



HAL
open science

Etude hydrobiologique d'un cours d'eau péri-urbain l'Eau Bourde : essai d'interprétation des relations de la macrofaune benthique avec certains paramètres du milieu

Daniel Tayac

► **To cite this version:**

Daniel Tayac. Etude hydrobiologique d'un cours d'eau péri-urbain l'Eau Bourde : essai d'interprétation des relations de la macrofaune benthique avec certains paramètres du milieu. Environmental Sciences. 1980. hal-03815563

HAL Id: hal-03815563

<https://hal.inrae.fr/hal-03815563>

Submitted on 14 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Ministère de l'Agriculture
Ecole Nationale d'Ingénieurs
des Travaux Agricoles de Bordeaux
Section Agronomie

ETUDE HYDROBIOLOGIQUE D'UN COURS D'EAU PERI.URBAIN L'EAU BOURDE

ESSAI D'INTERPRETATION DES RELATIONS DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE
AVEC CERTAINS PARAMETRES DU MILIEU

(Parc du Moulineau)

SEPTEMBRE 1980

Mémoire de fin d'études
présenté par Daniel TAYAC,
stagiaire à la Mairie de GRADIGNAN,
sous la direction de la section Qualité
des Eaux du groupement de BORDEAUX
du C.T.G.R.E.F.

BX00007652

Irstea Bordeaux
DOCUMENTATION

ETUDE HYDROBIOLOGIQUE D'UN COURS D'EAU PERI-URBAIN

L'EAU BOURDE

ESSAI D'INTERPRETATION DES RELATIONS DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE

AVEC CERTAINS PARAMETRES DU MILIEU

(PARC DU MOULINEAU)

RESUME

ETUDE HYDROBIOLOGIQUE D'UN RUISSEAU PERI-URBAIN :

L'EAU BOURDE

Dans cette étude nous nous sommes fixé comme but d'étudier la qualité de l'eau sur l'EAU BOURDE, rivière agressée par les rejets d'eaux usées, sur la commune de GRADIGNAN. Nous avons de plus essayé d'approcher l'écosystème eau courante avec toutes les relations faune-milieu au niveau du Parc du MOULINEAU.

L'EAU BOURDE, rivière landaise à faible pente, se jette dans la GARONNE. Son bassin versant est caractérisé par une dominance d'alluvions anciennes avec quelques affleurements calcaires. Elle traverse d'abord une zone peu urbanisée (CESTAS et CANEJAN) qui déverse ses eaux usées traitées par des stations d'épuration puis devient un véritable ruisseau péri-urbain recevant les eaux usées des particuliers et des stations d'épuration (GRADIGNAN).

I - PHYSICOCHEMIE ET CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES DE L'EAU BOURDE -

1.1. - Physicochimie de l'EAU BOURDE -

Les résultats d'analyses nous montrent une grande fluctuation de certains paramètres dans le temps (conductivité). Ils mettent en évidence sur l'ensemble de la commune une pollution par les formes de l'azote, les phosphates, pollution accentuée par la station d'épuration.

Les diverses études réalisées ces vingt dernières années rendent compte d'une augmentation de la pollution par les phosphates, les composés azotés résultant de l'accroissement des rejets d'origine domestique.

1.2. - Etude de la qualité biologique du ruisseau -

Nous avons utilisé la méthode des indices biotiques (TUFFERY, VERNEAUX -1967-) ; elle propose une classification des eaux selon les populations d'invertébrés benthiques présentes. Les résultats nous montrent que l'amont de la commune est dans un état satisfaisant alors que l'averse dégrade progressivement pour en arriver à une situation de pollution incertaine à la sortie de la commune.

Les indices de qualité biologique générale estimés sont un meilleur reflet de la situation et se rapprochent des conclusions tirées d'après l'analyse physico-chimique. Ces deux méthodes font ressortir un état de pollution qui s'accroît de l'amont vers l'aval.

II - REALISATION D'UNE MOSAÏQUE DE BIOTOPE D'EAU COURANTE SUR LE PARC DU MOULINEAU -

Faire une mosaïque de biotope consiste à étudier les relations de la faune benthique avec son milieu. Le milieu ou biotope est caractérisé par plusieurs paramètres qui sont les substrats ou supports, la vitesse du courant, la profondeur, la lumière incidente.

2.1. - Présentation de cette zone -

Le parc du MOULINEAU est situé sur l'emplacement d'un ancien moulin où tous les aménagements hydrauliques ont été conservés. Le cours d'eau se divise en deux branches au niveau du

Moulin. Malgré la présence des arbres l'érosion est souvent importante sur les berges (berges sableuses). Certaines parties du cours sont envasées. La Mairie de GRADIGNAN s'occupe de l'entretien et du nettoyage de ce tronçon (dégrillage, épandage de craie, ...).

2.2. - Choix de tronçons caractéristiques -

Trois secteurs considérés comme représentatifs de l'ensemble ont été choisis : le secteur I et le secteur III parce qu'ils étaient directement liés à l'action de l'homme, le secteur II représentant le cours d'eau proprement dit dans un état plus "naturel".

2.3. - Paramètres du milieu -

Il s'agit d'étudier les principaux paramètres du biotope en interaction avec la faune benthique. Pour ceci il a été réalisé des profils en travers sur les trois secteurs.

* Les substrats ou supports : l'estimation de leur taux de recouvrement nous montre :

- . la place importante occupée par les sables, sables vaseux sur les trois secteurs ;
- . l'importance des graviers dans le secteur I et la relative importance des végétaux dans les deux autres secteurs ;

* Les profondeurs sont faibles sur les trois secteurs, elles agissent sur la section mouillée moyenne qui varie de 0,5 m² pour le secteur III à 3,5 m² pour le secteur II.

* Les vitesses du fond mesurées avec un moulinet hydrométrique sont moyennes sur les trois secteurs. On note certaines parties où les vitesses sont très faibles (aval secteur II).

* La lumière incidente mesurée grâce à un luxmètre n'a été réalisée que pour le secteur I où elle reste assez faible.

Ces paramètres interagissent entre eux. La lumière incidente est un des facteurs limitant au développement des végétaux sur le secteur I. La vitesse du courant agit sur les substrats en fonction de leur granulométrie : les sables sont des fonds instables parce qu'ils ont des vitesses d'arrachement faibles, on les retrouve dans les zones où les vitesses sont faibles.

2.4. - Prélèvements de faune -

* Résultats -

Les prélèvements de faune benthique réalisés sur les trois secteurs présentent en gros les mêmes taxons. On doit noter l'absence des plécoptères et des trichoptères. Le nombre d'individu par prélèvement est très variable.

* Interprétation -

Diverses méthodes de calcul nous ont permis d'interpréter les résultats.

- . Les I.Q.B.G. sont faibles sur les trois secteurs (8 à 9).
- . Les chironomes et les oligochètes dominent tous les prélèvements (70 à 80 % du total).
- . Les équitabilités calculées à partir des indices de diversité restent faibles sur les trois secteurs (0,5).

Ces trois méthodes concourent à mettre en évidence un état de déséquilibre dans la faune benthique.

2.5. - Essai d'interprétation des relations faune-milieu -

Après avoir rappelé le rôle des paramètres du milieu, des exigences écologiques de la faune benthique on essaie de mettre en relation ces deux facteurs :

- d'abord par une classification des substrats et supports en fonction de la densité numérique et pondérale (pauvreté des sables, richesse des végétaux) ;
- ensuite par l'étude du régime alimentaire des principaux groupes qui nous montrent des répartitions différentes en fonction des substrats et supports ;
- de plus l'étude plus détaillée des éphéméroptères permet de classer les substrats des plus pauvres aux plus riches (sables à Callitriches) ;
- enfin en estimant la biomasse des différents secteurs qui montrent le rôle important de certains substrats ou supports (végétaux, pierres, ...).

2.6. - CONCLUSION -

La mosaïque du biotope eau courante met l'accent sur le déséquilibre régnant dans les populations de faune benthique ceci dû à une pollution par déversement d'eaux usées. Il en ressort que certains substrats sont essentiels pour augmenter la biomasse animale (végétaux, pierres) malgré la grande variabilité des résultats.

III - PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS -

Les rejets d'eaux usées sont la principale cause de pollution, seule leur suppression corrélativement avec l'agrandissement de la station d'épuration permettront une amélioration de la

qualité de l'eau. La Mairie fait un gros effort dans ce sens.

Dans les secteurs dont la maîtrise foncière échappe à la Commune, la quantité d'arbres en travers, de berges dégradées nous montrent que beaucoup de travail d'aménagement reste à faire. Un entretien fréquent devrait permettre de maintenir la rivière dans un état convenable (débroussaillage, dévasement, enlèvement des embâcles).

Mes remerciements vont à Monsieur CANIVENC, Maire de GRADIGNAN, qui m'a permis d'effectuer ce stage, et à Monsieur LEROY, Chef de la Section Qualité des Eaux du Groupement de BORDEAUX du C.T.G.R.E.F. qui a accepté que cette Section assure l'encadrement technique.

Je tiens tout particulièrement à remercier Alain DUTARTRE, Hydrobiologiste à la Section Qualité des Eaux, pour son aide précieuse et l'attention particulière qu'il a apporté à l'examen de mon mémoire.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur AIGROT, Hydrogéologue au S.R.A.E. ; à Monsieur DEILLAC, Inspecteur de Salubrité à GRADIGNAN ; à Monsieur ROQUEPLO, Ichtyologue à la Section Qualité des Eaux du C.T.G.R.E.F., pour les renseignements qu'ils m'ont communiqués ; à Mademoiselle GARDIA-PAREGE, Secrétaire ; à Monsieur BALLION, Dessinateur ; à Monsieur BOUDIGUES, chargé de l'édition, qui ont participé à la réalisation du mémoire ainsi que le personnel de la Section Qualité des Eaux ; au personnel municipal du Parc du MOULINEAU.

GLOSSAIRE

Auto-épuration : processus biologique, chimique ou physique permettant à une eau polluée par des substances organiques, de retrouver naturellement son état de pureté originel sans intervention extérieure (R. HUSSON -1970-).

Biotope : faciès, milieu défini où vit une espèce donnée. Il s'agit ici des biotopes d'eau courante constitués par des substrats (sables, pierres, ...) ou des supports (végétaux, débris végétaux).

Biocénose (ou communauté) : association des espèces animales (zoocénose) ou végétales (phytocénose) vivant dans un biotope donné, elle constitue un système dynamique en fonctionnement perpétuel sous l'impulsion des facteurs de l'environnement. C'est un groupe relativement fermé et indépendant doué d'auto-régulation (R. HUSSON -1970-).

Benthos : ensemble des organismes localisés sur le fond des milieux aquatiques, soit qu'ils y soient fixés, soit qu'ils se déplacent à sa surface ou s'enfoncent dans le substrat. Les macroinvertébrés benthiques sont les animaux qui colonisent les fonds des cours d'eau (taille supérieure ou millimètre).

DBO₅ (Demande Biochimique en Oxygène en 5 jours) : sigle désignant la demande biologique en oxygène ou expression de la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques dans une eau usée (Norme AFNOR T 90-103).

Equivalent habitant : unité permettant de comparer la charge polluante organique produite par une activité quelconque à celle produite par habitant d'une collectivité raccordé au réseau d'assainissement (on admet que cet habitant produit en moyenne 54 g/jour de DBO_5).

Etiage : débit le plus faible d'un cours d'eau ; par extension niveau moyen des basses eaux. On définit différents étiages selon la durée des basses eaux et leur fréquence de retour (quinquennale, décennale, etc...).

Faciès lénitique : qualifie les zones de courant peu rapide ou nul.

Faciès lotique : qualifie les zones où le courant est rapide.

Hélophyte (émergé) : plante développant hors de l'eau son appareil végétatif et reproducteur.

Hydrophyte (immergé) : plante développant son appareil végétatif dans ou à la surface des eaux.

Hydrobiologie : science qui étudie la vie des êtres qui peuplent les eaux, aussi bien la vie individuelle que la vie collective organisée ou non. Elle se préoccupe de leur écologie, de leur éthologie (étude du comportement), de leur mode de reproduction, de leur développement, de leurs relations intra et inter-spécifiques (DUSSART -1966-).

Méthodes d'épuration des eaux résiduaires (J. RIVIERE -1976-) :

Boues activées (CANEJAN) : il s'agit d'une culture d'organismes épurateurs en suspension. Le principe consiste à aérer une eau d'égoût pour entraîner la prolifération de bactéries aérobies et de protozoaires et la formation d'un floc (boue activée). La boue activée est constituée de microorganismes associés en floccs et possède la capacité d'épurer rapidement de nouvelles quantités d'eau d'égoût.

Lits bactériens (GRADIGNAN) : il s'agit d'une culture d'organismes épurateurs fixés sur un support. Ils réalisent une épuration aérobie comparable à celle obtenue lors de l'épandage grâce à l'obtention d'un véritable film biologique (zooglye) sur le support. Les lits bactériens sont constitués d'un empilement de matériaux poreux variés (coke, machefer, ...) de telle sorte que les plus petits soient à la partie inférieure. Lorsque l'eau à épurer ruisselle elle se trouve en contact avec l'air, d'où biodégradation aérobie. Il se développe une microflore et une microfaune très variée. Ce procédé se prête mal aux grandes variations de charge.

Pêche électrique : système de pêche interdit au public et réservé aux investigations scientifiques effectué à l'aide d'un groupe électrogène relié à une cathode immergée à proximité et à une anode immergée manipulée par l'opérateur qui attire et anesthésie les poissons.

Taxon : ce dit de toute unité de classification des êtres organisés, en zoologie telle que : famille, genre, espèce.

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION.....	1
<u>CHAPITRE I - PRESENTATION GENERALE DU MILIEU.....</u>	3
1.1. - SITUATION GEOGRAPHIQUE -.....	5
1.2. - CLIMATOLOGIE -.....	5
1.3. - GEOLOGIE DU BASSIN VERSANT -.....	7
1.4. - HYDROGRAPHIE DE L'EAU BOURDE -.....	8
1.5. - ACTIVITE HUMAINE -.....	9
1.5.1. - <u>SUR L'ENSEMBLE DU BASSIN VERSANT</u> -.....	9
1.5.2. - <u>SUR LA COMMUNE DE GRADIGNAN</u> -.....	12
<u>CHAPITRE II - PHYSICOCHIMIE ET CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES DE L'EAU BOURDE</u> -.....	17
2.1. - PRESENTATION DES STATIONS ETUDIEES -.....	19
2.2. - ETUDE DE LA QUALITE PHYSICOCHIMIQUE DES EAUX -.....	20
2.2.1. - <u>METHODES D'ANALYSES</u> -.....	20
2.2.2. - <u>RESULTATS D'ANALYSES SUR LE TRONCON DE GRADIGNAN (1980)</u> -.....	21
2.2.3. - <u>EVOLUTION DANS LE TEMPS</u> -.....	28
2.3. - ETUDE DE LA QUALITE BIOLOGIQUE DU RUISSEAU -	
2.3.1. - <u>METHODES UTILISEES</u> -.....	30
2.3.2. - <u>RESULTATS</u> -.....	33
2.3.3. - <u>EVOLUTION DES INDICES BIOTIQUES SUR LE COURS D'EAU DEPUIS 1972</u> -.....	37

2.4. - DISCUSSION DES METHODES ET DES RESULTATS -	39
2.4.1. - <u>COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS</u> -....	39
2.4.2. - <u>COMPARAISON DES METHODES UTILISEES</u> -...	40
2.5. - CONCLUSION -.....	41
<u>CHAPITRE III - MOSAIQUE DE BIOTOPE SUR LE PARC</u> <u>DU MOULINEAU</u> -.....	43
3.1. - DEFINITION ET BUT -.....	45
3.2. - PRESENTATION DE CETTE ZONE -.....	46
3.3. - CHOIX DE TRONCONS CARACTERISTIQUES -.....	48
3.3.1. - <u>RAISONS</u> -.....	48
3.3.2. - <u>PRESENTATION</u> -.....	48
3.4. - METHODES UTILISEES -.....	50
3.5. - PARAMETRES DU MILIEU -.....	50
3.5.1. - <u>SUBSTRATS ET SUPPORTS</u> -.....	50
3.5.2. - <u>PROFONDEUR</u> -.....	53
3.5.3. - <u>VITESSE DE FOND</u> -.....	55
3.5.4. - <u>LUMIERE INCIDENTE</u> -.....	56
3.5.5. - <u>INTERACTIONS DES PARAMETRES ETUDIES</u> -..	57
3.6. - PRELEVEMENTS DE FAUNE BENTHIQUE -.....	60
3.6.1. - <u>RESULTATS</u> -.....	60
3.6.2. - <u>DISCUSSION, INTERPRETATION</u> -.....	62
3.6.3. - <u>INDICES DE DIVERSITE ET EQUITABILITE</u> -.	64
3.7. - <u>ESSAI D'INTERPRETATION DES RELATIONS FAUNE-</u> <u>MILIEU</u> -.....	65
3.7.1. - <u>RAPPELS DE LA FONCTION DES PARAMETRES</u> <u>ETUDIES</u> -.....	65
3.7.2. - <u>ESSAI D'INTERPRETATION</u> -.....	69

3.8. - CRITIQUES, SUGGESTIONS -.....	73
3.8.1. - <u>CRITIQUES</u> -.....	73
3.8.2. - <u>SUGGESTIONS</u> -.....	73
3.9. - CONCLUSION -.....	75
<u>CHAPITRE IV - ETAT ACTUEL ET AMELIORATIONS A APPORTER A L'ETAT DU COURS D'EAU -.....</u>	77
4.1. - ETAT ACTUEL -.....	79
4.1.1. - <u>POLLUTION PAR LES EAUX USEES</u> -.....	79
4.1.2. - <u>AGRESSIONS DIVERSES</u> -.....	80
4.2. - AMENAGEMENT -.....	83
4.2.1. - <u>CE QUI EST FAIT</u> -.....	83
4.2.2. - <u>PROPOSITIONS</u> -.....	83
CONCLUSION.....	87
BIBLIOGRAPHIE.....	91

INTRODUCTION

Un cours d'eau est un écosystème constitué d'un milieu physique dans lequel se développent diverses communautés floristiques et faunistiques.

Les rivières subissent des agressions diverses dues aux activités humaines qui entraînent une dégradation de leur qualité. Pour un cours d'eau péri-urbain, les agressions sont multipliées, il devient un exutoire à toutes les immondices de la vie urbaine (DORST J. -1970-). Ceux-ci sont souvent intégrés au réseau d'assainissement et ont des régimes accrus par l'imperméabilisation des sols (GHIO M. -1977-).

Quand les rejets sont en faible quantité il y a dégradation progressive par les bactéries aérobies avec augmentation de la consommation d'oxygène dissous, formation de nitrates, phosphates et sulfates et rétablissement d'un état normal : il s'agit du pouvoir auto-épuration de la rivière.

Cette capacité d'auto-épuration est vite dépassée avec une concentration importante des substances polluantes : le milieu devient pauvre en oxygène, il y a formation de composés plus ou moins toxiques (phénols, azote ammoniacal) par les bactéries anaérobies, enrichissement en éléments minéraux (phosphates, ...) ce qui entraîne un développement important d'algues et la disparition des espèces polluosensibles.

Cette situation fréquente dans la plupart des cours d'eau péri-urbains a provoqué la création d'une série de mesures concernant aussi bien l'action juridique (interdiction des déversements, réglementation du rejet des eaux usées, responsabilité civile) que l'action technique (mise au point de procédés d'épuration, aménagements d'installations bien adaptées (J. DORST -1970-)).

Pour l'agglomération bordelaise la communauté urbaine a mis sur pied un programme important d'épuration des eaux usées. La commune de GRADIGNAN dépend de la communauté urbaine de BORDEAUX, elle traite

ses effluents par sa propre station d'épuration (lit bactérien). Soucieuse de préserver le site agréable que présente la vallée de l'EAU BOURDE la mairie de GRADIGNAN a entrepris un vaste programme d'aménagement et d'information. Pour mieux connaître le cours d'eau et les agressions qu'il subit, la mairie a demandé une étude hydrobiologique sur la commune.

Cette étude a été effectuée en deux phases principales :

- une première phase d'étude hydrobiologique classique comportant l'analyse des composantes physico-chimiques de l'eau et l'étude de la qualité biologique du ruisseau par l'intermédiaire de la méthode des indices biotiques (TUFFERY, VERNEAUX -1967-) sur des stations préalablement choisies ;

- une deuxième phase d'étude des relations entre les biocénoses aquatiques et leur biotope sur le tronçon du ruisseau traversant le Parc de MOULINEAU en cours d'aménagement. Cette étude est effectuée grâce à des prélèvements de macroinvertébrés benthiques sur trois secteurs représentatifs choisis et à la prise en considération des principaux paramètres abiotiques (vitesse du courant, profondeur, substrats ou supports rencontrés, lumière incidente).

Les résultats obtenus devraient permettre de guider les actions d'entretien, d'aménagement du cours d'eau ainsi que d'insister sur le rôle néfaste de la pollution organique sur l'écosystème.

CHAPITRE I



PRESENTATION GENERALE DU MILIEU

Figure 1

L'EAU BOURDE

CARTE 1

ECHELLE

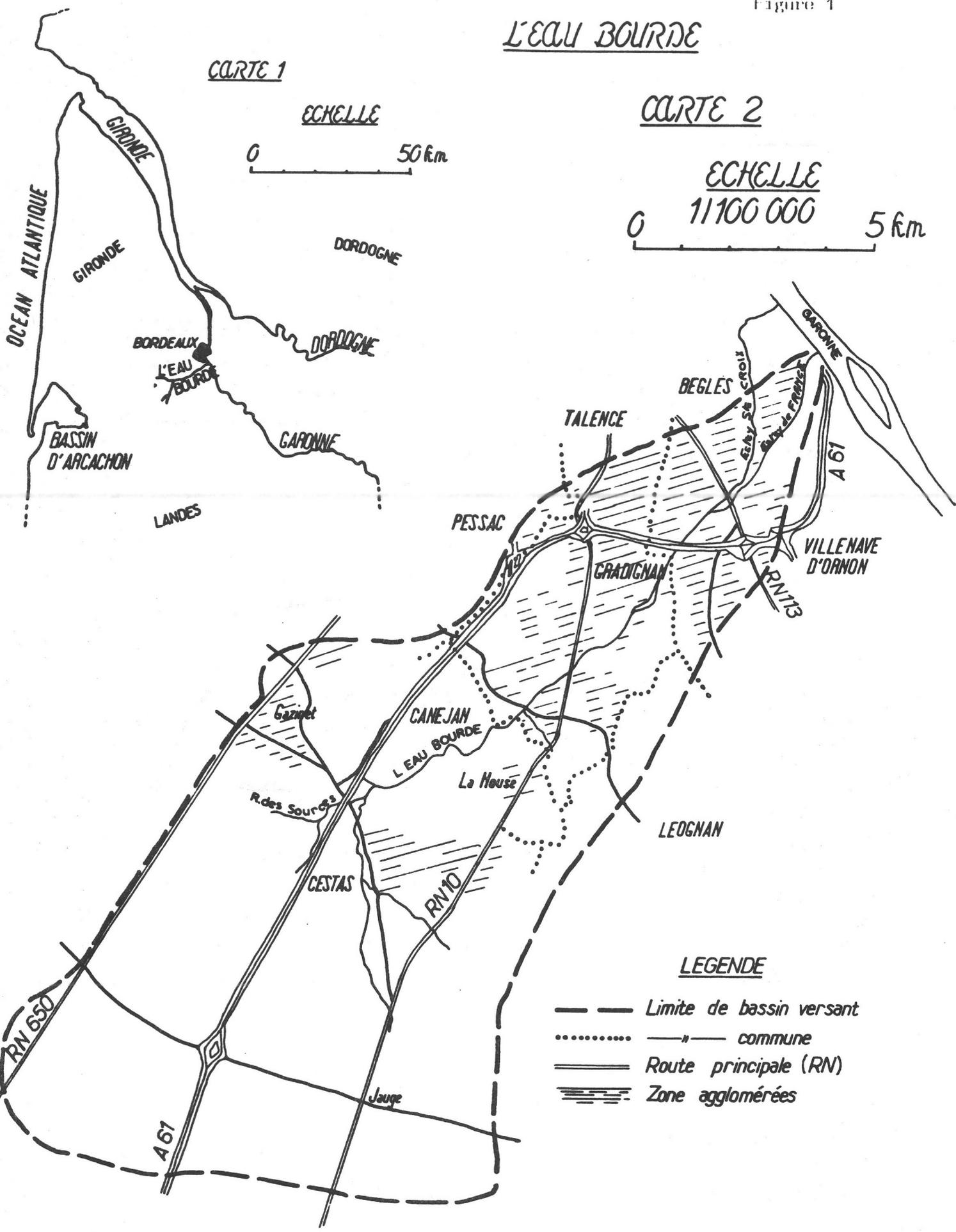
0 50 km

CARTE 2

ECHELLE

1:100 000

0 5 km



LEGENDE

- Limite de bassin versant
- commune
- == Route principale (RN)
- ≡≡≡ Zone agglomérées

1.1. - SITUATION GEOGRAPHIQUE - (Figure 1)

La rivière EAU-BOURDE est un affluent rive gauche de la GARONNE (carte 1). Elle prend sa source au niveau de l'intersection N. 10 D. 109ème dans la commune de CESTAS à l'altitude 56 m recueillant les fossés de drainage de la HAUTE LANDE. Elle se jette au lieu-dit les "Douze Portes" où elle a pris le nom d'ESTEY DE FRANC après un parcours d'environ 23 kilomètres.

Son orientation générale est Est-Nord Est. Elle draine un bassin versant de 125 km².

1.2. - CLIMATOLOGIE - (ANNEXE 1)

La région est soumise à l'influence atlantique et ceci se traduit par une température assez douce, une pluviométrie assez importante (845 mm à VILLENAVE D'ORNON sur une période de 30 ans : 1931-1960) quoique faible pour la GIRONDE.

Les diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN prenant en compte la pluviométrie et les températures permettent de mettre en évidence les périodes de sécheresse estivale (partie hachurée sur le schéma). Il ressort de ceux-ci la mise en évidence d'un maximum de précipitations pendant l'hiver (Décembre - Janvier) et deux minimums : l'un en été (Juillet), l'autre au printemps (Avril).

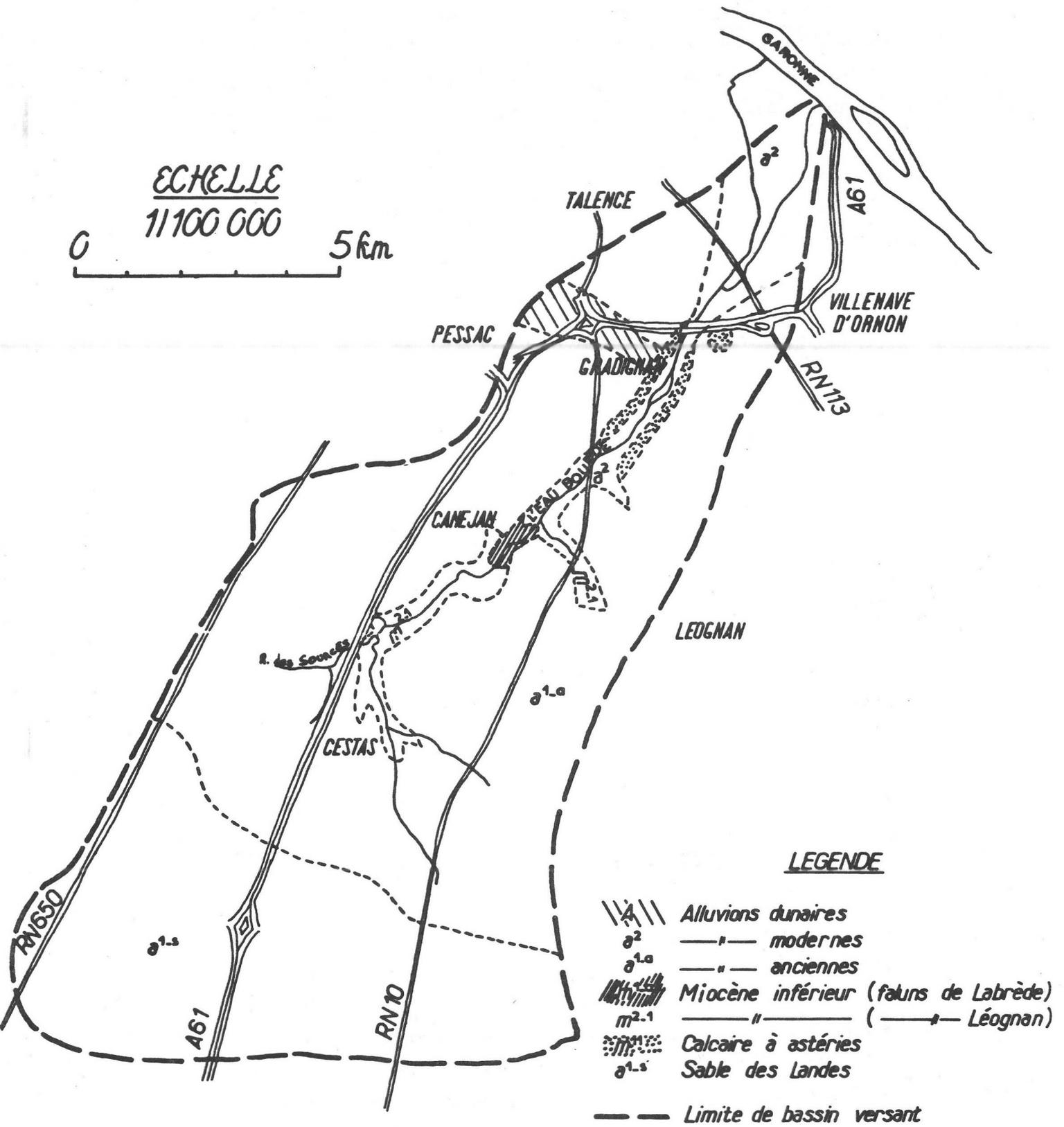
La courbe régulière des températures présente un maximum d'été peu élevé (20,1° en Août). Les hivers sont relativement doux (5,5° en Janvier), ceci est caractéristique d'un climat océanique.

Le nombre de jours de pluie est assez élevé (165 jours) avec un maximum en Janvier (17) et un minimum en Juillet (11). La différence entre ces deux mois est assez faible. Le diagramme ombrothermique établi pour les années 1979 - 1980 rend compte d'un déficit climatique en été 1979 (Juin, Juillet, Août) assez important mais surtout d'un hiver particulièrement pluvieux provoquant un total de 1 062 mm de pluie pour 1979. L'année 1980 a été aussi très pluvieuse jusqu'au mois de Juin.

L'EAU BOURDE

CARTE 3

ECHELLE
1:100 000
0 5 km



LEGENDE

- Alluvions dunaires
- modernes
- anciennes
- MIOCÈNE INFÉRIEUR (faluns de Labrède)
- " (Léognan)
- Calcaire à astéries
- Sable des Landes
- Limite de bassin versant

1.3. - GEOLOGIE DU BASSIN VERSANT - (Figure 2)

Il fait partie du grand ensemble géologique sédimentaire qu'est le bassin aquitain.

Il est recouvert essentiellement par des sables (sables des LANDES) et des alluvions anciennes du plio-quaternaire.

La partie Sud-Est est constituée par les sables des LANDES d'origine éolienne qui datent du tertiaire. Les sols sont caractérisés par des podzols à alios, la nappe phréatique se trouvant à une profondeur de l'ordre de 40 cm. L'eau de cette nappe est à pH acide et très chargée en ions fer.

Le reste du bassin versant est occupé par des alluvions anciennes déposées par la GARONNE. Ces alluvions forment la terrasse la plus ancienne de la région et la plus étendue (constituées d'argiles verdâtres recouvrant des sables graveleux).

Au niveau du cours moyen affleurent les calcaires tertiaires (CANEJAN, GRADIGNAN). En amont de CANEJAN il s'agit d'un falun datant du miocène : sols formés de sables variés, grés, argiles ferrugineuses.

Dans la commune de GRADIGNAN l'EAU BOURDE a déposé des alluvions récentes formées d'argiles mêlées de sables graveleux (15 m).

De part et d'autre de ces alluvions affleurent les calcaires à astéries (Stampien, calcaires compacts ou parfois sableux). A la base du calcaire à astéries se localisent des nappes aquifères faisant de celui-ci un réservoir. Ces nappes sont d'ailleurs utilisées par la C.U.B. pour l'alimentation en eau potable.

1.4. - HYDROGRAPHIE DE L'EAU BOURDE - (ANNEXE 2)

L'EAU BOURDE prend naissance à 56 m pour se jeter dans la GARONNE à 3 m d'altitude. Sa pente est donc de 2,3 ‰ en moyenne. Celle-ci reste toujours faible.

Sur la commune de GRADIGNAN on peut distinguer trois parties (ANNEXE 2) :

- de la partie amont de la commune au prieuré de CAYAC : pente de 3,8 ‰ ;
- du prieuré de CAYAC au parc de MOULINEAU : pente de 1,5 ‰ ;
- du MOULINEAU à l'aval de la commune : pente de 3,1 ‰.

Ces différences sont certainement dues à la présence des moulins ainsi qu'aux affleurements de calcaires à astéries.

Il n'y a pas de station de jaugeage sur l'EAU BOURDE. Tous les résultats communiqués ne sont que des jaugeages ponctuels ou des extrapolations par analogie avec d'autres bassins versants.

Le Service Régional de l'Aménagement des Eaux (S.R.A.E.) indique un débit d'étiage de 0,240 m³/s à GRADIGNAN (pont du C.D. 109) en Septembre 1974 pour un bassin versant de 90 km². La partie amont a un débit faible en étiage (100 l/s au niveau de la station d'épuration de CESTAS) ce qui pose des problèmes pour l'extension de la station d'épuration qui apporterait une surcharge en flux polluant pour le ruisseau (concentration en un point).

L'EAU BOURDE pose des problèmes par ses crues importantes et non contrôlées. La mairie de CESTAS a demandé une étude des crues de l'EAU BOURDE au S.R.A.E. suite à des plaintes des riverains de l'aval.

- DEBITS DE CRUE DE L'EAU BOURDE : 1,75 l/s/ha ; valeur estimée par le SAGETOM ce qui donne un débit de 18 m³/s pour 102 km².

Comment expliquer l'importance de ces crues :

- . par un temps de concentration des eaux faible : 12 à 14 h ;
- . par une diminution importante des surfaces perméables (lotissements, autoroute) ;
- . par un abandon de l'entretien des moulins (vannes détruites).

- REMEDES ENVISAGES :

Le bassin d'étalement créé par la mairie de CESTAS sur un affluent de l'EAU BOURDE n'a qu'un rôle secondaire de par sa position très en amont et de par sa taille ne freinant que très peu les crues d'hiver.

Il est prévu la construction d'autres bassins d'étalement plus en aval sur la commune de GRADIGNAN (Etang d'ORNON), ces bassins devraient être plus efficaces parce qu'ils sont situés dans des zones plus urbanisées donc plus imperméabilisées. Il est clair que ce sont les communes de l'aval nettement plus urbanisées qui sont la cause essentielle des crues accidentelles suite à une imperméabilisation importante et que c'est à ce niveau que les actions entreprises seront efficaces.

1.5. - ACTIVITE HUMAINE -

1.5.1. - SUR L'ENSEMBLE DU BASSIN VERSANT -

On peut y distinguer deux zones différentes :

- une zone peu urbanisée, très boisée en amont de GRADIGNAN ;
- une zone récemment urbanisée à partir de GRADIGNAN.

- LA ZONE PEU URBANISEE : d'une surface de 100 km² elle occupe les 4/5ème du bassin versant.

Il s'agit des communes de CESTAS et CANEJAN. Ces deux communes sont encore peu touchées par l'urbanisation. L'EAU BOURDE traverse ici de grandes étendues boisées (70 % de la superficie totale en 1971) qui sont en diminution ces dernières années.

Principales agressions subies par l'EAU BOURDE (ANNEXE 3) :

. Deux usines sont implantées sur le bassin versant en amont : il s'agit d'I.B.M. et de la biscuiterie l'ALSACIENNE.

* I.B.M. a toujours rejeté une eau bien épurée grâce à une station d'épuration personnelle.

* La biscuiterie fut d'abord raccordée à la station d'épuration de CESTAS provoquant la surcharge de celle-ci. Depuis 1974 l'ALSACIENNE épure elle-même ses effluents par épandage d'eaux usées puis récemment par une station d'épuration suivie d'un lagunage tertiaire. Actuellement la biscuiterie n'est plus source de pollution.

. Déchets d'origine domestique :

* La décharge d'ordures contrôlées de PINOCHE sur la commune de CESTAS, placée dans une ancienne gravière est située au dessus du ruisseau les GLEYSES pourrait être à l'origine d'une pollution insidieuse provenant de la percolation des eaux à travers les sables de la rive droite de ce ruisseau.

* La station d'épuration de CESTAS a eu des problèmes de fonctionnement et de surcharge jusqu'en 1974. Le retrait de la biscuiterie et le doublement de ses capacités lui permettent de rejeter une eau mieux épurée.

La station d'épuration de CANEJAN ne semble pas poser de problèmes majeurs.

- LA ZONE RECEMMENT URBANISEE : (ANNEXE 3) c'est ici que la définition de rivière péri-urbaine que l'on donne à l'EAU BOURDE prend toute sa signification. La surface traversée est assez faible (25 kilomètres²) et ceci pour les communes de GRADIGNAN et VILLENAVE D'ORNON.

Les problèmes rencontrés ici sont dus à la concentration urbaine qui s'est développée d'une façon assez anarchique et qui a parfois débordé les instances locales. Il faut aussi préciser que cette affluence a enrichi ces communes par la taxe d'habitation et qu'il n'est donc pas dans leur intérêt financier de réduire les zones à bâtir : pour GRADIGNAN *"la taxe d'habitation supporte le plus grand poids de la charge fiscale et elle est en troisième position (sur 27 communes de la Communauté Urbaine de BORDEAUX) pour la taxe d'habitation"* (Monsieur CANIVENC - 1978).

Principales agressions :

- . Stations d'épuration de GRADIGNAN et de VILLENAVE D'ORNON ;
- . Déversements directs d'égouts par les particuliers ;
- . Industries (NOVAFER, NOVACIER, Confiserie) ;
- . Autoroute et voies urbaines.

Dans sa partie aval l'EAU BOURDE est un égoût à ciel ouvert qui pose beaucoup de problèmes aux riverains par ses crues intempestives. Beaucoup d'entre-eux ne sont pas raccordés au réseau municipal et déversent leurs eaux usées dans l'EAU BOURDE. De plus certaines industries précitées jouent un rôle non négligeable dans la pollution. Ces dernières années s'est greffée l'autoroute avec ses rejets pluviaux contenant des micropolluants métalliques (plomb, ...).

La station d'épuration surchargée de VILLENAVE D'ORNON ne se rejette pas dans l'EAU BOURDE. Toutes les sources de pollution ne sont pas cernées puisqu'on a observé des poissons morts en Juillet 1980 à VILLENAVE D'ORNON sans pouvoir déterminer l'origine de cet empoisonnement.

1.5.2. - SUR LA COMMUNE DE GRADIGNAN -

C'est une commune très urbanisée qui a doublé sa population en 11 ans passant de 10 790 habitants en 1968 à 22 118 habitants en 1979. Ceci a entraîné une diminution de la surface agricole importante. Dès 1971 la surface non agricole représentait 50 % de la surface totale. La carte d'occupation des sols en 1973 nous montre l'importance des zones bâties (Figure 3).

- AGRESSIONS SUBIES PAR L'EAU BOURDE :

. Manque d'entretien -

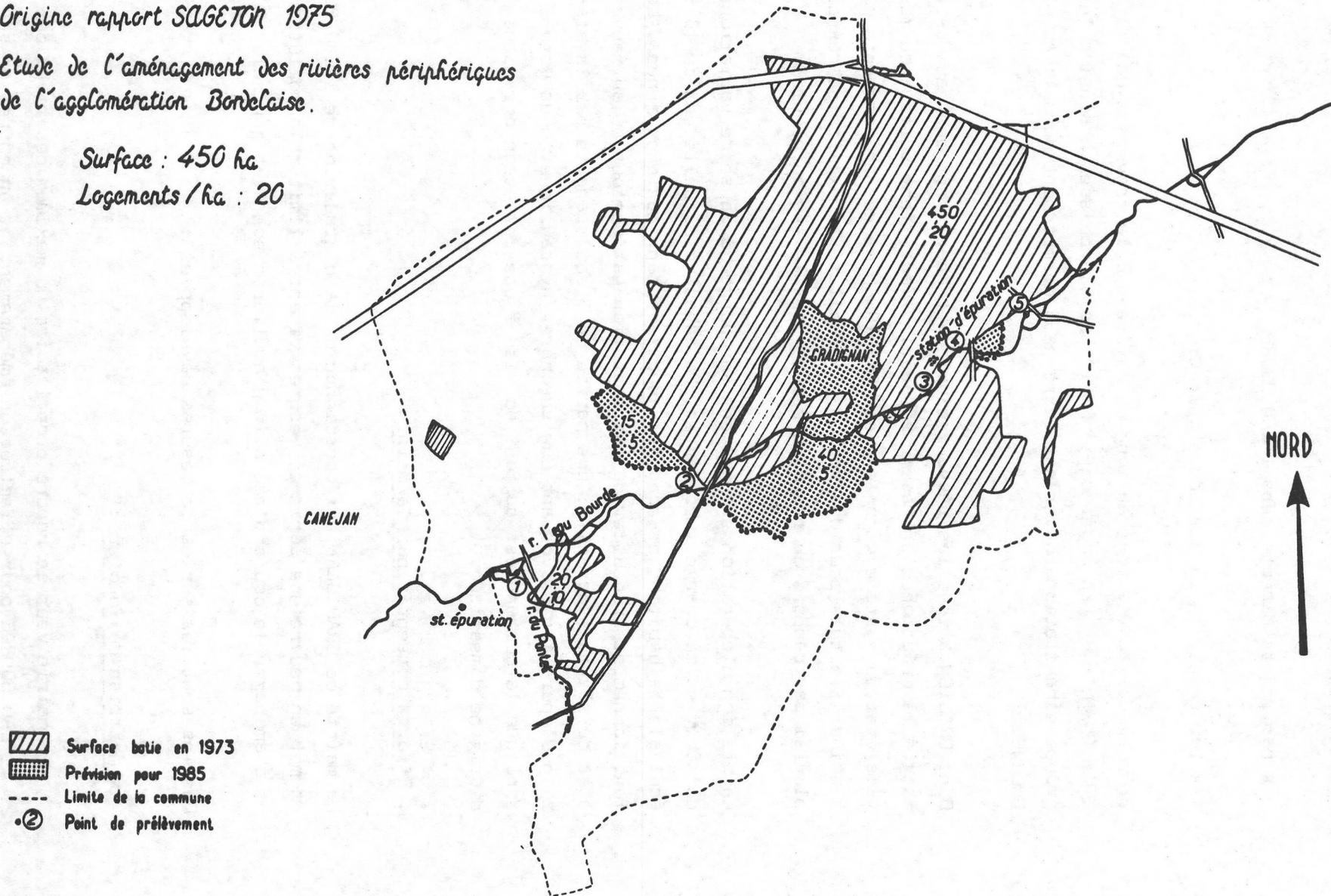
Cette rivière appartient par moitié aux riverains qui sont en principe tenus d'entretenir leur propriété (Article 18 de la loi du 8 Avril 1898). De plus le profil en long avait permis l'installation de huit moulins sur l'EAU BOURDE avec aménagements d'ouvrages hydrauliques : bras central, bras de dérivation, bras de crue et déversoir (voir le moulin du MOULINEAU chapitre III).

Les installations permettaient de fournir de l'énergie hydraulique aux petites industries fixées (scieries, ...). Mais actuellement ces moulins sont laissés à l'abandon et donc se dégradent (envasement, arbres en travers du cours, berges détruites). De ce fait ce manque d'entretien par les particuliers est une agression importante pour le ruisseau et est préjudiciable à sa qualité ainsi qu'à la régulation des crues.

Origine rapport SAGETON 1975

Etude de l'aménagement des rivières périphériques
de l'agglomération Bordelaise.

Surface : 450 ha
Logements / ha : 20



-  Surface bâtie en 1973
-  Prévision pour 1985
-  Limite de la commune
-  Point de prélèvement

. La pollution -

* par rejets directs dans l'EAU BOURDE

* par rejets de la station d'épuration

On note des rejets tout au long du ruisseau à la traversée de GRADIGNAN. En amont de la N. 10 une blanchisserie ainsi qu'un groupe d'habitations déversent leurs eaux directement dans l'EAU BOURDE.

Dans GRADIGNAN tous les réseaux pluviaux transportent des eaux usées malgré la création d'un réseau séparatif. Ceci vient surtout du mauvais état du système dans le vieux GRADIGNAN et des branchements clandestins effectués pour des raisons de facilité (proximité du réseau pluvial par rapport au réseau d'égoût) dans le réseau pluvial.

La station d'épuration est souvent surchargée à cause de variations de débit et de charge importantes. La capacité actuelle est de 15 500 équivalents habitant et donc sera dépassée dans quelques années. Le fonctionnement irrégulier de cette station est surtout dû au mauvais état du réseau séparatif : une partie de l'eau transite par la station d'épuration provoquant une surcharge hydraulique. Nous voyons donc que la commune est surtout soumise à une pollution organique d'origine domestique.

. Efforts consentis par la mairie -

La mairie de GRADIGNAN est consciente de la dégradation de l'EAU BOURDE et met en oeuvre une série de mesures visant à limiter la pollution et à aménager le cours d'eau afin d'améliorer son état général.

Quelles sont les séries de mesures développées :

* Maîtrise du foncier :

La mairie veut se rendre propriétaire du maximum des rives de l'EAU BOURDE pour effectuer un aménagement et un entretien sur

l'ensemble. De plus la mairie a fixé une zone non edificandi de 20 mètres en zone urbaine à l'occasion des Plans d'Occupation des Sols (P.O.S.) ainsi qu'une limitation des zones bâties permettant de réserver 50 % de surface agricole.

* Aménagements :

La parc du MOULINEAU est la première entreprise d'aménagement avec pour but la création d'une station d'initiation à l'environnement. C'est cette partie qui sera l'objet d'une étude détaillée dans les chapitres suivants. D'autres aménagements sont en projet, en particulier le moulin d'ORNON et son étang).

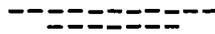
* Suppression des rejets clandestins :

Il faut noter l'effort important et le travail réalisé par la mairie par l'intermédiaire du bureau d'hygiène depuis 1976. En amont de la N. 10, 90 % des rejets ont été canalisés vers la station d'épuration. La blanchisserie va être raccordée au réseau. Toutes les nouvelles constructions sont tenues de se brancher au réseau.

Extension de la station d'épuration prévue pour 1980-1981 avec doublement de sa capacité (30 000 équivalents habitant).

Il semble donc que les sources de pollution à l'amont de GRADIGNAN soient maîtrisées, que sur la commune de GRADIGNAN subsiste le problème de rejets par le réseau pluvial et enfin que l'aval a de sérieux problèmes de pollution non résolus. Les analyses chimiques et biologiques confirment d'ailleurs cette situation. En résumé c'est la concentration urbaine sur le bassin versant qui constitue la principale agression et notamment vers l'aval où les problèmes de pollution ne semblent pas avoir été suffisamment pris en considération.

CHAPITRE II



PHYSICOCHIMIE ET CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES

DE L'EAU BOURDE

2.1. - PRESENTATION DES STATIONS ETUDIEES -

Le choix des stations de prélèvements a été fait de façon à correspondre avec l'étude du Centre d'Etude Technique de l'Equipement (C.E.T.E. - 1979).

De plus elles sont faciles d'accès (propriété de la mairie).

Le but était aussi de cerner les sources polluantes telle la station d'épuration encadrée par les stations III et IV.

Une reconnaissance sur le terrain a permis de confirmer ce choix : cinq stations ont donc été choisies sur la commune (Figure 3).

Sur chacune d'elles ont été réalisés :

- des prélèvements de macroinvertébrés benthiques en vue de la détermination d'indices biotiques ;
- des prélèvements d'eau en vue d'analyses physico-chimiques.

- DESCRIPTION DES STATIONS -

La méthode de TUFFERY et VERNEAUX (1967) prévoit le répertoire de certaines caractéristiques physiques et morphométriques du cours d'eau pour interpréter les résultats des prélèvements ; ces données sont rassemblées sur le tableau n° 1 ANNEXE 4.

Les stations sont représentées schématiquement en ANNEXE 5.

De plus sont répertoriés les végétaux aquatiques présents à chaque station pour compléter le tableau de description des stations d'étude (Tableau n° 2 ANNEXE 4).

2.2. - ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX -

2.2.1. - METHODES D'ANALYSES - (ANNEXE 6)

Les analyses ont été effectuées par le laboratoire agréé du C.T.G. R.E.F. "Section Qualité des Eaux" et les méthodes utilisées sont reprises en annexe.

Les prises d'échantillon ont été réalisées en Juin sur sept stations d'étude :

- 1 - Moulin d'ORNON
- 2 - Prieuré de CAYAC
- 3 - Pont en amont du parc du MOULINEAU
- 4 - Bief du Moulin de DESCLAU (MOULINEAU)
- 5 - Amont de la station d'épuration
- 6 - Aval de la station d'épuration
- 7 - Moulin de MONJOUX (ruisseau)

Nous ne pouvons attribuer à ces résultats qu'un caractère descriptif de la composition de l'eau au moment précis où ont été faits les prélèvements.

Vingt paramètres physico-chimiques ont été étudiés : la conductivité, le pH, les Matières En Suspension, l'oxydabilité, la teneur en nitrates, nitrites, azote ammoniacal, la teneur en phosphates, polyphosphates, phosphore total, la teneur en cations (Mg, Ca, Na, K), l'alcalinité, la teneur en polyphénols et en détergents.

Les résultats des analyses ont été interprétés selon les indications de NISBET et VERNEAUX (1970). Ces auteurs proposent des classes pouvant servir de base d'interprétation.

2.2.2. - RESULTATS D'ANALYSES SUR LE TRONCON DE GRADIGNAN (1980) -

a - Variations journalières de paramètres physico-chimiques sur le parc du MOULINEAU -

Quatre paramètres ont été enregistrés ponctuellement trois fois par jour (8 h, 12 h, 18 h) pendant deux mois (Mai, Juin), il s'agit de :

- la température
- l'oxygène dissous
- le pH
- la conductivité

Les résultats obtenus sur différentes heures de la journée sont très fluctuants. La température augmente du matin jusqu'au soir (1° à 2°). L'oxygène dissous atteint sa valeur maximale à la mi-journée. Le pH reste constant. La conductivité fluctue énormément (ex. : le 12 Mai à 12 h : 600 $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$ et à 18 h : 300 $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$). Cette variation du simple au double en quatre heures est certainement liée à des apports intermittants d'eaux fortement minéralisées (eaux usées).

Pour l'évolution dans le temps nous n'utiliserons qu'une donnée par jour (12 h) (ANNEXE 7).

La température s'élève de 3° de la fin Mai à début Juillet. Les fluctuations observées sont dues à la pluviométrie et à la température de l'air.

La teneur en oxygène dissous reste faible. Le taux de saturation fluctue souvent entre 50 et 70 % marquant une situation douteuse d'après les normes de NISBET et VERNEAUX (1970).

La conductivité fluctue rapidement d'un jour sur l'autre et atteint parfois des valeurs excessives, supérieures à 500 $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$ comme le 21 et 22 Mai indices de flux d'eaux chargées (eaux usées) (NISBET et VERNEAUX - 1970).

Le pH reste relativement constant aux environs de la neutralité ; on peut sans doute voir dans cette constance l'influence de la nature géologique de cette partie du bassin versant.

Valeurs extrêmes des paramètres physico-chimiques

	Minimum	Maximum
Température	13,2°	16,5°
Oxygène dissous	4,6 mg/l	8,6 mg/l
Conductivité	180 µmhos/cm/cm2	600 µmhos/cm/cm2
pH	7	7,35

A titre d'exemple nous avons réalisé un enregistrement en continu de la température et de l'oxygène dissous sur deux jours (ANNEXE 8).

Données extrêmes

	Minimum	Heures	Maximum	Heures
Température (degrés)	18°	11 h à 13 h et 22 h à 23 h	19°	3 h à 4 h
Oxygène dissous (mg)	4	3 h à 6 h	5,6	11 h à 14 h

La température a une très faible amplitude (1°). Les enregistrements ont été fait lors de grandes chaleurs ce qui explique ces faibles variations.

L'oxygène dissous a de grandes fluctuations (tableau). La solubilité de l'oxygène est liée directement à la température (une augmentation de la température entraîne une diminution de la solubilité de l'oxygène à pression normale).

La concentration en oxygène suit un cycle avec un maximum à la mi-journée. Ce cycle paraît difficile à expliquer. Si l'activité respiratoire nocturne des végétaux explique la baisse de teneur, le jour le cycle n'est pas décalé vers la fin de l'après-midi comme il devrait l'être si les végétaux produisaient suffisamment d'oxygène. Les végétaux sont peu nombreux à l'amont donc leur influence doit être faible. Ces fluctuations pourraient être dues à des apports d'eaux d'origine diverses (eaux usées, eaux souterraines). D'après les normes de NISBET et VERNEAUX la teneur en oxygène dissous indique une situation douteuse pour cette époque de l'année (taux de saturation de 45 % à 60 %).

b - Résultats d'analyses physico-chimiques sur le tronçon de GRADIGNAN -
(ANNEXE 9)

Ces analyses sont ponctuelles et ne traduisent l'état de la rivière qu'à l'instant du prélèvement.

Certains paramètres mesurés sont directement liés à la géologie locale :

- conductivité
- alcalinité
- pH
- cations (calcium, magnésium, sodium, potassium)
- sulfates

- LA CONDUCTIVITE - (Figure 4)

Elle est assez élevée sur l'ensemble du parcours indiquant une forte minéralisation liée à la présence d'affleurements calcaires mais peut être aussi à des apports polluants.

- LE pH -

Il reste constant et voisin de la neutralité, ceci est sans doute lié à la nature géologique de la zone traversée.

- L'ALCALINITE -

Elle reste faible à moyenne selon les normes de NISBET et VERNEAUX toutefois elle augmente légèrement après la station d'épuration.

- LA TENEUR EN SULFATES -

Elle est très liée à la nature géologique régionale. Toutefois les teneurs sont ici assez élevées et peuvent donc indiquer la présence d'apports polluants.

D'autres paramètres peuvent être utilisés ici pour définir la qualité chimique des eaux du ruisseau :

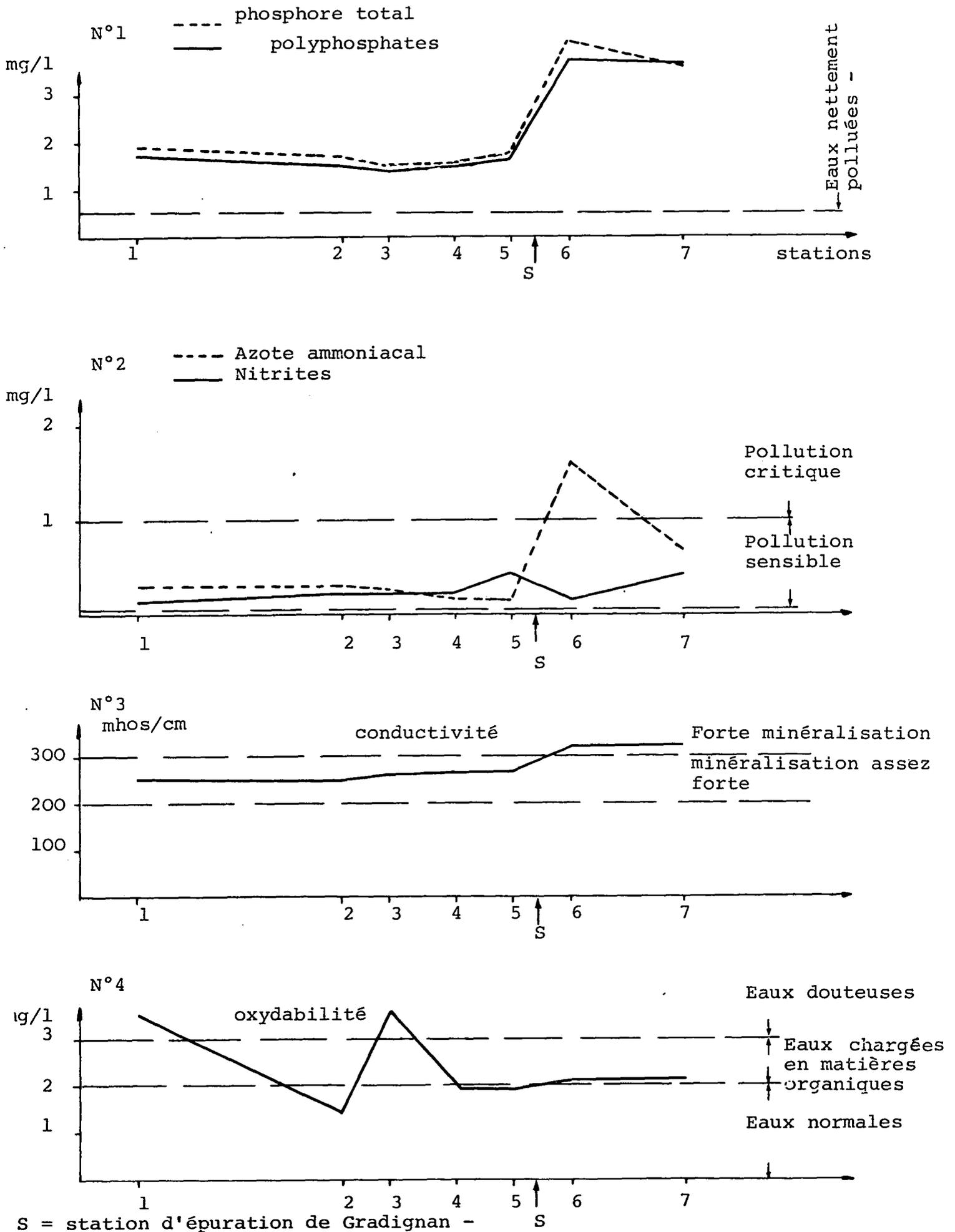
* Formes de l'azote (Figure 4)

Les nitrates (NO_3^-) sont la forme la plus oxygénée de l'azote. Ils indiquent globalement le degré de trophie du ruisseau c'est à dire l'intensité du lessivage, des déversements urbains ou de l'accumulation de matières organiques. Les teneurs enregistrées ici correspondent à un fort degré de trophie. La teneur maximale rencontrée est de 11,2 mg/l dans le bief du MOULINEAU.

Les nitrites représentent la forme la moins oxygénée et la moins stable dans la dégradation des composés organiques azotés. Les nitrites ne se maintiennent que lorsque le milieu n'est pas suffisamment oxydant. Leur présence indique un état critique de pollution organique (NISBET et VERNEAUX - 1970).

Dans notre cas on note des teneurs supérieures à la normale sur tout le tronçon, signe d'une pollution organique nette.

Figure N° 4 - Analyses physicochimiques de l'Eau Bourde sur la commune de Gradignan (06 - 1980)



L'azote ammoniacal ne se trouve que dans les eaux riches en matières organiques en décomposition lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation.

On constate ici que nous sommes dans une situation de pollution sensible (NISBET et VERNEAUX - 1970) notamment à l'aval immédiat de la station d'épuration où d'ailleurs les nitrites sont relativement faibles. On constate ensuite que l'azote ammoniacal diminue alors que les nitrites augmentent signe qu'un processus d'auto-épuration a lieu.

× Phosphates (Figure 4)

La présence de phosphates dans les eaux naturelles à des concentrations supérieures à 0,1 ou 0,2 mg/l est l'indice d'une pollution par des "eaux vannes" contenant des phosphates organiques et des détergents synthétiques ainsi que par les eaux de ruissellement (NISBET et VERNEAUX - 1970).

Les teneurs rencontrées ici sont particulièrement élevées et correspondent à des eaux nettement polluées d'après les normes de NISBET et VERNEAUX. La présence de la station d'épuration accentue cette pollution (rappelons que ce type de station "lit bactérien" élimine peu de phosphates).

× Chlorures

Les teneurs en chlorures des eaux exemptes de pollution ne dépassent guère 20 mg/l. Or nous observons ici des teneurs de l'ordre de 30 mg/l (ANNEXE 9) indiquant la présence d'une pollution urbaine.

* L'oxydabilité (en mg/l d'O₂) (Figure 4)

Les eaux pures ne dépassent pas des teneurs de 2 mg/l. On note dans la plupart des stations des teneurs supérieures à 2 mg/l (Figure 4) indicatrices d'eaux chargées en matières organiques et parfois même douteuses (Station 3).

* Détergents et polyphénols

Lors de cette campagne il n'a pas été décelé la présence de ceux-ci.

EN RESUME

Certains paramètres indiquent une pollution organique importante sur l'ensemble du tronçon. Mais la pollution est déjà présente à l'entrée de la commune. Le rejet de la station d'épuration de GRADIGNAN accentue parfois cette pollution (phosphates, azote ammoniacal). L'analyse chimique nous montre donc que la pollution est bien présente et même parfois critique sur la commune.

Le tableau ci-après rappelle le nombre de classes proposées par NISBET et VERNEAUX, présente les variations maximales et le nombre de changements de classes observé pour quelques paramètres analysés.

	Nombre de classes proposé par NISBET et VERNEAUX	Variations maximales observées	Nombre de changements de classe observé
Conductivité	8	250 à 320 $\mu\text{mho/cm/cm}^2$	1
Nitrites	4	0,15 à 0,4 mg/l	0
Azote ammoniacal	3	0,15 à 1,6 mg/l	1
Phosphates	6	1,4 à 4,1 mg/l	2
Chlorures	7	28 à 30 mg/l	
Oxydabilité	5	1,4 à 3,5 mg/l	2

L'hétérogénéité au long du cours d'eau n'est pas évidente si ce n'est pour l'oxydabilité et les phosphates (2 classes), ce qui prouve que la pollution règne sur tout le cours d'eau avec une concentration au niveau de la station d'épuration.

2.2.3. - EVOLUTION DANS LE TEMPS -

Différentes études ont été faites sur le cours de l'EAU BOURDE ces vingt dernières années :

- Laboratoire municipal (FAUGERE, AGUILAR - 1962)
- C.T.G.R.E.F. de BORDEAUX, Section Qualité des Eaux - 1972
- S.R.A.E. AQUITAINE - 1974
- Laboratoire municipal - Novembre 1979
- C.T.G.R.E.F. de BORDEAUX, Section Qualité des Eaux - 1980

Certains des résultats sont reportés en ANNEXE 10.

Les données 1979 sont difficilement interprétables car les mesures ont été faites en hautes eaux et il risque d'y avoir des problèmes de dilution.

Voyons les principaux paramètres :

* Les matières en suspension (Graphique 1) ont augmenté de 1972 à 1980. Il n'y a pas d'amélioration. Les résultats élevés de 1979 sont liés aux hautes eaux.

* La demande biologique en oxygène (Graphique 2) est très élevée en 1979 par rapport à 1974 ce qui traduit un état critique sur l'ensemble du cours d'eau.

* La teneur en détergents (Graphique 3) reste élevée en 1979 mais on n'en retrouve pas en 1980. Une interprétation est difficile à faire.

* La teneur en phosphates (Graphique 4) était faible en 1972 jusqu'à la station d'épuration de GRADIGNAN. Nous assistons à une dégradation au cours des années jusqu'en 1980 en particulier après la station d'épuration de GRADIGNAN.

* Formes de l'azote (Graphiques 5, 6)

Pour les nitrates on constate une dégradation sur la commune de GRADIGNAN depuis 1972, ceci dû à l'augmentation des déversements urbains.

Pour les nitrites le problème reste le même avec une légère diminution pour l'aval.

L'azote ammoniacal semble s'être amélioré après la station d'épuration de GRADIGNAN mais sa teneur demeure forte.

EN CONCLUSION

On ne note pas d'amélioration depuis 1972 sur l'ensemble du cours d'eau. La pollution par les effluents d'origine domestique s'accroît et ceci se traduit par les fortes teneurs en phosphates et azote signe de pollution organique. Sur la commune de GRADIGNAN la station d'épuration est le principal "agent de pollution" et certains des graphiques (Annexes) montrent ces problèmes de surcharge (phosphates, azote ammoniacal).

La station d'épuration concentre les rejets épurés en un point et donc son impact est important mais l'absence de station d'épuration serait plus grave parce que les rejets seraient répartis sur l'ensemble du cours mais n'auraient subi aucun traitement.

2.3. - ETUDE DE LA QUALITE BIOLOGIQUE DU RUISSEAU -

2.3.1. - METHODES UTILISEES - (BOURNAUD - 1979)

Voyons rapidement les principales méthodes que l'on peut utiliser pour déterminer la qualité biologique d'un cours d'eau. "Les écosystèmes lotiques (eaux courantes) sont constitués de communautés animales et végétales en équilibre avec leur milieu. Une modification de celui-ci, due par exemple à une pollution, entraîne une modification plus ou moins durable des caractéristiques de ces communautés. Il s'ensuit une possibilité de détection des altérations de la qualité de l'eau par l'examen des communautés aquatiques. Certains paramètres plus sensibles et plus facilement accessibles ont été choisis comme indices biologiques de détection.

On utilise en général les informations provenant d'un seul groupe taxonomique :

- bactéries
- les algues (diatomées)
- les bryophytes
- les macroinvertébrés benthiques
- les poissons

Ils fournissent des renseignements de deux ordres :

- la présence d'un taxon, ou d'un groupe de taxons, peut révéler un complexe de conditions de milieu, si ce taxon est un bon indicateur, c'est à dire s'il n'est présent que lorsque ces conditions sont réalisées (indicateurs de pollution organique). Cela nécessite une identification suffisamment précise, le plus souvent à l'échelon spécifique et une connaissance précise de l'écologie du taxon concerné.

- la structure du peuplement, notamment par le jeu de la richesse spécifique (nombre d'espèces) et des abondances spécifiques (dominances) révèle l'état d'équilibre de la complexité de la communauté. Il faut donc connaître la nature "normale" de cet équilibre, avant de pouvoir conclure à l'existence d'une perturbation.

Voyons les principaux indices utilisés :

* Système des saprobies (KOLKWITZ - 1950, LIEBMANN - 1962)

Les méthodes basées sur les saprobies s'appuient sur la notion d'espèces indicatrices.

KOLKWITZ et MARSSON (1908, 1909) proposent un système d'espèces indicatrices de matière organique, donc éventuellement de pollution organique, réparties en saprobiontes, saprophiles, saproxènes et saprophobes, suivant leur tolérance décroissante vis à vis de la matière organique. Les espèces concernées sont prises parmi les algues (diatomées) et parmi les macroinvertébrés. Chaque espèce est affectée d'une valeur saprobiale s (de 0 à 4) et d'une classe d'abondance h au niveau de la station (exemple de 0 à 5 ou à 3).

On calcule alors au niveau de chaque station un indice saprobique:
 $S = \frac{\sum hs}{\sum h}$ qui permet de classer les stations (VERNEAUX - 1976) en :

Oligosaprobe $S < 1,5$

β mésosaprobe $1,5 < S < 2,5$

α mésosaprobe $2,5 < S < 3,5$

Polysaprobe $S < 3,5$

Cette méthode a l'inconvénient de nécessiter une détermination jusqu'à l'espèce, souvent difficile et nécessitant toujours le concours d'un spécialiste. De plus on n'est jamais sûr qu'une espèce plongée dans un complexe de facteurs différent (région différente) ait la même valeur saprobinale.

* Les indices biotiques

Ils s'appuient à la fois sur les notions de groupes indicateurs et de richesse en taxons.

Un tableau à double entrée (groupes indicateurs et nombre de taxons) permet de déterminer un indice de 1 à 10 (indices biotiques) ou de 1 à 20 (I.Q.B.G.) d'après les macroinvertébrés récoltés en 6 points de la station (tableaux n° 1 et n° 2 en ANNEXE 11).

En FRANCE on utilise généralement l'indice biotique de VERNEAUX et TUFFERY (1967), adapté de WOODIWIES (TRENT RIVER BOARD - 1964) en cours de perfectionnement en un Indice de Qualité Biologique Générale. L'utilisation de ces indices ne nécessite pas une détermination très poussée des organismes. Par contre l'interprétation de l'indice n'est sûre que par comparaison avec une zone de référence non polluée (en général l'amont) de mêmes caractéristiques physiographiques.

La méthode utilisée dans cette étude générale est celle des indices biotiques (ANNEXE 11). Nous avons modifié celle-ci lors des prélèvements que nous avons effectués séparément pour des raisons de facilité

de tri sur le vivant et pour un essai d'approche des relations faune-substrat (ANNEXE 11 - Tableau n° 5). Le faible nombre de prélèvements ne peut permettre de tirer des conclusions. On peut tout de même remarquer que les sables abritent peu d'invertébrés et que par contre les végétaux sont plus riches en unités systématiques. Nous développerons ceci dans la mosaïque de biotope dans le chapitre III.

Nous avons de plus estimée la valeur de l'Indice de Qualité Biologique Générale avec les prélèvements destinés aux indices biotiques. Il ne s'agit que d'une estimation, le protocole des prélèvements n'étant pas respecté, mais cette extrapolation est assez fiable du fait du manque de diversité des substrats et des vitesses. La méthode des I.Q.B.G. est expliquée en ANNEXE 11.

2.3.2. - RESULTATS -

La liste faunistique (ANNEXE 12) indique les résultats globaux du tri et des déterminations des macroinvertébrés benthiques rencontrés en faciès lotique. Celle-ci nous a permis de calculer les indices biotiques des différentes stations (tableau n° 1) représentés sur la Figure 5.

Voyons ces résultats station par station :

* Station n° 1 : l'indice biotique est de 8 avec une diversité faunistique assez élevée (15 unités systématiques). Ceci indique une assez bonne qualité biologique du ruisseau en ce point. Par contre la valeur de l'Indice de Qualité Biologique Générale (I.Q.B.G.) estimée est faible (10). Il fait apparaître la pauvreté de la rivière en taxons indicateurs de rivières propres.

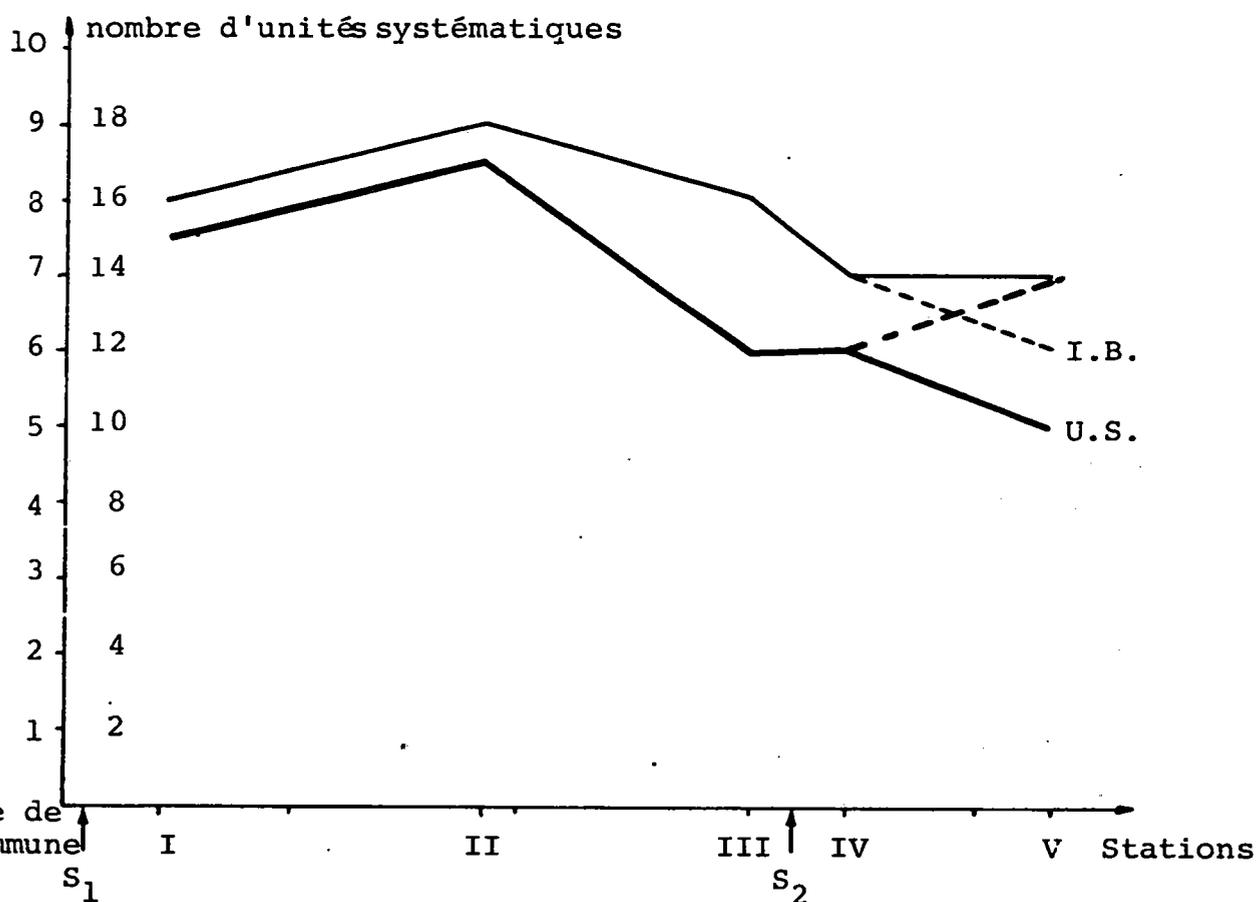
La liste faunistique montre la présence de plécoptères (g *Nemoura*) indicateurs d'une assez bonne qualité de l'eau.

INDICES BIOTIQUES

	1 Moulin ORNON	2 Prieuré de CAYAC	3 Route MALARTIC	4 Aval station	5 Moulin de MONJOUX (ruisseau)	6 Moulin de MONJOUX (moulin)
Nombre d'Unités Systématiques	15	17	12	12	10	14
Groupe faunistique le plus élevé	1-2	1-2	1-2	3-1	1-2	3-2
Indice Biotique	8	9	8	7	7	6
Indice de Qualité Biologique Géné- rale estimé	10	10	7	7	7	6

Figure 5 - Graphique des indices biotiques sur la commune
de Gradignan

Indice biotique



S₁ Station d'épuration de Canéjan
S₂ Station d'épuration de Gradignan

L'importance des gammares, éphéméroptères et trichoptères caractérise des zones riches en débris végétaux et algues microscopiques.

* Station n° 2 : l'indice biotique est de 9 pour une bonne diversité faunistique (17 unités systématiques). L'augmentation de l'indice biotique est sans doute dû à l'auto-épuration existante entre les deux stations. En effet il s'agit ici d'une zone restée très agricole. De plus la station 1 reçoit les effluents de la station d'épuration de CANEJAN et ceux canalisés par le ruisseau du PONTET (blanchisserie).

On note la présence importante d'herbiers dans les zones riches en sable vaseux. Ces herbiers (callitriches) sont propices au développement de la faune (ANNEXE 11).

* Station n° 3 : l'indice biotique est de 8 avec une assez faible diversité systématique (12 unités systématiques). L'I.Q.B.G. estimé est de 7.

Ceci est dû à la disparition des trichoptères et des planaires.

On note aussi une forte diminution des plécoptères polluosensibles et des gammares. On remarque l'importance des oligochètes et des chironomes mieux adaptés à cette situation.

La présence des sphaeridae et l'importance des aselles sont signe d'un milieu riche en débris organiques.

A partir de cette station une pollution insidieuse commence à se faire sentir.

* Station n° 4 : l'indice biotique est de 7 avec une diversité systématique faible (12 unités systématiques). L'Indice de Qualité Biologique Générale est de 7. Les plécoptères et les gammarés ont disparu. Par contre les aselles sont dominants et on note l'apparition de psychodidae, invertébrés très liés à la présence de débris organiques et de vase. L'importance des tubificidae et des lumbricidae est aussi significative de richesse en matières organiques. Cette richesse est liée à l'apport de la station d'épuration située à l'amont. On ne remarque pas de dégradation flagrante entre les deux stations.

* Station n° 5 : l'indice biotique est de 7 au niveau du ruisseau pour une diversité faunistique faible (10 unités systématiques). L'indice de Qualité Biologique Générale est de 7. La disparition des éphéméroptères est un signe de pollution organique. Les oligochètes et les chironomes sont dominants dans cette partie. Les supports sables et graviers sont très pauvres (4 unités systématiques). Les principaux taxons sont dans les végétaux qui sont rares dans cette zone.

Au niveau du Moulin l'indice biotique est de 6 avec une diversité faunistique moyenne (14 unités systématiques). L'Indice de Qualité Biologique Générale est de 6. On note la disparition des plécoptères. Les mollusques occupent une place importante liée à la présence des végétaux. En effet le bassin de dissipation d'énergie est envahi de végétaux (callitriches, élodées, sparganium, potamogeton) favorisés par l'ensoleillement et les dépôts de sable vaseux.

EN RESUME

Les deux premières stations ont une qualité biologique assez bonne avec une bonne diversité faunistique. La dégradation débute à la troisième station où l'indice biotique tombe à huit pour une faible diversité faunistique (12 unités systématiques). Cette dégradation est causée par les déversements des réseaux d'eaux pluviales dans la traversée de GRADIGNAN. La station d'épuration semble avoir un

impact moins important sur la qualité du ruisseau que ne semblent l'indiquer les résultats d'analyses chimiques. Après celle-ci l'indice biotique diminue encore d'un point, la diversité faunistique reste faible. La dernière station est la plus dégradée : il y a dépassement de la capacité d'auto-épuration du ruisseau depuis la traversée de GRADIGNAN.

Notons que l'indice biotique de 7 du ruisseau au niveau du Moulin de MONJOUX correspond à la présence de deux plécoptères ; en faisant abstraction de ces organismes l'indice descend à 5, correspondant à une situation polluée.

2.3.3. - EVOLUTION DES INDICES BIOTIQUES SUR LE COURS D'EAU DEPUIS 1972 - (Figure 6)

Les différentes études hydrobiologiques réalisées sur l'EAU BOURDE sont :

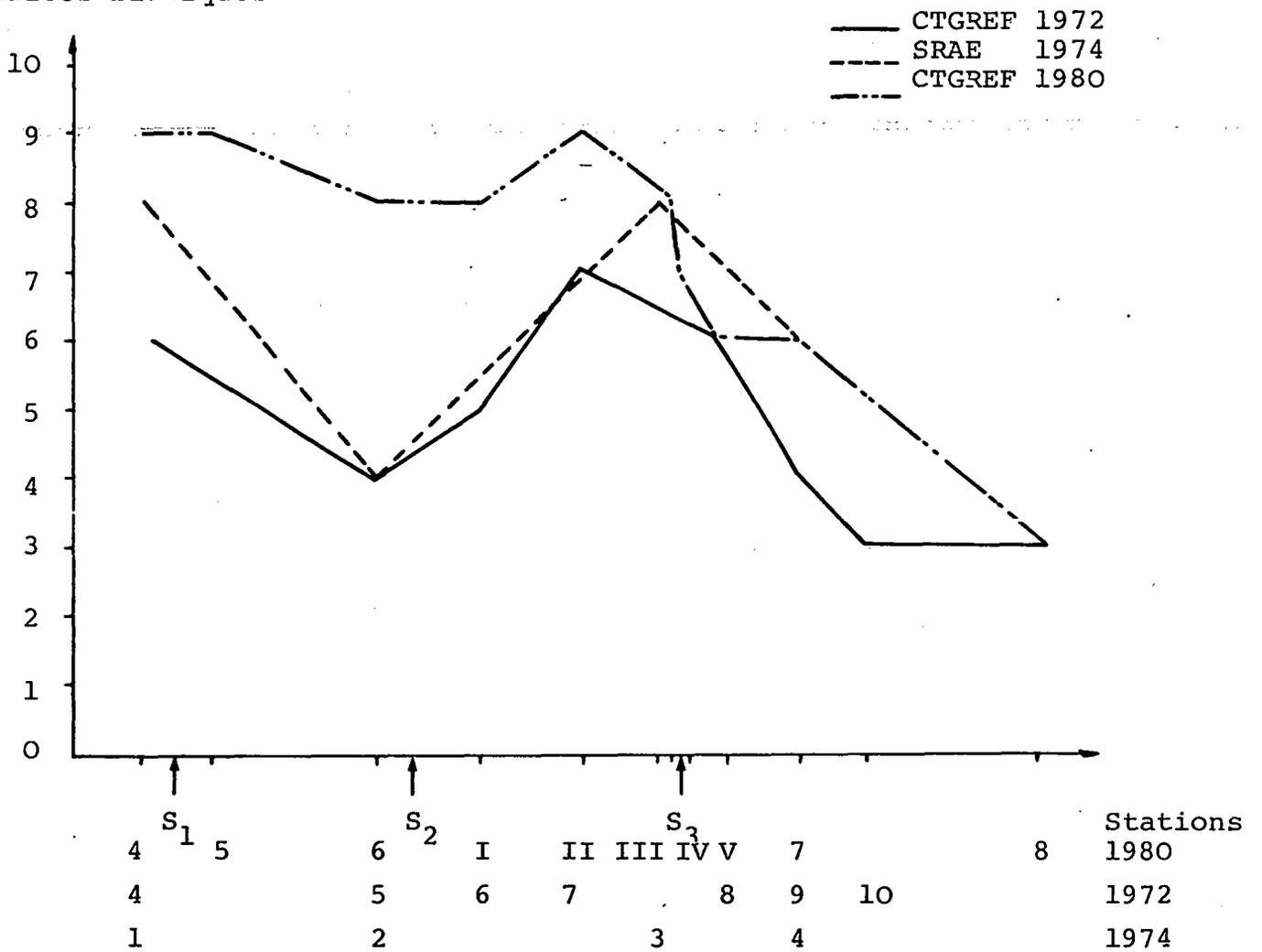
- C.T.G.R.E.F. de BORDEAUX, Section Qualité des Eaux - 1972
- S.R.A.E. AQUITAINE - 1974
- C.T.G.R.E.F. de BORDEAUX, Section Qualité des Eaux - 1980 (données non encore publiées)
- et la présente étude

La figure 6 met en évidence une amélioration générale depuis 1972. Au niveau de CESTAS, l'indice biotique est passé de quatre à huit de 1972 à 1980 à l'aval de la station d'épuration.

Au niveau de GRADIGNAN on note une nette amélioration jusqu'au prieuré de CAYAC lié à l'effort de la mairie pour canaliser les rejets vers la station d'épuration. L'amélioration est moins nette après la traversée de GRADIGNAN.

Figure 6 - Graphique des indices - comparaison avec les données
 C. T. G. R. E. F. 1972, S.R.A.E. 1974,
 C. T. G. R. E. F. 1980-

Indices biotiques



Toutefois la situation actuelle correspond encore à un état de pollution insidieuse. Et c'est surtout à l'aval de GRADIGNAN que la situation devient critique.

2.4. - DISCUSSION DES METHODES ET DES RESULTATS -

2.4.1. - COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS -

Nous avons utilisé deux méthodes pour caractériser la qualité biologique et physicochimique de l'EAU BOURDE sur la commune de GRADIGNAN :

- Analyses physicochimiques
- Méthode des indices biotiques et indices de qualité biologique générale estimée.

Les deux méthodes nous montrent que le ruisseau est soumis à une pollution insidieuse sur l'ensemble de la traversée de la commune.

Les analyses physicochimiques indiquent des eaux chargées en matière organique et polluées d'après les normes de NISBET et VERNEAUX. Elles mettent en évidence l'impact de la station d'épuration. Il s'agit d'une pollution par excès de phosphates et d'azote caractéristique de déversements d'eaux usées. Les teneurs en phosphates et azote sont importantes dès l'amont où elles déterminent déjà une pollution sensible.

La méthode des indices biotiques indique une bonne qualité de l'eau en amont de GRADIGNAN puis marque la dégradation après sa traversée. Les indices de qualité biologique générale (estimés) se rapprochent plus de l'analyse physicochimique, ils restent faibles : ceci est dû au fait que les macroinvertébrés benthiques trouvés tels *Nemoura sp.*, *Habrophlebia sp.*, *Ephemerella sp.* sont assez bas dans le tableau standard des indices de qualité biologique générale parce qu'ils sont adaptés aux milieux vaseux riches en matière organique.

On ne peut parler vraiment de pollution mais celle-ci est présente sous une forme insidieuse d'où la difficulté de la mettre en évidence par les méthodes biologiques employées.

2.4.2. - COMPARAISON DES METHODES UTILISEES -

Les analyses chimiques peuvent être réalisées rapidement. Mais leur interprétation est difficile et parfois contradictoire (HUET - 1949, VIBERT - 1961, VERNEAUX - 1973). Les résultats ne reflètent l'état du cours d'eau qu'au moment du prélèvement et nous avons vu que les teneurs en différents éléments fluctuent énormément sur une journée et d'une journée sur l'autre (ANNEXE 7).

De plus le moment de la prise d'échantillon est capital : en 1979 les prélèvements ont été réalisés en hautes eaux et des phénomènes de dilution interviennent rendant l'interprétation des résultats délicate.

La méthode des indices biotiques est un outil simple à utiliser donnant une description schématique des peuplements d'invertébrés benthiques. Elle permet une intégration de la durée contrairement à l'analyse physico-chimique.

Mais la schématisation entraîne la nécessité d'analyse à posteriori du résultat chiffré obtenu (le ruisseau à MONJOUX avec deux pléocoptères fait monter l'indice biotique de deux points masquant l'état de dégradation du ruisseau).

Dans notre cas les indices biotiques ne traduisent pas suffisamment l'état de pollution insidieuse.

Les indices de qualité biologique générale mettent mieux en évidence l'état de dégradation du cours d'eau parce qu'ils tiennent mieux compte de la biologie et de l'écologie des invertébrés benthiques.

Ces deux méthodes s'appliquent difficilement au réseau hydrographique du plateau landais. En effet les sables, substrats dominants, ont un très faible potentiel d'accueil pour la faune. C'est ainsi que les I.Q.B.G., établis (tout comme les indices biotiques) sur l'ensemble du bassin du DOUBS, ne dépassent pas 13 (sur 20) dans les LANDES. Une adaptation régionale de ces méthodes serait utile.

2.5. - CONCLUSION -

Les différentes méthodes nous montrent un état de pollution insidieuse de l'EAU BOURDE causée par des rejets d'origine domestique. La pollution existe à l'amont de la commune mais s'accroît à la traversée de GRADIGNAN. La station d'épuration contribue à cette pollution mais n'est pas la seule cause.

La remontée du cours d'eau sur quatre cents mètres à la dernière station nous a permis de compter cinq rejets d'eaux usées. De plus à chaque pont se déversent des eaux pluviales dont la qualité paraît douteuse (odeur, couleur grisâtre) (Station n° 3 et 4).

Tous ces rejets ont un impact aussi important que la station d'épuration et contribuent à la dégradation de la qualité de l'eau. A la sortie de la commune l'EAU BOURDE est à la limite de la pollution, la traversée des autres communes ne fait qu'accroître celle-ci pour en arriver à la formation d'un égoût à ciel ouvert en fin de parcours.

CHAPITRE III

MOSAIQUE DE BIOTOPE SUR LE PARC
DU MOULINEAU

3.1. - DEFINITION ET BUT -

Nous avons vu que les indices biotiques et les indices de qualité biologique générale étaient une schématisation et une simplification n'intégrant pas tous les facteurs intervenant dans les biocénoses aquatiques. L'étude de ces biocénoses en relation avec leur biotope revient à étudier l'écosystème en eau courante. L'étude du fonctionnement de celui-ci est très complexe. Une mosaïque du biotope essaie d'étudier tous les éléments entrant dans le fonctionnement de l'écosystème.

Or les éléments biologiques intègrent plus ou moins complètement les paramètres du milieu. Les invertébrés benthiques formant des communautés ont l'avantage d'avoir une grande dispersion et une diversité liée à la nature du substrat, leur écologie est assez connue, et ils sont faciles à observer (loupe binoculaire). Les paramètres du milieu les plus importants (hormis la qualité de l'eau comparable sur l'ensemble du parc du MOULINEAU) sont a priori les substrats, la profondeur, la vitesse du courant au voisinage du fond et la lumière incidente.

Donc pour réaliser une mosaïque du biotope nous avons effectué des prélèvements de faune benthique et enregistré les paramètres précités.

L'examen des résultats de faune et leur interprétation va nous permettre de déboucher sur une approche du potentiel du milieu et des influences des activités humaines sur celui-ci. Le terme de mosaïque est un peu prétentieux, parce que nous n'allons pas comptabiliser tous les éléments entrant dans le fonctionnement de l'écosystème eau courante pour des raisons de temps et par manque de connaissances.

De plus cette mosaïque n'est qu'une photographie au moment des prélèvements, c'est à dire qu'il y a une évolution rapide dans le temps qui ne sera pas intégrée dans cette étude.

3.2. - PRESENTATION DE CETTE ZONE - (ANNEXE 13)

Le parc du MOULINEAU est situé sur l'emplacement d'un ancien moulin (moulin de DESCLAU) où tous les aménagements hydrauliques ont été conservés. Ceux-ci sont caractéristiques des moulins de la région et comprennent : le bief du moulin, le bras de dérivation, le bras de crue. En amont du moulin une série de vannes servent à maîtriser le niveau d'eau, le trop-plein se déversant dans le bras de dérivation. De plus un déversoir à l'amont des vannes sert à limiter les grandes crues en débouchant sur un bras de crue. Le rôle de l'homme est donc prépondérant dans le fonctionnement de l'écosystème de ce milieu (maniement des vannes, nettoyage,).

La carte à l'échelle du cadastre de l'ANNEXE 13 nous montre l'état général du cours d'eau (représentation graphique inspirée des travaux de MAIRE - 1977).

- BIEF DU MOULIN -

Il constitue l'écoulement permanent d'une largeur moyenne de 10 m. Au niveau du pont se déverse un réseau d'eaux pluviales transportant probablement des eaux usées. Le cours d'eau est bordé d'arbres (aulnes, frênes) sur les deux rives. La vitesse du courant en surface est faible, la profondeur est assez importante par endroits (0,8 à 1 m). Les berges sont souvent dégradées et même sapées aux endroits où les arbres manquent. On note souvent une forte érosion autour des arbres provoquant des trous et des effondrements de berges. Les substrats dominants sont des sables vaseux et par endroits des pierres. A l'amont on note une prolifération des végétaux (callitriche, élodée, potamots). Les eaux sont troubles et transportent beaucoup de matières en suspension. Le bief proprement dit est envasé : les mouvements rapides des eaux tels que montées, descentes ou turbulences créés par les manipulations des vannes engendrent des dégagements gazeux liés à la décomposition des sédiments.

- LE BRAS DE CRUE -

Il reçoit peu d'eau, il a été recreusé et possède des berges hautes (surtout en rive droite). Il est envahi d'hélophytes (cresson, menthe aquatique) poussant entre les blocs calcaires (zone d'affleurement de calcaires à astéries).

- LE BRAS DE DERIVATION -

Il débute par un bassin de dissipation d'énergie en contrebas du bief (chute d'eau). Celui-ci est souvent encombré de débris flottants de toute nature, les berges sableuses sont sapées. Le cours d'eau est ensuite bordé d'arbres (aulnes, frènes, platanes), qui maintiennent les berges. Cette partie sert parfois de dépotoir aux riverains (caddies, pneus ...). La vitesse du courant sur ce secteur est assez élevée, les substrats sont assez diversifiés (sable, gravier, pierres), les profondeurs relativement importantes (0,6 à 0,8 m) avec des trous sous les berges creusées. Il faut noter la présence d'arbres dans le cours d'eau qui font obstacle aux débris végétaux qui s'accumulent et gênent la circulation de l'eau.

- L'AVAL DU MOULIN -

Il est envahi d'algues filamenteuses dans sa partie amont, ensuite ce secteur est très envasé et envahi de végétaux (potamot, callitriches, élodée). La mairie a lâché des canards pour limiter cette prolifération. C'est la partie la plus dégradée physiquement, l'eau ne circule que dans des chemins préférentiels entre des hauts fonds vaseux. La profondeur est faible (0,10 à 0,30 m). La rive gauche est très érodée et n'est pas stabilisée (absence d'arbres).

- ENTRETIEN ET AMENAGEMENTS REALISES -

Le parc du MOULINEAU appartient à la mairie et c'est donc elle qui s'occupe de la gestion de ce parc. L'entretien des berges est réalisé fréquemment (débroussaillage et coupe des arbres mal placés). Le ruisseau est fréquemment nettoyé de tous les débris (planches, débris végétaux, ...) qu'il transporte : ceci grâce à un dégrillage

à l'entrée du Moulin et un nettoyage au niveau du bassin de dissipation d'énergie. De plus le bief est complètement vidé tous les deux ou trois mois permettant d'évacuer les débris végétaux et une partie des vases. Un chaulage régulier est réalisé sur le bras central (300 kg de chaux à chaque apport).

Le vannage est constitué de deux pelles. La plupart du temps une seule pelle est baissée. Lors de crues importantes les deux pelles sont levées.

La mairie a de plus recreusé le plan d'eau situé parallèlement au bief, alimenté par celui-ci, et déversant son trop-plein dans le bras de dérivation. Les canards et cygnes sont chargés de maîtriser la végétation aquatique.

Pour réaliser une station d'initiation à l'environnement la mairie met à la disposition du public un bâtiment et des parcs présentant les poissons vivant sur le cours d'eau ainsi que divers mammifères et oiseaux.

3.3. - CHOIX DE TRONCONS CARACTERISTIQUES -

3.3.1. - RAISONS -

Le parc du MOULINEAU a été choisi parce qu'il intéressait directement la mairie et qu'il était en cours d'aménagement. Mais l'étude du cours d'eau sur l'ensemble du parc aurait demandé trop de temps (1 km de cours). Nous avons donc choisi trois secteurs considérés comme caractéristiques du parc. Les tronçons choisis ne dépassent pas cent mètres de long pour permettre la réalisation de profils en travers suffisamment rapprochés pour être interprétables.

3.3.2. - PRESENTATION -

Les trois secteurs sont représentés sur les cartes au 1/200 en ANNEXE 14.

- LE SECTEUR I situé en aval du bassin de dissipation d'énergie a été choisi parce qu'il comportait un virage et qu'il était directement lié à l'action de l'homme par le maniement des vannes. Le secteur choisi mesure cinquante mètres de longueur pour une largeur moyenne de six mètres. Le cours est bordé d'arbres (aulnes, frênes, platanes) qui maintiennent les berges. On note ici l'efficacité du platane en rive droite qui maintient la berge par ses racines sur une dizaine de mètres.

Les berges sableuses sont dégradées aux endroits où les arbres manquent (pas de végétation sur les berges). Certains arbres qui sont dans le ruisseau forment un obstacle aux différents débris transportés par le cours d'eau.

L'entretien a consisté à couper quelques arbres sans les dessouche et à faucher la végétation rivulaire arbustive et herbacée.

- LE SECTEUR II situé en amont du parc mesure quatre vingt mètres de long pour une largeur moyenne de neuf mètres. Le choix de ce secteur est dû au fait qu'il représente un état du ruisseau où l'action de l'homme reste minime, qu'il se situe à l'aval immédiat d'un déversement de pluvial, que sa zone amont est envahie de végétaux et que le tracé est peu sinueux. Excepté à l'amont, les deux rives sont plantées d'arbres qui limitent la lumière reçue. Les berges de la rive droite sont dégradées. Les arbres jouent un rôle dans la limitation de l'érosion ; mais on note souvent de part et d'autre un creusement des rives. Sur une trentaine de mètres la rive gauche est légèrement creusée au niveau de l'eau. Toutefois elle est stable car maintenue par les racines des arbres et arbustes (bambous). L'érosion d'une zone fragile a provoqué une modification du tracé du cours d'eau dans sa partie aval : il y a eu formation d'un trou et attaque de la rive ceci compensé par un dépôt de sédiments fins en rive gauche.

- LE SECTEUR III situé à l'aval du moulin mesure soixante dix mètres de long pour une largeur moyenne de sept mètres. Le choix de ce secteur est dû à la présence de végétaux, l'envasement important et au fait qu'il est aussi dépendant de la manipulation des vannes à l'amont. Ce secteur était envahi de végétaux (hydrophytes) jusqu'à la mi-juin, ceux-ci ont plus ou moins disparu par la suite remplacés par des hélophytes.

La rive droite est légèrement dégradée mais assez bien soutenue par les arbres (aunes), la rive gauche s'est effondrée par endroits (pas de végétation). La partie en rive gauche est totalement envasée et permet aux végétaux hélophytes de se développer. Ce secteur est très ombragé sur sa rive droite et peu sur la rive gauche.

3.4. - METHODES UTILISEES -

L'ensemble des méthodes utilisées dans la réalisation de la mosaïque de biotopes, c'est à dire :

- cartographie des secteurs,
- profils en travers,
- mesure de lumière,
- prélèvements de faune.

ainsi que les calculs de diversité sont présentés dans l'ANNEXE 15.

3.5. - PARAMETRES DU MILIEU -

Nous allons voir en détail tous les principaux paramètres du biotope en interaction avec la faune.

3.5.1. - SUBSTRATS ET SUPPORTS -

Les différents substrats et supports rencontrés sont représentés sur les cartes au 1/100 respectives à chaque secteur (ANNEXE 16).

- SECTEUR I -

On peut distinguer deux zones :

- une zone centrale peu diversifiée
- une zone de bordure assez diversifiée

La zone centrale est formée de graviers mêlés de sables en amont puis sables à l'aval.

La zone de bordure est constituée de sables vaseux en majorité alternant avec des débris végétaux et des pierres. La présence des pierres semble liée aux arbres des rives. On les rencontre surtout au pied du platane en rive droite. Les végétaux et algues occupent une faible place (algues en bordure avec les sables vaseux ainsi que quelques herbiers de Callitriche sp.). Au pied des gros arbres (platane) se trouve un important chevelu de racines.

- SECTEUR II -

Celui-ci comprend trois parties :

- une zone amont (30 %) dominée par les herbiers
- une zone intermédiaire
- une zone aval peu diversifiée

En amont les herbiers de Callitriche sp., Potamogeton crispus, Elodea canadensis ainsi que les algues filamenteuses colonisent la rivière entre les pierres. Les herbiers provoquent une accumulation de sable vaseux et vase. Le substrat d'origine est constitué de pierres mêlées de sables et graviers.

La zone intermédiaire est formée de pierres mêlées de sables ainsi que d'un affleurement de roches (calcaire à astéries) constituant une dalle. Les sables commencent à prendre de l'importance.

A l'aval l'ensemble est formé de sables vaseux avec une accumulation de débris végétaux en bordure. On peut noter ici à l'aplomb d'un groupe d'arbres la présence de pierres.

- SECTEUR III -

Ce secteur est envasé dans la majeure partie de son cours sauf à l'aval où l'on note la présence de pierres.

La vase se trouve surtout en bordure obligeant l'eau à passer par des chemins préférentiels. Au mois d'Avril ce secteur était envahi d'herbiers de Callitriche sp., d'Elodea canadensis, de Potamogeton densus. Ceux-ci ont disparu au mois de Mai en une semaine. Les végétaux émergés ont pris leur place surtout dans les lieux vaseux (Hélociadium nodiflorum, Nasturtium officinale). Entre les bancs de vase on trouve quelques graviers à l'amont mais surtout des sables vaseux.

Les pierres à l'aval sont mêlées à des sables vaseux et parfois à un peu de vase.

- COMPARAISON DES TROIS SECTEURS - (cf. Tableau n° 2)

Ce tableau nous montre :

- que la part des sables est toujours importante (sables + sables vaseux 35 à 50 %) pour les trois secteurs ;
- que le secteur I est le moins envasé (5 % de sables vaseux contre 70 % de sables vaseux + vases au secteur III) ;
- que le secteur I se différencie des deux autres par la part importante occupée par les graviers et la faible part des végétaux ;
- que le secteur III présente peu de débris végétaux (deux dégrillages à l'amont).

En résumé le sable ou sable vaseux occupe une grande place mais les pierres sont bien représentées dans la zone du parc (dû aux affleurements de calcaires à astérie). La diversité des substrats est moyenne et même bonne pour un cours d'eau des LANDES.

3.5.2. - PROFONDEUR -

Les profondeurs mesurées figurent sur les cartes au 1/100 (ANNEXE 17). Celles-ci sont représentées par les courbes d'isoprofondeur (une courbe tous les 5 cm). La section mouillée peut être calculée à l'aide de ces données et de la largeur du cours d'eau au niveau du profil (ANNEXE 18).

TABLEAU N° 2

Taux de recouvrement estimé des différents substrats et supports rencontrés sur les trois secteurs d'étude

SUBSTRATS ET SUPPORTS	SECTEUR I	SECTEUR II	SECTEUR III
Vases	/	5	30
Sables vaseux	5	30	40
Sables	45	5	1
Graviers	35	2	5
Pierres + sables	8	45	15
Débris végétaux	4	3	1
Végétaux immergés	2	10	2
Végétaux émergés	/	/	5
Chevelu de racines	1	/	1

N.B. : valeurs exprimées en % de la surface totale

- SECTEUR I -

Les profondeurs varient de 10 à 55 centimètres pour une moyenne de 30 centimètres ; elles sont assez faibles. On note la présence de trous causés par l'érosion (profil en travers n° 6 et 7 en ANNEXE 18) au niveau du virage sur la rive droite. La section mouillée varie peu (1,3 à 2,5 m²) et reste toujours assez réduite. Elle augmente vers l'aval avec l'accroissement de la profondeur. Sur les trois derniers transects le maximum de profondeur se décale vers la rive gauche.

- SECTEUR II -

Les profondeurs sont faibles à l'amont (20 à 30 cm) et assez importantes à l'aval (50 à 60 cm) ce qui modifie la section mouillée qui passe de 2 m² à 4,5 m².

- SECTION III -

La profondeur est peu importante sur l'ensemble (20 à 30 cm). La présence de vase réduit la largeur effective du cours d'eau et donc la section mouillée (0,5 à 0,8 m²). Le profil reste assez régulier.

- COMPARAISON -

Dans l'ensemble les profondeurs sont assez faibles.

TABLEAU N° 3

Caractéristiques de la section mouillée sur les trois secteurs d'étude

	SECTEUR I	SECTEUR II	SECTEUR III
Section mouillée (m ²) Moyen	2,0	3,5	0,5
Maxima	2,5	4,5	0,8
Minima	1,3	2,0	0,3

D'après le tableau n° 3 le secteur II possède la section mouillée la plus élevée. Celle-ci est très réduite pour le secteur III (0,5 m²).

3.5.3. - VITESSE DU FOND -

Les mesures de vitesses sont reportées sur les cartes au 1/100 sous forme de courbes à chaque transect (ANNEXE 17), elles figurent également sur les graphiques de l'ANNEXE 18.

- SECTEUR I -

Les vitesses diminuent très légèrement de l'amont vers l'aval. Le maximum de vitesse passe de 0,6 m/s à 0,4 m/s. La ligne des vitesses maximales suit d'abord le centre du cours puis se trouve déviée vers la rive gauche dans le virage. Ceci correspond à une situation normale de l'écoulement dans un coude.

A chaque transect les courbes de vitesse sont assez régulières (Transect 2) sauf dans les cas où des débris végétaux situés à l'amont freinent la vitesse (Transect 10). On remarque la présence de tourbillons (Transect 9) après les principaux arbres.

- SECTEUR II -

Les vitesses maximales varient de 0,6 m/s (amont) à 0,2 m/s (aval). Les quatre premiers transects ont des vitesses assez élevées alors que les autres présentent des vitesses très faibles. Ceci est en relation directe avec l'augmentation de la section mouillée dans le bief qui entraîne une diminution de vitesse. La ligne des vitesses maximales est décalée vers la rive droite puis passe vers la rive gauche. Les premiers transects montrent des vitesses très irrégulières ceci est dû à la présence des végétaux et des débris végétaux.

- SECTEUR III -

Les vitesses sont relativement faibles (0,20 à 0,30 cm/s). La ligne des vitesses maximales suit les zones non envasées où la majeure partie de l'eau passe. La présence d'ilots de vase diminue fortement la vitesse.

- COMPARAISON -

Les vitesses mesurées sur les trois secteurs sont relativement faibles. Elles sont inversement proportionnelles à la section mouillée et directement influencées par la présence d'arbres et d'amoncellement de débris végétaux.

Le premier secteur a la vitesse moyenne la plus élevée alors que le secteur II dans sa partie aval se rapproche d'un faciès lentique.

TABLEAU N° 4

Caractéristiques des vitesses sur la ligne des vitesses maximales

	SECTEUR I	SECTEUR II	SECTEUR III
Moyenne	0,5 m/s	0,3 m/s	0,25 m/s
Maxima	0,7 m/s	0,66 m/s	0,3 m/s
Minima	0,4 m/s	0,15 m/s	0,2 m/s

3.5.4. - LUMIERE INCIDENTE -

Par manque de temps, nous ne possédons des données que pour le secteur I. Les données obtenues lors d'une série de profils sur le secteur I sont réunies dans l'ANNEXE 19.

Le couvert végétal des rives constitué essentiellement d'arbres recouvrant le cours arrête donc au minimum 50 % de la lumière incidente.

L'amont du secteur reçoit plus de lumière ceci dû à l'orientation Nord-Sud de cette partie. Les bords du cours sont moins éclairés sur l'ensemble du secteur. La lumière reçue par le secteur I est donc assez faible.

Il est évident que ce paramètre devrait être étudié de manière plus précise, en multipliant les mesures et en les effectuant de préférence au midi solaire, de manière à pouvoir les comparer entre elles.

Quelques mesures au cours d'une journée ont été effectuées en deux points du secteur III afin de voir si le taux de lumière incidente variait (cf. graphique ANNEXE 19). Alors que la lumière totale augmente de 10 h à 14 h, la lumière incidente, à partir de 12 heures, reste constante dans un cas et diminue dans l'autre. Notons le très faible taux de lumière incidente parvenant dans le secteur III. Ces variations journalières devraient également faire l'objet d'études approfondies.

3.5.5. - INTERACTIONS DES PARAMETRES ETUDIES -

- LUMIERE, VEGETAUX -

Nous avons vu que le secteur I recevait peu de lumière ceci est en corrélation avec sa pauvreté en herbiers surtout vers l'aval. La lumière est la source d'énergie de l'activité photosynthétique des plantes qui ne peut s'effectuer qu'à partir d'une certaine limite. Le secteur II est une preuve de ceci puisque les végétaux sont cantonnés à l'amont, zone peu ombragée. Les quelques mesures effectuées sur le secteur III nous montre le peu de lumière incidente arrivant sur le cours mais ceci est lié au feuillage des arbres. En effet les végétaux immergés ont régressé en même temps que les arbres ont mis leurs feuilles. Ceux-ci ont laissé la place aux héliophytes cantonnés sur la rive gauche mieux éclairée et envasée.

- PROFONDEUR, VITESSE, SUBSTRATS, SUPPORTS -

Ces interactions peuvent se percevoir en ANNEXE 18. Ces transects résumés sur un même graphique les trois paramètres étudiés.

La vitesse du courant a un rôle direct sur les substrats d'un cours d'eau. Les masses d'eau en mouvement assurent le transport de matériaux minéraux et organiques non dissous. Le schéma de HJULSTROM (1939) (ANNEXE 20) explicite fort bien ce phénomène, en montrant la relation entre la vitesse du courant avec la granulométrie du fond.

A une particule de granulométrie donnée correspond schématiquement trois gammes de vitesses et deux vitesses critiques (pour des vitesses décroissantes) :

- les vitesses où l'érosion est active,
- une vitesse critique où cesse l'érosion mais où le transport persiste,
- les vitesses de transport,
- une vitesse critique où cesse le transport et où débute le dépôt,
- de cette vitesse aux vitesses nulles s'effectuent les dépôts.

Ces gammes varient en fonction de la granulométrie du substrat. Dans notre cas les vitesses ne dépassent pas 0,7 m/s. Les graviers et pierres sont des fonds assez stables pour les vitesses rencontrées (nous sommes toujours dans la zone dépôt). Par contre le sable d'une granulométrie faible (0,3 à 0,6 mm) a des vitesses d'arrachement faibles d'après la formule de BOGARDI (1951) : $V \text{ cm/s} = 21,5 \times d \text{ mm}^{0,38}$.

Cette formule nous donne les vitesses limites de 13 à 15 cm/s. Les zones sableuses rencontrées seront assez instables et donc peu propices à la faune benthique d'après les vitesses mesurées sur les différents secteurs (secteur I en particulier).

Par contre les vases sont plus stables que les sables d'après le graphique de HJULSTROM ceci dû à leur cohésion plus importante (liaison par les matières organiques).

Les vitesses ne sont pas suffisamment importantes pour gêner le développement des végétaux bien que certains préfèrent les zones calmes (Eloдея canadensis). On trouve souvent les associations Eloдея canadensis, Callitriche sp., ceux-ci protégeant Eloдея canadensis.

La profondeur joue un rôle sur la vitesse : quand la profondeur augmente, la section mouillée a tendance à augmenter ce qui entraîne une diminution de la vitesse (aval du secteur II). Mais le rôle de la profondeur est minime dans notre cas parce qu'elle reste relativement faible. La vitesse a une fonction plus importante surtout dans le secteur I en modifiant la structure des fonds.

Les transects nous montrent qu'en général à des vitesses élevées correspondent des fonds à granulométrie importante (graviers, pierres) et des profondeurs assez faibles (amont secteur II). A des vitesses faibles correspondent des éléments plus fins (sables, sables vaseux, vase) et des profondeurs plus importantes (aval secteur II). Le tableau ci-après résume ces observations :

TABLEAU N° 5

Relations vitesses-substrats

Vitesse (cm/s)	Substrats et supports rencontrés
0 - 20	Sables, sables vaseux, débris végétaux
20 - 40	Pierres, graviers, végétaux
40 - 60	Graviers, végétaux, pierres

3.6. - PRELEVEMENTS DE FAUNE BENTHIQUE -

3.6.1. - RESULTATS -

- CARACTERISTIQUES DES PRELEVEMENTS -

Les diverses données répertoriées lors des prélèvements sont présentées dans les tableaux de l'ANNEXE 21.

- LISTES FAUNISTIQUES -

Le tri, le comptage et la détermination des invertébrés benthiques nous a permis de dresser une liste pour chaque secteur (ANNEXE 22).

- . Secteur_I : sur l'ensemble des prélèvements on compte 23 taxons différents. On n'a dénombré aucun plécoptère, un seul trichoptère, trois genres d'éphéméroptères. Les éphéméroptères sont bien représentés (sur 70 % des prélèvements). Les mollusques sont assez rares, les gammaridae et les planaires sont fréquents. Les diptères sont surtout représentés par les chironomes. Les oligochètes et les chironomes sont présents dans tous les prélèvements.
- . Secteur_II : on compte 24 taxons différents. On n'a pas dénombré de plécoptères, ni de trichoptères. Les autres familles rencontrées sont les mêmes que celles du secteur I.
- . Secteur_III : on dénombre ici 30 taxons. Cette différence est due à la présence de deux familles d'odonates dans le prélèvement Xbis (Nasturtium officinale) et d'un nombre élevé de genres de mollusques. Les autres taxons sont communs aux deux secteurs précédents.

Les trois secteurs diffèrent donc peu les uns des autres par les taxons rencontrés. Ceux-ci avaient été déjà trouvés lors des prélèvements pour l'établissement des indices biotiques.

- CARACTERISTIQUES DES PEUPEMENTS -

Elles figurent en ANNEXE 23. Le tableau n° 6 en est un résumé.

TABLEAU N° 6

Tableau résumé des caractéristiques des peuplements

	SECTEUR I	SECTEUR II	SECTEUR III
Nombre de taxons (par prélèvements)			
Minimum	2	6	8
Maximum	13	15	17
Nombre d'individus (par m2 ou par l)			
Minimum	350	416	1 520
Maximum	10 089	6 280	22 650
Supports au substrats les plus riches	- Algues filamenteuses - Sables vaseux - <u>Callitriche sp.</u>	- <u>Elodea canadensis</u> - Gravier - Algues filamenteuses	- <u>Helosiadium nodiflorum</u> - Vase
Supports ou substrats les plus pauvres	- Sables - Gravier	- <u>Sparganium sp.</u> - <u>Potamogeton crispus</u> - Sables vaseux	- Sables vaseux - <u>Potamogeton densus</u>
Équitabilité			
Minimum	0,37	0,29	0,23
Maximum	0,83	0,80	0,77

Le secteur III est supérieur pour le nombre de taxons, le nombre d'individus par unité de surface ou de volume. Les équitabilités varient dans les mêmes proportions. La richesse des végétaux est très variable, ceci est certainement dû à leur configuration différente (Sparganium sp. : grandes feuilles allongées, Callitriche sp. : très touffu). On rencontre souvent les sables et les graviers dans les substrats les plus pauvres.

3.6.2. - DISCUSSION, INTERPRETATION -

Nous allons essayer d'interpréter l'ensemble des résultats de faune par diverses méthodes de calcul :

- I.Q.B.G.,
- fréquences,
- équitabilité.

a - I.Q.B.G. sur les trois secteurs - (ANNEXE 24)

Nous avons choisi les substrats les plus représentatifs pour chaque secteur d'après le taux de recouvrement (Tableau n° 2).

Les I.Q.B.G. obtenus sont faibles pour les trois secteurs : secteur I et II (8), secteur III (9).

La différence avec le troisième secteur est uniquement due au nombre plus important de taxons dans celui-ci (23 taxons contre 17). Le groupe faunistique repère est donné par le genre Habrophlebia. Ces indices sont indicateurs de zones à faible potentiel lié aux caractéristiques physiques du milieu, ou bien d'une pollution qui a entraîné la disparition d'espèces. Nous remarquerons que nous approchons des I.Q.B.G. estimés dans le chapitre II (I.Q.B.G. = 7, 500 m en aval du parc du MOULINEAU). Si dans le massif landais les I.Q.B.G. restent faibles, ils peuvent tout de même atteindre la valeur de 13 : il semble donc bien que nous sommes dans une situation polluée.

b - Fréquences des divers groupes d'invertébrés rencontrés -

Les fréquences sont représentées sous forme de diagrammes en bâtonnets (ANNEXE 25). Le tableau n° 7 nous résume celles-ci pour les principaux groupes de macroinvertébrés.

TABLEAU N° 7

Fréquence des principaux groupes de macroinvertébrés rencontrés par secteur

	I	II	III
Ephéméroptères	0,02	0,01	0,005
Coléoptères	0,009	0,017	0,007
Mollusques	0,007	0,001	0,069
Crustacés	0,013	0,028	0,087
Planaridés	0,01	0,056	0,100
Hirudinés	0,003	0,003	0,011
Chironomidae	0,470	0,586	0,146
Oligochètes	0,460	0,290	0,570
Autres groupes	0,001	0,004	0,002

Pour les trois secteurs nous remarquons une dominance des oligochètes et des chironomes.

Le secteur I est dominé par les chironomes et oligochètes (93 %). Les autres groupes sont donc peu représentés excepté dans les algues filamenteuses et les callitriches où les éphéméroptères occupent 3 % au total.

Le secteur II compte 80 % de chironomes et d'oligochètes. Les autres groupes les mieux représentés sont les planaridés (5,6 %), les crustacés (2,8 %), on les rencontre surtout dans les débris végétaux, les pierres et Elodea canadensis.

Le secteur III est mieux équilibré et ne compte que 71 % d'oligochètes et de chironomes. Les chironomes sont peu représentés (14,6 %). Les planaridés (10 %), les mollusques (7 %) et les crustacés (8,7 %) occupent une part plus importante que dans les autres secteurs. On les rencontre dans la plupart des prélèvements.

Dans les trois secteurs nous sommes dans une situation de déséquilibre où la dominance des oligochètes et des chironomes par rapport aux autres groupes est trop importante. De plus ceux-ci sont caractéristiques de zones riches en matières organiques, peu oxygénées et ils sont pollueurésistants.

3.6.3. - INDICES DE DIVERSITE ET EQUITABILITE -

TABLEAU N° 8

Valeurs moyennes de l'indice de diversité et de l'équitabilité des prélèvements par secteur

	SECTEUR I	SECTEUR II	SECTEUR III
Nombre total de taxons	23	24	30
Indice de diversité : I_{SH}	1,62	1,67	2,1
Equitabilité : E	0,56	0,51	0,56

L'équitabilité intègre en fait l'indice de diversité et le nombre de taxons par prélèvement. De plus l'équitabilité étant le pourcentage de la diversité maximale de chaque prélèvement on peut comparer les différentes valeurs entre elles. Nous remarquons que l'équitabilité est sensiblement égale pour les trois secteurs. Ce taux est faible et traduit un état anormal de déséquilibre (50 % de la diversité maximale).

Le tableau n° 9 ci-après résume les différentes classes d'équitabilité des trois secteurs.

TABLEAU N° 9

Classes d'équitabilité rencontrées sur les trois secteurs

	SECTEUR I	SECTEUR II	SECTEUR III
E > 0,8	6 %	8 %	/
0,6 < E < 0,8	37 %	24 %	50 %
0,4 < E < 0,6	31 %	38 %	31 %
0,2 < E < 0,4	25 %	30 %	19 %
E < 0,2	/	/	/

L'équitabilité est considérée comme bonne à partir de 0,8 (DAGET - 1976) nous sommes dans une situation anormale pour 94 % des prélèvements dans le secteur I, 92 % dans le secteur II et dans tous les cas pour le secteur III. Le secteur III est tout de même le mieux équilibré (50 % entre 0,6 et 0,8). Les deux autres secteurs présentent des équitabilités inférieures à 0,4 pour 25 à 30 % des cas.

Nous sommes pour la plupart des prélèvements dans des situations anormales traduisant un déséquilibre entre les invertébrés, dû à la disparition de certains et la prolifération d'autres favorisée par la pollution.

Les trois méthodes mettent en évidence une situation polluée qui se traduit par un déséquilibre dans la faune benthique.

3.7. - ESSAI D'INTERPRETATION DES RELATIONS FAUNE-MILIEU -

3.7.1. - RAPPELS DE LA FONCTION DES PARAMETRES ETUDIES -

- SUBSTRATS ET SUPPORTS -

Ils délimitent des habitats particuliers :

- ils sont une source de nourriture (végétaux, algues, matière organique) ;

- ils sont un support de nourriture (algues sur pierres, ...) ;
- ils servent d'abri pour la faune benthique.

Les végétaux aquatiques sont des supports importants très propices au développement d'une faune nombreuse et diversifiée (ANNEXE 26).

- PROFONDEUR -

Elle varie localement et inversement à la largeur dans la plupart des cas. Elle influe sur la section mouillée donc sur la vitesse du courant. Dans notre cas son rôle est faible parce que nous sommes dans des zones peu profondes.

- VITESSE DU COURANT -

C'est un facteur très local, lié à la pente et à la morphologie du cours d'eau. Elle influe sur la stabilité des substrats (sable facilement érodable). Les animaux sont rarement soumis à la vitesse mesurée à 5 centimètres du fond car sur celui-ci règnent des micro-vitesses qui sont inférieures : cette zone constitue la couche limite. Elle joue donc un rôle indirect sur la distribution des communautés (en fonction de la structure des fonds).

- LA LUMIERE -

Elle joue un rôle sur le développement des végétaux (secteur II, secteur III) donc sur la répartition des supports et donc sur la faune.

- LA FAUNE BENTHIQUE -

Elle a des exigences écologiques particulières. L'essentiel de celles-ci figure dans l'ANNEXE 27. Voyons quelques compléments pour les principaux groupes :

. Plécoptères :

Le genre Nemoura est le seul rencontré. On les trouve dans des biotopes très différents. Ils sont assez polluosensibles et disparaissent avec une faible pollution. Ils sont très adaptés aux substrats des ruisseaux landais à dominante de sable.

. Ephéméroptères :

Les larves d'éphéméroptères vivent en zone de courant (Rhéophiles). Elles peuvent être sensibles à l'envasement et aux eaux chargées en matière en suspension, ceci n'étant pas la règle générale.

g. Ephemerella : larves du type rampant qui passent leur vie dans la vase pour se dissimuler. Elles sont bien adaptées aux milieux vaseux ou sablo-vaseux.

g. Habrophlebia : larve de type fouisseur vivant dans les endroits un peu vaseux où elle se met à l'abri.

g. Baetis : affectionnent les plantes et mousses immergées où elles grimpent facilement. Ce sont des larves de type nageur.

. Trichoptères :

Les larves de Limnephilidae ont un habitat très varié. On les rencontre aussi bien en eaux calmes qu'en eaux rapides. Elles ont en général un régime végétarien et sont sensibles à la pollution.

. Coléoptères :

Les larves d'Haliplidae fréquentent des eaux stagnantes, même saumâtres mais parfois des eaux courantes. Elles se nourrissent d'algues filamenteuses ou de characées. Les Dytiscidae vivent principalement dans les eaux stagnantes. Ce sont des carnassiers polyphages, prédateurs des animaux aquatiques de tous groupes. Ils ont

une bonne concurrence vitale grâce à leur vie imaginaire longue (1 an) mais leurs exigences écologiques les limitent.

. Mollusques :

Les Ancylidae vivent sur les pierres dans les eaux courantes très pures. Ils sont souvent indicateurs de l'absence de forte pollution.

Les Sphaeridae sont du type filtreurs et jouent un rôle important d'épuration.

La présence d'un grand nombre d'espèces de mollusques est significative en général :

- de pentes douces,
- d'une dureté carbonatée de l'eau importante (Sphaeridae),
- présence d'une végétation importante.

. Crustacés :

La présence des gammarres est étroitement liée avec l'abondance en matière organique (HYNES - 1963) et d'un substrat composé principalement de pierres et graviers. Ils ont une grande exigence respiratoire et donc diminuent dans les zones polluées.

Les asellidae vivent en présence de matière organique, de vase, de débris végétaux. Ils supportent les eaux pauvres en oxygène.

. Planaires :

Elles caractérisent souvent des eaux pures et oxygénées.

. Les Hirudinés :

Elles vivent dans les eaux moyennement polluées et envasées souvent riches en débris végétaux ou parfois sur les pierres.

. Les Oligochètes :

Certains sont très polluorésistants. On les rencontre dans tous les milieux. Les Naïdidae attestent souvent les fonds érodés (graviers, pierres) quand la nourriture est insuffisante.

Les Tubificidae vivent dans la vase qu'ils brassent et aèrent. Ceux-ci dominent les Naïdidae dans les substrats vaseux. Les zones polluées par la matière organique sont souvent dominées par les Tubificidae.

. Chironomidae :

On les trouve dans tous les substrats. Il faudrait aller plus loin dans la détermination pour distinguer leurs exigences.

Chironomus plumosus est caractéristique de zones polluées par les matières organiques. Beaucoup de chironomes peuvent résister à de fortes pollutions.

3.7.2. - ESSAI D'INTERPRETATION -

Nous allons délaissier les paramètres, vitesse, profondeur, lumière dont le rôle spécifique est difficile à mettre en évidence et nous occuper simplement de la répartition de la faune en fonction des divers substrats et supports qui intègrent en fait les paramètres précédants.

Les tableaux n° 1 et 2 de l'ANNEXE 28 indiquent la potentialité des substrats et supports en fonction de la diversité ou de la biomasse par mètre carré. Le tableau n° 10 en présente un résumé.

TABLEAU N° 10

Classification des substrats et supports

	DENSITE NUMERIQUE	DENSITE PONDERALE
Substrats les plus riches	- Algues filamenteuses - Hélophytes - Débris végétaux	- Hélophytes - <u>Elodea canadensis</u> - <u>Nuphar luteum</u>
Substrats les plus pauvres	- Sables - Pierres - Sables vaseux	- Sables - <u>Potamogeton densus</u> , - <u>Potamogeton crispus</u> - Sables vaseux

Les deux méthodes démontrent que les sables et sables vaseux sont peu accueillants pour la faune benthique. La densité numérique dépend beaucoup du nombre d'oligochètes et de chironomes. Par contre la densité pondérale en diminue l'importance (surtout pour les chironomes) : les autres groupes jouent un rôle plus grand du fait de leur taille, ce qui traduit certainement mieux la réalité (importance des Hirudinés). Le calcul des biomasses n'a pas pris en compte tous les groupes représentés (mollusques). Les végétaux ont une grande variabilité puisqu'on en trouve dans les substrats et supports plus riches (Elodea canadensis) et dans les plus pauvres (Potamogeton densus). On peut expliquer ceci, au moins partiellement, par la configuration des plantes (densité en feuillage, surface d'accueil).

L'étude du régime alimentaire de certaines espèces peut permettre d'établir des relations entre leurs habitudes nutritives et leur microdistribution (LAVANDIER, DUMAS - 1971).

La répartition des espèces suivant le mode de nutrition figure sur le tableau n° 1 de l'ANNEXE 29. On n'a considéré que les trois principaux régimes alimentaires (prédateurs, détritivores, brouteurs). Nous tiendrons surtout compte de la répartition en pourcentage du

nombre total de taxons. Il en ressort que dans tous les cas les détritivores et les prédateurs sont dominants.

Le tableau n° 11 ci-après résume l'ensemble des données obtenues.

TABLEAU N° 11

Classification des substrats et supports en fonction du mode de nutrition des espèces rencontrées

	DETRITIVORES	PREDATEURS	BROUTEURS
Substrats les plus riches	- Algues filamenteuses - Sables vaseux - Gravier	- Débris végétaux - Sables - <u>Sparganium sp.</u>	- <u>Nuphar luteum</u> - <u>Nasturtium officinale</u> - <u>Helosciadium nodifloccum</u>
Substrats les plus pauvres	- <u>Nasturtium officinale</u> - Sables - <u>Nuphar luteum</u> - <u>Helosciadium nodifloccum</u>	- <u>Nuphar luteum</u> - <u>Callitriche sp.</u> - Vases - Algues filamenteuses	- Débris végétaux - Algues filamenteuses - Sables vaseux - Chevelu de racines

Les végétaux sont riches en brouteurs (Baetis sp., mollusques), ces végétaux se rencontrent dans le troisième secteur et ce sont surtout les mollusques qui y dominent. Les espèces détritivores dominent dans les algues filamenteuses et les sables vaseux (Asellidae, Gammaridae, oligochètes). Voyons à travers les éphéméroptères les différences entre les substrats rencontrés. Dans ce groupe on compte deux genres détritivores (Ephemerella, Habrophlebia) et un genre brouteur (Baetis).

Le tableau n° 2 de l'ANNEXE 29 nous montre que :

- les sables, sables vaseux, vases, n'hébergent pas d'éphéméroptères,
- les algues filamenteuses, Callitriche sp., les pierres en sont très riches,

Le genre Baetis est dominant dans Callitriche sp., Potamogeton crispus, Sparganium sp. qui sont des végétaux rencontrés en zone de courant (Sparganium sp. dans l'amont du secteur II). Par contre les deux genres détritivores adaptés à la vase sont dominants dans les chevelus de racines, Elodea canadensis, algues filamenteuses : supports rencontrés dans des zones hétérogènes souvent riches en vases ou sables vaseux.

D'après le taux de recouvrement des différents substrats et supports par secteur (Tableau n° 2) on peut estimer la biomasse moyenne de chaque secteur : celle-ci est notée sur le tableau n° 12.

TABLEAU N° 12

Biomasse estimée de chaque secteur

	SECTEUR I	SECTEUR II	SECTEUR III
Biomasse totale (g)	1 750	6 277	3 630
Biomasse par mètre carré (g)	5,8	10	11

Il ressort du tableau n° 12 que le secteur I a une biomasse faible par rapport aux deux autres secteurs. Cette différence est surtout due à la présence importante de végétaux, de pierres et de vases dans les secteurs II et III. De plus la biomasse moyenne du secteur III est sous-estimée parce que les mollusques n'ont pas été pris en compte lors des pesées.

3.8. - CRITIQUES, SUGGESTIONS -

3.8.1. - CRITIQUES -

C'est la première mosaïque de biotope réalisée sur l'EAU BOURDE, ceci pose un problème de références (voir les espèces manquantes, changements de répartition) pour caractériser la qualité de ce cours d'eau.

Lors d'un prélèvement de végétaux on arracha une partie de vase sur laquelle ils poussent, les espèces trouvées ne sont pas obligatoirement liées à la présence des végétaux (notion d'habitats voisins non délimités).

Les vitesses estimées en surface lors des prélèvements ne sont pas valables pour mettre en évidence les relations avec la faune benthique.

La détermination des invertébrés n'a pas été très poussée et donc il est difficile de tirer des conclusions (par exemple les espèces de chironomidés ont des régimes alimentaires très variables).

Le travail a été effectué sur une seule saison pour des conditions hydrologiques particulières et sur une partie des cycles biologiques des invertébrés.

3.8.2. - SUGGESTIONS -

Il serait intéressant d'effectuer une mosaïque du biotope dans la zone amont de l'EAU BOURDE pour la comparer avec les résultats trouvés et ainsi mieux déceler les anomalies des biocénoses rencontrées.

Il serait intéressant de mesurer la vitesse au niveau du fond avec le moulinet hydrométrique lors du prélèvement.

L'emploi de méthodes intégrant d'autres êtres vivants devrait nous fournir des renseignements intéressants (inventaires piscicoles, algues).

On peut signaler qu'une pêche électrique a eu lieu en Mai sur le parc du MOULINEAU par les services de la fédération départementale de pêche et de pisciculture de la GIRONDE. L'interprétation des résultats de cette pêche n'a pas encore été publiée par la fédération. Les résultats figurent en ANNEXE 30.

Ces résultats peuvent nous permettre de déterminer le niveau typologique de cette station. Le classement socioécologique des espèces et la variation de la diversité spécifique le long de l'écosystème d'eau courante résultant d'analyses numériques et statistiques permettent de proposer une méthode pratique de détermination de l'appartenance typologique d'un peuplement piscicole donné à l'aide d'un organigramme (VERNEAUX - 1976).

Les composantes du ruisseau (largeur, distance aux sources, pente, température maximale) nous donnent un niveau typologique théorique 5 (Figure 1, ANNEXE 30). Si l'on part des poissons rencontrés (goujons) et du nombre d'espèces (Figure 2, ANNEXE 30) on obtient le biocénotype B_5 . Il n'y a donc pas de variation entre le niveau typologique réel et théorique. Ce niveau 5 correspond bien aux végétaux rencontrés sur cette partie du cours (VERNEAUX - 1973).

Le faible nombre de poissons pêchés sur le bief est certainement dû à la mauvaise efficacité de pêche (profondeur importante). La part des anguilles est très élevée (migrateur) et cause un déséquilibre dans la répartition des poissons.

- Une étude précise par l'intermédiaire des poissons pourrait être envisagée afin de mieux caractériser le ruisseau (méthode de De LURY : capture par unité d'effort).
- Pour mieux caractériser l'écosystème eau courante de l'EAU BOURDE il faudrait répéter des campagnes de prélèvements d'invertébrés telles que celles présentées dans ce chapitre à différentes périodes de l'année.

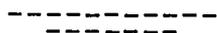
3.9. - CONCLUSION -

La réalisation d'une mosaïque du biotope sur le parc du MOULINEAU nous a permis de mettre en évidence un déséquilibre dans la faune benthique, une simplification des substrats (dominance des sables, sables vaseux, vases) liés au milieu naturel mais aussi à la présence de pollution par matières organiques (dépôts de vase), la rareté des substrats aux supports les plus riches (végétaux). Le dénombrement d'une faune peu diversifiée et déséquilibrée est signe de la présence d'une pollution.

Mais le but fixé qui était d'étudier les relations des biocénoses avec leur biotope, n'a pas été complètement atteint : ceci du fait de la complexité de l'écosystème eau courante et de la très grande variabilité des populations pour les mêmes substrats ou supports.

On peut conclure que la potentialité d'accueil d'un cours d'eau est liée à la diversité du milieu (diversité des substrats et supports). On note aussi une grande différence entre les substrats "originels" (sables, pierres, graviers, ...) et les supports dépendants des facteurs actuels du milieu (lumière, richesse en minéraux, ...) qui jouent un rôle important dans la diversification des peuplements de macroinvertébrés benthiques.

CHAPITRE IV



ETAT ACTUEL ET AMELIORATIONS

A APPORTER A L'ETAT DU COURS D'EAU

4.1. - ETAT ACTUEL -

Nous avons démontré par diverses méthodes que l'EAU BOURDE présentait les symptômes d'un ruisseau pollué par un excès de matières organiques. Mais le milieu subit d'autres agressions liées à l'état d'abandon de certaines parties du cours d'eau.

4.1.1. - POLLUTION PAR LES EAUX USEES -

Il s'agit du problème essentiel. L'EAU BOURDE reçoit sur la commune de GRADIGNAN les eaux usées traitées par la station d'épuration ainsi que des eaux usées déversées soit par les réseaux d'eaux pluviales, soit directement.

- LA STATION D'EPURATION DE GRADIGNAN - (Capacité 15 500 équivalents-habitants) est actuellement dans l'incapacité de traiter tous les effluents. De plus le mauvais fonctionnement du réseau séparatif provoque des surcharges (variations de débit importantes). La station d'épuration concentre les effluents, les épure mais incomplètement (forte augmentation des phosphates à l'aval de la station).

- LE RESEAU SEPARATIF pose des problèmes dans certains quartiers : certaines eaux usées se déversent dans le réseau d'eaux pluviales et l'eau de pluie est parfois canalisée par les égouts. Au niveau du déversement des réseaux d'eaux pluviales, l'eau a un aspect grisâtre, une odeur nauséabonde caractéristique des eaux usées (Secteur II du Parc du MOULINEAU, Station III).

- Des déversements directs dans le ruisseau subsistent encore (Moulin d'ORNON, Moulin de MONJOUX, etc...).

- De plus à l'entrée de la commune le ruisseau a déjà reçu les effluents de deux stations d'épuration (CESTAS, CANEJAN). Celui-ci semble auto-épurer au moins partiellement ces rejets, ceci n'en demeure pas moins une agression.

4.1.2. - AGRESSIONS DIVERSES -

- Objets et déchets divers déposés dans le cours : l'EAU BOURDE transporte une quantité importante de débris végétaux (feuilles, branches) ceux-ci sont souvent bloqués sur les rives et s'accumulent au pied des arbres (prieuré de CAYAC, aval de la station d'épuration). Dans la partie aval de la commune l'EAU BOURDE sert souvent de dépotoir (accumulation de caddies près du centre commercial : Station IV).

- Dégradation des rives : les berges sableuses sont d'autant plus fragiles qu'elles sont hautes. L'eau attaque celles-ci dans les zones non maintenues par les racines des arbres. Le processus d'érosion semble être le suivant :

. Creusement de part et d'autre de l'arbre et sous les racines (fig. n° 7) ce qui amène une déstabilisation de l'arbre et sa chute dans le cours d'eau. Lors de sa chute il entraîne une partie de la rive : ce trou est ensuite agrandi par l'érosion. Dans le cas où aucune partie de l'arbre n'est en contact avec l'eau cette encoche est le seul problème. Quand l'arbre est en contact avec l'eau il constitue un obstacle à l'écoulement de l'eau et peut provoquer des embâcles : le passage de l'eau s'effectue alors à travers l'embâcle ou par l'encoche qui s'agrandit (cas observé au prieuré de CAYAC où l'encoche mesurait 2 à 3 m de diamètre : Fig. n° 8). A l'aval peuvent se former des atterrissements (bancs de graviers, sables).

- Envasement : ce phénomène arrive surtout au niveau des biefs des moulins zones où la vitesse du courant est faible ce qui entraîne un phénomène de dépôt (cf. graphique de HJULSTROM - ANNEXE 20). A noter aussi l'envasement important du secteur III à l'aval du bief pour les mêmes raisons.

FIGURE N°7

EXEMPLE D'EROSION DE PART ET D'AUTRE D'UN ARBRE
(aval du secteur III , parc du Moulineau)

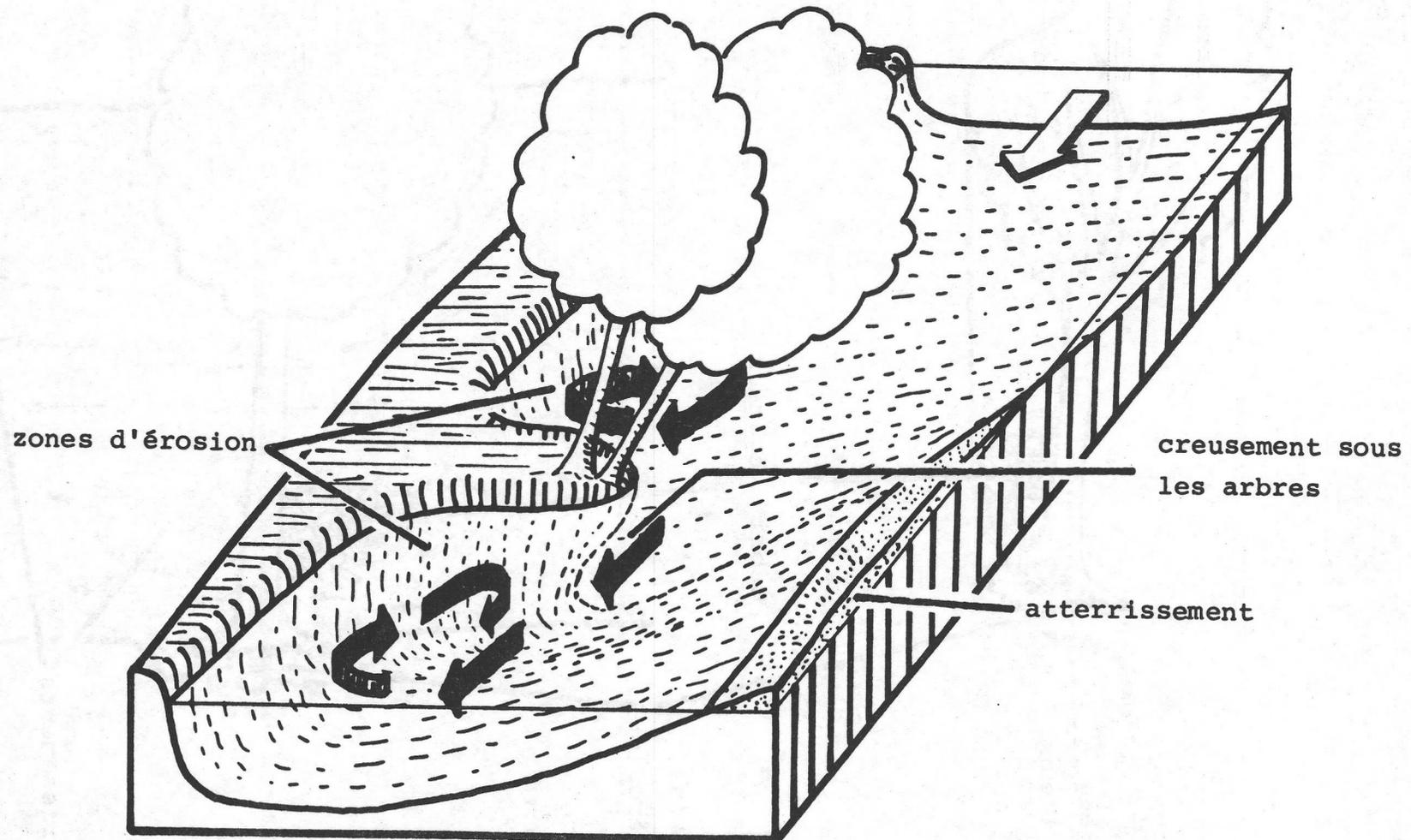
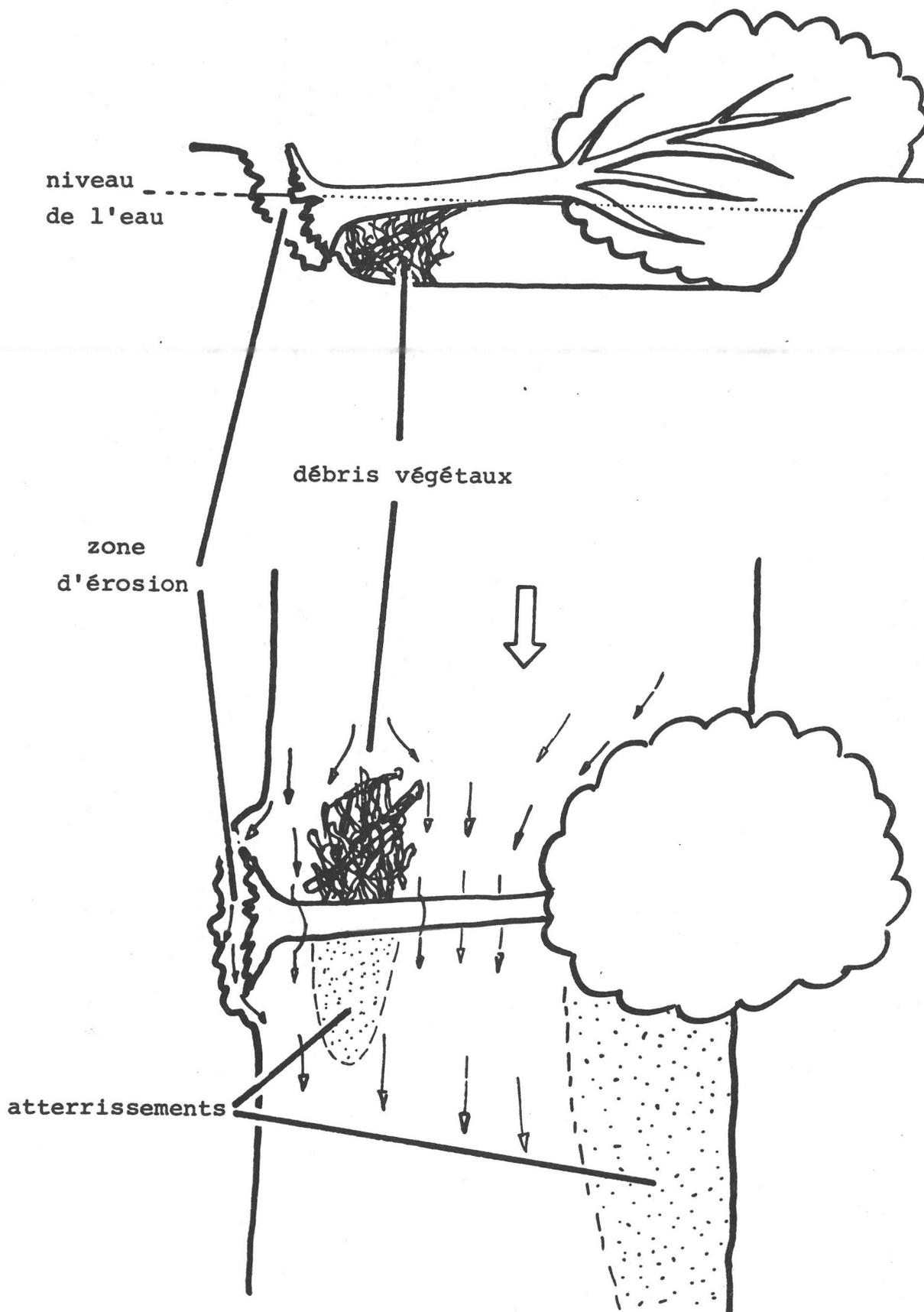


FIGURE N°8 EXEMPLE D'EMBACLE CAUSE PAR LA CHUTE
D'UN ARBRE (amont du Prieuré de Cayac)



4.2. - AMENAGEMENTS -

4.2.1. - CE QUI EST FAIT -

- ASSAINISSEMENT -

Il faut souligner l'effort important de la mairie par l'intermédiaire du bureau d'hygiène depuis 1976 qui a canalisé l'ensemble des rejets (90 %) à l'amont de la N. 10. Des recherches par des méthodes de coloration ont été faites pour déterminer l'origine des déversements dans les réseaux pluviaux mais ceci sans grand succès.

Cet effort est suivi du projet d'extension de la station d'épuration pour 1980-1981 (30 000 équivalent habitants).

- ENTRETIEN ET AMENAGEMENT -

La commune s'est rendue propriétaire d'un grand nombre de moulins afin de les remettre en état. Actuellement elle remet en état le parc du MOULINEAU (Moulin de DESCLAU) où sont réalisés :

- . un nettoyage fréquent du cours par enlèvement de tous les déchets flottants ;
- . des lâchures fréquentes destinées à dévaser le bief ;
- . des épandages de chaux pour flocculer les vases ;
- . un débroussaillage des rives.

4.2.2. - PROPOSITIONS -

- ASSAINISSEMENT -

Des eaux usées se déversent encore soit directement soit par l'intermédiaire des réseaux pluviaux. Le premier objectif serait de supprimer toutes ces arrivées d'égoût à l'EAU BOURDE.

La réfection d'une partie du réseau séparatif le plus ancien serait peut être à envisager.

Si toutes les eaux usées sont concentrées vers la station d'épuration cela implique une extension rapide de celle-ci et peut être même une amélioration du procédé par un traitement tertiaire (diminution des phosphates).

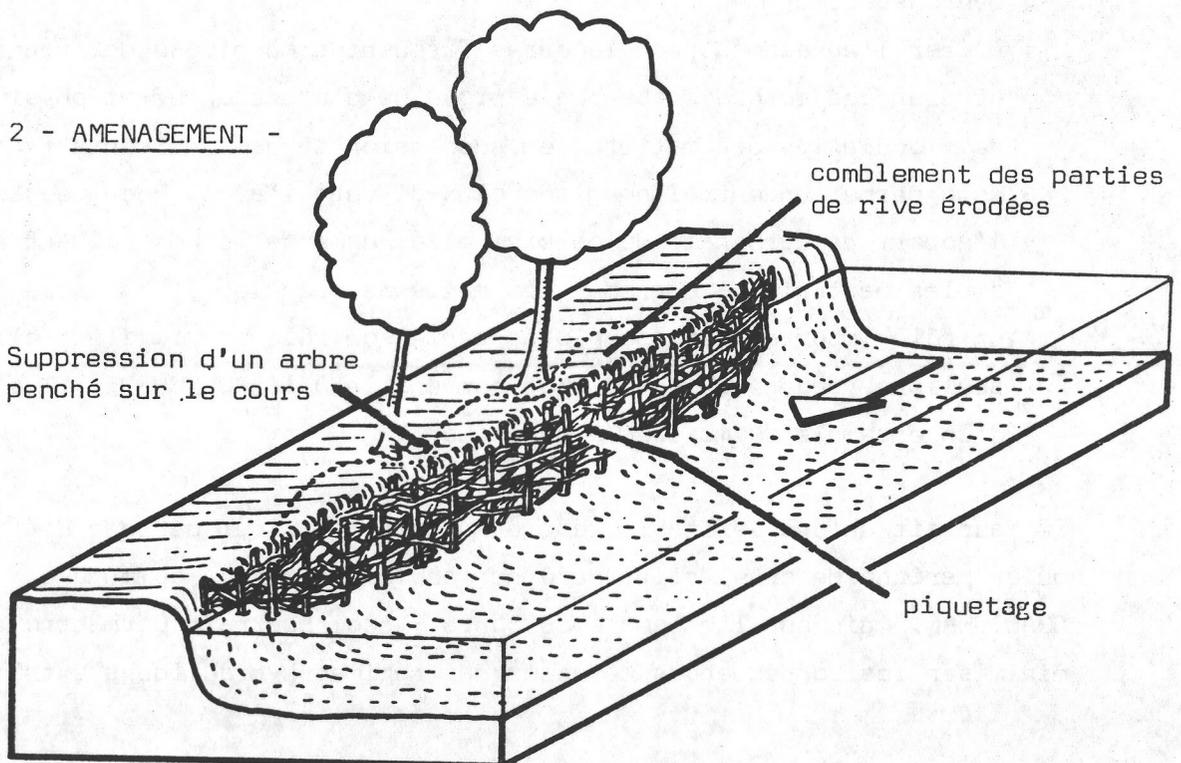
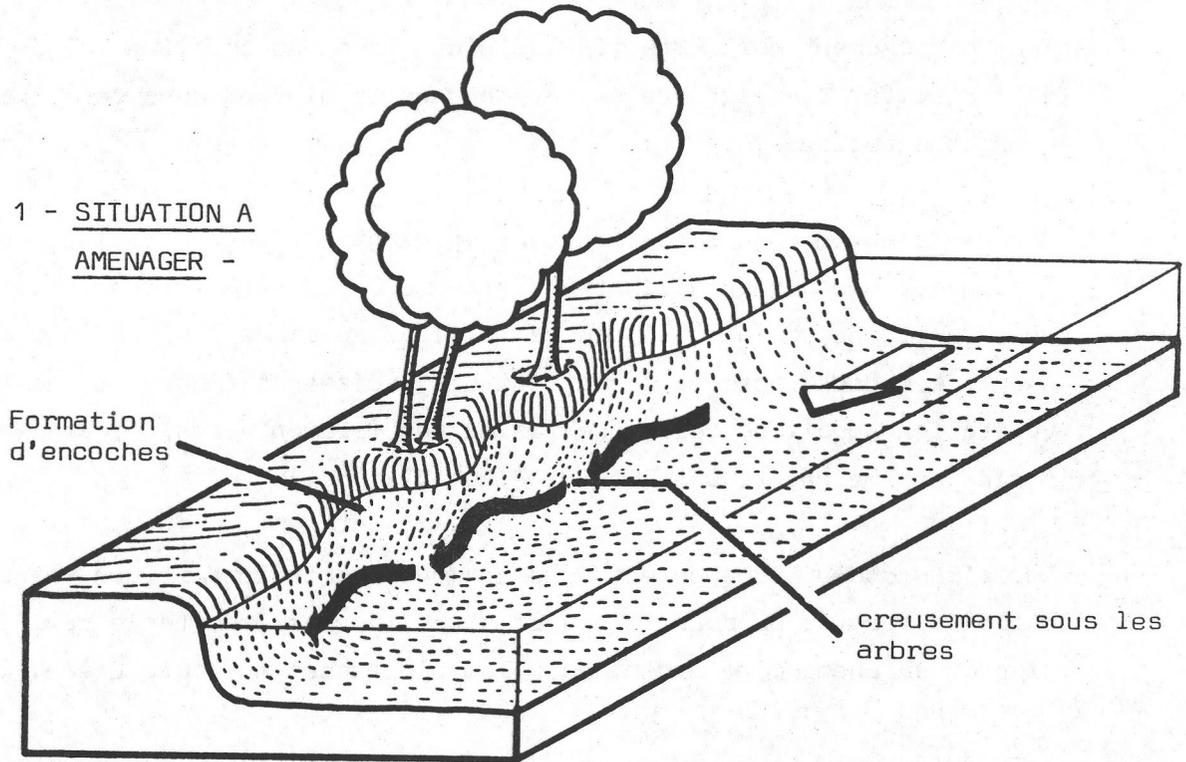
- AMENAGEMENTS -

Les tronçons des rives du cours d'eau qui sont restées propriété privée sont à l'abandon. Seule la mairie semble actuellement en mesure d'aménager l'EAU BOURDE sur les tronçons dont la commune est propriétaire.

L'aménagement du cours d'eau devrait concerner :

- . La suppression des arbres développés sur les parties basses des berges, mal stabilisés ;
- . L'enlèvement des embâcles dans le lit ;
- . La restauration des ouvrages hydrauliques autour des moulins (remise en état des vannes, en particulier) ;
- . Le curage de certaines zones envasées (bief, étang d'ORNON, atterrissements) ;
- . la stabilisation des berges érodées : divers procédés pourraient être envisagés :
 - × par un piquetage (procédé rustique, Fig. n° 9) ou en jouant sur la plantation d'espèces arbustives dans les zones qui manquent d'arbres mais ceci en respectant un certain équilibre dans la limitation de lumière permettant un développement minimum des végétaux aquatiques (les arbustes maintiennent mieux les berges hautes que les arbres -MAIRE -1977-) ;
 - × stabilisation par enrochement (gabions) ou palplanches .

EXEMPLE D'AMENAGEMENT PAR PIQUETAGE



Tout aménagement doit être réalisé d'une façon "douce" (restauration) afin d'éviter toute grande variation dans le biotope donc dans les biocénoses aquatiques.

Par exemple : une suppression trop importante de la végétation des rives permet une augmentation très forte de la lumière incidente au niveau du lit du cours d'eau, le reprofilage du cours diminue la profondeur : ces deux facteurs permettent une croissance importante de la végétation aquatique telle que les algues filamenteuses, végétaux immergés et émergés (GROSS F., DUTARTRE A. -1980-).

Sur l'EAU BOURDE la suppression d'un moulin entraînerait une transformation du profil du cours d'eau donc une reprise importante de l'érosion et un changement brutal pour les biocénoses du cours d'eau.

- ENTRETIEN -

Tout aménagement doit être suivi d'un entretien régulier. L'entretien devrait consister à :

- . nettoyer le cours d'eau de tout ce qu'il transporte ;
- . débroussailler les rives ;
- . éviter l'envasement par lâchures fréquentes au niveau des vannes et épandage de craie. La craie provoque d'abord un effet physique de floculation des matières en suspension et des sédiments fins donc permet un entraînement de ceux-ci vers l'aval. Ensuite par l'apport de carbonate de calcium elle augmente le pH aidant ainsi les bactéries à dégrader les matières organiques. La craie joue un rôle important mais employée seule son rôle est limité ; elle seule ne redonnera pas un état convenable à l'EAU BOURDE. Il s'agit d'un ensemble de mesures à appliquer.

Il faudrait qu'une véritable gestion de l'eau tant en période d'étiage qu'en période de crue, s'instaure non seulement sur la commune de GRADIGNAN, mais sur l'ensemble du cours ; ceci pourrait permettre de minimiser les conséquences néfastes des régimes hydrauliques extrêmes.

CONCLUSION

L'étude ci-dessus nous a permis de déterminer la qualité de l'eau sur une partie du cours d'eau péri-urbain qu'est l'EAU BOURDE.

L'analyse physicochimique fait ressortir une pollution de l'ensemble du cours sur la commune de GRADIGNAN par les phosphates, l'azote ammoniacal, pollution accentuée à l'aval de la station d'épuration.

La méthode des indices biotiques complétée par les I.Q.B.G. semble moins sensible mais montre tout de même une dégradation de la faune après la traversée de GRADIGNAN.

Depuis vingt ans la qualité de l'eau s'est améliorée à l'amont de GRADIGNAN grâce au bon fonctionnement de la station d'épuration mise en service à CESTAS elle est restée constante à l'aval de GRADIGNAN ceci en raison des déversements d'eaux usées par les réseaux d'eaux pluviales et peut être à la surcharge de la station d'épuration de GRADIGNAN.

L'essai de mosaïque de biotope sur le parc du MOULINEAU nous a permis de mettre en évidence une pauvreté et un déséquilibre de la faune benthique rencontrée, le rôle important joué par certains substrats ou supports (pierres, végétaux) et enfin l'état général du cours d'eau (berges, envasement). Beaucoup d'éléments contribuent à prouver qu'en cette station le cours d'eau est déjà soumis à une pollution organique (faible teneur de l'eau en oxygène dissous : 5 mg/l ; cf. § 2.2.).

L'ensemble de ces observations nous montre que la priorité est à donner à la suppression des déversements directs d'eaux usées dans l'EAU BOURDE et à l'augmentation de la capacité de la station d'épuration. Les nécessités d'entretien et d'aménagement ne doivent pas être oubliées pour autant. Il semble que la mairie s'en préoccupe puisque ses efforts portent actuellement sur les problèmes d'assainissement (doublement de la station d'épuration en 1981) et sur l'obtention de la maîtrise

foncière du maximum de linéaire de rives et du plus grand nombre possible de moulins.

Il faut aussi souligner l'effort de concertation à réaliser entre les différentes administrations (C.U.B., D.D.E., C.E.T.E., commune, département, C.T.G.R.E.F.). Cet effort semble bien engagé avec l'étude d'un objectif de qualité de l'EAU BOURDE mettant en jeu les différents organismes.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTRAND H. -1954- Les insectes aquatiques d'Europe - 2 T. - Le Chevalier - PARIS -
- BOURNAUD M., KECK G., RICHOUX P. -1980- Les prélèvements de macroinvertébrés benthiques en tant que révélateurs de la physionomie d'une rivière - Annls. Limnol. - 16 (1) - 1980 - 55-75 -
- BOURNAUD M., TACHET H. -1974- Introduction à l'étude des macroinvertébrés des cours d'eau - Université LYON I - Certificat d'Ecologie -
- BOURNAUD M. -1979- Indices biologiques pour évaluer l'état d'un écosystème d'eau courante - Comptes Rendus des Journées de l'Eau - LIMOGES - Octobre 1979 - p. 19-27 -
- CALVET F. -1975- Etude de la pollution due à une tannerie et de l'autoépuration d'une rivière du PAYS BASQUE français : le LAXIA - Mémoire de fin d'Etudes - ENITA de BORDEAUX, Section Agronomie -
- C.T.G.R.E.F., Section Q.E. BORDEAUX -1972- Etude de la rivière : l'EAU BOURDE - Polycopié - 11 p. -
- C.T.G.R.E.F., Division Q.E.P.P. ANTONY -1977- Etude écologique du cours supérieur de la SEILLE - Etude n° 15 - 31 p. -
- C.T.G.R.E.F., Section Q.E. BORDEAUX -1980- Etude hydrobiologique de l'EAU BOURDE - sous presse -
- CUMMINS K.W. -1975- Macroinvertebrates in River Ecology - p. 170-198 - WHITTON BA. - Studies in Ecology - Vol. 2 - Balckwell -
- DAGET J. -1976- Les modèles mathématiques en écologie - p. 17-28 - MASSON -
- DECAMPS H. -1971- La vie dans les cours d'eau - Que sais-je ? - Presse universitaire de FRANCE - 125 p. -
- DORST J. -1970- La nature dénaturée - Points - Delachaux et Niestlé -
- DUSSART B. -1966- Limnologie - L'étude des eaux continentales - Gauthier-Villars - PARIS - 658 p. -
- F.A.O. -1975- Diagnose écologique d'un cours d'eau à salmonidés - EIFAC/T22 - FAO - ROME -
- GHIO M. -1977- Régime des rivières de la région Centre et qualité des eaux de surface dans les espaces péri-urbains - In Bulletin de l'Institut d'Ecologie Appliquée - ORLEANS - n° 3 et 4 - p. 249-256 -

- GROSS F. -1975- Etude écologique d'un ruisseau de l'ENTRE-DEUX-MERS - Thèse de Doctorat - Université de BORDEAUX I -
- GROSS F., DUTARTRE A. -1980- L'aménagement des cours d'eau - Evolution des milieux aménagés - Données économiques - Quelques exemples pris dans le SUD-OUEST de la FRANCE - 11 p. - CECPI - Consultation technique sur la répartition des ressources ichthyologiques - VICHY - 20-24 Avril 1980 -
- HASLAM S.M. -1978- River plants - CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS -
- HYSSON R. -1970- Glossaire de biologie animale - GAUTHIER-VILLARS - 296 p. -
- LAVANDIER P., DUMAS J. -1971- Microrépartition de quelques espèces d'invertébrés benthiques dans les ruisseaux des PYRENEES Centrales - Annls. Linnol. - T. 1 - Fasc. 1 - 1971 - p. 7-23 -
- MAIRE G. -1977- La dynamique fluviale de la SAULX MARNAISE - Une méthode naturaliste d'étude des rivières à fond mobile en vue de leur aménagement - Rapport 38 p. -
- NISBET M., VERNEAUX J. -1970- Composantes chimiques des eaux courantes - Annls. Linnol. -6- (2) p. 161-190 -
- RIVIERE J. -1976- Les méthodes générales d'épuration des eaux résiduaires - In La Pollution des Eaux Continentales - P. PESSON - GAUTHIERS-VILLARS - p. 23-35 -
- ROUSSEAU E. -1921- Les larves et nymphes aquatiques des insectes d'EUROPE - I - 967 p. -
- S.R.A.E. AQUITAINE -1978- Influence de l'urbanisation de CESTAS sur les inondations de l'EAU BOURDE dans le territoire de la C.U.B. -
- S.R.A.E. AQUITAINE -1974- Etude de la qualité du milieu naturel : l'EAU BOURDE - Rapport - 3 p. + Annexes -
- TUFFERY G., VERNEAUX J. -1967- Méthode de détermination de la qualité biologique des eaux courantes - C.E.R.A.F.E.R. - PARIS - 21 p. -
- VERNEAUX J. -1973 - Cours d'eau de FRANCHE COMTE - Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du DOUBS - Thèse de Doctorat - Université de BESANCON -
- VERNEAUX J., FAESSEL B., MALESTIEUX G. -1977- Note préliminaire à la proposition de nouvelles méthodes de détermination de la qualité des eaux courantes - Polycopié -