



HAL
open science

**Recherche sur le bassin versant de la Charente et la baie
associée de Marennes-Oléron : volet continental :
rapport technique final de la tranche 1995**

François Delmas

► **To cite this version:**

François Delmas. Recherche sur le bassin versant de la Charente et la baie associée de Marennes-Oléron : volet continental : rapport technique final de la tranche 1995. irstea. 1996, pp.32. hal-02577147

HAL Id: hal-02577147

<https://hal.inrae.fr/hal-02577147v1>

Submitted on 14 May 2020

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.

96/0818



LA RECHERCHE POUR L'INGENIERIE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ENVIRONNEMENT

DIFFUSION INTERNE



Département Gestion
des Milieux Aquatiques

Division Qualité des Eaux

CONTRAT DE PLAN ETAT - REGION POITOU-CHARENTE 1994-1998



RECHERCHE SUR LE BASSIN VERSANT DE LA CHARENTE ET LA BAIE ASSOCIEE DE MARENNES-OLERON

VOLET CONTINENTAL

RAPPORT TECHNIQUE FINAL DE LA TRANCHE 1995

Ce rapport de la tranche de travaux 1995 a été réalisé par :

François DELMAS*

Avec la participation de :

Jean-François DUBERNET*

Henri BEUFFE*

Alain DUTARTRE*

Matthieu TORRE*

Ramon LAPLANA**

Françoise VERNIER**

Thierry LEVIANDIER***

Ahmed ZERMANI***

Dactylographie :

Catherine FERRIERE,*

GAZINET, Novembre 1996

*CEMAGREF, Groupement de Bordeaux, Division Qualité des Eaux

**CEMAGREF, Groupement de Bordeaux, Division Production et Economie Agricoles

***CEMAGREF, Groupement d'Antony, Division Hydrologie

SOMMAIRE

	Page
I./ OBJECTIFS DES RECHERCHES 1995	3
II./ EQUIPES DU CEMAGREF IMPLIQUEES DANS CE VOLET DU PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LE VOLET CONTINENTAL	4
III./ TRAVAUX REALISES OU EN COURS DURANT LA TRANCHE 1995	5
III.1./ Hydrologie, flux de polluants, modélisation hydrologique et de qualité	5
<i>III.1.1.) Gestion du BVRE du Ruiné et suivi hydrologique et qualité</i>	5
<i>III.1.2.) Suivi "Qualité des eaux" du Bassin Versant de la Charente</i>	5
<i>III.1.3.) Exploitation des données hydrologiques et de qualité Ruiné et Charente</i>	5
<i>III.1.4.) Travaux de modélisation hydrologique et de qualité</i>	10
<i>III.1.5.) Etude de l'élaboration des flux de pesticides sur le BVRE du Ruiné</i>	17
III.2./ Systèmes biologiques	25
<i>III.2.1.) Caractérisation des habitats et des peuplements de macrophytes sur le fleuve Charente</i>	25
<i>III.2.2.) Capacités de mobilisation de nutriments et d'assimilation de l'hydrosystème</i>	25
<i>III.2.2.1.) Mobilisation de nutriments par la biomasse végétale des macrophytes aquatiques</i>	26
<i>III.2.2.2.) Rôles des compartiments bactérien et algal sur les capacités d'assimilation de l'hydrosystème</i>	27
<i>a) Expérimentations in situ</i>	27
<i>b) Approche en laboratoire dans de petits réacteurs</i>	28
<i>c) Approche tronçons</i>	29
III.3./ Intégration entre modèles, interfaçage entre modèles et système d'information	29
IV./ PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES	31
IV.1./ Travaux d'élèves	31
IV.2./ Rapports	32

PS : erreur de pagination : manque la page 16

CEMAGREF / Groupement de Bordeaux

Contrat de Plan Etat/Région Poitou-Charentes 1994-98

Recherche sur le bassin versant de la Charente et la baie associée de Marennes-Oléron - Volet continental - Rapport technique final de la TRANCHE 1995

I./ OBJECTIFS DES RECHERCHES 1995 -

Les recherches menées pendant la tranche 95 visent à poursuivre, à consolider et à valoriser les résultats de recherche acquis antérieurement (précédent contrat de Plan et tranche 94 de l'actuel Contrat de Plan), notamment :

- ⇒ à alimenter, avec les nouvelles chroniques obtenues, la base de données hydrologiques du Bassin versant de la Charente et du bassin versant expérimental du Ruiné sur une durée supérieure à 5 ans, afin de compléter les chroniques hydrologiques et de qualité, à préciser les fourchettes de variation interannuelle et de suivre les conséquences au niveau de l'hydrologie et de la qualité de quelques événements climatiques marquants (suivi dynamique des fortes crues).
- ⇒ à préciser les relations réciproques entre le régime de la rivière, la qualité des eaux et les pratiques agricoles, notamment sur le bassin versant du Ruiné,
- ⇒ à préciser la relation réciproque entre le régime de la rivière et les peuplements de macrophytes,
- ⇒ à quantifier les rôles du compartiment végétal sur certains processus biologiques et biochimiques susceptibles de peser de façon significative sur les flux et bilans du bassin versant,
- ⇒ à faire évoluer le modèle continental pluies/débits-nitrates mis au point pendant le précédent Contrat de Plan. Il s'agit essentiellement de remédier à certaines

imperfections détectées au niveau de la comparaison données simulées-données observées. Outre l'amélioration de la spatialisation du modèle existant, une nouvelle approche théorique de modélisation est tentée, à savoir la mise au point d'un modèle récursif susceptible à terme de mieux simuler des flux et bilans hydrologiques et de qualité des eaux sur ce terrain d'étude.

- ⇒ à tenter d'identifier l'influence de la nouvelle Politique Agricole Commune sur une modification des pratiques agricoles, et à caractériser les conséquences de celles-ci sur la qualité des eaux dans le réseau hydrographique du système Charente et à l'aval,
- ⇒ à formaliser et valoriser les connaissances acquises pendant la période passée par les publications et actions de communication adéquates.

Un objectif à terme permettant une finalisation de bon nombre des résultats de recherche acquis par l'équipe pluridisciplinaire et pluri-organisme impliquée dans le présent programme est la production d'un outil intégrateur à références spatiales permettant une aide à la gestion du territoire et de la ressource en eau dans un continuum bassin versant fluvial de la Charente - marais littoraux - baie associée de Marennes-Oléron . Cependant, la production d'un tel outil au service des gestionnaire nécessitera d'autres financements que ceux acquis dans le cadre du présent Contrat de Plan.

II./ EQUIPES DU CEMAGREF IMPLIQUEES DANS CE VOLET DU PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LE VOLET CONTINENTAL -

- **Division Qualité des Eaux de Bordeaux** (8 chercheurs et ingénieurs, 3 techniciens, 1 administratif) : suivi hydrologique de bassins versants emboîtés, incluant les flux de nutriments et de certains polluants. Travail sur le rôle fonctionnel du compartiment végétal et sur la quantification de son incidence au niveau des bilans de bassins versants.
- **Division Production et Economie Agricoles de Bordeaux** (4 chercheurs et ingénieurs, 1 technicien) : descripteurs géographiques, économiques et environnementaux liés à l'activité agricole sur le bassin versant, et relation avec la qualité des eaux de surface.
- **Division Hydrologie d'Antony** (2 chercheurs et ingénieurs) : modélisation hydrologique pluie/débits et, pour les flux d'azote, concentration-durée-fréquence en relation avec les pluies - Changement d'échelle en modélisation. Travail sur le couplage modèle continental - modèles relatifs à la baie de Marennes-Oléron, en relation avec IFREMER.

Equipes partiellement impliquées :

- **le CEMAGREF, Divisions Qualité des Eaux de Lyon et Hydrologie - Hydraulique Lyon** (respectivement 5 chercheurs et Ingénieurs, 2 techniciens et 2 chercheurs et ingénieurs) : travail sur la modélisation des transferts de polluants organiques (molécules herbicides résiduelles dans ce cas), et du phosphore.
- **le CNRS, Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse** (2 chercheurs) : travail sur la modélisation pour l'aide à la gestion de la pollution diffuse par les nutriments et les pesticides (Modèle POLA)

III./ TRAVAUX REALISES OU EN COURS DURANT LA TRANCHE 1996 -

III.1./ HYDROLOGIE, FLUX DE POLLUANTS, MODELISATION HYDROLOGIQUE ET DE QUALITE :

III.1.1.) Gestion du B.V.R.E du Ruiné et suivi hydrologique et qualité:

Le suivi hydrologique réalisé depuis 1991 par l'équipe «Qualité des Eaux» du CEMAGREF Bordeaux sur ce bassin versant de 5,5 km² à substrat calcaire, situé dans le secteur d'Aubeville, a été poursuivi normalement en 1995. Grâce à un appareillage adéquat (station de mesure installée à Aubeville, préleveurs automatiques asservis au débit) et à une tournée hebdomadaire de mesure et prélèvement d'échantillons, l'alimentation de la banque de données créée antérieurement est alimentée normalement (débits en continu, concentrations en N, P, MES, pesticides à fréquences hebdomadaire et horaire en crues).

III.1.2.) Suivi «Qualité des eaux» du Bassin versant de la Charente :

En complément des données de suivi des débits et des analyses qualité effectuées par les différents réseaux institutionnels de surveillance en place sur le grand bassin versant de la Charente, (Stations de jaugeage DIREN, stations R.N.B., stations complémentaires suivies par l'agence de l'Eau Adour-Garonne), la Division Qualité des Eaux du CEMAGREF Bordeaux effectue sur 7 stations de la Charente et sur 2 stations d'un de ses affluents, le Né, un suivi mensuel de qualité de l'eau plus complet que celui effectué sur le R.N.B., en y rajoutant notamment le phosphore total et l'analyse séparée des formes dissoutes et particulaires de cet élément, ainsi que l'analyse de plusieurs pesticides.

Ce dispositif présente une grande importance pour la réalisation d'études de bilans sur des bassins versants emboîtés, et pour permettre d'aborder les changements d'échelle du petit au grand bassin versant. D'autre part, ce suivi qualité régulier est indispensable pour la réalisation des études citées dans le chap III-2 visant à quantifier le rôle du compartiment végétal dans les phénomènes de mobilisation de nutriments et d'assimilation par l'hydrosystème Charente d'une charge eutrophisante. En effet, pour ce faire, il est nécessaire d'avoir une idée assez précise des flux et bilans en divers points du cours de la Charente.

12 tournées mensuelles, avec les prélèvements et les analyses d'échantillons d'eau qui y sont liés, ont été effectuées en 1995. L'exploitation des données pluri-annuelles est réalisé en appui à la mise au point et au calage des modèles GR et NITRAS du CEMAGREF d'une part, du modèle POLA de l'I.M.F.T. d'autre part.

III.1.3.) Exploitation des données hydrologiques et de qualité Ruiné et Charente :

La Division Qualité des Eaux du CEMAGREF Bordeaux reconstitue des bilans de flux sur le B.V.R.E. du Ruiné à partir des données mesurées et des résultats d'analyses qualité.

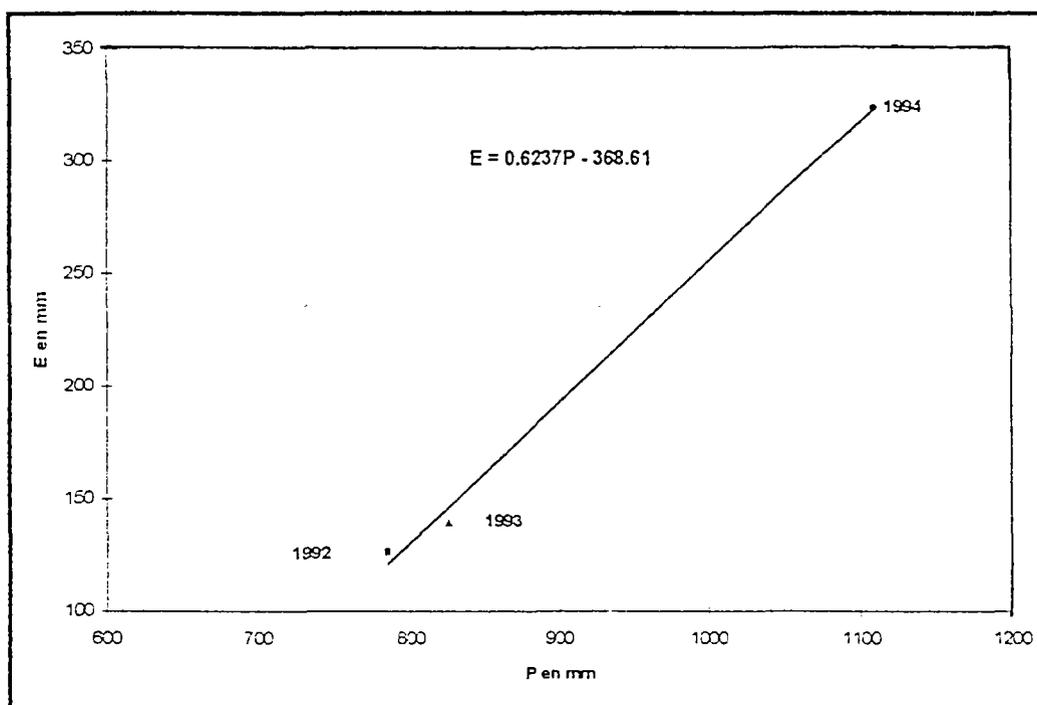
Grâce à un appareillage permanent de mesure débit-métrique et de prélèvement automatique, elle possède aussi des données précises sur la dynamique particulière des flux initiés lors des épisodes de crues.

Enfin, elle est en mesure de reconstituer avec plus ou moins de précision, selon la fiabilité des stations de jaugeage, la représentativité des analyses effectuées et leur faible cadence, des flux et bilans d'exportation estimés à différents endroits du grand bassin versant de la Charente avec les limites suivantes :

- précision des stations de jaugeage dans le cas général et plus particulièrement compte tenu des conditions hydrauliques de l'aval du bassin, sous l'influence des marées, qui empêchent toute mesure directe fiable. La seule possibilité outre la modélisation est de procéder, en se basant sur les données de la station de Jarnac, à la reconstitution des flux totaux par extrapolation, au prorata des surfaces, de la production du bas de bassin versant concerné.
- absence de suivi rapproché de qualité au cours des épisodes de crues.

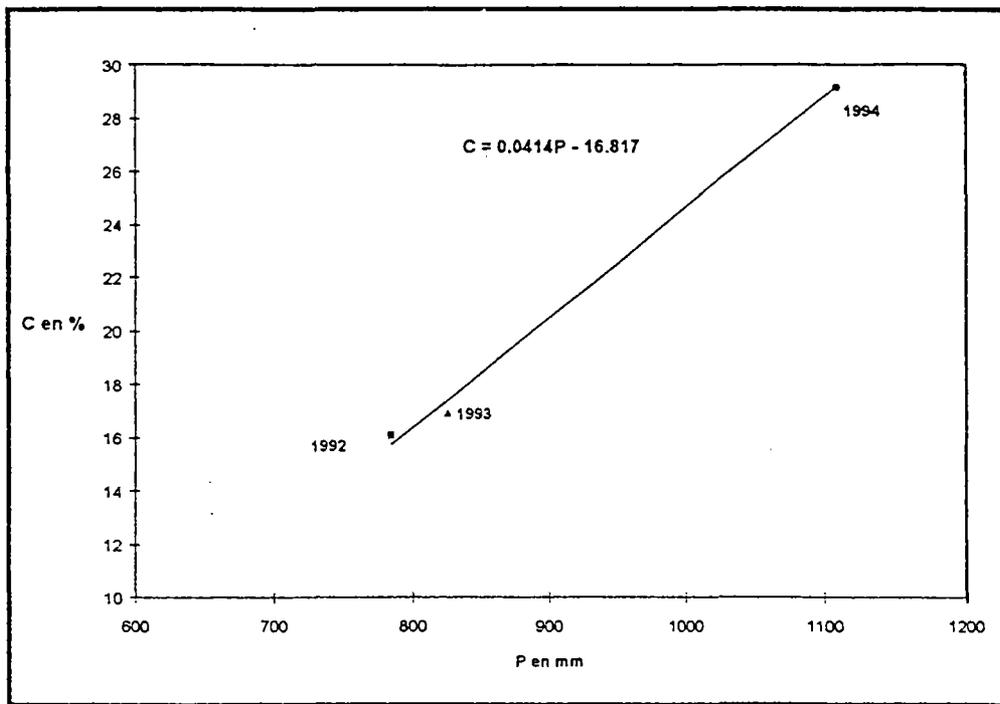
L'exploitation et la comparaison des séries de données hydrologiques déjà acquises au niveau du bassin versant expérimental du RUINE ont été réalisées notamment à l'occasion d'un stage de B.T.S.A./Option GEstion et Maîtrise de l'EAU (GEMEAU)° réalisé dans l'été 1995 par l'étudiant Cyrille HAMMOUDA, dont le mémoire a été soutenu en fin d'année scolaire 1995/96. L'objet plus particulier de son stage était d'essayer de trouver une relation simple entre la pluie tombée et les débits du ruisseau.

Entre autres résultats, une droite de régression d'équation $E = (0.6237 P - 368.61)$ a permis de donner un ajustement très satisfaisant avec un excellent coefficient de corrélation ($R^2 = 0,997$) entre la **quantité de pluie annuelle** (= P) et la **hauteur d'eau écoulée annuelle** (= E) sur les trois années étudiées (1992 à 94) : Voir Graphique 1 ci-dessous.



Graphique n°1 : droite de régression pour l'écoulement annuel (1992-94).

De même, une droite de régression d'équation $C = (0.0414 P - 16.817)$ a permis de donner un ajustement très satisfaisant avec un excellent coefficient de corrélation ($R^2 = 0,997$) entre la **pluviométrie annuelle cumulée** (= P) et le **coefficient de ruissellement** (= C) sur les trois années étudiées (1992 à 94) : Voir Graphique 2



Graphique n°2 : droite de régression coefficients de ruissellement / précipitations (92-94)

Par contre, il n'a pas été possible d'établir une relation fiable entre un épisode donné de pluie tombée sur le bassin (exprimée en mm) et le coefficient de ruissellement, ce dernier paramètre étant sous la dépendance de plusieurs facteurs dont, entre autres, l'humidité et la structure du sol et la violence instantanée de la pluie.

L'exploitation et la comparaison des séries de données de qualité déjà acquises sur le RUINE et sur la rivière CHARENTE ont été effectuées notamment dans le cadre d'une thèse réalisée entre 1993 et 1995 par M. Adilson PINHEIRO, étudiant doctorant de l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, qui a soutenu avec succès sa thèse le 27 octobre 1995. L'objet plus particulier de son travail était la mise au point d'un modèle qualité des eaux permettant d'aider à la gestion de la pollution des eaux. Dans ce cadre, un travail préalable sur les chroniques de données observées a été nécessaire en vue de l'élaboration et du calage du modèle.

Outre les comparaisons interrannuelles d'évolution des paramètres de chimie des eaux du B.V.R.E. du Ruiné et à titre d'illustration du type d'exploitation des résultats, les figures 3.1 et 3.2 (cf. pages suivantes) permettent de comparer la dynamique de certains paramètres de qualité lors des épisodes de crues (ici, deux épisodes de crue séparés de la même année 1993 à faciès notablement différent).

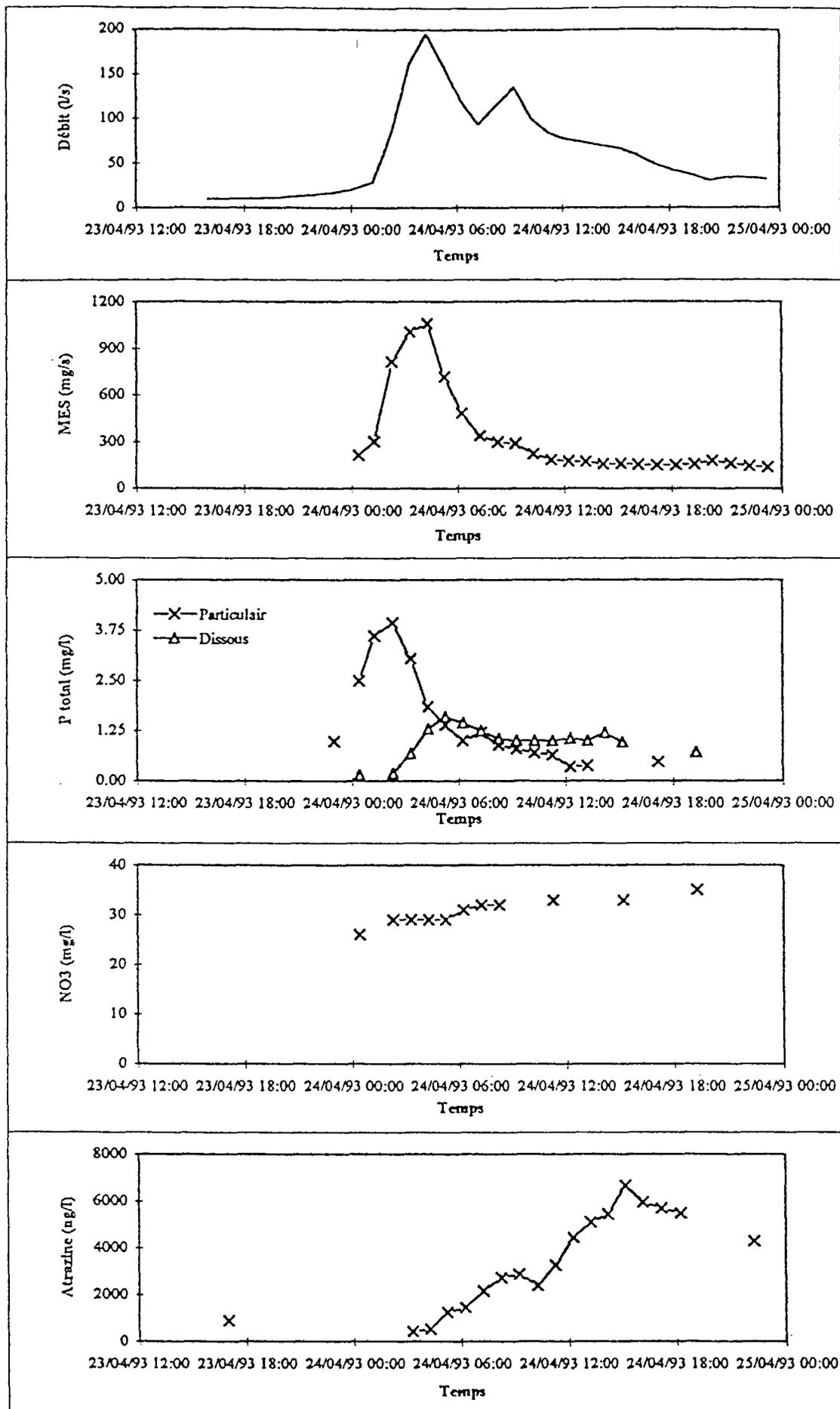


Figure 3.1 : Transfert de polluants sur le bassin du Ruiné: crue 1

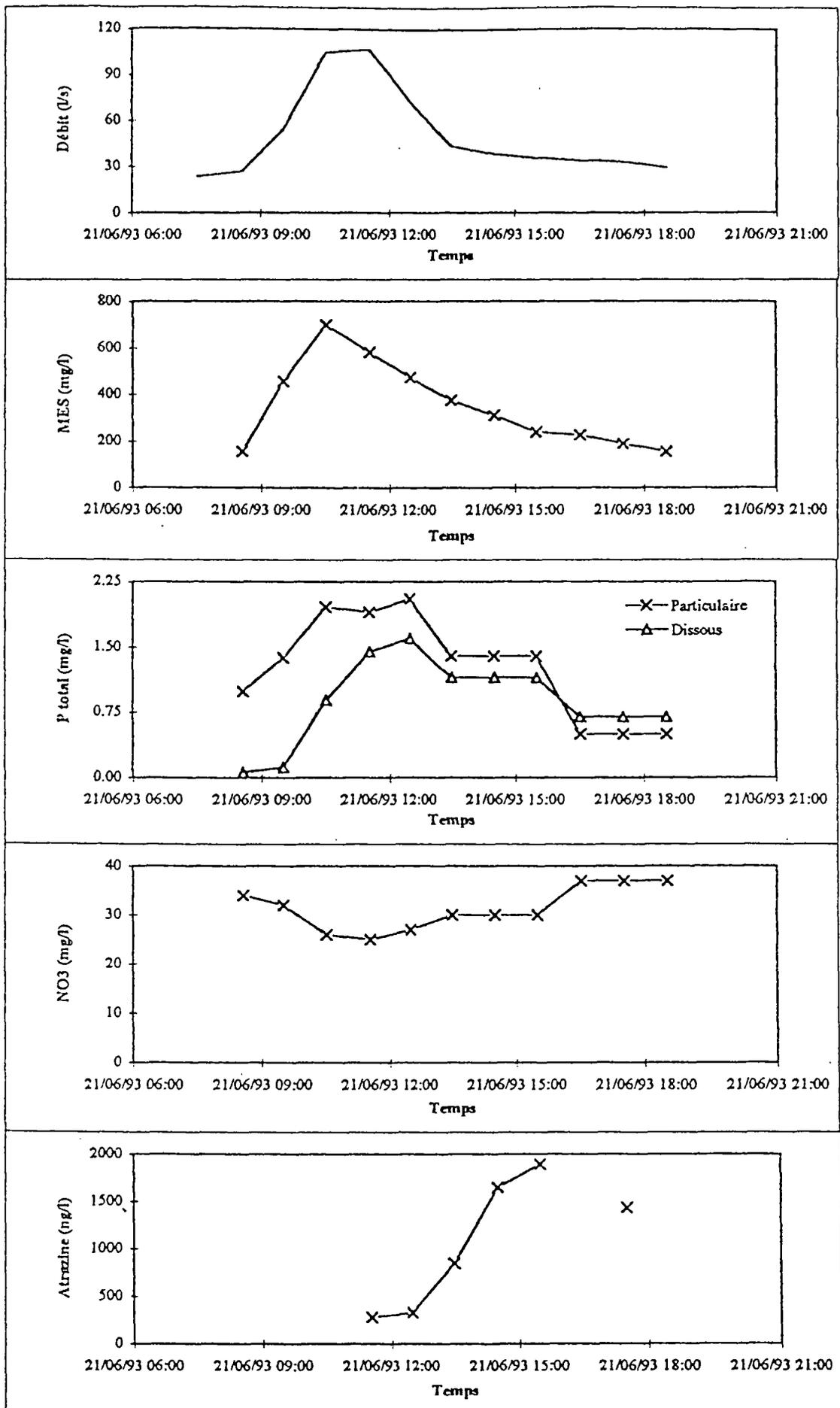


Figure 3.2 : Transfert de polluants sur le bassin du Ruiné: crue 2

Parallèlement, afin d'étudier et d'interpréter les relations entre l'activité agricole et la qualité des eaux, la Division «Production et Economie Agricole» du CEMAGREF Bordeaux a de nouveau réalisé une enquête exhaustive de terrain sur ce bassin versant et alimenté la banque de données agronomiques concernant l'occupation du sol et les pratiques agricoles à la parcelle et à la semaine sur SIG Arc-Info (voir résultats de cette étude pluri-annuelle au Chap. III.1.5).

III.1.4.) Travaux de modélisation hydrologique et de qualité :

A) CEMAGREF :

La Division Hydrologie-Hydraulique du Cemagref Antony continue son travail en vue de rendre plus performant le modèle pluie/débits - nitrates issu de GR3. Ce modèle est d'ores et déjà utilisable et opérationnel et a été transféré récemment à un bureau d'études travaillant sur la Zone Charente. Cependant, il reste perfectible et peut encore être amélioré moyennant quelques modifications.

AXES DE DEVELOPPEMENT EN COURS

◇ Dérive apparente des débits et évolution des prélèvements :

Il se confirme que les débits d'étiage simulés sont plus élevés que les débits observés, ce qui correspond principalement à l'omission délibérée des prélèvements et à l'utilisation d'un modèle calé sur des années antérieures à 1980, avec des prélèvements faibles. Or le fort développement récent des pompages directs d'eau d'irrigation dans les nappes, non pris en compte de manière explicite dans le modèle, provoque indéniablement un abaissement de celles-ci, modifie sensiblement les relations nappe-rivière et nous éloigne par conséquent des conditions naturelles d'hydrologie de surface de ce bassin versant. Il faut toutefois être prudent car des erreurs d'estimation des capacités de rétention du modèle sont toujours possibles, indépendamment des erreurs sur les prélèvements. Il convient donc de passer à une deuxième phase où les prélèvements seraient estimés directement et introduits explicitement dans le modèle.

◇ Compatibilité des évolutions des stocks d'azote avec les cinétiques utilisées : Si les phénomènes à court terme sont fortement influencés par le couplage avec le débit, les flux moyens à long terme ne dépendent que des apports, des échanges souterrains, des cinétiques chimiques et - de façon non négligeable, en raison du contrôle de la dénitrification - de leur couplage avec l'humidité du sol. La vérification de la capacité prédictive à court terme peut être faite de façon usuelle et empirique par la distinction de périodes de calage et de contrôle, mais la prévision à long terme est plus délicate. Des vérifications complémentaires sont donc nécessaires pour utiliser le modèle en estimation de modifications des pratiques ou politiques agricoles.

Les constantes des cinétiques chimiques sont a priori universelles, et obtenues dans la littérature, mais elles sont utilisées de façon un peu abusive à l'échelle d'un bassin versant, et leur introduction dans le modèle génère une dérive des stocks d'azote. Ceci peut être corrigé, soit en modifiant ces constantes, soit en réinitialisant arbitrairement les stocks, solution mise en oeuvre jusqu'à présent sur la Charente (contrairement au bassin de Mélarchez). Par ailleurs une erreur sur ces constantes peut être masquée pendant assez longtemps par une erreur sur l'initialisation des stocks. Les capacités de dilution des engrais

par la pluie sont également à réexaminer, face à des apports plus importants. La démarche complète doit être itérative, les paramètres de court terme pouvant être influencés.

La simulation sur longue période, ou le traitement en boucle de plusieurs séquences identiques, révèlent une dérive des stocks d'azote simulés par les jeux de paramètres courants. D'autres jeux de paramètres sont exempts de ce défaut, en levant la contrainte que les constantes des cinétiques chimiques soient égales à leurs valeurs habituelles. A titre d'exemple, réduire d'un facteur 10 la constante d'immobilisation (transformation de nitrates en azote organique), et réduire la diffusion entre la couche racinaire et la couche intermédiaire, ce qui favorise la dénitrification en confinant les nitrates dans un compartiment à teneur élevée, conduit à une évolution raisonnable des stocks sur une période de 35 ans, même avec des apports élevés.

Cette solution est évidemment sujette à révision en fonction de travaux ultérieurs, en particulier en revenant sur les sous bassins individuellement.

◇ Omission ou sous-évaluation de processus en étiages :

Le modèle simule fréquemment des teneurs en nitrates exagérées en période d'étiage. Les deux hypothèses plausibles permettant d'expliquer ce fait sont :

- l'insuffisante prise en compte par le modèle des prélèvements de nutriments azotés par la végétation en place d'une part,
- la sous-estimation du phénomène de dénitrification dans l'hydrosystème d'autre part.

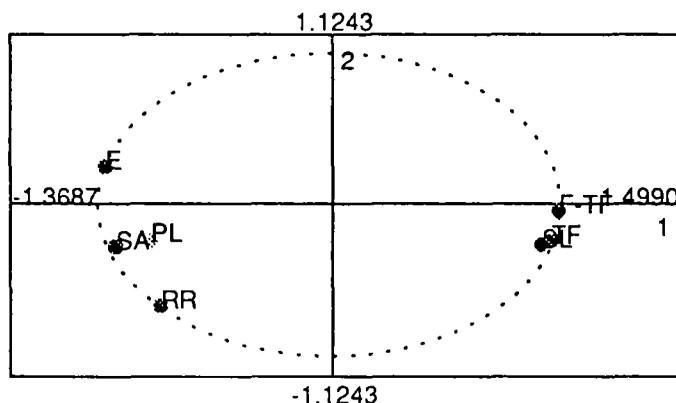
Rappelons que, suite à des travaux de la Division Qualité des Eaux du CEMAGREF Bordeaux en 1993 et 94, une valeur unique de dénitrification avait été adoptée, quelle que soit la saison, dans tout le cours de la Charente, avec une incertitude sur son application dans les sous-bassins. Cette donnée expérimentale, confortée par les résultats de son introduction dans le modèle, reporte toutefois l'incertitude sur l'estimation des superficies actives de sédiments. La Division Qualité des Eaux continue de travailler en vue d'apporter une meilleure connaissance dynamique et spatiale des processus touchant à l'assimilation et à la transformation dans l'hydrosystème des nutriments azotés.

◇ Amélioration de la régionalisation, (thèse de M. A. ZERMANI)

Dans sa configuration actuelle, le modèle présente en effet une architecture de type semi-distribué, et consiste en une sommation de modèles globaux concernant chacun une zone considérée comme une entité supposée homogène.

Une analyse en composante principales sur des paramètres calés de façon plus rigoureuse a permis de mettre en évidence des relations des paramètres (débits et nitrates) avec les caractéristiques des bassins.

A titre d'exemple, on a constaté pour le modèle de nitrates, que le paramètre (PL) du lessivage rapide varie dans le même sens lorsqu'un bassin versant présente l'une des caractéristiques suivantes "surface du sol de perméabilité élevée", "sol superficiel de type rendzines rouges sur substrat calcaire" et "sols d'alluvions". A l'inverse, pour les bassins versants où la perméabilité est faible et les sols sont lessivés, le paramètre (PL) varie dans l'autre sens, comme le montre la figure de la page suivante.



◇ Affinement de la résolution spatiale : vers une modélisation récursive :

Malgré le succès rapporté ci dessus, le traitement de sous-bassins manifestement composites quant à leur pédologie ou géologie obscurcit nécessairement l'analyse. Celle ci est donc reprise dans le cadre de la modélisation récursive basée sur l'emboîtement de sous-bassins versants. Cette modélisation permet un découpage schématisé du bassin, et donc un partage en différentes zones géomorphologiques. Un deuxième intérêt est que la représentation du transfert à l'intérieur du bassin permet ipso facto une représentation de la dénitrification dans le cours d'eau. Cette démarche exige un travail de programmation informatique assez important qui a été effectué, mais les résultats proprement dits ne sont pas encore disponibles.

B) Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (I.M.F.T.):

L'I.M.F.T. / CNRS (dans le cadre du programme PIREN Garonne ECOBAG) continue le calage et la validation, sur un sous-bassin versant de la Charente, du modèle POLA. Une thèse réalisée entre 1993 et 1995 par M. Adilson PINHEIRO, étudiant doctorant de l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, avait pour but la mise au point du modèle qualité des eaux POLA permettant d'aider à la compréhension et à la gestion de la pollution des eaux. Cet étudiant a soutenu avec succès sa thèse le 27 octobre 1995 et effectue désormais une prolongation de son travail au cours d'un stage post-doc qui durera jusqu'à fin Décembre 1996.

Ce modèle a été mis au point en partant des données de plusieurs bassins versants du Sud-Ouest de la France, dont celui de la Charente et le B.V.R.E. du Ruiné. C'est un modèle de simulation de la production et du transfert de polluants diffus d'origine agricoles, dont les pesticides, à diverses échelles de bassin versant. Il est organisé sur la base du modèle hydrologique conceptuel distribué CEQUEAU, sur lequel se greffent un sous-modèle d'érosion des sols et un sous-modèle de transfert de polluants diffus dont les nutriments (azote et phosphore) et certains pesticides, en l'occurrence les triazines.

Le travail sur ce modèle avec les données de l'année 1995 est en cours. L'exploitation et l'interprétation des données des années antérieures a été réalisée et valorisée par la publication de la thèse de M. A. PINHEIRO. Il continuera de l'être par des articles conjoints I.M.F. Toulouse et CEMAGREF Bordeaux à paraître en 1996. La comparaison données observées - données calculées montre que le modèle arrive à refléter relativement correctement la tendance générale des valeurs observées et le bilan

annuel. Cependant, l'outil reste lui aussi plus ou moins perfectible, selon le paramètre de qualité considéré, par rapport au rendu de l'incidence d'événements climatiques précis.

A simple titre d'illustration du travail effectué et du type d'exploitation réalisée, la figure 4 page 14 montre une comparaison des données mesurées par l'analyse et des données simulées par le modèle POLA pour le phosphore total sur le B.V.R.E. du RUINE lors de trois campagnes annuelles (1991, 1992, 1993).

La figure 5 page 15 montre une comparaison des données mesurées par l'analyse et des données simulées par le modèle POLA pour quatre paramètres de qualité de l'eau (matières en suspension ou M.E.S. , Atrazine, teneur en nitrates de l'eau ou NO₃, phosphore total ou P total) sur le B.V.R.E. du RUINE lors d'une campagne annuelle prise à titre d'exemple (année 1993).

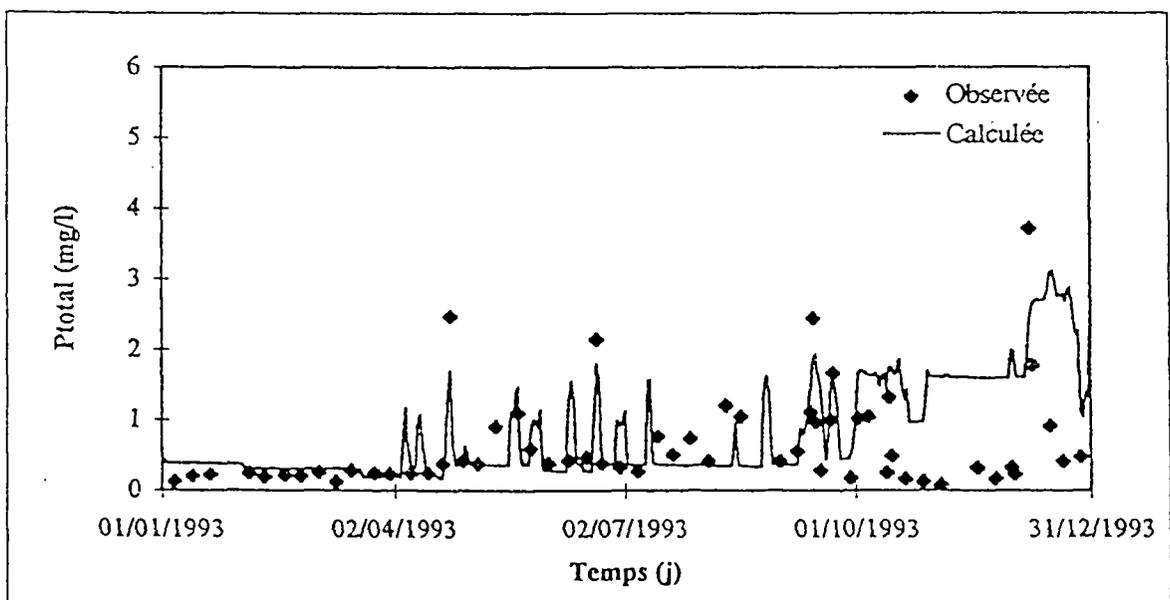
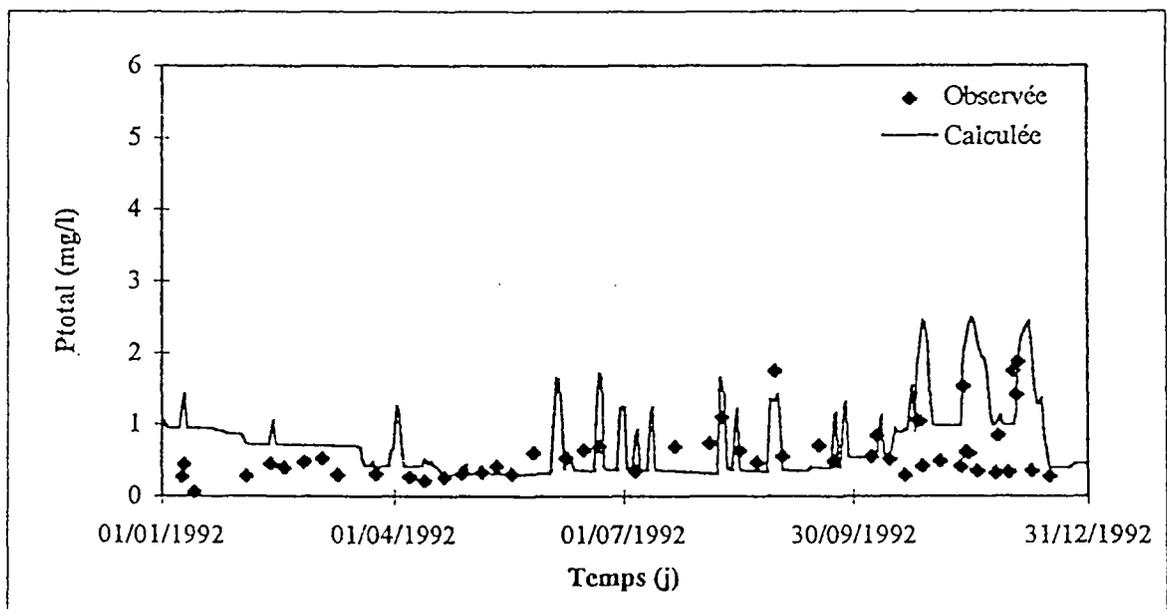
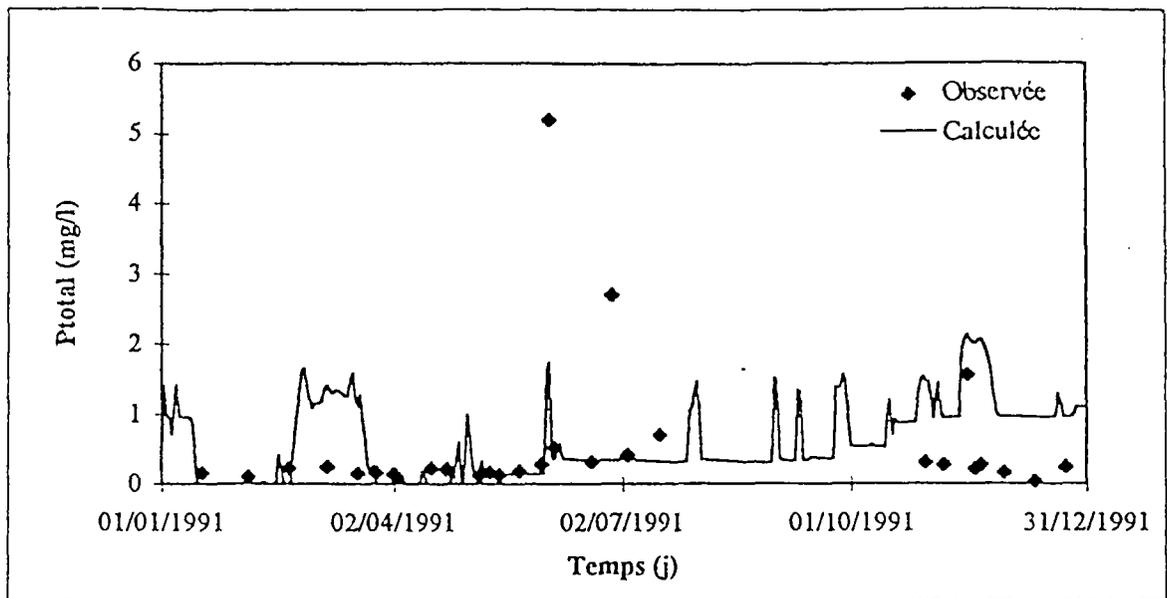


Figure 4 : Concentrations journalières de phosphore total sur le bassin du Ruiné

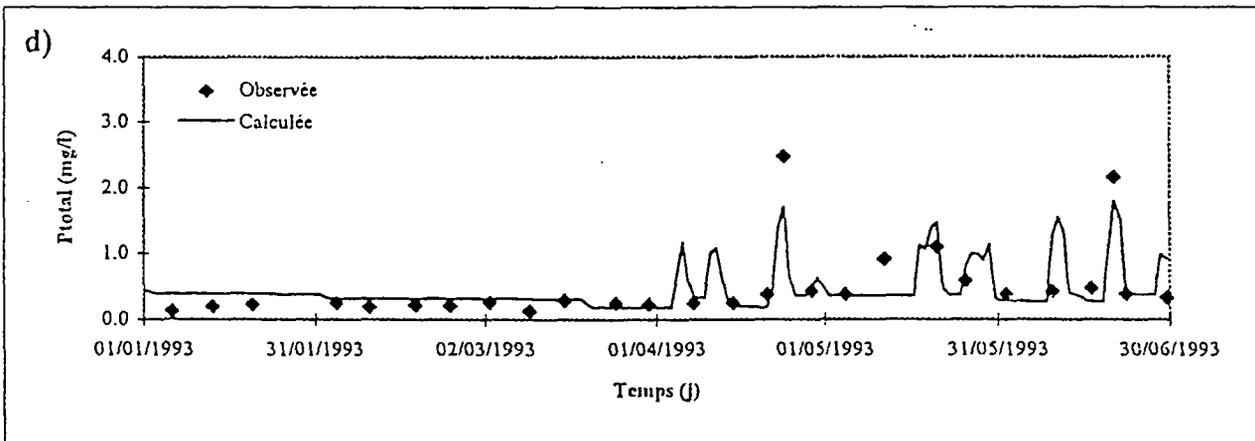
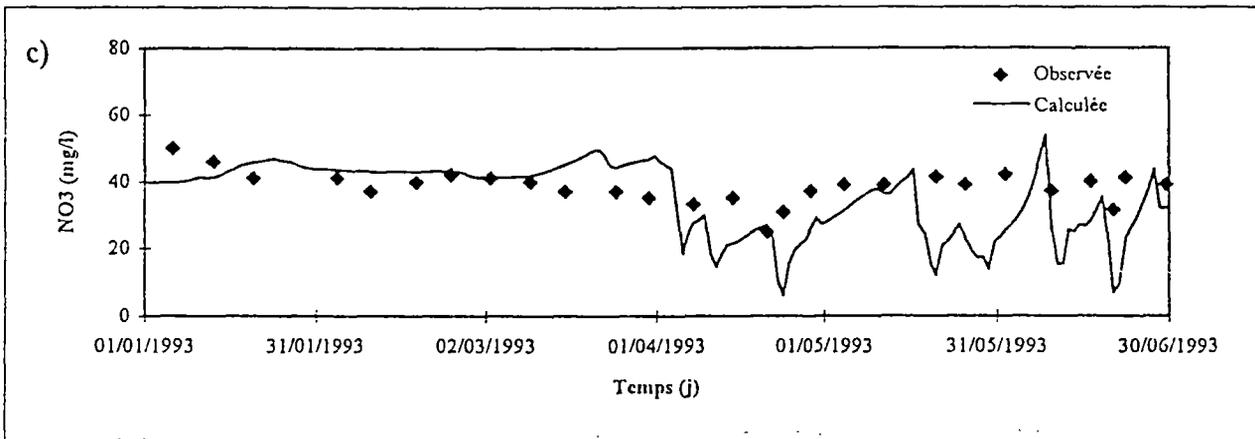
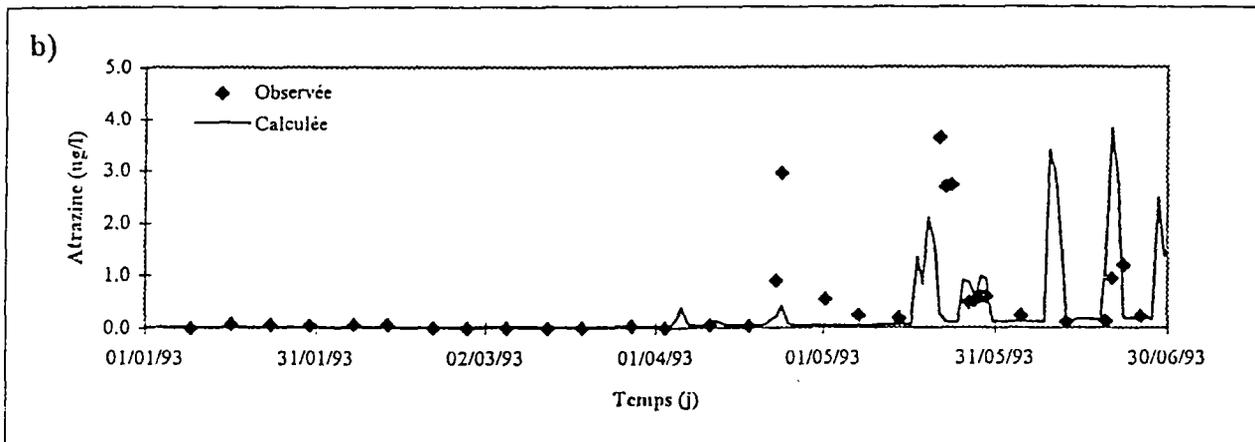
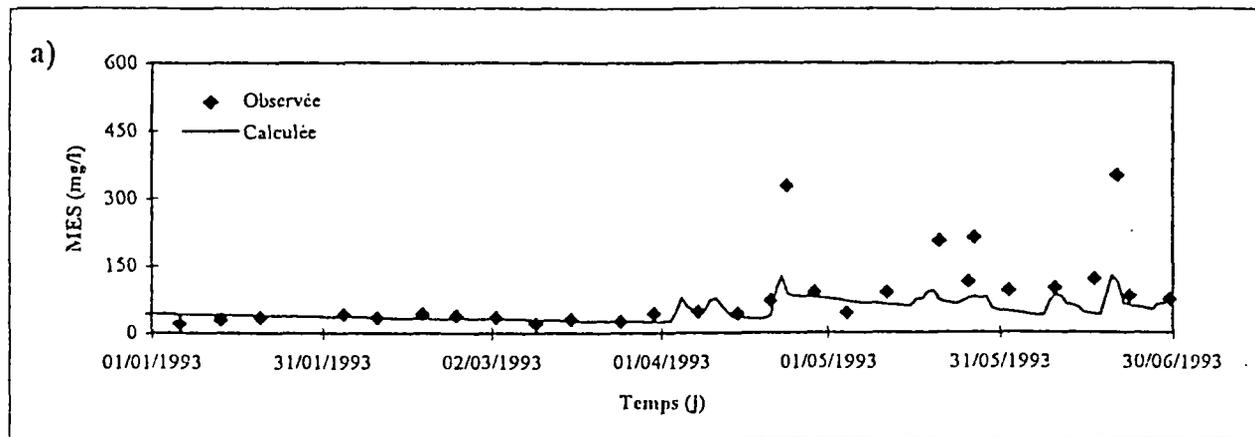


Figure 5 : Concentrations journalières sur le bassin du Ruiné
 a) matières en suspension b) pesticides c) nitrates d) phosphore

III.1.5.) Etude de l'élaboration des flux de polluants diffus d'origine agricole sur le B.V.R.E. du Ruiné :

La réduction des pollutions d'origine agricole nécessite la connaissance préalable des flux de polluants, de leur origine et de leurs mécanismes de transfert. Une étude menée conjointement par la Division «Production et Economie Agricole» et la Division «Qualité des Eaux» du CEMAGREF Bordeaux depuis 1991 a pour but d'étudier l'évolution des flux de nutriments et de produits phytosanitaires dans les eaux en relation avec l'occupation du territoire, les pratiques agricoles à la parcelle, la pluviométrie et l'hydrologie.

Le ruisseau Ruiné draine un petit bassin versant d'environ 5,5 km². Il est situé dans le bassin de la Charente, au nord de Barbezieux, sur la commune d'Aubeville. Bassin essentiellement agricole, il regroupe 26 exploitants sur 85% de la superficie totale.

La division **Production et Economie Agricoles** réalise depuis 1991 un suivi des pratiques agricoles à l'échelle de la parcelle culturale. Les enquêtes réalisées auprès des agriculteurs permettent un inventaire exhaustif des différents apports culturaux quantitativement et à la semaine. Des analyses de sols ont également été pratiquées.

Les données ainsi recueillies sont gérées via une base de données relationnelle interfacée avec un système d'information géographique (Arcinfo) qui permet une analyse spatiale des données recueillies. Le bassin versant y est décrit au plan physique (géologie, pédologie, hydrologie...), au plan de l'occupation du sol (au niveau de la parcelle culturale) et des pratiques. Un modèle numérique de terrain a été réalisé sur la zone pour permettre l'intégration du facteur pente.

La division **Qualité des Eaux** a installé, depuis 1991, à l'exutoire du bassin, une station permanente de suivi de la qualité de l'eau du Ruiné. Elle est équipée d'un système de mesure en continu des débits via une sonde à ultrasons immergés reliée à une centrale d'acquisition de données. Celle-ci gère le fonctionnement de deux préleveurs automatiques permettant l'échantillonnage en période de crues à raison d'un prélèvement toutes les 10 minutes, chaque flacon est rempli en 1 heure. Hors ces périodes, il est effectué un échantillon instantané à pas de temps hebdomadaire.

En complément de ce dispositif de suivi des quantités et de la qualité des eaux, un réseau de pluviomètres est réparti sur le bassin, un en tête de bassin, un deuxième en rive gauche au tiers supérieur sur la crête, la pluviométrie est alors mesurée à l'échelle de la journée ; un troisième dispositif est installé en rive droite, à mi-bassin, et enregistre la pluviométrie en continu, les données sont stockées par une centrale d'acquisition.

Les échantillons d'eau récoltés sont filtrés pour séparer la fraction soluble de la fraction particulaire, puis extraits sur cartouche de silice greffée C18. Après élution de la cartouche avec de l'acétonitrile, les herbicides sont dosés par HPLC sur colonne C18 avec un gradient eau/acétonitrile et détection UV.

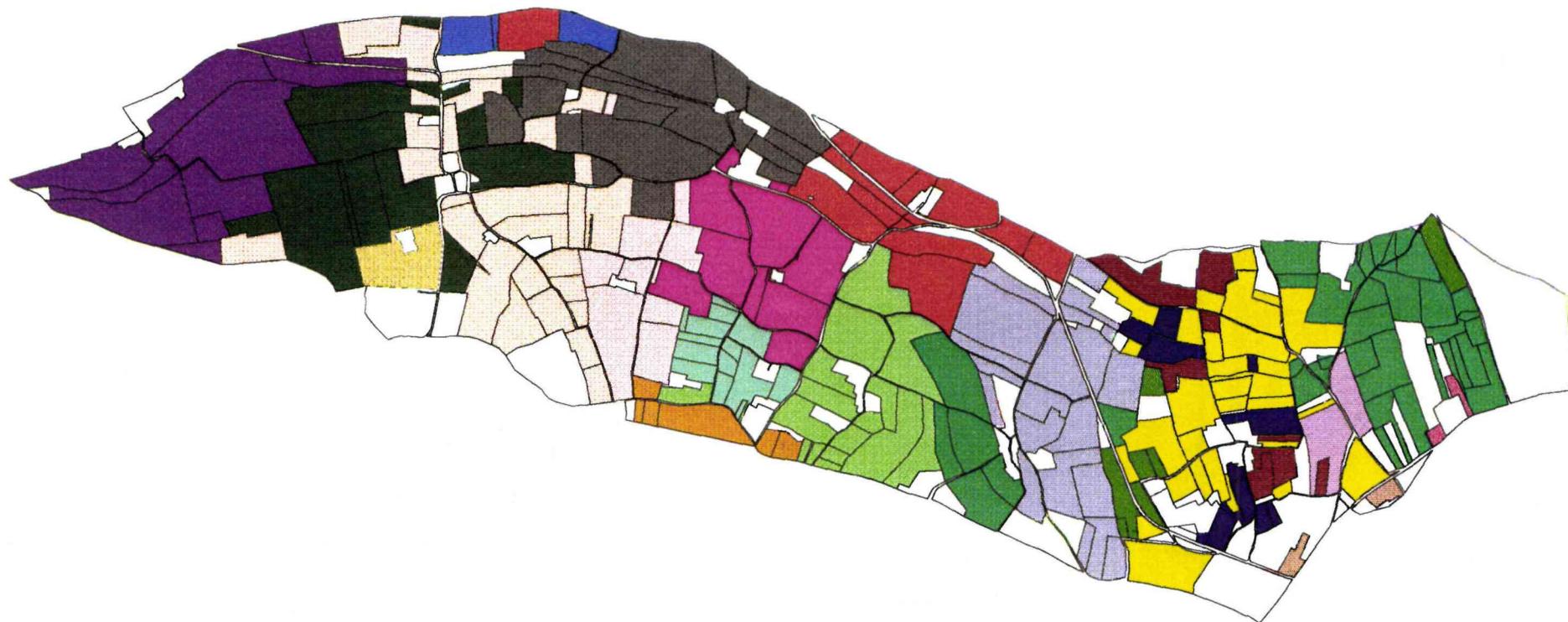
Les résultats concernant 1995 n'ont pas encore fait l'objet d'une exploitation approfondie. Les résultats présentés à titre d'illustration des travaux réalisés concernent donc la période 1991-1994.

La carte N° I page 19 présente l'implantation des 26 exploitations agricoles présentes sur le bassin versant.

La carte N° II page 20 présente les différents types de rotations culturales pratiquées sur le bassin versant (carte pluri-annuelle intégrant l'occupation du sol depuis 1991 et parfois plus longtemps pour les implantations pérennes, comme les prairies permanentes, vignes, emprises).

La carte N° III page 21, élaborée grâce à un modèle numérique de terrain intégrant la topographie, matérialise les risques de contribution des différentes zones à la pollution des eaux de surface en fonction de différents facteurs, dont certains sont prédéterminés (pente, distance au ruisseau) et d'autres variables selon l'année (nature et doses d'apport d'intrants agricoles).

LES EXPLOITATIONS DANS LE BASSIN DU RUINE



19



1994

Echelle : 1:25000

BASSIN VERSANT DU RUINE : ROTATIONS CULTURALES DES PARCELLES



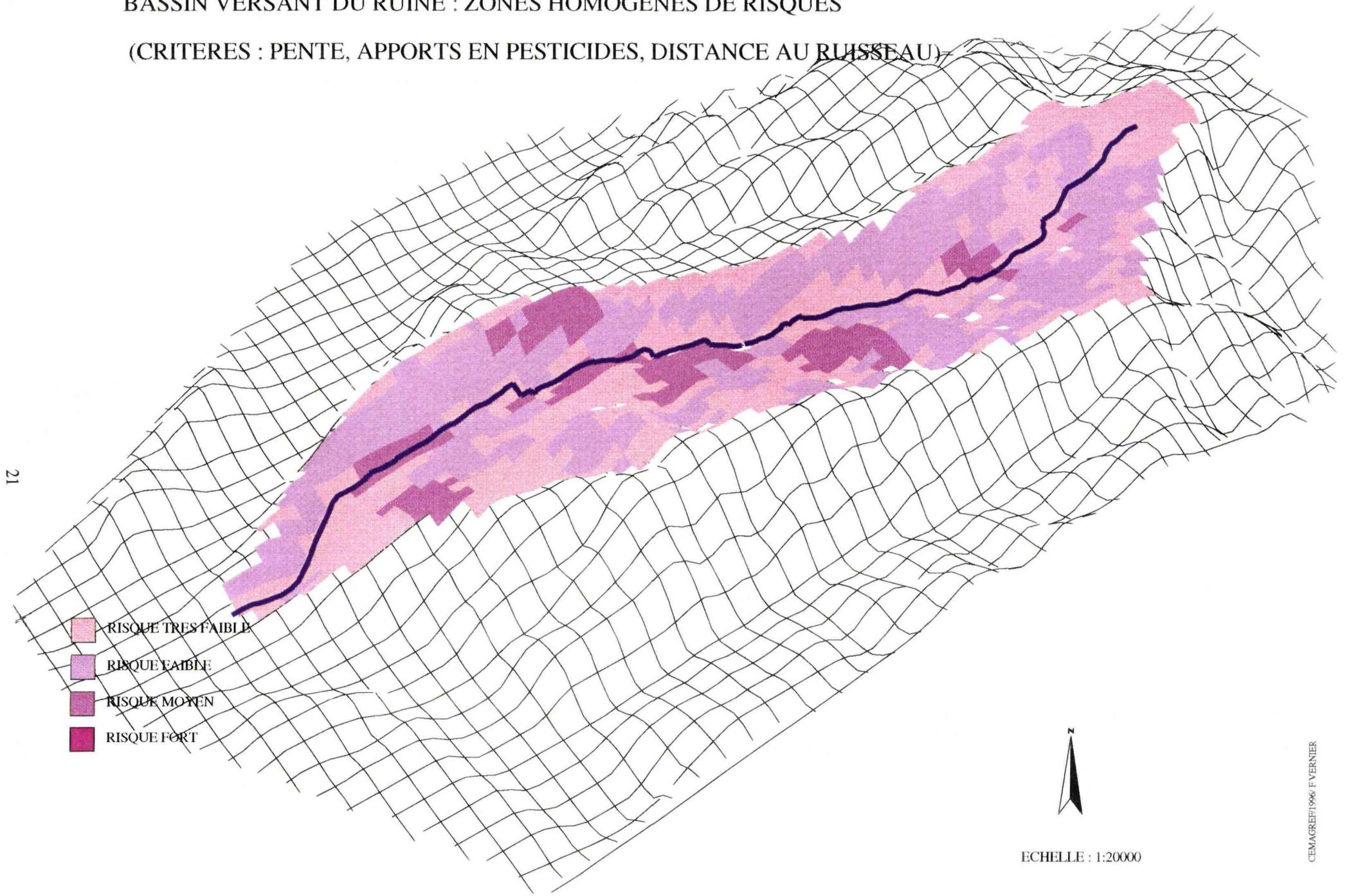
20

- | | | |
|--|---|--|
|  VIGNE |  TOURNESOL/MAIS |  BLE/TOURNESOL |
|  MAIS SUR MAIS |  MAIS/TOURNESOL/ORGE |  BLE/ORGE |
|  PRAIRIES PERMANENTES |  MAIS/TOURNESOL/BLE |  ESCOURGEON/TOURNESOL |
|  JACHERE FIXE |  MAIS/TOURNESOL/BLE/ORGE | |
|  BLE/MAIS |  MAIS/TOURNESOL/ESCOURGEON | |

Echelle : 1:25000

BASSIN VERSANT DU RUINE : ZONES HOMOGENES DE RISQUES

(CRITERES : PENTE, APPORTS EN PESTICIDES, DISTANCE AU RUISSEAU)



21

- RISQUE TRES FAIBLE
- RISQUE FAIBLE
- RISQUE MOYEN
- RISQUE FORT



ECHELLE : 1:20000

Le Maïs et la Vigne représentent chacun entre 20 et 25% de la SAU et leurs conduites culturales marquent fortement les traitements phytosanitaires effectués sur le bassin. Le reste de la SAU se partage entre céréales diverses, oléagineux et cultures fourragères pour une SAU d'environ 500 ha.(fig.6).

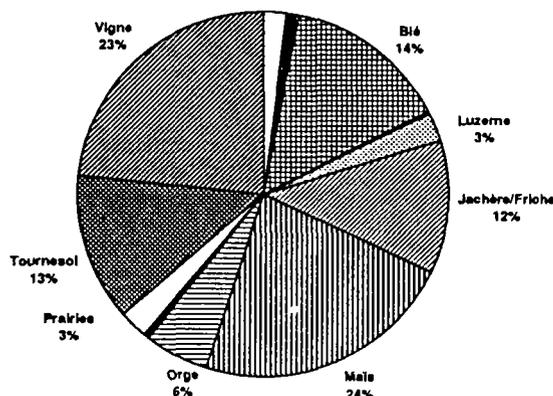


Figure 6: Principales cultures dans le BV du RUINE (Assolement de l'année 1994)

L'évolution des apports en Azote et Phosphore montrent une stabilité des pratiques culturales, les variations constatées de 91 à 94 sont essentiellement dues à l'apparition des surfaces en jachère et à la rotation des cultures.

Les apports en herbicides sur ce petit bassin versant concernent des produits variés, soit en moyenne 40 matières actives différentes, pour un apport total de 1300 kg environ par campagne. Les matières actives les plus fréquemment utilisées sont le glyphosate, l'atrazine, la simazine et l'aminotriazole, avec une augmentation sensible de l'utilisation du glyphosate.(fig. 7)

Les apports en simazine sont répartis entre les semaines 8 et 18, principalement sur la vigne en début de période puis en association avec l'atrazine en fin de période sur maïs. Les apports en atrazine sont plus tardifs et ont lieu dans la période allant de la 17ème à la 24ème semaine.

La quantité apportée, le type de sol, la pente, la période et la simultanéité des traitements, l'éloignement du ruisseau, bien que nous soyons sur un bassin versant où le ruissellement ne semble pas être la cause principale de lessivage, sont les facteurs d'analyse pris en compte pour la compréhension du devenir de ces molécules détectées dans l'eau du Ruiné à l'exutoire du bassin (molécules d'origine ou produits de dégradation).

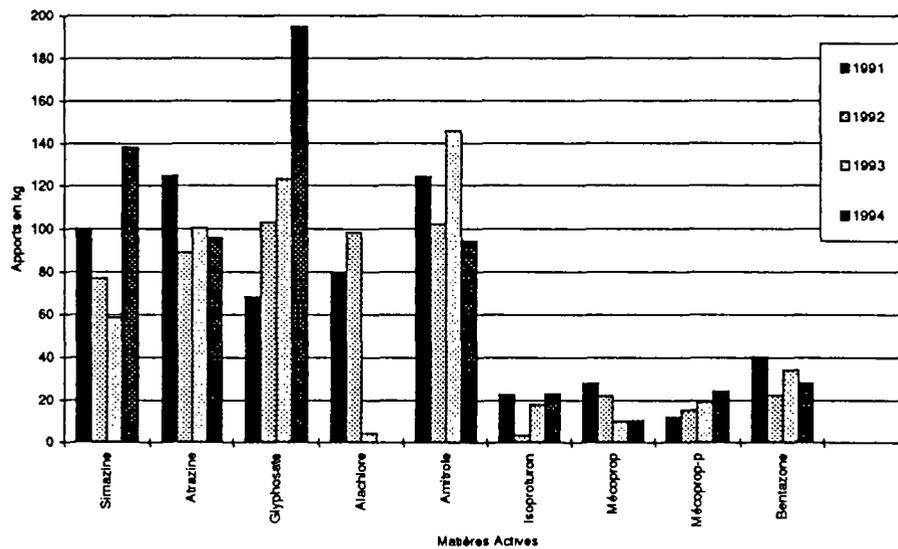


Figure 7 : Apports en matières actives de 1991 à 1994

L'analyse spatiale des apports, par rapport aux critères évoqués ci-dessus peut permettre de déterminer des zones particulièrement sensibles et à risque sur ce petit bassin, qui seront à suivre de manière plus détaillée dans la suite du programme.

Sur les quatre années étudiées, la répartition des pluies est très variable et influe nettement sur les flux de triazines mesurés à l'exutoire du bassin. Ainsi, ils varient de quelques grammes en 1992 à plusieurs dizaines en 1991 93 et 94 pour ce qui concerne l'atrazine et même atteignent plusieurs centaines de grammes pour la simazine en 1994. 50 à 80% des flux annuels sont concentrés dans la période allant d'avril à fin juin. Les bilans annuels font apparaître des "fuites" variant de 0.1 à 2% de la quantité épanchée selon la matière active considérée. Ces variations s'expliquent non seulement par la répartition annuelle de la pluviométrie mais aussi par le type de sol (terres de champagne) qui ne donne lieu que très rarement à du ruissellement. Le transfert de pesticide s'effectue préférentiellement par écoulement subsuperficiel et apport au ruisseau par la nappe superficielle.

Les formes dégradées de l'atrazine et de la simazine : deséthyl et desisopropyl-atrazine sont très présentes dans les eaux également, principalement à partir de l'automne. Les flux annuels mesurés sont au moins aussi importants que ceux des molécules mères (fig.8).

Les concentrations mesurées durant les crues dépendent fortement de la saison et de l'intensité des épisodes pluvieux qui les déclenchent. Si le bruit de fond en atrazine et simazine est généralement inférieur à 0.15 microgramme par litre, les concentrations peuvent atteindre plusieurs dizaines de microgrammes par litre à la suite des orages de fin de printemps, c'est à dire dans la période qui suit les traitements. Lors des pluies automnales ou d'hiver les teneurs ne dépassent que très rarement le microgramme par litre. Indépendamment de la saison, il apparaît que l'élévation des concentrations est très brusque, 2 à 3 heures, le retour à la "normale" est lent et peut atteindre 3 à 4 jours.

Les formes métabolisées (deséthyl et desisopropyl-atrazine) sont également présentes à des concentrations généralement supérieures à 0.1 µg/l. A la suite d'épisodes pluvieux en période automnale ou hivernale, elles peuvent atteindre, voire dépasser le microgramme par litre.

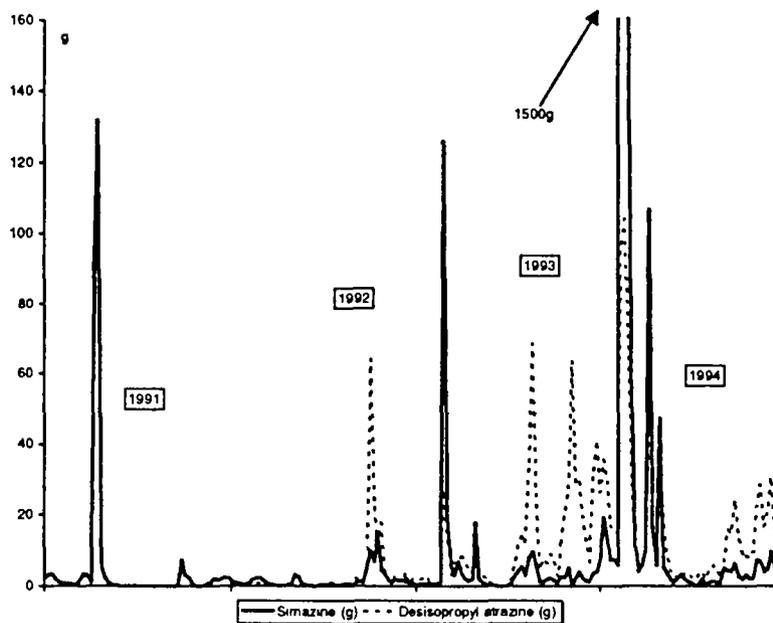


Figure 8 : Flux hebdomadaires de simazine et désisopropylatrazine à l'exutoire du bassin

Les flux de pesticides mesurés, tout en apparaissant faibles en regard des quantités épandues, montrent une grande variation interannuelle allant de 0.2 à 2 % pour la simazine ; de 0.1 à 0.5 % pour l'atrazine, en liaison directe avec la répartition de la pluviométrie, tant globale que ponctuelle, au cours de l'année. Les concentrations mesurées durant les crues dépendent fortement de la saison et de l'intensité des pluies qui les déclenche. En relation avec les époques d'épandage, de 50 à 80 % des flux de molécules-mères sont concentrés dans la période allant d'Avril à fin Juin. Les flux de formes métabolisées sont importants, notamment à partir de l'automne, et peuvent atteindre, voire dépasser en bilan annuel la quantité exportée de molécule-mère.

De façon complémentaire avec le suivi des flux dans le B.V.R.E., il a été lancé une expérimentation sur sol du Ruiné en microparcelles (1 m²) pour étudier :

- l'entraînement par ruissellement et percolation sous conditions de pluies naturelles (dispositif installé en extérieur au Groupement CEMAGREF de Bordeaux).
- la dynamique de métabolisation différentielle des triazines en fonction des molécules-mères employées.

Bien que produisant les mêmes métabolites au cours de leur dégradation, les molécules-mères ont une «signature» différente au niveau du ratio de ces métabolites, ce qui est susceptible d'apporter une information intéressante a posteriori sur la nature de l'(des)herbicides employé(s) sur la parcelle. Cette expérimentation pluri-annuelle ayant débuté en Mai 1995, les premiers résultats partiels sont disponibles, mais ne couvrent pas une campagne hydrologique complète. Une synthèse de la première phase de ces travaux sera réalisée au compte-rendu de la tranche 1996.

III.2./ SYSTEMES BIOLOGIQUES

III.2.1.) Caractérisation des habitats et des peuplements de macrophytes sur le fleuve Charente :

Dans cette thématique particulière, en 1995, les travaux de l'équipe d'Hydrobiologie de la Division Qualité des Eaux de Bordeaux ont porté sur la suite de la mise au point de descripteurs synthétiques permettant de caractériser, avec fiabilité et de la façon la plus simple et la plus représentative possible, un peuplement végétal de macrophytes aquatiques et les paramètres de milieu pertinents pour décrire son habitat et ses conditions de vie.

Les investigations précédentes ayant permis de définir des ordres de grandeur des biomasses et des minéralomasses masses présentes sur les quatre stations d'études retenues depuis 1992, cette suite a pour but de tenter de préciser certaines des corrélations ébauchées entre la fréquence et l'abondance des peuplements végétaux et certains des paramètres physiques influençant ces développements. Il s'agit en particulier de la profondeur, de la nature et des volumes des écoulements hivernaux et printaniers. Appliquée à l'analyse des variations interannuelles de ces divers paramètres, cette recherche de précision s'inscrit dans une optique d'aide à la gestion.

Compte tenu des conditions particulières de ce fleuve (succession de biefs plus ou moins profonds, profondeurs importantes d'implantation de macrophytes en particulier), la méthode de prélèvement retenue depuis 1992, en fonction de sa représentativité et de son adéquation aux conditions variables de milieu, est celle des «points-contact». Appliquée depuis 1992 de façon annuelle sur quatre stations, cette méthode de prélèvement direct est réalisée en aveugle par une rotation sur place d'un râteau enfoncé jusqu'au fond du lit. Cette méthode a été validée par des séries de prélèvements comparés points-contact - prélèvements en plongée sous-marine ; 120 à 150 points-contact répartis sur 10 profils transversaux par station de 500 m de long permettent d'obtenir des résultats susceptibles de faire l'objet de traitements statistiques.

Depuis 1992, cette méthodologie est appliquée de façon annuelle, à 4 stations de référence choisies après application du protocole **Milieux Et Végétaux** fixés (protocole MEV) permettant de définir, sur le linéaire du cours d'eau, des tronçons homogènes du point de vue abiotique. Des repérages bathymétriques complémentaires ont permis de positionner les stations sur une zone présentant de larges variations de profondeur. Les stations sont situées de part et d'autre de l'agglomération d'Angoulême.

Les résultats obtenus en 1995 confirment les données antérieures quant aux relations entre fréquence des macrophytes et profondeur. La comparaison interstationnelle est également en accord avec les précédentes analyses des résultats en ce qui concerne la relation avec les écoulements.

III.2.2.) Capacités de mobilisation de nutriments et d'assimilation de l'hydrosystème :

L'équipe d'Hydrobiologie de la Division Qualité des Eaux de Bordeaux est également impliquée depuis plusieurs années dans cette thématique. L'objectif poursuivi est double :

- ◊ préciser l'intensité des phénomènes biologiques et biochimiques intervenant en abatement des taux de nutriments et de la charge eutrophisante, afin d'établir des bilans fiables de fonctionnement de l'hydrosystème
- ◊ apporter les éléments nécessaires à la compréhension du rôle du compartiment végétal permettant d'améliorer la modélisation des flux et des bilans.

Un des résultats finalisés attendus à l'issue de ce travail sera de reconstituer, en fonction des processus mis en évidence à une échelle fine et de changements d'échelle adéquats, la capacité d'assimilation des écosystèmes considérés, en appui aux gestionnaires.

En 1995, la quantité de travaux réalisés dans ce domaine d'activités par la Division Qualité des Eaux a été nettement réduite par rapport aux prévisions initiales du fait :

- du départ non immédiatement remplacé, en Mars 1995, de l'ancien Chef de Division. Un des ingénieurs fortement impliqués dans ce programme, Henri BEUFFE, ayant assuré l'intérim, n'a pratiquement pas pu se rendre disponible pendant toute la campagne d'expérimentations et de mesures, correspondant à la saison chaude (printemps à automne 1995).
- de l'indisponibilité pour raison accidentelle, de Juin à Septembre 1995, d'un autre ingénieur fortement impliqué dans cette thématique, Alain DUTARTRE.

AVANCEMENT DES TRAVAUX :

III.2.2.1) Mobilisation de nutriments par la biomasse végétale des macrophytes aquatiques :

Une première piste de travail sur les capacités d'assimilation de l'hydrosystème Charente est de caractériser de façon la plus fiable possible les capacités de mobilisation de nutriments par la biomasse végétale, et en particulier des macrophytes aquatiques, afin de voir si le stock mobilisé provoque une baisse sensible de la teneur en nutriments de l'eau du fleuve. Une telle étude lourde, menée en 1993, n'a pas été reprise en 1995.

Rappelons que, sur le tronçon Angoulême - Jarnac (50 km de fleuve), à raison d'une biomasse moyenne estimée à 150 kg /ha, les stocks mobilisés en azote et en phosphore représentaient 0.03 % et 0.26 % des flux totaux passés sur le site, ce qui peut être considéré comme relativement négligeable au niveau des bilans. Quelques manipulations ponctuelles menées depuis cette date confirment cette faible influence relative de la fixation de nutriments par la biomasse de macrophytes.

III.2.2.2) Rôle des compartiments bactérien et algal sur les capacités d'assimilation de l'hydrosystème :

Une deuxième piste de travail est l'étude, d'une part, de deux réactions de nature biochimique réalisées très majoritairement par des bactéries, mais en interaction avec les autres compartiments de l'hydrosystème : la nitrification et la dénitrification, et d'autre part l'étude de l'impact de rejet de STEP sur le milieu récepteur.

Une réflexion méthodologique menée en 1995 a conduit à envisager à l'avenir l'étude de ces processus par trois angles d'attaque complémentaires permettant des vérifications croisées, avec l'objectif à terme de pouvoir évaluer les capacités d'assimilation de l'hydrosystème Charente dans son ensemble :

a) Expérimentations in situ :

■ Dénitrification :

Mise en place de dispositifs de cloches benthiques permettant de mesurer les phénomènes en place sur différentes sous-unités fonctionnelles de l'hydrosystème. Cette approche in situ a jusqu'à présent été privilégiée par le CEMAGREF de Bordeaux et a permis antérieurement de fixer une valeur moyenne de dénitrification **par m² d'interface eau-sédiment** de 154 mg d'azote dénitrifié par m² et par jour. Cette valeur a d'ailleurs été intégrée comme une constante dans le modèle pluie-débits/nitrates du CEMAGREF.

En 1995, seules quelques mesures destinées à étoffer la banque de données existante ont été réalisées.

■ Nitrification :

Une méthodologie comparable à celle utilisée pour la dénitrification, basée sur l'introduction sous cloche benthique de produits inhibant certaines réactions enzymatiques, est en cours de mise au point.

La mesure du taux de nitrification dans un écosystème aquatique est habituellement réalisée en laboratoire sous conditions contrôlées. Les manipulations sur le terrain sont basées sur l'expérience acquise lors de la mesure de la dénitrification. Grâce aux prélèvements effectués (mesures de NH₄, NO₂, NO₃, N₂O) sur une période de cinq heures et à la comparaison des résultats obtenus dans les différentes cloches, un taux de nitrification peut être estimé.

Les premières expérimentations in situ sur la nitrification ont été effectuées courant 1995 sur la Dordogne pour des raisons d'accessibilité au site et de faible lame d'eau. Les résultats obtenus durant cette phase de mise au point méthodologique permettent une première évaluation du taux de nitrification in situ.

Ainsi, en période estivale, pour le site considéré, 163,2 mg de N-NO₃ sont produits par m² de lit de rivière et par jour.

La phase suivante (1996) s'attachera à vérifier la reproductibilité des mesures et à entreprendre des manipulations dans la Charente pour l'acquisition d'un référentiel sur cette rivière.

■ Impact des rejets de station d'épuration sur le milieu naturel :

Afin de mettre en évidence l'implication des bactéries de rejets de station d'épuration dans le processus d'auto-épuration, le repérage biologique et chimique du panache d'eaux usées épurées de l'agglomération d'Angoulême dans le fleuve Charente a été entrepris sur un bief de 1600 mètres. Quatre campagnes de prélèvements ont eu lieu d'avril à septembre 1995.

La distinction entre les bactéries allochtones et les bactéries autochtones est recherchée par un critère morphologique, la taille des cellules. Trois classes de taille peuvent décrire ces deux populations : < 0,08 μm³ caractérisant la population autochtone, > 0,2 μm³ caractérisant la population allochtone et 0,08-0,2 μm³ représentant les plus grosses cellules autochtones et les plus petites cellules allochtones.

La mise en évidence de populations présentant une grande taille traduit la présence de bactéries de station d'épuration dans le milieu naturel. En condition d'étiage, les grosses cellules (il s'agit ici de la fraction > 0,2 μm³) subsistent sur une distance d'au moins 500 mètres après le rejet soit pendant 1 à 2 heures. Cela ne signifie pas qu'ensuite

ces bactéries allochtones disparaissent totalement : elles ne peuvent plus être repérées (dispersion, diminution de volume ou mortalité partielle).

Le développement (ou persistance) de ces micro-organismes dans la rivière laisse supposer une consommation de matière organique. En milieu naturel, le principal inconvénient est de distinguer la part de la consommation bactérienne, de celle de la dilution du rejet.

De plus, la participation des autres populations (algues, protozoaires...), les apports secondaires, les phénomènes de remise en suspension de la matière organique depuis les sédiments ne peuvent être quantifiés uniquement par les expérimentations menées in situ. La persistance des grosses bactéries de station d'épuration dans le milieu naturel ne renseigne donc pas sur leur rôle. Bien que ces bactéries réagissent après un temps d'adaptation, leur efficacité n'est pas clairement établie. Des expériences en laboratoire sont donc menées en parallèle (voir ci-après).

b) Approche en laboratoire dans de petits réacteurs :

Les expériences en laboratoire visent à préciser l'impact des rejets de station d'épuration en abordant le compartiment bactérien et son métabolisme. Trois réacteurs sont remplis d'eau de Charente filtrée et dopés en carbone organique dissous de station d'épuration (Frégeneuil) avec pour but de comparer rôle et devenir de populations distinctes : bactéries de rivière (prélevées en amont de la station de Frégeneuil), bactéries de station d'épuration (prélevées en sortie de la station) et mélange des deux populations précédentes.

Ces expériences montrent que les bactéries issues de station d'épuration sont capables de se maintenir en eau de rivière dans les mêmes proportions d'effectifs que les bactéries autochtones. Aucun phénomène de compétition entre les deux populations n'est mis en évidence et, dans le réacteur comportant le mélange bactérien, les mesures réalisées représentent souvent un compromis par rapport aux évolutions relevées pour chacune des populations isolées.

La biodégradation du COD reflète l'activité hétérotrophe bactérienne alors que l'évolution des formes minérales de l'azote traduit en majeure partie le phénomène de nitrification, activité reconnue comme essentiellement autotrophe aussi bien en station d'épuration qu'en milieu naturel. La dégradation du carbone organique dissous est deux fois plus importante avec les bactéries de rivière (55 %) qu'avec les bactéries du rejet (28 %). La nitrification est mise en évidence dans les trois réacteurs. Cette activité est plus marquée chez les bactéries allochtones.

Les mesures d'activité respiratoire (I.N.T.) révèlent que les bactéries allochtones, particulièrement stimulées par un milieu d'origine riche, ont conservé une activité potentielle importante. Néanmoins, placées en eau de rivière, elles ont besoin d'une période d'adaptation. De ce fait, l'activité hétérotrophe de la population allochtone paraît moins intense et plus lente que celle des bactéries de rivière qui, pour leur part, savent tirer profit de l'apport nutritif du rejet. A l'opposé, nous constatons que les bactéries nitrifiantes issues de station d'épuration sont les plus précoces.

Dans un premier temps, les bactéries de rivière amorcent les processus de dégradation qui seront ensuite poursuivis avec les bactéries de station d'épuration. La population allochtone est globalement plus active sur toute la durée de l'expérience après un temps de latence (période d'adaptation de 72 heures). Les plus grosses cellules qui caractérisent la population initiale de station d'épuration ne se développent pas à

l'échelle d'un mois alors que les effectifs de la classe de taille intermédiaire augmentent. Dans les trois réacteurs, l'activité hétérotrophe favorise la multiplication des petites et moyennes bactéries. En ce qui concerne les grosses cellules, la réponse aux ressources du milieu diffère en partie entre les populations autochtones et allochtones : la nitrification semble les stimuler mais seules les grosses bactéries de rivière bénéficient de la dégradation hétérotrophe. Il faut rappeler que, dans nos conditions de laboratoire, les bactéries de la Charente sont placées dans un milieu enrichi en COD (+2 mg C/l) par le rejet, alors que les bactéries de la station d'épuration rencontrent un appauvrissement conséquent en COD (-14 mg C/l).

Dans l'année 1996, la poursuite de ce travail de définition de l'impact des populations allochtones sur le milieu récepteur verra une orientation nouvelle de recherche en laboratoire : précision des phénomènes dans les premières heures (le temps d'adaptation des bactéries allochtones semble varier de quelques heures à quelques jours) et vérification du maintien des capacités de dégradation de ces bactéries. En fin d'expérimentation, un dopage en COD (milieu brusquement enrichi) entraînera-t-il la réapparition de cellules de grande taille ?

c) Approche tronçons :

La réflexion méthodologique ayant eu lieu en 1995 au sein de la Division Qualité des Eaux a montré l'intérêt d'appréhender, globalement et sous une approche de type boîte noire, les bilans d'un tronçon de rivière. Outre les recroisements possibles avec des processus appréhendés à une micro-échelle (sous cloche benthique ou en petit réacteur de laboratoire), cette approche éclairera l'approche conceptuelle (elle laissera supposer, en fonction des bilans globaux obtenus, d'éventuels processus agissant de façon antagoniste ou selon une loi d'équilibre) et est de nature à faciliter le changement d'échelle

Un mémoire de maîtrise a été réalisé en 1995 pour réaliser une approche en terme de typologie fonctionnelle du fleuve (LAURIAN, cité en bibliographie). Il comporte une analyse des caractéristiques physiques du fleuve et des aménagements hydrauliques qui le jalonnent dans la perspective du choix de tronçons représentatifs. La partie bibliographique a pu être réalisée ainsi que la phase préliminaire des investigations de terrain.

Les expérimentations de bilan de tronçons proprement dites débuteront en 1996 en fonction des repérages et observations réalisées à l'occasion de ce travail d'étudiant.

III-3) INTEGRATION ENTRE MODELES, INTERFAÇAGE ENTRE MODELES ET SYSTEME D'INFORMATION

Ce thème est conduit conjointement par les équipes chargées de modélisation du CEMAGREF (modélisation hydrologique et qualité de l'hydrosystème Charente) et de l'IFREMER (modélisations concernant le fonctionnement de la baie de Marennes-Oléron). Il est réalisé en étroite collaboration avec les équipes techniques chargées du thème Système d'Information Géographique (Groupe SILLAGE d'IFREMER, Division Production et Economie Agricoles du CEMAGREF Bordeaux).

Dans l'état actuel des choses, le couplage des modèles est un objectif de court terme prioritaire, prévu au présent Contrat de Plan et permettant la nécessaire communication entre outils de simulation amont-aval.

Ensuite, l'intégration des modèles dans un système d'information à références spatiales, outil intégrateur destiné à terme à intervenir efficacement en appui aux gestionnaires du territoire et de la ressource, reste le but final à rechercher permettant de finaliser tout le travail de recherche ayant été mené sur la zone Charente-Marennes-Oléron et d'intégrer, de valoriser et de rendre utilisables au bénéfice de la collectivité et de ses gestionnaires la plupart des résultats de recherche acquis.

A ce jour, bien que plusieurs modèles soient d'ores et déjà opérationnels, bien que quelquefois perfectibles, la recherche spécifique aboutissant au couplage de tous les modèles, à la mise au point de moteurs de simulation et à l'intégration de tous ces produits de la recherche dans un Système d'Information à Références Spatiales (S.I.R.S.) opérationnel ne sont pas encore acquis, compte tenu de la complexité des procédures en jeu, du travail considérable que cela représente et du niveau insuffisant de ressources actuellement disponible.

Le Système d'Information à Références Spatiales tel qu'il est prévu permettra l'interfaçage et le couplage de divers modèles, en particulier la mise en relation du modèle pluie/débits-nitrates simulant la production hydrique et de nutriments azotés du bassin versant de la Charente et de la chaîne de modèles explicatifs du fonctionnement de la baie de Marennes-Oléron, en appui à la conchyliculture et dans l'optique de mieux comprendre les déterminants trophiques ayant une incidence sur cette activité.

D'autre part, cet outil incluant de nombreuses couches d'informations géo-référencées sera conçu de manière à mettre en évidence les interactions et éventuellement les compétitions entre usages de la ressource en eau et des territoires, et à permettre une véritable gestion intégrée des territoires dans leur continuité continent - marais littoraux - milieu maritime associé.

L'étude de la faisabilité de ce projet et la réalisation d'un prototype sont prévues au présent Contrat de Plan (échéance 97 ou 98 selon la vitesse d'avancement des travaux d'intégration, à durée difficilement prévisible vu le manque actuel de références bibliographiques dans ce domaine innovant).

Par contre, la réalisation en vraie grandeur de ce S.I.R.S., très consommatrice en temps de main d'oeuvre pour la conception et pour l'alimentation des différentes couches d'information, ne pourra être réalisée qu'avec l'obtention de crédits spécifiques additionnels non encore acquis. Rappelons qu'une demande de fonds FEDER en appui au présent Contrat de Plan Etat-Région Poitou-Charentes avait été déposée avec cet objectif, mais n'a malheureusement pas été suivie d'effet.

Les différentes tâches conduites sur ce thème ayant pour certaines débuté en 1994, pour d'autres en 1995, concernent:

- l'identification à l'échelle régionale d'un porteur de projet
- la mise en correspondance terre/mer de couches de données descriptives et thématiques (trait de cote, limites administratives, pédologie, occupation de l'espace, limites de bassins versants
- l'identification des systèmes conchylicoles et agraires et la construction d'une typologie
- la caractérisation des itinéraires techniques pour les différentes productions
- l'identification des logiques spatiales des producteurs et exploitants

- les développements méthodologiques pour la définition des indicateurs synthétiques des pratiques conchylicoles et agricoles. Recherche bibliographique sur les thèmes. Enquêtes de terrains.
- l'architecture de base du logiciel de dictionnaire des données
- le développement du logiciel PATELLE, développeur logique d'applicatifs
- la définition de configurations informatiques cohérentes
- la définition des standards d'échanges des données et validation des procédures de transferts
- la programmation et la réalisation d'une campagne aéroportée d'acquisition de données sur les zones de marais
- les développements méthodologiques pour l'extraction géographique et la caractérisation des milieux en eaux

Ces premières réalisations doivent à partir de 1997 être mise en interconnexion pour produire une première maquette à visée démonstrative

IV./PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES

Leur liste exhaustive figure ci-dessous . Elles peuvent se résumer à :

- l'encadrement d'étudiants qui ont produit, en fin de stage un mémoire d'études et éventuellement des articles ou communications,
- des rapports d'activité partiels ou annuels des divisions impliquées,
- la production de communications écrites qui ont été présentées, sous forme d'une communication orale ou d'un poster, à différents colloques ou séminaires.

Par ailleurs, les résultats obtenus dans les recherches en cours feront l'objet d'une valorisation ultérieure dans des articles de revues d'appui technique, ou scientifiques à comité de lecture, selon les cas.

IV-1./ TRAVAUX D'ELEVES

Delsart Christine . - Mémoire de D.E.S.S. Géosciences appliquées aux équipements en milieu urbain - Université de Bordeaux I - "Les bactéries de station d'épuration : rôle et devenir en rivière". Septembre 1995 . 65 pages, annexes.

Ferrer Séverine . - Mémoire de DESS Santé - Environnement (Bordeaux II) : "Mise en place d'un protocole expérimental pour l'estimation du taux de nitrification en eau courante" - *Octobre 1995*.

Hammouda Cyrille . - Mémoire de B.T.S.A. GEMEAU : "Contribution à l'étude des relations pluie/débits sur un bassin versant agricole : Le Ruiné". Mai 1996, 46 pages, annexes.

Laroche Béatrice . - "Inventaire faunistique du Ruiné et calcul de l'Indice Biologique Global Normalisé". Note, 8 pages, juillet 1995

Laurian Catherine . - Mémoire de Maîtrise de l'Université de Bordeaux I : "Typologie fonctionnelle du fleuve Charente. Approche bibliographique"; Septembre 1995 - 87 pages.

Mantilla Morales Gabriella. - Thèse présentée pour l'obtention du titre de Docteur de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées de Paris, option Sciences et Techniques de l'Environnement : "Modélisation des transferts de nitrates , confrontation des concepts, des données et des informations : Application au bassin de la Charente". Thèse accueillie au CEMAGREF Antony, Division Hydrologie . 06 juillet 1995 - 168 pages, annexes.

Pinheiro Adilson. - Thèse de l'I.N.P. Toulouse, Spécialité physique et chimie de l'Environnement : "Un outil d'aide à la gestion de la pollution agricole : Le modèle POLA". 27 Octobre 1995, 263 pages, annexes.

Soggiu Lydia. - Mémoire de DEA "Sociétés, aménagement et développement local" ; de l'Université de Pau, Cemagref de Bordeaux : "Contribution à la définition d'indicateurs spatiaux de l'intensification agricole". *Octobre 1995*, 103 pages, annexes

IV-2./ : RAPPORTS :

Division Production et Economie Agricoles du CEMAGREF Bordeaux : Rapport d'activités 1995. *Février 1996.*

Division Qualité des Eaux du CEMAGREF Bordeaux : Rapport d'activités 1995. *Mars 1996.*

Vernier F., Dubernet J.F.- Les triazines et leurs métabolites dans le bassin versant du Ruiné : Bilan de quatre années d'expérimentations. *Février 1996.*

Rouzet C. - Proposition d'une méthode d'analyse - conception préliminaire à la mise en place du projet INTERFACE, Cemagref LCT, IFREMER, *1995*