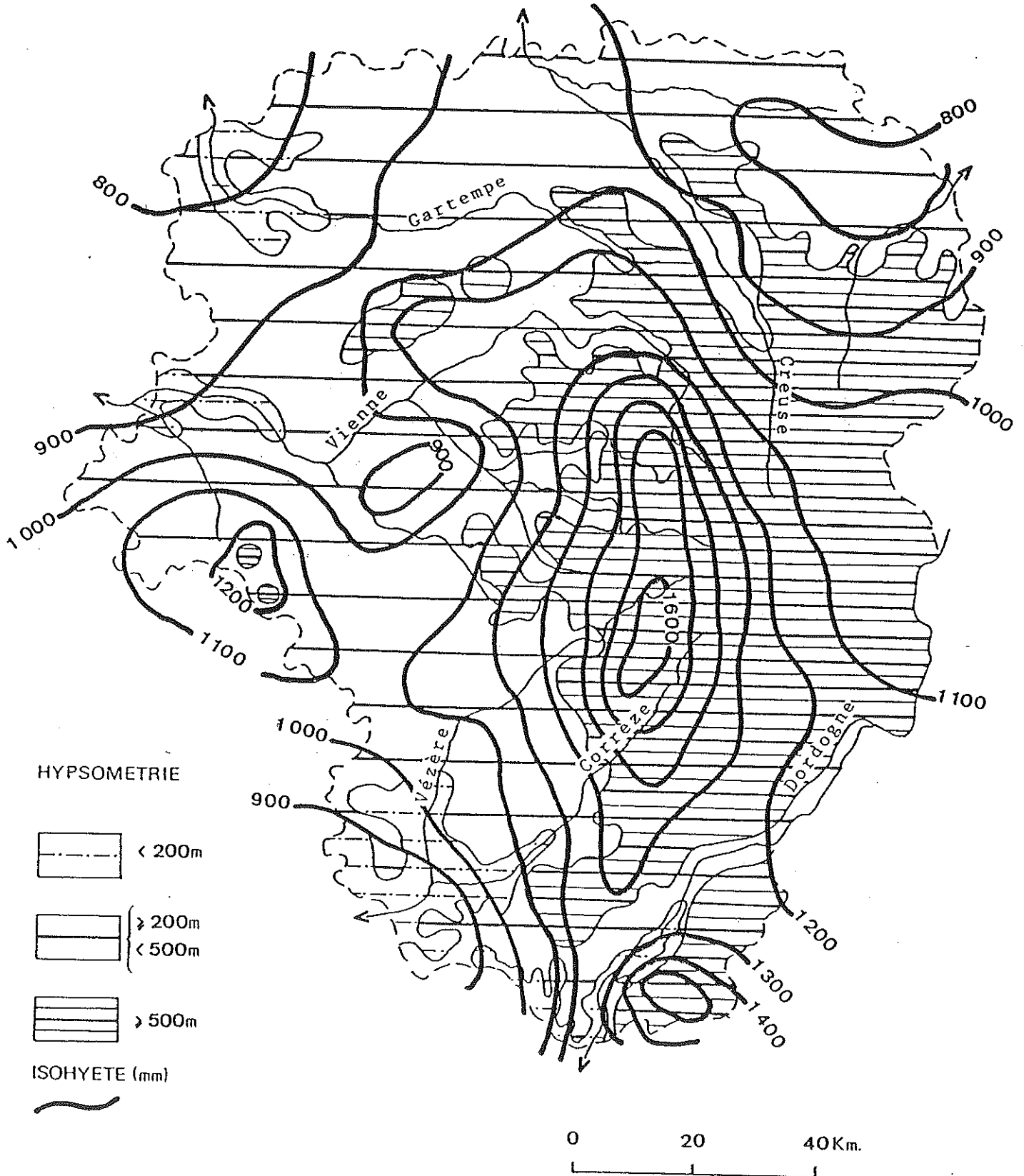
PROFIL LONGITUDINAL DE LA GRAINE



RELIEF ET HYDROGRAPHIE

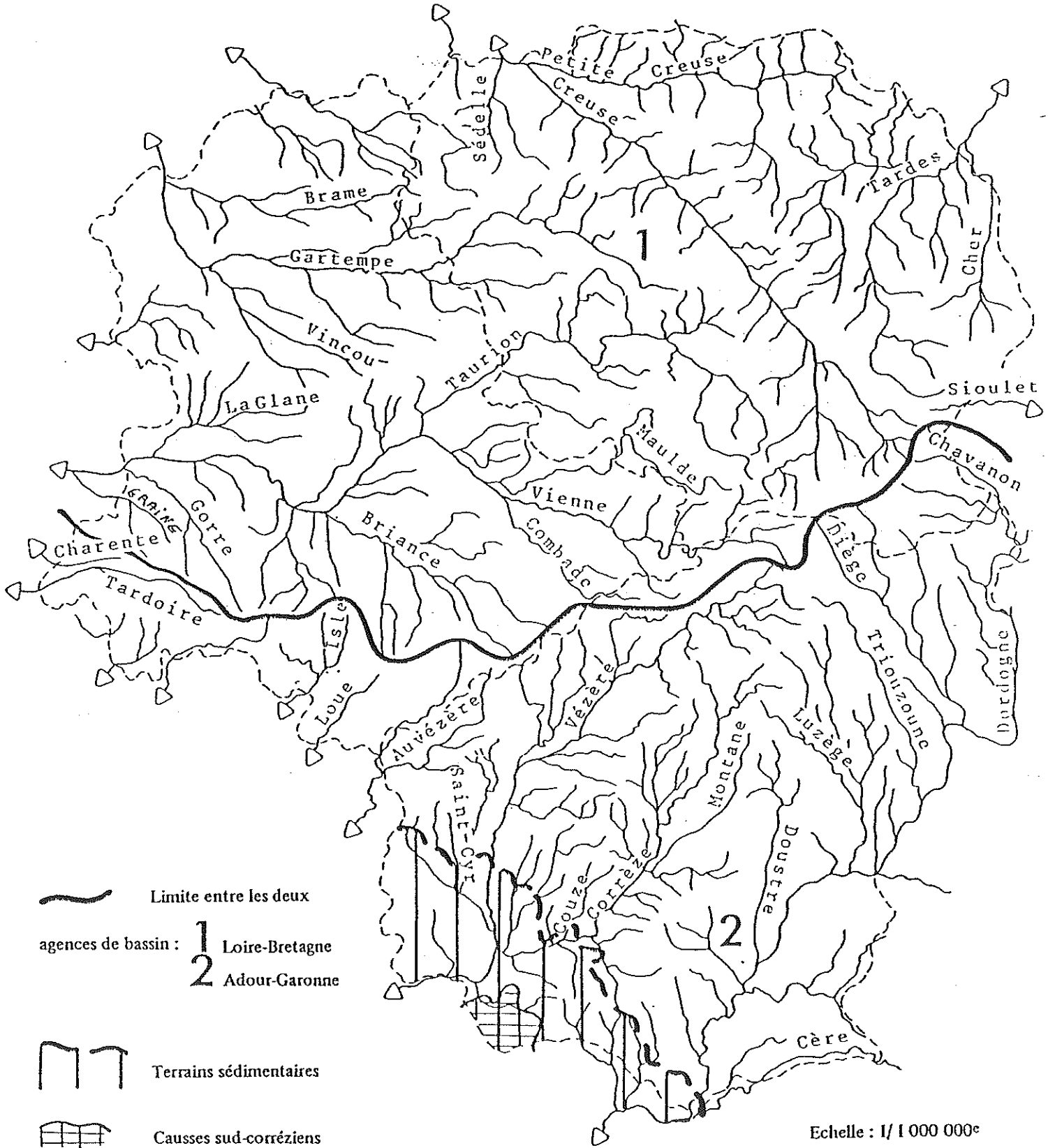


RELIEF ET PRECIPITATIONS



(Source : "Atlas climatique du Limousin" 1964-1978. Station météorologique de Limoges.)

LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE



(Source : Service d'aménagement des eaux du Limousin.)

3°) GEOLOGIE.

Pour l'essentiel, le sous-sol Limousin comprend des roches métamorphiques et des roches éruptives. Les roches métamorphiques sont représentées essentiellement par des gneiss et des micaschistes. Quant aux roches éruptives, elles sont représentées par une très grande variété de granits. Donc de par sa nature, le sous-sol du Limousin est imperméable (à l'exception d'une petite bande au niveau du Causse corrézien).

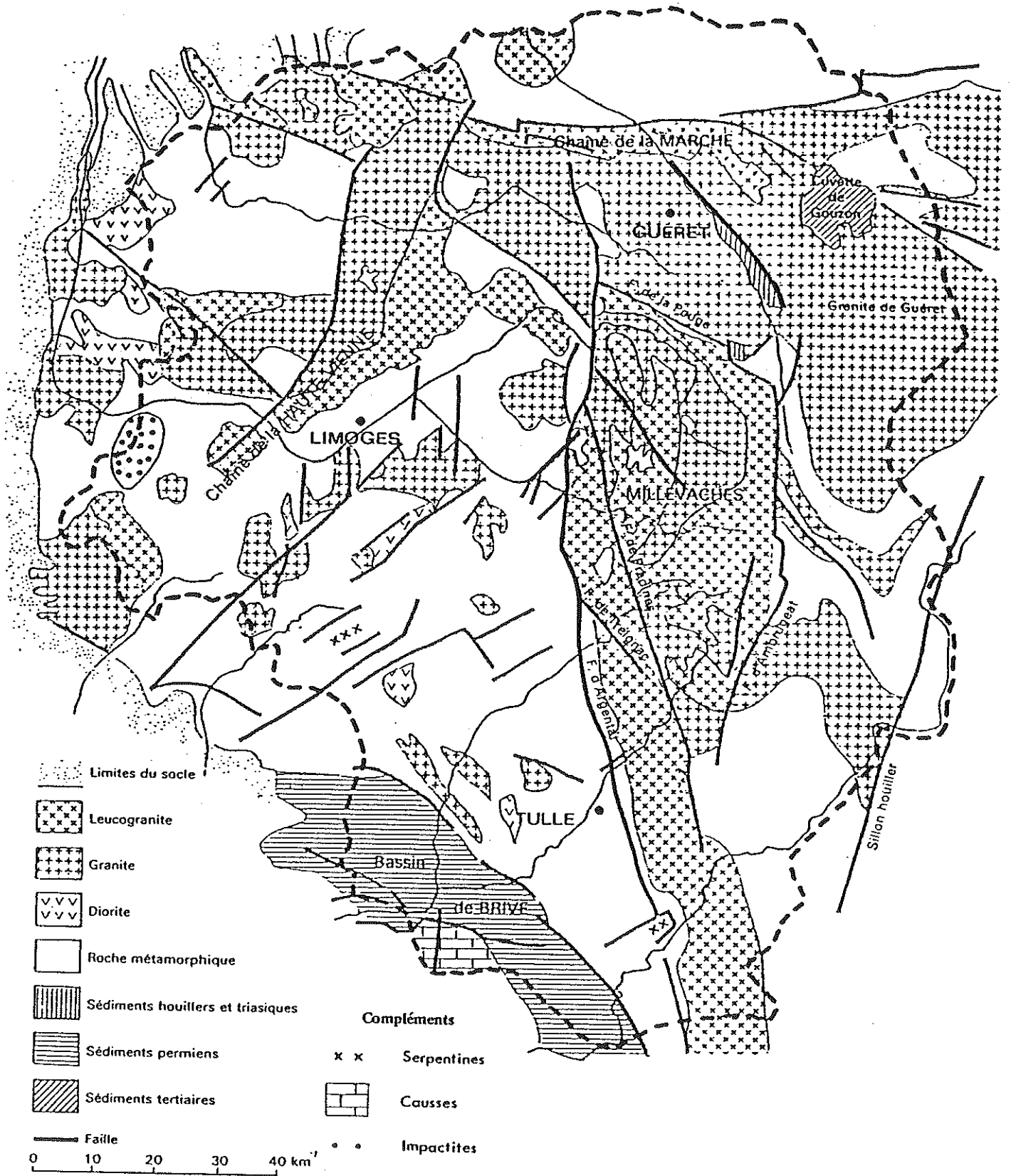
Les nappes phréatiques sont peu importantes; elles se limitent à la petite épaisseur de roches altérées près du sol (arènes) et à quelques zones de roches très fracturées, à l'exception des petites nappes incluses dans des alluvions de fond de vallée ou dans les poches sablo-argileuses du bassin de Gouzon ...

En ce qui concerne la Graine, elle traverse essentiellement des Gneiss et des leptynites puis les brèches très caractéristiques de Rochechouart.

Ces brèches, très rares, méritent que l'on s'y arrête un instant. Il s'agit de conglomérats de roches primaires: gneiss, schistes, quartz, granit fortement imprégnés de dépôts métalliques. Elles présentent une grande variété de couleurs allant du gris au brun rouille, en passant par le beige, le rouge, souvent pailletées d'argent, d'éclat de mica, de nickel. Cette appellation de brèche vient du fait que cette pierre très souvent alvéolée ressemble ainsi aux rayons de miel de l'abeille, c'est à dire la brèche. On la nomme aussi "pierre de lune" car on trouve des pierres semblables sur le sol lunaire.

La présence de ces roches particulières est due à la chute d'une météorite à 4 km à l'ouest de Rochechouart, il y a 160 millions d'années. On estime que cette météorite avait 600 m de diamètre et pesait 1 milliard de tonnes. Elle creusa un cratère de 23 km de diamètre. Celui-ci pratiquement

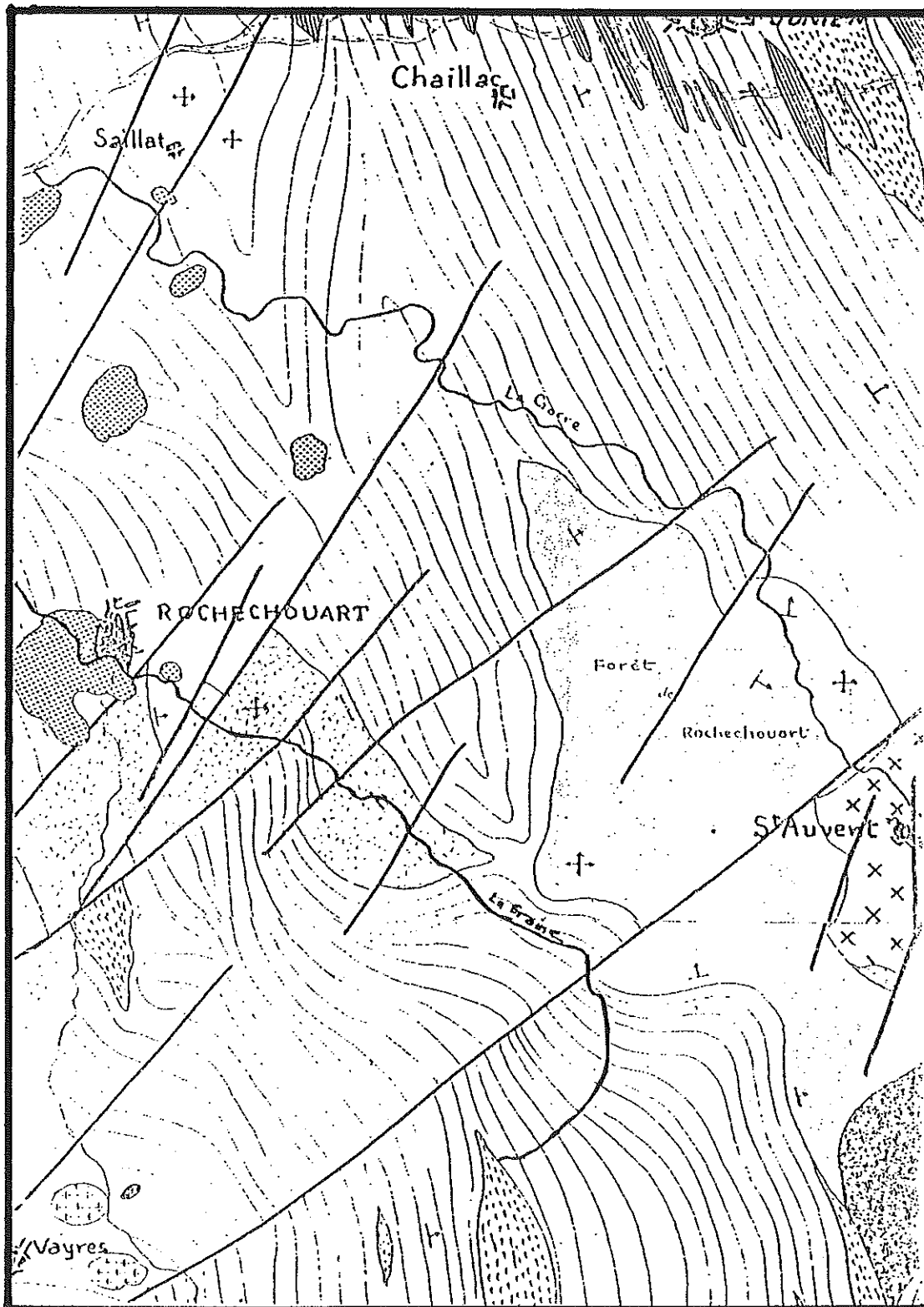
GEOLOGIE DU LIMOUSIN



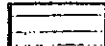


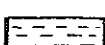
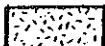






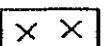
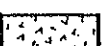
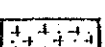



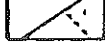
(Source : G. VERYNAUD, "Le Limousin, la nature, les hommes..." complétée.)

Source: Jean Jacques Espirat,

"Etude géologique du quart Nord-Est de la feuille de Rochechouart (Haute Vienne)". Mémoire-4 juillet 1957.



LEGENDE

-  Gneiss sup.
-  Amphibolites
-  Serpentes
-  Leptynites
-  Leptynites de Rochechouart
-  Embréch. lepty de St Priest
-  Embréch. Lepty de Lacaux
-  Embréchites schisteuses
-  Anatexites
-  Diorites quartziques
-  Granite.
-  Granulite grain moy. et gros
-  Granulite à grain fin
-  Granite hétérogène.
-  Microgranite.
-  Brèches
-  Quartz
-  Failles

Echelle : 1/50 000°

Espirat. J.J. 1957

effacé par l'érosion ne se distingue plus. La violence du phénomène métamorphosa les roches rencontrées sur plus de 80 km². Pendant longtemps on crut que ces brèches étaient dues à un phénomène volcanique. Trois cents sites de ce type sont répertoriés dans le monde, celui de Rochechouart est unique en France.

4°) CLIMAT.

Le Limousin est soumis surtout à l'influence océanique définie par des écarts de température modérés par la prédominance des vents de secteur ouest. Mais par sa situation, il subit aussi l'influence continentale des monts d'Auvergne, ce qui explique parfois la rigueur des hivers.

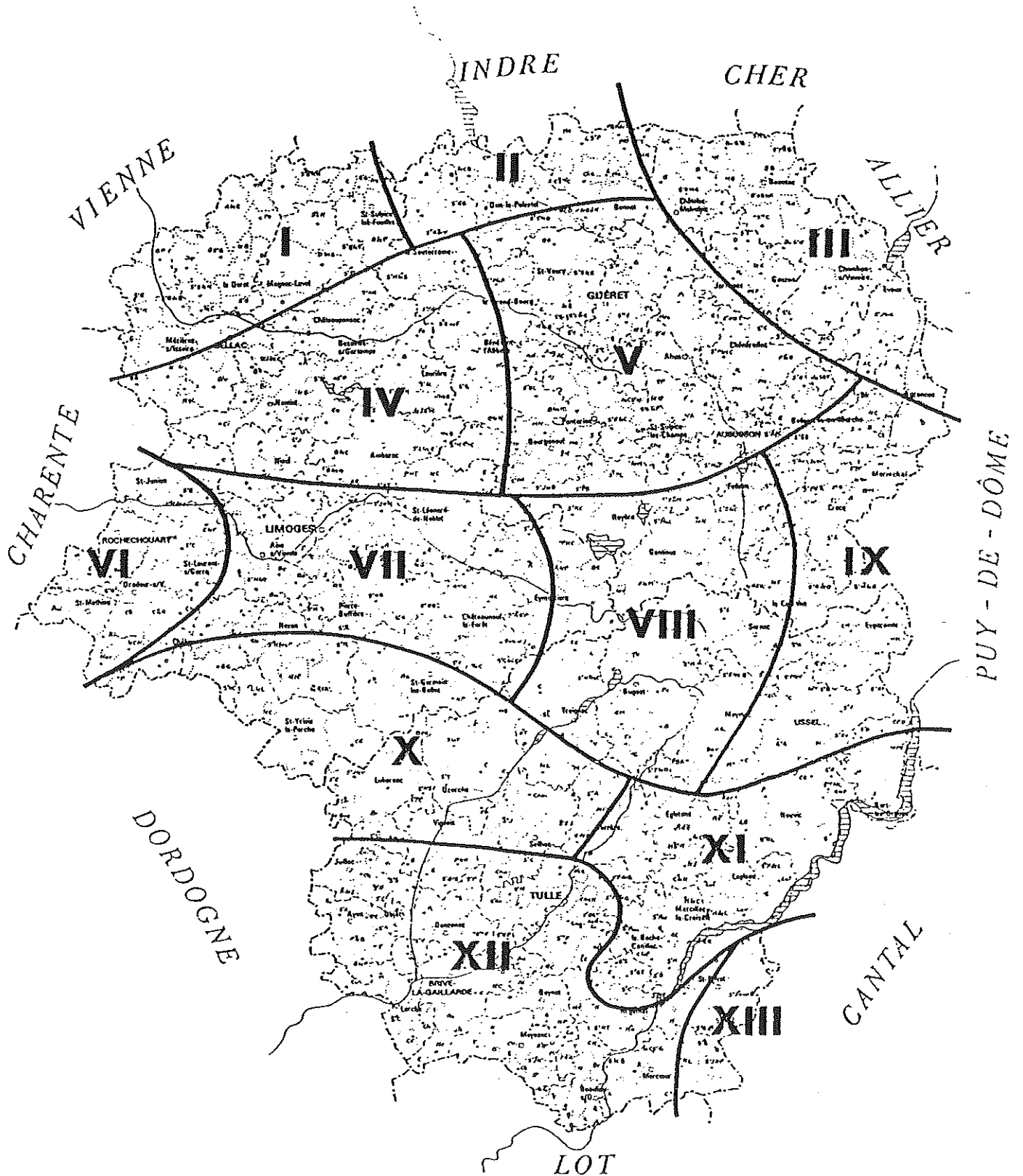
IL a été délimité treize zones climatiques principales. La Graine appartient à la zone VI qui est caractérisée par:

- des températures clémentes
- des précipitations assez faibles et peu nombreuses
- très peu de chutes de neige
- très peu de brouillard
- très peu d'orages.

En Limousin, les précipitations varient de 800 à 1600 mm, avec en moyenne 1000 mm par an, soit 17 milliards de m³ d'eau. La moitié de ce volume, c'est à dire 8,5 milliards de m³ par an ruisselle et alimente les cours d'eau.

La Graine se situe entre les isohyètes 900 et 1000.

Les principales ZONES CLIMATIQUES du LIMOUSIN



Source : Atlas climatique du Limousin
Données climatiques 1964-1978.

ZONE I

- Températures assez clémentes - Assez peu de gelées.
- Précipitations faibles et peu nombreuses.
- Très peu de chutes de neige.
- Peu de brouillards.
- Peu d'orages.

ZONE II

- Températures assez clémentes - Peu de gelées.
- Précipitations assez faibles mais nombreuses.
- Peu de chutes de neige.
- Brouillards fréquents.
- Assez peu d'orages.

ZONE III

- Températures plus continentales avec forte amplitude.
- Précipitations faibles et peu nombreuses.
- Peu de chutes de neige.
- Peu de brouillards.
- Assez peu d'orages.

ZONE IV

- Températures assez basses - Gelées fréquentes.
- Précipitations moyennes.
- Assez peu de chute de neige.
- Brouillards fréquents.
- Orages assez fréquents.

ZONE V

- Températures assez basses.
- Précipitations assez abondantes et nombreuses.
- Chutes de neige assez nombreuses.
- Peu de brouillards.
- Orages fréquents.

ZONE VI

- Températures clémentes.
- Précipitations assez faibles et peu nombreuses.
- Très peu de chutes de neige.
- Très peu de brouillards.
- Très peu d'orages.

ZONE VII

- Températures assez douces.
- Précipitations assez faibles et peu nombreuses.
- Assez peu de chutes de neige.
- Peu de brouillards.
- Orages assez fréquents.

ZONE VIII

- Températures très basses - Nombreuses gelées.
- Précipitations très abondantes et nombreuses.
- Très nombreuses chutes de neige.
- Brouillards nombreux.
- Orages très fréquents.

ZONE IX

- Températures très basses, très continentales avec forte amplitude - Très nombreuses gelées.
- Précipitations peu abondantes mais nombreuses.
- Nombreuses chutes de neige.
- Brouillards assez fréquents.
- Orages fréquents.

ZONE X

- Températures assez clémentes et de faible amplitude.
- Précipitations assez abondantes et nombreuses.
- Assez peu de chutes de neige.
- Brouillards fréquents.
- Orages assez fréquents.

ZONE XI

- Températures assez fraîches - Nombreuses gelées.
- Précipitations assez abondantes et nombreuses.
- Chutes de neige assez fréquentes.
- Peu de brouillards.
- Orages fréquents.

ZONE XII

- Températures douces - Peu de gelées.
- Précipitations faibles et peu nombreuses.
- Très peu de chutes de neige.
- Peu de brouillards.
- Peu d'orages.

ZONE XIII

- Températures assez douces - Gelées assez peu fréquentes.
- Précipitations très abondantes mais assez peu nombreuses.
- Peu de chutes de neige.
- Brouillards fréquents.
- Orages assez fréquents.

5°) Affluents.

La Graine possède, dans la partie étudiée, 3 affluents principaux:

- En rive gauche:

* Le ruisseau des Combes ou Negragne.

* La Vayres.

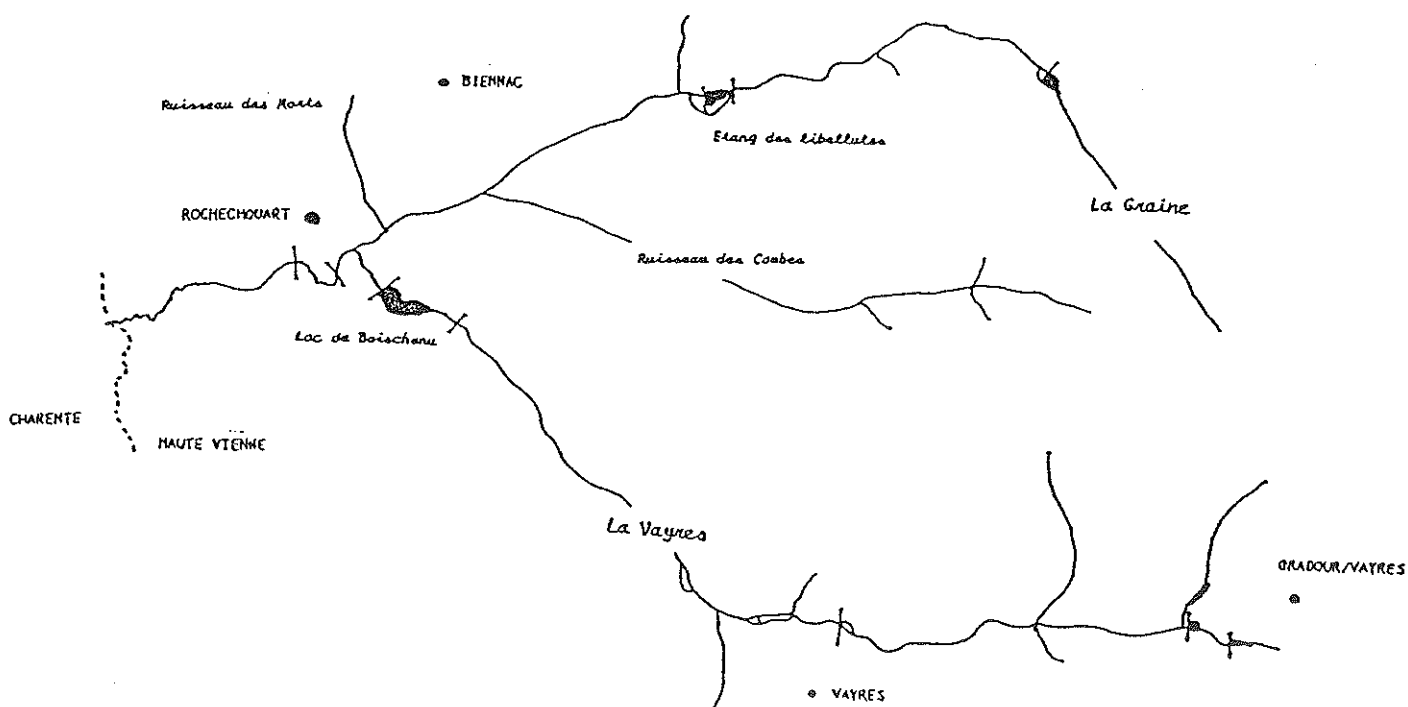
- En rive droite:

* Le ruisseau des Morts.

Parmi ces 3 affluents, seule La Vayres peut être qualifiée de petite rivière; les 2 autres, comme leur nom l'indique, ne sont que des petits ruisseaux.

Sur La Vayres se trouve le lac de Boischemu. Il s'agit d'un petit lac charmant qui constitue un site attractif pour les vacanciers en période estivale et un lieu de pêche.

BASSIN DE LA GRAINE ET DE LA VAYRES



6°) *Activité humaine.*

La Graine parcourt la campagne Limousine, et plus particulièrement le Sud-Ouest de la Haute-Vienne. Dans cette région, les terres non agricoles couvrent environ 45% de la surface cadastrée. Ce pourcentage important s'explique par le relief et surtout par les peuplements forestiers, constitués essentiellement par des taillis et des châtaigniers. Le taux de boisement, de 27%, est légèrement plus élevé que celui de la France et de la Haute Vienne.

Les exploitations agricoles sont généralement de petite taille. En effet 61% des exploitations ont moins de 20 hectares contre 52% en Haute Vienne. De par leur taille peu propice aux cultures intensives, ces exploitations se tournent plus particulièrement vers l'élevage.

C'est seulement au niveau de Rochechouart que La Graine trouve un habitat concentré (environ 4000 habitants sur la commune). La densité de la population sur la commune de Rochechouart (75 h/km²) est un peu plus élevée que celle de la Haute Vienne (64 h/km²). Ceci s'explique par la présence d'établissements pourvoyeurs d'emplois:

- la société SOFHUNIC spécialisée dans le cartonnage et l'impression emploie 280 personnes;

- la société DEVAYE, qui effectue du montage de matériel électrique emploie 110 personnes;

En plus de ces 2 sociétés qui emploient chacune plus de 100 personnes, il existe 5 autres établissements privés et publics qui emploient de 30 à 60 personnes.

La proximité de Saillat-sur-Vienne, où se trouve la société Aussedat Rey, important site de l'industrie papetière qui emploie 800 personnes contribue à l'élévation de la densité de population sur la commune de Rochechouart.

Malheureusement, Rochechouart voit sa population diminuer de recensement en recensement sous l'effet d'un faible taux de natalité et d'un fort taux de mortalité.

II-VOCATION PISCICOLE ET HALIEUTHIQUE.

La Graine est un cours d'eau classé, administrativement, en 1^o catégorie, car les Salmonidés y sont considérés dominants.

Les Salmonidés dont la truite, sont des poissons très sensibles qui ont besoin d'une eau de très bonne qualité pour se développer: ils ont besoin en permanence d'un minimum de 7mg/l d'oxygène dissous. Alors que les Cyprinidés, carpe, tanche, gardon... peuvent se contenter de 3mg/l. Cette concentration en oxygène est favorisée par des eaux froides, des courants rapides, une transparence de l'eau (favorise la photosynthèse).

Dans sa partie supérieure (jusqu'à Rochechouart), la Graine est une zone inférieure à Truite, à partir de la confluence de la Vayres, elle devient une zone à Barbeau.

Les zones inférieures à Truite (crénon, rhythron) sont caractérisées par de petites rivières froides, où leurs populations sont d'abondance optimale. Dans ces zones des Vairons peuvent remplacer les Truites..

A l'inverse, les zones à Barbeaux sont caractérisées par des cours d'eau de plaine (potamique) aux eaux plus chaudes. Dans ces eaux, la truite est une espèce marginale, d'abondance faible. Les espèces abondantes sont par exemple: Goujon; Chevesne; Gardon; Barbeau...

Avant la création des étangs, il existait une nette prédominance de la Truite fario. Actuellement, l'effectif des populations piscicoles reste important mais la densité de la Truite est très faible: peuplements et potentialités piscicoles ont été dégradés par les étangs.

De plus, la pollution organique due au déversement des égouts de Rochechouart et à l'eutrophisation de la Vayres, liée à l'altération stagnicole de l'hydraulique, favorise, à partir de Rochechouart, l'hyper-développement d'espèces comme le Goujon ou le Gardon.

Ces populations cyprinicoles sont ponctuellement réprimées par des pluies d'orages qui provoquent des mortalités de poissons importantes à l'aval des égouts de Rochechouart.

III-NUISANCES ET ACTIONS ANTHROPIQUES SUR LA GRAINE.

III.1- Eaux libres (courantes), en tant que récepteurs:

1°) Pollution liée à l'agro-zootchnie.

a) Pollution liée à l'agriculture.

Les terrains traversés par la partie étudiée de la Graine sont essentiellement des pâturages ou pacages. Quelques cultures sont trouvées de loin en loin.

La fertilisation azotée des prairies est courante, mais il s'avère que les prairies sont de véritables "pièges à nitrates". Il apparaît en effet que sous prairie, les eaux sont toujours moins chargées en nitrates que sous les sols de cultures. La fertilisation azotée de l'herbe est donc rarement une cause

de pollution des eaux. Mais il existe une limite qui peut être variable selon la conduite de la fertilisation azotée et le potentiel de production de la prairie.

Les véritables problèmes se posent :

- Au moment du retournement de la prairie, que ce soit pour une mise en culture ou pour un resemis de prairie.

- Lors de pluies importantes: il y a lessivage des sols par les eaux de ruissellement.

- Lors des crues.

Les terrains traversés étant essentiellement des prairies permanentes, les problèmes de pollution par les nitrates, les pesticides ou les engrais sont peu importants.

b) Pollution liée à l'élevage.

A ma connaissance, il n'existe pas d'élevage intensif d'animaux (porcs, veaux, poulets...) dont les effluents pourraient être rejetés dans La Graine.

L'impluvium de La Graine, pâturé, sert à divers endroits, "d'abreuvoir" aux bovins. Il en résulte deux sortes de problèmes :

- Une érosion des berges qui perturbe le biotope et encombre le lit de la rivière.

- Une contamination de l'eau par les excréments des animaux, et donc par des bactéries.

Un stockage de fumier de ferme en bordure de la Vayres, 200 m avant que celle-ci se jette dans La Graine semble assez mal placé. Certes, il est déposé sur une aire bétonnée, mais l'écoulement des jus et purin vers une fosse étanche de stockage n'est pas prévu. De plus, les fumiers stockés à l'air libre

reçoivent les eaux pluviales qui les lessivent entraînant avec elles de l'azote ammoniacal et du potassium. Il y a donc risque de perte d'éléments fertilisants et de pollution.

2°) Pollution liée au manque d'entretien des rivières.

La rivière remplissait dans le passé de multiples fonctions:

- Energie hydraulique des moulins;
- Eau pour le bétail et les cultures;
- Eau pour l'alimentation humaine;
- Eau pour le lavage du linge;
- Bois de chauffage, osier etc...

Aussi, son entretien indispensable, s'effectuait tout simplement par les riverains. L'évolution du mode de vie et donc des comportements sociaux l'ont progressivement laissée à l'abandon. Les taillis et les arbres se sont développés de façon anarchique, des branches et des arbres tombés à l'eau obstruent le lit et entravent le bon écoulement de l'eau. Les vieilles installations hydrauliques (moulins, usines hydrauliques, écluses...) qui jalonnent toutes les rivières ont aussi perdu leurs activités devenues insuffisamment rentables. Quand ils ne sont pas tombés en ruine, ces ouvrages se sont transformés en habitat résidentiel où la gestion des vannages répond plus à des motivations ludiques qu'aux impératifs hydrauliques du cours d'eau.

Le Professeur LEFEUVRE JC résume l'importance de ce problème: "On s'aperçoit que l'on condamne presque aussi sûrement une rivière en l'abandonnant qu'en lui faisant absorber une trop grande quantité d'effluents de toutes sortes. Ce qui est également certain, c'est qu'une rivière non entretenue est beaucoup plus sensible à toutes les pollutions par matières organiques dans la

mesure où sa capacité d'auto-épuration se trouve fortement entamée à la fois par perte de turbulence et par oblitération de la lumière".

En effet, les accumulations de bois morts et de branchages ralentissent le courant et engendrent une accumulation de vase, d'où une consommation d'oxygène importante et un colmatage des fonds. L'équilibre naturel de l'écosystème aquatique est alors bouleversé (impact au niveau piscicole et invertébrés benthiques).

3°) Pollution liée à la décharge de Mascureau.

Les ordures de la commune de Rochechouart, prises en charge par un service communal, sont amenées à la décharge publique qui se trouve sur le lieu dit "Mascureau". Il s'agit d'une décharge brute encore dite simple ou sauvage. Les déchets y sont simplement déversés sans traitement particulier.

Si ce type de décharge présente l'avantage d'être peu onéreuse, elle présente des inconvénients:

- C'est un lieu de prolifération d'insectes et de rats.
- Les pluies de ruissellement et de lixiviation concentrent des éléments polluants, qui dans ce cas précis, s'écoulent dans le ruisseau des Combes qui passe au pied de la décharge.

4°) Pollution domestique.

Jusqu'à Rochechouart, La Graine parcourt un milieu rural où l'habitat est dispersé. L'épuration des eaux usées se faisant essentiellement par épandage, il ne doit pas y avoir de rejets importants d'origine domestique dans la rivière.

Par contre au niveau de Rochechouart, il existe une pollution domestique connue. Celle-ci est due:

- A l'absence d'épuration de toute une partie de la ville, la station d'épuration en place étant inopérante depuis fort longtemps.

- Aux difficultés de fonctionnement de la station de La Grosille dont les effluents se jettent dans le ruisseau Des Morts.

Cette pollution d'origine domestique regroupe:

- Les eaux usées qui correspondent aux eaux de cuisine, de vaisselle, de lavage ...; ces eaux contiennent essentiellement des débris organiques, des graisses, des détergents.

- Les eaux vannes issues des WC; ces eaux sont très riches en matières organiques et transportent des micro-organismes divers et parfois pathogènes.

III-2 Impact des petits plans d'eau.

Les étangs sont sévèrement réglementés car leur prolifération a permis de se rendre compte des nuisances qu'ils pouvaient entraîner.

En Haute-Vienne, grâce à la cartographie des plans d'eau par télédétection spatiale, le recensement aboutit à une estimation globale de plus de 3 700 plans d'eau, qui occupent une superficie de 4 800 ha environ.

Sur la partie étudiée de la Graine, on note :

- 3 plans d'eau sur le cours d'eau;
- 2 en dérivation;
- 61 sur des affluents.

Les plans d'eau implantés sur le cours d'eau lui-même, de plus grande superficie, ont des incidences directes sur l'axe, mais souvent localisées dans l'espace; alors que les plans d'eau implantés sur les affluents ont des

incidences plus diffuses mais aussi plus marquées sur les ruisseaux de dimension modeste et de potentialité piscicole plus élevée.

1°) Pollution thermique.

Les étangs sont, en été, des zones où les eaux se réchauffent considérablement, car les rayonnements solaires atteignent le fond.

2°) Pollution mécanique.

En l'absence de "filtre", la vidange d'un étang entraîne des quantités énormes de vases à l'aval, dans le lit du ruisseau, ce qui colmate les frayères, fait fuir le poisson, et dans les cas graves, le tue, plus ou moins brutalement. Ce colmatage réduit aussi fortement les capacités du milieu à produire une faune benthique.

3°) Pollution organique.

Les eaux d'un étang s'enrichissent en débris organiques: algues mortes, excréments de poissons, poissons morts, plancton etc... L'homme pour augmenter la productivité des étangs apporte des nutriments, des engrais, du fumier.

Ce type de pollution est souhaitable pour la faune aquatique surtout dans des eaux pauvres, mais il devient préoccupant lorsque l'on fait des étangs en cascade jusqu'aux sources.

Ces deux facteurs combinés entraînent une diminution de la teneur en oxygène de l'eau. Cette diminution n'a pas de conséquences spectaculaires mais entraîne, de façon insidieuse, la disparition des salmonidés.

4°) Perturbation des migrations de poissons.

Les enclos à poissons sont, dans tous les cas, où aucune dérivation n'existe, une barrière nette à toute migration des poissons. La barrière est moins nette mais existe quand même lorsqu'il existe une dérivation, car il faut un débit suffisant dans celle-ci, pour permettre au poisson d'y circuler et, bien sûr il faut la rendre attractive (eau bien oxygénée) pour que le poisson la trouve.

5°) Epidémies pour les poissons des eaux libres.

Les lâchers de poissons, dans les étangs, ne peuvent pas être tous contrôlés, il peut y avoir des lâchers de poissons porteurs de maladies contagieuses, qu'ils transmettent à tout le ruisseau.

6°) Invasion par des espèces nuisibles.

Les grilles empêchant la communication du poisson, ne peuvent, aussi serrées soient elles, retenir des oeufs ou des petits alevins d'espèces nuisibles. Ainsi les inventaires piscicoles révèlent la présence dans les cours d'eau, à l'aval des retenues, de perches, de brochets, de gremlilles, de perche soleil, voire de poissons-chats, ainsi que des Cyprinidés tels que les gardons,

carpes ou tanches. Cette présence est tout à fait indésirable dans les cours d'eau de première catégorie dans la mesure où ces espèces se développent au détriment des Salmonidés et notamment de la Truite.

DEUXIEME PARTIE

**INTERET DES PARAMETRES
D'EVALUATION DE LA POLLUTION
CHOISIS POUR L'ETUDE DE LA GRAINE**

PREAMBULE.

Afin d'évaluer la qualité des eaux d'une rivière, de nombreuses informations doivent être rassemblées.

Dans la première partie nous avons vu les caractéristiques hydrographiques, géologiques et climatiques qui se rapportent à La Graine.

Cette deuxième partie sera consacrée à la présentation des différents descripteurs (analyses) physiques, chimiques, bactériologiques et hydrobiologiques étudiés dans ce travail.

Nous allons essayer de voir en quoi ces éléments peuvent altérer la qualité de l'eau, ou comment ils peuvent être des indicateurs de pollution.

A/ ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.

I-ANALYSES PHYSIQUES.

1°) La température.

C'est un facteur important de la vie d'un cours d'eau. L'élévation anormale de la température d'un cours d'eau est essentiellement due à un apport direct de chaleur provenant des industries utilisant l'eau comme fluide réfrigérant (industrie chimique, centrales nucléaires...).

α) Effets sur l'eau.

La température joue un rôle très important dans les vitesses des réactions chimiques et biochimiques.

L'auto-épuration est affectée par une température basse car les réactions d'oxydations sont freinées (oxydation de l'azote ammoniacal). Une augmentation de la température facilite ces réactions d'oxydations, allant de pair avec une diminution du taux d'oxygène dissous. Cette diminution, consécutive à l'accélération des phénomènes d'oxydations, allant de pair avec une diminution de la solubilité de l'oxygène peut conduire à une situation critique se traduisant par une accumulation de déchets tels que SH_2 , SO_2 , CH_4 , matières organiques partiellement oxydées, composés du fer, carbonates, sulfates etc... Ce phénomène est d'autant plus marqué que la concentration en matières organiques du milieu est importante.

Les phénomènes de fermentation eux sont facilités par l'élévation de température, d'où l'apparition d'odeurs nauséabondes dans les cours d'eau à fort dépôt de boue ou à forte production végétale.

Une augmentation de la température exacerbe donc les effets de la pollution organique. En l'absence de pollution importante ces conséquences

peuvent être considérées comme positives (augmentation de la productivité de l'eau) ou négatives (apparition éventuelle de micro-organismes, susceptibles d'être pathogènes pour l'homme, localisés normalement dans les pays chauds).

Comme nous y avons déjà fait allusion, la quantité des gaz dissous dans l'eau, et notamment la quantité d'oxygène dissous dans l'eau dépend de la température; en effet si la température de l'eau varie de 13°C à 20°C la concentration en oxygène peut diminuer de 14%.

b) Effets sur la faune et la flore aquatique.

La température est le facteur écologique le plus important parmi tous ceux qui agissent sur les êtres vivants. La plupart des réactions chimiques vitales sont ralenties, voir arrêtées par un abaissement important de la température.

Parmi les composants physico-chimiques des milieux aquatiques, la température naturelle des eaux joue un rôle primordial dans la distribution des espèces, aussi bien par ses niveaux extrêmes que par ses variations saisonnières ou diurnes.

Dans la limite des températures compatibles avec la vie des poissons et des végétaux aquatiques, la productivité des eaux douces sera d'autant plus forte que la température sera plus élevée.

On peut, pour chaque espèce, déterminer un "préférendum thermique" qui correspond à la zone de température où le poisson se tient plus facilement quand il est libre de se déplacer dans un gradient de température:

15°C pour la truite arc en ciel,

22-25°C pour le back bass,

23-24°C pour le gardon.

Les eaux chaudes favorisent l'expansion de certaines maladies, comme par exemple certaines affections parasitaires des poissons.

2°) Le pH.

Il permet de déterminer le caractère acide ou basique d'une eau en mesurant sa concentration en ions H^+ .

Les eaux naturelles, c'est à dire non soumises aux rejets importants résultant de l'activité humaine, ont un pH qui dépend surtout de la nature géologique du bassin versant.

Exemple: - la traversée de terrains granitiques confère à l'eau un caractère acide.

- la traversée de terrains calcaires confère à l'eau un caractère basique.

Le plus souvent le pH est voisin de la neutralité et varie de 6,5 à 8,5.

Des pH compris entre 5 et 9 permettent un développement à peu près normal de la faune et de la flore. Les eaux alcalines présentent généralement une faune plus riche et plus diversifiée que les eaux acides qui, faiblement minéralisées, ne permettent qu'un développement limité de la flore aquatique.

Mais la valeur du pH est indissociable des valeurs de la température, de l'oxygène dissous, de la minéralisation... car l'effet du pH se fera surtout sentir par l'influence qu'il exerce dans les équilibres avec les autres éléments: par exemple, l'azote ammoniacal aura peu d'influence sur la faune aquatique tant que le pH restera inférieur à 8 car sous sa forme ionisée il est peu toxique, alors que sous sa forme non ionisée sa toxicité est beaucoup plus élevée.

3°) La conductivité.

L'eau pure ne conduit pas le courant électrique.

La propagation du courant électrique dans l'eau est fonction de la quantité de matières en solution (sels divers) qu'elle contient. Cependant la conductivité n'est pas proportionnelle à la masse des éléments en solution ou au total des milli-équivalents présents car il n'y a pas proportionnalité entre la milli-équivalence ou la masse atomique des ions et leur conductibilité. Le degré d'ionisation de la majorité des sels en solution diminue avec l'augmentation de la concentration et varie selon la nature des éléments en présence.

Toutefois la mesure de la conductivité électrique est intéressante car les sels dissous dans l'eau ont une influence sur les organismes qui y vivent. En effet lorsqu'il se produit une brusque augmentation de la teneur en sels dissous, on peut assister à des migrations et parfois même à des mortalités. Une pression osmotique très élevée peut provoquer au niveau des branchies et autres organes externes des phénomènes de diffusion à travers les parois cellulaires et ainsi détruire les cellules.

Au delà de 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ les conditions sont très défavorables pour un équilibre écologique normal.

4°) Les matières en suspension.

Elles proviennent généralement des effets de l'érosion naturelle, des détritits d'origine organique (débris végétaux...), du plancton mais aussi de l'activité industrielle et des zones urbaines par l'intermédiaire des égouts.

Elles sont responsables de la turbidité de l'eau.

La turbidité est un trouble pouvant être mesuré par une méthode d'absorption utilisant un spectrophotomètre.

a) Effet sur l'eau.

L'abondance des matières en suspension dans l'eau réduit la luminosité et par ce fait abaisse la productivité d'un cours d'eau.

Par décantation, il y a dépôt de vase dans les zones calmes et on peut assister à une décomposition anaérobie des matières organiques s'accompagnant de dégagements gazeux.

b) Effets sur la faune et la flore aquatiques.

Les matières en suspension affectent directement la vie aquatique.

La présence de matières en suspension peut être parfois bénéfique: de jeunes poissons sont ainsi dissimulés à leurs prédateurs. Une vase fine enrobée d'une gelée de bactéries peut servir à la nourriture du poisson et même de l'alevin.

En revanche, les effets mécaniques des matières en suspension peuvent entraîner chez les poissons des maladies et même l'asphyxie par colmatage des branchies.

Les matières décantables en réduisant considérablement la croissance des invertébrés de fond agissent sur l'alimentation du poisson. En effet, les invertébrés sont plus sensibles que les poissons à l'effet de solides en suspension. Les espèces que l'on rencontre dans les zones à forte turbidité sont morphologiquement adaptées, leurs branchies sont protégées par des plaques de protection comme pour le genre caenis.

II-ANALYSES CHIMIQUES.

1°) Oxygène dissous.

L'oxygène trouvé dans l'eau vient de l'atmosphère où il n'entre que pour 21% en volume dans sa composition alors qu'il représente environ 35% du volume des gaz dissous des eaux superficielles.

La présence de l'oxygène dans les eaux de surface joue un rôle important dans le maintien de la vie aquatique et dans l'auto-épuration.

La solubilité de l'oxygène est fonction de la température. Pour une température donnée, il existe une quantité d'oxygène dite de saturation. La pression atmosphérique et la salinité jouent aussi un rôle dans la solubilité.

La transformation des matières organiques contenues dans l'eau consomme de l'oxygène qui est puisé dans cette réserve.

L'oxygène est indispensable à la vie de la plupart des organismes aquatiques; les salmonidés (truite, saumon...) ont besoin d'une concentration en oxygène dans le milieu d'au moins 7mg/l, et les cyprinidés (carpe...) d'au moins 5mg/l. Les besoins des poissons sont fonction de leur stade de développement (oeuf, alevin ou adulte) et de leur état physiologique (période de reproduction, de migration).

Les variations des teneurs en oxygène sont aussi importantes que la valeur du taux absolu.

On devra rechercher la cause de toutes variations: celles-ci pouvant être fonction des végétaux (photosynthèse), des matières oxydables, des organismes et germes aérobies.

Quand la température augmente, la teneur en oxygène diminue en raison de sa plus faible solubilité, mais aussi à cause de sa consommation accrue par les êtres vivants et les bactéries qui se multiplient. Ces modifications peuvent entraîner des goûts et des odeurs désagréables.

2°) Demande chimique en oxygène: DCO.

La demande chimique en oxygène ou DCO est la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables contenues dans l'eau et ce dans des conditions opératoires définies.

En fait la mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine, organique ou minérale (fer ferreux, nitrites, ammoniacque, sulfures ou chlorures).

Ce test est particulièrement utile pour l'appréciation du fonctionnement des stations de traitement des eaux.

3°) Demande biochimique en oxygène: DBO.

La DBO exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau, avec le concours des micro-organismes qui se développent dans le milieu dans des conditions données.

Il a été convenu d'évaluer la DBO pendant 5 jours à 20°C. On la désigne donc DBO5.

Les difficultés d'application, d'interprétation des résultats, de reproductibilité sont liées au caractère biologique de la méthode.

L'oxydation des matières organiques n'est pas le seul phénomène en cause; il faut y ajouter l'oxydation des nitrites et des sels ammoniacaux, ainsi que les besoins nés des phénomènes d'assimilation et de la formation de nouvelles cellules.

Pratiquement la DBO5 devrait permettre d'apprécier la charge du milieu considéré en substances putrescibles, son pouvoir auto-épurateur et d'en déduire la charge maximale acceptable.

Les effets de la DBO5 sur le milieu ne sont pas uniquement liés à sa grandeur physique, mais aussi aux conditions hydrologiques et météorologiques du milieu récepteur, ces conditions agissant sur les phénomènes de réaération du cours d'eau et sur la vitesse d'oxydation des matières organiques.

En ce qui concerne la vie aquatique et la productivité piscicole, la présence de matières organiques semblerait plutôt souhaitable à moins que la

DBO₅, par un effet indirect provoque une diminution de la teneur en oxygène dissous qui affecte alors la vie des poissons.

4°) Chlorures.

La concentration en chlorures des rivières est en général faible. Elle provient des terrains traversés par les eaux de ruissellement. A l'inverse des déchets azotés, les chlorures ne subissent ni transformation, ni destruction. Ils restent intacts et diffusent facilement dans les terrains.

Mais la teneur élevée en chlorures d'une eau peut être témoin d'une source de pollution. En effet, les chlorures sont aussi présents dans les liquides organiques humains et animaux.

Cependant pour interpréter des résultats de concentration en chlorures d'une eau, il faut les associer aux résultats obtenus lors des dosages des nitrites et des nitrates:

- si on note une augmentation simultanée des chlorures, des nitrates et des nitrites, on peut supposer l'existence d'une pollution d'origine humaine.

- si les concentrations en nitrites et nitrates sont normales et si seule la concentration en chlorures est élevée, on peut émettre deux hypothèses:

* présence d'une pollution organique éloignée;

ou

* les terrains filtrants ont détruit ou retenu les matières organiques; l'eau est donc à surveiller.

- si la concentration en chlorures est normale, et si seules les concentrations en nitrites et nitrates sont élevées, il se peut que la pollution organique soit d'origine végétale.

Remarque: pour qu'un résultat de dosage de chlorures soit interprétable il faut aussi connaître le taux habituel de la rivière.

Une présence excessive de chlorures dans l'eau peut la rendre impropre à l'abreuvement des animaux et nuisible pour la faune piscicole et la flore aquatique.

5°) Sulfates.

Leur origine peut être naturelle ou artificielle.

Origine naturelle car ils sont liés cations majeurs: calcium, potassium et sodium. Ils proviennent essentiellement de la dissolution de gypse et aussi du lessivage des terrils pyrifères où les sulfures entraînés s'oxydent, au contact de l'air, en sulfates.

Leur origine artificielle est due à l'utilisation d'engrais ou à leur présence dans de nombreuses industries (tanneries, industrie papetière, textile, fabrication d'oxyde de titane, usine de phosphogypse...).

Leur teneur doit être reliée aux éléments alcalins et alcalino-terreux de la minéralisation.

Leur présence en trop grande quantité favorise l'eutrophisation; cependant une concentration d'au moins 0,5 mg/l de sulfates est nécessaire à la croissance des algues.

6°) Phosphates.

Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produits de décomposition de la matière vivante, lessivage des minéraux), mais à l'heure actuelle, leur présence dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle.

Cette origine artificielle pouvant être:

- liée à une contamination par du purin ou un effluent d'une fosse d'aisance car les phosphates constituent le terme final d'oxydation du phosphore des tissus vivants et sont relativement abondants dans les urines;

- liée à un épandage d'engrais agricoles;

- liée à l'emploi de détergents alcalins à base de phosphates de sodium.

Il faut savoir que la teneur en ions phosphates varie au cours de l'année. Leur présence favorise la végétation des algues, en particulier à la belle saison; il en résulte alors une consommation des phosphates avec diminution du taux dans l'eau.

Ce taux a tendance à remonter aux périodes de faibles activités biologiques.

La connaissance de la teneur en phosphates constitue un complément d'information utile quant aux contaminations bactériennes éventuelles, comme témoin d'une pollution d'origine animale.

Leur absence, contrairement aux chlorures, n'est pas un critère de pureté car ils sont susceptibles d'être transformés ou retenus par les terrains.

Les phosphates présentent rarement une toxicité vis à vis du poisson; ils sont même utilisés en pisciculture pour augmenter la biomasse planctonique.

Cependant, en trop grande quantité, ils favorisent la prolifération des algues entraînant ainsi des odeurs de l'eau et de nuisances vis à vis du poisson.

7°) *Matières organiques.*

Elles proviennent soit de la vie végétale ou animale soit d'une pollution.

Certaines eaux chargées en matières organiques sont inoffensives alors que d'autres n'en renfermant que de faibles traces peuvent être dangereuses par les éléments microbiens qu'elles véhiculent.

Aussi pour l'interprétation des résultats, il ne faut pas être trop absolu. Il sera nécessaire de rapprocher ces résultats de ceux de l'examen bactériologique: une teneur élevée en matières organiques devant toujours faire suspecter une contamination bactérienne.

8°) *Dérivés de l'azote organique.*

La détermination des dérivés de l'azote susceptibles d'être présents dans l'eau, c'est à dire ammoniac, nitrites et nitrates constitue une partie importante de l'analyse chimique de l'eau.

Cycle de l'azote: le sol s'enrichit en azote par l'apport protéique ou minéral que lui font tous les êtres vivants par leur métabolisme (excrétions) ou par les matières organiques fraîches résultantes de la destruction ceux-ci sous l'influence des diastases bactériennes.

Le mécanisme de passage de l'azote protéique à l'azote ammoniacal est compliqué.

L'azote ammoniacal est transformé à son tour en azote nitreux, puis en azote nitrique grâce à l'intervention de bactéries autotrophes telles que les nitrosomas et nitrosococcus. La nitrification se fait bien dans les sols aérés et suffisamment riches en calcaire.

a) Azote ammoniacal.

L'azote ammoniacal est surtout présent sous forme d'ions ammonium, mais on peut également le rencontrer à l'état de traces sous forme ammoniacale libre (forme non ionisée toxique existant à des pH élevés).

Sa présence dans les cours d'eau peut être liée à un grand nombre de sources.

Mais quand on trouve des quantités importantes d'azote ammoniacal dans l'eau cela prouve que l'eau a subi un contact récent avec des matières organiques en décomposition sans qu'un processus auto-épuration efficace ait pu intervenir.

Il faut comparer la teneur en azote ammoniacal avec les teneurs des autres éléments azotés ainsi qu'avec les résultats des analyses bactériologiques.

b) Nitrites.

Ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates (par voie chimique et bactérienne).

Les nitrites comme les nitrates stimulent la croissance planctonique et donc favorisent l'eutrophisation.

De plus, dans certaines conditions de température et de pH, les nitrites peuvent se trouver sous leur forme non ionisée (acide nitreux = HNO_2), plus toxique.

Les nitrites se fixent à l'hémoglobine du sang sous forme de méthémoglobine et empêchent le transport de l'oxygène. Un des symptômes de cette intoxication chez les poissons est la couleur brun-chocolat des branchies. Il semblerait selon certains auteurs que le poisson ne possède pas de système

enzymatique capable de réduire la méthémoglobine: dans cette hypothèse, l'action toxique chronique des nitrites s'exercerait à de très faibles concentrations.

c) Nitrates.

Ils constituent le stade d'oxydation le plus élevé du cycle de l'azote.

En général, ils sont en faible quantité dans les eaux superficielles, mais en quantité plus ou moins considérable dans les eaux souterraines.

Les nitrates ont donc pour origine habituelle une nitrification de l'azote organique, mais il se peut qu'ils soient en liaison avec la teneur en nitrates des terrains traversés.

Leur taux élevé atteste donc d'une pollution par des matières organiques avec une auto-épuration inefficace, ou d'un apport par des engrais nitrés.

Les nitrates participent aux phénomènes d'eutrophisation en stimulant la flore aquatique en présence des autres éléments nutritifs indispensable (carbone, hydrogène, oxygène, soufre, potassium, calcium, magnésium, azote, phosphore).

Cependant, en période de faible oxygénation (période estivale), les nitrates peuvent jouer un rôle de donneurs d'oxygène et éviter l'anaérobiose.

d) Azote total.

L'azote total appelé aussi azote kjeldahl comporte l'azote présent sous les formes organiques et ammoniacales, à l'exclusion des formes nitreuses et nitriques. Il comprend donc en plus de l'ammoniaque, l'azote contenu dans les protéines, les polypeptides, les acides aminés et certains composés tels l'urée ou l'hydrazine en particulier.

L'azote retrouvé dans les eaux de surfaces, peut provenir des rejets urbains ou industriels (abattoirs, sucreries, brasseries...), ainsi que du lessivage des sols enrichis en engrais azotés.

En effet les consommations d'azote pour les usages agricoles sont considérables et avoisinent en France les 2 millions de tonnes.

En ce qui concerne les rejets urbains on admet que pour les eaux essentiellement domestiques, un habitant élimine 13g d'azote par jour.

Ainsi la présence d'azote total en grande quantité signe une pollution.

Cependant la concentration en azote total est beaucoup moins importante que les formes sous lesquelles il se trouve:

- l'hydrazine à une concentration de 0,7 mg/l cause des troubles de l'équilibre chez la truite en moins de 24H, et pour 146 mg/l la truite arc-en-ciel meurt en une 1/2H;

- l'urée, elle n'est toxique pour un poisson de résistance moyenne qu'au delà de 30 mg/l;

- les composées azotés d'origine industrielle sont considérés comme toxiques pour le poisson à des doses variant entre quelques centièmes de mg/l à plusieurs centaines de mg/l.

B/ ANALYSES BACTERIOLOGIQUES.

I-INTRODUCTION.

Parmi les bactéries des cours d'eau, nous pouvons distinguer deux grands groupes: - Les germes saprophytes.

- Les germes pathogènes.

1°) Les germes saprophytes.

De nombreux micro-organismes sont des hôtes normaux des eaux naturelles, superficielles mais aussi souterraines.

Ils jouent un rôle utile et important dans la vie aquatique, en particulier dans la biodégradation des matières organiques; et donc dans l'auto-épuration des rivières.

Les études des bactéries du cycle de l'azote, du phosphore, du soufre fournissent des renseignements écologiques fort intéressants, mais leur complexité les rend peu aisées à utiliser.

2°) Les germes pathogènes.

Il existe deux origines possibles à la présence de bactéries pathogènes dans les eaux naturelles:

- les eaux de ruissellement;
- le déversement direct d'eau d'égout, d'excréments humain ou animal.

1°) Les eaux de ruissellement: ce type de pollution microbiologique est limité par l'auto-épuration qui s'effectue au niveau du sol; la nature

géologique du sol détermine en grande partie le niveau d'auto-épuration, mais n'est pas le seul facteur.

2°) Le déversement direct: la rivière réagit par sa capacité d'auto-épuration; mais la pollution est importante sur une plus ou moins longue distance.

II-ORIENTATION DES ANALYSES.

L'orientation et l'interprétation des analyses bactériologiques, seront fonction de l'utilisation de l'eau. Car, en effet, il existera des différences selon que l'on étudie la potabilité d'une eau, une eau de baignade, une eau superficielle, voire même des cas particuliers très divers tels que la recherche de bactéries en relation avec la corrosion des canalisations, de bactéries dégradant les films cinématographiques...

Notre étude portera essentiellement sur la mise en évidence d'une contamination fécale. Nous rechercherons donc des organismes vivant normalement chez les animaux à sang chaud. Si ces germes ne sont pas dans tous les cas pathogènes, ils jouent un rôle d'alarme. En effet, ils peuvent être accompagnés d'autres germes d'habitat fécal, dont la recherche est difficile, mais qui peuvent provoquer des infections générales très sévères: fièvre typhoïde (salmonelle), dysenterie (shigella).

L'interprétation des analyses se fera sur 3 critères:

- la sensibilité: on considère un germe comme sensible quand il est contenu en grande quantité dans les selles;
- la spécificité: un germe est spécifique quand son habitat est exclusivement fécal;
- la résistance: les différences de résistances des germes entre eux permettent d'affiner les interprétations.

III-ANALYSES BACTERIOLOGIQUES EFFECTUEES.

1°) Flore mésophile.

Le dénombrement de la flore mésophile donne une idée du nombre de bactéries aérobies présentes dans le prélèvement. Cette analyse ne donne pas d'indication précise sur la contamination fécale.

Un nombre élevé de germes n'est pas obligatoirement un signe de mauvaise qualité. L'important serait surtout de déceler des variations de ces dénombrements sur des échantillons réalisés à des périodes différentes.

2°) Les coliformes totaux et fécaux.

Les coliformes vivent en abondance dans les intestins des animaux à sang chaud. Mais certains sont les hôtes habituels des eaux et des sols. Ils ne sont donc pas tous spécifiques.

Aussi faut-il rechercher les coliformes qui ne peuvent vivre que dans un habitat fécal. *Escherichia coli* étant le type de coliformes d'habitat fécal exclusif, sa recherche est donc très importante.

De par sa faible résistance, *Escherichia coli* signe la présence d'une contamination fécale récente. Cette bactérie a une durée de vie de 30 à 50 jours, contrairement aux autres coliformes qui ont en moyenne une durée de vie de 80 jours.

Escherichia coli ayant une résistance du même ordre que celle des salmonelles, sa mise en évidence indiquera la possibilité d'un risque pathogène encore présent.

3°) Les streptocoques fécaux.

On recherche seulement les streptocoques appartenant au groupe D de Lancefield, sans aller jusqu'à l'identification de l'espèce.

Les streptocoques du groupe D de Lancefield correspondent à l'ensemble des streptocoques fécaux. Ce groupe se distingue par la présence d'une substance antigénique particulière.

Bien que jouant un rôle moins important d'indicateur fécal dans les eaux naturelles, ils complètent celui des coliformes fécaux.

Les Streptocoques fécaux ont une durée de vie de l'ordre de 50 jours.

4°) Les Clostridium Sulfite Réducteurs (C.S.R.).

Le terme de C.S.R. englobe plusieurs sortes de germes, et peut même comprendre des germes appartenant à des espèces différentes telles que Bacillus.

Il faut donc identifier plus précisément les germes. L'identification s'oriente généralement vers la recherche de Clostridium perfringens qui est présent dans l'intestin de l'homme en grande quantité.

Seulement, cette identification ne permet pas de conclure de façon catégorique à une contamination fécale dans la mesure où le Clostridium perfringens peut avoir une origine tellurique.

Ces germes sont très résistants car ils sporulent.

5°) Salmonelles.

La présence de germes fécaux peut faire craindre la présence de salmonelles.

Salmonelle typhi est responsable de la fièvre typhoïde, d'autres salmonelles voisines sont responsables de paratyphoïdes.

De par la difficulté de recherche des salmonelles, cette analyse ne sera effectuée que sur le prélèvement qui correspond au plan d'eau de Rochechouart (lieu de baignade officiel).

6°) *Staphylocoque doré (Staphylococcus aureus)*.

Ce germe n'est pas spécialement d'habitat fécal. Il contamine l'homme non par ingestion, contrairement à tous les germes cités précédemment, mais par contact cutané ou rhinopharyngé.

Ces deux dernières analyses n'entrent pas, en général dans le cadre de l'étude bactériologique classique des eaux de rivière. Elles ont été recherchées dans cette étude sur un seul point de prélèvement car il s'agit d'un lieu de baignade officiel.

C/ METHODES BIOLOGIQUES ET ESPECES INDICATRICES DU MILIEU.

I-PRINCIPE GENERAL.

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux informent sur la qualité de l'eau à l'instant même du prélèvement, aussi, elles ne permettent que de façon très incomplète l'appréciation de l'état réel de pollution d'un cours d'eau.

Par contre, l'étude de la structure des biocénoses permet de suspecter des sources de pollution, là où les techniques physico-chimiques sont inopérantes.

Tout écosystème est formé d'un assemblage d'espèces organisées selon une structure définie, qui peuple et exploite un milieu particulier.

NOTION D'ECOSYSTEME.

ECOSYSTEME = BIOTOPE + BIOCENOSE

Dans le cas particulier des écosystèmes d'eau courante, les biotopes sont constitués par l'eau et le substrat (lit, berges) et dépendent de trois facteurs: géologique, topographique et climatique.

Le relief et la distance à la source détermine la largeur, la profondeur, la vitesse du courant et la turbulence des eaux. Ces éléments ajoutés à la nature géologique du sol conditionnent la structure du fond (rochers, graviers pour les eaux rapides; sable, vase pour les cours d'eau lents et sinueux).

Les biocénoses sont des associations, des peuplements d'animaux et de végétaux dont la structure, dans des conditions normales répond à un certain équilibre.

Les biocénoses peuvent être regardées comme des édifices trophiques ou chaînes alimentaires que l'on peut représenter selon la figure 1.

Apports de l'amont, des rives et de l'atmosphère.

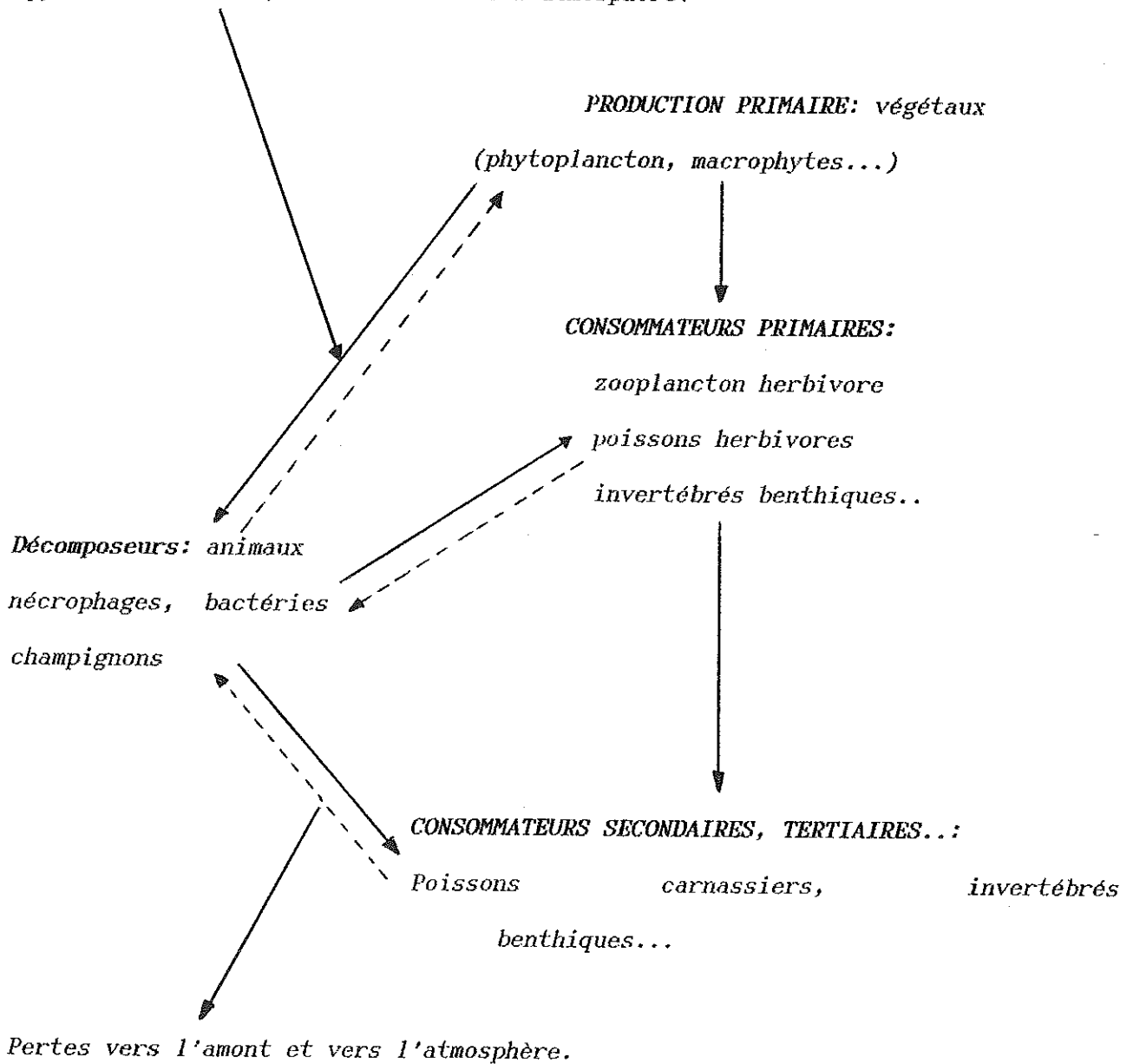


Figure 1: Chaîne alimentaire des biocénoses aquatiques.

Les végétaux, détritiques végétaux, algues constituent la biomasse végétale. Ils représentent la production primaire.

La production primaire sera transformée en production secondaire par les consommateurs primaires (C1) qui sont des herbivores.

Les consommateurs primaires représentent la production secondaire; ils seront transformés en production tertiaire par les consommateurs secondaires (C2) qui sont des carnassiers.

Les animaux ou végétaux morts sont attaqués par les saprophages ou les décomposeurs (bactéries, champignons) qui redistribuent dans le milieu de la matière organique inerte.

Dans les biocénoses aquatiques, les poissons se situent à tous les niveaux de consommation, et bien souvent en occupent plusieurs.

Toute cette structure se manifeste par l'existence de relations quantitatives entre les abondances des espèces.

La détection de changement au sein d'un écosystème permet de révéler les perturbations auxquelles il est soumis.

Nous nous intéresserons aux communautés d'eau courante qui se développent surtout sur le fond ou au voisinage immédiat. Ces communautés forment le benthos ou faune benthique.

La régression d'une espèce, voire sa disparition ou au contraire l'installation et le développement d'une autre peuvent donner d'excellentes indications.

C'est donc par le caractère intégrateur des espèces, que la biocénologie comparée amont et aval d'un rejet constitue une méthodologie fiable.

Exemple d'un rejet de matières organiques: Celles-ci en se dégradant dans le cours d'eau consomment de l'oxygène et forment des dépôts. La plupart des espèces vivantes du cours d'eau sont amenées à disparaître et seules subsistent des espèces peu exigeantes.

Tout comme un rejet en un point peut perturber un écosystème aquatique, une modification de l'aspect physique de la rivière liée à un manque d'entretien, modifie la nature du peuplement des invertébrés benthiques et des poissons.

Le résultat est une simplification de plus en plus poussée de la population faunistique du secteur pollué: l'altération entraîne une diminution de la diversité du peuplement.

II-METHODES A NOTRE DISPOSITION.

Il existe actuellement deux méthodes nous permettant d'étudier la qualité des eaux en un point donné, à partir de la récolte des macro-invertébrés qui colonisent le substrat:

1°) La méthode dite des Indices Biotiques (Tuffery et Verneaux, 1967), normalisée est retenue en France pour l'inventaire officiel de la pollution des cours d'eau. Elle permet une classification et un dénombrement des espèces qui vivent au niveau de l'interface eau-sédiments, dans des conditions simples et standards. L'Indice Biotique obtenu est une note pouvant varier de 1 à 10. L'Indice Biotique d'un endroit non pollué étant égal à 10.

2°) La méthode de l'Indice Biotique Global.

Cette méthode basée sur les mêmes principes que la première, tend à s'y substituer car elle est moins sommaire et conduit à une appréciation améliorée. La note obtenue par cette méthode peut varier de 0 à 20.

Nous allons voir dans le détail le principe de ces 2 méthodes.

III-METHODE DES INDICES BIOTIQUES.

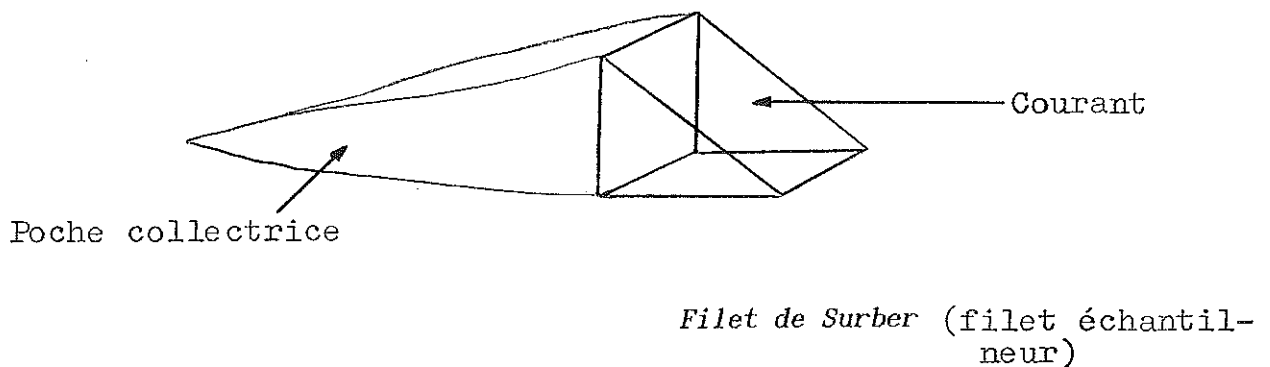
Basée sur la variation de la faune des macro-invertébrés benthiques, elle est simple à appliquer.

1°) Matériel.

Pour les cours d'eau peu profonds, les prélèvements sont effectués à l'aide d'un filet échantillonneur de fond de un pied carré de surface ($\approx 10 \text{ dm}^2$).

On nettoie à la main les matériaux situés dans cette surface; les organismes sont entraînés par le courant dans la poche collectrice dont le fond est en tissu de filet à plancton.

Les animaux recueillis sont lavés puis placés dans des flacons d'alcool glycéринé étiquetés.



2°) Classification des organismes recueillis.

L'unité systématique retenue sera selon les ordres: l'espèce, le genre, la tribu ou la famille.

Mais d'une manière générale, elle sera arrêtée à la limite de la détermination simple; le plus souvent au genre, l'essentiel n'étant pas d'aboutir à la taxonomie spécifique exacte, mais de dénombrer le plus possible d'unités systématiques différentes.

De plus, pour effectuer plus rapidement le travail seuls les invertébrés de taille supérieure à 1/2 mm sont retenus.

3°) Nécessité de tenir compte de deux faciès.

Les biocénoses benthiques sont très différentes dans les eaux à fort et à faible courant; il convient donc de procéder à deux inventaires distincts: - un dans le faciès lotique (courant rapide);

- un dans le faciès lentique (courant lent).

Pour chaque faciès trois prélèvements sont nécessaires.

4°) Fondement écologique de la méthode.

La méthode est fondée sur la diversité (nombre d'unités systématiques présentes) et sur la nature globale du peuplement (groupes faunistiques présents).

a) Diversité.

Dans les conditions naturelles, la diversité faunistique augmente avec la teneur en sels nutritifs, de plus, elle augmente de l'amont vers l'aval.

Donc pour obtenir une même valeur de l'indice biotique caractérisant une même qualité de l'eau, il faudra un nombre d'unités systématiques d'autant plus grand que l'on sera à l'aval.

L'altération du milieu se traduit par le développement de deux phénomènes inverses: - Apparition et prolifération d'individus appartenant à un petit nombre d'espèces électives du type de pollution considérée.

- Disparition plus ou moins rapide dans un ordre déterminé de certaines espèces électives du milieu considéré.

L'altération du milieu entraîne donc une diminution de la diversité du peuplement.

b) Nature du peuplement.

* La composition des biocénoses varie de l'amont vers l'aval suivant un phénomène de remplacement progressif des espèces les unes par les autres. Les groupes faunistiques de référence seront donc choisis suivant leur présence aux différents niveaux.

* Les groupes faunistiques sont classés dans l'ordre décroissant de leur sensibilité à la pollution générale du support aqueux.

A partir de ces différentes considérations, il a été établi un tableau à double entrée. Deux renseignements sont nécessaires pour l'utiliser:

* Le groupe faunistique le plus élevé au point considéré.

* Le nombre total d'unités systématiques présentes au point considéré.

Par le croisement d'une colonne qualification et d'une ligne quantification, on détermine l'indice biotique.

(voir tableau I page suivante)

TABLEAU I

Tableau standard de détermination des indices biotiques
(d'après Tufféry et Verneaux, 1967)

I Groupes Faunistiques	II Sous-groupes, selon nombre d'Unités systématiques (U.S.) rencontrées.		III Nombre total des unités systématiques présentes				
			0-1	2-5	6-10	11-15	16 et +
1 Plécoptères ou Ecdyonuridae	1	+ d'une U.S.	-	7	8	9	10
	2	1 seule U.S.	5	6	7	8	9
2 Trichoptères à fourreau	1	+ d'une U.S.	-	6	7	8	9
	2	1 seule U.S.	5	5	6	7	8
3 Ancylidae ou Ephéméroptères (sauf Ecdyonuridae)	1	+ de 2 U.S.	-	5	6	7	8
	2	2 ou -de 2 U.S.	3	4	5	6	7
4 Aphelocheirus ou Odonates ou Gammaridae ou Mollusques (sauf Sphaeridae)	0	Toutes les U.S. ci-dessus absentes	3	4	5	6	7
5 Asellus ou Hirudinae ou Sphaeridae ou Hémiptères (sauf Aphelocheirus)	0	Toutes les U.S. ci-dessus absentes	2	3	4	5	-
6 Tubificidae ou Chironominae des groupes thummi et plumosus	0	Toutes les U.S. ci-dessus absentes	1	2	3	-	-
7 Eristalinae	0	Toutes les U.S. ci-dessus absentes	0	1	1	-	-

Exemple de détermination d'un Indice Biotique: si sur une station nous trouvons au total 8 unités systématiques, et si parmi elles se trouve un seul Plécoptère, l'Indice Biotique sera de 7.

Pour chaque point étudié on détermine:

- *Ic = indice biotique du courant rapide.*
- *Il = indice biotique du courant lent.*

Ainsi on calcule:

$$- \text{L'indice biotique moyen: } Ib = (Ic + Il) / 2$$

- L'indice de pollution: $I_p = I_n - I_b$

$I_n = 10$: c'est l'indice biotique normal; c'est à dire celui que l'on doit trouver quand il n'y a pas de problèmes de pollution.

IV-METHODE DES INDICES BIOTIQUES GLOBAUX.

Les différences essentielles, par rapport à la méthode des Indices Biotiques, portent sur l'échantillonnage et sur l'exploitation des données faunistiques.

1°) Echantillonnage.

Dans l'Indice Biotique, l'échantillonnage distinguait seulement deux faciès en fonction de la vitesse de l'eau (faciès lent et rapide); dans l'Indice Biotique Global chaque habitat est défini par la vitesse d'écoulement de l'eau mais aussi par la nature du substrat.

La station de prélèvement pour IBG est définie comme étant un tronçon de cours d'eau dont la longueur est égale à 10 fois la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement.

8 relevés unitaires d'une surface chacune de $1/20 \text{ m}^2$ sont effectués dans 8 habitats prospectés dans l'ordre de succession figurant en ordonnées du tableau de la grille des habitats à prospecter (Tableau.II).

Dans chacun des cas, le prélèvement est effectué dans la classe de vitesse la plus fréquemment associée au support considéré.

Si une station n'offre pas 8 habitats différents, le nombre de prélèvements est complété à 8 dans l'habitat dominant, en tenant compte autant que possible, des classes de vitesse différentes.

L'habitat "0" n'est prospecté qu'à défaut d'un nombre suffisant d'autres supports.

TABLEAU II

Grille de détermination des habitats à prospecter pour l'établissement de l'I.B.G. (Exemple de répartition des 8 prélèvements à réaliser dans 3 stations différentes a, b et c).

Vitesses superficielles		V > 150	150 > V > 75	75 > V > 2	25 > V > 5	5 > V
Supports	S / V	2	4	5	3	3
Bryophytes	9		a.1			
Spermatophytes immergés (herbiers)	8			a.2	b.1	c.1
Sédiments minéraux de grande taille (250µm > φ > 25µm)	7		a.3; b.2			
Granulats grossiers (gravières) (250µm > φ > 2,5µm)	6			a.4; b.3		
Éléments organiques grossiers (litières, branchage, racines)	5				a.5; b.4	
Sédiments fins plus ou moins organiques (vases) (φ < 2,5µm)	4					a.6; b.5
Spermatophytes émergents (hélrophytes)	3			c.3		b.6
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois)	2	a.7	c.6	b.7; c.4	c.7	c.8
Granulats minéraux fins (sables, limons) (φ < 2,5µm)	1				c.5; a.8; b.8	
Algues, bactéries et champignons à colonies macroscopiques	0					

2°) *Exploitation des données faunistiques.*

La faune de chaque prélèvement est triée séparément mais il est établi une liste unique des différentes unités taxonomiques rencontrées.

Pour déterminer l'I.B.G. d'une station nous utilisons un tableau (tableau .III) qui comprend en ligne 12 classes de variété faunistique totale et en colonne 9 classes de groupes faunistiques indicateurs. Ces dernières regroupent en tout 38 groupes faunistiques indicateurs (GI).

Le classement de ce tableau a été établi en 1981 par le laboratoire d'Hydrobiologie de la faculté de Science de Limoges. Il est donc adapté à la région. La polluosensibilité a été déterminée en fonction de la sensibilité des organismes benthiques à la teneur en oxygène dissous, et donc en fonction de leur sensibilité à la pollution organique.

Le nombre de taxons représentés donne pour la station étudiée, la variété faunistique totale de la station: Σ .

La valeur de l'I.B.G. est déterminée en tenant compte du premier groupe faunistique significatif (représenté par au moins 3 individus dans l'ensemble de l'échantillon) rencontré, en lisant le tableau de haut en bas, puis en fonction de la classe de variété faunistique totale.

La note obtenue peut varier de 1 à 20. Elle permet donc d'obtenir des informations plus nuancées qu'avec l'Indice Biotique.

TABLEAU III

Tableau de détermination de L'I.B.G. selon la nature et la variété taxonomique des invertébrés benthiques.

Variété totale Σt	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Groupes faunistiques indicateurs G.I ($n \geq 3$)	≥ 40	39 37	36 34	33 30	29 26	25 22	21 18	17 14	13 10	9 7	6 4	3 1	
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae	8	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae Glossosomatidae Goeridae Leptophlebiidae	7	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae Heptageniidae	6	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Hydroptilidae Limnephilidae Rhyacophilidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Ephemerellidae	4	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Hydropsychidae Baetidae Caenidae Triclades	3				11	10	9	8	7	6	5	4	3
Elmidae Odonates Gammaridae Mollusques	2					9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae Asellidae Achétes Oligochètes	1						7	6	5	4	3	2	1

TROISIEME PARTIE

TRAVAIL PERSONNEL

A/ PROTOCOLE D'ANALYSE.

I-PRELEVEMENTS.

1°) Mode de prélèvement pour les analyses physico-chimiques et bactériologiques.

Le prélèvement est une étape importante dans l'étude d'une eau superficielle. L'expérience montre que la marge d'incertitude qui limite les interprétations, provient plus souvent d'une mauvaise qualité de l'échantillonnage que des imprécisions analytiques.

Aussi convient-il d'apporter le plus grand soin à cette opération en respectant quelques règles fondamentales.

- où prélever? Dans la zone de la rivière où la circulation de l'eau est la plus active (zone axiale généralement), et à quelques centimètres en dessous de la surface.

- Quel récipient utiliser?

** Pour les analyses physico-chimiques, des récipients en plastiques (inertes) sont suffisants. Seul, le dosage de l'oxygène dissous nécessite l'utilisation de flacons en verre rodé bouchés à l'émeri, afin de pallier à l'éventuelle perméabilité des bouteilles plastiques.*

** Pour les analyses microbiologiques, il sera utilisé des récipients en verre stériles.*

- Dans tous les cas, il convient:

* de prendre soin de ne pas mettre en suspension les sédiments du fond de la rivière;

* de remplir les récipients jusqu'au bord et d'éjecter le reste d'air avant de les fermer;

* d'effectuer les analyses le plus rapidement possible car de nombreux paramètres peuvent varier fortement en quelques heures, l'idéal serait d'effectuer les analyses sur le terrain;

* de conserver les échantillons à basse température afin de limiter certaines évolutions

* d'étiqueter soigneusement et immédiatement après le prélèvement chaque échantillon afin d'éviter des confusions.

2°) Choix des points de prélèvement.

a) Généralités.

Les lieux de prélèvements seront choisis en fonction d'une éventuelle pollution d'origine domestique, animale ou agricole; le risque industriel ne pouvant pas agir directement sur la partie étudiée.

Afin d'obtenir des prélèvements représentatifs du rejet et du milieu récepteur, l'échantillonnage sera pratiqué à une distance suffisante du point de rejet. Un prélèvement en amont servira de témoin.

De nombreux points de prélèvements peuvent être combinés pour réaliser l'étude d'une rivière. Dans cette étude, outre des prélèvements sur la rivière étudiée, La Graine, seront effectués des prélèvements sur deux des affluents, et un prélèvement dans un lac se trouvant sur un affluent.

b) Lieux de prélèvements choisis.

Voir schémas pages 75 et 76.

- Prélèvement N°1: Pont de la Contie.

Ce point qui se trouve à 2 km de la source servira de point de référence.

- Prélèvement N°2: Amont du pont de Cramaud (RD 41 a bis).

Ce point de prélèvement servira de témoin par rapport au prélèvement N°3, afin d'évaluer l'influence du ruisseau des Combes sur la qualité des eaux de La Graine.

- Prélèvement N°3: Aval du point de rencontre du ruisseau des Combes avec La Graine.

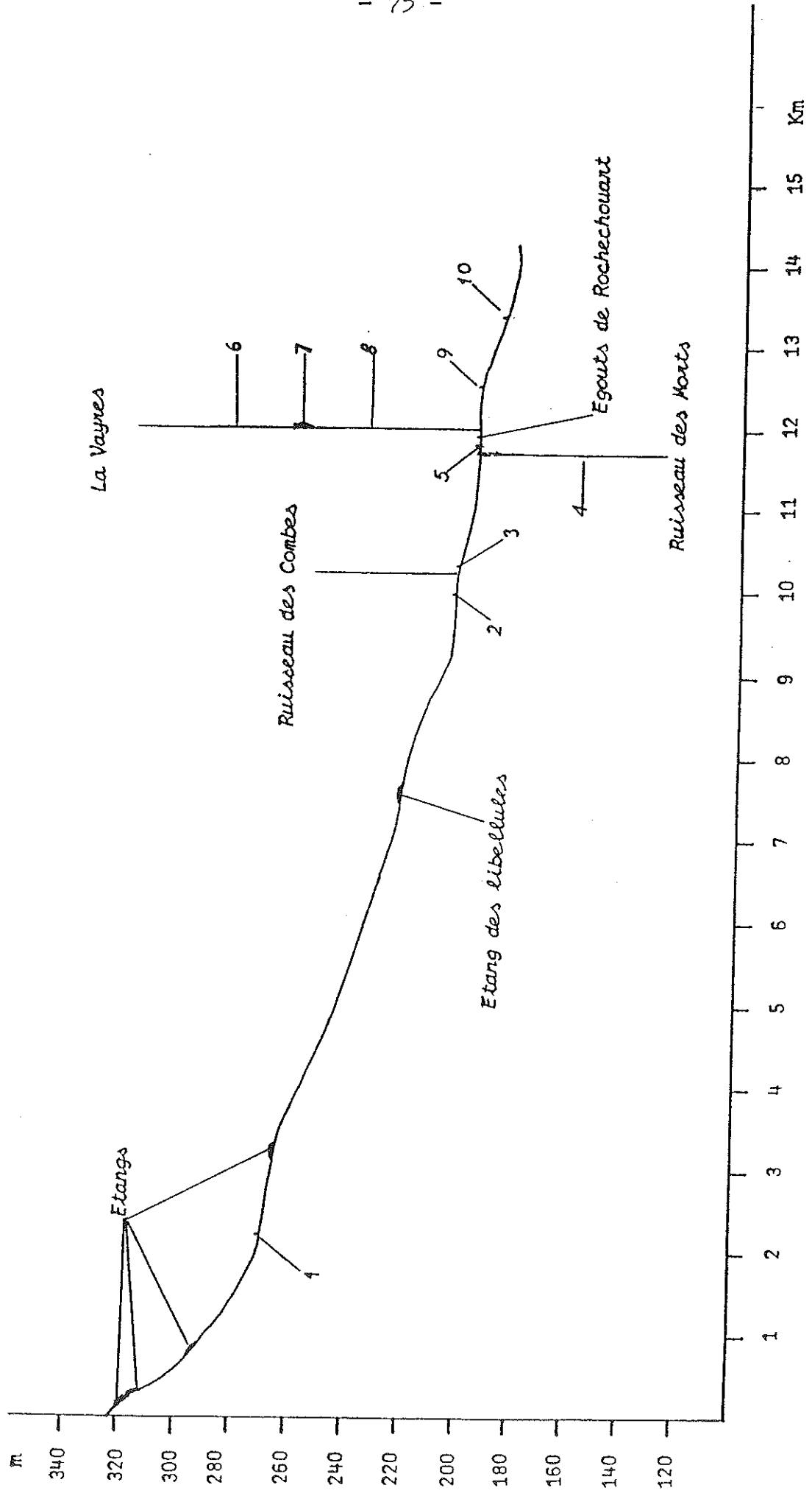
- Prélèvement N°4: Il se situe sur le ruisseau des Morts, en amont du pont sur lequel passe la route rejoignant Rochechouart à La Royère, et en aval des rejets de la station d'épuration de La Grosille. Le but de ce prélèvement est d'étudier la qualité des eaux de ce ruisseau qui se jette dans La Graine.

- Prélèvement N°5: Aval du pont de la D 675 .

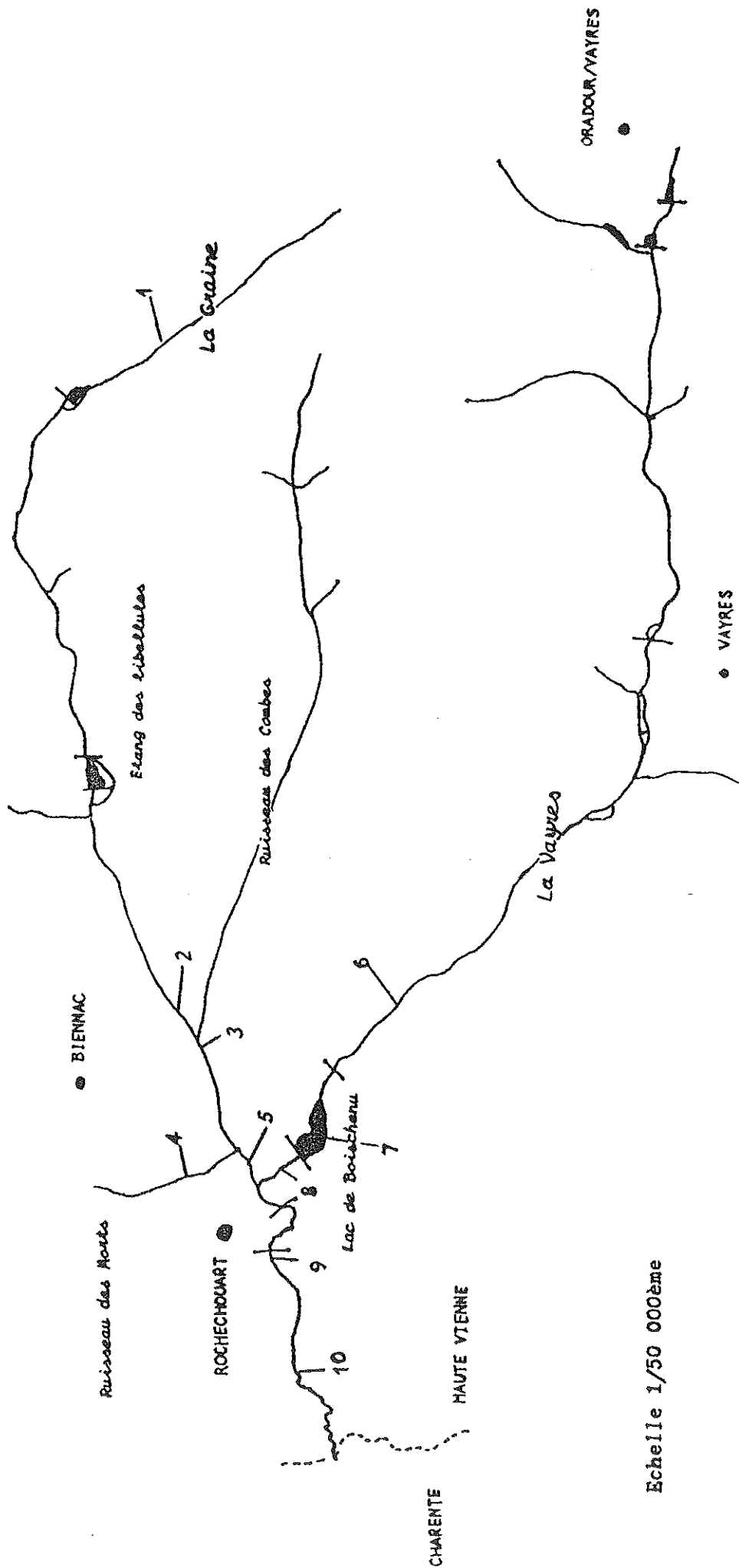
Ce point se trouve en aval de la confluence du ruisseau des Morts avec La Graine, et en amont du rejet des égouts de Rochechouart.

En comparant les résultats de ce prélèvement avec les précédent on pourra déterminer l'impact du ruisseau des Morts sur La Graine.

PROFIL LONGITUDINAL DE LA GRAINE



BASSIN DE LA GRAINE ET DE LA VAYRES



Echelle 1/50 000ème

II-METHODES ANALYTIQUES EMPLOYEES.

Préambule: Les eaux prélevées ne présentant pas une forte turbidité, nous n'avons pas effectué de filtration (sauf cas particulier où la filtration entrainait dans le cadre même du protocole analytique).

Les méthodes analytiques employées dans cette étude sont des méthodes classiques longuement décrites dans de nombreux ouvrages et plus particulièrement dans "L'analyse de l'eau" de Jean Rodier, 1978 Edition Dunod.1135p. Aussi nous ne rappellerons que les principes employés, sans donner de détails.

1°) Déterminations physiques.

a) La température.

Nous avons utilisé un thermomètre au mercure gradué au dixième de degré Celsius.

b) Le pH.

La mesure du pH a été réalisée par une méthode électronique à l'aide d'un pHmètre à affichage numérique indiquant le centième de degré pH.

Une méthode électronique permet une mesure plus précise et évite l'incidence éventuelle d'une coloration de l'échantillon.

c) La conductivité.

Nous avons utilisé un appareil mesurant la résistivité (inverse de la conductivité) qui s'exprime en Ω/cm .

d) Matières en suspension.

Utilisation d'une méthode par filtration: après filtration de l'eau, le poids des matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

2°) Déterminations chimiques.

a) Oxygène dissous.

Utilisation de la méthode dite de Winkler incorporant la modification dite d'Alsterberg qui consiste à introduire de l'azoture de sodium pour tenir compte de l'influence des nitrites.

Cette méthode consiste à faire réagir de l'oxygène dissous sur de l'hydroxyde de manganèse formé par l'addition de sulfate de manganèse et d'hydroxyde de sodium. Le passage en milieu acide permet à l'hydroxyde de manganèse formé d'oxyder l'iodure de potassium préalablement introduit avec libération d'une quantité équivalente d'iode. Le dosage de l'iode libéré se fera à l'aide d'une solution titrée de thiosulfate de sodium.

b) DCO.

Méthode utilisant le dichromate de potassium: certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium en milieu acide, en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure; l'excès de dichromate de potassium est dosé par une solution de sulfate de fer et d'ammonium.

c) DBO₅.

La DBO₅ est définie comme la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai, c'est à dire après incubation de 5 jours, à 20° C et

dans l'obscurité, par certaines matières présentes dans l'eau, principalement pour assurer leur dégradation par voie biologique. Nous avons utilisé une méthode par dilution qui a pour principe d'établir une dilution de l'eau riche en matières organiques par une eau apportant l'oxygène dissous dont on mesure la quantité résiduelle.

d) Chlorures.

Nous avons employé la méthode de Mohr qui nécessite l'emploi d'un réactif titrant (le nitrate d'argent), et d'un indicateur coloré (le chromate de potassium).

Le nitrate d'argent, en réagissant sur les chlorures présents dans l'eau, forme un précipité blanc de chlorure d'argent. Lorsque tous les chlorures sont précipités, le nitrate d'argent réagit avec le chromate de potassium pour former un précipité orange de chromate d'argent qui indique la fin du dosage.

e) Sulfates.

Le dosage repose sur la précipitation des sulfates par du chlorure de baryum. Les particules de sulfate de baryum obtenues sont maintenues en suspension par un agent stabilisant (polyvinyl pyrrolidone). La turbidité résultante mesurée par spectrophotométrie est proportionnelle à la concentration en sulfates.

f) Phosphates.

Le principe de la méthode employée repose sur l'obtention, en présence d'un molybdate et d'un catalyseur, d'un complexe phosphomolybdique qui est ensuite réduit par l'acide ascorbique avec formation d'un complexe bleu dont l'intensité de la couleur sera proportionnelle à la concentration en phosphates et mesurable au spectrophotomètre.

g) Matières organiques.

Méthode d'oxydabilité au permanganate de potassium à chaud en milieu alcalin: l'eau est portée à ébullition en présence d'une solution diluée de permanganate de potassium dont l'excès est dosé après 10 minutes d'ébullition.

h) Azote.

α) Azote ammoniacal.

Nous avons utilisé la méthode de Nessler: en milieu alcalin, le réactif de Nessler réagit avec l'ammoniac présent dans l'eau pour former une coloration jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en ammoniac.

β) Nitrites.

Les nitrites additionnés à de l'acide sulfanilique forment un diazonium ; celui-ci, en présence d'acide chromotopique donne un complexe orangé dont l'intensité de coloration sera proportionnelle à la concentration en nitrites.

Γ) Nitrates.

Les nitrates sont dans un premier temps réduits en nitrites par la présence de cadmium.

Ensuite les nitrites formés réagissent avec l'acide sulfanilique pour former un diazonium; lequel, additionné à l'acide gentisique forme un complexe coloré dont l'intensité de coloration est proportionnelle à la concentration en nitrates.

π) Azote total.

Nous avons utilisé le procédé Kjeldahl qui permet la transformation en ammoniacque des composés d'origine biologique. L'azote Kjeldahl comporte donc l'azote présent sous les formes organiques et ammoniacales, à l'exclusion des formes nitreuses et nitriques.

3°) Déterminations bactériologiques.

a) Flore mésophile.

Méthode par incorporation en milieu gélosé à l'extrait de levure. Cette méthode non spécifique permet de dénombrer les bactéries aérobies contenues dans l'eau.

Une incubation à 37°C pendant 24 H permet de dénombrer préférentiellement les bactéries vivant chez l'homme ou les animaux à sang chaud.

On obtient un résultat en comptant les colonies qui se trouvent sur les boîtes de pétri contenant de 30 à 300 colonies.

b) Coliformes.

α) Coliformes totaux.

On ensemence les prélèvements sur des bouillons lactosés au bromocrésol pourpre (BCP) qui sont mis à incuber 48 H à 30°C.

Les coliformes fermentent le lactose. Par modification du pH qui devient acide le bromocrésol pourpre vire au jaune. Les gaz dus à la fermentation sont piégés dans une cloche retournée dans le tube.

β) Coliformes fécaux.

On recherche, si il existe parmi les coliformes totaux, des coliformes fécaux et plus particulièrement *Escherichia Coli*. Pour cela, nous avons utilisé le test de Mc Kenzie.

c) Streptocoques fécaux.

Dans un premier temps, on fait un test présomptif sur milieu de Rothe (inhibiteur bactérien auquel résistent fort bien les streptocoques du groupe D).

Sur les tests présomptifs positifs, on fait dans un deuxième temps un test confirmatif sur milieu de Litsky.

d) Clostridium sulfite réducteurs.

Dans un premier temps, par un chauffage à 80°C de durée déterminée, on détruit les formes végétatives tout en laissant subsister des spores revivifiables.

Puis l'échantillon est incorporé à un milieu de base fondu auquel on a rajouté de l'alun de fer et du sulfite de sodium.

Après solidification et incubation (37°C pendant 18 H), la présence de germes sulfite-réducteurs se traduit par un halo noir de sulfure de fer autour des colonies.

Ayant mis en évidence des germes sulfite-réducteurs, il faut ensuite rechercher si il existe parmi ceux-ci des *Clostridium* sulfite réducteurs. Pour cela, on repique les colonies entourées d'un halo noir sur un bouillon viande foie glucose. En cas de pousse bactérienne, on vérifie s'il s'agit de *Bacillus* ou de *Clostridium* par une coloration de gram et par une

recherche de catalase: Les *Bacillus* ont une morphologie très différente de celle des *Clostridium* et possèdent une catalase contrairement aux *Clostridium*.

Nous n'avons pas poussé les recherches au stade du diagnostic de *Clostridium perfringens*, car comme cela a été présenté en première partie, ce germe peut avoir une origine tellurique. Sa présence ne permet donc pas de conclure de façon catégorique à une contamination fécale.

e) *Salmonelles*.

En raison de leur nombre relativement faible dans les eaux, ainsi que de leur difficulté à y survivre, le prélèvement d'eau est de 5 litres.

Le prélèvement est filtré sur un filtre de $0,45\mu\text{m}$ de façon aseptique.

1^o étape: On effectue une phase de préenrichissement en mettant le filtre en culture dans de l'eau peptonée, 24 H à 37°C.

2^o étape: On effectue une phase d'enrichissement; pour cela on utilise 2 milieux: un milieu Rapaport qui sera placé 24 H à 37°C et un milieu au sélénite de sodium qui sera placé 24 H à 44°C.

On introduit dans 20 ml des 2 milieux, 1 ml du milieu de préenrichissement.

3^o étape: C'est la phase d'isolement. Elle se fait à partir des 2 bouillons d'enrichissement qui sont chacun ensemencés sur 2 milieux différents: * Milieu DCL (désoxycholate citrate lactose) qui est un milieu sélectif destiné à l'isolement des *salmonella*. et des *shigella*.

* Milieu Hektoen qui est utilisé pour l'isolement des entérobactéries permet aussi la différenciation des entérobactéries pathogènes.

Les résultats sont fondés sur l'aspect des différentes colonies.

Sur DCL, les salmonelles apparaissent sous forme de petites colonies incolores ou blanchâtres, sans centre noir ou avec un centre noir pour les salmonelles productrices d'hydrogène sulfuré.

Sur Hektoen, les salmonelles apparaissent sous formes de colonies bleues à centre noir.

f) Staphylocoque doré.

Les échantillons sont concentrés sur membrane filtrante. Les filtres sontensemencés sur Chapman mannité (milieu riche en chlorure de sodium sélectif des staphylocoques pathogènes).

A partir des colonies de couleur blanc crème ou jaune qui apparaîtront nous ferons une coloration de Gram et une recherche de catalases et de coagulases: Les staphylocoques pathogènes sont gram +, catalase + et coagulase +.

Les colonies suspectes seront repiquées sur Baird Parker (émulsion de jaune d'oeuf + tellurite de potassium). Les staphylocoques dorés forment sur ce milieu des colonies noires avec une zone plus claire en périphérie qui correspond à une zone de protéolyse (éclaircissement du jaune d'oeuf).

4°) Détermination de l'Indice Biologique Global.

Voir deuxième partie.

B/ RESULTATS

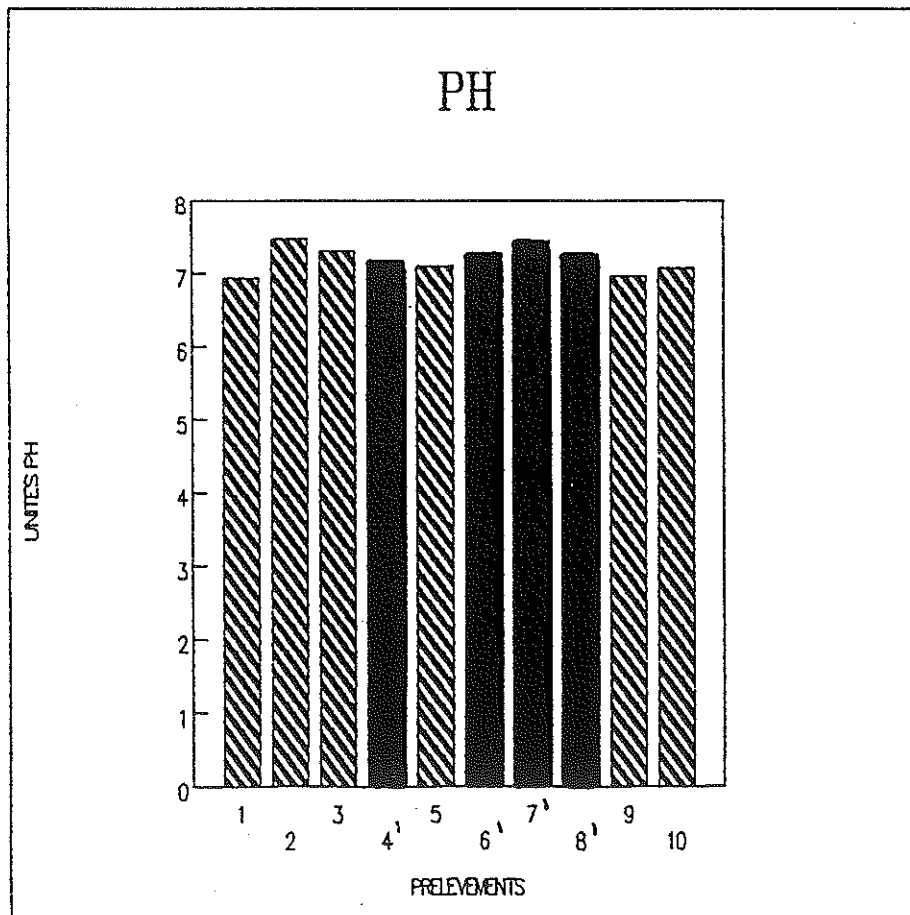
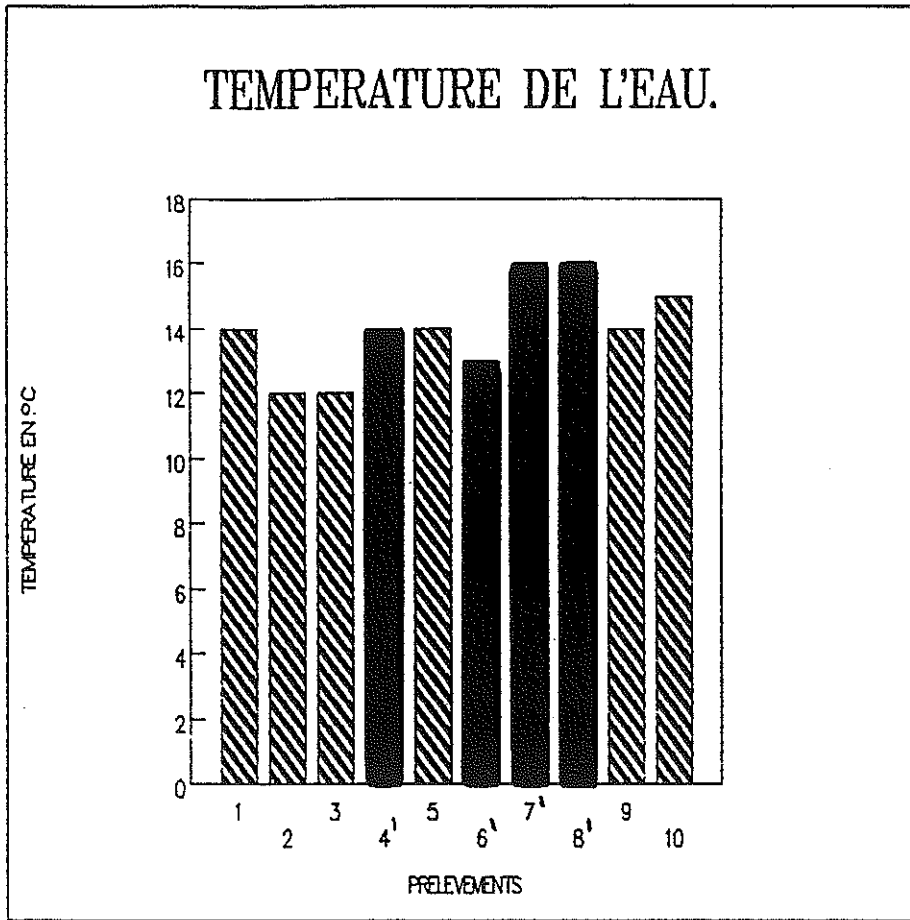
I-RESULTATS PROPUREMENT DITS.

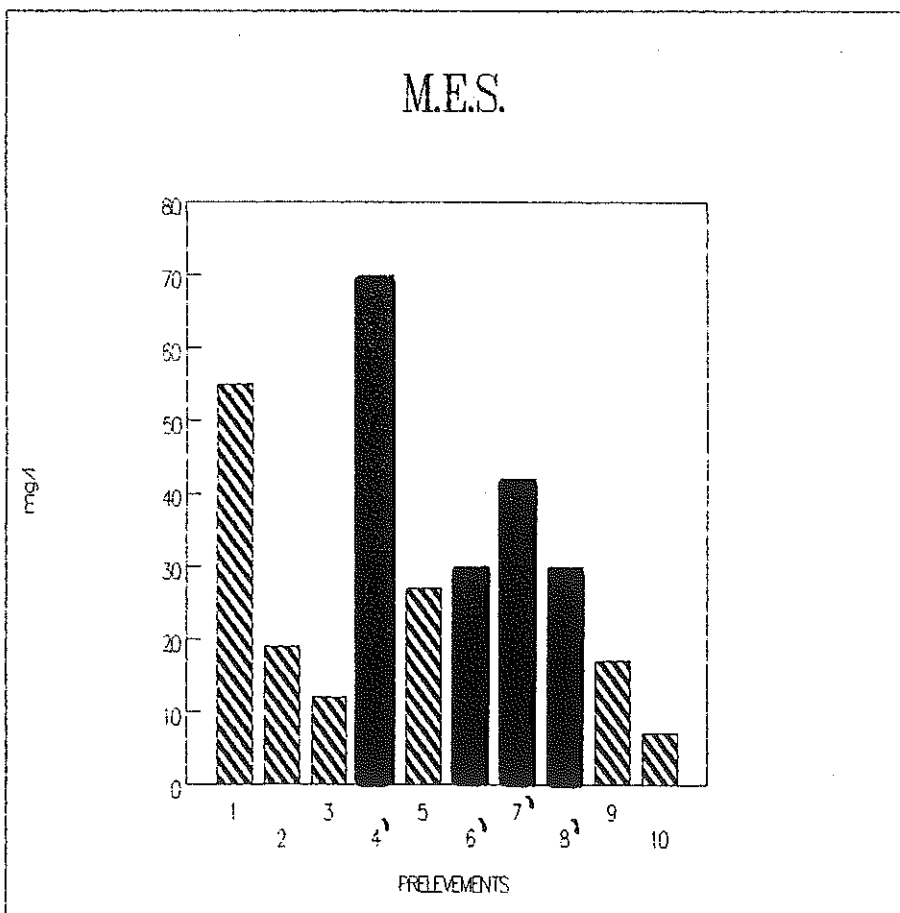
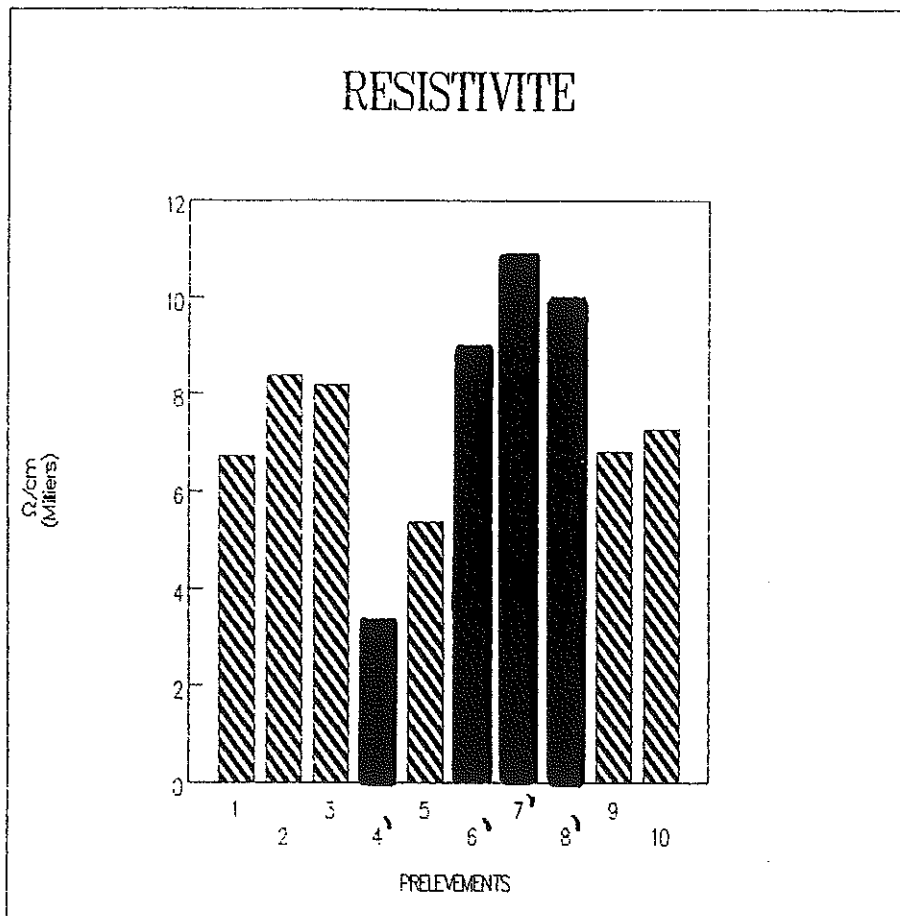
1°) Physico-chimie.

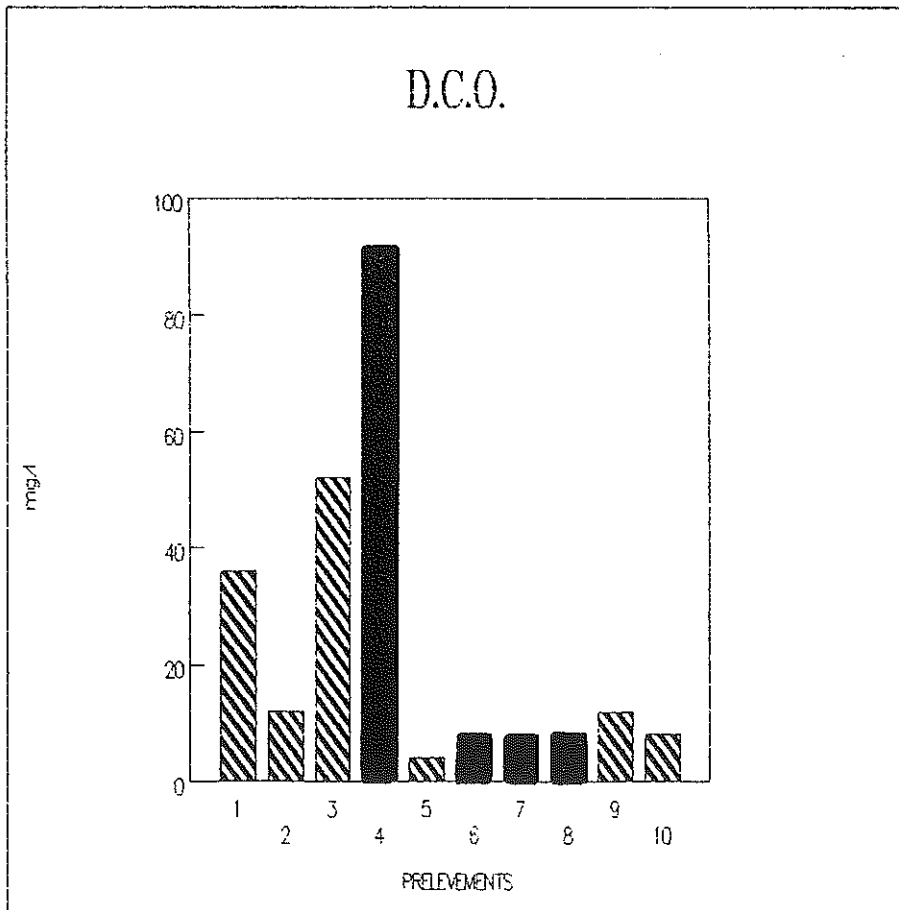
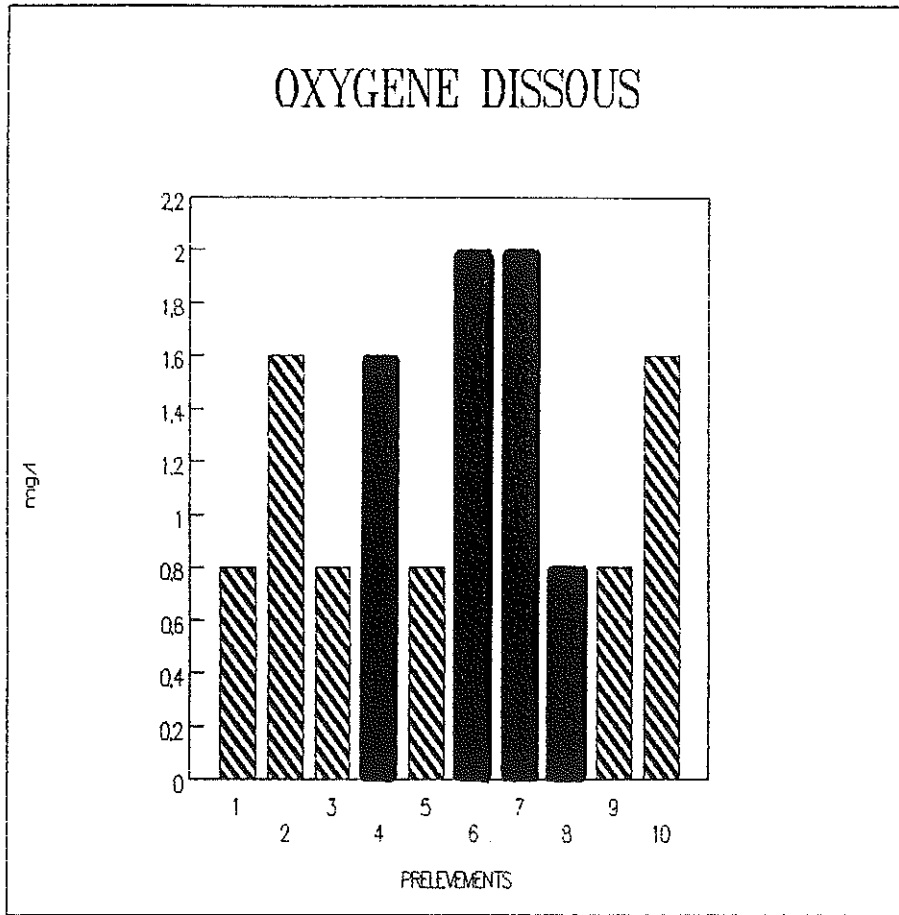
Tableau général des résultats.

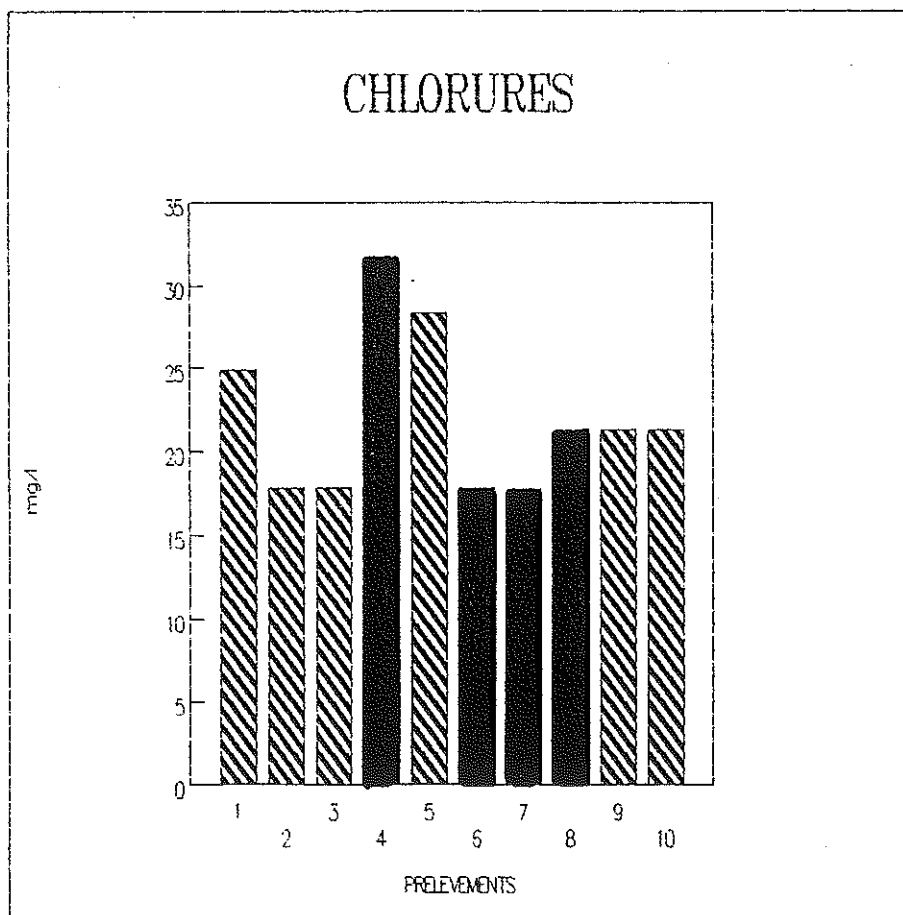
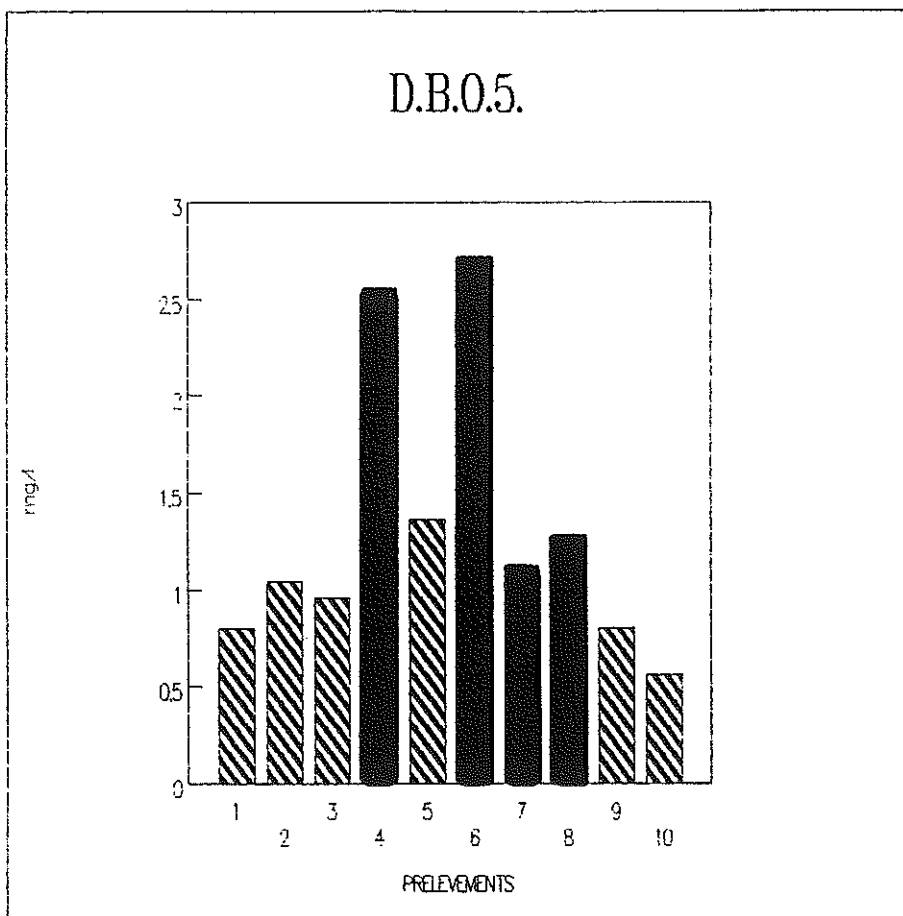
PRELEVEMENTS DU 24 OCTOBRE 1989										
PRELEVEMENTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HEURE	15H00	15H20	15H45	16H00	16H50	16H40	16H30	16H15	17H00	17H10
° Celsius de l'air	20	15	15	15	15	15	15	15	15	15
° Celsius de l'eau	14	12	12	14	14	13	16	16	14	15
pH	6,94	7,47	7,31	7,18	7,11	7,28	7,44	7,27	6,97	7,07
Résistivité μ /cm	6734	8372	8190	3367	5369	9009	10920	10010	6825	7280
NES mg/l	55	19	12	70	27	30	42	30	17	7
O2 dissous mg/l	0,8	1,6	0,8	1,6	0,8	2	2	0,8	0,8	1,6
DCO mg/l	36	12	52	92	4	8	8	8	12	8
DBO5 mg/l	0,8	1,04	0,96	2,56	1,36	2,72	1,12	1,28	0,8	0,56
Nitrites	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitrates	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorures mg/l	24,9	17,8	17,8	31,7	28,4	17,8	17,75	21,3	21,3	21,3
Phosphates mg/l	0,2	0,05	0,05	2,24	0,73	0,05	0,07	0,09	1,6	1,2
Sulfates mg/l	58	10,5	10,5	18	12,5	13,5	12,5	12,5	26	12,5
H O mg/l	9	7	7	14	10	8	5	8	10	8
Ammoniaque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N total mg/l	25,8	9,43	0,36	14,3	3,61	3,84	2,774	x	5,8	4,7

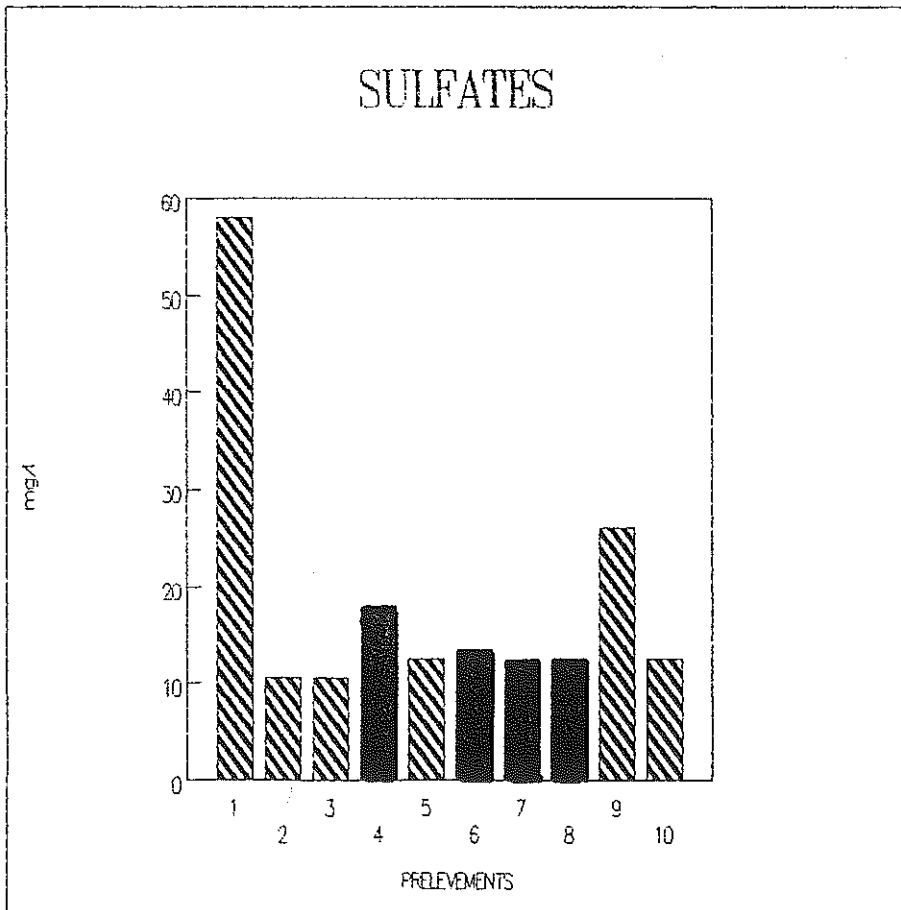
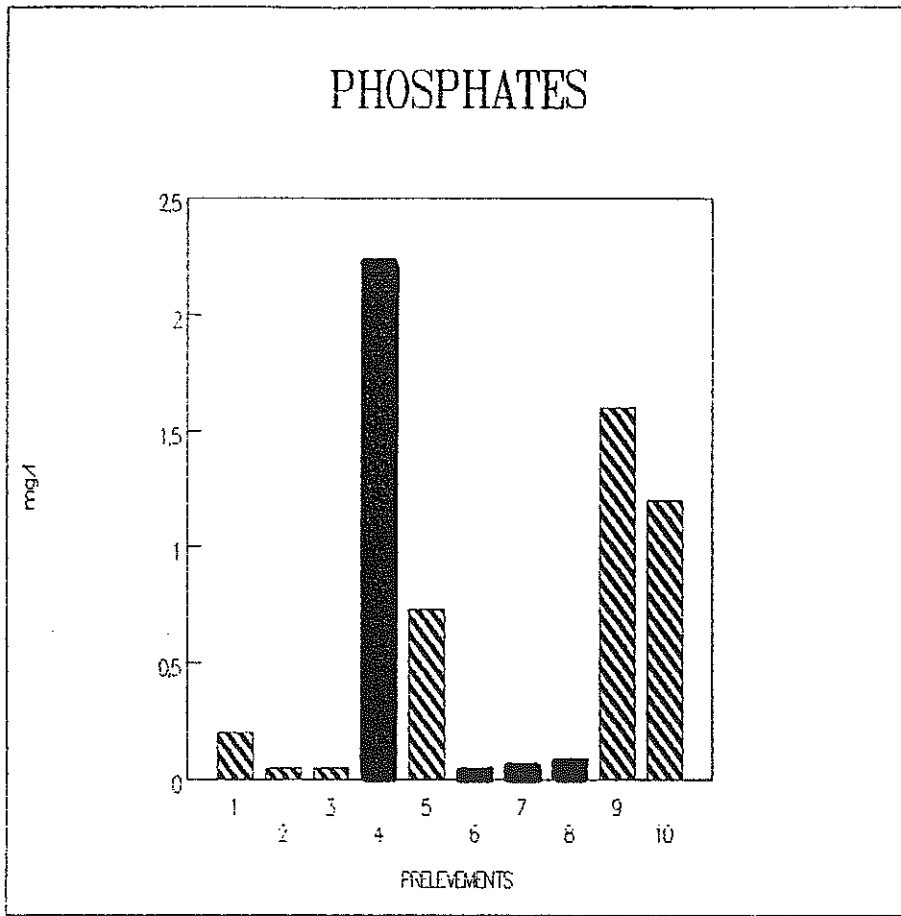
Résultats physico-chimiques sous forme d'histogrammes:

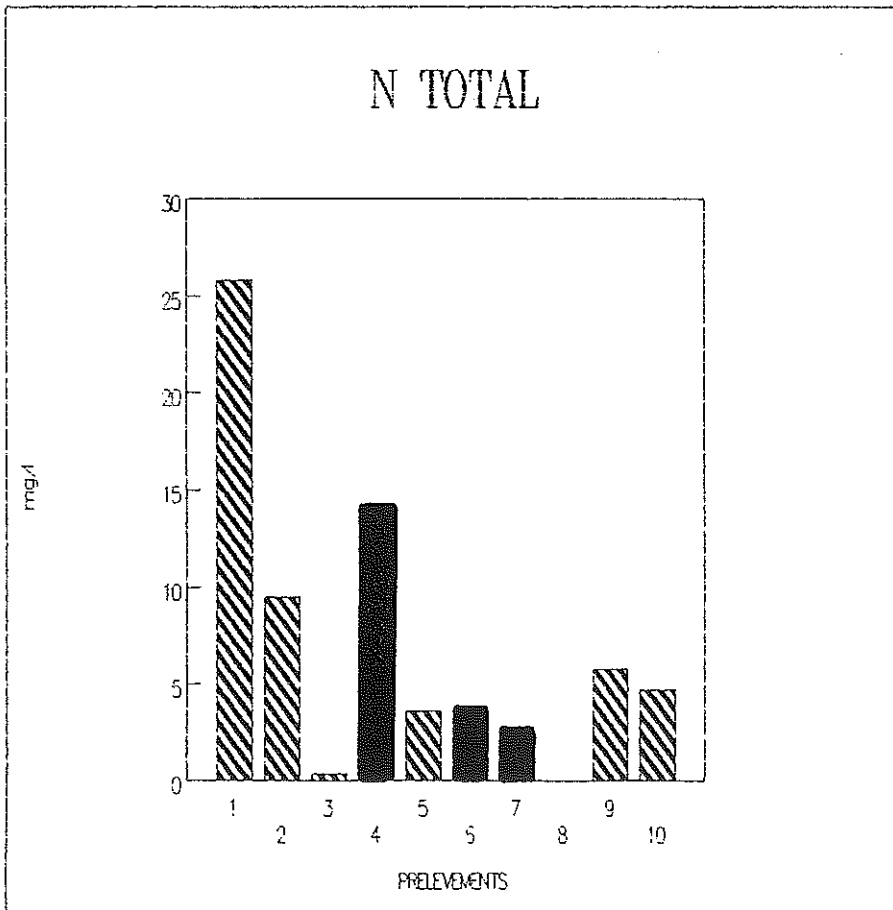
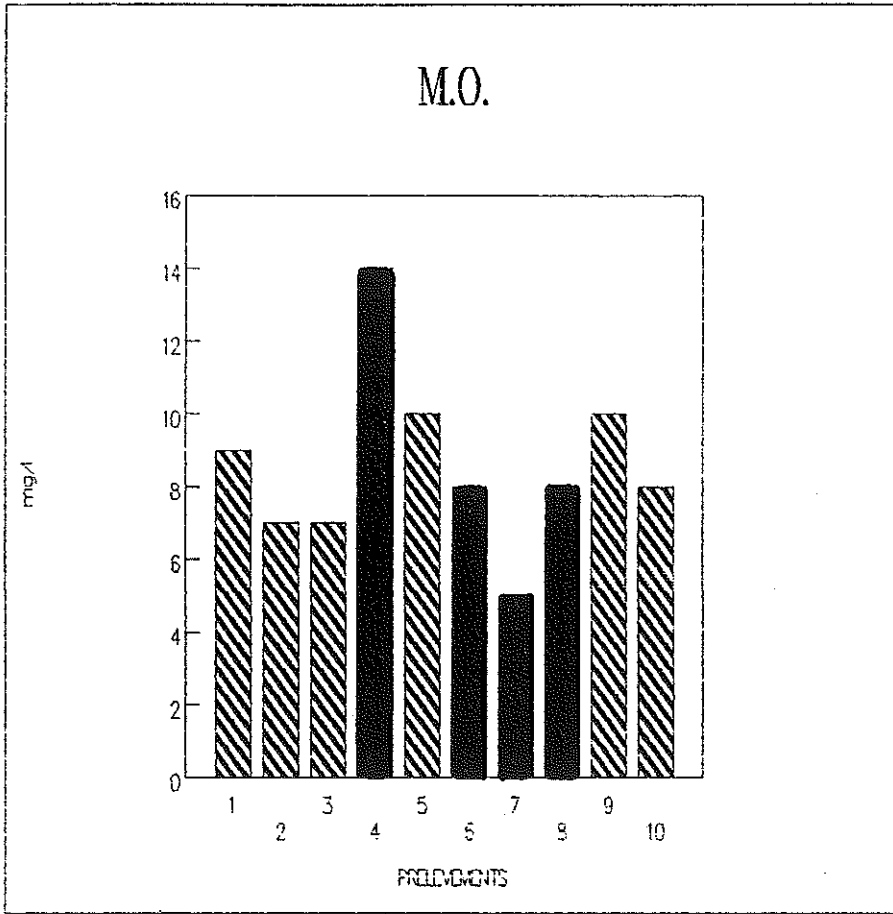












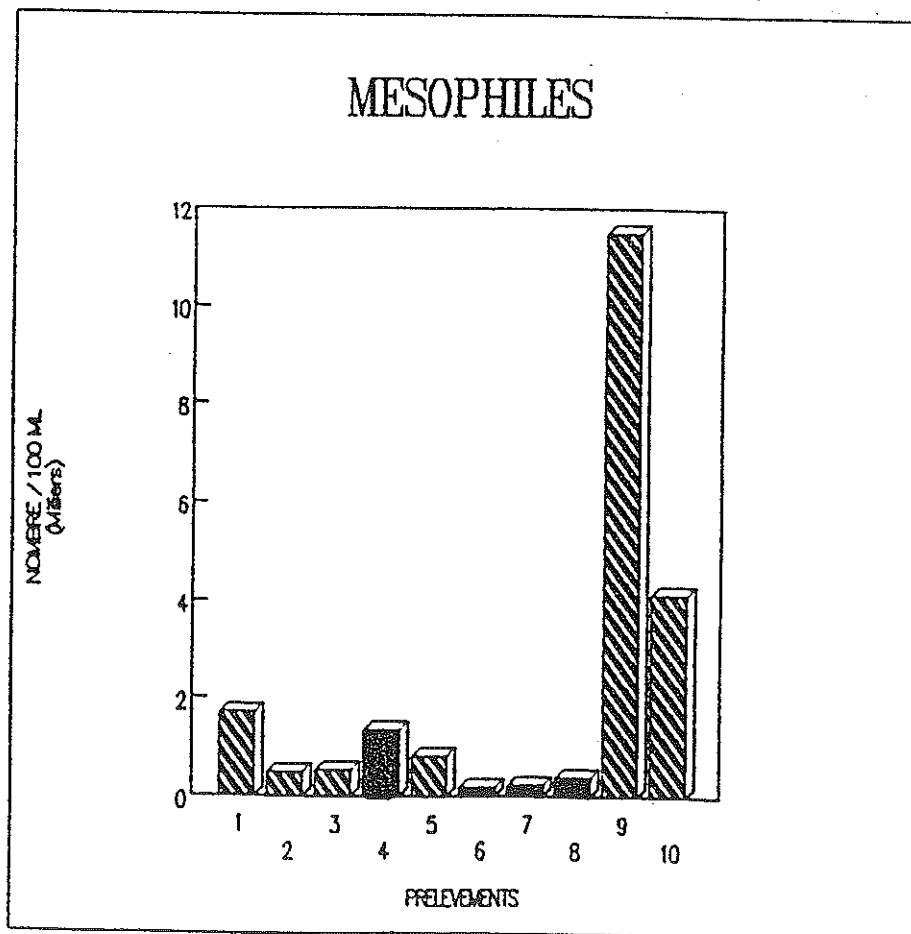
2°) Bactériologie.

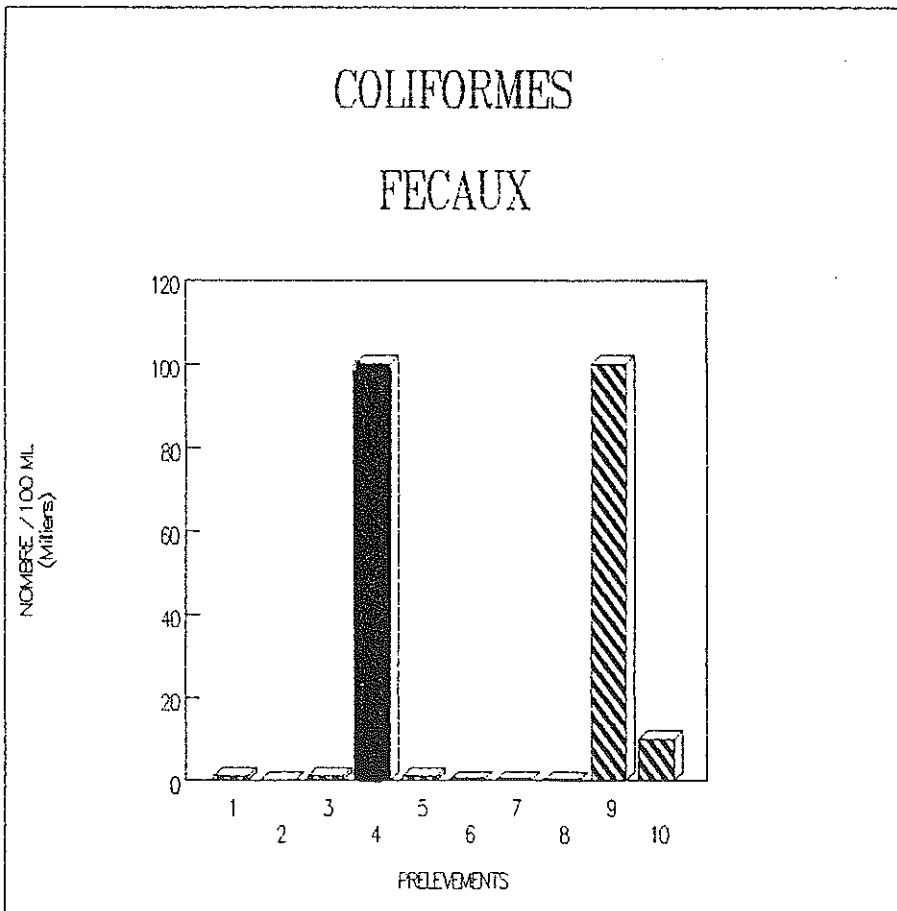
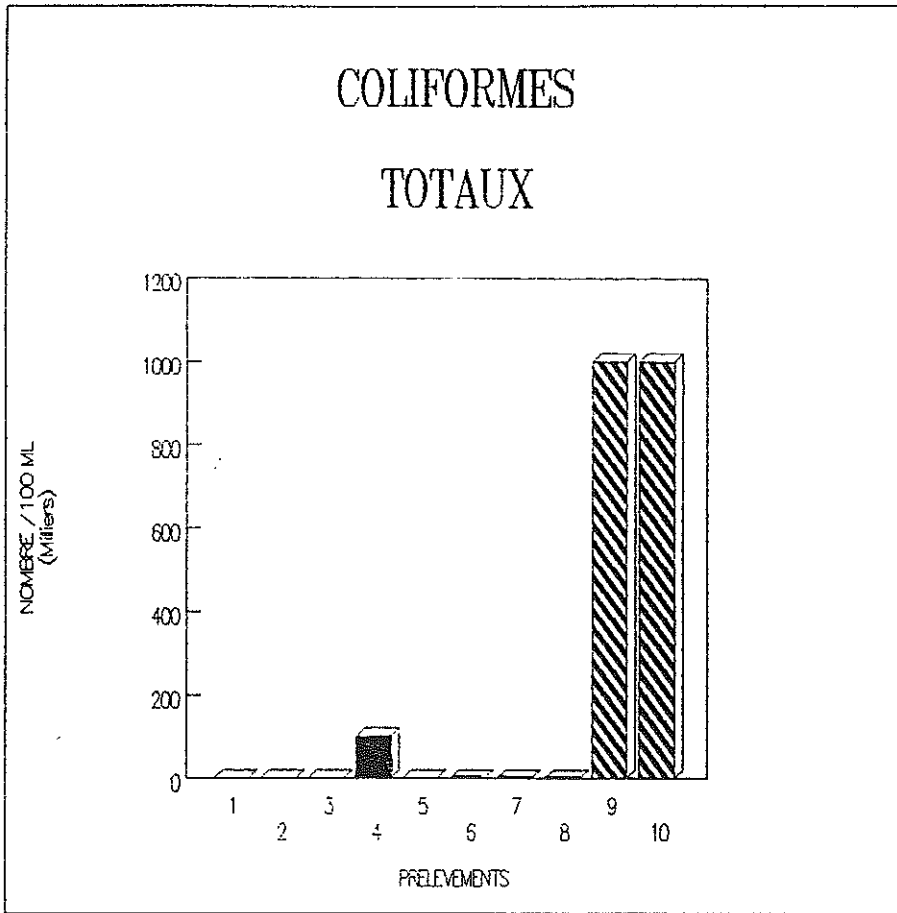
Tableau V: tableau général des résultats bactériologiques.

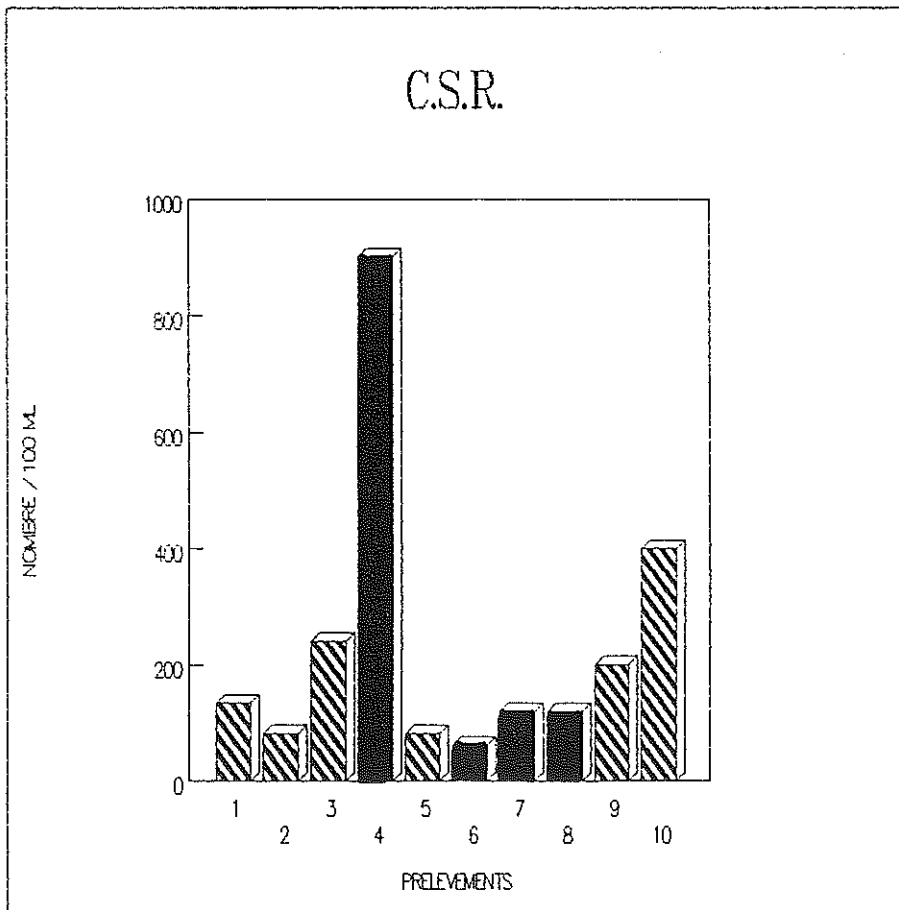
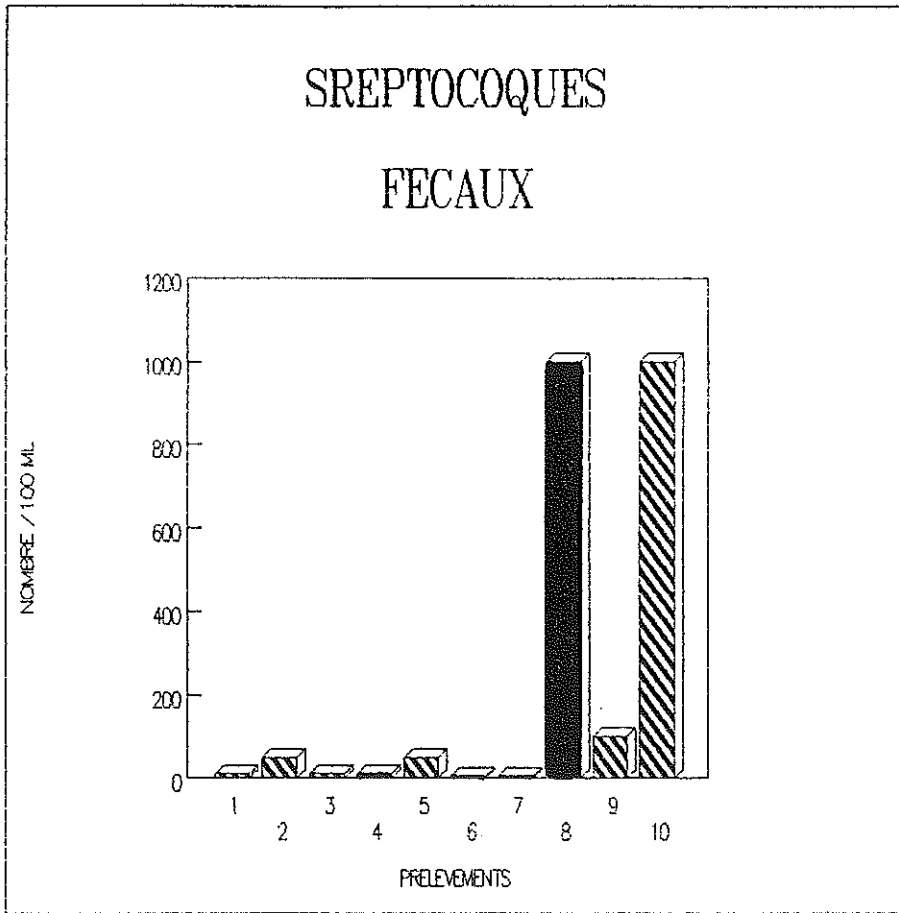
PRELEVEMENTS DU 8 OCTOBRE 1989

PRELEVEMENTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MESOPHILES /100ML	1.700	480	520	1.340	810	170	216	370	11.500	4.100
COLI. TOTAUX/100ML	1.000	100	1.000	100.000	1.000	100	100	100	1.000.000	1.000.000
COLI. FECAUX/100ML	1.000	100	1.000	100.000	1.000	100	100	100	100.000	10.000
STREPT. FEC./100ML	10	50	10	10	50	5	5	1 000	100	1 000
C.S.R /100ml	135	80	240	900	80	60	120	120	200	400
SALMONELLES							0			
STAPHYLOCOQUE DORE							0			

Résultats bactériologiques sous forme d'histogrammes:







3°) *Hydrobiologie.*

Les résultats d'hydrobiologie seront donnés en même temps que leur interprétation.

II-INTERPRETATION DES RESULTATS.

PREAMBULE: Les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques effectuées correspondent à une situation momentanée, à des circonstances précises. Leur interprétation doit donc être très prudente.

Les valeurs obtenues seront comparées à la grille d'appréciation générale de la qualité des eaux et des cours d'eau. (Annexe I). Cette grille fixe 5 classes de qualité selon les usages que doivent satisfaire les rivières. Chaque classe regroupe les valeurs de plusieurs paramètres.

Classe 1A: elle caractérise les eaux considérées comme exemptes de pollution, aptes à satisfaire les usages les exigeants en qualité.

Classe 1B: d'une qualité légèrement moindre, ces eaux peuvent néanmoins satisfaire tous les usages.

Classe 2: de qualité "passable", mais suffisante pour l'irrigation, les usages industriels, la production d'eau potable après un traitement poussé. L'abreuvement des animaux est généralement toléré. Le poisson y vit normalement mais sa reproduction peut y être aléatoire. Les loisirs liés à l'eau y sont possibles lorsqu'ils ne nécessitent que des contacts exceptionnels avec elle.

Classe 3: de qualité "médiocre", ces eaux sont justes aptes à l'irrigation, au refroidissement et à la navigation. La vie

piscicole peut y subsister, mais cela est aléatoire en période de faibles débits ou de fortes températures.

Hors Classe: cette classe rassemble les eaux dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres. Elles sont considérées comme inaptes à la plupart des usages et peuvent constituer une menace pour la santé publique et l'environnement.

II-1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.

Les résultats comparés aux différentes classes décrites précédemment sont rassemblés dans le tableau VI.

Tableau VI: Classification des valeurs physico-chimiques obtenues à partir de la grille d'appréciation générale de la qualité des eaux et des cours d'eau.

PRELEVEMENTS DU 24 OCTOBRE 1989										
PRELEVEMENTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HEURE	15H00	15H20	15H45	16H00	16H50	16H40	16H30	16H15	17H00	17H10
° Celsius de l'air	20	15	15	15	15	15	15	15	15	15
° Celsius de l'eau	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A
pH	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A
Résistivité μ /cm	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A
NES mg/l	2	1A	1A	3	2	2	2	2	1A	1A
O2 dissous mg/l	HC	3	HC	3	HC	3	3	HC	HC	3
DCO mg/l	2	1A	3	HC	1A	1A	1A	1A	1A	1A
DBO5 mg/l	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A
Nitrites	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A
Nitrates	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A
Chlorures mg/l	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A
Phosphates mg/l	1B	1A	1A	3	3	1A	1A	1A	3	3
Sulfates mg/l	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A
H O mg/l	HC	2	2	HC	HC	2	2	2	HC	2
Ammoniaque	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A	1A
N (total) mg/l	HC	HC	1A	HC	HC	HC	2	x	HC	HC

1°) Déterminations physiques.

a) Température de l'eau.

Minima obtenu: 12°C au niveau des points 2 et 3.

Maxima obtenu: 16°C au niveau des points 7 et 8.

Les écarts de température sont peu importants et ne donnent donc pas lieu à de remarques particulières. Seulement nous pouvons constater une différence de 3°C sur La Vayres entre le point amont au lac et le point aval. Ceci est dû au réchauffement des eaux au niveau des étangs.

b) PH.

Minima obtenu: 6,94 au point N°1.

Maxima obtenu: 7,47 au point N°2.

Le pH moyen pour tous les points est de 7,20.

Le pH moyen sur La Graine est de 7,14.

Le pH est très proche de la neutralité (7), avec un léger caractère basique. Ces valeurs sont tout à fait compatibles avec un développement normal de la faune et de la flore.

c) Résistivité.

Minima obtenu: 3367 Ω/cm au point N°4.

Maxima obtenu: 10920 Ω/cm au point N°7.

Au niveau de La Graine, ce sont les points N° 5, 1 et 9 qui sont les plus minéralisés (par ordre décroissant)

La minéralisation la plus faible sur La Graine se trouve au niveau du point N°2.

Au point N°4, la résistivité est très faible, elle correspond donc à une minéralisation très importante qui peut s'expliquer par les rejets de la station d'épuration de La Grosille.

La conductivité obtenue (à partir de la résistivité) donne des chiffres qui sont tous inférieurs à 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, et donc compatibles avec la vie aquatique.

d) *Matières en suspension (M.E.S).*

Minima obtenu: 7 mg/ml au point N°10.

Maxima obtenu: 70 mg/ml au point N°4.

Les points N°1, 5, 6, 7 et 8 correspondent à une eau de classe 2.

Seul le point N°4 correspond à une eau de qualité 3.

Au point N°1 on peut supposer que cela est dû au manque d'entretien de la rivière et à l'érosion des berges liée au passage d'animaux qui viennent s'abreuver.

Le point N°4 témoigne des rejets de la station d'épuration de La Grosille.

Nous constatons que l'effet de dilution est bénéfique au point N°5 par rapport au point N°4, mais est insuffisant pour que cette charge en matières en suspension soit sans conséquences.

2°) *Déterminations chimiques.*

a) *Oxygène dissous.*

Les valeurs obtenues, très faibles, atteignent un niveau alarmant incompatible avec la vie de nombreux organismes.

b) Demande Chimique en Oxygène (D.C.O.).

Trois prélèvements se trouvent en dehors de la classe

1A:

- Point N°1 qui se trouve en classe 2 (qualité passable).

- Point N°3 qui se trouve en classe 3 (qualité médiocre).

- Point N°4 qui se trouve hors classe.

Ces résultats signent la présence de nombreuses matières oxydables.

c) Demande Biochimique en Oxygène.

Les valeurs obtenues sont toutes inférieures à 3 mg/l et correspondent donc à une eau de classe 1A donc exempte de pollution.

d) Chlorures.

Les résultats sont tous inférieurs à 100 mg/l et correspondent donc à une eau de classe 1A.

e) Sulfates.

Les teneurs en sulfate étant toutes inférieures à 250 mg/l, tous les prélèvements correspondent à une eau de classe 1A.

f) Phosphates.

Les résultats des prélèvements N°4, 9 et 10 appartiennent à la classe 3.

Par sa teneur en phosphates le point N°5 appartient à la classe 2.

Ces résultats sont liés à une pollution domestique, et plus particulièrement à l'utilisation de détergents contenant des phosphates.

Tous les autres points ont des teneurs en phosphates caractéristiques de la classe 1A.

g) Matières organiques.

Seul le point N°4 appartient à la classe 3.

Tous les autres points appartiennent à la classe 2, à l'exception du point N°5 dont les résultats correspondent à la classe 1B.

h) Azote.

α) Ammoniaque.

Les analyses effectuées n'ont révélé aucune trace d'ammoniaque.

β) Nitrites.

Les analyses effectuées n'ont décelé aucune trace de nitrites.

Γ) Nitrates.

De même que pour l'ammoniaque et les nitrites, les analyses n'ont décelé aucune trace de nitrates.

π) Azote total.

Les résultats obtenus sont en général très élevés.

Tous les points sont Hors Classe sauf:

- Le point N°3 qui correspond à la classe 1A.
- Le point N°7 qui correspond à la classe 2.

Il n'y a pas de résultats pour le point N°8: le tube s'étant cassé lors des manipulations.

3°) Conclusion.

* Sur l'ensemble des points étudiés les paramètres suivants semblent ne pas influencer sur la qualité des eaux: température de l'eau, pH, résistivité, DBO5, nitrites, nitrates, chlorures, sulfates et ammoniacque, car les résultats obtenus correspondent tous à des eaux de classe 1A et donc considérées comme exemptes de pollution.

* D'autres paramètres, par contre donnent des résultats très mauvais sur l'ensemble des points: oxygène dissous; matières organiques, et azote total. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'eau prélevée n'ayant pas été filtrée devait contenir de nombreux micro-organismes vivants (protozoaires, Euglènes, Diatomées...), source d'azote total et consommateur d'oxygène.

* Les matières en suspension, la Demande Chimique en Oxygène et les phosphates ont pour certains points, seulement, des résultats de mauvaise qualité.

Les phosphates marquent bien les différents points touchés par la pollution domestique de Rochechouart (4', 5, 9 et 10).

II-2 ANALYSES BACTERIOLOGIQUES.

Les résultats de bactériologie pouvant être comparés aux différentes classes de qualité des eaux décrites pages 96 et 97, sont rassemblés dans le tableau VII.

Tableau VII: Classification des valeurs bactériologiques obtenues à partir de la grille d'appréciation générale de la qualité des eaux et des cours d'eau.

PRELEVEMENTS DU 8 OCTOBRE 1989										
PRELEVEMENTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MESOPHILES /100ML	1.700	480	520	1.340	810	170	216	370	11.500	4.100
COLI. TOTAUX/100ML	1B	1B	1B	HC	1B	1B	1B	1B	HC	HC
COLI. FECAUX/100ML	1B	1B	1B	HC	1B	1B	1B	1B	HC	2
STREPT. FEC./100ML	1A	1B	1A	1A	1B	1A	1A	2	1B	2
C.S.R /100ml	135	80	240	900	80	60	120	120	200	400
SALMONELLES							0			
STAPHYLOCOQUE DORE							0			

1°) Flore mésophile.

Il n'existe pas de normes permettant de classer les résultats. L'intérêt de ce genre de recherche consiste essentiellement à noter d'éventuelle variation lors du renouvellement de prélèvement.

Nous pouvons seulement constater qu'il existe un nombre élevé de germes aérobies au point N°9. Ce nombre décroît au point N°10, mais reste cependant supérieur à la moyenne.

2°) Coliformes totaux.

Les points N° 1, 2, 3, 5, 6, 7 et 8 comprennent entre 50 et 5000 Coliformes totaux par 100 ml. Ils correspondent donc à une eau de qualité 1B.

Les points N°4, 9 et 10 correspondent à une eau Hors Classe.

3°) Coliformes fécaux.

Les points N°1, 2, 3, 5, 6, 7, et 8 correspondent à une eau de qualité 1B; le point N°10 à une eau de classe 2 et les points N°4 et 9 à une eau Hors Classe.

4°) Streptocoques fécaux.

Les points N°1, 3, 4, 6 et 7 correspondent à une eau de qualité 1A.

Les points 2, 5 et 9 correspondent à une eau de qualité 1B.

Les points 8 et 10 correspondent à une eau de qualité 2.

5°) Clostridium sulfite réducteurs.

Tout comme pour la flore mésophile, il n'existe pas de normes.

Nous constatons un pic élevé au niveau du point N°4.

6°) *Salmonelles.*

Nous n'avons pas mis en évidence de salmonelle dans l'échantillon prélevé.

7°) *Staphylocoque doré.*

Nous n'avons pas mis en évidence de Staphylocoque doré dans l'échantillon prélevé.

8°) *Conclusion.*

Il semble que les points N°1, 2, 3, 5, 6 et 7 ne soient pas touchés par une contamination fécale importante.

Il n'en est pas de même pour les points 4, 8, 9 et 10.

* Aux points N°4 et 9, la pollution fécale semble être essentiellement d'origine humaine, car si les Coliformes fécaux sont nombreux, les Streptocoques fécaux sont en nombre bien moindre.

En effet, les matières fécales de l'homme contiennent quatre fois plus d'*Escherichia coli* que de *Streptocoques* fécaux.

Les matières fécales de vache, au contraire, contiennent six fois moins d'*Escherichia coli* que de *Streptocoques* fécaux.

Ces résultats correspondraient:

- Pour le point N°4 aux rejets de la station d'épuration de La Grosille qui ne comprend pas de traitement bactériologique des eaux domestiques.

- Pour le point N°9 aux rejets des égouts de Rochechouart non traités.

* Les points N°8 et 10 présentent la particularité d'avoir peu de Coliformes fécaux et un nombre élevé de *Streptocoque* fécaux.

On peut penser qu'il s'agit:

- Soit d' une contamination fécale ancienne où les Coliformes fécaux auraient disparus (les Streptocoques fécaux ont une résistance beaucoup plus élevée que celle des Coliformes fécaux).

- Soit d'une contamination fécale d'origine animale.

Toutefois, les résultats obtenus ne nous permettent pas de formuler des certitudes. Nous pouvons seulement constater une situation à un moment donné, et à partir de là émettre des hypothèses qui restent à vérifier ou à confirmer.

II-3 ANALYSES HYDROBIOLOGIQUES.

1°) Introduction.

Les Indices Biotiques Globaux obtenus figurent dans le tableau

VIII.

Tableau VIII: Indices Biotiques Globaux déterminés.

<i>PRELEVEMENTS</i>	<i>I.B.G. OBTENUS</i>
<i>1</i>	<i>4</i>
<i>2</i>	<i>9</i>
<i>3</i>	<i>11</i>
<i>4</i>	<i>8</i>
<i>5</i>	<i>13</i>
<i>6</i>	<i>7</i>
<i>7</i>	<i>8</i>
<i>8</i>	<i>9</i>
<i>9</i>	<i>4</i>
<i>10</i>	<i>10</i>

L'I.B.G. le plus faible (4) se trouve au niveau des points 1 et 9; alors que le plus élevé (13) se trouve au niveau du point 5.

Dans l'ensemble les valeurs d'indices obtenues restent faibles puisque seulement trois prélèvements atteignent ou dépassent la valeur moyenne (rappelons que l'I.B.G. varie de 0 à 20).

Si l'on regarde uniquement les I.B.G. obtenus sur La Graine (voir figure 2), nous constatons que partant d'une situation médiocre au niveau du point N°1, l'I.B.G. remonte progressivement du point N°2 au point N°5 pour brusquement chuter en aval de Rochechouart, au point N°9. Une remontée importante au point N°10 indique que la rivière possède une bonne capacité d'auto-épuration.

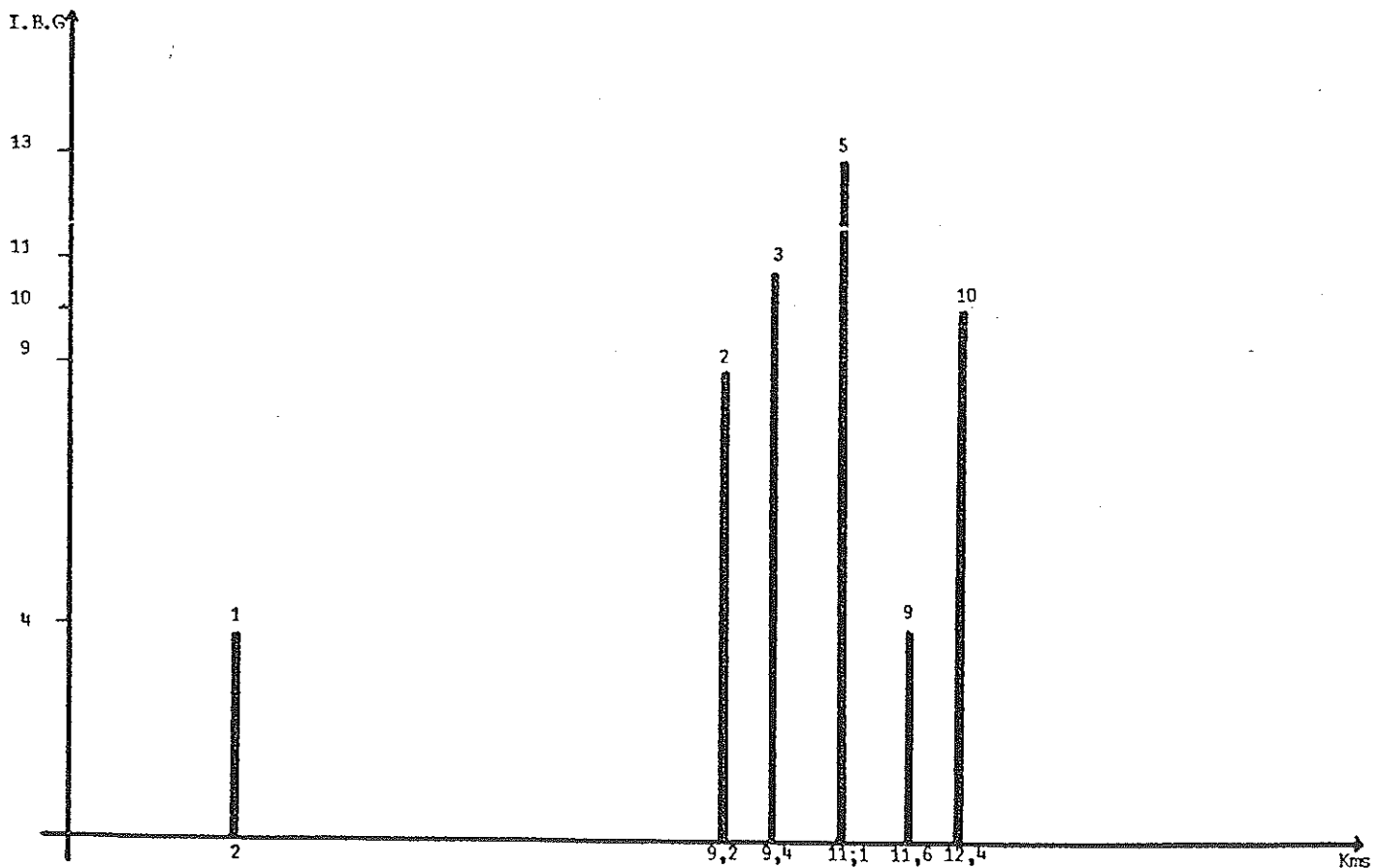


Figure 2: Evolution des indices Biotiques Globaux obtenus sur La Graine, en fonction des distances séparant les différentes stations de prélèvement.

2°) Analyse point par point.

Nous indiquerons dans les tableaux XI et XII les espèces trouvées au niveau des différentes stations de prélèvement classées par ordre décroissant de polluosensibilité.

Pour simplifier la lecture de ces tableaux, nous avons séparé les prélèvements effectués sur La Graine (tableau XI), de ceux effectués sur ses affluents (tableau XII).

Les tableaux IX et X reprennent les mêmes résultats mais en tenant compte du classement systématique.

Au point N°1 la faune peu diversifiée est caractéristique des milieux stagnicoles car nous trouvons essentiellement des Chironomes, des Achètes et des Sialis. Ces organismes peu exigeants préfèrent les substrats meubles (vase, sable).

L'espèce la plus sensible trouvée est Hydropsychidae, mais elle n'a pas de valeur écologique car elle est peu exigeante. Elle se nourrit d'éléments microscopiques par filtration.

La présence de Sialis (redoutables prédateurs pour les alevins), indique qu'il existe sur ce site du sable ou de la vase, car ils ne vivent que dans des sédiments fins.

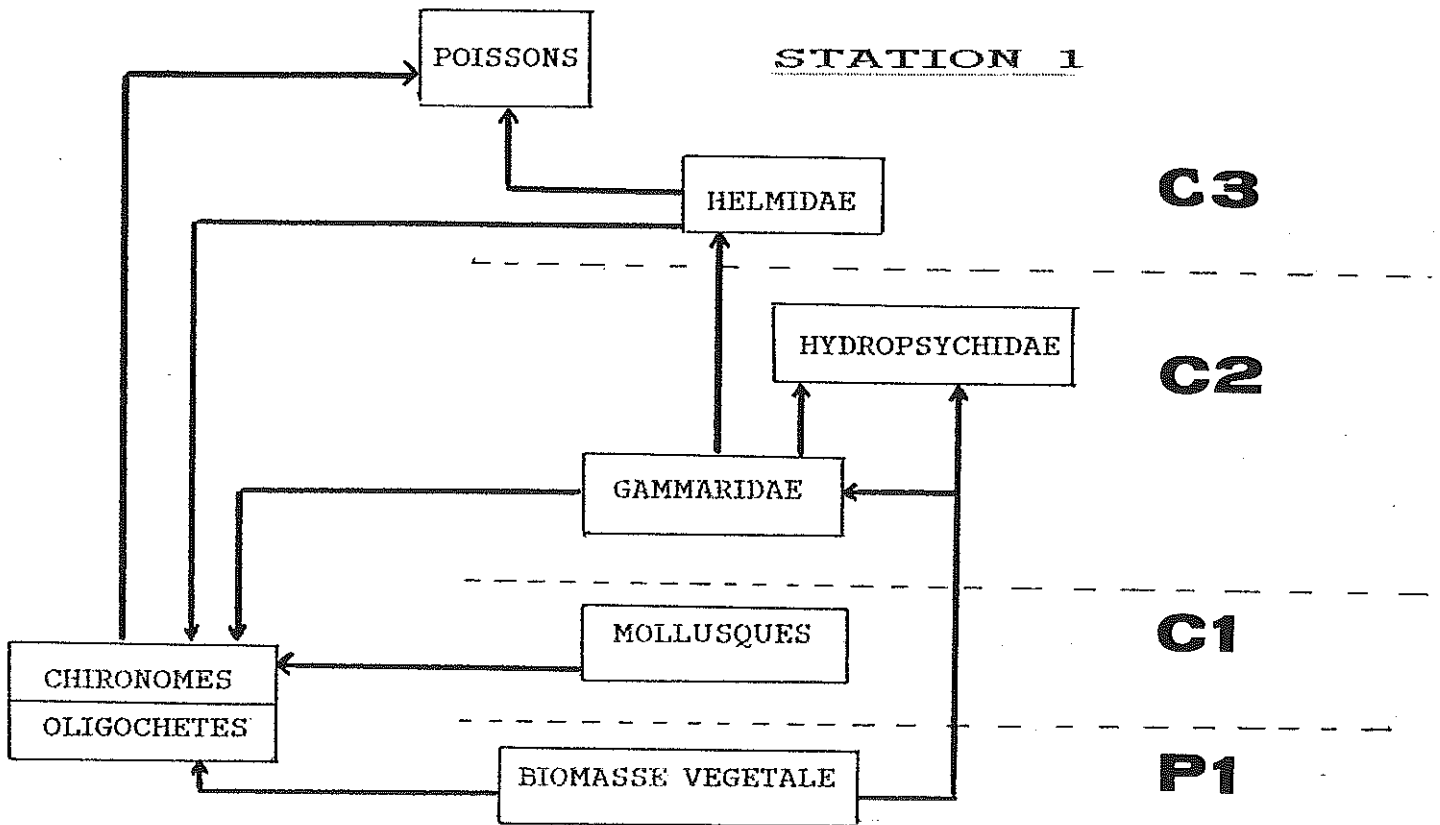


Figure 3: Interprétation de la transmission possible des flux de matières et d'énergie dans la station 1.

Au point N°2 la faune n'est pas très abondante mais en moyenne plus exigeante, et mieux répartie qu'au point N°1. Nous trouvons deux espèces appartenant à l'ordre des Plécoptères: Nemouridae et Leuctridae. Les Nemouridae ne sont pas d'excellents indicateurs d'eau pure car ils peuvent se trouver dans

des eaux de qualité très moyenne. Cependant la présence de Leuctridae signifie qu'il n'y a pas eu à cet endroit de pollution importante de l'eau.

Au point N°3, la faune est un peu plus diversifiée et abondante par rapport aux points précédents, mais reste faible. La présence de Chloroperlidae (ordre des Plécoptères) qui est l'espèce la plus polluo-sensible du tableau indique que l'eau n'a pas subi en ce point de perturbation et que le biotope doit être assez préservé. Par rapport aux Perlidae, les Chloroperlidae se trouvent dans des eaux plus stagnicoles.

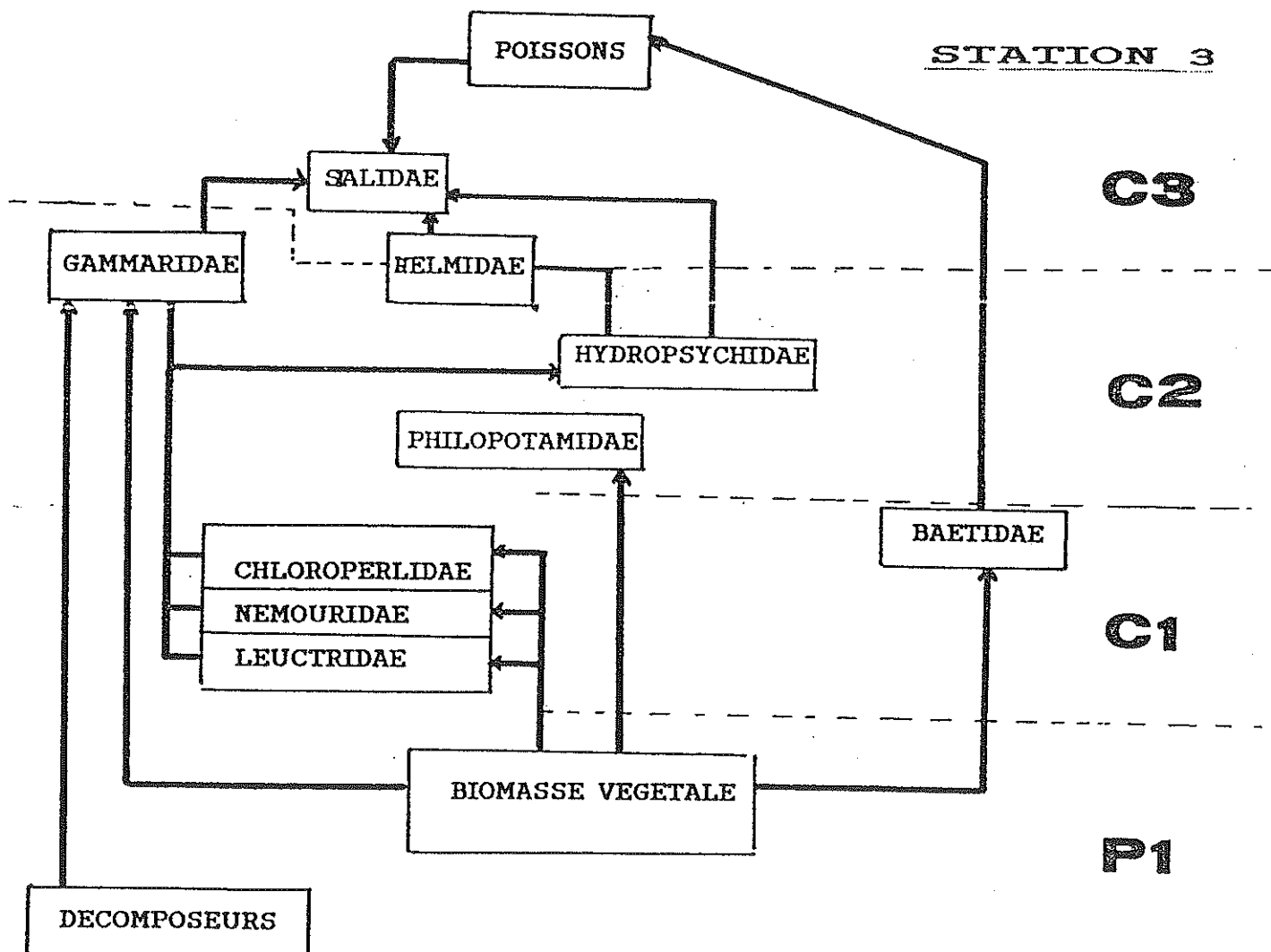


Figure 4: Interprétation de la transmission possible des flux de matières et d'énergie dans la station 3.

C'est au niveau du point N°5 que nous trouvons la plus grande diversité faunistique. Ces résultats indiquent que l'habitat est diversifié.

Par rapport au point N°3, qui se situe en aval, nous remarquons en plus des Chironomes, des Achètes et des Oligochètes. Ces organismes, présents au niveau du point N°4, ont trouvé ici un milieu propice à leur développement en raison de la charge organique apportée par le ruisseau des Morts.

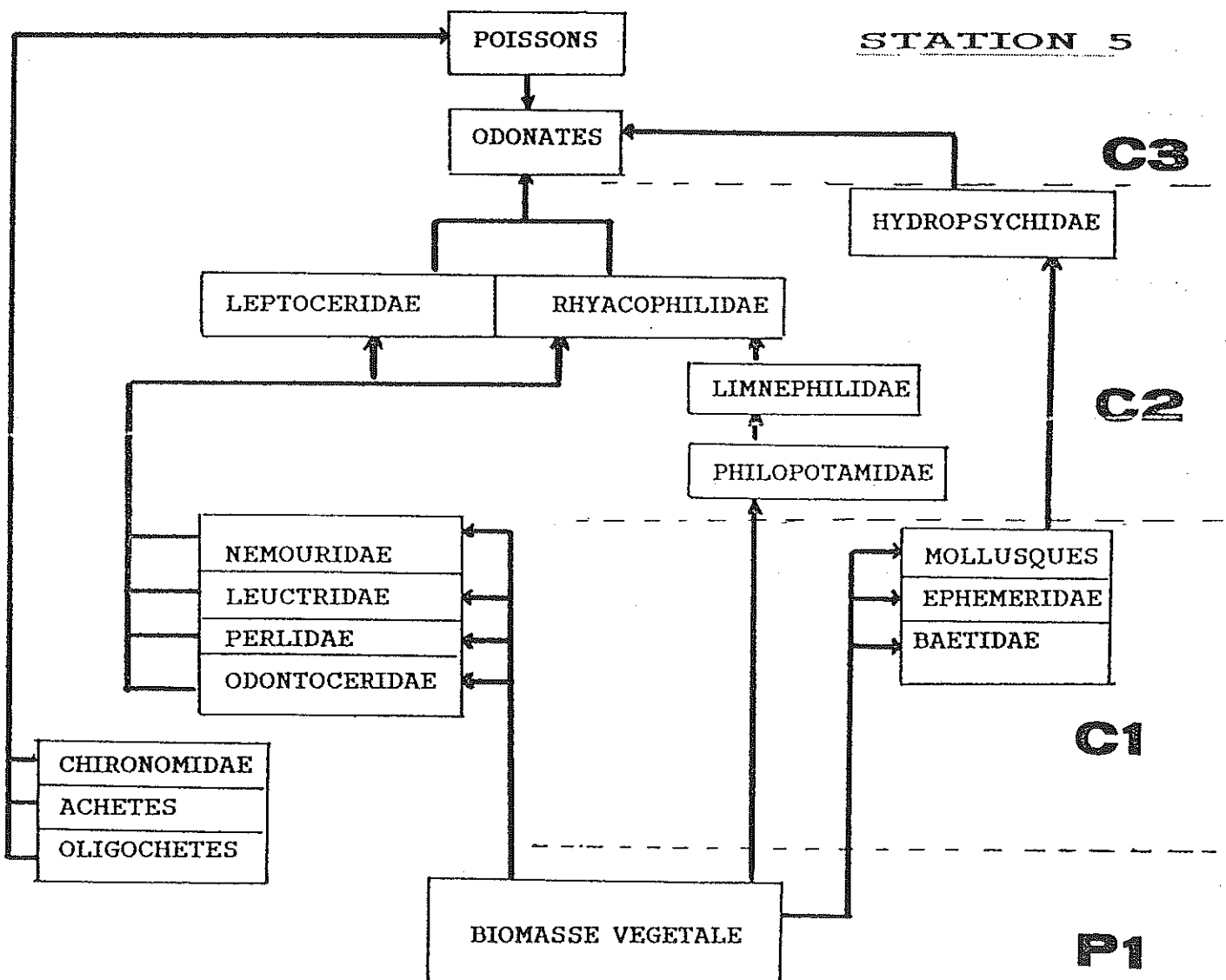


Figure 5: Interprétation de la transmission possible des flux de matières et d'énergie dans la station 5.

Les résultats du point N°9 sont comparables à ceux du point N°1. La faune peu diversifiée est caractéristique des fonds stagnicoles. Les Aselidae sont des organismes fréquemment situés à l'aval des égouts; car ils vivent dans les matières organiques en décomposition. L'espèce la plus exigeante est Baetidae (ordre des Ephénoptères), mais cela n'indique pas grand chose car on peut trouver des Baetidae dans des mares. Nous trouvons donc ici, essentiellement des décomposeurs qui indiquent une forte pollution organique.. De plus il, n'existe pas d'habitat diversifié dans la mesure où ce point se situe au niveau d'une retenue d'eau. Nous notons aussi la disparition des Plécoptères qui se trouvaient au niveau du point N°5.

Au point N°10, l'I.B.G. obtenu est nettement meilleur par rapport au point précédent , mais reste faible. Le groupe le plus sensible Philopotamidae appartient à l'ordre des Trichoptères.

Au point N°4, les individus présents sont peu exigeants et peu nombreux.

Au niveau de La Vayres, les I.B.G. augmentent pour atteindre la valeur 9 au point N°8, mais comme la diversité diminue, nous pouvons penser que les macro-invertébrés benthiques trouvent à ce niveau un milieu spécialisé.

3°) Récapitulatif.

Aux points N°1 et 9, nous obtenons des I.B.G. très faibles (4) car nous avons une faune peu diversifiée, euryèce et peu exigeante. Face à cette constatation, nous pouvons émettre deux hypothèses:

- soit l'habitat n'est pas diversifié car la rivière est abandonnée, non entretenue: le biotope est dégradé; ce qui peut paraître probable car le profil longitudinal de La Graine montre que le point n°1 se trouve sur une partie de la rivière qui doit être rapide et donc non habitée en majorité par des espèces stagnicoles.

- soit l'habitat est conservé, mais il y a, à ces endroits, un problème de la qualité de l'eau qui a entraîné la disparition des espèces les plus exigeantes.

Aux points N° 2, 3, 5 et 10, la présence d'espèces à spectre relativement étroit, nous permet de croire qu'il n'y a pas une altération importante de l'écosystème. Les points 3 et 5 présentent cependant un habitat plus diversifié.

Le point N°9 montre bien l'impact du rejet des égouts de Rochechouart sur la faune benthique.

La récupération de la rivière au point N°10 n'est pas négligeable mais est loin d'être totale.

Tableau IX: Liste faunistique selon l'ordre systématique, des macro-invertébrés benthiques prélevés dans La Graine.

	PRELEVEMENTS					
	1	2	3	5	9	10
ARTHROPODES						
** INSECTES						
- Plécoptères						
* Perlidae				X		
* Chloroperlidae			X			X
* Nemouridae		X	X	X		
* Leuctridae		X	X	X		
- Ephénoptères						
* Heptageniidae						
* Ephemeridae		X		X		
* Baetidae		X	X	X	X	X
- Trichoptères						
* Hydropsychidae	X		X	X		X
* Rhyacophilidae						X
* Philopotamidae			X	X		X
* Odontoceridae						
* Limnephilidae		X				X
* Leptoceridae				X		
- Diptères						
* Chironomidae	X	X		X	X	X
- Coleoptères						
* Elmidae	X		X			
- Odonatoptères		X		X		X
- Mégaloptères						
* Sialis	X		X		X	
** CRUSTACES						
- Amphipodes						
* Gammaridae	X		X			X
- Isopodes						
* Asellidae					X	
MOLLUSQUES						
** GASTEROPODES	X			X		X
VERS						
** ACHETES	X			X	X	X
** OLIGOCHETES				X	X	X

Tableau X: Liste faunistique selon l'ordre systématique, des macro-invertébrés benthiques prélevés sur les affluents de La Graine.

	PRELEVEMENTS			
	4	6	7	8
ARTHROPODES				
** INSECTES				
- Plécoptères				
* Perlidae				
* Chloroperlidae				
* Nemouridae				
* Leuctridae				
- Ephénoptères				
* Heptageniidae				
* Ephemeridae	x	x		
* Baetidae	x		x	
- Trichoptères				
* Hydropsychidae		x	x	x
* Rhyacophilidae		x	x	
* Philopotamidae				x
* Odontoceridae				
* Limnephilidae		x	x	
* Leptoceridae	x			
- Diptères				
* Chironomidae	x	x	x	x
- Coleoptères				
* Elmidae				
- Odonamoptères	x	x	x	
- Mégaloptères				
* Sialis				
** CRUSTACES				
- Amphipodes				
* Gammaridae	x	x	x	x
- Isopodes				
* Asellidae			x	
MOLLUSQUES				
** GASTEROPODES	x			
VERS				
** ACHETES	x	x	x	
** OLIGOCHETES			x	

Tableau XI: Liste faunistique selon l'ordre de polluo-sensibilité décroissant, des macro-invertébrés prélevés sur La Graine.

GROUPES FAUNISTIQUES	PRELEVEMENTS					
	1	2	3	5	9	10
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae			x	x		
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae			x	x		x
Leuctridae Glossosomatidae Gueridae Leptophlebiidae		x	x	x		
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemcridae Heptageniidae		x	x	x		
Hydroptilidae Limnephilidae Rhyacophilidae Polymitarcidae Potamanthidae		x		x		x
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae EphemereUidae				x		
Hydropsychidae Baetidae Caenidae Triclades	x	x	x	x	x	x
Elmidae Odonates Gammaridae Mollusques	x	x	x	x		x
Chironomidae Asellidae Achètes Oligochètes Sialis	x	x	x	x	x	x

Tableau XII: Liste faunistique selon l'ordre de polluo-sensibilité décroissant, des macro-invertébrés prélevés sur Les affluents de La Graine.

GROUPES FAUNISTIQUES	PRELEVEMENTS			
	4	6	7	8
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Tachipterygidae				
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae				x
Leuctridae Glossosomatidae Goeridae Leptophlebiidae				
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae Heptageniidae	x	x		
Hydroptilidae Limnephilidae Rhyacophilidae Polymitarcidae Potamanthidae		x x	x x	
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Ephemerellidae	x			
Hydropsychidae Baetidae Caenidae Triclades	x	x	x x	x
Elmidae Odonates Gammaridae Mollusques	x x x	x x	x x	x
Chironomidae Asellidae Achètes Oligochètes Sialis	x x	x x	x x x	x

QUATRIEME PARTIE

DISCUSSION

A/ INTERET DES METHODES BIOLOGIQUES PAR RAPPORT AUX ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.

Les méthodes biologiques présentent l'avantage sur les analyses physico-chimiques de permettre la détection, l'évaluation de l'intensité, et donc l'extension des pollutions dans un milieu récepteur quelle que soit la nature de la pollution et du milieu considéré. Cet avantage provient du fait que l'inscription des contaminations dans la composition des peuplements aquatiques persiste en dehors des phases aiguës de pollution. Par contre la composition physico-chimique des eaux peut varier dans le temps: les effluents polluants pouvant être discontinus ou passagers. Les mesures physico-chimiques effectuées, à un moment donné, ne sont pas représentatives de la qualité moyenne de l'eau. Pour obtenir des valeurs représentatives et donc significatives il faudrait effectuer plusieurs mesures dans le temps. Mais le risque de ne pas détecter une pollution passagère persisterait. La solution consisterait à réaliser des mesures en continu, mais cela n'est pas facilement réalisable.

Dans le cas de l'Indice Biotique et de l'Indice Biotique Global, la détermination systématique des animaux n'étant pas poussée à l'espèce, mais, le plus souvent, limitée au genre permet leur généralisation et leur emploi par des techniciens et donc peuvent être appliquées à l'échelon national. C'est le cas de la méthode des Indices Biotiques qui est aujourd'hui, utilisée à l'échelon technique par les gardes pêche fédéraux et par les Agences de Bassin. Des méthodes fondées sur la détermination des espèces permettent de définir plus finement les effets des rejets sur les milieux récepteurs, mais elles ne peuvent pas être généralisées car elles nécessitent des connaissances de spécialistes.

A partir de nos résultats nous pouvons constater que l'interprétation des résultats hydrobiologiques est plus aisée que pour les résultats physico-chimiques, car pour chaque station nous n'obtenons qu'une seule valeur. De plus nous pouvons vérifier la représentativité de nos prélèvements en essayant d'interpréter la transmission possible des flux de matières et d'énergie dans la station considérée.

Dans l'étude physico-chimique d'une eau nous obtenons plusieurs valeurs. Comme il est coutume d'attribuer à l'eau la qualité qui est donnée par le paramètre mesuré le plus défavorable, toutes les stations étudiées seraient classées "Hors Classe" sans réelle distinction. Alors qu'avec l'I.B.G. nous obtenons des résultats beaucoup plus nuancés.

En effet, prenons un exemple: Au niveau de la station 1, trois paramètres physico-chimiques ont des valeurs qualifiées "Hors Classe". Il en est de même pour la station 5. Pourtant les I.B.G. obtenus sur ces deux stations sont très différents (l'I.B.G. est de 4 pour la station 1 et de 13 pour la station 5).

B/ COMMENT AMELIORER LA QUALITE DES EAUX DE LA GRAINE?

I-ENTRETIEN DES RIVIERES.

1°) Qui doit entretenir?

La responsabilité de l'entretien des cours d'eau est étroitement liée à la situation juridique de ceux-ci.

En principe, sur les cours d'eau domaniaux, c'est l'état qui est responsable de l'entretien, alors que sur les cours d'eau non domaniaux, ce sont les riverains.

Cours d'eau domaniaux (16 800 km): ce sont essentiellement de grands fleuves, de grandes rivières et des canaux; la législation applicable à ces cours d'eau est rassemblée dans le Code du Domaine Public Fluvial.

Cours d'eau non domaniaux (≈ 260 000 km dont ≈ 9 000 km en Limousin): c'est un réseau comprenant les rivières et les ruisseaux de plus de 0,5 m de largeur; la législation qui leur est applicable est rassemblée dans le Code Rural.

En contrepartie de sa charge d'entretien, du cours d'eau non domanial, le propriétaire riverain bénéficie des droits d'usage de l'eau : il lui est possible de pomper de l'eau de la rivière, mais l'extraction des matériaux du lit nécessite l'obtention d'une autorisation. Pour avoir le droit de pêcher, il doit posséder sa carte de pêche qui justifie sa qualité de membre d'une association agréée de pêche .

Le contrôle de l'entretien est assuré par la D.D.A. (Direction Départementale de l'Agriculture) chargée de la police des eaux et dans le cas de grandes rivières par la D.D.E. (Direction Départementale de l'Equipement).

Le riverain est tenu d'effectuer le "curage" qui correspond "aux travaux nécessaires pour rétablir un cours d'eau dans sa largeur et sa profondeur naturelle". Il comprend:

- le faucardage des plantes aquatiques;
- l'enlèvement des dépôts solides,
- l'enlèvement des arbres et des branches dans le lit;

- la réfection des berges;

- l'élagage des branches et des arbustes pendant sur le lit du cours d'eau et le recépage.

En cas de défaillance de l'entretien par le riverain, le Préfet peut intervenir pour ordonner les travaux. Mais ces procédures administratives sont tombées en désuétude car devenues inadaptées.

En réponse à ce problème, la loi a permis la prise en charge des travaux d'aménagement des rivières non domaniales, et en particulier ceux de restauration et d'entretien par les collectivités (communes, départements, associations de pêche, Fédération de pêche...) ou leur groupement pour pallier à l'incapacité des riverains.

2°) Comment entretenir?

La notion d'entretien rassemble des travaux courants tels que le curage, le nettoyage, le faucardage, le recépage, la réparation d'ouvrages... qui permettent à la rivière de conserver toutes ces fonctions initiales.

C'est une action qui doit être régulière, sinon la rivière ne restera pas définitivement dans le même état. Tous les éléments vont évoluer, la végétation va repousser, le courant va recréer des zones d'érosion, des dépôts...

Dans des cas particuliers, on peut parler d'aménagement ou de restauration de rivière.:

- L'aménagement est une opération de transformation de tout ou d'une partie d'un cours d'eau, engagée pour améliorer, créer de nouvelles fonctions ou en supprimer dans le cadre des objectifs définis;

- La restauration, elle, est une véritable opération de remise en état d'une rivière ayant subi un important défaut d'entretien.

Après une opération d'aménagement ou de restauration, un entretien régulier devra être mis en place obligatoirement.

En Limousin, les aménagements réalisés sont uniquement des travaux de restauration des cours d'eau qui ont pour objectifs, à la fois:

- Le tourisme et la pêche (accessibilité et attrait du lit et des berges);
- L'amélioration agricole (réduction des érosions des berges, réduction du temps de submersion);
- Amélioration de l'auto-épuration.

3°) Moyens disponibles.

a) Les contrats de rivière.

Ils permettent de programmer et de financer la restauration et l'entretien des berges à l'intérieur d'un plan d'aménagement global intégrant des objectifs polyvalents : dépollution, lutte contre les crues, aménagement rural, tourisme, loisirs.

Ces procédures mises en place, en général sur des périodes de cinq ans, par le Ministère de l'Environnement sont destinées à provoquer la mobilisation des élus, des industriels et des associations autour d'un projet de réhabilitation et d'entretien ultérieur d'une rivière.

Mais ces contrats concernent surtout des rivières dont la taille la plus fréquente est de 50 kms. Les bassins versants font

en moyenne 1 200 km² et les populations riveraines concernées comptent en moyenne 120 000 personnes.

b) L'application du Code Rural.

Situons les articles concernant l'entretien des rivières:

Livre II: Protection de la nature.

Titre III: Pêche en eaux douces et gestion des ressources piscicoles.

Chapitre II: Préservation des milieux aquatiques et du patrimoine piscicole.

L'article L.232-1 permet aux associations de pêche de se substituer aux propriétaires riverains pour entreprendre, en cas de carence constatée, des travaux de remise en état des rivières. Ces charges sont compensées par le transfert aux associations des droits de pêche et de passage sur les linéaires concernés.

c) Le bénévolat.

Des associations de protection de la nature, des chantiers de jeunes ou autres organisations peuvent réaliser bénévolement l'entretien de certaines rivières.

Le coût des opérations se réduit alors à l'intendance (logement, nourriture), à la mise à disposition du matériel, éventuellement à l'encadrement et à la souscription d'assurances.

De telles interventions peu coûteuses au linéaire de rivière nettoyé, peuvent bénéficier d'aides particulières, notamment de la part des agences de bassins en plus des subventions publiques habituelles.

II-APPLICATION DU CODE RURAL.

La nouvelle loi pêche du 29 juin 1984, formant le Code Rural a fait l'objet de nombreuses mises à jour depuis sa parution.

La précédente loi avait été élaborée pour l'essentiel en 1829. Différents aménagements n'avaient pas suffi à l'adapter au contexte actuel, mais l'avaient rendue plus confuse et plus difficile à appliquer.

La loi du 29 juin 1984, relative à la pêche en eau douce et à la gestion des ressources piscicoles est l'expression d'une conception novatrice.

Ses objectifs sont:

- Assurer la conservation et la gestion d'un patrimoine naturel, très sensible;*
- Eviter toute privatisation de la nature;*
- Conforter l'esprit associatif;*
- Inscrire cette activité dans le contexte économique.*

Nous ne verrons plus précisément que le dispositif retenu par la loi de 1984 pour réaliser son objectif général de protection de la nature.

1°) Répression des actes de pollution.

Les articles L.232-1 et suivant du Code Rural sanctionnent sévèrement les actes de pollution portant atteinte à la faune piscicole et à l'écosystème aquatique.

Se joue ici la compétence particulière des gardes-pêche.

2°) La protection des zones indispensables à la faune piscicole.

L' article L.232-3 du Code Rural indique que les aménagements ou installations d'ouvrages ainsi que l'exécution de travaux sont soumis à

autorisation lorsqu'ils sont de nature à détruire les frayères, les zones de croissance....

3°) Le maintien d'un débit minimal.

L'article L.232-5 du Code Rural impose aux maîtres d'ouvrages un débit minimum à maintenir dans le lit des cours d'eau.

4°) Les échelles à poissons.

L'article L.232-6 du Code Rural: dans les cours d'eau ou partie de cours d'eau et canaux dont la liste est fixée par décret.... tout ouvrage doit comporter des dispositifs assurant la circulation des poissons migrateurs ...

5°) Interdiction d'introduire certains poissons.

Voire articles L.232-10; L.232-11 et L.232-12.

L'article L.232-10 du Code Rural suscite des observations relatives à l'introduction de carnassiers dans les plans d'eau classés ou considérés de 1^o catégorie, du seul fait qu'ils sont en relation avec un cours d'eau de ce type. Un étang constitue un écosystème différent de celui de la rivière voisine, et sa population piscicole n'est pas nécessairement la même que celle des cours d'eau.

III-PROBLEME DE L'IMPACT DES ETANGS SUR LES COURS D'EAU.

Une des première règle à respecter serait de tenir compte de la réglementation en vigueur, en ne réalisant des étangs qu'après avoir obtenu les autorisations nécessaires.

Puis dans un deuxième temps, lors de la réalisation de l'étang il faut mettre en oeuvre des aménagements techniques qui permettent d'atténuer l'impact des plans d'eau sur les cours d'eau. Nous citerons deux exemples d'aménagements possibles:

- Le moine: c'est un dispositif simple qui permet de réguler l'écoulement des eaux de l'étang, eaux de fond ou de surface, et de contrôler les opérations de vidange en limitant considérablement l'apport de sédiments vers l'aval.

- Lorsqu'un plan d'eau est installé sur le cours d'eau original, une dérivation reliant les parties amont et aval du cours d'eau permet de maintenir la continuité de celui-ci. Cela autorise:

- * Le maintien d'un débit permanent en aval.
- * La dilution des apports provenant de l'étang.
- * Une meilleure oxygénation.
- * Une variation de température atténuée.
- * De meilleures conditions de vidanges avec dilution des sédiments dans une eau claire et oxygénée.
- * Une circulation des poissons rétablie.

IV-PROBLEME LIE AUX DECHARGES.

Aujourd'hui aucune décharge ne peut être ouverte sans que soit faite au préalable une étude géologique sérieuse afin de déterminer s'il y a lieu ou non de protéger le sous-sol. Cette protection peut se faire par une couche d'argile ou par un matériau imperméable.

Ces précautions prises, il faut délaissier les décharges brutes et envisager des décharges contrôlées ou compactées.

Dans une décharge contrôlée, les ordures sont régaliées tous les jours ou tous les deux jours à la niveleuse, puis recouvertes d'une couche de matériaux jouant le rôle d'écran vis à vis des insectes ou des rongeurs tout en permettant aux matières qui sont emprisonnées d'avoir toujours l'air nécessaire à leur transformation. Ce type de décharge a l'aspect d'un chantier de terrassement.

Les décharges compactées consistent à mettre les ordures entre deux digues de terre assez rapprochées, trois à quatre mètres environ, et de les compacter jusqu'à refus avec un engin approprié. Ainsi serrées, les ordures n'évoluent plus que très lentement. Grâce à de nouveaux engins le compactage peut se faire sans construction de digues.

V-AMELIORATION DE L'ASSAINISSEMENT DE ROCHECHOUART.

L'agglomération de Rochechouart est responsable d'une dégradation des eaux de La Graine connue, et confirmée par nos résultats. Mais la collectivité ayant conscience de ce problème a entrepris les démarches nécessaires pour améliorer l'assainissement de la ville.

Un cabinet d'étude a été chargé de faire le diagnostic du fonctionnement des équipements existants et d'établir le schéma directeur d'assainissement de

la ville. Sans entrer dans les détails techniques, nous citerons juste les principales réalisations prévues:

- Réduction des eaux parasites drainées par les réseaux.
- Réalisation d'un collecteur permettant d'acheminer les eaux usées jusqu'à la station d'épuration.
- La construction d'une station d'épuration assurant un traitement poussé de la pollution (azote et phosphore).
- La construction d'un bassin d'orage.
- La poursuite de l'assainissement de la ville en système séparatif.

Pour mener à bien ces réalisations, un contrat d'agglomération a été établi. Ce contrat traduit un accord intervenu entre la ville de Rochechouart, la région Limousin et l'agence de bassin Loire-Bretagne sur les travaux à engager pour atteindre les objectifs souhaités, sur le calendrier de réalisation et les engagements financiers correspondants (Voire annexe 5).

Cette participation de l'agence de bassin, et de la région Limousin, à l'assainissement de Rochechouart entre dans le cadre de la politique de gestion des eaux régie par la loi sur l'eau du 16 décembre 1964. Cette procédure contractuelle (contrat d'agglomération) engage chaque partenaire sur un programme concret décidé et approuvé par tous.

CONCLUSION

Notre étude confirme l'état de pollution de La Graine déjà connu. Mais, nous pouvons nous réjouir de savoir que d'importants travaux, en vue de l'amélioration de l'assainissement de Rochechouart, vont être entrepris. Ce type de réalisation montre la nouvelle orientation de la politique de l'eau en France. En effet, dans un premier temps la gestion de l'eau s'est surtout intéressée à la fonction ressource, négligeant les fonctions milieux et cadre de vie dont l'importance, bien que difficile à traduire en termes économiques est reconnue.

Au cours de l'élaboration de ce travail, nous avons découvert, avec un certain étonnement, qu'il existe de très nombreux organismes publics ou associations qui oeuvrent pour protéger et mettre en valeur les eaux superficielles. Face à la multiplicité de tous ces organismes nous pouvons nous demander si la politique d'amélioration de la qualité des eaux menée, peut être très rationnelle, et si cela ne contribue pas à une vision éclatée des différentes fonctions du cours d'eau?

ANNEXES

GRILLE D'APPRECIATION GÉNÉRALE DE LA QUALITÉ DES EAUX ET DES COURS D'EAU

CLASSES DE MINÉRALISATION			S 0	S 1	S 2	S 3	S 4
I	1	Conductivité en S/cm à 20 °C	< 400	400 - 750	750 - 1.500	1.500 - 3.000	> 3.000
	2	Dureté totale ° Français	≤ 15	15 - 30	30 - 50	50 - 100	> 100
	3	Cl mg/l	< 100	100 - 200	200 - 400	400 - 1.000	> 1.000

CLASSES DE QUALITÉ			1 A	1 B	2	3	H. C.
II	4 a	Température °C	≤ 20	20 - 22	22 - 25	25 - 30	> 30
III	5	pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,5 6,0 - 8,5 si TH < 5 °F		5,5 - 9,5
	6 a	O ₂ dissous mg/l	6,0 - 8,5 si TH < 5 °F		6,5 - 9,0 photosynthèse active		≤ 1
	7 a	O ₂ en % saturation	> 7	70 - 90	50 - 70	< 50	> 25
	8 a	DBO ₅ eau brute mg/l O ₂	≤ 3	3 - 5	5 - 10	10 - 25	> 25
	9 a	* Oxydabilité KMnO ₄ mg/l O ₂	≤ 3	3 - 5	5 - 8		> 80
	10 a	DCO eau brute mg/l O ₂	≤ 20	20 - 25	25 - 40	40 - 80	> 80
	11 c	MES totales mg/l	≤ 25		25 - 70	70 - 150	> 150
IV	12 b	* SO ₄ ⁼ mg/l	≤ 250		> 250		
	13 b	NO ₃ ⁻ mg/l	≤ 50		50 - 100		
	13 d	NO ₃ ⁻ mg/l	≤ 3	3 - 10	10 - 20	20 - 50	> 50
	14 a	NH ₄ ⁺ mg/l	< 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 2	2 - 8	> 8
	15 c	NH ₃ mg/l	≤ 0,025		0,025 - 0,08		> 0,08
	16 b	N Kjeldahl mg/l	≤ 1	1 - 2	2 - 3	> 3	
	17 b	PO ₄ ⁼ mg/l	≤ 0,54	0,54 - 0,94		> 0,94	
	17 d	PO ₄ ⁼ mg/l	≤ 0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 1	1 - 5	> 5
	18	Détergents anioniques mg/l	≤ 0,2		0,2 - 0,5		> 0,5
V	19 a	* Saprobies	oligosaprobies	β mésosaprobies	α mésosaprobies	polysaprobies	
	20 f	Indice lentique	≥ 9	8 - 7	6 - 5	4 - 3	≤ 2
	21 f	Indice lotique	≥ 9	8 - 7	6 - 5	4 - 3	≤ 2
VI	22 a	Fer total précipité et en solution mg/l	≤ 0,5	0,5 - 1	1 - 1,5	> 1,5	
	23 a	Mn total mg/l	≤ 0,1	0,1 - 0,25	0,25 - 0,5	> 0,5	
VII	24 a	* Couleur visuel	sans coloration particulière		légèrement coloré	très coloré	
	24 b	* Couleur mgPt/l	≤ 10	10 - 50	50 - 100	100 - 200	> 200
	25 a	* Odeur perçue	sans odeur particulière		légère	forte	
	25 b	* Odeur (facteur de dilution)	≤ 3	3 - 10	10 - 20	20 - 100	> 100
VIII	26 a	Substances extractibles au chloroforme mg/l	≤ 0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 1	> 1	
	27 a	Phénols (fonction) mg/l	≤ 0,001	0,001 - 0,05		0,05 - 0,5	> 0,5
	28 a	Huiles et graisses	absence		traces		présence nette
	29 b	CN ⁻ mg/l	≤ 0,05		> 0,05		
	30 b	Cr ⁻ mg/l	≤ 0,05		> 0,05		
	31 b	F ⁻ mg/l	≤ 0,7	0,7 - 1,7		> 1,7	
	32 b	Pb mg/l	≤ 0,05		> 0,05		
	33 b	Se mg/l	≤ 0,01		> 0,01		
	34 b	Cu mg/l	≤ 0,05		0,05 - 1	> 1	
	35 b	As mg/l	≤ 0,05		0,05 - 0,1	> 0,1	
	36 b	Cd mg/l	≤ 0,05		> 0,05		
	37 b	Hg mg/l	< 0,001		> 0,001		
38 b-c	Zn (TH < 10 °F) mg/l	< 0,2		0,2 - 1	> 1		
IX	39 b	Coliformes totaux N/100 ml	≤ 50	50 - 5.000	5.000 - 50.000	> 50.000	
	40 b	Coliformes fécaux N/100 ml	≤ 20	20 - 2.000	2.000 - 20.000	> 20.000	
	41 b	Streptocoques fécaux N/100 ml	≤ 20	20 - 1.000	1.000 - 10.000	> 10.000	

* paramètres secondaires

Sources : a : grille de description générale de la qualité (circulaire novembre 1971).

b : grille C.E.E. des eaux potabilisables

c : ne s'applique pas en période de hautes eaux

d : si l'on craint l'eutrophisation du cours d'eau

e : projet grille piscicole C.E.E.

f : indice normal supposé égal à 10

CODIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES DU MILIEU

Code

—

Catégorie piscicole

- Première catégorie : salmonidés dominants 1
- Deuxième catégorie : cyprinidés dominants 2

Zone écologique

- Zone des sources 1.0
- Rigoles - ruisselets de 0 à 1 m 1.1
- Ruisseaux - petits torrents de 1 à 5 m 2.1
- Petites rivières - torrents plus gros de 5 à 25 m 2.2
- Rivières moyennes de 25 à 50 m 2.3
- Cours moyens des précédentes de 50 à 100 m 3.1
- Cours inférieurs des précédentes - fleuves plus de 100 m 3.2
- Zones estuariennes 3.3

Nature géologique

- Marno-calcaire 1
- Argileux 2
- Volcanisme acide 3
- Volcanisme basique 4
- Grès ou autres roches siliceuses 5

Granulométrie

- Blocs plus de 200 mm 1
- Cailloux, galets de 20 à 200 mm 2
- Gravillons de 2 à 20 mm 3
- Sable de 0,2 à 2 mm 4
- Sablon de 0,02 à 0,2 mm 5
- Limon et vase moins de 0,02 mm 6

Couverture végétale

- Phanérogames 1
- Bryophytes 2
- Algues 3
- Bactéries et champignons 4

Couleur

- Incolore 0
- Bleu 1
- Bleu-vert 2
- Vert 3
- Vert-jaune 4
- Jaune 5
- Jaune-marron 6
- Marron clair 7
- Marron foncé 8
- Gris 9
- Noir 10

Ensoleillement moyen

- Rivières couvertes 1
- Rivières assez couvertes 2
- Rivières assez dégagées 3
- Rivières dégagées 4

- 9 JUIN 1989

ROCHECHOUART

**Lutte contre la pollution :
signature d'un contrat d'agglomération**

Le 65^e contrat d'agglomération du Bassin Loire-Bretagne (dont fait partie cette commune) a été signé entre M. Corivaud, maire de Rochechouart ; M. Vingonneau, directeur de l'Agence de Bassin Loire-Bretagne ; M. Nouaille, vice-président du Conseil régional du Limousin ; M. Charbonnières, vice-président du conseil d'administration de l'Agence de Bassin Loire-Bretagne, en présence de M. Peyronnet, président du Conseil général.

Ce contrat vise à améliorer la qualité des eaux de la rivière, la Graine à l'aval de l'agglomération. Préconisé par le secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement, un contrat d'agglomération consiste à mettre au point un programme pluriannuel de travaux conciliant le confort des habitants (évacuation des eaux usées) et la sauvegarde de la qualité de l'eau.

La situation de la ville de Rochechouart sur un cours d'eau à faible débit rendait nécessaire et urgent la réalisation d'une nou-

velle station d'épuration. Aussi, le contrat prévoit-il la construction d'une usine de traitement des eaux usées assurant notamment une épuration poussée à l'azote et du phosphore. Des travaux complémentaires seront également effectués sur le réseau d'égouts.

La durée du contrat est étalée sur cinq ans (1989-1993). Le montant des investissements s'élève à 7 millions de francs hors taxes. L'agence, sous forme de subvention ou de prêts sans intérêt, participe pour 2,5 millions de francs, la région pour 5 %, le Conseil général pour environ 28 %.

PROGRAMME PLURIANNUEL DE TRAVAUX

Montants exprimés en KF

ANNEES	DESCRIPTION SOMMAIRE DES TRAVAUX	MONTANT PREVISIONNEL DES TRAVAUX EN KF H.T. (Val.)	DEPENSE PRISE EN COMPTE	PARTICIPATION MAXIMALE DE L'AGENCE			PARTICIPATION DE LA REGION LIMOUSIN H.T.	
				TAUX	TYPE	MONTANT	TAUX	SUBVENTION
1989	COLLECTEUR INTERCEPTEUR DE TRANSFERT - 1° TRANCHE TRONCON A.B.C.D 1430 M + D.O	1 200	1 200	40 %	A	480	5 %	60
	REHABILITATION DES RESEAUX	200	200	20 %	S	40	5 %	10
	ETUDE RESEAUX INTERNES USINES SOFHUNIC	30	30	50 %	S	15	5 %	1,5

1990	STATION D'EPURATION BIOLOGIQUE (Niveau e, NK2, PT1)	2 600	2 600	30 %	S	780	5 %	130

1991	ASSAINISSEMENT E.U LES VIGNES CROIX DES COMBES (1700 M & 200)	910	910	40 %	A	364	5 %	45,5
	CAMPAGNE DE SUIVI DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU D.O DE LA GRAINE ET DU SECTEUR UNITAIRE	100	100	50 %	S	50	5 %	5

1992	COLLECTEUR INTERCEPTEUR DE TRANSFERT 2° TRANCHE TRONCON D.E (1200 M & 200)	660	660	40 %	A	264	5 %	33
	ASSAINISSEMENT EU PUY DU MOULIN	430	350	40 %	A	140	5 %	17,5

1993	BASSIN DE STOCKAGE (*) DES PREMIERS FLOTS D'ORAGE	750	750	40 %	A	300	5 %	37,5
	EXPERTISE GENERALE DU FONCTIONNEMENT DE LA STRUCTURE MISE EN PLACE	100	100	50 %	S	50	5 %	5

TOTAL		6 980	6 900			2 483		345
TOTAL AVANCES						1 548		
TOTAL SUBVENTIONS						935		

TYPE : S = SUBVENTION
A = AVANCE

(*) : La réalisation du bassin d'orage sera confirmée en fonction des conclusions de la campagne de suivie hydraulique prévue en 1991.

BIBLIOGRAPHIE

1 **BONTOUX (J).**

Introduction à l'étude des eaux douces. Eaux naturelles. Eaux usées. Eaux de boisson.

Edition Lavoisier. Tec et Doc, 1983, 63 pages.

2 **CONSEIL SUPERIEUR DE LA PECHE. 6° DELEGATION REGIONALE: AUVERGNE-LIMOUSIN.**

Etude hydrobiologique et physico-chimique de La Graine (Haute Vienne).

8 juillet 1982, 12 pages.

3 **DECAMPS (H).**

La vie dans les cours d'eau.

Presses Universitaires de France,, 1971, 128 pages.

Collection Que Sais Je? N°1452.

4 **DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE DE LA HAUTE VIENNE.**

Plan d'aménagement rural du Sud Ouest de la Haute Vienne.

1982, 94 pages.

5 **DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE DE LA HAUTE VIENNE.**

Schéma départemental de vocation piscicole. La Graine.

1985, 4 pages.

6 **D.D.A. 87.**

La loi en matière d'étangs.

Bulletin de liaison N°52, 1° Avril 1977.

7 **DIRECTION REGIONALE A L'ARCHITECTURE ET A L'ENVIRONNEMENT DU LIMOUSIN.**

Tableau de bord de l'environnement.

Edition 1989, 207 pages.

8 *ESPIRAT (J J).*

Etude géologique du quart Nord Est de la feuille de Rochechouart (Haute Vienne).

Laboratoire de Géologie, Faculté des Sciences de Limoges.

Mémoire, 4 juillet 1957, 35 pages.

9 *LACOUR (P).*

Rapport à Monsieur le Ministre de l'Environnement présenté par Monsieur Pierre LACOUR, Sénateur de la Charente, sur l'application de la loi du 29 juin 1984 relative à la pêche en eau douce.

Ministère de l'Environnement, Août 1986, 33 pages.

10 *LEROY (JB).*

Les déchets et leur traitement.

Presses Universitaires de France, 1981, 127 pages.

Collection Que Sais Je? N°1946.

11 *LEROY (JB).*

La pollution des eaux.

Presses Universitaires de France, 1986, 125 pages.

Collection Que Sais Je? N°983.

12 *MINISTERE DE L'AGRICULTURE. MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT.*

Amélioration des pratiques agricoles pour réduire les pertes de nitrates vers les eaux.

Dec 1987, 39 pages.

*Cahiers techniques de la Direction de la Prévention des Pollution, N°14,
1985, 100 pages.*

14 *MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT. DIRECTION DE LA PROTECTION DE LA NATURE;*

Protection des écosystèmes d'eau courante.

Note technique, 1981, 43 pages.

15 *MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE.*

Paramètres de la qualité des eaux.

2° Edition, 259 pages.

16 *MORETTE (A).*

Précis d'Hydrologie.

Collection Masson. Précis de Pharmacie. 1964, 533 pages.

17 *PESSON (P).*

*La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses
aquatiques (ouvrage collectif présenté par PESSON).*

Edition Gauthier Villars, 1976, 285 pages.

18 *RODIER (J).*

L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer.

Edition Dunod Technique, 6° édition, 1978, 1135 pages.

CARTES.

1 **FEDERATION DES A.P.P. DE LA HAUTE VIENNE.**

Carte au 1/300 000. Pêche en Haute Vienne.

2 **I.G.N.**

Cartes au 1/25 000. Rochechouart Ouest: 19 31 Ouest.

La Rochefoucault Est: 18 31 Est

3 **MICHELIN.**

Carte routière et touristique au 1/200 000 N°72, Angoulême-Limoges-Guéret.

COMMUNICATION PERSONNELLE

Monsieur le Professeur Chaisemartin

Faculté des Sciences de Limoges.

- *L'Indice Biologique Global.*
 - *Indicateurs biologiques et bioévaluations des écosystèmes.*
 - *Principales caractéristiques des milieux naturels aquatiques au niveau de la Haute-Vienne.*
 - *Ecobiologie et qualité de eaux courantes dans la région Limousin.*
- Documents non publiés.*

TABLE DES MATIERES

	<i>Pages</i>
<i>PLAN GENERAL.....</i>	<i>7</i>
<i>INTRODUCTION.....</i>	<i>10</i>
 <i>PREMIERE PARTIE</i>	
<i>PRESENTATION DE LA GRAINE.....</i>	<i>13</i>
 <i>I-CADRE GEOGRAPHIQUE.....</i>	
1°) <i>Localisation.....</i>	<i>14</i>
2°) <i>Relief.....</i>	<i>17</i>
3°) <i>Géologie.....</i>	<i>21</i>
4°) <i>Climat.....</i>	<i>24</i>
5°) <i>Affluents.....</i>	<i>27</i>
6°) <i>Activité humaine.....</i>	<i>28</i>
<i>II-VOCATION PISCICOLE ET HALIEUTHIQUE.....</i>	<i>29</i>
<i>III-NUISANCES ET ACTIONS ANTHROPIQUES SUR LA GRAINE.....</i>	<i>30</i>
<i>III-1 Eaux libres (courantes), en tant que récepteurs.....</i>	<i>30</i>
1°) <i>Pollution liée à l'agro-zootchnie.....</i>	<i>30</i>
a) <i>Pollution liée à l'agriculture.....</i>	<i>30</i>
b) <i>Pollution liée à l'élevage.....</i>	<i>31</i>
2°) <i>Pollution liée au manque d'entretien des rivières.....</i>	<i>32</i>
3°) <i>Pollution liée à la décharge de Mascureau.....</i>	<i>33</i>
4°) <i>Pollution domestique.....</i>	<i>33</i>
<i>III-2 Impact des petits plans d'eau.....</i>	<i>34</i>
1°) <i>Pollution thermique.....</i>	<i>35</i>
2°) <i>Pollution mécanique.....</i>	<i>35</i>
3°) <i>Pollution organique.....</i>	<i>35</i>
4°) <i>Perturbation des migrations de poissons.....</i>	<i>36</i>
5°) <i>Epidémie pour les poissons des eaux libres.....</i>	<i>36</i>

6°) Invasion par des espèces nuisibles.....36

DEUXIEME PARTIE

INTERET DES PARAMETRES D'EVALUATION DE LA POLLUTION CHOISIS

POUR L'ETUDE DE LA GRAINE.....38

PREAMBULE.....39

A/ ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.....40

I- ANALYSES PHYSIQUES.....40

1°) Température.....40

 a) Effets sur l'eau.....40

 b) Effets sur la faune et la flore aquatique.....41

2°) pH.....42

3°) Conductivité.....42

4°) Matières en suspension.....43

 a) Effet sur l'eau.....43

 b) Effets sur la faune et la flore aquatique.....44

II-ANALYSES CHIMIQUES.....44

1°) Oxygène dissous.....44

2°) Demande Chimique en Oxygène.....45

3°) Demande Biochimique en Oxygène.....46

4°) Chlorures.....47

5°) Sulfates.....48

6°) Phosphates.....48

7°) Matières organiques.....50

8°) Dérivés de l'azote organique.....50

 a) Azote ammoniacal.....51

 b) Nitrites.....51

c) Nitrates.....	52
d) Azote total.....	52
B/ ANALYSES BACTERIOLOGIQUES.....	54
I-INTRODUCTION.....	54
1°) Les germes saprophytes.....	54
2°) Les germes pathogènes.....	54
II-ORIENTATION DES ANALYSES.....	55
III-ANALYSES BACTERIOLOGIQUES EFFECTUEES.....	56
1°) Flore mésophile.....	56
2°) Coliformes totaux et fécaux.....	56
3°) Streptocoques fécaux.....	57
4°) Clostridium sulfite réducteurs.....	57
5°) Salmonelles.....	57
6°) Staphylocoque doré.....	58
C/ METHODES BIOLOGIQUES ET ESPECES INDICATRICES DU MILIEU.....	59
I-PRINCIPE GENERAL.....	59
II-METHODES A NOTRE DISPOSITION.....	62
1°) La méthode dite des Indices Biotiques.....	62
2°) La méthode de l'Indice Biotique Global.....	62
III-METHODE DES INDICES BIOTIQUES.....	63
1°) Matériel.....	63
2°) Classification des organismes recueillis.....	63
3°) Nécessité de tenir compte de deux faciès.....	64
4°) Fondement écologique de la méthode.....	64
a) Diversité.....	64
b) Nature du peuplement.....	65

IV-METHODE DES INDICES BIOTIQUES GLOBAUX.....67
1°) Echantillonnage.....67
2°) Exploitation des données faunistiques.....69

TROISIEME PARTIE

TRAVAIL PERSONNEL.....71

A/ PROTOCOLE D'ANALYSE.....72

I-PRELEVEMENTS.....72

1°) Mode de prélèvement pour les analyses
physico-chimiques et bactériologiques.....72

2°) Choix des points de prélèvements.....73

a) Généralités.....73

b) Lieux de prélèvements choisis.....74

II-METHODES ANALYTIQUES EMPLOYEES.....77

Préambule.....77

1°) Déterminations physiques.....77

a) La température.....77

b) Le pH.....77

c) La conductivité.....77

d) Matières en suspension.....78

2°) Déterminations chimiques.....78

a) Oxygène dissous.....78

b) D.C.O.....78

c) D.B.O.5.....78

d) Chlorures.....79

e) Sulfates.....79

f) Phosphates.....	79
g) Matières organiques.....	80
h) Azote.....	80
α) Azote ammoniacal.....	80
β) Nitrites.....	80
Γ) Nitrates.....	80
π) Azote total.....	81
3°) Déterminations bactériologiques.....	81
a) Flore mésophile.....	81
b) Coliformes.....	81
α) Coliformes totaux.....	81
β) Coliformes fécaux.....	82
c) Streptocoques fécaux.....	82
d) Clostridium Sulfito Réducteurs.....	82
e) Salmonelles.....	83
f) Staphylocoque doré.....	84
4°) Détermination de l'Indice Biologique Global.....	84
B/ RESULTATS.....	85
I-RESULTATS PROPUREMENT DITS.....	85
1°) Physico-chimie.....	85
2°) Bactériologie.....	92
3°) Hydrobiologie.....	95
II-INTERPRETATION DES RESULTATS.....	96
Préambule.....	96
II-1. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.....	98
1°) Déterminations physiques.....	99
a) Température de l'eau.....	99
b) pH.....	99

c) Résistivité.....	99
d) Matières en suspension.....	100
2°) Déterminations chimiques.....	100
a) Oxygène dissous.....	100
b) D.C.O.....	101
c) D.B.O.5.....	101
d) Chlorures.....	101
e) Sulfates.....	101
f) Phosphates.....	101
g) Matières organiques.....	102
h) Azote.....	102
α) Ammoniaque.....	102
β) Nitrites.....	102
Γ) Nitrates.....	102
π) Azote total.....	102
3°) Conclusion.....	103
II-2. ANALYSES BACTERIOLOGIQUES.....	104
1°) Flore mésophile.....	105
2°) Coliformes totaux.....	105
3°) Coliformes fécaux.....	105
4°) Streptocoques fécaux.....	105
5°) Clostridium Sulfito Réducteurs.....	105
6°) Salmonelles.....	106
7°) Staphylocoque doré.....	106
8°) Conclusion.....	106
II-3. ANALYSES HYDROBIOLOGIQUES.....	108
1°) Introduction.....	108
2°) Analyse point par point.....	110
3°) Récapitulatif.....	114

QUATRIEME PARTIE

DISCUSSION.....	120	
A/ INTERET DES METHODES BIOLOGIQUES PAR RAPPORT		
AUX ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.....	121	
B/ COMMENT AMELIORER LA QUALITE DES EAUX DE LA GRAINE?.....		122
I-ENTRETIEN DES RIVIERES.....		122
1°) Qui doit entretenir?.....	122	
2°) Comment entretenir?.....	124	
3°) Moyens disponibles.....	125	
a) Les contrats de rivière.....	125	
b) Application du Code Rural.....	125	
c) bénévolat.....	126	
II-APPLICATION DU CODE RURAL.....		126
1°) Répression des actes de pollution.....	127	
2°) La protection des zones indispensables à la faune piscicole.....	127	
3°) Le maintien d'un débit minimal.....	128	
4°) Les échelles à poissons.....	128	
5°) Interdiction d'introduire certains poissons.....	128	
III-PROBLEME DE L'IMPACT DES ETANGS SUR LES COURS D'EAU.....		129
IV-PROBLEME LIE AUX DECHARGES.....		130
V-AMELIORATION DE L'ASSAINISSEMENT DE ROCHECHOUART.....		130
CONCLUSION.....		132
ANNEXES.....		134

<i>BIBLIOGRAPHIE.....</i>	<i>135</i>
<i>TABLE DES MATIERES.....</i>	<i>146</i>

CANIN (Maryse). — Application aux secteurs naturels et modifiés d'une petite rivière, la Graine, de méthodes physico-chimiques, bactériologiques et biologiques : évaluation discriminative de ces descripteurs. — 154 f.; ill.; tabl.; 30 cm (Thèse : Pharm. ; Limoges ; 1990).

RESUME :

La Graine, petite rivière affluent de la Vienne, a fait l'objet d'une étude limitée à son parcours en Haute-Vienne. Des analyses physico-chimiques, bactériologiques et hydrobiologiques ont été effectuées afin d'évaluer l'incidence des principales sources de pollution relevées, sur la qualité des eaux de cette rivière.

MOTS CLES :

- Eau : Bactériologie.
- Eau : Physico-chimie.
- Hydrobiologie.
- Hydrologie.
- La Graine (rivière).
- Pollution.

JURY : Président : Monsieur le Professeur NICOLAS.
Juges : Monsieur le Professeur HABRIOUX.
Monsieur le Professeur CHAISEMARTIN.
Monsieur MAURATILLE, Pharmacien.