



Le Réseau ECOFLUX

**Convention entre l'IUEM-UBO
et le Conseil Général du Finistère**

Rapport annuel de janvier 2007



Patrick Pouline et Paul Tréguer



Brest, le 26 janvier 2007

SOMMAIRE

I. PRESENTATION DU RESEAU.....	3
I.1. RAPPEL DES OBJECTIFS	3
I.2. LES RIVIERES SUIVIES PAR LE RESEAU.....	4
I.3. LES ACTEURS DU RESEAU.....	5
II. ACTIONS PEDAGOGIQUES ET COMMUNICATION.....	6
II.1. LES INTERVENTIONS DU RESEAU ECOFLUX EN 2006	6
II.2. LE PROJET DE SUIVI PEDAGOGIQUE (2006-2007).....	8
II.2.1. « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau »	8
II.2.2. Bilan de l'action « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » du réseau ECOFLUX (1ère Edition) .	10
II.2.3. Bilan de la réunion des Professeurs (du 15 Novembre 2006).....	12
III. RESULTATS SCIENTIFIQUES	13
III.1. LES NITRATES	14
III.1.1. Concentrations en nitrates	14
III.1.1.1 Concentrations moyennes annuelles et évolution.....	14
III.1.1.2 Le classement SEQ-eau.....	16
III.1.1.3 Variations hebdomadaires et saisonnières.....	18
III.1.2. Flux de nitrates	22
III.1.2.1 Flux moyens et évolution	22
III.1.2.2 Variations mensuelles des flux de nitrates	24
III.2. LES SILICATES.....	26
III.2.1. Concentrations en silicates	26
III.2.1.1 Concentrations moyennes annuelles et évolution.....	26
III.2.1.2 Le classement SEQ-eau.....	28
III.2.1.3 Variations hebdomadaires et saisonnières.....	28
III.2.2. Flux de silicates.....	31
III.2.2.1 Flux moyens annuels et évolution	31
III.2.2.2 Variations des flux	33
III.3. LES PHOSPHATES	35
III.3.1. Concentrations en phosphates.....	35
III.3.1.1 Concentrations moyennes annuelles et évolution.....	35
III.3.1.2 Le classement SEQ-eau.....	37
III.3.1.3 Variations hebdomadaires et saisonnières.....	38
III.3.2. Flux de phosphates.....	41
III.3.2.1 Flux moyens annuels et évolution	41
III.3.2.2 Variations des flux	43
III.4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	44

Annexes

Bibliographie

Résumé

Depuis 1998, le Réseau ECOFLUX, mis en œuvre dans le cadre d'une collaboration entre le Conseil Général du Finistère et l'IUEM, a pour mission de décrire la variabilité, à l'échelle hebdomadaire, saisonnière et interannuelle, des concentrations de sels nutritifs (nitrates, phosphates, silicates) de treize fleuves représentatifs du Finistère en terme géologique mais également économique.

Les échantillons sont prélevés grâce à l'implication des élèves et professeurs de six établissements scolaires (Lycée de Suscinio, Maison Familiale de Morlaix, l'Institut Rural de Lesneven, l'AGROTECH de Lesneven, le lycée Le Nivot de Lopérec et le lycée de l'Aulne à Châteaulin) et de 23 bénévoles.

L'ensemble des données acquises par le Réseau ECOFLUX est regroupé au sein d'une base de données, accessible sur Internet (<http://www.univ-brest.fr/IUEM/observation/ecoflux/ecoflux.htm>) par tous (particuliers, scientifiques, collectivités...). Y sont ajoutées les précipitations enregistrées par Météo France pour cinq stations météorologiques proches des embouchures des différents cours d'eau suivis ainsi que les mesures de débit réalisées par la DIREN sur sept rivières suivies (Dourduff, Dossen, Penzé, Guillec, Elorn, Douffine, Aulne) permettant ainsi l'estimation des flux de nitrates, phosphates et silicates parvenant dans les zones littorales où ils se déversent.

L'objet du présent rapport est de présenter l'ensemble des résultats acquis depuis la création du réseau ECOFLUX afin de décrire les évolutions de la qualité de l'eau des treize rivières suivies depuis 1998. Pour l'année 2006 en général, par rapport à 2005, est observée une augmentation ou une stabilisation des concentrations et des flux de nitrates, à mettre en lien avec un régime hydrologique plus important. Toutefois, les concentrations et les flux spécifiques de nitrates en 2006 reste inférieurs à ceux mesurée en 1999 et 2001 (régime de crues hivernales). Pour les phosphates, en général pour l'année 2006, les flux spécifiques et les concentrations en phosphates ont tendance à diminuer par rapport à 2005 sauf pour trois fleuves (Guillec, Aulne et St Laurent). Ce rapport présente également les fiches techniques pour chacune des rivières et paramètres suivis et le recensement/utilisation des données ECOFLUX.

Le réseau ECOFLUX participe aussi à la sensibilisation du public et en particulier des jeunes, à la nécessité de protéger la ressource aquatique, mission réalisée au moyen d'interventions dans les classes, de conférence de presse, d'articles, de l'Internet. En 2006, le projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » a été initié et un premier bilan est présenté.

I. PRESENTATION DU RESEAU

I.1. RAPPEL DES OBJECTIFS

Les objectifs visés pour l'année 2006 sont les suivants :

- *Sensibiliser les élèves de six établissements de formation finistériens, notamment les élèves de 1ère STAE d'établissement de formation agricole, à la dégradation de la qualité de nos cours d'eau et à l'eutrophisation de certaines zones littorales, en les impliquant dans un suivi des rivières de leur voisinage*
- *Connaître les concentrations de nitrates, phosphates et silicates au débouché des 13 cours d'eau suivants : la Flèche, le Quillimadec, le Kerharo, le Lopic, le Ris, le Saint Laurent, le Dourduff, le Dossen, la Penzé, le Guillec, l'Elorn, la Douffine et l'Aulne ; connaître les flux de nitrates, de phosphates et de silicates se déversant au débouché des 7 cours d'eau suivants : le Dourduff, le Dossen, la Penzé, le Guillec, l'Elorn, la Douffine et l'Aulne*
- *Interpréter et présenter ces données de façon synthétique pour une mise à disposition sur internet. (voir Site Internet : <http://www.univ-brest.fr/IUEM/observation/ecoflux/ecoflux.htm>).*
- *Apporter des données complémentaires nécessaires à la compréhension des mécanismes de développement des marées vertes. Les données fournies par les établissements scolaires viendront abonder les bases de données existantes du Conseil Général et des organismes de recherche.*

(...)

Cette mission comprendra également des actions d'information, en liaison avec le Conseil Général, auprès des établissements scolaires partenaires du réseau mis en place. En outre, une opération de communication IUEM/UBO – Conseil Général dirigée vers les médias sera organisée. (Voir chapitre II)

I.2. LES RIVIERES SUIVIES PAR LE RESEAU

Depuis 1998, le réseau ECOFLUX surveille la qualité de l'eau de treize fleuves finistériens (figure 1).

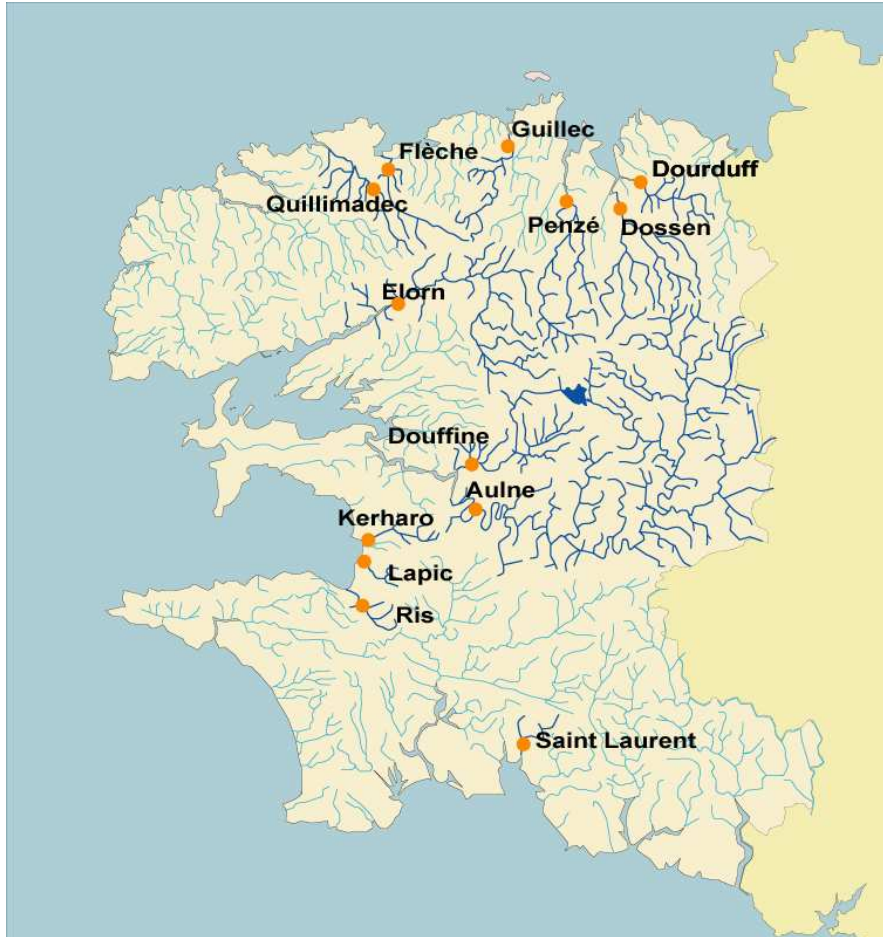


Figure 1. Réseau ECOFLUX : Fleuves suivis par le réseau ECOFLUX

Pour chaque rivière, des prélèvements sont réalisés chaque semaine en un point précis ; en suivant le protocole donné en début d'année à tous les bénévoles (tableau I et annexe I).

Tableau I Point de prélèvement pour chacune des rivières

Rivières	Points de prélèvement
Le Dourduff	D 46, Dourduff en terre
Le Dossen	Port de plaisance de Morlaix
La Penzé	Le Merdy, Penzé
Le Guillec	D10 à Saint Jacques, Sibiril
La Flèche	D129 à Lanvrein, Tréfléz
Le Quillimadec	D 125, aire de repos, route de Lesneven
L'Elorn	Rue des écossais à Landerneau
La Douffine	D 770 à Pont Neuf (à la sortie Pont de Buis)
L'Aulne	Centre ville de Châteaulin
Le Kerharo	Plage de Kerviguen (à l'exutoire)
Le Lapic	Tréfeuntec (à l'exutoire)
Le Ris	Entre Kerstrat et Mescalet
Le Saint Laurent	Beg Menez, La Forêt Fouesnant

I.3. LES ACTEURS DU RESEAU

Subventionné en majorité par le Conseil Général et coordonné par l'IUEM, le réseau ECOFLUX fonctionne grâce à des établissements scolaires et des bénévoles (tableau II) qui, tout au long de l'année, se relaient pour effectuer les prélèvements sur les treize rivières suivies.

Tableau II Récapitulatif des établissements scolaires et des bénévoles associés au réseau

Rivières	Etablissements réalisant les prélèvements	Bénévoles réalisant les prélèvements
Le Dourduff	L.E.G.T.A ¹ de Suscinio, Ploujean	M. QUERE, Locquéolé
Le Dossen	M.F.R. ² de Morlaix	M. JALLIFIER, Morlaix, SIVOM ⁴ de Morlaix
La Penzé	/	M. DERRIENNIC, Carantec
Le Guillec	/	M. KEREBEL, Sibiril et M. CADIOU
La Flèche	AGROTECH, Lesneven	Communauté de communes du Pays Léonard
Le Quillimadec	Institut Rural de Lesneven	M. PERON, Goulven
L'Elorn	/	Mme LE GAD, Lesneven (Communauté de Communes de Lesneven)
La Douffine	L.A.P. ³ Le Nivot, Lopérec	M. MESCAM, Daoulas
L'Aulne	L.E.G.T.A. de Châteaulin	M. HERVE, Pont de Buis (APPMA ⁵ de la Douffine)
Le Kerharo	/	M. LE DOARE, Châteaulin (APPMA de Châteaulin)
Le Lapic	/	Mme LAUNAY, Ploeven
Le Ris	/	Mme MORVAN, M. TALBOT, M. NOUY, Me HUSE, Douarnenez
Le Saint Laurent	/	M. BERNIER, Le Juch
		Mlle NEDELLEC, Fouesnant (CEMPAMA de Beg Meil)

¹ L.E.G.T.A : Lycée d'Enseignement Général et Technologique Agricole

² M.F.R : Maison Familiale Rurale.

³ L.A.P : Lycée Agricole Privé.

⁴ S.I.V.O.M : Syndicat Intercommunal à Vocation Multiple.

⁵ A.P.P.M.A. : Association pour la Pêche et Protection du Milieu Aquatique.

II. ACTIONS PEDAGOGIQUES ET COMMUNICATION

II.1. LES INTERVENTIONS DU RESEAU ECOFLUX EN 2006

Différentes interventions ont eu lieu auprès des élèves réalisant les prélèvements ainsi qu'auprès d'élèves d'autres établissements (tableau III).

Tableau III Récapitulatif des actions pédagogiques au cours de l'année 2006 dans le cadre du réseau ECOFLUX

Actions pédagogiques en 2006		Nombre de participants	Nature des participants
13/01/2006	Participation de Faustine Merret lors des présentations du réseau ECOFLUX dans les collèges et les lycées.	28	Lycéens, journalistes (AFP, Télégramme, Ouest France, Courrier du Léhon, Radio Bleue Breizh Izel)
10/02/2006	Présentation du réseau ECOFLUX aux élèves du collège de Mescoat (Landerneau) et du projet "au fil de l'eau ou à l'école de l'eau".	20	Collégiens
13/03/2006	Rencontre avec les animateurs du bassin versant de la Penzé (présentation du réseau et des objectifs communs)	3	Professionnels (animateurs de BV)
24/03/2006	Intervention au collège de Mescoat (Landerneau) sur le logo du réseau ECOFLUX et réflexion sur l'environnement sous forme de jeux.	20	Collégiens
19/04/2006	Rencontre avec les animateurs des bassins versants du Porzay (Kerharo et Lopic) et de Lesnenvard (St Laurent) (présentation du réseau et des objectifs communs) + actions pédagogique mis en place avec le lycée de Bréhoulou sur Fouesnant	4	Professionnels (animateurs de BV)
24/05/2006	Reportage télévisé avec France 3 et les élèves de l'IREO de Lesneven- Sortie terrain et prélèvement sur le Quillimadec	13	Lycéens, journalistes (France 3)
24/05/2006	Rencontre inter-établissement à Lesneven à l'IREO. (Présentation des projets menés avec "Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau" et bilan du travail du réseau ECOFLUX)	105	Lycéens, journalistes (AFP, Télégramme, Ouest France, Courrier du Léhon, Radio Bleue Breizh Izel, RCF Rivages), bénévoles du réseau ECOFLUX
18/04/2006 au 27/06/2006	Accueil d'un stagiaire de l'IUT génie biologique de Brest pour une étude des analyses de phosphate du réseau ECOFLUX.	1	Universitaire
04/07/2006	Rencontre avec l'animateur du bassin versant de l'Elorn (présentation du réseau et des objectifs communs)	2	Professionnels (animateurs de BV)
12/10/2006	Participation aux Sciences et Ethique junior au Quartz avec l'IREO de Lesneven sur les actions menées par des scolaires dans le cadre du réseau ECOFLUX.	>100	Elèves (primaire et collège) et leurs professeurs
13/10/2006	Présentation aux Sciences et Ethique à Océanopolis sur les actions menées par le réseau ECOFLUX et présentation de quelques résultats.	>100	Public varié (scientifiques, professionnel de la mer, collégiens, lycéens, etc.)
16/10/2006	Rencontre avec l'animateur du bassin versant de St Pol de Léon (présentation du réseau et des objectifs communs)	1	Professionnels (animateurs de BV)
24/10/2006	Rencontre avec l'animateur du SAGE de l'Elorn (P. Masquelier) et la CUB	2	Professionnels (animateurs)

¹ I.R.E.O. : Institut Rural d'Education et d'Orientation.

Actions pédagogiques en 2006 (suite)		Nombre de participants	Nature des participants
26/10/2006	Présentation du réseau ECOFLUX, du Dossen et du projet "au fil de l'eau ou à l'école de l'eau" aux élèves du MFR de Morlaix.	20	Lycéens
08/11/2006	Présentation du réseau ECOFLUX, de la Douffine aux élèves du LAP Le Nivot.	10	BTS
15/11/2006	Réunion de rentrée sur le programme pédagogique avec les établissements scolaires/ Réunion des professeurs	6	Professeurs
28/11/2006	Présentation du réseau ECOFLUX, de la marée verte et des résultats 2005 aux adultes en formation à l'IREO de Lesneven.	10	Adulte formation environnement
11/12/2006	Présentation à la CUB du réseau ECOFLUX	150	Elus, scientifiques
13/12/2006	Présentation du réseau ECOFLUX et des résultats 2005 aux élèves du lycée AGROTECH de Lesneven.	16	Lycéens
Actions à mener en 2006-2007			
Février-Mars	Réunions des bénévoles du réseau ECOFLUX		
Avril	Rencontre inter-établissement (le 25 avril 2007),		
Mai-Juin	Bilan avec les établissements scolaires sur l'année 2006-2007 et préparation de la nouvelle année		

Le mercredi 24 mai 2006, à l'attention des bénévoles et des élèves des différents établissements scolaires, nous avons organisé une rencontre inter-établissements à l'Institut Rural de Lesneven (IREO). Le matin a permis la réalisation d'un reportage avec France 3 Iroise, retransmis le soir même au journal télévisé. Il a pu préciser le rôle du réseau ECOFLUX avec les élèves de l'IREO et son apport pédagogique. L'après midi, en présence de Mme Chantal SIMON GUILLOU, Mme Maureen GUENEGAN (Conseil Général du Finistère) et Gael DURAND (Pole Analytique des Eaux), un bilan des résultats 2005 enregistrés par le réseau ECOFLUX et du projet « au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » a été exposé. Il a réuni 105 personnes dont : 5 classes (IREO de Lesneven, AGROTECH de Lesneven, Lycée de l'Aulne à Châteaulin, MFR de Morlaix et LAP Le Nivot). Une interview a également été donnée à 5 journalistes : Ouest France, le Télégramme, le Courrier du Léon, France Bleue Breizh Izel et RCF rivages (cf. Annexe II). En fin de journée, une remise de prix a été organisée pour honorer les efforts des élèves et leur engagement dans le réseau.

II.2. LE PROJET DE SUIVI PEDAGOGIQUE (2006-2007).

II.2.1. « AU FIL DE L'EAU OU A L'ECOLE DE L'EAU »

Résumé du projet :

Afin d'impliquer davantage et de sensibiliser les élèves participant au réseau ECOFLUX, réseau de surveillance de la qualité de l'eau de treize rivières finistériennes, le projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » a été créé. Il consiste à :

- ✓ mettre en place un suivi pédagogique durant l'année scolaire 2006-2007,
- ✓ favoriser une rencontre entre les élèves des différents établissements.

Lors de l'année scolaire, ces élèves préparent un exposé sur le bassin versant et la rivière qu'ils suivent ; en intégrant les données du réseau ECOFLUX sur les nitrates, les phosphates et les silicates. Cet exposé sera présenté lors du rendez-vous inter-établissements scolaires fixé avec les professeurs. Il aura lieu une fois par an dans un des collèges ou lycées participants et permettra de mettre en valeur les projets liés à l'eau réalisés au cours de l'année par les élèves avec la remise d'*un prix pour chaque établissement scolaire participant.*

Thèmes abordés :

- ✓ L'eau et sa qualité
- ✓ Les acteurs de l'environnement
- ✓ L'éco-citoyenneté

Catégorie du projet :

- ✓ Agir ensemble sur un projet environnemental
- ✓ Eduquer à l'environnement

Exposé détaillé du projet :

Le projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » prolonge la démarche déjà existante de sensibilisation, des futurs jeunes agriculteurs à la protection et à la qualité de l'eau. Tout en continuant le travail, déjà effectué sur le réseau ECOFLUX, où les élèves font des prélèvements hebdomadaires sur une des rivières suivies, ce projet se propose de rendre plus actifs les élèves en les impliquant et en les sensibilisant davantage. Ce projet aura pour but :

- de comprendre les évolutions des pollutions liés aux nitrates aux phosphates sur leur bassin versant,
- de développer l'envie d'agir contre ces pollutions en montant des projets liés à l'eau
- et de créer un lieu d'échange, de communication entre les élèves sur le thème de l'eau, sa qualité et sa préservation.

Le projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » concerne les six établissements de formation finistériens, qui réalisent déjà les prélèvements hebdomadaires ; notamment les élèves de 1^{ère} STAE d'établissements de formation agricole : le LEGTA de Suscinio, le LEGTA de Châteaulin, le Lycée agricole privé du Nivot (Lopérec), la Maison Familiale Rurale de Kerozar (Morlaix), l'Institut Rural de Lesneven, le lycée agricole AGROTECH de Lesneven.

A ceux-ci, pourrait être associés d'autres établissements qui réaliseraient des projets liés à l'eau au cours d'année avec le réseau ECOFLUX comme le collège de l'Elorn (Landerneau), le collège Saint Blaise (Douarnenez), le lycée Kérichen et le lycée Naval de Brest.

- ✓ **Durée du projet (Octobre 2006 à Avril 2007, renouvelable):**
 - Il est mis en place depuis la rentrée scolaire 2006-2007 et se terminera avec la rencontre inter-établissements scolaires en 2007.
 - La visite de l'Aquarium d'Océanopolis comme récompense pour le travail des bénévoles est maintenue pour la fin de l'année scolaire.
- ✓ **Localisation de la rencontre inter-établissements scolaires**
Elle aura lieu dans un des établissements scolaires participants, sauf celui de l'IREO de Lesneven (étant le précédant accueillant). Le lycée LAP le Nivot et le lycée de l'Aulne à Châteaulin se sont déjà proposés.
- ✓ **Etapas du projet**
 - **Octobre – Novembre** : La présentation du réseau ECOFLUX est maintenue en début d'année scolaire. (afin de parler de son rôle, ses objectifs, de définir des termes utilisés comme concentrations, flux, SEQ-eau et expliquer le protocole des prélèvements).

Les élèves pourront ensuite (**Novembre – Mars**):

- Construire, au cours de l'année scolaire, les graphiques d'évolution des nitrates, des silicates et des phosphates de la rivière étudiée ainsi que le graphique de pluviométrie. Les résultats des analyses leur seront donnés après chaque collecte.
- Raisonner pour expliquer et comprendre eux même cette évolution avec l'aide de l'animateur du réseau afin de préparer leur exposé, lors d'intervention trimestrielle pendant l'année scolaire.
- S'ils le souhaitent, mettre en place avec leur professeur un projet lié à l'eau qui sera présenté lors de la rencontre inter-établissements scolaires. Exemples de sujets :
 - Mener une enquête pour identifier des sources de pollutions sur leur rivière.
 - Travailler avec des agriculteurs pour voir comment ils pratiquent, qu'est ce qu'ils ont mis en place pour réduire les apports.
 - Rencontrer des animateurs de bassins versants, visiter des stations d'épurations
 - Organiser une réunion-débat entre les différents acteurs de leur bassin versant

- **En avril**, mise en place la rencontre inter-établissements avec remise de prix dont le prix ECOFLUX (pour le meilleur projet).

Communication prévue :

- ✓ Presse écrite invitée lors des différentes réunions avec les lycéens au cours de l'année et à la journée de la rencontre inter-établissements.
- ✓ Presse audiovisuelle invitée à la journée de la rencontre inter-établissements.
- ✓ Communication régulière sur le site internet du réseau ECOFLUX : (<http://www.univ-brest.fr/IUEM/observation/ecoflux/ecoflux.htm>). Le site internet actuel devrait être amélioré au cours de l'année pour faciliter l'échange entre les différentes classes participantes avec la création d'un forum.

II.2.2. BILAN DE L'ACTION « AU FIL DE L'EAU OU A L'ECOLE DE L'EAU » DU RESEAU ECOFLUX (1ERE EDITION)

Le projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » s'inscrit dans une démarche de sensibilisation de futurs jeunes agriculteurs à la protection et à la qualité de l'eau. Tout en continuant les prélèvements hebdomadaires effectués avec le réseau ECOFLUX, ce projet se propose de rendre plus actifs les élèves en les impliquant et en les sensibilisant davantage. Il a pour but :

- de comprendre les évolutions des pollutions liés aux nitrates aux phosphates sur leur bassin versant,
- de développer l'envie d'agir contre ces pollutions en montant des projets liés à l'eau
- et de créer un lieu d'échange, de communication entre les élèves sur le thème de l'eau, sa qualité et sa préservation.

Cette année, 7 établissements ont participé au projet du réseau ECOFLUX (le LEGTA de Suscinio, le LEGTA de Châteaulin, le Lycée agricole privé du Nivot (Lopérec), la Maison Familiale Rurale de Kerozar (Morlaix), l'Institut Rural de Lesneven, le lycée agricole AGROTECH de Lesneven et le collège de Mescoat (Landerneau)

- 5 ont présenté un exposé sur le bassin versant suivi et son évolution
- 4 ont mené un projet sur le thème de l'eau (de la biodiversité à la question de la qualité de l'eau, ses problèmes en passant par une reconquête de l'image des agriculteurs): très variés, amenant des échanges et des débats.
- et 2 ont participé au concours du logo du réseau ECOFLUX pour habiller l'image du réseau ECOFLUX et le rendre plus visible pour le public.

Parmi les projets mis en place par certains établissements :

- le LAP le Nivot a présenté un exposé au festival des métiers du littoral sur le rôle de l'agriculteur intégrant l'environnement dans ses pratiques agricoles,
- l'AGROTECH Formation à Lesneven, a enquêté sur l'origine des pollutions (nitrates et phosphates) le long du bassin versant de 'La Flèche',

- l'IREO de Lesneven a essayé de répondre à la question : 'Pourquoi existe-il un besoin d'intensifier l'agriculture dans le monde en pompant beaucoup d'eau ?' (Un zoom sur leur bassin versant sera réalisé),
- et la Maison Familiale de Morlaix s'est interrogé sur la reconquête de la loutre sur la rivière du Jarlot.

Pour une première édition, le projet « au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » a été très positif cette année. Il a été soutenu par nos partenaires mais aussi par la fondation Nicolas Hulot et l'ADEME avec des lots pour les établissements scolaires.

La diversité des projets et l'implication des élèves dans ce projet encourage le réseau ECOFLUX à continuer les actions de reconquête de la qualité de l'eau et de la sensibilisation auprès des lycéens et du grand public. Nous allons donc poursuivre cette démarche en 2007, en intégrant davantage d'établissements et en participant avec nos partenaires à d'autres manifestations pédagogiques comme la journée jeune de « Science et Ethique » du 12 Octobre 2006.

II.2.3. BILAN DE LA REUNION DES PROFESSEURS (DU 15 NOVEMBRE 2006)

Afin d'améliorer la qualité du projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » et l'aspect « sensibilisation » du réseau ECOFLUX, les professeurs des établissements scolaires participants ont été invités à une réunion de réflexion sur les projets d'avenir liés au suivi pédagogique. Ainsi, malgré un emploi du temps difficile à concilier pour tous, 5 professeurs ont pu nous rejoindre à l'IUEM pour en discuter. Nous avons le plaisir d'accueillir également Me le professeur VIGOIGNON du lycée Naval de Brest qui va participer cette année au réseau ECOFLUX au niveau de la sensibilisation.

Différents points ont été évoqués :

- ✓ La date de la deuxième rencontre inter-établissements : Afin d'être fixé rapidement sur la date et de planifier les actions à mener pour les professeurs, la date du mercredi 25 avril 2007 après midi a été choisi. Le lieu reste toutefois à déterminer mais le choix d'un établissement participant est maintenu.
- ✓ Création d'un mini colloque à Océanopolis : Dans le programme prévisionnel d'actions de sensibilisation mis en place avec le Conseil Général, la création d'un colloque ECOFLUX avait été proposé. Nous avons abordé ce point avec les professeurs. Sa mise en place pourrait être envisagée pour Novembre – Décembre 2007. Trois thèmes ont été évoqués pouvant servir de sujet à traiter : la gestion des bassins versants, les marées vertes, une approche territoriale avec le Parc Marin. Nous souhaitons impliquer les élèves dans ce choix après réflexion avec leurs professeurs. Ce colloque permettrait en même temps aux élèves de visiter Océanopolis (qui reste un souhait des professeurs). Cette année, nous devons donc obtenir des billets pour Océanopolis pour la rencontre inter-établissements (année 2006-2007) et pour la rentrée 2007-2008.
- ✓ Constructions des tableaux et graphes d'évolution de la qualité des cours d'eau suivis : Afin de simplifier le travail, ce seront les données 2006 (janvier à Décembre) qui seront traités.
- ✓ Création d'un site Internet et/ou d'un journal : Un début de réflexion est prévu pour l'année 2007. Il serait de toute façon pluridisciplinaire et demanderait d'impliquer d'autres professeurs. Le journal reste toutefois plus difficile à faire avec les élèves (manque de temps et peut-être de motivation). Le site Internet semble plus abordable.
- ✓ Idées diverses : les professeurs seraient intéressés par des expositions sur l'eau qui tourneraient dans les différents établissements (cf expositions sur l'eau du CG29 ?) et la visite de stations d'épuration ou de l'usine d'eau potable de l'Elorn. Cette dernière proposition semble possible avec Véolia Eau. De telles visites sont envisagées en 2007.

III. RESULTATS SCIENTIFIQUES

L'annexe III présente les données détaillées acquises depuis janvier 2006. L'objet de ce chapitre est de mettre en évidence les tendances générales et l'évolution des résultats. L'année 2000 étant incomplète, l'étude portera essentiellement sur les années 1999 et 2001 à 2004. Le nombre de prélèvements en 2004 a été insuffisant sur la rivière du Guillec, expliquant l'absence d'exploitation de certains paramètres sur ce site.

Les données obtenues par le réseau ECOFLUX permettent de mettre en évidence les variations des concentrations et des flux des éléments suivis d'une rivière à l'autre d'une part, et d'une semaine, d'une saison ou d'une année sur l'autre d'autre part. Les causes de ces variations sont connues, elles sont dues :

- aux différences de la géologie des bassins versants et de la constitution du sol (perméabilité du sol, pente, nature de la roche, importance des réserves souterraines...),
- aux activités économiques (agriculture mais aussi urbanisme, tourisme pisciculture ou encore industrie),
- et aux variations climatiques et en particulier à celles de la pluviométrie : les précipitations efficaces déterminent les débits fluviaux ainsi que l'intensité du lessivage des sols.

Ainsi, chaque rivière suivie est alimentée par un bassin versant ayant des caractéristiques géologiques et économiques particulières. En accord avec le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), trois catégories de bassins versants parmi les rivières suivies par le réseau ECOFLUX ont été définies :

- les rivières dont le bassin versant présente des réserves souterraines importantes : le Dourduff, le Dossen, le Guillec, le Quillimadec, la Flèche, le Ris et le Saint Laurent ;
- les rivières dont le bassin versant présente des réserves souterraines faibles : l'Aulne, la Douffine, le Lapic et le Kerharo,
- les rivières dont le bassin versant présente des réserves souterraines intermédiaires : l'Elorn et la Penzé.

Afin de rendre plus compréhensible le suivi des treize rivières du réseau ECOFLUX, une fiche de renseignement est en train d'être construite sur chaque rivière. Elle contiendra les renseignements géographiques, géologiques et les usages anthropiques correspondant à chaque bassin versant. (cf Annexe IV et Annexe V)

En terme de résultats, chaque paramètre suivi (nitrate, phosphate et silicate) va être traité. Toutefois, afin de développer l'aspect qualitatif du réseau, des fiches techniques (origine, transfert, matériel et méthode pour l'analyse) ont été créées et jointes en annexe de ce document (cf Annexe VI).

III.1. LES NITRATES

Le nitrate est une forme chimique particulièrement soluble dans l'eau. Il quitte le sol via les eaux de percolation puis est principalement véhiculé par les eaux souterraines. Le ruissellement superficiel peut également être vecteur de nitrates. Les apports ont diverses conséquences sur la teneur en élément dans une rivière, à savoir qu'ils peuvent selon leur importance être source de dilution ou de concentration de l'élément dans la rivière. Les variations hydrologiques saisonnières (variations des précipitations), couplées aux processus biologiques (consommation, minéralisation, dénitrification) vont également agir en fonction du temps sur les teneurs en nitrates dans le fleuve. On distingue quatre types de périodes caractéristiques des variations de concentrations : la crue, le cycle annuel, les variations interannuelles de quelques années et les grandes tendances sur quelques décennies (C. Martin et al, 2004). Les données collectées par le réseau ECOFLUX permettent essentiellement l'étude des trois premiers types de période caractéristique. Toutefois, la poursuite des actions du réseau ECOFLUX l'autorisera à obtenir de longues séries temporelles ; à étudier. Dans un premier temps, nous tenterons donc d'établir les variations interannuelles observées depuis 1998, ainsi que les variations saisonnières des teneurs en nitrates sur les treize rivières suivies.

Par ailleurs, on sait que l'impact des éléments nutritifs sur un écosystème (par exemple en zone littorale) est essentiellement déterminé, non pas par la concentration de l'élément dans l'eau, mais surtout par le flux d'élément (P. Arousseau, 2003). Ainsi, les proliférations d'algues vertes sont conditionnées en partie par les flux d'azote parvenant pendant la période de mai à septembre (J.-Y. Piriou et P. Souchu, 2001). Dans un deuxième temps, nous établirons donc les variations interannuelles et mensuelles des flux de nitrates depuis 1998 pour huit des treize rivières suivies par le réseau ECOFLUX.

III.1.1. CONCENTRATIONS EN NITRATES

III.1.1.1 Concentrations moyennes annuelles et évolution

Les variations interannuelles sont dues à la variabilité climatique (précipitations, température, ensoleillement...) d'une part, et d'autre part à la variabilité des activités humaines, notamment agricoles, qui conjointement vont conditionner les entrées et les stockages de nitrates, tant dans le sol que dans la nappe phréatique.

Les concentrations moyennes annuelles en nitrates sont présentées dans le tableau IV et la figure 2 comparant les différentes années suivies.

Tableau IV Réseau ECOFLUX : Moyennes annuelles et écart-type (+/-E/C) des concentrations en nitrates

	1999			2001			2002			2003			2004			2005			2006		
	Moyenne (mgNO3/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgNO3/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgNO3/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgNO3/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgNO3/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgNO3/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgNO3/l)	+/-	E.C
Dourduff	44,6	+/-	8,8	42,7	+/-	8,1	37,3	+/-	8,9	37,6	+/-	7,1	37,6	+/-	6,9	35,7	+/-	8,2	31,7	+/-	10,9
Dossen	31,1	+/-	6,5	33,2	+/-	12,2	25,2	+/-	6,7	27,6	+/-	4,3	27,8	+/-	2,6	26,4	+/-	3,9	29,5	+/-	5,3
Penzé	58,2	+/-	12,9	60,0	+/-	15,6	47,1	+/-	8,2	50,7	+/-	6,9	50,0	+/-	9,3	49,1	+/-	12,2	48,7	+/-	6,6
Guillec	91,3	+/-	21,9	93,1	+/-	19,9	81,1	+/-	18,5	88,6	+/-	9,5	/	+/-	/	79,0	+/-	13,2	82,0	+/-	16,5
Flèche	71,1	+/-	15,3	68,9	+/-	16,0	62,2	+/-	14,7	65,0	+/-	10,9	59,0	+/-	14,9	60,0	+/-	15,1	60,8	+/-	14,3
Quillimadec	58,3	+/-	12,2	57,0	+/-	14,2	52,4	+/-	12,4	56,5	+/-	8,4	51,3	+/-	12,2	50,0	+/-	10,2	55,4	+/-	10,2
Elorn	39,3	+/-	6,4	35,0	+/-	6,4	32,8	+/-	4,5	35,0	+/-	7,0	35,2	+/-	4,7	35,0	+/-	5,7	35,1	+/-	7,0
Douffine	22,7	+/-	5,2	18,9	+/-	4,3	18,5	+/-	3,6	18,2	+/-	3,4	20,4	+/-	4,4	19,5	+/-	4,9	19,6	+/-	5,2
Aulne	27,1	+/-	9,8	19,2	+/-	7,7	20,9	+/-	7,0	17,6	+/-	10,3	23,6	+/-	8,0	21,9	+/-	12,2	22,1	+/-	11,7
Kerharo	39,0	+/-	6,3	34,9	+/-	9,5	34,7	+/-	6,6	31,5	+/-	9,3	33,8	+/-	7,4	31,6	+/-	7,4	29,5	+/-	8,9
Lapic	48,5	+/-	9,1	47,7	+/-	7,1	46,1	+/-	4,9	40,0	+/-	10,4	42,9	+/-	7,6	40,3	+/-	7,6	39,1	+/-	8,5
Ris	39,5	+/-	7,4	37,5	+/-	4,7	33,7	+/-	4,4	35,6	+/-	3,6	35,5	+/-	2,8	35,3	+/-	6,8	35,0	+/-	4,0
St Laurent	45,1	+/-	7,3	42,4	+/-	5,8	40,7	+/-	5,4	39,8	+/-	4,9	35,8	+/-	6,2	39,8	+/-	5,9	40,0	+/-	5,9

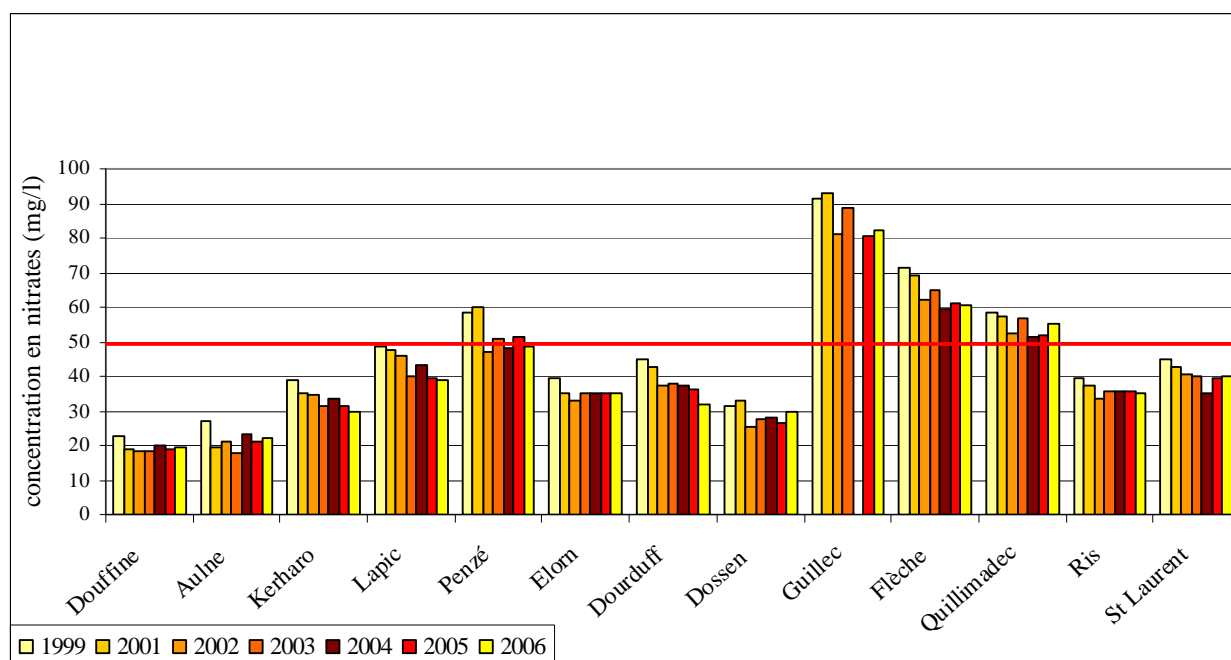


Figure 2. Réseau ECOFLUX : Moyennes annuelles des concentrations en nitrates des rivières suivies

Deux groupes de rivières se distinguent : celles en dessous de 50 mg/l de nitrate et celles au dessus de cette norme européenne. Ce classement est tiré de la directive eau potable (16/06/1975) concernant la qualité requise des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire et permet d'interdire l'utilisation de ces eaux si son taux de nitrates est supérieur à 50 mg/l.

En général, les rivières situées dans le Nord Finistère ont des moyennes annuelles très élevées (supérieures à 50 mg/l en 2006): le Guillec, la Flèche et le Quillimadec se trouvent dans cette catégorie. L'activité agricole intensive, avec des zones très légumières au nord, est en grande partie à l'origine de ces résultats.

Depuis la création du réseau, nous observons des évolutions. Les concentrations en nitrate ont tendance à diminuer dans les rivières depuis 1999; particulièrement pour le Lapic, le Kerharo, le Dourduff, la Penzé et la Flèche.

Des tests statistiques (test ANOVA et le test des étendues multiples) menés sur la période 1999 – 2005 confirment ce changement. A un niveau de confiance de 95%, la différence des moyennes annuelles de 1999 (et de 2001) est statistiquement significative par rapport aux moyennes annuelles 2002, 2003, 2004 et 2005. Ces dernières ont présenté une baisse des concentrations en nitrates pour la majorité des rivières suivies entre ces deux groupes homogènes (Dourduff, Dossen, Penzé, Kerharo, Ris, Saint Laurent...) (cf Annexe VII).

Toutefois, par rapport à 2005, les précipitations à l'échelle annuelle ont été supérieures en 2006 sur l'ensemble des bassins versants, entraînant en général une petite augmentation ou une stabilité des concentrations en nitrates. C'est ce qui est observée sauf pour le Kerharo, le Laptic, le Dourduff et la Penzé.

La série temporelle est, pour l'instant, trop courte pour distinguer avec certitude l'effet climatique (réduction des précipitations) de l'effet anthropique (réduction des épandages azotés sur les bassins versants). Toutefois, afin d'y apporter une première réponse, une description de l'évolution de la qualité de l'eau en nitrate sur huit bassins versants suivies par le réseau ECOFLUX a été réalisée (cf Annexe VIII).

On notera que les rivières appartenant à la catégorie des réserves souterraines faibles ont tendance à avoir des concentrations moyennes annuelles en nitrates inférieures à celles dont les réserves souterraines sont importantes, excepté le Laptic (cf. Annexe V).

III.1.1.2 Le classement SEQ-eau

La figure 3 présente les classements SEQ-eau (Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau), outil commun aux organismes responsables de la surveillance de la qualité de l'eau, établis en 1999, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 et 2006 pour le paramètre nitrates d'après les résultats obtenus pour les prélèvements. La flèche indique la classe de la rivière pour chaque année en prenant en compte le percentile 90 (ou les 10% d'erreurs admissibles). A titre d'exemple, le Dourduff est classé en eau de très mauvaise qualité en 1999 et en eau de mauvaise qualité en 2003. La présentation proposée permet de visualiser l'importance relative de chaque classe sur l'ensemble des prélèvements réalisés dans l'année considérée.

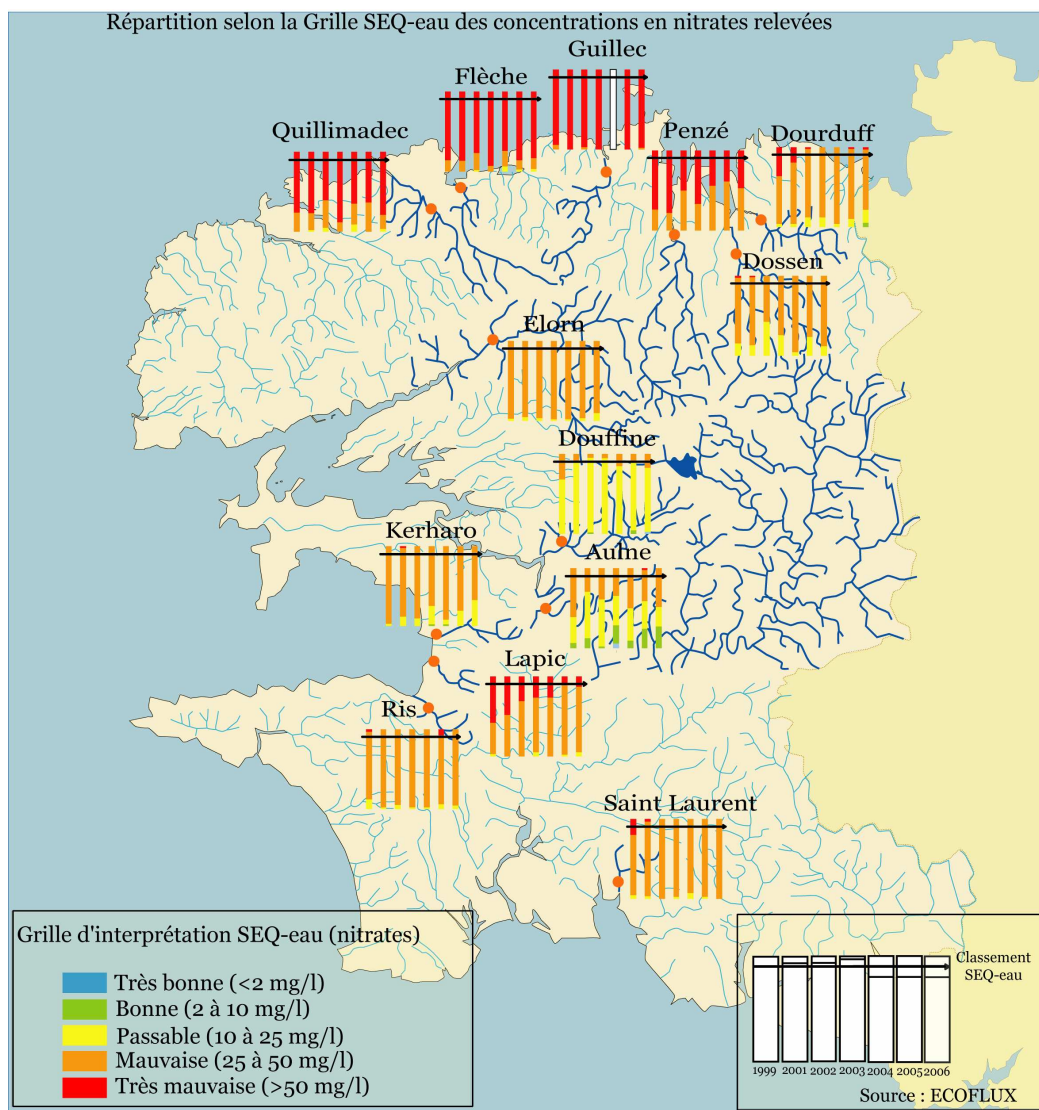


Figure 3. Réseau ECOFLUX : Classement SEQ-eau pour le paramètre nitrates des rivières suivies.

Malgré la diminution observée depuis 1999 des teneurs en nitrates, le classement SEQ-eau met en évidence la qualité plutôt médiocre des rivières suivies par le réseau ECOFLUX.

Les rivières les plus mal classées se situent comme les années précédentes dans le Léon (Nord Finistère) où l'activité agricole est plus importante. Ainsi, comme en 2005, cinq rivières (Penzé, Guillec, Quillimadec, Flèche et Lapic) ont été classées, pour ce paramètre, en eau de très mauvaise qualité, et ce depuis 1999 pour lesquelles le suivi est complet. L'Aulne et la Douffine présentent les meilleurs résultats et le Dourduff montre une amélioration en 2006; il n'en reste pas moins que comme le Dossen, l'Elorn, le Kerharo, le Ris et le Saint Laurent, ils sont classés en 2006 en eau de qualité mauvaise pour le paramètre « nitrates ».

Les différences parfois importantes observées entre 2003 et 2004 sont sans doute à mettre en relation avec la sécheresse de l'été 2003. On avait en effet pu remarquer que les concentrations en nitrates avaient fortement diminué dans les rivières à faibles réserves souterraines pendant l'été 2003 (cf. rapport janvier 2004).

III.1.1.3 Variations hebdomadaires et saisonnières

Les concentrations varient à l'échelle hebdomadaire et saisonnière

De même que les concentrations varient d'une année sur l'autre, on assiste à des variations rapides d'une semaine à l'autre. Pour certaines rivières, on peut également observer des cycles saisonniers des concentrations en éléments.

a) Variabilité des concentrations à l'échelle hebdomadaire

La figure 4 présente un exemple de résultats en nitrates obtenus sur la période d'étude (septembre 1998 – novembre 2006).

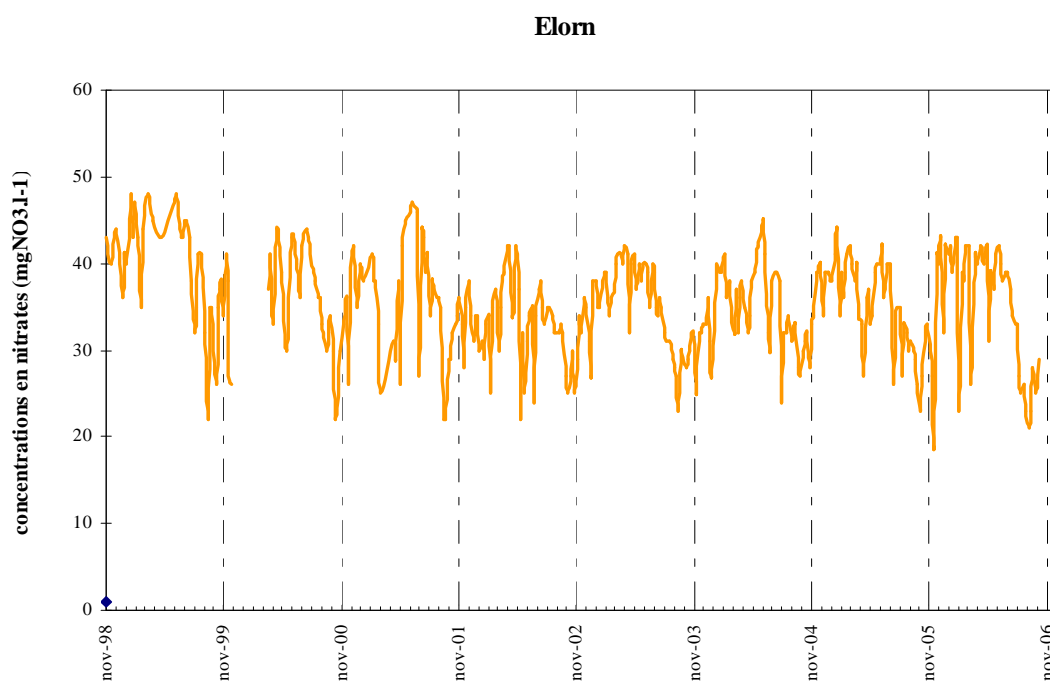


Figure 4. Réseau ECOFLUX : Variations des teneurs en nitrates pour l'Elorn

On peut observer des variations rapides, surtout en période de crues. Ainsi, sur l'Elorn la concentration en nitrates peut passer de 25 mg/l à 45 mg/l en l'espace d'une semaine. Dans ce cas, l'augmentation des teneurs correspond à une concentration des nitrates lors d'une période sécheresse. Pour d'autres rivières, une crue peut entraîner une augmentation transitoire des concentrations comme pour la Penzé.

Les diagrammes caractéristiques des fleuves suivis permettent de mettre en évidence les comportements des rivières en cas de changements de débits, débits qui eux-mêmes sont déterminés par les pluies efficaces (figure 5).

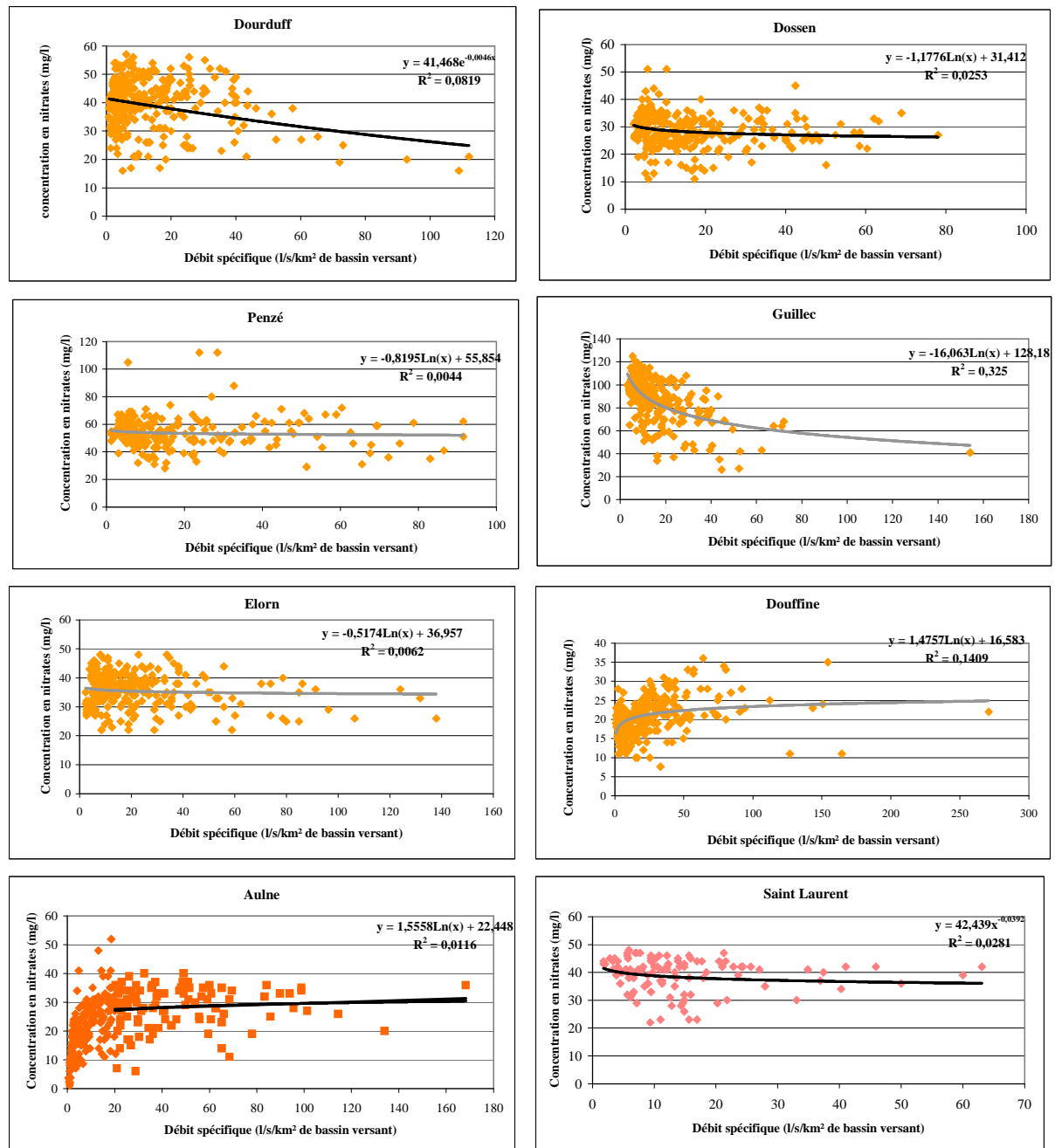


Figure 5. Réseau ECOFLUX : Diagrammes caractéristiques de concentration en nitrates en fonction des débits spécifiques : $C=f(Q_{spé})$.

D'une manière générale, la corrélation entre le débit et la concentration en nitrate n'est pas aussi évidente que celle des diagrammes $[C=f(Q_{spé})]$ des phosphates et des silicates (cf p.26 et 36). Toutefois, l'intérêt de ce type de diagramme apparaît clairement quand on prend en considération les variations à l'échelle saisonnière comme le montre le cas du Guillec (cf figure 8).

Nous observons, toutefois, que pour la Douffine et l'Aulne, les concentrations ont tendance à augmenter rapidement avec le débit dans un premier temps, puis à se stabiliser pour l'Aulne et la Douffine. Enfin, les concentrations en nitrates décroissent légèrement en fonction du débit pour le Dossen et le Saint-Laurent, mais nettement pour le Dourduff et le Guillec.

En référence à la relation théorique entre les concentrations en élément dissous et les débits, pour les rivières comme le Guillec ou le Dourduff, l'effet de dilution est prépondérant (figure 6). Par contre pour l'Aulne, la décroissance rapide des nitrates pour les faibles débits (en été) correspond à une consommation des sels nutritifs par le phytoplancton (des diatomées) et non pas à un effet de lessivage.

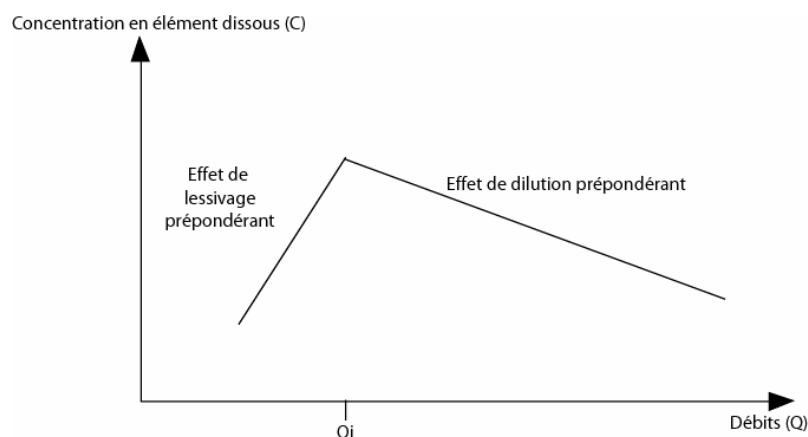


Figure 6. Relation théorique concentration/débit pour des éléments dissous

La variation du débit au cours de l'année est due aux variations des précipitations, lesquelles sont en lien avec les saisons.

b) Variabilité à l'échelle saisonnière

Selon les rivières, les variations des concentrations sont plus ou moins marquées et peuvent décrire des cycles annuels. Ce sont les mêmes facteurs qui sont à l'origine de ces variations : le drainage et le lessivage dus aux précipitations, les capacités de réserves du bassin versant ainsi que l'activité biologique (photosynthèse et régénération). Ces derniers vont conditionner les concentrations dans les cours d'eau des différents éléments suivis au fil des saisons.

Différentes formes de variations saisonnières des nitrates sont observées pour les rivières suivies par le réseau ECOFLUX (figure 7). Certaines rivières présentent de fortes teneurs en nitrates en hiver et des faibles teneurs en été, d'autres présentent des variations inverses à celle citée précédemment, d'autres encore ont des concentrations plutôt stables tout au long de l'année.

Deux grands types de cycles doivent être distingués :

- ✓ les cycles classiques, pour lesquels on observe de fortes teneurs pendant les périodes de fort drainage,
- ✓ et les cycles dits inversés pour lesquels on observe de fortes teneurs en période d'étiage.

Entre ces deux grands types, des cycles que l'on dira intermédiaires peuvent être observés. Toutefois, le cycle classique est le plus largement observé sur les différentes rivières suivies que ce soit en France, au Royaume-Uni ou aux Etats-Unis et ce, quelque soit le type d'occupation du sol ou la taille du bassin versant (C. Martin, 2003).

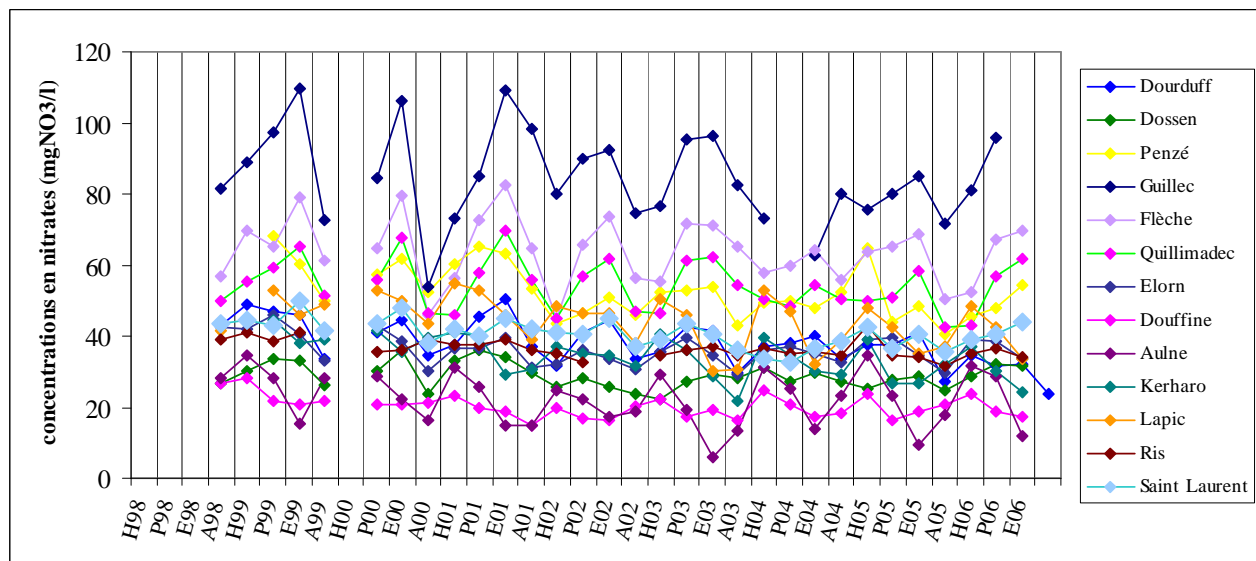


Figure 7. Réseau ECOFLUX : Concentrations moyennes saisonnières en nitrates au cours de la période d'étude

Ainsi, pour certaines rivières, on peut aisément observer le type de cycle saisonnier décrit par les variations des teneurs en nitrates. C'est le cas du Guillec, de la Flèche ou du Quillimadec, qui présentent un cycle « inversé » pour l'élément nitrates, ou encore de l'Aulne et du Lapic qui affichent eux un cycle dit classique. Pour d'autres rivières comme le Saint Laurent ou le Ris, les variations saisonnières ne sont pas aussi nettes et tendent à être intermédiaires (les minima ou maxima ne sont pas observés à la même saison chaque année).

Il est intéressant de constater que les cycles inversés existent pour des bassins versants qui avaient été classés à fortes réserves souterraines par le BRGM, à savoir le Dourduff, le Dossen, le Guillec, la Flèche ou encore le Quillimadec. Ainsi, on peut supposer que :

- ✓ la charge en nitrates de ces bassins versants est plus importante que pour ceux des autres rivières suivies
- ✓ ou que la nappe phréatique se tarie moins vite en été dans ce type de bassin versant et qu'elle continue à alimenter de façon importante la rivière en été (réserves plus importantes),
- ✓ ou encore que, au sein de cette même nappe, la dénitrification n'est pas suffisamment performante pour éliminer autant de nitrates que dans les autres types de bassins versants.

Afin de mieux comprendre les processus de transfert et de devenir des sels nutritifs dans les bassins versants, Il est intéressant d'étudier les diagrammes $C=f(Q_{spé})$; c'est-à-dire en fonction du débit spécifique pour une rivière donnée et selon la saison considérée. L'exemple du Guillec montre que le devenir des sels nutritifs est différent selon les saisons. (figure 8).

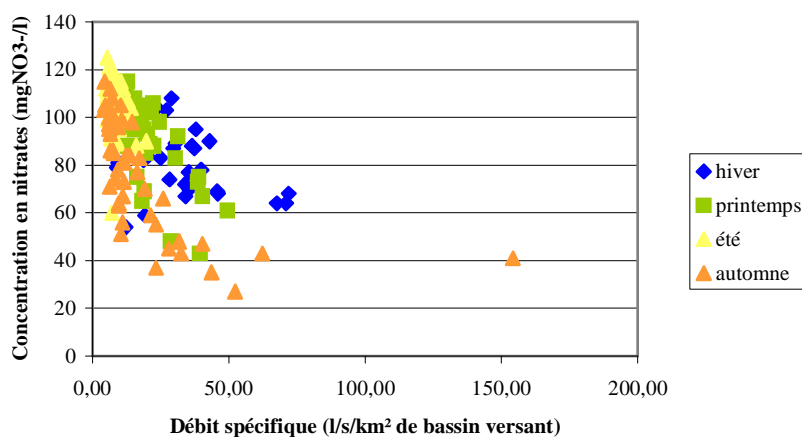


Figure 8. Réseau ECOFLUX : Diagrammes $C=f(Q_{spé})$ en fonction des saisons pour le Guillec

Ainsi, les concentrations hivernales ont tendance à être supérieures aux concentrations automnales, et ce pour un débit équivalent. Ce sont sans doute les processus biologiques intrinsèques au cours d'eau et au bassin versant qui sont à l'origine de ce phénomène (consommation, dénitrification).

III.1.2. FLUX DE NITRATES

Les débits des rivières ECOFLUX ne sont connus que pour 8 d'entre elles ; pour sept rivières, ces débits nous sont fournis par la DIREN (Dourduff, Dossen – recalculés à partir des débits du Jarlot, du Tromorgant et du Queffleuth – Penzé, Guillec, Elorn, Douffine et Aulne) ; et pour la huitième, le CEMPAMA mesure le débit instantané du Saint Laurent (au moment du prélèvement) depuis mars 2002. Pour toutes les rivières, excepté le Saint Laurent, les flux sont estimés à partir de la moyenne des flux mensuels (concentration moyenne calculé à partir des concentrations mesurées lors des prélèvements d'un mois x débit mensuel) ramenée au nombre de jours de l'année considérée (pour le Saint Laurent, le même calcul est fait à partir du débit instantané).

III.1.2.1 Flux moyens et évolution

Le tableau V et la figure 9 présentent les flux annuels et les flux spécifiques en nitrates pour les années hydrologiques des différents cours d'eau dont on dispose des mesures de débit. Calculer les flux en années hydrologiques permet de tamponner les décalages des périodes de crue d'une année sur l'autre¹.

¹ les flux sont en tonnes de $N-NO_3^-$ par an.

Tableau V Réseau ECOFLUX : Flux annuels totaux et spécifiques en nitrates (année hydrologique : d'octobre à septembre)

Flux annuels de nitrates (tN/an) années hydrologiques							
	1998-99	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06
Dourduff	390,2	543,1	172,5	175,4	188,8	157,9	177,8
Dossen	1047,5	1377,9	589,8	474,1	525,3	481,7	868,5
Penzé	/	3222,4	1075,9	1480,3	1052,4	1134,3	1088,6
Guillec	877,2	1089,9	564,2	599,9	/	466,7	651,8
Elorn	2156,7	2480,0	1192,8	1320,9	995,8	1003,6	1336,9
Douffine	1232,3	994,8	476,0	596,8	485,6	431,4	548,3
Aulne	10004,9	12356,9	4783,2	6894,4	5103,9	4253,9	6450,1
Saint Laurent	/	/	/	236,3	117,0	115,9	147,2

Flux spécifiques de nitrates (tN/km ² /an) années hydrologiques							
	1998-99	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06
Dourduff	5,2	7,2	2,3	2,3	2,5	2,1	2,4
Dossen	4,5	5,9	2,5	2,0	2,2	2,0	3,7
Penzé	/	15,6	5,2	7,2	5,1	5,5	5,3
Guillec	11,9	14,7	7,6	8,1	/	6,3	8,8
Elorn	7,6	8,7	4,2	4,6	3,5	3,5	4,7
Douffine	7,0	5,6	2,7	3,4	2,7	2,4	3,1
Aulne	5,6	6,9	2,7	3,8	2,8	2,4	3,6
Saint Laurent	/	/	/	6,1	3,0	3,0	3,8

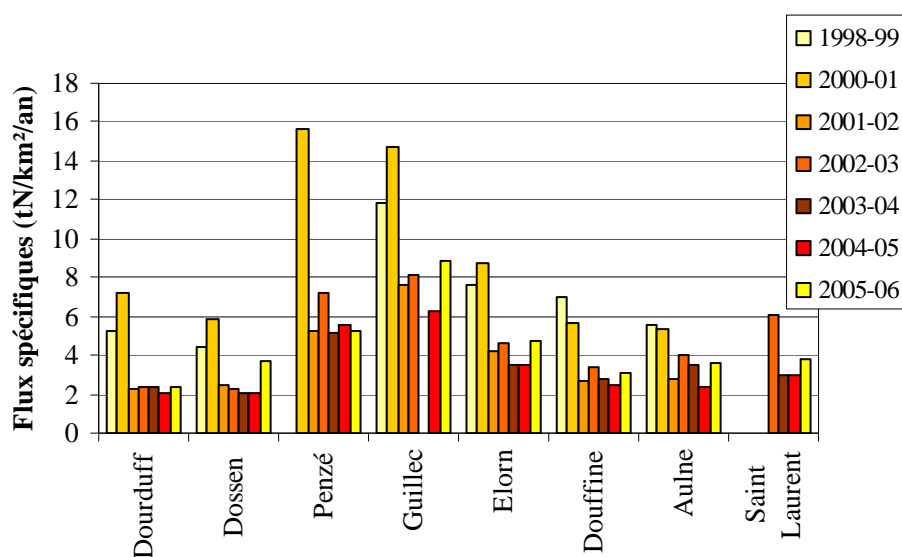


Figure 9. Réseau ECOFLUX : Comparaison des flux spécifiques estimés pour huit cours d'eau

Qualitativement, le Guillec et la Penzé présentent les plus forts flux spécifiques pour le nitrate. Comme les concentrations, la hausse du débit spécifique avec l'augmentation de la pluviométrie en 2005-2006 a entraîné l'élévation des flux spécifiques. Ils restent toutefois inférieurs à l'année hydrologique de 2000-2001, présentant les flux spécifiques les plus importants depuis la création du réseau.

III.1.2.2 Variations mensuelles des flux de nitrates

La figure 10 présente les variations mensuelles des flux de nitrates pour les huit rivières dont nous disposons des mesures de débits.

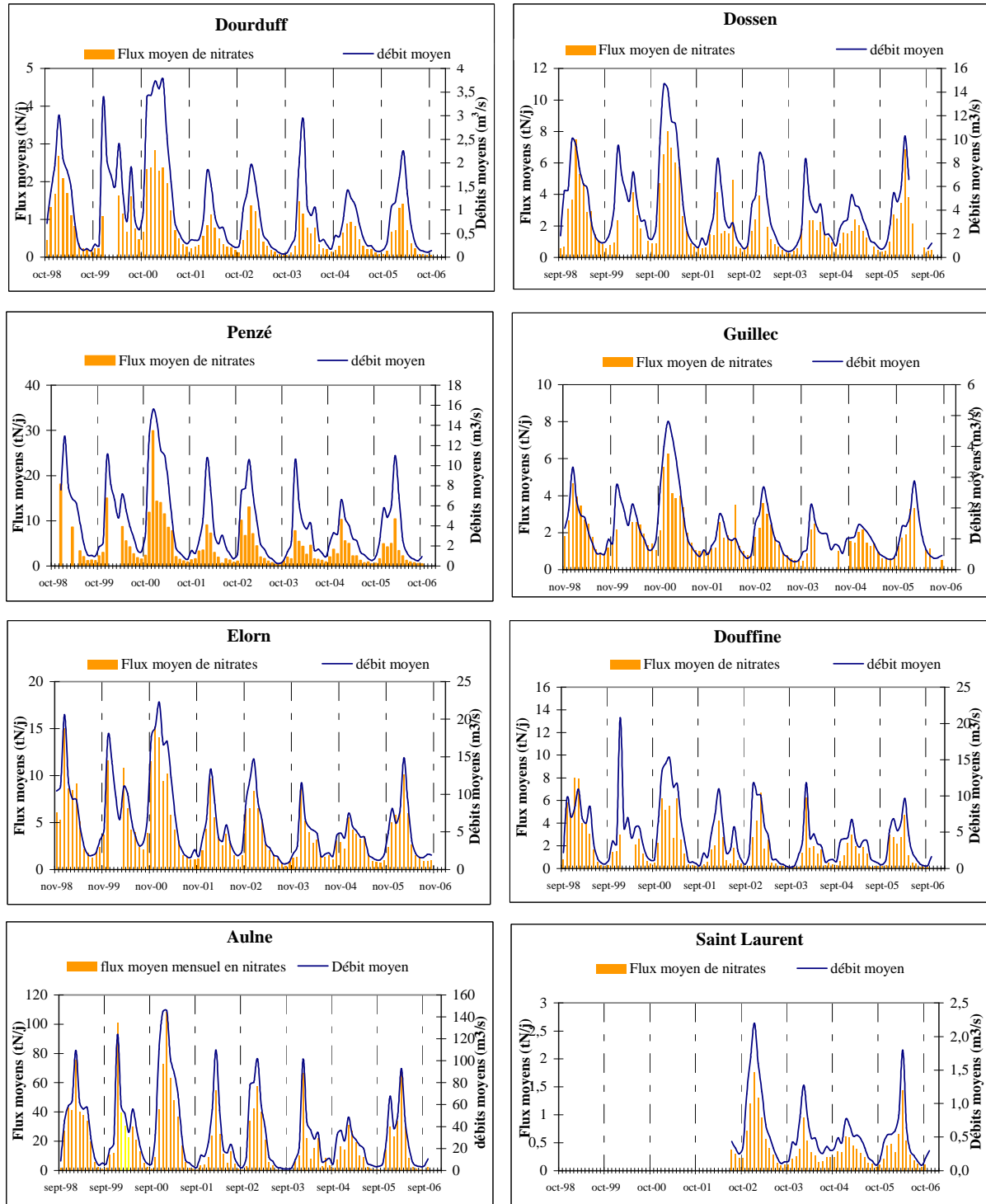


Figure 10. Réseau ECOFLUX : Flux moyens mensuels de nitrates et débits moyens mensuels au cours de la période d'étude

Pour l'ensemble des rivières, on remarque que les flux sont maximaux en période de crue, quand les débits sont eux-mêmes maximaux et ce, quelque soit, le type de cycle observé pour les variations des concentrations. On peut d'ailleurs également noter qu'en règle générale, *les flux et les débits sont relativement bien corrélés, montrant ainsi l'importance du climat dans les variations de nitrates.*

En résumé, les nitrates sont donc essentiellement véhiculés vers les cours d'eau par les écoulements souterrains, les ruissellements superficiels ayant tendance à diluer ces apports. Pour cet élément, les apports diffus d'origine agricole priment sur les apports ponctuels dus à l'urbanisme et aux industries. En terme de variations saisonnières, les deux principaux types de cycles (classique et inversé) sont représentés parmi les rivières suivies. Ces types de cycles dépendent de différents processus, l'un lié au stockage de nitrates dans le sol, l'autre aux accumulations et aux phénomènes de dénitrification des différentes strates de la nappe phréatique. Par ailleurs, les processus biologiques intrinsèques à la rivière et au bassin versant jouent sans doute un rôle important dans les phénomènes de variations saisonnières observés.

A l'exception de 1999, on peut noter une tendance générale à la baisse des concentrations en nitrates. A part le St Laurent et la Penzé en 2005, les bassins versants présentent, d'ailleurs, cette évolution en nitrates pour l'ensemble des rivières. Toutefois, l'augmentation des précipitations en 2006 a entraîné une élévation des concentrations et des flux spécifiques en nitrates dans de nombreuses rivières ; indiquant probablement leur dépendance au régime hydrologique. Ces hausses restent néanmoins inférieures à 1999 et 2001 qui furent des années hydrologiques plus abondantes.

III.2. LES SILICATES

Les apports dans les rivières d'acide ortho-silicique, appelé 'silicates', proviennent essentiellement de l'érosion des roches et des sols par les pluies, et plus précisément par réaction de l'acide carbonique présent dans les eaux de pluies (cf Annexe VI). Outre cette origine lithogénique, les silicates présents dans les rivières peuvent être d'origine biologique et provenir de la dissolution des frustules de diatomées ou de phytolithes. Ainsi, contrairement aux deux autres éléments suivis par le réseau ECOFLUX, les silicates ont une origine essentiellement naturelle.

Il est intéressant de suivre les silicates pour deux raisons essentielles :

- ✓ Premièrement, la silice est un élément fondamental pour le développement de certaines espèces de phytoplancton, notamment les diatomées. La connaissance des concentrations et flux de cet élément parvenant au littoral est donc importante et pourra servir à mieux comprendre les phénomènes de développement de phytoplanctons toxiques ou encore d'efflorescences phytoplanctoniques.
- ✓ Deuxièmement, peu soumis aux effets anthropiques, transférés vers les cours d'eau de la même façon que les nitrates, ils peuvent en quelque sorte servir de traceur pour les nitrates et la comparaison des variations en nitrates et silicates (variations interannuelles ou saisonnières par exemple) peut nous renseigner sur l'impact des activités anthropiques quant aux variations de concentrations de nitrates.

Dans ce paragraphe, nous ferons donc régulièrement référence aux résultats énoncés précédemment pour les nitrates.

III.2.1. CONCENTRATIONS EN SILICATES

III.2.1.1 Concentrations moyennes annuelles et évolution

Comme les nitrates, les concentrations moyennes annuelles en silicates varient au cours des années. Elles sont présentées dans le tableau VI et la figure 11. Ainsi, leur transfert vers les cours d'eau va varier selon la nature du sol et du sous-sol (d'où les différences observées d'une rivière à l'autre), mais il va être également dépendant des épisodes pluvieux.

Tableau VI Réseau ECOFLUX : Moyennes annuelles et écart-types (+/- E.C) des concentrations en silicates

	1999			2001			2002			2003			2004			2005			2006		
	Moyenne (mg SiO ₂ /l)	+/-	E.C	Moyenne (mg SiO ₂ /l)	+/-	E.C	Moyenne (mg SiO ₂ /l)	+/-	E.C	Moyenne (mg SiO ₂ /l)	+/-	E.C	Moyenne (mg SiO ₂ /l)	+/-	E.C	Moyenne (mg SiO ₂ /l)	+/-	E.C	Moyenne (mg SiO ₂ /l)	+/-	E.C
Dourduff	13,4	+/- 1,7		13,2	+/- 2,2		13,2	+/- 1,6		12,9	+/- 1,5		12,7	+/- 1,6		12,8	+/- 1,0		12,5	+/- 2,2	
Dossen	12,2	+/- 1,7		13,1	+/- 2,2		11,7	+/- 2,4		12,0	+/- 1,9		12,2	+/- 0,8		12,5	+/- 1,0		11,2	+/- 3,1	
Penzé	12,5	+/- 0,9		12,7	+/- 1,7		11,5	+/- 1,2		11,3	+/- 1,2		11,6	+/- 1,2		11,7	+/- 1,1		11,6	+/- 1,3	
Guillec	13,8	+/- 1,8		15,0	+/- 2,0		13,0	+/- 2,2		12,7	+/- 1,9		/	+/- /		13,4	+/- 1,2		14,8	+/- 1,8	
Flèche	14,1	+/- 2,5		14,7	+/- 2,9		14,2	+/- 2,6		13,6	+/- 2,4		13,4	+/- 2,1		12,9	+/- 3,1		13,6	+/- 2,1	
Quillimadec	16,0	+/- 2,1		15,7	+/- 3,0		15,5	+/- 2,6		15,5	+/- 0,2		14,9	+/- 2,4		15,5	+/- 2,3		15,9	+/- 1,9	
Elorn	9,2	+/- 0,9		10,0	+/- 1,3		8,4	+/- 1,0		9,2	+/- 1,2		8,9	+/- 1,0		9,1	+/- 0,8		9,1	+/- 1,4	
Douffine	5,5	+/- 0,8		5,6	+/- 0,8		5,3	+/- 0,8		5,6	+/- 1,1		5,2	+/- 0,7		5,3	+/- 0,7		5,3	+/- 0,9	
Aulne	6,8	+/- 3,0		5,5	+/- 3,3		6,3	+/- 2,5		4,5	+/- 3,8		7,5	+/- 1,6		5,9	+/- 3,1		6,2	+/- 3,3	
Kerharo	10,1	+/- 1,1		8,9	+/- 2,0		9,2	+/- 1,7		8,4	+/- 2,2		9,5	+/- 1,3		9,3	+/- 1,2		8,7	+/- 2,5	
Lapic	11,7	+/- 1,9		11,1	+/- 1,0		10,7	+/- 1,0		10,3	+/- 1,2		11,1	+/- 1,0		11,7	+/- 3,8		11,2	+/- 1,3	
Ris	12,6	+/- 2,8		15,2	+/- 2,1		13,1	+/- 1,5		15,0	+/- 1,7		14,7	+/- 1,4		14,5	+/- 1,3		15,3	+/- 2,1	
St Laurent	12,3	+/- 1,2		12,5	+/- 1,1		12,0	+/- 1,0		12,1	+/- 1,4		11,0	+/- 1,7		12,0	+/- 0,6		12,3	+/- 1,2	

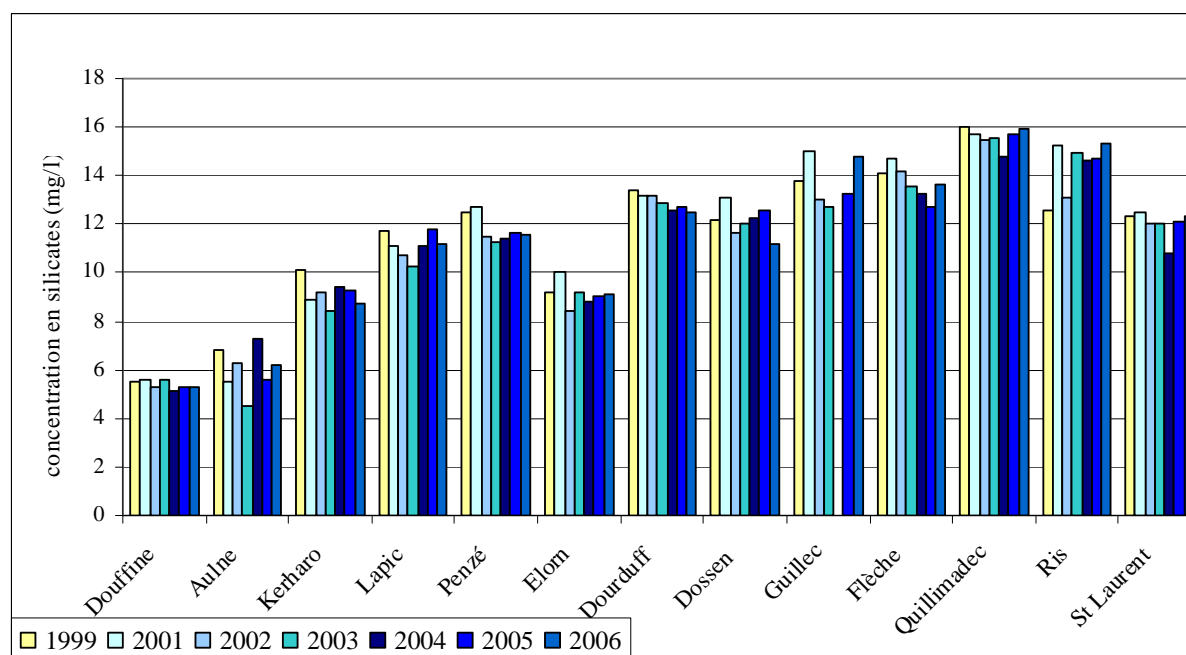


Figure 11. Réseau ECOFLUX : Moyennes annuelles des concentrations en silicates

Deux rivières en particulier se détachent du groupe de rivières suivies : l'Aulne et la Douffine qui toutes deux présentent des concentrations moyennes faibles en silice. De manière générale, on remarquera que la classification des bassins selon les réserves souterraines est relativement cohérente avec les concentrations en silice (cf. Annexe V). En effet, plus le réservoir est important, plus le temps de transfert de l'eau est long. Or, la présence de silice est liée à la dissolution de la phase solide. Plus le temps de contact est long, et plus fortes seront les concentrations en silice.

Pour la période 1999 – 2005, les tests statistiques (test ANOVA et le test des étendues multiples) sur les moyennes annuelles en silicates ne permettent pas de montrer clairement une différence aussi significative entre deux groupes homogènes (1999/2001 et 2002/2003/2004/2005) que pour le nitrate, à part la Penzé et le Guillec. Les concentrations en silicates n'ont donc ni augmenté ni diminué dans l'ensemble.

Toutefois, ces tests indiquent qu'il existe une différence statistiquement significative entre les moyennes annuelles du groupe des années 1999, 2001 et celui des années 2004 et 2005 au niveau de confiance de 95% (cf Annexe VI). Les rivières concernées sont la Penzé, le

Guillec et le St Laurent (pour 2004), présentant une baisse des concentrations en silicates. Donc, pour ces rivières, la diminution de la concentration en nitrate ces années est en partie due à des variations naturelles.

Sans apport anthropique de nitrates, les teneurs en silicates et en nitrates varient de la même façon. Lorsque les concentrations en silicates augmentent, nous pouvons en déduire que la diminution des concentration en nitrates observée sur certaines rivières peut être due à une diminution des apports de nitrates par les activités humaines (donc à des améliorations de pratiques agricoles). En 2005, ce phénomène s'observe pour le Dossen et la Penzé mais ce fut une année à faible précipitation. Par contre, l'année 2006 montre des variations similaires entre les silicates et les nitrates pour les mêmes bassins versants ; avec une tendance générale à l'augmentation des concentrations en lien avec un régime hydrologique plus important. Le Lapic, le Kerharo, **le Dourduff et la Penzé (stabilisation)** ont néanmoins des concentrations en silicates plus faibles en 2006 ; comme pour les nitrates. Cette diminution simultanée des concentrations moyennes en silicates et en nitrates ne permet pas d'affirmer que la diminution des nitrates est à mettre en relation avec une amélioration des pratiques agricoles.

III.2.1.2 Le classement SEQ-eau

Les silicates transférés vers les rivières ne sont pas d'origine anthropique. Ils ne peuvent être classés dans le cadre du Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau.

III.2.1.3 Variations hebdomadaires et saisonnières

a) – Variabilité des concentrations à l'échelle hebdomadaire

La figure 12 présente un exemple de résultats en silicates.

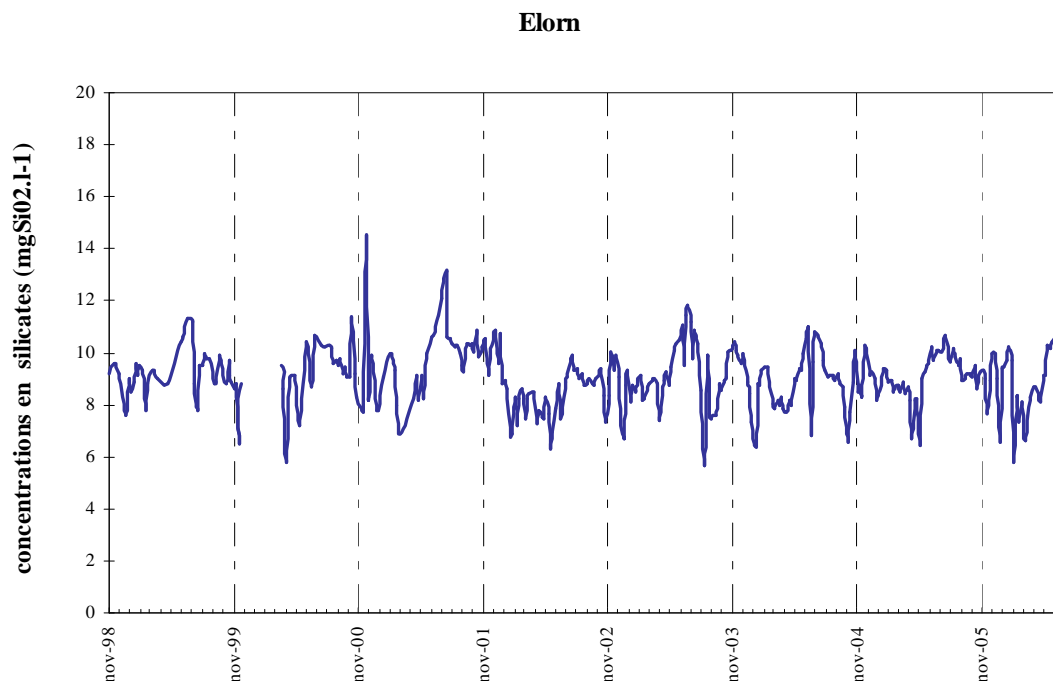


Figure 12. Réseau ECOFLUX : Variations des concentrations en silicates pour l'Elorn suivi par le réseau ECOFLUX

Comme pour les nitrates, on constate d'importantes variations des teneurs en silicates. A un pic de nitrates, correspond souvent un pic de silicates. Cela dit les variations globales ne sont pas toujours exactement les mêmes que celles des nitrates.

Le diagramme $C=f(Q_{spé})$ pour les silicates révèle que les concentrations en silicates ne sont pas sensibles aux effets de dilution avec un débit supérieur à 20 $L \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$; à part pour le Dourduff et la Douffine (figure 13).

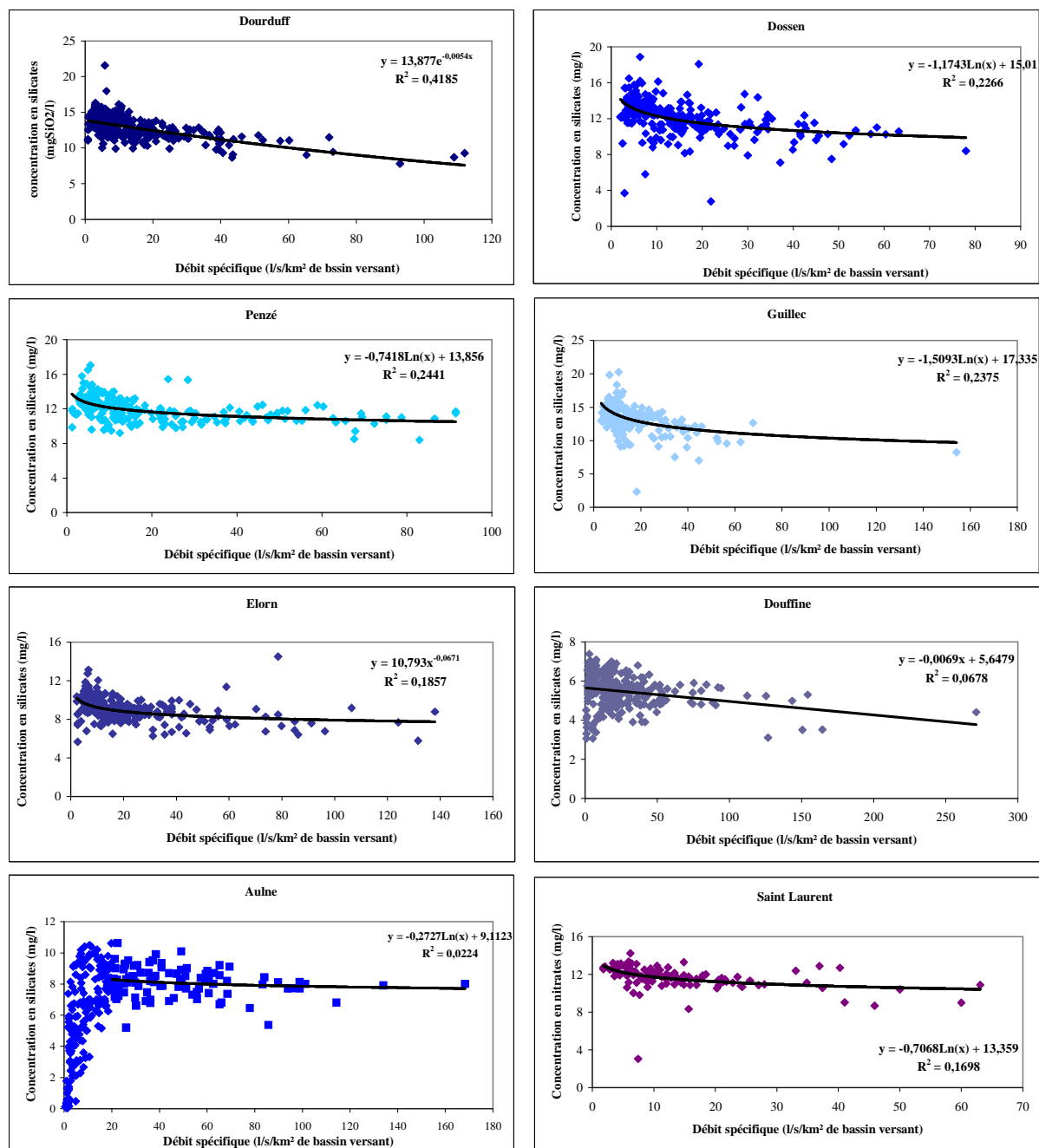


Figure 13. Réseau ECOFLUX : Diagrammes caractéristiques $C=f(Q_{spé})$ pour les concentrations en silicates

On remarquera le cas particulier de l'Aulne. Aux faibles débits fluviaux, la teneur en silicates de la rivière peut en effet avoisiner 0 mg/l. Plutôt qu'une absence d'apport de silicates, ceci résulte de la consommation d'acide silicique par les diatomées, intense en été dans ce fleuve canalisé.

b) – Variabilité à l'échelle saisonnière

La figure 14 présente les concentrations moyennes saisonnières de l'ensemble des cours d'eau suivis.

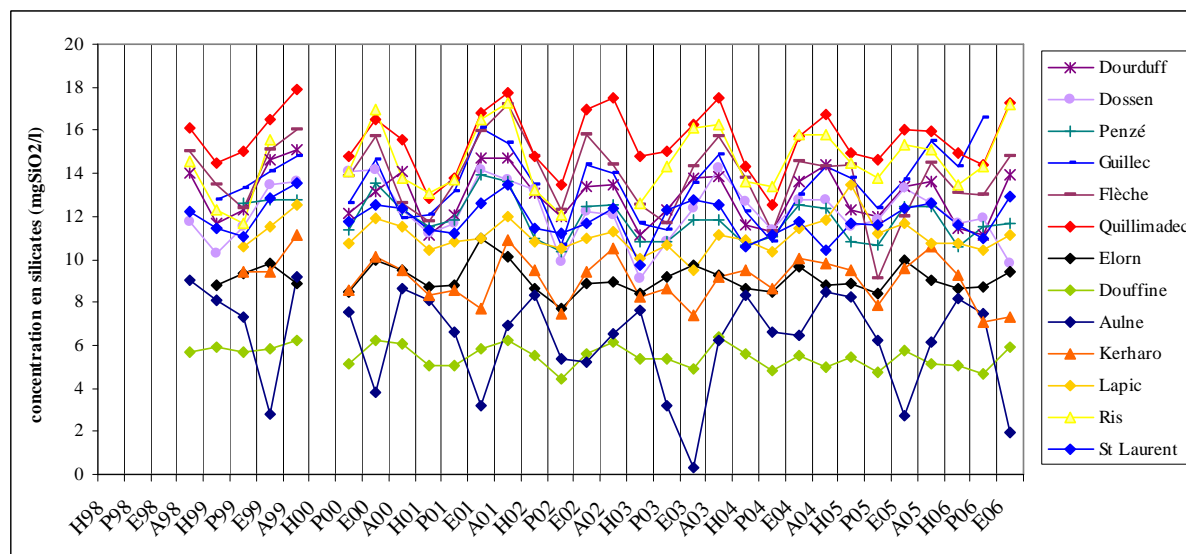


Figure 14. Réseau ECOFLUX : Concentrations moyennes saisonnières en silicates au cours de la période d'étude

Comme pour les nitrates, différents types de comportement peuvent être observés quant aux variations des silicates. Pour certaines rivières (Aulne, Kerharo, Lapic), les concentrations en silicates sont minimales au printemps ou en été. Pour d'autres rivières (Quillimadec, Ris, Flèche, Dossen, Guillec, Dourduff, Saint Laurent, Penzé, Elorn), les concentrations maximales sont observées en automne ou en été selon les rivières ou l'année considérée. La Douffine semble avoir un comportement plus complexe.

Les concentrations en silicates dans l'eau sont fonction du temps de résidence de l'eau dans la nappe phréatique. Si la concentration augmente avec le temps de résidence et si on considère que, comme on l'avait fait pour les nitrates, c'est la partie profonde (donc plus ancienne) de la nappe qui alimente la rivière en été (toit de la nappe tarie) alors, on devrait observer pour l'ensemble des rivières des concentrations en silicates maximales en été et minimales en hiver.

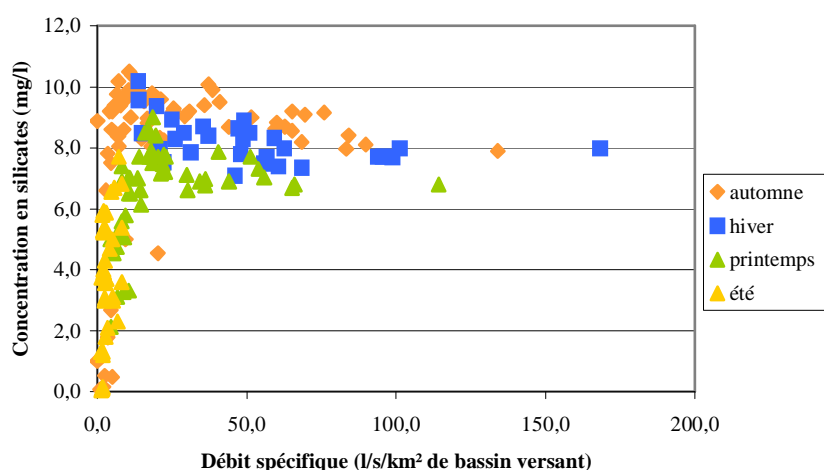


Figure 15. Réseau ECOFLUX : Evolution des silicates ($C=f(Q_{spé})$) dans l'Aulne en fonction des saisons

La figure 15 montre qu'en hiver, les silicates sont entraînés dans l'Aulne avec les pluies. Au printemps, l'apparition des diatomées engendre une consommation des silicates qui s'accroît en été où les débits sont les plus faibles. L'automne est une période intermédiaire avec le retour des pluies ; avant de retrouver le processus hivernal.

III.2.2. FLUX DE SILICATES

III.2.2.1 Flux moyens annuels et évolution

Le tableau VII et la figure 16 présentent les flux annuels et spécifiques en silicates pour les années hydrologiques des différents cours d'eau où les débits sont calculés.

Tableau VII Réseau ECOFLUX : Flux annuels et totaux en silice (année hydrologique : de d'octobre à septembre)

	Flux annuel de silicates (tSi/an) années hydrologiques						
	1998-99	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06
Dourduff	213	354	126	132	130	118	128
Dossen	777	956	516	434	461	431	740
Penzé	/	1304	567	655	496	452	531
Guillec	275	385	158	195	/	167	227
Elorn	960	1373	626	691	507	503	651
Douffine	456	474	281	341	232	211	259
Aulne	5740	6961	3204	4149	4196	2429	3514
Saint Laurent	/	/	/	136	81	71	92

	Flux spécifiques de silicates (tSi/km²/an) années hydrologiques						
	1998-99	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06
Dourduff	2,8	4,7	1,7	1,8	1,7	1,6	1,7
Dossen	3,3	4,1	2,2	1,8	2,0	1,8	3,2
Penzé	/	6,3	2,8	3,2	2,4	2,2	2,6
Guillec	3,7	5,2	2,1	2,6	/	2,3	3,1
Elorn	3,4	4,8	2,2	2,4	1,8	1,8	2,3
Douffine	2,6	2,7	1,6	1,9	1,3	1,2	1,5
Aulne	3,2	3,9	1,8	2,3	2,3	1,4	2,0
Saint Laurent	/	/	/	3,5	2,1	1,8	2,4

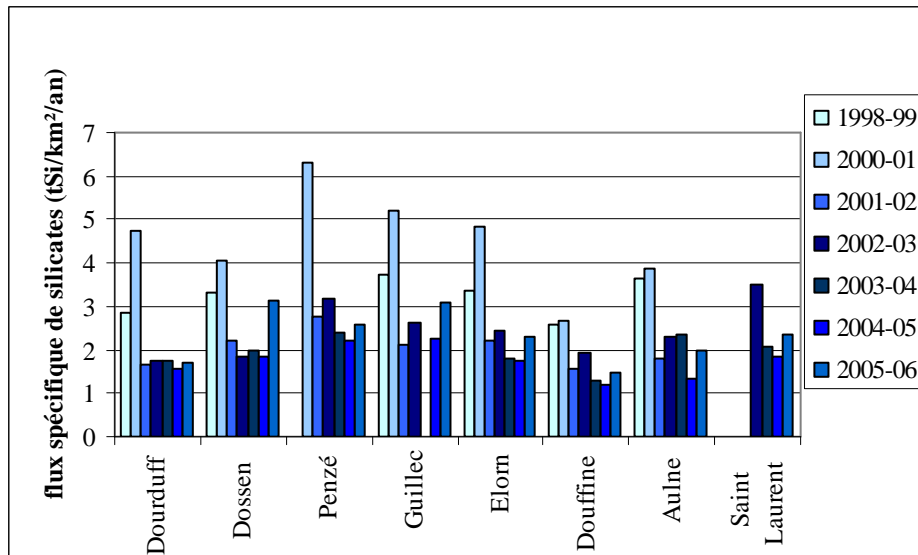


Figure 16. Réseau ECOFLUX : Comparaison des flux spécifiques estimés pour huit cours d'eau

En 2006, les flux en année hydrologique ont augmenté pour l'ensemble des rivières. Ceci peut être mis en parallèle avec l'évolution des flux de nitrates et le régime hydrologique de 2006.

III.2.2.2 Variations des flux

La figure 17 expose les variations de flux moyens mensuels pour l'ensemble des cours d'eau dont on dispose des mesures de débits.

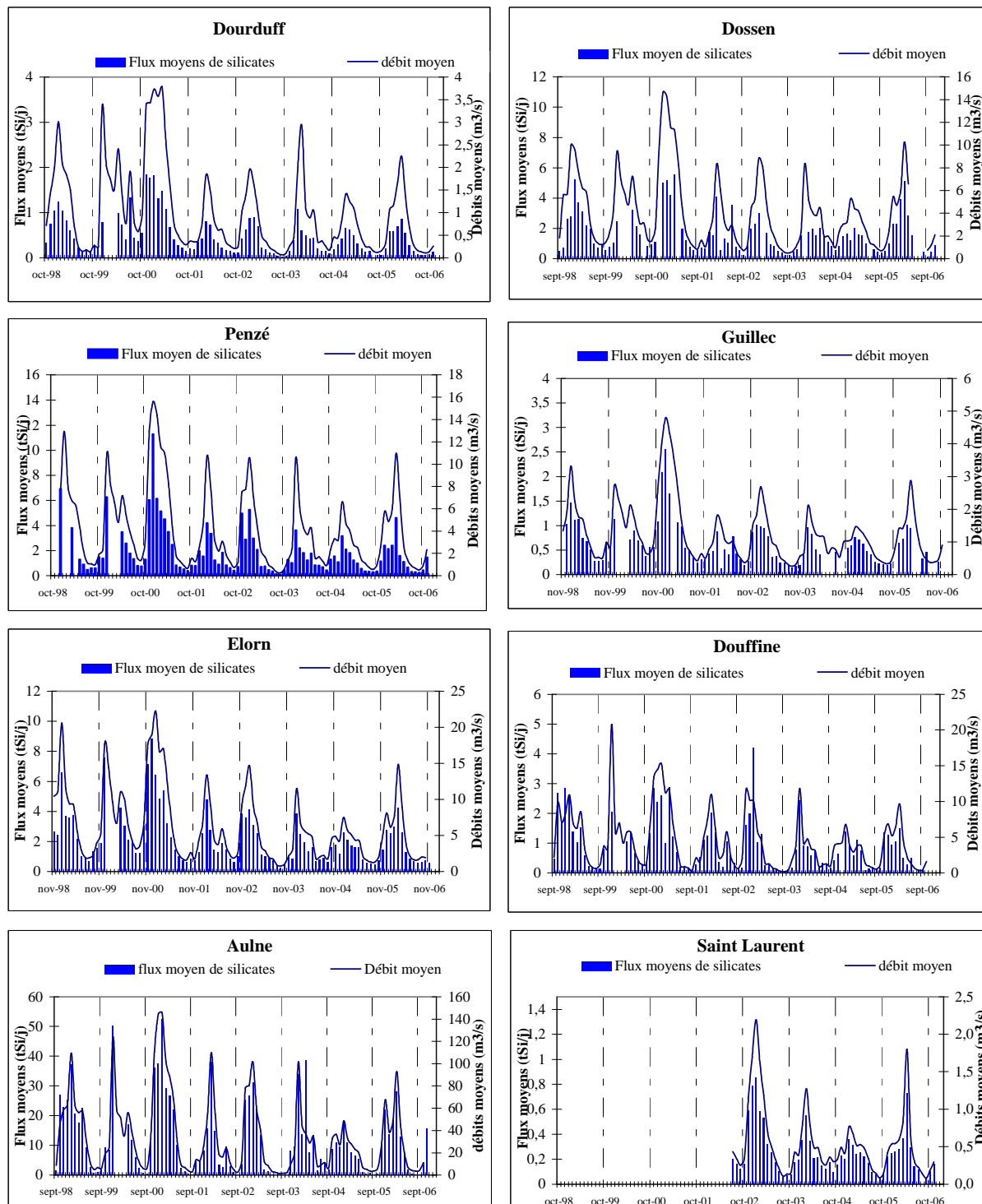


Figure 17. Réseau ECOFLUX : Flux moyens mensuels de silicates et débits moyens mensuels au cours de la période d'étude

Comme nous avons pu le noter dans le cas des nitrates, les flux moyens mensuels de silicates sont maximaux en période de crue et minimaux en période d'été. Les variations de flux de silicates sont, comme dans le cas des nitrates, fortement corrélées aux variations de débits.

On a donc pu noter de nombreuses similitudes entre les variations des concentrations ou des flux des nitrates et des silicates. En effet, pour la plupart des rivières suivies, le type de cycle observé pour les concentrations de nitrates est également observé pour les silicates.

Enfin, les tests statistiques mettent en évidence pour quelques rivières une certaine homogénéité dans les concentrations annuelles. Pour les autres rivières, on a pu noter que les tendances générales, à la hausse ou à la baisse, d'une année sur l'autre étaient comparables à celles des nitrates.

III.3. LES PHOSPHATES

Dans ce rapport, les orthophosphates correspondent au phosphore total inorganique dissous, plus communément appelés les ‘phosphates’. Ils sont directement assimilables par les végétaux. Néanmoins, le phosphore est caractérisé par une grande complexité comportementale car les phosphates réagissent avec certains constituants minéraux comme le fer, l’aluminium ou encore le Calcium et forment du phosphore inorganique particulaire non biodisponible. Les différentes formes de phosphore présentes dans un milieu sont liées aux conditions du biotope (pH, température, potentiel redox).

Ainsi, contrairement aux nitrates ou aux silicates, les phosphates ne se trouvent pas principalement à l’état libre dans le sol, mais sous forme de composés et ils peuvent être adsorbés à des particules. Dès lors, les mécanismes de transfert des phosphates vers les rivières, ou les milieux aquatiques en général, ne sont pas les mêmes que pour les deux autres éléments suivis par le réseau ECOFLUX (cf Annexe VI). Ainsi, on sait que les phosphates ne sont pas transférés vers la rivière par l’intermédiaire des écoulements souterrains, mais essentiellement par les ruissellements dans le cas de pollutions diffuses (la notion de réserve souterraine n’intervient donc pas pour cet élément).

En terme de pollution, le phosphore provenant des rejets domestiques, industriels et piscicoles est directement rejetée dans le milieu, tandis que le phosphore d’origine agricole aura tendance à s’adsorber dans le sol ou sur des particules avant de rejoindre le milieu aquatique.

III.3.1. CONCENTRATIONS EN PHOSPHATES

III.3.1.1 Concentrations moyennes annuelles et évolution

Le tableau VIII et la figure 18 présentent les moyennes annuelles en phosphates.

Tableau VIII Réseau ECOFLUX : Moyennes annuelles et écart-types (+/- E.C) des concentrations en phosphates

	1999			2001			2002			2003			2004			2005			2006		
	Moyenne (mgPO4/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgPO4/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgPO4/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgPO4/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgPO4/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgPO4/l)	+/-	E.C	Moyenne (mgPO4/l)	+/-	E.C
Dourduff	0,258	+/-	0,159	0,275	+/-	0,129	0,291	+/-	0,157	0,315	+/-	0,153	0,183	+/-	0,084	0,224	+/-	0,102	0,142	+/-	0,069
Dossen	0,344	+/-	0,205	0,373	+/-	0,232	0,264	+/-	0,228	0,539	+/-	0,404	0,406	+/-	0,192	0,502	+/-	0,271	0,349	+/-	0,238
Penzé	0,496	+/-	0,233	0,562	+/-	0,358	0,537	+/-	0,321	0,577	+/-	0,293	0,368	+/-	0,148	0,432	+/-	0,214	0,369	+/-	0,184
Guillec	0,370	+/-	0,142	0,363	+/-	0,250	0,364	+/-	0,204	0,573	+/-	0,208	/	+/-	/	0,341	+/-	0,101	0,502	+/-	0,283
Flèche	0,253	+/-	0,124	0,270	+/-	0,107	0,334	+/-	0,163	0,278	+/-	0,089	0,326	+/-	0,209	0,335	+/-	0,183	0,262	+/-	0,135
Quillimadec	0,440	+/-	0,184	0,423	+/-	0,183	0,430	+/-	0,158	0,434	+/-	0,183	0,416	+/-	0,188	0,480	+/-	0,194	0,282	+/-	0,074
Elorn	0,239	+/-	0,226	0,252	+/-	0,177	0,196	+/-	0,135	0,217	+/-	0,137	0,173	+/-	0,095	0,224	+/-	0,125	0,170	+/-	0,085
Douffine	0,350	+/-	0,294	0,472	+/-	0,353	0,277	+/-	0,252	0,634	+/-	0,403	0,259	+/-	0,213	0,284	+/-	0,251	0,300	+/-	0,251
Aulne	0,057	+/-	0,035	0,061	+/-	0,036	0,072	+/-	0,033	0,057	+/-	0,034	0,073	+/-	0,077	0,050	+/-	0,020	0,060	+/-	0,050
Kerharo	0,132	+/-	0,077	0,117	+/-	0,078	0,135	+/-	0,079	0,149	+/-	0,100	0,136	+/-	0,121	0,132	+/-	0,093	0,103	+/-	0,062
Lapic	0,466	+/-	0,389	0,334	+/-	0,285	0,237	+/-	0,140	0,512	+/-	0,508	0,297	+/-	0,243	0,349	+/-	0,250	0,339	+/-	0,280
Ris	0,097	+/-	0,072	0,093	+/-	0,029	0,117	+/-	0,044	0,138	+/-	0,055	0,133	+/-	0,047	0,229	+/-	0,325	0,146	+/-	0,073
St Laurent	0,039	+/-	0,019	0,034	+/-	0,031	0,039	+/-	0,026	0,039	+/-	0,024	0,034	+/-	0,032	0,041	+/-	0,021	0,047	+/-	0,040

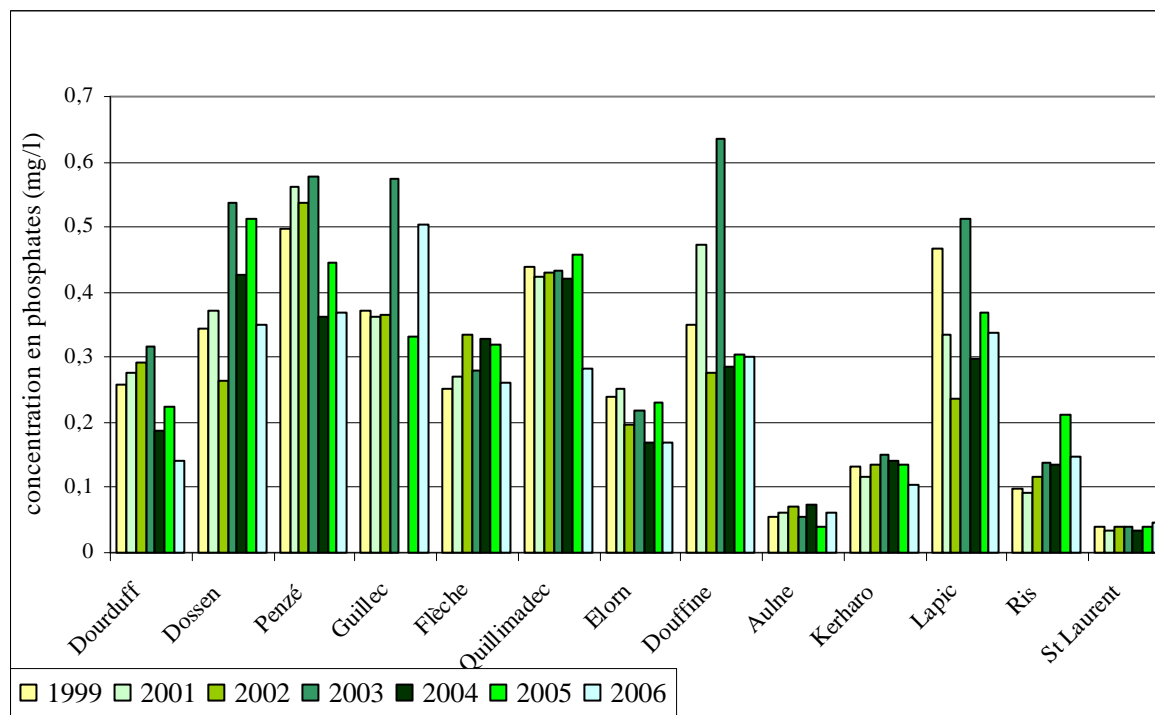


Figure 18. Réseau ECOFLUX : Moyennes annuelles des concentrations en phosphates

Comme pour les nitrates ou les silicates, on peut constater une variabilité des concentrations en phosphates d'une rivière à l'autre. Cependant, tandis que nitrates et silicates semblaient décrire des variations interannuelles similaires ou comparables, la variation des phosphates semble différente, due à sa capacité à s'adsorber sur les matières en suspension et à former des composés.

L'année 2003 reste celle où l'on a enregistré les plus fortes concentrations ; sauf pour le Ris. Alors que les concentrations en phosphates ont augmenté en 2005, nous observons une diminution importante dans de nombreuses rivières en 2006. Seuls, le Guillec, l'Aulne et le St Laurent présentent une moyenne annuelle des phosphates plus forte. La sécheresse exceptionnelle en 2003 a concentré les rejets polluants dans les rivières causant ces pics. A l'inverse, en 2004 et en 2006, la pluviométrie a permis une meilleure dilution des phosphates.

Les tests statistiques sur la période 1999 - 2005, à un niveau de confiance de 95%, confirment cette tendance pour la rivière de la Douffine et du Guillec. En effet, l'année 2003 correspond un groupe homogène statistiquement différent des autres années avec une moyenne annuelle supérieure aux autres.

De plus, ces tests montrent peu de différences significatives entre les moyennes annuelles sauf entre 1999 et 2004-2005 qui correspondent à deux groupes homogènes statistiquement différents, à un niveau de confiance de 95%, pour certaines rivières. Ainsi, dans le Dossen, la Flèche et le Ris, les concentrations en phosphates ont augmenté significativement en 2004 et en 2005 par rapport à 1999. A l'inverse, dans le Dourduff, elles ont diminué significativement en 2004 et 2005 par rapport à 1999 (cf. Annexe VI).

Si comme dans le cas des nitrates, on retrouve des concentrations importantes dans le Finistère nord, on notera également des valeurs relativement importantes pour la Douffine et le Lapic. Par ailleurs, la variabilité des phosphates est vraisemblablement plus importante que celles des silicates et des nitrates. En effet, les concentrations peuvent doubler en l'espace d'une année dans le cas de la Douffine. Elles restent très liées aux variations pluviométriques.

III.3.1.2 Le classement SEQ-eau

La figure 19 présente les classements SEQ-eau des rivières suivies.

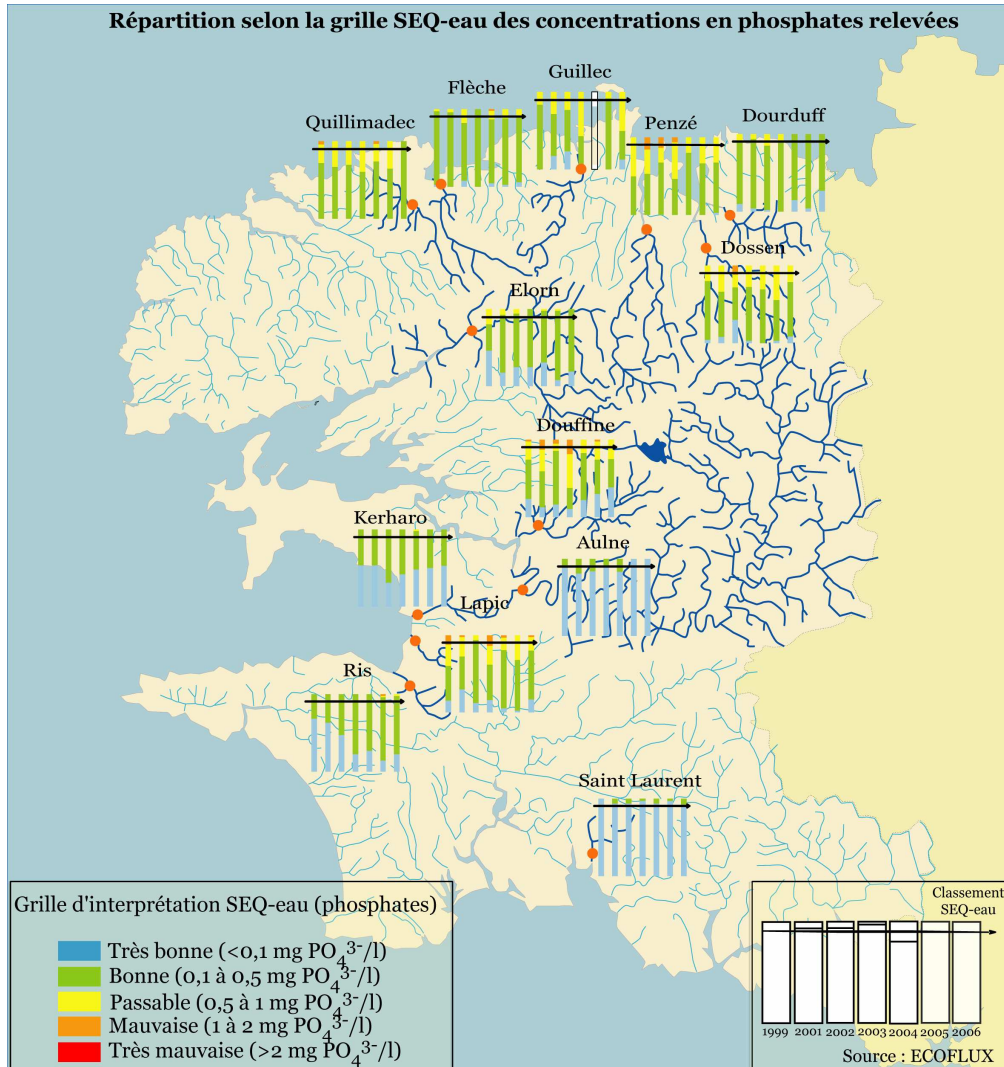


Figure 19. Réseau ECOFLUX : Classement SEQ-eau pour le paramètre phosphates des rivières suivies

Il permet de mettre en évidence des résultats globalement meilleurs que pour les nitrates.

En effet, la proportion de prélèvements classés en eau de bonne à très bonne qualité est nettement supérieure dans le cas des phosphates que dans celui des nitrates ; surtout dans le Finistère Sud. En 2006, le classement de la qualité de l'eau sur ce paramètre s'est amélioré pour de nombreuses rivières, par rapport à 2005 comme le Quillimadec qui est passé en eau de bonne qualité ce que montrait déjà le graphique des moyennes annuelles en phosphates (figure 18). Quelques rivières comme le Guillec, la Flèche, le Dossen, la Penzé, la Douffine et le Lapje sont classées en eau de qualité passable pour le paramètre phosphate.

III.3.1.3 Variations hebdomadaires et saisonnières

a) – Variabilité à l'échelle hebdomadaire

La figure 20 présente un exemple de résultats en phosphates des prélèvements effectués depuis le début du suivi.

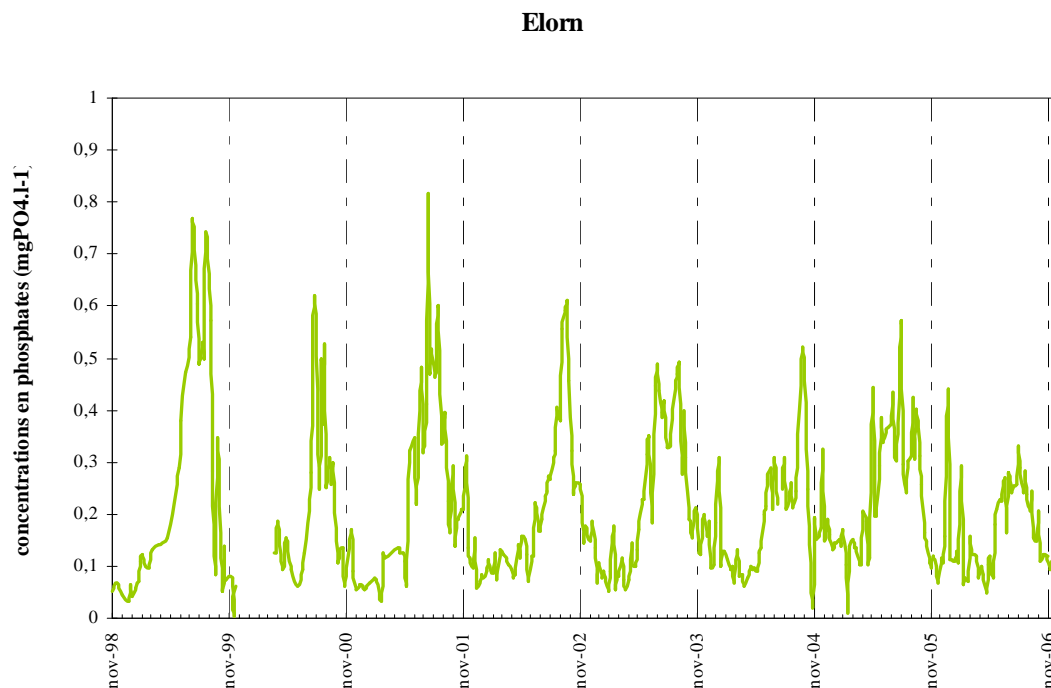


Figure 20. Réseau ECOFLUX : Variations des teneurs en phosphates pour les cours d'eau suivis

Comme pour les deux autres éléments suivis par le réseau, les concentrations varient donc rapidement d'une semaine à l'autre.

On remarque pour plusieurs rivières des pics importants de phosphates en été comme ici avec l'Elorn.

L'analyse des diagrammes caractéristiques $C=f(Q_{spé})$ des phosphates révèle une large tendance à la dilution des phosphates avec la croissance du débit, sauf pour ce qui est de l'Aulne et du Saint Laurent où il semble moins aisé de déterminer une tendance (figure 21).

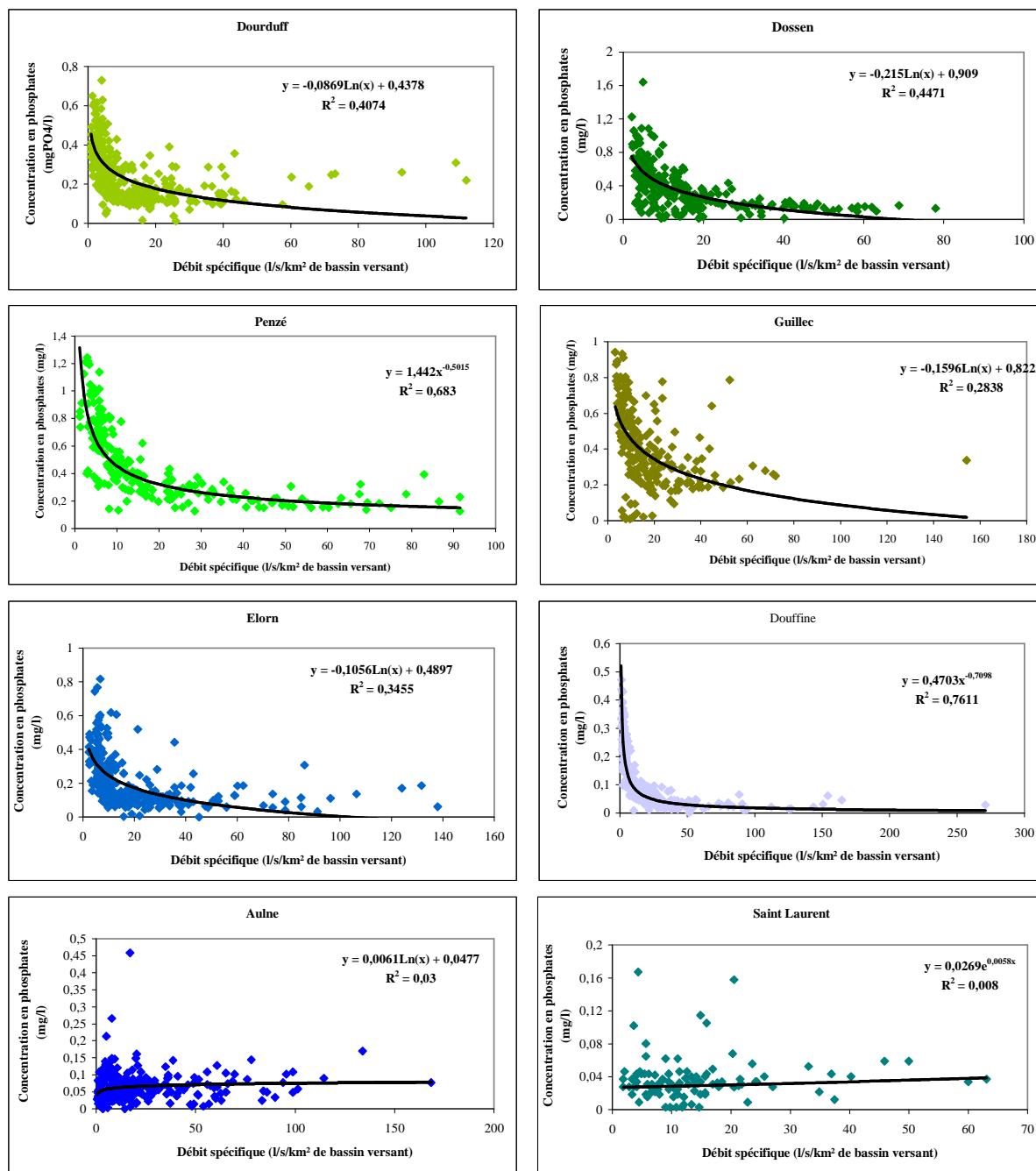


Figure 21. Réseau ECOFLUX : Diagrammes caractéristiques $C=f(Q_{spé})$ pour les concentrations en phosphates

Dans la majorité des cas, les concentrations en phosphates diminuent avec le débit. Ces variations en hiver sont à mettre en relation avec la dilution et les phénomènes d'adsorption/désorption des phosphates sur les matières en suspension transportées par les eaux fluviales ; diminuant ainsi leur teneur en fonction du débit.

b) – Variabilité à l'échelle saisonnière

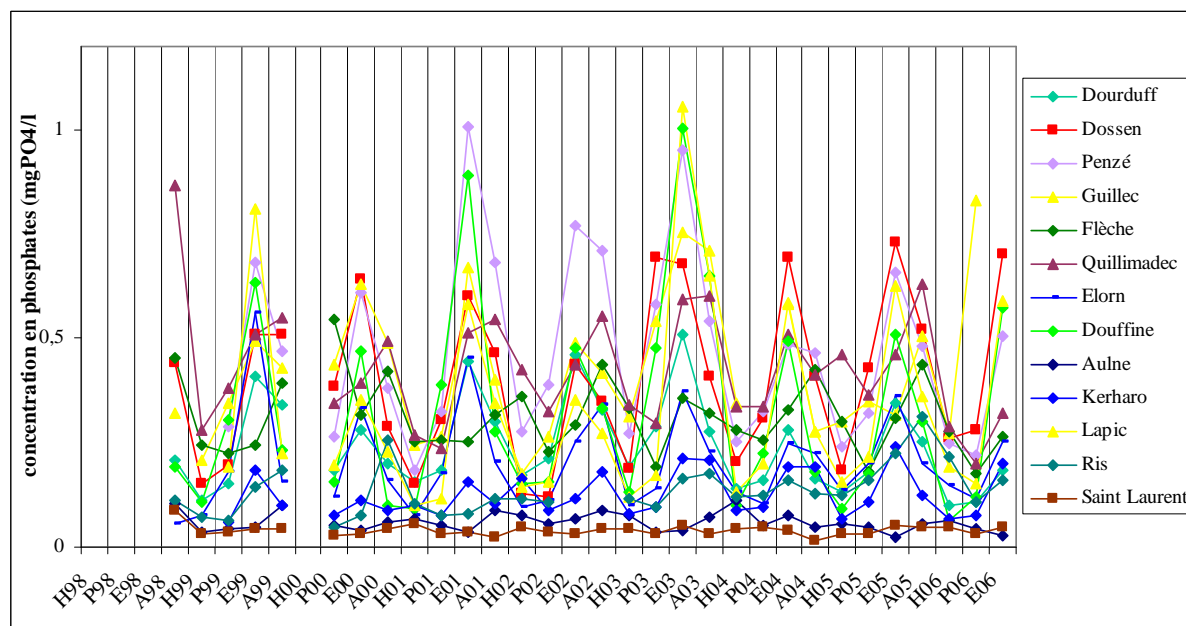


Figure 22. Réseau ECOFLUX : Concentrations moyennes saisonnières en phosphates au cours de la période d'étude

On peut noter l'existence de cycles annuels des concentrations en phosphates pour certaines rivières (figure 22). Alors que pour les nitrates on observait une augmentation ou une diminution progressive des concentrations au cours de l'année, ici on peut véritablement parler de « pic » des concentrations en été. Dans le cas du Lapic et de la Penzé, l'amplitude de ces pics est très variable d'une année sur l'autre et les concentrations hivernales peuvent être multipliées par 10 en été.

Pour d'autres rivières, on n'observe pas de cycle à proprement parler (Aulne, Saint Laurent, Ris). On constatera que dans ces rivières les concentrations moyennes sont également plus basses : les rivières concernées sont classées en eau de très bonne qualité pour ce paramètre sur l'ensemble de la période d'étude.

Selon C. CANN et *al* (1999), les concentrations en phosphore des rivières varient très rapidement et avec une grande amplitude en cas de crue. D'après O. FRANCOIS (1994), l'effet des saisons sur le transfert de phosphore est essentiellement lié à la pluviosité, les autres effets seraient marginaux.

Les variations d'orthophosphates observées sur la figure 22 suggèrent la prise en compte de différents facteurs dans la variabilité saisonnière et interannuelle des orthophosphates (tableau IX).

Tableau IX Evolution des concentrations en phosphore dissous et facteurs associés

Saisons	Concentrations	Facteurs dus aux conditions climatiques			Facteurs biologiques	Facteurs physicochimiques
		Températures	pH - potentiel redox	Débits - Précipitations		
Printemps	(+) ↗	(+) ↗	↘	(-) ↘	consommation - minéralisation	
Eté	(++) ↗	(++) ↗	↘	(-) ↘	consommation - minéralisation	mise en suspension
Automne	(-) ↘	(-) ↘	↗	(+) ↗	minéralisation	adsorption, précipitation
Hiver	(-) →	(-) ↘	↗	(++) ↗		lessivage - adsorption, précipitation

En outre, en été les pluies sont minimales et donc, le lessivage et le transfert de phosphore vers le cours d'eau se fait de façon diffuse. Il faut noter également que, pendant cette période les rejets directs de stations d'épuration et de piscicultures sont maintenus voire en légère hausse pour ce qui est des stations d'épuration en cas de tourisme important. L'Aulne reste un cas particulier puisque celle-ci est canalisée et fonctionne comme une série de petits étangs (alternant cycles d'eutrophisation et de décantation).

III.3.2. FLUX DE PHOSPHATES

III.3.2.1 Flux moyens annuels et évolution

Le tableau X et la figure 23 exposent les flux annuels et les flux spécifiques en phosphore dissous pour les années hydrologiques des différents cours d'eau dont on dispose des mesures de débit.

Tableau X Réseau ECOFLUX : Flux annuels et totaux en phosphore dissous (année hydrologique : d'octobre à septembre)

	Flux annuel de phosphates (tP/an) année hydrologique						
	1998-99	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06
Dourduff	1,8	4,1	1,6	1,4	1,5	0,9	0,9
Dossen	3,5	4,2	2,8	9,1	8,5	9,2	10,5
Penzé	/	18,1	12,6	13,4	10,6	9,1	7,1
Guillec	3,9	6,8	2,3	4,4	/	2,7	4,2
Elorn	9,7	13,3	7,1	8,8	6,8	8,8	8,8
Douffine	9,2	8,1	6,2	6,7	4,7	3,9	3,3
Aulne	31,2	38,1	26,3	26,4	20,3	10,6	19,6
Saint Laurent	/	/	/	0,3	0,3	0,1	0,4

	Flux spécifique de phosphates (tP/an) année hydrologique						
	1998-99	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06
Dourduff	0,024	0,055	0,021	0,019	0,019	0,012	0,012
Dossen	0,015	0,018	0,012	0,039	0,036	0,039	0,045
Penzé	/	0,088	0,061	0,065	0,052	0,044	0,035
Guillec	0,052	0,092	0,031	0,059	/	0,036	0,057
Elorn	0,034	0,047	0,025	0,031	0,024	0,031	0,031
Douffine	0,052	0,046	0,035	0,038	0,027	0,022	0,018
Aulne	0,017	0,021	0,015	0,015	0,011	0,006	0,011
Saint Laurent	/	/	/	0,009	0,007	0,003	0,011

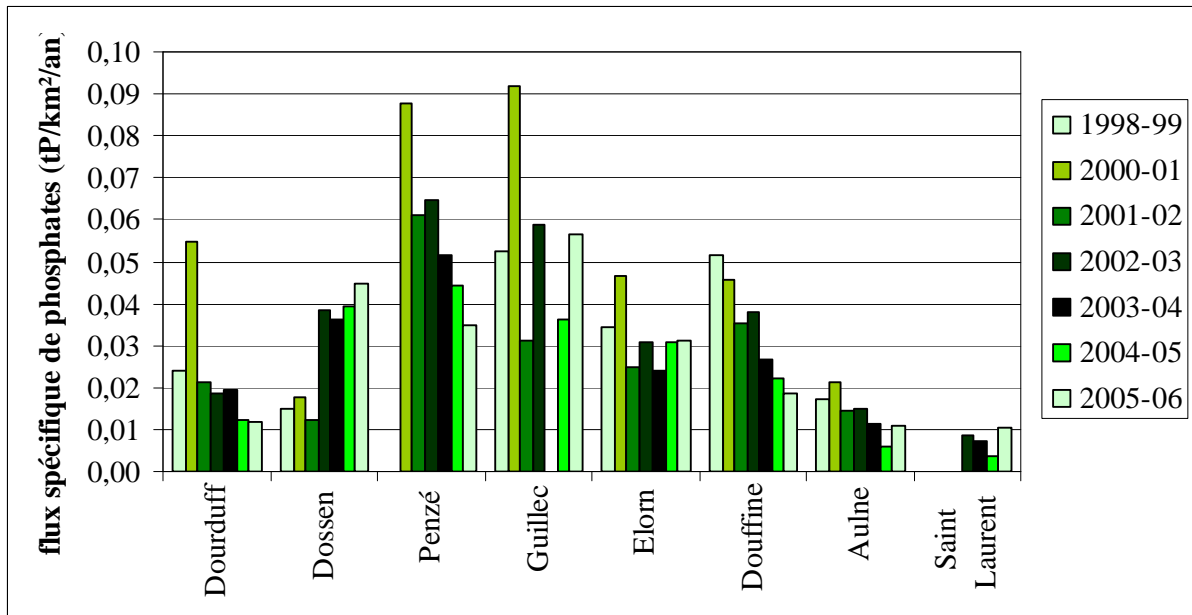


Figure 23. Réseau ECOFLUX : Comparaison des flux spécifiques estimés pour huit cours d'eau

Qualitativement, ce sont le Dossen, le Guillec et la Penzé qui présente les flux spécifiques les plus importants en phosphate. En général, les flux spécifiques ont la même tendance que les concentrations, à savoir une diminution en 2006, sauf pour le Guillec, l'Aulne et le St Laurent. Toutefois, le Dossen est le seul à réagir différemment. Il semble que nous soyons toujours en 2006 dans une tendance à la baisse des flux de phosphates depuis l'année 2001.

III.3.2.2 Variations des flux

La figure 24 expose les variations mensuelles des flux de phosphates pour les huit rivières dont on dispose des mesures de débits.

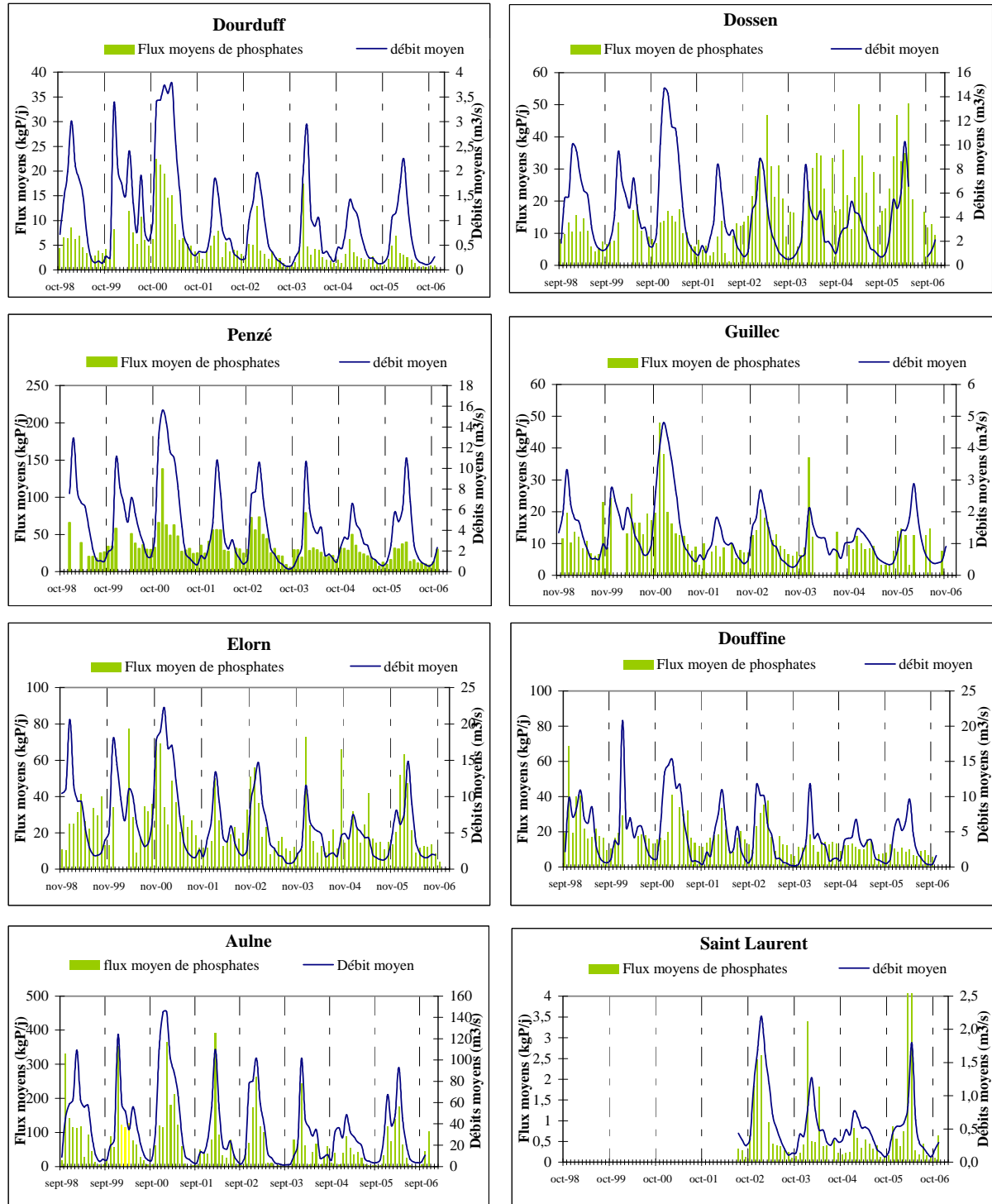


Figure 24. Réseau ECOFLUX : Flux moyens mensuels de phosphates et débits moyens mensuels au cours de la période d'étude

Si les flux sont en général maximaux en hiver, comme nous l'avons constaté pour les deux autres éléments, les flux semblent moins corrélés aux variations des débits pour certaines rivières (Dossen, Elorn). La capacité des phosphates à s'adsorber sur des particules peut expliquer cette observation.

Les mécanismes de transfert des phosphates vers le milieu aquatique sont donc plus complexes pour les phosphates que pour les nitrates ou les silicates. C'est en effet une molécule très réactive dont les principaux lieux de stockage sont le sol et dont les vecteurs de transfert vers les rivières sont les écoulements de surface. Cette complexité entraîne de fortes variations d'une année sur l'autre, et des tendances générales sur plusieurs années sont parfois difficiles à mettre en évidence.

III.4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le réseau ECOFLUX participe à la surveillance de la qualité des rivières depuis 1998. Son action doit se poursuivre afin d'obtenir de longues séries temporelles comme pour l'Elorn (figure 25). Ceci permettra de prendre du recul sur les évolutions observées de la qualité de l'eau et savoir si les variations sont dues à l'efficacité des politiques de réductions des apports dans les rivières ou aux variations naturelles (climatiques, biologiques...).

Depuis les années 70, les flux de nitrates dans l'Elorn ont présenté une tendance à l'augmentation jusqu'en 1995, à mettre en relation avec les activités anthropiques (figure 25).

Cependant, nous pouvons remarquer des diminutions importantes des flux certains hivers (1989 et 1996-1997) moins pluvieux.

Ce travail doit se poursuivre sur les autres rivières afin d'obtenir une banque de données sur une échelle de temps suffisamment longue pour pouvoir distinguer l'impact anthropique de la variation climatique naturelle sur l'ensemble des 13 rivières finistériennes.

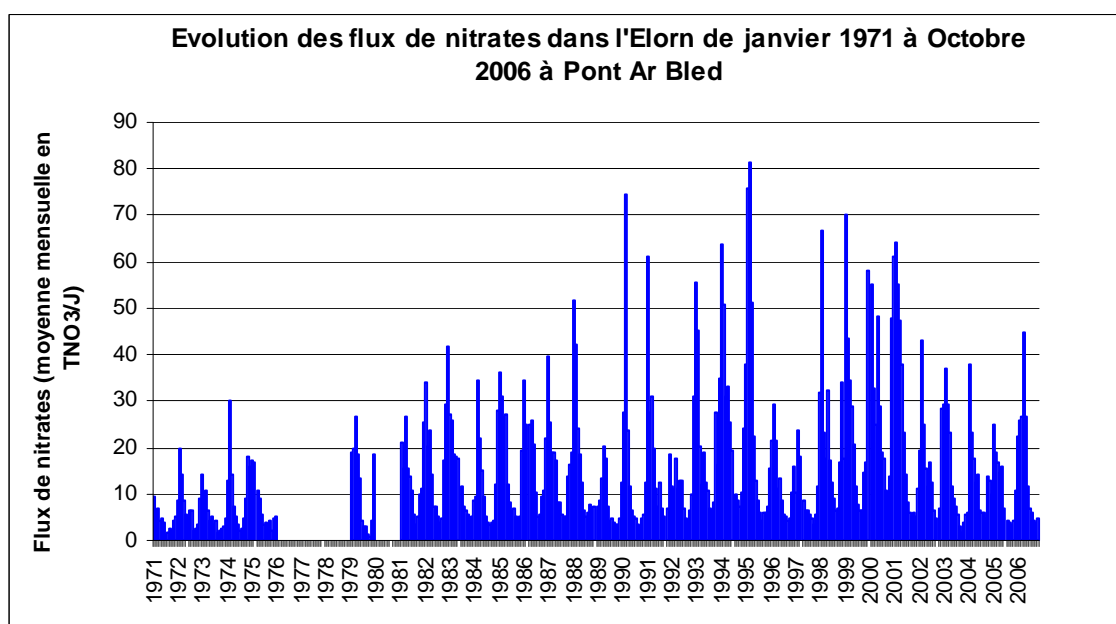


Figure 25. Réseau ECOFLUX : Variabilité des flux de nitrates de 1971 à 2005 (sources : DIREN, DDE, CEO, LEMAR, ECOFLUX)

D'ores et déjà, le réseau ECOFLUX constitue une banque de données départementale utilisable par divers organismes (IUEM, IFREMER, DIREN, CEVA, CAREN, ENSAR) mais également par des professionnels de la gestion des bassins versants (animateurs, bureau d'étude). Un recensement des demandes de données a été réalisé en **annexe IX** afin de valoriser le travail fourni par le réseau ECOFLUX et aussi de suivre l'utilisation faite des résultats étudiés.

A titre d'exemple, P. AUROUSSEAU (2004) a mis en évidence l'existence de 3 cycles identiques pour 31 bassins versants bretons. Au cours de ces cycles, on assiste à une augmentation puis à une diminution des flux annuels de nitrates. (cf. rapport de janvier 2005 et figure 26)

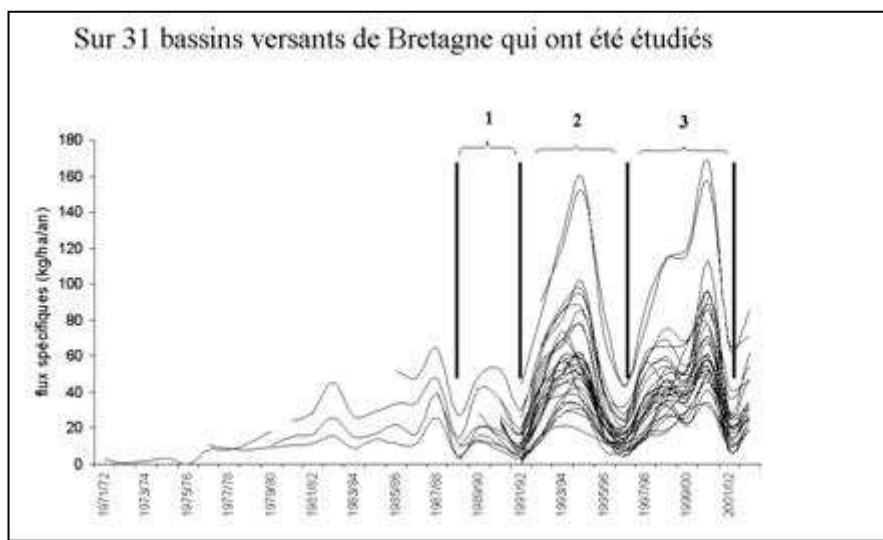


Figure 26. Evolution des flux spécifiques de nitrates de 31 bassins versants bretons (source : P. Aourousseau - ENSAR, 2004)

Ces cycles sont dus à la variabilité climatique notamment, non liée systématiquement à l'oscillation Nord Atlantique (NAO), avec des variations de pluviosité entraînant l'alternance d'années plutôt sèches et d'années plus humides. En effet, les résultats précédents ont mis en évidence le rôle important des précipitations dans le transfert des éléments vers le milieu aquatique d'une part, ainsi que dans l'importance quantitative des flux.

Les données ECOFLUX, associées aux données de différents réseaux de Bretagne et de France ont permis de mettre en évidence que la Bretagne exporte près de quatre fois plus de nitrates que la Loire (en terme de flux spécifique).

Ses données devraient aussi permettre de mieux comprendre l'origine des apports en nitrates et en phosphates vers le littoral. Ces sels nutritifs pour les algues entraînent, par exemple, l'apparition de marées vertes sur les côtes finistériennes comme en baie de Douarnenez ou en baie de Guisseny. L'acquisition d'une banque de donnée permettrait ainsi la modélisation de ces phénomènes dans le but de réduire efficacement les apports surtout en nitrates et donc limiter les apparitions de marées vertes sur les côtes finistériennes (figure 27).

Les marées vertes proviennent de l'eutrophisation. Cette dernière est caractérisée par un déséquilibre écologique. En effet, l'enrichissement des eaux en éléments minéraux et/ou organiques d'origine anthropique va entraîner la croissance de la production végétale dans le milieu aquatique. En Bretagne, c'est la prolifération d'ulves, des macroalgues, qui sont à l'origine des marées vertes. Différents facteurs vont favoriser leur développement :

climatiques, hydrodynamiques, géologiques et anthropiques. Pour ce dernier point, les apports en phosphate et en nitrate provenant des activités urbaines, agricoles et industrielles sont les responsables. Toutefois, le nitrate étant le sel nutritif limitant la croissance algale, c'est souvent celui-ci qui sera déterminant pour lutter contre la prolifération.

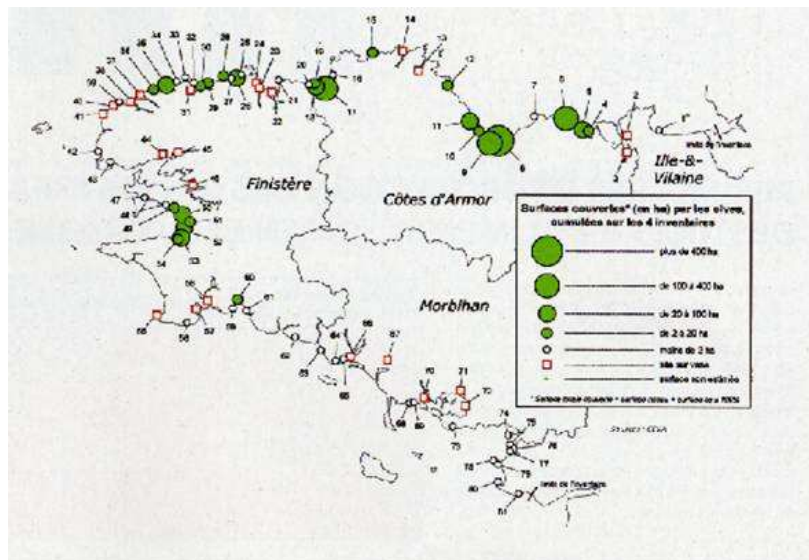


Figure 27. Localisation géographique des marées vertes en Bretagne

Par exemple, sur la plage de Saint Efflam avec une étude d'IFREMER (rapport de Menesguen, 2003), une modélisation a été réalisée. En connaissant les teneurs en sels nutritifs des rivières concernées, la modélisation a mis en évidence que ce sont les apports de nitrates qui sont responsables de la prolifération algale. Si nous n'avons aucun apport de nitrate, nous obtenons une diminution de 95% de la marée verte. La marée verte est causée pour les $\frac{3}{4}$ par les seuls apports de nitrate du Yar, petite rivière de St Efflam. Selon le modèle acquis, pour obtenir 50% d'abattement de la marée verte, il faut passer d'une concentration de 10 mg/L dans le Yar au lieu des 35-40 mg/L de nitrate présent.

Ainsi, il est important de noter l'existence de cycles à différentes échelles de temps (hebdomadaire, saisonnière, interannuelle) justifiant le pas de temps retenu pour le suivi effectué par le réseau ECOFLUX. Si l'impact des activités humaines est clairement établi notamment par la diversité des concentrations moyennes observées, le climat et ses variations jouent également un grand rôle dans les fluctuations des concentrations des éléments nutritifs au niveau saisonnier d'une part et au niveau interannuel d'autre part. La mise en évidence de cycles dans les variations des flux spécifiques de nitrates implique la nécessité d'un suivi parallèle des concentrations et des flux sur le long terme pour mieux les expliquer.

Par ailleurs, l'importance des flux en nitrates des bassins versants bretons comparés au reste de la France implique la poursuite de la veille scientifique afin de mieux comprendre les transferts des éléments nutritifs vers le milieu aquatique et les causes des variations observées. Cela induit également la nécessité de continuer les actions de reconquête de la qualité de l'eau et de la sensibilisation auprès des lycéens et du grand public. Ces actions ont vraisemblablement déjà permis de limiter la quantité de nitrates transmis au milieu aquatique dulcicole ou maritime.

ANNEXES :

- ✓ Annexe I : protocole de prélèvement.
- ✓ Annexe II : articles de journaux.
- ✓ Annexe III : résultats pour les 13 rivières suivies depuis janvier 2005.
- ✓ Annexe IV : fiches de renseignements des rivières suivies.
- ✓ Annexe V : classifications des rivières en bassin versant (selon le BRGM).
- ✓ Annexe VI : fiche technique sur les sels nutritifs et les matériels et méthodes utilisées pour les analyses.
- ✓ Annexe VII : tests statistiques.
- ✓ Annexe VIII : recensement et utilisation des données du réseau ECOFLUX.

ANNEXE I

PROTOCOLE DE PRELEVEMENT

Cette méthodologie de prélèvement est basée sur un ouvrage d'hydrologie de référence d'Aminot et Kerouel (2004), nécessaire pour valoriser qualitativement les résultats et être rigoureux sur le long terme dans une série temporelle.

Afin, de familiariser les bénévoles avec le prélèvement, une formation sur le terrain est effectuée au départ avec l'animateur du réseau ECOFLUX. Puis, en début d'année scolaire et lors des collectes (tous les 45 jours), nous effectuons un bilan sur les prélèvements avec eux.

Voici les étapes pour prélever :

1) Rincer la bouteille de prélèvement 3 fois avec l'eau de la rivière.

2) Plonger la bouteille de prélèvement

3) Rincer les flacons 3 fois avec l'eau de la rivière ainsi que les bouchons et le filtre.

4) Positionner le filtre (de 200 µm) sur le flacon et verser l'eau de la rivière. Un crayon, rincé à l'eau de la rivière, peut être utilisé pour donner au filtre la forme de l'encolure du flacon.

Attention: les flacons qui vont au congélateur (nitrates et phosphates) ne doivent être remplis qu'à moitié. Le flacon des silicates peut être entièrement rempli (il va au réfrigérateur).

5) Rincer le filtre et la bouteille.

6) Indiquer sur chaque flacon:

- le nom et le numéro du site
- l'élément à mesurer (N03, P ou Si)
- la date.

N° de rivière	ECOFLUX
Nom de la rivière	
Date	
Elément à mesurer	

7) Remplir la fiche de prélèvement (nom de la rivière, numéro du site, nom de l'établissement, date de prélèvement, diverses observations).

8) Mettre les flacons de:

- silicates au réfrigérateur,
- nitrates au congélateur,
- phosphates au congélateur,

Le plus rapidement possible après le prélèvement afin d'éviter l'action des rayons du soleil (à cause des photons), une activité bactérienne ou des modifications physico-chimiques (tel que le passage du particulaire au dissous) qui changeraient les concentrations des éléments suivis.

9) Les flacons sont collectés tous les 6 semaines environ par l'animateur du réseau ECOFLUX puis déposés au LDV à Quimper pour les nitrates ou analysés directement à l'IUEM, pour les phosphates et les silicates.

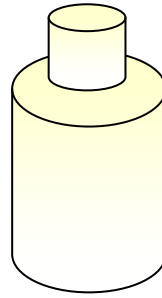
RECOMMANDATIONS GENERALES

1) Le prélèvement doit toujours se faire, chaque semaine, au même endroit, en suivant les indications sur la fiche rivière.

2) Éviter de mettre les doigts sur le matériel, notamment le filtre et l'encolure des flacons. L'eau ne doit jamais être en contact avec les mains (rappel : le savon contient en général des phosphates, le contact des doigts avec le filtre, les goulots ou les bouchons peut fausser les résultats en phosphates).

SILICATES

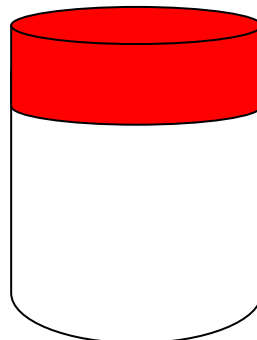
- Remplir entièrement
- Placer au frigo
- A conserver jusqu'à ce que je passe.



60 ml en plastique

NITRATES

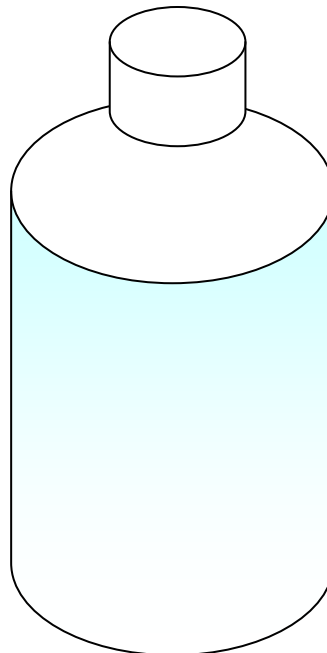
- Remplir à moitié
- Placer au congélateur
- A conserver jusqu'à ce que je passe.



60 ml en plastique

PHOSPHATES

- Remplir à moitié
- Placer au congélateur
- A conserver jusqu'à ce que je passe.



250 ml en verre

ANNEXE II
Articles de journaux

Internet : (après communication à sciences et éthique et à la CUB pour le contrat de Baie, les responsables de ces colloques ont souhaité mettre l'intervention du réseau ECOFLUX en ligne)

www.science-ethique.org

www.rade-brest.fr

ANNEXE III

Résultats par rivières depuis janvier 2005

Dourduff

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4---/l)	Débits m3/s	Flux nitrates (tNO3/j)	Flux silicates (tSiO2/j)	Flux phosphates (kg PO4---/j)
04/01/2006	26	11,7	0,052	0,161	1,353	3,040	1,368	18,829
09/01/2006	25	10,2	0,093	0,288	2,150	4,644	1,889	53,499
16/01/2006	35	11,9	0,048	0,149	1,083	3,276	1,113	13,913
23/01/2006	37	12,5	0,042	0,130	0,877	2,803	0,945	9,852
30/01/2006	24	12,1	0,044	0,136	1,003	2,081	1,045	11,812
06/02/2006	51	12,3	0,032	0,099	0,842	3,709	0,894	7,206
13/02/2006	32	12,4	0,007	0,022	0,627	1,733	0,671	1,174
21/02/2006	44	10,8	0,028	0,087	3,100	11,785	2,893	23,224
05/03/2006	42	10,2	0,001	0,003	2,367	8,588	2,086	0,633
06/03/2006	32	10,1	0	0,000	2,133	5,898	1,862	0,000
13/03/2006	32	10,6	0,013	0,040	1,900	5,253	1,740	6,609
20/03/2006	28	10,9	0,031	0,096	1,272	3,076	1,198	10,548
27/03/2006	33	9,3	0,037	0,115	2,983	8,506	2,397	29,534
03/04/2006	41	10,2	0,036	0,111	2,017	7,144	1,777	19,425
13/04/2006	17	10,4	0	0,000	1,317	1,934	1,183	0,000
19/04/2006	6,4	10,4	0,025	0,077	1,122	0,620	1,008	7,503
30/04/2006	42	11,4	0,022	0,068	0,800	2,903	0,785	4,709
04/05/2006	41	11,3	0,027	0,084	0,740	2,621	0,722	5,346
09/05/2006	5,4	4,4	0,029	0,090	0,782	0,365	0,297	6,065
15/05/2006	40	12,5	0,033	0,102	0,570	1,970	0,615	5,033
22/05/2006	25	12,3	0,047	0,146	0,810	1,750	0,863	10,186
30/05/2006	43	13,4	0,041	0,127	0,445	1,653	0,514	4,882
06/06/2006	41	11,9	0,042	0,130	0,345	1,222	0,354	3,877
12/06/2006		13,6	0,054	0,167	0,300		0,352	4,334
19/06/2006	46	14,0	0,066	0,204	0,250	0,994	0,301	4,415
26/06/2006	35	14,2	0,058	0,180	0,242	0,731	0,296	3,750
21/07/2006		15,1	0,063	0,195	0,143		0,186	2,416
28/07/2006	34		0,069	0,215	0,128	0,377		2,382
04/08/2006	45		0,058	0,180	0,132	0,512		2,052
09/08/2006		14,2			0,120	0,000	0,148	
11/08/2006	43	14,0	0,052	0,162	0,120	0,446	0,145	1,680
27/08/2006	32	14,8	0,062	0,192	0,125	0,346	0,160	2,078
03/09/2006	23	14,7	0,059	0,184	0,122	0,242	0,155	1,935
06/09/2006	33	13,4	0,049	0,152	0,108	0,309	0,126	1,421
11/09/2006	11	10,5	0,062	0,192	0,098	0,093	0,090	1,628
18/09/2006	35	14,4	0,059	0,182	0,102	0,307	0,127	1,596
26/09/2006	27	13,1	0,077	0,239	0,103	0,241	0,117	2,131
02/10/2006	18	14,0	0,081	0,251	0,120	0,187	0,145	2,605
10/10/2006		14,3	0,078	0,240	0,120		0,148	2,491
16/10/2006	22	15,4	0,057	0,175	0,097	0,184	0,128	1,465
23/10/2006	27	15,1	0,083	0,257	0,222	0,517	0,289	4,917
06/11/2006	33	13,9	0,041	0,128	0,107		0,128	1,175
20/11/2006	17	15,6	0,044	0,138	0,242		0,326	2,872
27/11/2006	18	15,6	0,055	0,170	0,260		0,351	3,826
04/12/2006	15	14,7	0,056	0,174	0,570		0,723	8,567

Dossen

Date					Débits m3/s	Flux nitrates (tNO3/j)	Flux silicates (tSiO2/j)	Flux phosphates (kgPO4---/j)
	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4---/l)				
05/01/2006	28	13,03	0,161	0,499	4,872	11,785	5,482	209,854
06/01/2006	22	10,29	0,101	0,313	4,573	8,692	4,065	123,576
12/01/2006	28	12,79	0,133	0,412	4,848	11,729	5,359	172,534
17/01/2006	25	11,33	0,096	0,297	5,713	12,339	5,592	146,732
22/01/2006	27	12,35	0,102	0,316	3,852	8,986	4,110	105,129
29/01/2006	26	11,54	0,085	0,263	4,815	10,817	4,800	109,515
12/02/2006	30	10,70	0,057	0,177	2,936	7,609	2,714	44,773
14/02/2006		11,80	0,096	0,297	2,926		2,983	75,152
19/02/2006	21	12,30	0,047	0,146	16,097	29,206	17,107	202,425
22/02/2006		11,87			10,981	0,000	11,262	
26/02/2006	35	11,90	0,036	0,111	8,160	24,675	8,390	78,597
02/03/2006	35	11,60	0,024	0,074	8,226	24,875	8,244	52,823
08/03/2006	34	11,03	0,050	0,155	11,627	34,156	11,080	155,547
15/03/2006	33	10,40	0,028	0,087	7,734	22,050	6,949	57,939
30/03/2006	28	12,40	0,037	0,115	16,557	40,055	17,739	163,911
06/04/2006	32	12,20	0,155	0,480	8,292	22,927	8,741	343,898
11/04/2006	33	11,20	0,073	0,226	6,695	19,088	6,479	130,764
20/04/2006	31	11,10	0,076	0,235	5,032	13,478	4,826	102,326
26/04/2006	32	11,20	0,039	0,121	4,413	12,201	4,270	46,049
03/05/2006	31	11,40	0,086	0,266	3,804	10,188	3,747	87,526
11/05/2006	31	11,30	0,028	0,087	3,385	9,065	3,304	25,356
12/05/2006	32	9,92	0,088	0,273	3,270	9,041	2,803	76,993
24/05/2006	34	12,72	0,102	0,316				
31/05/2006	33		0,158	0,489				
07/06/2006	33	13,66	0,163	0,505				
15/06/2006	34	13,91	0,071	0,220				
22/06/2006	30	13,84	0,157	0,486				
28/06/2006	32	13,82	0,169	0,523				
21/07/2006	36							
04/08/2006	26		0,245	0,758				
11/08/2006			0,290	0,898	0,748			58,085
17/08/2006	39	17,69	0,141	0,436	1,083	3,649	1,655	40,816
22/08/2006	35	15,92	0,220	0,681	0,802	2,426	1,104	47,220
28/08/2006	30	3,29	0,260	0,806	0,876	2,270	0,249	61,011
05/09/2006	31	2,10	0,290	0,897	0,772	2,068	0,140	59,864
14/09/2006	25	1,72	0,273	0,846	0,871	1,881	0,130	63,643
21/09/2006	31	9,90	0,001	0,002	0,607	1,625	0,519	0,096
28/09/2006	30	9,74	0,112	0,345	0,677	1,756	0,570	20,213
05/10/2006	30	12,47	0,075	0,233	0,762	1,975	0,821	15,332
06/10/2006	13	5,33	0,199	0,616	1,311	1,472	0,604	69,829
10/10/2006	16	9,72	0,233	0,720	0,980	1,355	0,823	60,994
12/10/2006	28	12,36	0,072	0,221	1,053	2,546	1,124	20,141
19/10/2006	29	12,27	0,078	0,240	1,200	3,008	1,273	24,940
26/10/2006	21	14,58	0,138	0,427	1,300	2,358	1,638	47,909
02/11/2006	19	12,91	0,065	0,200	0,876		0,977	15,166
10/11/2006	17	12,13	0,047	0,147	0,811		0,850	10,276
17/11/2006	15	10,79	0,042	0,129	3,253		3,034	36,354
24/11/2006	14	9,54	0,041	0,126	2,892		2,385	31,408
30/11/2006	13	8,33	0,067	0,208	2,913		2,096	52,259

Penzé

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mg SiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4---/l)	Débits m3/s	Flux nitrates (tNO3/j)	Flux silicates (tSiO2/j)	Flux phosphates (kg PO4---/j)
08/01/2006	45	10,3	0,068	0,211	4,237	16,473	3,785	77,086
17/01/2006	39	10,5	0,060	0,186	6,370	21,464	5,760	102,261
23/01/2006	49	11,5	0,082	0,254	4,208	17,814	4,181	92,316
30/01/2006			0,102	0,316	3,755			102,472
03/02/2006	50	11,2	0,221	0,684	3,185	13,759	3,082	188,330
07/02/2006	37	11,7	0,044	0,136	2,878	9,201	2,909	33,884
16/02/2006	37	10,3	0,089	0,276	5,128	16,393	4,564	122,115
21/02/2006	45	9,5			12,521	48,681	10,277	
07/03/2006	47	10,3	0,036	0,111	11,104	45,089	9,881	106,952
11/03/2006	56	9,8	0,053	0,164	11,220	54,289	9,501	159,114
15/03/2006	44	10,2	0,029	0,090	8,766	33,325	7,725	68,017
22/03/2006	38	9,6			12,565	41,252	10,462	
31/03/2006	46	9,7	0,041	0,127	14,215	56,498	11,921	155,944
26/04/2006	49	11,3	0,045	0,139	3,550	15,030	3,454	42,745
03/05/2006	49	11,5	0,044	0,136	2,937	12,432	2,926	34,572
12/5/2006	50	11,1	0,088	0,273	2,265	9,783	2,177	53,319
19/05/2006	47	11,6	0,088	0,273	2,250	9,137	2,257	52,975
29/05/2006	45	12,5	0,093	0,288	2,148	8,350	2,312	53,441
10/06/2006	52	13,2	0,055	0,170	1,376	6,183	1,567	20,253
17/06/2006	55	13,3	0,125	0,387	1,328	6,311	1,521	44,417
29/06/2006	39	13,4	0,140	0,434	1,132	3,815	1,308	42,413
04/07/2006	53		0,161	0,497	1,153	5,279		49,505
11/07/2006	54		0,140	0,435	1,072	5,003		40,307
21/07/2006	59		0,156	0,484	0,695	3,545		29,085
26/07/2006	56		0,134	0,416	0,625	3,025		22,485
30/07/2006	54	11,7			0,662	3,088	0,668	
06/08/2006	56		0,153	0,472	0,665	3,216		27,126
22/08/2006	57	10,7	0,179	0,553	0,612	3,015	0,566	29,260
30/08/2006	52	10,6	0,175	0,543	0,751	3,374	0,690	35,226
05/09/2006	55	12,0	0,189	0,585	0,637	3,027	0,658	32,173
06/09/2006		12,3			0,580		0,618	
14/09/2006	58	11,5	0,184	0,569	0,501	2,511	0,497	24,618
20/09/2006	56	11,4	0,189	0,587	0,409	1,979	0,404	20,735
30/09/2006	44	12,0	0,171	0,531	0,603	2,294	0,625	27,663
03/10/2006	41	13,6	0,162	0,503	0,590	2,091	0,694	25,646
11/10/2006	43	13,6	0,178	0,551	0,665	2,470	0,780	31,670
29/10/2006	45	14,0	0,211	0,655	1,110		1,345	62,825
04/11/2006	43	14,2	0,167	0,518	0,954		1,175	42,719
17/11/2006	29	11,8	0,211	0,654	2,937		3,001	165,925
25/11/2006	27	11,9	0,051	0,158	5,128		5,266	70,218
04/12/2006	28	10,8	0,088	0,272	8,006		7,499	188,384

Guillec

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mg SiO ₂ /l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO ₄ ---/l)	Débits m ³ /s	Flux nitrates (tNO ₃ /j)	Flux silicates (tSiO ₂ /j)	Flux phosphates (kg PO ₄ ---/j)
26/01/2006	86	15,4	0,114	0,353	1,151	8,555	1,533	35,117
30/01/2006	75	15,0	0,129	0,399	1,255	8,130	1,622	43,302
28/02/2006	87	12,9	0,019	0,059	1,945	14,618	2,167	9,886
15/03/2006	89	12,3	0,077	0,238	1,910	14,689	2,030	39,355
29/06/2006	98	15,0	0,264	0,818	0,547	4,634	0,708	38,656
03/07/2006	94	18,2	0,269	0,833	0,630	5,115	0,991	45,335
18/10/2006	82	15,4	0,198	0,614	0,442	3,133	0,589	23,460
24/10/2006	45	14,2	0,227	0,701	0,406	1,579	0,499	24,615

Flèche

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mg SiO ₂ /l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO ₄ ---/l)
05/01/2006	54	14,4	0,085	0,263
12/01/2006	51	13,2	0,092	0,285
19/01/2006	59	14,4	0,045	0,138
26/01/2006	68	15,7	0,056	0,175
02/02/2006	64	15,3	0,056	0,172
09/02/2006	63	15,5	0,059	0,183
16/02/2006		9,7	0,205	0,635
26/02/2006	43	10,1	0,086	0,266
30/03/2006	17	7,0	0,118	0,365
09/03/2006	31	12,4	0,080	0,248
16/03/2006	68	13,5	0,054	0,167
23/03/2006	51	11,2	0,067	0,207
06/04/2006	68	12,9	0,043	0,133
14/04/2006	69	12,5	0,032	0,099
19/04/2006	69	12,6	0,029	0,090
30/04/2006	71	10,7	0,037	0,115
11/05/2006	71	11,5	0,061	0,189
18/05/2006	72	13,1	0,062	0,192
01/06/2006	65	15,8	0,074	0,229
10/06/2006	64	14,7	0,093	0,288
19/06/2006	71	15,3	0,074	0,229
27/06/2006	72	15,1	0,146	0,452
11/07/2006	74	15,2	0,088	0,272
25/07/2006	73	14,5	0,075	0,231
04/08/2006	71	15,3	0,064	0,198
10/08/2006	69	14,7	0,071	0,219
25/08/2006	70	14,8	0,072	0,223
02/09/2006	72	15,0	0,075	0,232
16/09/2006	54	14,1	0,092	0,286
03/10/2006	46	14,9	0,091	0,283
25/10/2006	35	16,3	0,189	0,586
21/11/2006	38	15,1	0,127	0,394
28/11/2006	34	13,8	0,191	0,592

Quillimadec

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mg SiO ₂ /l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO ₄ ---/l)
21/01/2006		15,8	0,119	0,369
27/01/2006	55	17,1	0,098	0,303
03/02/2006	57	16,1	0,107	0,331
13/02/2006	59	16,3	0,092	0,285
17/02/2006	37	13,6	0,120	0,372
21/02/2006		15,6	0,047	0,146
23/02/2006	21	14,6	0,083	0,257
01/03/2006	41	11,2	0,097	0,300
09/03/2006	41	13,4	0,091	0,282
17/03/2006	48	13,7	0,066	0,204
07/04/2006	58	13,7	0,061	0,189
14/04/2006	58	13,5	0,057	0,177
21/04/2006	57	12,8	0,057	0,177
27/04/2006	52	14,7	0,070	0,217
11/05/2006	57		0,057	0,176
24/05/2006	53	15,4	0,090	0,277
02/06/2006	61	16,0	0,069	0,214
30/06/2006	66	16,6	0,054	0,168
04/07/2006	61	17,1	0,112	0,346
11/07/2006	63	17,6	0,124	0,384
28/07/2006	66	16,9	0,097	0,300
01/08/2006	59	16,3	0,118	0,365
09/08/2006	64	17,4	0,107	0,331
16/08/2006	65	17,6	0,090	0,280
23/08/2006	64	17,4	0,088	0,272
29/08/2006	61	17,4	0,127	0,394
08/09/2006	47	18,0	0,121	0,376
15/09/2006	63	17,8	0,107	0,330
22/09/2006	61	17,4	0,108	0,334
13/10/2006	56	18,6	0,097	0,300

Elorn

Date	Nitrates					Débits m3/s	Flux nitrates (tNo3/j)	Flux silicates (t SiO2/j)	Flux phosphates (kg PO4---/j)
	Nitrates (Réseau) mg/l	(CUB) mg/l	Silicates (mgSiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4---/l)				
02/01/2006	39	32	9,0	0,051	0,158	7,620	21,068	5,920	103,980
09/01/2006	25	42	6,6	0,142	0,440	14,450	52,436	8,183	549,009
16/01/2006	41	41	9,4	0,036	0,111	5,750	20,369	4,657	55,385
23/01/2006	42	42	9,5	0,036	0,111	5,230	18,979	4,272	50,376
30/01/2006	26	39	9,7	0,035	0,108	4,880	16,444	4,090	45,699
06/02/2006	26	43	10,2	0,042	0,130	3,890	14,452	3,428	43,714
14/02/2006	36	43	9,7	0,035	0,108	3,270	12,149	2,741	30,622
20/02/2006	21	23	5,8	0,095	0,294	26,000	51,667	13,029	660,876
27/02/2006	40	39	8,3	0,021	0,065	8,660	29,181	6,210	48,659
07/03/2006	21	38	7,3	0,025	0,077	10,920	35,853	6,887	73,044
14/03/2006	23	42	8,1	0,023	0,071	10,140	36,796	7,096	62,401
21/03/2006	24	42	6,9	0,051	0,158	14,160	51,384	8,442	193,222
27/03/2006	32	26	6,6	0,039	0,121	24,560	55,172	14,005	256,281
10/04/2006	25	41	8,3	0,038	0,118	9,620	34,078	6,899	97,810
18/04/2006	43	40	8,7	0,025	0,077	7,240	25,021	5,442	48,429
25/04/2006	42	42	8,7	0,032	0,099	5,750	20,866	4,322	49,231
02/05/2006	41	41	8,4	0,027	0,084	4,350	15,409	3,157	31,425
10/05/2006	44	40	8,1	0,016	0,050	3,420	11,820	2,393	14,641
17/05/2006	31	42	9,1	0,033	0,102	2,960	10,741	2,339	26,135
23/05/2006	27	31	9,2	0,038	0,118	4,350	11,651	3,443	44,228
30/05/2006	41	39	10,3	0,025	0,076	2,800	9,435	2,488	18,505
07/06/2006	42	37	10,1	0,058	0,180	2,280	7,289	1,999	35,382
14/06/2006	42	41	10,4	0,068	0,211	2,150	7,616	1,939	39,117
21/06/2006	43	42	10,6	0,074	0,229	1,930	7,004	1,764	38,213
29/06/2006	42	40	11,2	0,073	0,227	1,710	5,910	1,656	33,466
06/07/2006	27	38	8,2	0,087	0,269	3,040	9,981	2,155	70,668
13/07/2006	37	39	11,1	0,053	0,163	1,710	5,762	1,639	24,035
20/07/2006	37	39	11,0	0,089	0,276	1,220	4,111	1,160	29,048
28/07/2006	30	37	9,8	0,078	0,242	1,410	4,507	1,196	29,486
04/08/2006	36	34	10,1	0,082	0,255	1,600	4,700	1,402	35,214
12/08/2006	33	33	9,3	0,083	0,256	1,500	4,277	1,212	33,131
18/08/2006	33	33	8,9	0,107	0,331	1,500	4,277	1,149	42,882
25/08/2006	28	27	9,3	0,093	0,289	1,500	3,499	1,201	37,478
01/09/2006	20	25	7,8	0,078	0,240	1,930	4,169	1,301	40,058
08/09/2006	16	26	7,9	0,091	0,282	1,820	4,088	1,249	44,366
15/09/2006	13	23	7,6	0,077	0,239	2,540	5,047	1,665	52,472
24/09/2006	7,3	21	7,6	0,066	0,205	2,280	4,137	1,488	40,421
29/09/2006	10	23	9,2	0,079	0,245	1,310	2,603	1,036	27,727
06/10/2006	27	28	9,5	0,049	0,153	1,820	4,403	1,494	24,023
13/10/2006	13	25	6,3	0,048	0,149	1,500	3,240	0,814	19,330
20/10/2006	25	27	10,5	0,066	0,204	2,410	5,622	2,191	42,535
26/10/2006	31	29	10,6	0,035	0,108	2,150	5,387	1,970	20,150
03/11/2006	34		11,6	0,040	0,124	1,220		1,218	13,032
13/11/2006	32		12,0	0,039	0,120				
17/11/2006	18		9,8	0,039	0,120				
24/11/2006	29		9,0	0,030	0,094				
01/12/2006	20		8,4	0,036	0,110				

Douffine

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4---/l)	Débits m3/s	Flux nitrates (tNo3/j)	Flux silicates (t SiO2/j)	Flux phosphates (kg PO4---/j)
06/01/2006	16	5,3	0,019	0,059	5,515	7,624	2,549	28,038
13/01/2006	24	2,9	0,032	0,099	5,092	10,559	1,259	43,597
20/01/2006	25	5,3	0,028	0,087	5,695	12,301	2,616	42,664
27/01/2006	24	5,2	0,020	0,062	3,758	7,793	1,688	20,110
03/02/2006	25	5,4	0,019	0,059	2,988	6,455	1,394	15,192
10/02/2006	23	5,7	0,018	0,056	2,373	4,715	1,169	11,428
23/02/2006	31	5,2	0,022	0,068	9,299	24,906	4,178	54,737
02/03/2006	28	5,2	0,017	0,053	6,580	15,918	2,956	29,928
11/03/2006	26	4,6	0,009	0,028	9,607	21,581	3,818	23,134
24/03/2006	20	4,3	0,017	0,053	7,785	13,453	2,892	35,412
31/03/2006	28		0,010	0,031	13,339	32,270		35,690
31/03/2006			0,009	0,028	13,339			32,121
14/04/2006	20	4,8	0,016	0,050	3,655	6,317	1,516	15,649
21/04/2006	20	3,0	0,030	0,093	2,822	4,876	0,731	22,650
27/04/2006	19	5,0	0,039	0,121	2,257	3,706	0,975	23,556
05/05/2006	18	4,7	0,045	0,139	1,642	2,553	0,667	19,767
13/05/2006		5,0			1,462		0,628	
19/05/2006	17	5,5	0,061	0,188	1,267	1,861	0,601	20,578
02/06/2006	16	5,3	0,048	0,149	2,347	3,245	1,077	30,268
09/06/2006	16		0,079	0,243	1,667	2,305		35,040
13/06/2006	12		0,071	0,221	1,295	1,343		24,748
23/06/2006	18		0,117	0,363	0,814	1,267		25,537
29/06/2006	19		0,160	0,496	0,702	1,152		30,072
07/07/2006	16		0,126	0,389	0,725	1,002		24,345
13/07/2006	1,1		0,203	0,629	0,616	0,059		33,473
20/07/2006	20		0,220	0,681	0,523	0,904		30,796
27/07/2006	21		0,222	0,687	0,518	0,940		30,774
04/08/2006	19	6,2	0,217	0,672	0,450	0,739	0,242	26,128
11/08/2006	19	5,9	0,228	0,706	0,273	0,448	0,140	16,669
17/08/2006	20	5,6	0,216	0,669	0,350	0,605	0,168	20,227
24/08/2006	16	5,5	0,148	0,458	0,581	0,803	0,274	22,981
01/09/2006	20	5,7	0,183	0,567	0,363	0,627	0,180	17,797
05/09/2006	17	6,2	0,212	0,657	0,432	0,635	0,233	24,544
15/09/2006	18	6,0	0,159	0,494	0,457	0,710	0,236	19,479
21/09/2006	21	5,7	0,204	0,631	0,274	0,498	0,134	14,968
28/09/2006	17	6,2	0,145	0,449	0,394	0,578	0,211	15,284
06/10/2006	17	6,9	0,118	0,366	0,726	1,066	0,435	22,982

Aulne

Date					Débits m3/s	Flux	Flux	Flux
	Nitrates (mg/l)	Silicates (mg SiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4---/l)		nitrates (tNO3/j)	silicates (tSiO2/j)	phosphates (kgPO4---/j)
05/01/2006	28	8,358	0,019	0,059	49,631	120,068	35,840	252,309
12/01/2006	31	8,486	0,021	0,065	37,773	101,170	27,694	212,236
18/01/2006	31	8,918	0,024	0,074	39,822	106,660	30,684	255,717
25/01/2006	31	8,518	0,022	0,068	30,306	81,171	22,304	178,391
01/02/2006	31	8,300	0,022	0,068	30,013	80,387	21,523	176,667
08/02/2006	34	8,100	0,018	0,056	23,425	68,813	16,394	112,816
16/02/2006	30	8,300	0,018	0,056	51,095	132,439	36,642	246,081
20/02/2006	30	7,900	0,036	0,111	123,566	320,283	84,341	1190,213
04/03/2006	32	7,100			95,017	262,703	58,287	
09/03/2006	32	6,700			111,122	307,229	64,326	
16/03/2006	38	7,400	0,013	0,040	62,076	203,807	39,689	215,918
22/03/2006	36	7,700	0,006	0,019	79,644	247,726	52,986	127,859
30/03/2006	36	6,500	0,032	0,099	150,797	469,040	84,688	1291,121
07/04/2006	37	7,600	0,022	0,068	59,294	189,551	38,935	349,026
12/04/2006	36	7,100	0,012	0,037	41,140	127,961	25,237	132,089
18/04/2006	30	7,200	0,015	0,046	29,720	77,035	18,488	119,280
11/05/2006	22	6,895	0,006	0,018	17,422	33,116	10,379	27,037
16/05/2006	20	7,357	0,009	0,029	16,983	29,347	10,795	42,259
23/05/2006	18	8,607	0,018	0,055	35,723	55,556	26,565	170,133
04/06/2006		8,100			11,215		7,848	
09/06/2006	21	7,370	0,007	0,023	7,101	12,883	4,521	14,059
23/06/2006	21	4,016	0,007	0,023	5,754	10,440	1,996	11,392
26/06/2006	21	3,922			4,861	8,819	1,647	
02/07/2006	18	1,925	0,006	0,017	4,129	6,421	0,687	6,186
05/08/2006	8,9	3,472	0,011	0,035	3,382	2,601	1,014	10,243
11/08/2006	8,5	2,421	0,011	0,034	3,060	2,247	0,640	8,980
16/08/2006	5,9	1,823	0,001	0,003	3,148	1,605	0,496	0,751
26/08/2006	5,8	0,398	0,000	0,000	4,509	2,260	0,155	
01/09/2006	5,1	0,473	0,005	0,016	2,987	1,316	0,122	4,038
10/09/2006	7,9	0,781	0,004	0,012	3,909		0,264	3,998
16/09/2006	5	0,465	0,028	0,087	4,948		0,199	37,278
26/09/2006	4,8	0,294	0,016	0,049	5,959	2,471	0,151	25,466
03/10/2006	4,5	0,137	0,012	0,038	7,276	2,829	0,086	24,187
10/10/2006	6	2,524	0,013	0,042	5,695	2,952	1,242	20,461
17/10/2006	6,5	3,126	0,004	0,014	5,256	2,952	1,419	6,157
24/10/2006	11	8,488	0,024	0,073	34,991	33,255	25,660	221,548
26/10/2006		9,918	0,080	0,249	19,472		16,685	418,326
04/11/2006		10,459	0,041	0,128	8,521		7,700	93,875
07/11/2006	17	10,625	0,016	0,048	7,818		7,177	32,546
14/11/2006	18	10,754	0,008	0,026	8,096		7,523	17,840
21/11/2006	17	10,082	0,043	0,133	72,324		63,001	829,371
28/11/2006	38	10,022	0,025	0,077	95,017		82,273	628,094

Kerharo

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mg SiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4---/l)
01/01/2006	29	9,7	0,037	0,115
08/01/2006	40	10,4	0,014	0,043
15/01/2006	37	10,4	0,019	0,059
29/01/2006	35	9,4	0,013	0,040
05/02/2006	40	9,5	0,010	0,031
11/02/2006	42	9,7	0,011	0,034
19/02/2006	19	6,6	0,048	0,149
05/03/2006	44	8,3	0,021	0,065
12/03/2006	46	8,2	0,033	0,102
26/03/2006	22	6,2	0,067	0,207
09/04/2006	43	6,3	0,006	0,019
05/04/2006	43	6,8	0,014	0,043
23/04/2006	31	5,0	0,008	0,025
07/05/2006	33	6,4	0,010	0,031
14/05/2006	31	6,9	0,015	0,046
21/05/2006	21		0,034	0,105
30/05/2006	25	8,8	0,013	0,041
07/06/2006	25	8,5	0,030	0,094
18/06/2006	28	8,9	0,053	0,164
25/06/2006	28	9,4	0,052	0,160
23/07/2006	27	8,7	0,069	0,212
29/07/2006	25		0,038	0,117
06/08/2006	28			
15/08/2006	30		0,044	0,135
20/08/2006	24		0,092	0,285
02/09/2006	23		0,043	0,134
10/09/2006	11	4,5	0,024	0,073
20/09/2006	20	6,8	0,044	0,136
27/09/2006	18	8,7	0,051	0,158
05/10/2006	24	10,6	0,057	0,178
21/10/2006	23	12,7	0,051	0,158
29/10/2006	22	12,8	0,026	0,081
05/11/2006	25	12,2	0,020	0,063
10/11/2006	28	12,7	0,026	0,079
13/11/2006	22	12,3	0,030	0,093
26/11/2006	39	11,0	0,032	0,099
02/12/2006	<1	2,8	0,039	0,120

Lapic

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO ₂ /l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO ₄ ---/l)
06/01/2006	46	11,2	0,030	0,094
11/01/2006	44	10,6	0,055	0,170
21/01/2006		11,2	0,030	0,092
27/01/2006	52	11,3	0,040	0,124
04/02/2006	50	11,3	0,031	0,096
11/02/2006	51	11,1	0,040	0,124
15/02/2006	43	10,5	0,334	1,034
22/02/2006	54	11,1	0,040	0,124
04/03/2006	44	9,3	0,072	0,223
05/03/2006	52	10,2	0,040	0,124
19/03/2006	49	10,5	0,029	0,090
25/03/2006	36	8,5	0,088	0,273
10/04/2006	49	10,0	0,030	0,093
15/04/2006	39	8,5	0,070	0,217
28/04/2006	46	10,5	0,023	0,071
03/05/2006	44	10,8	0,029	0,089
08/05/2006	46	10,6		
19/05/2006	42	10,8	0,057	0,177
26/05/2006		11,1	0,034	0,106
30/05/2006	41	11,2	0,037	0,115
09/06/2006	42	11,4	0,064	0,198
15/06/2006	39	11,2	0,050	0,156
23/06/2006	38	10,8		
29/06/2006	33		0,052	0,161
02/07/2006	40		0,125	0,386
08/07/2006	38	11,3	0,117	0,363
15/07/2006	37	11,3	0,079	0,244
21/07/2006	30	11,5	0,121	0,375
27/07/2006	38		0,122	0,377
08/08/2006	37		0,199	0,616
17/08/2006	38	11,1	0,319	0,987
20/08/2006	32	10,3	0,249	0,770
31/08/2006	31	10,7	0,271	0,839
05/09/2006	29		0,305	0,946
15/09/2006	24	11,6	0,256	0,793
17/09/2006	25	11,6	0,243	0,753
01/10/2006	24	12,9		
04/10/2006	27	13,1	0,121	0,376
13/10/2006		13,2		
17/10/2006	28	12,7	0,149	0,463
18/10/2006	27			
27/10/2006	29	14,3	0,131	0,405
29/10/2006	29	13,8	0,146	0,454
13/11/2006	30	12,5	0,113	0,351
27/11/2006	44	13,2	0,053	0,164
03/12/2006	27	9,7	0,092	0,285

Ris

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4---/l)
06/01/2006	36	14,6	0,034	0,105
13/01/2006	35	14,4	0,039	0,121
18/01/2006	33	13,0	0,046	0,142
26/01/2006	37	14,1	0,043	0,133
01/02/2006	38	14,5	0,030	0,093
08/02/2006	40	14,6		
17/02/2006	33	13,7	0,039	0,121
24/02/2006	33	11,9	0,050	0,155
01/03/2006	40	13,3	0,026	0,081
10/03/2006	33	11,9	0,035	0,108
15/03/2006	40	12,8	0,027	0,084
21/03/2006	38	13,1	0,025	0,077
29/03/2006	37	12,5	0,068	0,211
05/04/2006	37	12,5	0,025	0,077
11/04/2006	39	12,8	0,022	0,068
18/04/2006	38	13,1	0,024	0,074
25/04/2006	37	13,4	0,021	0,065
02/05/2006	36	13,5	0,026	0,081
08/05/2006			0,049	0,152
09/05/2006	39	13,6	0,028	0,087
15/05/2006	35	14,5	0,030	0,092
23/05/2006	32	16,4	0,036	0,112
30/05/2006	33	16,2	0,038	0,117
05/06/2006	36	15,7	0,037	0,114
12/06/2006	37	16,5	0,044	0,137
19/06/2006	37	17,0	0,045	0,141
27/06/2006	39	16,5	0,046	0,141
07/07/2006	35	16,6	0,041	0,128
14/07/2006	23	17,3	0,045	0,140
20/07/2006	22	17,3	0,052	0,162
28/07/2006	37	17,5	0,045	0,139
04/08/2006	38	17,7	0,046	0,141
11/08/2006	34		0,040	0,123
18/08/2006	36		0,067	0,209
25/08/2006	37		0,051	0,158
31/08/2006	37		0,046	0,144
05/09/2006	35		0,051	0,156
11/09/2006	36	17,5	0,060	0,185
18/09/2006	33	17,4	0,101	0,314
25/09/2006	34	17,0	0,062	0,192
02/10/2006	31	17,4	0,066	0,204
10/10/2006	32	18,3	0,067	0,208
18/10/2006	29	17,9	0,063	0,195
26/10/2006	27	17,3	0,063	0,196
31/10/2006	31	18,0	0,054	0,166
10/11/2006	34	18,0	0,047	0,146
14/11/2006	32	18,0	0,048	0,148
20/11/2006	20	12,5	0,167	0,516
29/11/2006	33	15,2	0,042	0,131

Saint Laurent

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4---/l)	Débits m3/s	Flux nitrates (tNO3/j)	Flux Silicates (tSiO2/j)	Flux phosphates (kgPO4--/j)
04/01/2006	42	11,9	0,009	0,029	0,550	1,996	0,564	1,393
11/01/2006	45	11,7	0,008	0,025	0,560	2,177	0,564	1,197
20/01/2006	45	11,9	0,008	0,025	0,560	2,177	0,576	1,199
25/01/2006	45	11,7	0,007	0,022	0,500	1,944	0,505	0,950
06/02/2006	25	11,8	0,007	0,022	0,630	1,361	0,641	1,180
15/02/2006	28	12,0	0,024	0,074	0,530	1,282	0,547	3,403
22/02/2006	33		0,014	0,043	0,630	1,796		2,360
06/03/2006	40	10,9	0,067	0,207	0,830	2,868	0,782	14,879
16/03/2006	42	11,0	0,011	0,034				
31/03/2006	39	10,2	0,015	0,046				
05/04/2006	41	10,0	0,031	0,096	1,800	6,376	1,555	14,930
12/04/2006	32	10,2	0,007	0,022				
19/04/2006	43	10,5	0,006	0,019				
26/04/2006	36	10,6	0,012	0,037				
12/05/2006	41	11,4	0,005	0,017				
15/05/2006	43	11,3	0,003	0,008	0,770	2,861	0,755	0,556
30/05/2006	43	11,6	0,009	0,029	0,500	1,858	0,503	1,244
07/06/2006	44	11,9	0,010	0,030	0,400	1,521	0,413	1,049
16/06/2006	43	12,1	0,006	0,018				
24/06/2006		12,0	0,009	0,027	0,240		0,249	0,559
28/06/2006	47	12,6	0,003	0,009	0,240	0,975	0,262	0,188
02/07/2006	46	12,8	0,012	0,038				
05/07/2006	45	12,6	0,011	0,033	0,300	1,166	0,327	0,846
13/07/2006		12,8	0,054	0,167	0,240		0,265	3,467
19/07/2006	47	12,8	0,014	0,044	0,210	0,853	0,233	0,799
27/07/2006	37	12,9	0,015	0,045	0,140	0,448	0,156	0,550
11/08/2006	42		0,019	0,058	0,110	0,399		0,547
18/08/2006	40		0,014	0,043	0,180	0,622		0,663
25/08/2006	45		0,012	0,036	0,140	0,544		0,439
31/08/2006			0,011	0,034	0,120			0,349
07/09/2006	43	13,7	0,017	0,051	0,100	0,372	0,118	0,443
15/09/2006	45	13,7	0,015	0,046	0,050	0,194	0,059	0,198
20/09/2006	44	13,3	0,014	0,045	0,090	0,342	0,103	0,349
04/10/2006	33	13,4	0,013	0,040				
12/10/2006	33	14,3	0,030	0,094	0,000	0,000	0,000	0,000
19/10/2006	36	13,4	0,018	0,055	0,130	0,404	0,151	0,617
23/10/2006	27	13,8			0,420	0,980	0,499	
03/11/2006	38	13,8	0,004	0,011	0,140		0,167	0,132
10/11/2006	39	13,5	0,006	0,019	0,140		0,164	0,231
13/11/2006	38	13,4	0,007	0,021	0,130		0,151	0,235
23/11/2006	24	13,5	0,022	0,069	0,440		0,515	2,627
28/11/2006	26	13,2	0,040	0,124	0,630		0,717	6,730

ANNEXE IV

Fiche de renseignement des rivières suivies.

DOURDUFF

STATION : n°1

Code hydrologique : J251400

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=144.925 y=2421.175

Département : Finistère

Commune : Plouézoc'h

Rivière : Dourduff

Localisation du prélèvement : D46, Dourduff en terre.

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 70 km²

Historique des données : du 5/10/1998 au 31/07/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine forte

- Composition géologie : schiste (70%) et granite (20%)

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant :</u> 7 <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV :</u> 4
Agriculture	<u>Surface agricole utile :</u> 65% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes :</u> lait, légumes.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	/
Pisciculture	2 piscicultures

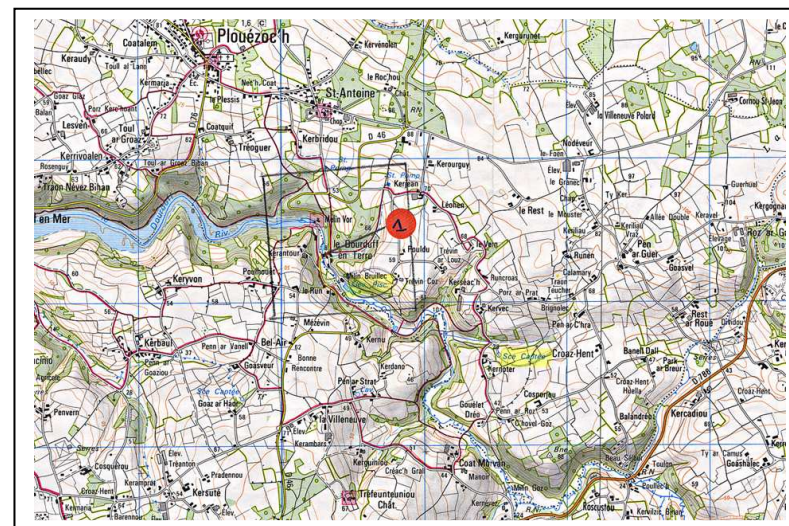


Photo de la localisation du prélèvement



DOSSSEN

STATION : n°2 (comprend le Jarlot, le Tromorgant et Le Queffleuth)

Code hydrologique : J262030

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=145.125 y=2416.025

Département : Finistère

Commune : Morlaix

Rivière : Dossen comprenant : Queffleuth, Tromorgant, Jarlot

Localisation du prélèvement : Port de plaisance de Morlaix.

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 192 km²

Historique des données : du 29/09/1998 au 18/05/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine forte

- Composition géologie : schiste et micaschiste majoritaire

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant</u> : 9 dont une de plus de 10 000 habitants (Morlaix) <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV</u> : 5
Agriculture	<u>Surface agricole utile</u> : 50% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes</u> : lait, viande bovine.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	/
Pisciculture	5 piscicultures

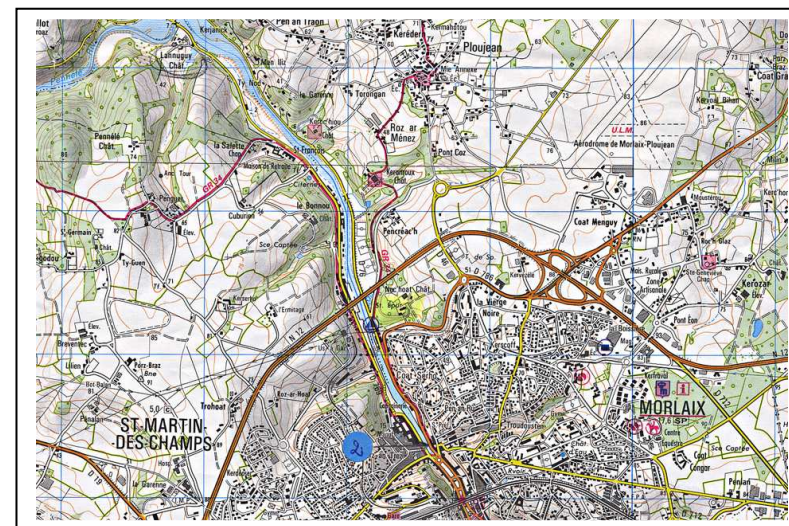
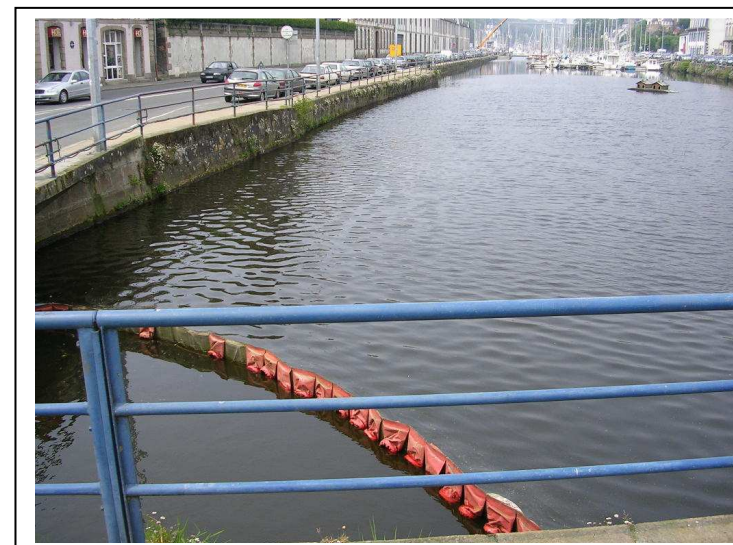


Photo de la localisation du prélèvement



PENZE

STATION : n°3

Code hydrologique : J272030.

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=138.475 y=2417.025

Département : Finistère

Commune : Penzé

Rivière : Penzé

Localisation du prélèvement : au lieu dit Le Merdy.

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 142 km²

Historique des données : du 29/12/1998 au 17/07/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine moyenne

- Composition géologie : schiste (35%), granite (35%), micaschiste (10%) et gneiss (20%).

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant</u> : 14 <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV</u> : 3
Agriculture	<u>Surface agricole utile</u> : 69% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes</u> : lait, légumes et viande bovine.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	/
Pisciculture	3 piscicultures

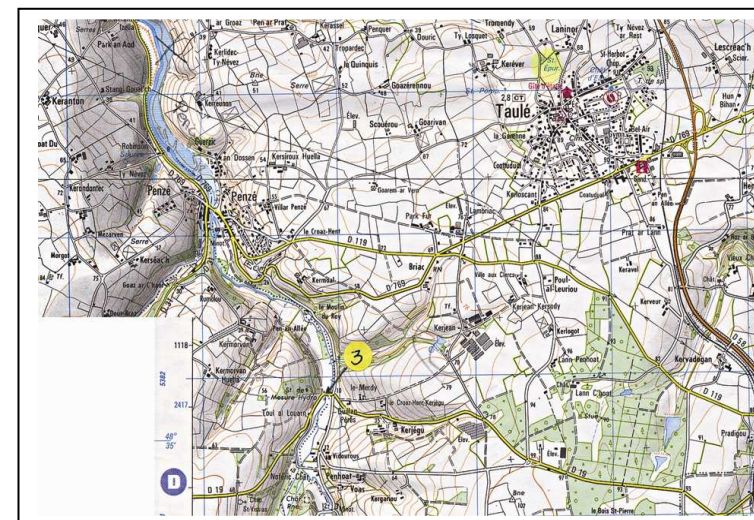


Photo de la localisation du prélèvement



GUILLEC

STATION : n°4

Code hydrologique : J302400.

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=129.525 y=2426.975

Département : Finistère

Commune : Sibiril

Rivière : Guillec

Localisation du prélèvement : D10 à Saint Jacques.

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 72 km²

Historique des données : du 5/11/1998 au 6/06/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine forte

- Composition géologie : micaschiste majoritaire et granite

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant</u> : 12 <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV</u> : 3
Agriculture	<u>Surface agricole utile</u> : 92% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes</u> : porc, volaille, légumes.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	/
Pisciculture	2 piscicultures

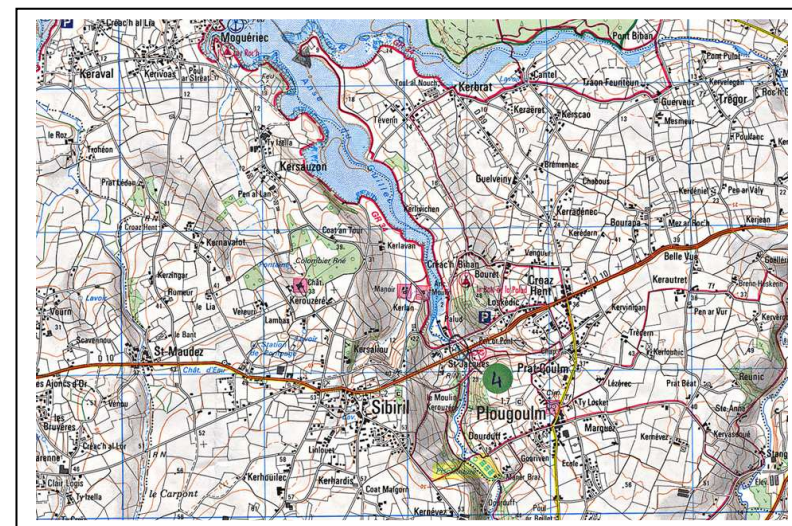
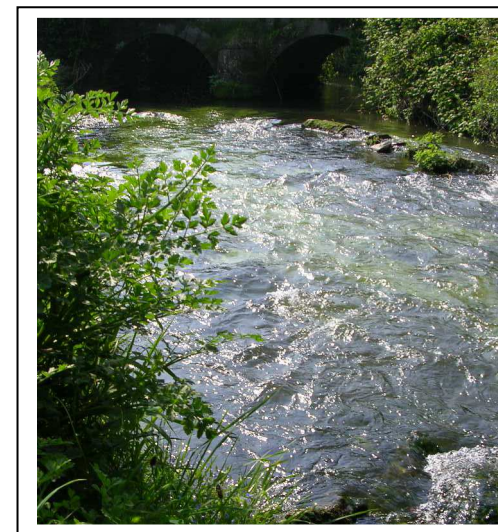


Photo de la localisation du prélèvement



FLECHE

STATION : n°5

Code hydrologique : J310600.

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=113.275 y=2422.925

Département : Finistère

Commune : Tréfléz

Rivière : La Flèche

Localisation du prélèvement : D129 à Lanvrein.

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 65 km²

Historique des données : du 7/10/1998 au 20/07/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine forte

- Composition géologie : granite majoritaire et micaschiste

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant</u> : 10 <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV</u> : 0
Agriculture	<u>Surface agricole utile</u> : 75% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes</u> : porc, lait, légumes.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	/
Pisciculture	1 pisciculture

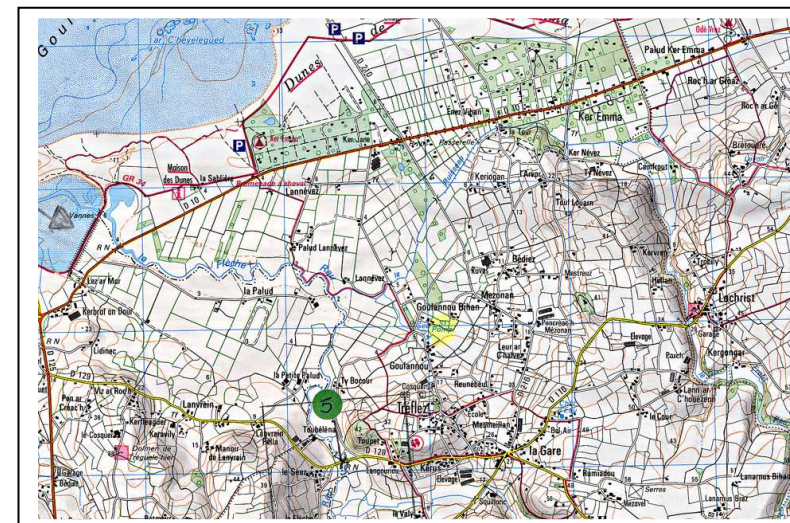


Photo de la localisation du prélèvement



QUILLIMADEC

STATION : n°6

Code hydrologique : J311400.

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=110.025 y=2420.275

Département : Finistère

Commune : Lesneven

Rivière : Quillimadec

Localisation du prélèvement : D125, aire de repos, route de Lesneven.

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 30 km²

Historique des données : du 21/10/1998 au 19/07/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine forte

- Composition géologie : granite, micaschiste et gneiss.

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant</u> : 15 <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV</u> : 3
Agriculture	<u>Surface agricole utile</u> : 70% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes</u> : porc, lait, légumes.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	/
Pisciculture	1 pisciculture

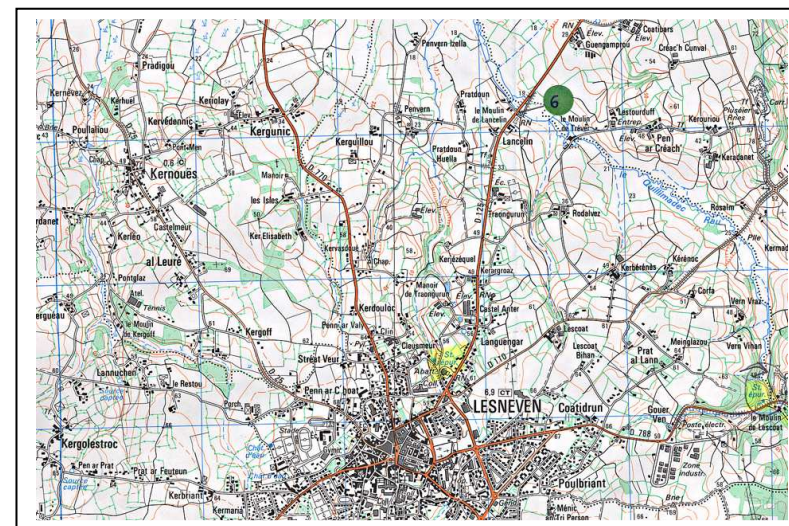


Photo de la localisation du prélèvement



ELORN

STATION : n°7

Code hydrologique : J342030.

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=113.675 y=2404.225

Département : Finistère

Commune : Landerneau

Rivière : Elorn

Localisation du prélèvement : Rue des écossais, sur le pont.

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 278 km²

Historique des données : du 19/11/1998 au 16/07/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine moyenne

- Composition géologie : micaschiste, granite et gneiss

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant</u> : 21 dont une de plus de 10 000 habitants (Landerneau) <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV</u> : 12
Agriculture	Surface agricole utile : 70% de la surface totale Productions agricoles dominantes : viande bovine, porc.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	Société DANISCO Cultor (usine de traitements d'algues)
Pisciculture	7 piscicultures

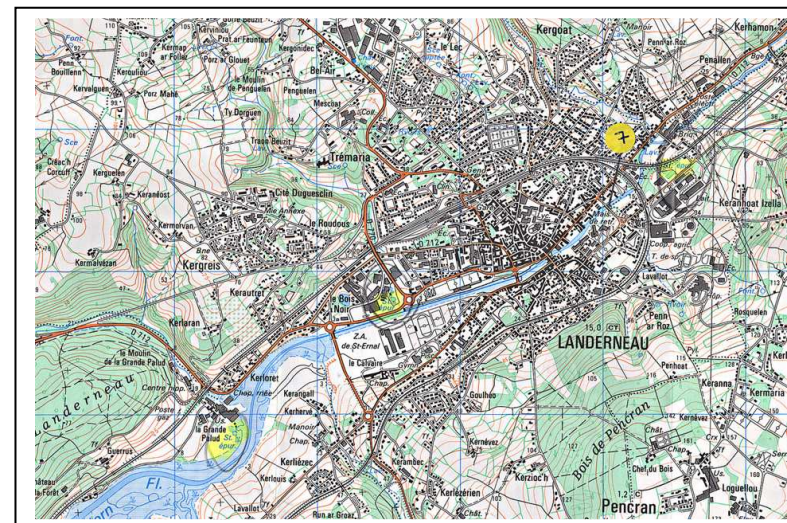


Photo de la localisation du prélèvement :



DOUFFINE

STATION : n°8

Code hydrologique : J383400.

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=124.575 y=2382.175

Département : Finistère

Commune : Pont de Buis

Rivière : Douffine

Localisation du prélèvement : D770, à Pont Neuf.

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 164 km²

Historique des données : du 21/09/1998 au 14/07/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine faible

- Composition géologie : schiste

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant</u> : 12 <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV</u> : 2
Agriculture	<u>Surface agricole utile</u> : 55% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes</u> : viande bovine, porc.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	Société Nobel Sport (fabrication et stockage d'explosif)
Pisciculture	4 piscicultures

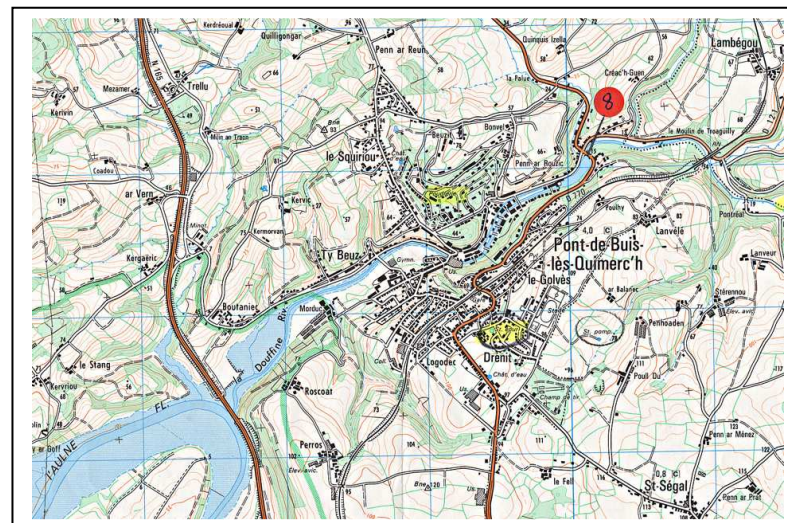


Photo de la localisation du prélèvement :



AULNE

STATION : n°9

Code hydrologique : J384018.

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=122.725 y=2374.925

Département : Finistère, Côtes d'armor, Morbihan

Commune : Châteaulin

Rivière : Aulne

Localisation du prélèvement : le pont dans le centre ville de Châteaulin.

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 1489 km²

Historique des données : du 30/09/1998 au 02/06/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine faible

- Composition géologie : schiste (80%) et granite (20%)

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant</u> : 42 (dans le Finistère) <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV</u> : 15 (dans le Finistère)
Agriculture	<u>Surface agricole utile</u> : 70% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes</u> : viande bovine, volaille.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	Société DOUX (abattoir, découpe et transformation de volailles) Société SOCOPA (abattoir et transformation de porcs)
Pisciculture	9 piscicultures

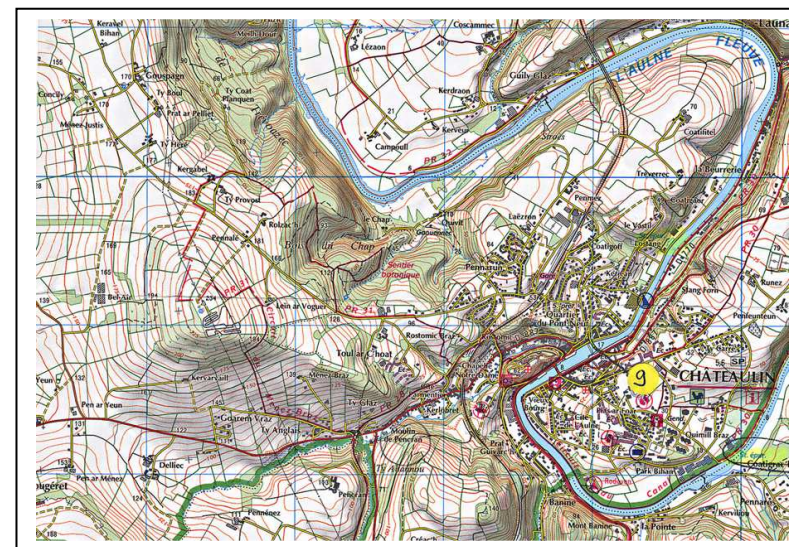


Photo de la localisation du prélèvement :



KERHARO

STATION : n°10

Code hydrologique : J392730.

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=108.925 y=2371.075

Département : Finistère

Commune : Ploeven

Rivière : Dourduff

Localisation du prélèvement : à la plage de Kerviguen (à l'exutoire).

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 45 km²

Historique des données : du 4/05/1999 au 20/07/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine faible

- Composition géologie : quartzite et micaschiste

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant</u> : 3 <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV</u> : 1
Agriculture	<u>Surface agricole utile</u> : 76% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes</u> : porc, lait.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	/
Pisciculture	/



Photo de la localisation du prélèvement :



LAPIC

STATION : n°11

Code hydrologique : J393440.

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=108.975 y=2368.425

Département : Finistère

Commune : Plonevez-Porzay

Rivière : Lapic

Localisation du prélèvement : à Tréfeuntec (à l'exutoire).

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 27 km²

Historique des données : du 22/10/1998 au 21/06/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine faible

- Composition géologie : micaschiste

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant :</u> 4 <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV :</u> 2
Agriculture	<u>Surface agricole utile :</u> 74% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes :</u> porc, lait.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	/
Pisciculture	/



Photo de la localisation du prélèvement :



RIS

STATION : n°12

Code hydrologique : J393540.

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=108.225 y=2362.975

Département : Finistère

Commune : Le Juc'h

Rivière : Ris

Localisation du prélèvement : D39, entre Kerstrat et Mescalet.

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 31 km²

Historique des données : du 24/09/1998 au 21/07/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine forte

- Composition géologie : micaschiste majoritaire et granite

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant</u> : 6 <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV</u> : 3
Agriculture	<u>Surface agricole utile</u> : 70% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes</u> : porc, lait.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	/
Pisciculture	/

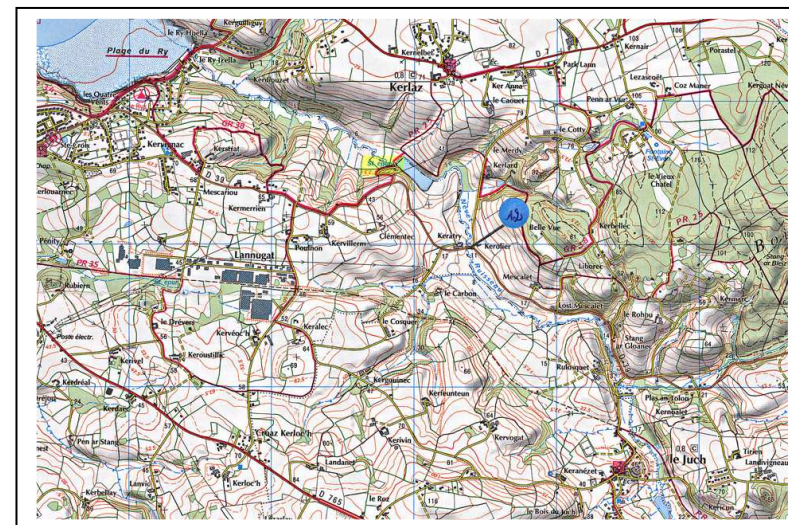


Photo de la localisation du prélèvement :



SAINT LAURENT

STATION : n°13

Code hydrologique : J450650.

Coordonnées géographiques (Lambert II) : x=130.675 y=2341.875

Département : Finistère

Commune : La Forêt Fouesnant

Rivière : Saint Laurent

Localisation du prélèvement : à Beg Menez, à l'exutoire.

Surface du bassin versant (au point de prélèvement, au MNT 50) : 30 km²

Historique des données : du 22/10/1998 au 21/07/2005

Caractéristique géologique: réserve souterraine forte

- Composition géologie : micaschiste et granite

Usage anthropique du bassin versant :

Type d'usages	Usages
Assainissement	<u>Nombre de communes sur le bassin versant</u> : 5 <u>Nombre de stations d'épuration sur le BV</u> : 1
Agriculture	<u>Surface agricole utile</u> : 40% de la surface totale <u>Productions agricoles dominantes</u> : volailles.
Industrie rejetant du nitrate et/ou du phosphate	/
Pisciculture	/

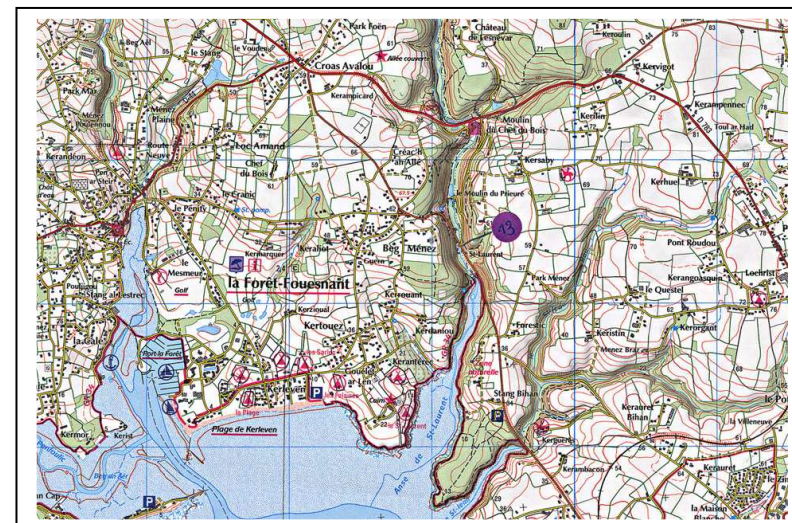


Photo de la localisation du prélèvement



ANNEXE V

Classification des rivières en bassins versants (selon le BRGM)

Classements des rivières	Rivières
Réserves souterraines faibles	Douffine
	Aulne
	Kerharo
	Lapic
Réserves souterraines moyennes	Penzé
	Elorn
Réserves souterraines fortes	Dourduff
	Dossen
	Guillec
	Flèche
	Quillimadec
	Ris
	Saint Laurent

ANNEXE VI

Fiche technique sur les sels nutritifs et les matériels et méthodes utilisées pour les analyses**Les nitrates :**1.1.1) L'origine des nitrates :

Les nitrates, de part le cycle de l'azote, ont une origine naturelle provenant de l'action des bactéries nitrifiantes qui oxydent l'ammonium lors de la nitrification (Voir figure 1, d'après site internet n°1). De plus, lors des orages, les décharges électriques produisent des ions nitrates par réaction entre le dioxygène et le diazote atmosphérique. Ils vont, eux aussi, retourner au sol via les eaux de pluie (Buchet, 2000).

Mais la majorité des nitrates provient des activités humaines et, notamment en Bretagne, de l'agriculture, de l'élevage (pour les deux tiers) mais aussi de l'assainissement et de l'industrie (pour le restant). En effet, depuis quelques années, la modernisation de l'agriculture a entraîné des modifications du milieu (Buchet, 2000) :

- Mise en place du remembrement qui élimine les talus et favorise le lessivage des sols
- Changements dans les pratiques agricoles avec une utilisation intensive d'engrais et de produits chimiques,
- Développement de l'élevage intensif
- Epannage des déjections riches en nitrates.

1.1.2) Le transfert des nitrates vers les cours d'eau (Buchet, 2000):

Le transfert d'un élément du sol vers les cours d'eau est lié aux précipitations qui offrent alors à cet élément trois types d'écoulement différents: (Voir figure 2, d'après site internet n°2.)

-Le ruissellement : L'écoulement superficiel est susceptible d'entraîner les particules situées à la surface.

-L'écoulement hypodermique : A une faible profondeur, l'infiltration de l'eau, forme des voies de circulation généralement, riches en sels nutritifs.

-L'infiltration : L'eau s'infiltré en profondeur en se chargeant en composés dissous. Ce type d'écoulement alimente les nappes phréatiques.

Ensuite, selon le débit de la rivière, l'abondance des précipitations et la taille des réserves souterraines, ces trois voies d'entrées jouent un rôle plus ou moins important dans le flux des nitrates. Ainsi, une réserve souterraine importante aura tendance à diluer les concentrations, surtout en période

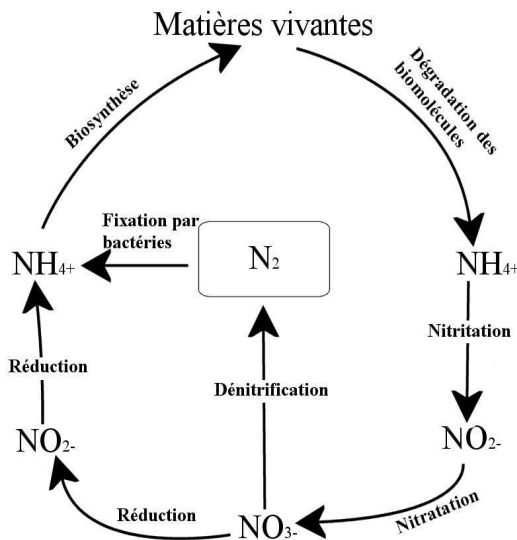


Figure 1 : Cycle de l'azote

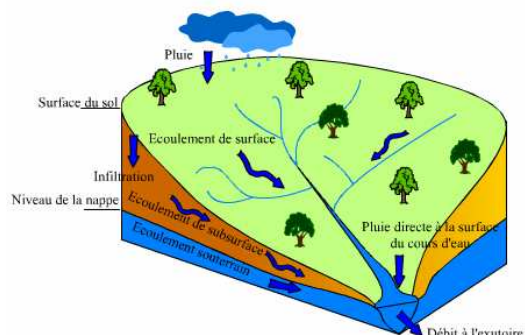


Figure 2 : Les différents types d'écoulement

d'étiage où le ruissellement est très faible. A l'inverse, une faible réserve souterraine ne sera pas capable de diluer un apport important en cas de fortes précipitations et donc de ruissellement important.

Dans le cas des nitrates, élément très soluble, les trois types d'écoulement sont utilisés, et c'est la nature du bassin versant qui va influencer sur le type d'écoulement préférentiellement emprunté.

1.1.3) Analyse des nitrates :

- Principe de la réaction :

L'analyse des nitrates est effectuée par réduction des nitrates en nitrites puis analyse colorimétrique des nitrites. Les nitrates sont réduits en nitrites par une colonne réductrice cadmium-cuivre, puis les nitrites subissent une diazotation avec de la sulfanilamide. Le composé obtenu est alors analysé au spectrophotomètre. (Voir figure 3)

- Protocole :

L'analyse des nitrates est confiée au Laboratoire Départemental Vétérinaire à Quimper. Le protocole utilisé est cité dans la norme NF EN ISO 13395.

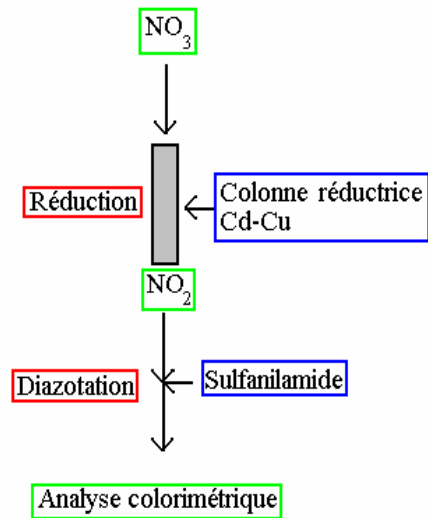


Figure3 : Principe de la réaction

Les phosphates :

2.1.) L'origine des phosphates :

Les phosphates sont naturellement présents dans les roches et, à la faveur de l'érosion, se retrouvent aussi dans les sols. Facilement adsorbables, ils restent fixés aux particules du sol. Une forte érosion peut alors entraîner ces particules riches en phosphates jusque dans les cours d'eau. (Voir figure 4.)

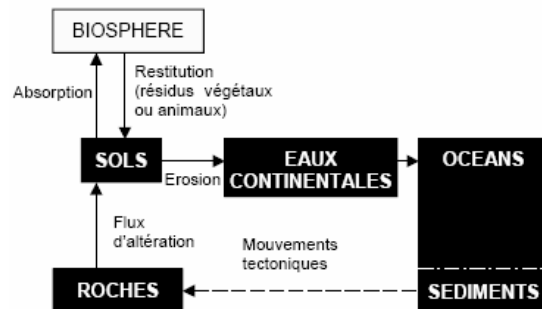


Figure 4 : Cycle du phosphore (Lemerrier, 2003)

Les phosphates sont utilisés très largement dans l'agriculture pour les engrais ou les pesticides et dans les déjections animales épandues. Cette source représente la moitié des apports de phosphates. L'autre moitié provient (Cann et al., 1999):

- Des rejets domestiques, peu ou pas retraités (notamment les lessives riches en phosphates),
- Des effluents d'usines pharmaceutiques et agro-alimentaires très nombreuses en Bretagne
- Du ruissellement urbain, qui constitue également des sources importantes de phosphates.

2.2.) Le transfert des phosphates vers les cours d'eau :

Le cycle du phosphore ne comprenant pas de phase gazeuse, le transport des phosphates est exclusivement effectué par les eaux. Il existe alors deux composés phosphorés susceptibles d'être retrouvés dans les cours d'eau, le phosphore particulaire et les orthophosphates. Ces deux composés ont des origines différentes (Veyssey, 1998) :

-Le phosphore particulaire provient en grande partie de l'érosion de roches qui alimente les cours d'eau en particules en suspension sur lesquelles il s'adsorbe. Mais il peut aussi provenir des effluents urbains ou industriels peu ou pas traités.

-Les orthophosphates sont la forme dissoute du phosphore. Ils proviennent essentiellement de l'épandage agricole, et c'est la seule forme de phosphore pouvant être captée par les végétaux.

Du fait de leur affinité avec les particules du sol, les phosphates n'atteignent pas les réserves d'eau souterraines et leur transport principal est donc le ruissellement.

2.3) Analyse des phosphates :

- Principe de la réaction :

La méthode utilisée est adaptée de la méthode de Murphy et Riley (1962).

L'analyse des phosphates met en jeu la réaction entre les ions phosphates et un mélange de réactifs qui donnent une solution de couleur bleue, analysée au spectrophotomètre à 885 nm. Le mélange de réactifs est composée de :

-Molybdate d'ammonium : En réagissant avec les phosphates, ils forment un composé de couleur jaune, le phosphomolybdate d'ammonium.

-Acide sulfurique : La réaction se déroule en milieu acide.

-Acide ascorbique : Il réduit le phosphomolybdate d'ammonium pour donner une solution bleue.

-Solution d'oxotartrate de potassium et d'antimoine : L'antimoine permet de réduire le temps de réaction de 24 heures à quelques minutes. (Voir figure 5)

- Protocole :

L'analyse est effectuée sur un spectrophotomètre SHIMADZU UV1700 à double faisceau, dans des cuves de verre de 5 cm de trajet optique (Voir figure 6). Les échantillons sont placés dans des flacons auxquels est ajouté un volume de réactif correspondant à un dixième du volume d'échantillon.

Après le passage de la gamme étalon de phosphates, l'appareil calcule la droite d'étalonnage puis déduit l'influence de la turbidité par comparaison entre deux cuves (avec et sans réactifs dans les échantillons). L'appareil mesure, alors, la valeur de l'absorbance pour chaque échantillon. C'est cette valeur qui sera entrée dans la base de données de façon à calculer la concentration des échantillons.

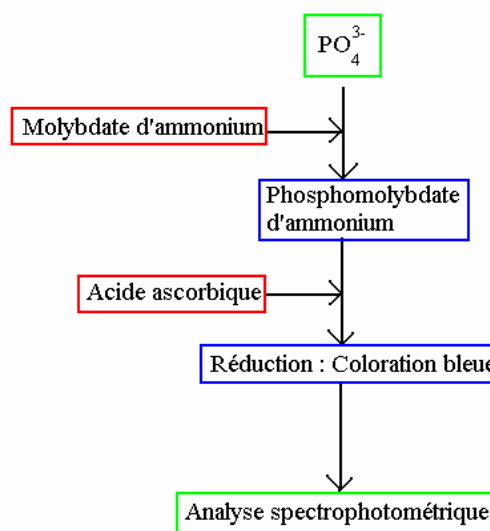


Figure 5 : Principe de la réaction



Figure 6 : Spectrophotomètre à double faisceau

Les silicates

3.1.) Le transfert des silicates vers les cours d'eau :

La présence de silicates dans les rivières est généralement liée à la dissolution des frustules de diatomées (origine biologique) ou à l'érosion de la roche et des sols au moment des pluies. Une roche granitique (silicates de potassium + silicates d'aluminium) libérera plus de silicium qu'une roche schisteuse (silicates d'alumine hydratés) : ceci est lié au pH plus acide de l'eau entourant ce type de roche et favorisant l'érosion des roches. Les silicates ont donc une origine essentiellement naturelle.

Les silicates peuvent suivre les trois types d'écoulement, de la même façon que les nitrates. Leur rôle d'élément témoin est donc plus pertinent vis-à-vis des nitrates. La comparaison avec cet élément permet donc de définir une origine anthropique des nitrates. En effet, si on observe une augmentation des taux de nitrates en parallèle à une augmentation comparable au niveau des silicates, cette augmentation est due vraisemblablement aux fortes précipitations, plutôt qu'à un apport anthropique de nitrates.

Par contre, les phosphates ne suivant pas les mêmes voies, la comparaison entre silicates et phosphates est moins évidente à établir.

3.2.) Analyse des silicates :

- Principe de la réaction :

La méthode utilisée est celle de Le Corre et Tréguer (1976).

Le dosage des silicates repose sur la réaction entre les silicates et plusieurs réactifs, puis sur l'analyse colorimétrique du composé obtenu à 810 nm.

Les réactifs utilisés sont les suivants :

-Molybdate d'ammonium : Les ions molybdates réagissent avec les silicates et forment de l'acide silicomolybdique.

-Mélange d'acides sulfurique et oxalique : Permet d'assurer l'acidité du milieu pour la réaction.

-Sulfate de méthylamino-4-phénol (ou « métol ») et sulfite de sodium : Réduit le complexe formé en « bleu de molybdène ».

(Voir figure 7)

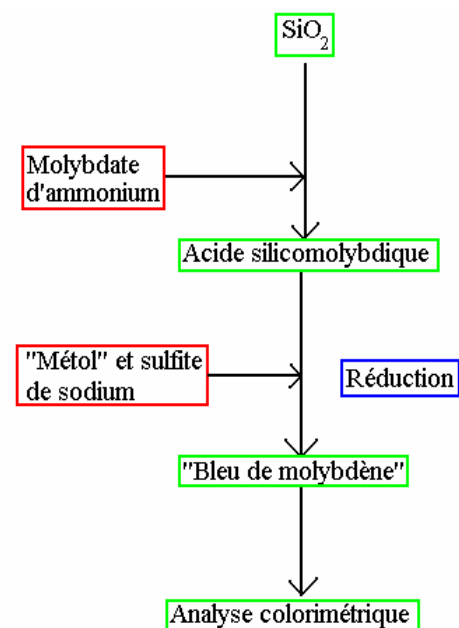


Figure 7 : Principe de la réaction

L'analyse est effectuée à l'aide d'un auto-analyseur AIII numérique Technicon de Braun+Luebbe, à l'aide du logiciel AACE de Braun+Luebbe.

- Protocole :

Le protocole est adapté de l'analyse des silicates dans l'eau de mer. Or, les teneurs en silicates en mer sont très faibles. Les échantillons doivent donc être dilués au 25^{ème} avant d'être analysés.

Le Technicon sert à analyser les silicates (Voir figure 8). Il est un analyseur automatisé et informatisé qui permet de réaliser des analyses de longue durée. Ainsi, le réseau dispose d'un protocole rapide lui permettant de passer les échantillons en triplicats pour plus de précision. Le Technicon permet aussi de réaliser la manipulation de façon automatisée, ne nécessitant que des contrôles occasionnels du bon déroulement de la manipulation, lors de l'approvisionnement en échantillons du passeur.

Le Technicon se compose de cinq parties : le passeur d'échantillons, la pompe péristaltique, le circuit analytique, le colorimètre et l'ordinateur (A l'aide d'un logiciel fourni par le fabricant du Technicon)



Figure 8 : Le Technicon – vue générale

Avant le lancement de la manipulation, il faut fixer une ligne de base (définie à 8 % par le réseau) et un gain, qui permettent à l'ordinateur de tracer un graphique. Le calcul des concentrations s'effectue donc de la ligne de base au pic de chaque échantillon. Le protocole adapté est ensuite chargé et les échantillons sont placés dans des godets sur le passeur.

La ligne de base pouvant varier au cours de la manipulation, chaque protocole prévoit, tous les dix échantillons, un nouveau calcul de la ligne de base et du gain, permettant de garantir la fiabilité des résultats.

ANNEXE VII (Tests statistiques)

	Nitrates			Silicates			Phosphates						
Dourduff	0,0000	1999		X	0,2504	1999			0,0000	1999	X	X	
		2001		X		2001				2001	X	X	X
		2002	X			2002				2002		X	X
		2003	X			2003				2003			X
		2004	X			2004				2004	X		
		2005	X			2005				2005	X	X	
Dossen	0,0000	1999		X	0,0098	1999	X	X	0,0000	1999	X	X	
		2001		X		2001		X		2001		X	
		2002	X			2002	X			2002	X		
		2003	X			2003	X	X		2003			X
		2004	X			2004	X	X		2004	X	X	
		2005	X	X		2005	X	X		2005		X	X
Penzé	0,0000	1999		X	0,0000	1999		X	0,0203	1999	X	X	X
		2001		X		2001		X		2001			X
		2002	X			2002	X			2002		X	X
		2003	X			2003	X			2003			X
		2004	X			2004	X			2004	X		
		2005	X			2005	X			2005	X	X	
Guillec	0,0001	1999		X	0,0000	1999		X	0,0000	1999		X	
		2001		X		2001		X		2001			X
		2002	X	X		2002	X			2002			X
		2003	X	X		2003	X			2003			X
		2004				2004				2004			
		2005	X			2005	X			2005			X
Flèche	0,0004	1999		X	0,0167	1999	X	X	0,0316	1999		X	
		2001		X		2001		X		2001	X	X	
		2002	X			2002	X	X		2002			X
		2003	X	X		2003	X	X		2003	X	X	X
		2004	X			2004	X	X		2004		X	X
		2005	X			2005	X			2005			X
Quillimadec	0,0055	1999		X	0,3014	1999			0,7517	1999			
		2001		X		2001				2001			
		2002	X	X		2002				2002			
		2003	X	X		2003				2003			
		2004	X	X		2004				2004			
		2005	X			2005				2005			
Elorn	0,0000	1999		X	0,0000	1999		X	0,1251	1999			
		2001		X		2001		X		2001			
		2002	X			2002	X			2002			
		2003	X	X		2003	X			2003			
		2004	X			2004	X	X		2004			
		2005	X			2005	X			2005			
Douffine	0,0000	1999		X	0,0822	1999			0,0000	1999		X	
		2001		X		2001				2001		X	
		2002	X			2002				2002		X	
		2003	X			2003				2003			X
		2004	X			2004				2004		X	
		2005	X			2005				2005		X	

Résultat du test Anova :
si $< 0,05$ les moyennes
annuelles sont statistiquement
différentes

0,0250	1999	X
	2001	X
	2002	X
	2003	X
	2004	X

Résultats du test des étendues multiples :
définition des groupes homogènes

Dans chaque colonne, les niveaux contenant des x forment un groupe homogène desquelles il n'existe pas de différences statistiquement significatives au niveau de confiance de 95%.

Cette procédure calcule une analyse de la variance à un facteur pour l'un des paramètres (nitrate ou silicate ou phosphate). Elle affiche divers tests pour comparer les valeurs moyennes du paramètre pour les 6 années suivies. Le test ANOVA teste s'il y a des différences significatives entre les moyennes. S'il y en a, le test des étendues multiples indique quelles moyennes sont significativement différentes les uns des autres.

Ex de résultats:

Ici, comme la valeur de probabilité pour le test ANOVA est inférieure à 0,05 au niveau de confiance de 95% (erreurs acceptées ou $\alpha=5\%$), il existe une différence statistiquement significative entre les moyennes du paramètre étudié. Pour déterminer quelles moyennes sont significativement différentes les uns des autres, nous utilisons le test des étendues multiples :
Ici, le test présente deux colonnes donc les années 1999, 2001, 2003, 2004 forment un 1^{er} groupe homogène et 2002, 2003 forment un 2^{ème} groupe homogène.
Nous pouvons donc en conclure : à $\alpha=5\%$, qu'il existe des différences significatives entre l'année 2002 et le groupe des années (1999, 2001, 2004). Par contre, l'année 2003 appartenant aux deux groupes, nous ne pouvons pas dire si la différence est significative à $\alpha=5\%$.

	Nitrates			Silicates			Phosphates								
Aulne	0,0001	1999		x	0,0002	1999		x	0,0332	1999		x	x		
		2001	x	x		2001		x		2001		x	x		
		2002	x	x		2002		x		x	2002		x		
		2003	x			2003		x			2003		x	x	
		2004		x		2004				x	2004			x	
		2005		x		2005		x			2005			x	
Kerharo	0,0002	1999		x	0,0006	1999		x	0,7274	1999					
		2001		x		x	2001			x	2001				
		2002	x	x		2002		x		2002					
		2003	x			2003		x		2003					
		2004	x	x		x	2004			x	x	2004			
		2005	x	x			2005			x	x	2005			
Lapic	0,0000	1999		x	0,0072	1999		x	0,0006	1999		x	x		
		2001		x		2001		x		x	2001		x	x	
		2002		x		x	2002			x	2002			x	
		2003		x			2003			x	2003		x		
		2004		x		x	2004			x	x	2004			x
		2005		x			2005			x		2005			
Ris	0,0186	1999		x	0,0000	1999		x	0,0005	1999		x			
		2001		x		x	2001			x	2001		x		
		2002		x			2002			x	2002		x		
		2003		x		x	2003			x	2003		x		
		2004		x		x	2004			x	2004		x		
		2005		x		x	2005			x	2005		x		
Saint Laurent	0,0000	1999		x	0,0000	1999		x	0,5317	1999					
		2001		x		x	2001			x	2001				
		2002		x			2002			x	2002				
		2003		x			2003			x	x	2003			
		2004		x			2004			x		2004			
		2005		x			2005			x	x	2005			

Remarques : De gauche à droite, les colonnes représentent des concentrations croissantes du paramètre.

Annexe VIII

Description de l'évolution de la qualité des eaux en nitrate dans les bassins versants.

Le classement des bassins versants en fonction de leur état moyen

Les bassins versants ont été classés dans le tableau I en fonction de leur état moyen par rapport au paramètre « nitrate ». C'est-à-dire en fonction de la concentration moyenne sur toute la période d'analyse (mg NO₃/l), soit en fonction du flux spécifique moyen (Kg N-NO₃/ha/an) calculé au cours de la période hydrologique (1999/00 à 2005/06).

Classe 8 (>80)								Guillec
Classe 7 (70-80)								
Classe 6 (60-70)					Penzé			
Classe 5 (50-60)			Elorn					
Classe 4 (40-50)								
Classe 3 (30-40)	Douffine	Dossen Aulne	Dourduff	St Laurent				
Classe 2 (20-30)								
Classe 1 (<20)								
Flux (kg N/ha) Concentration (mg NO₃/l)	Classe 1 (<20)	Classe 2 (20-30)	Classe 3 (30-40)	Classe 4 (40-50)	Classe 5 (50-60)	Classe 6 (60-70)	Classe 7 (70-80)	Classe 8 (>80)

Tableau I : Classement des bassins versants en fonction de leur état moyen : flux spécifique moyen annuel en azote et concentration moyenne annuelle en nitrate

Nous pouvons constater que d'après ce classement le Guillec est le seul bassin versant fortement dégradé. Il possède en effet, les valeurs de concentrations et de flux spécifiques les plus forts par rapport aux nitrates (c'est-à-dire supérieure à 80 mg NO₃/l et supérieure à 80 kg N/ha/an). Il est suivi de la Penzé qui est moyennement « plus » dégradé. L'Elorn, le St Laurent, le Dourduff, le Dossen, l'Aulne et la Douffine sont moins dégradés vis-à-vis des nitrates, la douffine ayant les meilleurs résultats. Ils présentent, toutefois, des concentrations supérieures à 20 mg NO₃/l (à part la Douffine avec 19,86 mg NO₃/l) correspondant à la classe 1 (très peu dégradé) et des flux spécifiques supérieures à 20 kg N/ha/an correspondant à la classe 1 (très peu dégradé) vis-à-vis des nitrates. Toutefois, il faut préciser qu'en comparant avec d'autres régions tout est fortement dégradé. Par exemple, le flux spécifique de la Seine est de 11 kg N/ha/an et celui de la Loire, 8 kg N/ha/an.

Evolution de la qualité des eaux en nitrate

Le flux de nitrate est le résultat du produit du débit par la concentration en nitrate. Au niveau annuel, le flux est très dépendant du débit et donc de la pluviométrie. Les variations de flux de nitrates, observées au cours du temps, permettent difficilement de déceler les changements de pratiques agricoles puisque ces évolutions sont essentiellement dues à la variabilité climatique inter-annuelle.

L'hydraulicité corrige la variation de flux de l'effet de la variabilité climatique pour mettre en évidence l'impact d'un changement de pratiques agricoles sur les flux à l'exutoire. En fait, l'hydraulicité est le rapport du débit annuel (ou mensuel) à sa moyenne interannuelle. Elle permet de positionner simplement une année par rapport à une année « normale » (hydraulicité = 1)

Le flux annuel de nitrates pondéré par l'hydraulicité est un indice corrigeant en partie la valeur des flux de l'effet de la variabilité climatique. Il ne prend pas en compte la variabilité des concentrations en nitrate due aux changements de condition de milieu (température, saturation), conséquences des variations climatiques et qui modifie le cycle de l'azote. De plus, l'indice est intéressant puisqu'il s'agit d'une valeur de flux, qui peut être comparée à un solde de bilan agronomique dans le bassin versant.

Ainsi, à partir de ce rapport, nous avons pu décrire l'évolution de la qualité des eaux en nitrates dans les bassins versants suivis par le réseau ECOFLUX. Cette première approche va permettre de déceler si certaines variations observées proviennent de changements de pratiques agricoles. Il faut néanmoins rester prudent sur l'interprétation puisque la série ECOFLUX ne repose que sur 7 années hydrologiques. L'analyse des bassins versants fait référence au travail du conseil scientifique de l'environnement de Bretagne avec P. Arousseau appuyé par la SOGREAH (Arousseau et *al.*, 2005). Pour l'instant, ce travail n'a pu être mené que sur le Guillec et l'Elorn mais il sera aussi effectué sur les six autres bassins où nous disposons de données hydrologiques.

1- Le bassin versant de l'Elorn

Le bassin versant de l'Elorn semble montrer peu d'évolution sur la période 1999-2006 (cf figure 1). Nous y observons:

- une baisse des maxima de concentration observée depuis 1999 ;
- une baisse faible des minima de concentration depuis 1999 ;
- une stabilisation des concentrations moyennes annuelles et de la moyenne mobile depuis 2000-2001 (cf figure 2);
- les flux pondérés restent également stables
- Mais malgré une augmentation du débit spécifique et du flux spécifique moyen en 2005-2006, à la faveur de l'augmentation de l'hydraulicité cette année (cf figure 3), les concentrations en nitrate n'ont pas repris une phase de croissance. Nous n'avons donc pas une grande dépendance de la qualité de l'Elorn au régime hydrologique. Ce critère semble significatif d'une petite amélioration. L'augmentation des débits en début de cycle provoque généralement une augmentation des concentrations des nitrates. En effet, les années sèches favorisent le stockage des nitrates dans des réservoirs qui deviennent alors des apports ; entraînant l'augmentation des concentrations lors de saisons plus humides.

En résumé, l'Elorn semble montrer dans l'ensemble une stabilisation dans son évolution mais il présente une amélioration sur un critère d'évolution significatif.

Ce diagnostic sera toutefois plus sûr après une année à forte hydraulicité comparable aux années 1993-1994, 1994-1995 ou 2000-2001.

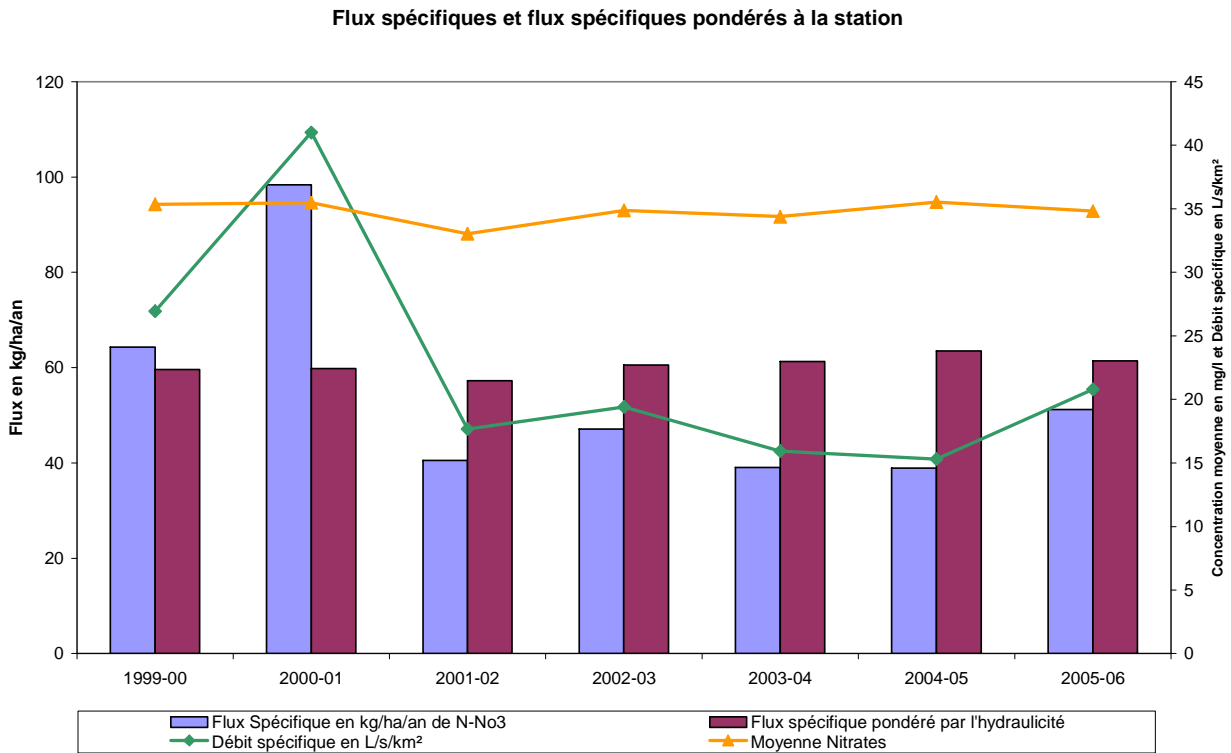


Figure 1 : Evolution des débits, concentrations en nitrate et flux spécifiques en azote sur l'Elorn.

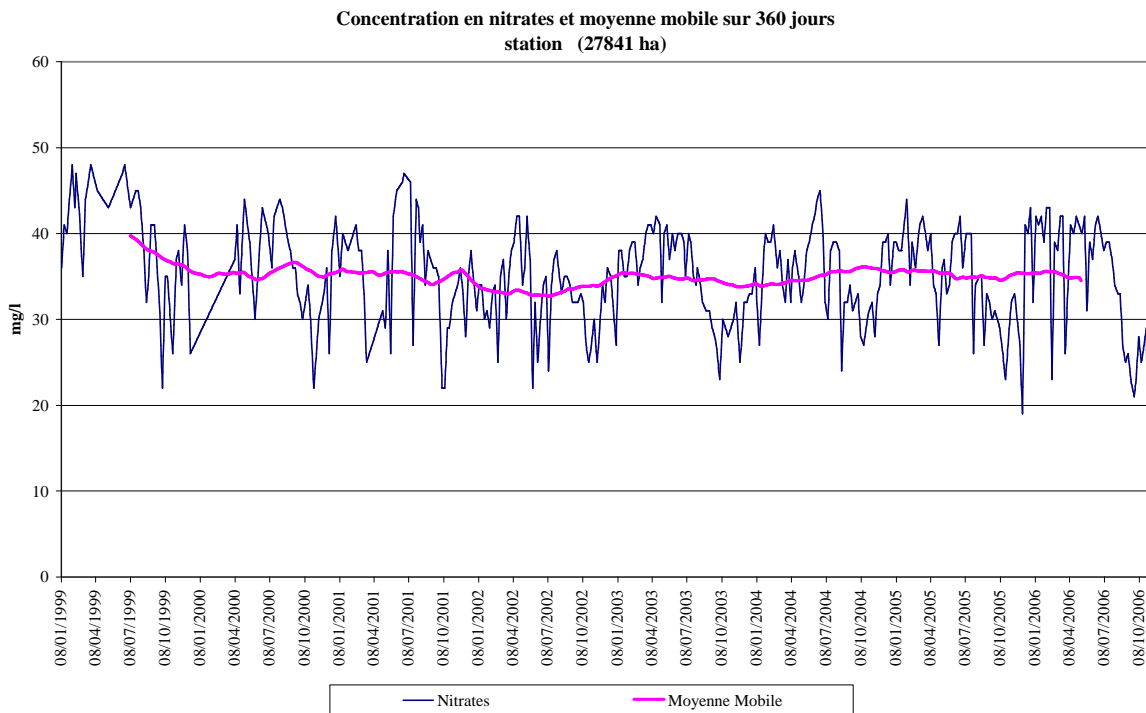
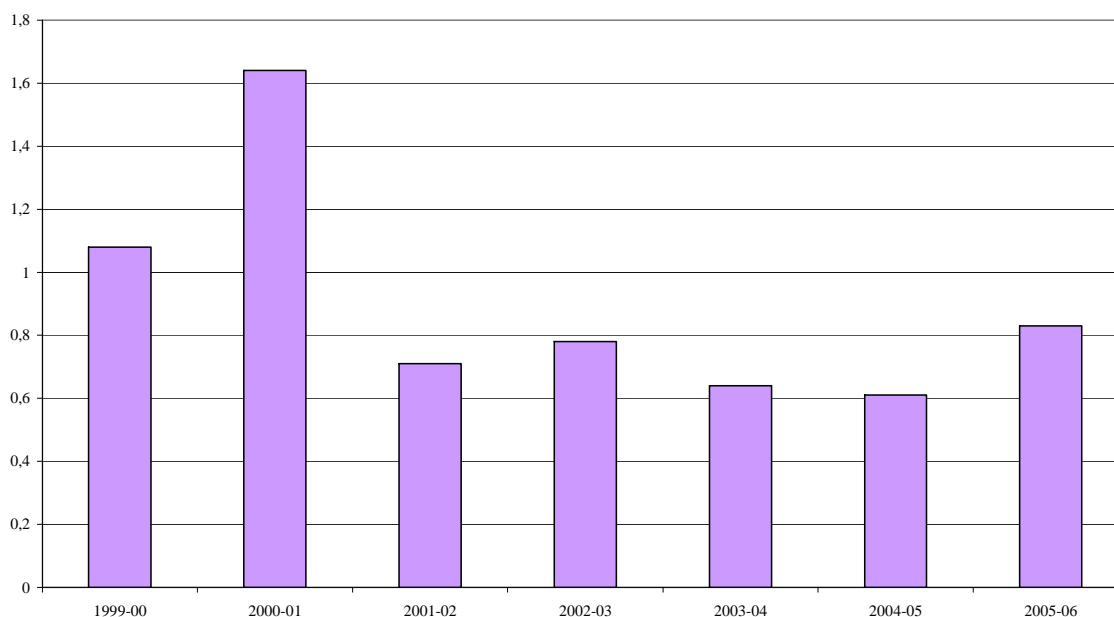


Figure 2 : Evolution de la concentration en nitrates et de la moyenne mobile depuis 1999.

L'hydraulicité sur le bassin versant de l'Elorn

**Figure 3** : Hydraulicité calculée sur l'Elorn.

2- Le bassin versant du Guillec

Le bassin versant du Guillec semble montrer une dégradation après une stabilisation sur la période 1999-2006 (cf figure 1). Nous y observons:

- une baisse des maxima de concentration observée depuis 1999 ;
- une faible augmentation des minima de concentration depuis 1999 ;
- une faible baisse de la moyenne mobile et des concentrations moyennes annuelles jusqu'en 2003-2004 puis une nouvelle augmentation depuis 2004-2005 (cf figure 2);
- De la même façon, les flux pondérés et spécifiques croissent depuis 2004-2005 après une baisse jusqu'en 2003-2004.
- Malgré une stabilité du débit spécifique et de l'hydraulicité depuis 2001-2002 (cf figure 3), les concentrations en nitrate ont augmenté dès 2004-2005 alors que l'hydraulicité de cette année était faible. Ce critère semble significatif d'une possible dégradation de la qualité du Guillec en nitrates. L'augmentation des débits en début de cycle (2005-2006) a accentué cette augmentation des concentrations des nitrates et des flux.

En résumé, le Guillec semble montré deux phases. De 1999 à 2004, la qualité de l'eau du Guillec s'est stabilisée avec une baisse des concentrations et des flux, en fonction du régime hydrologique. Et depuis 2004, le bassin versant semble se dégrader légèrement avec une augmentation des concentrations et flux sans pour autant atteindre les niveaux des années 1999-2000 et 2000-2001. Ce bassin fortement dégradé selon le classement des bassins versants en fonction de leur état moyen est d'ailleurs resté dans la classe la plus élevée, c'est-à-dire la classe 8 des flux spécifique moyen (de >80 Kg N-NO₃/ha/an) et la classe 8 des concentrations (>80 mg/l) (cf Tableau I).

Flux spécifiques et flux spécifiques pondérés à la station

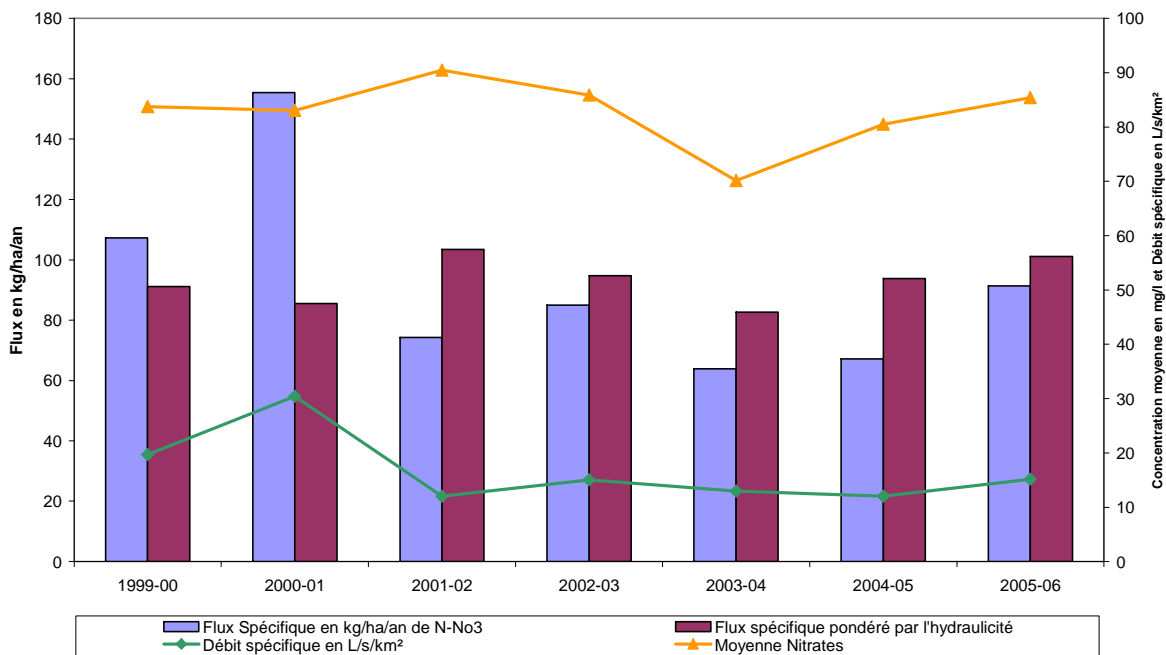


Figure 1 : Evolution des débits, concentrations en nitrate et flux spécifiques en azote sur le Guillec.

Concentration en nitrates et moyenne mobile sur 360 jours station (7246 ha)

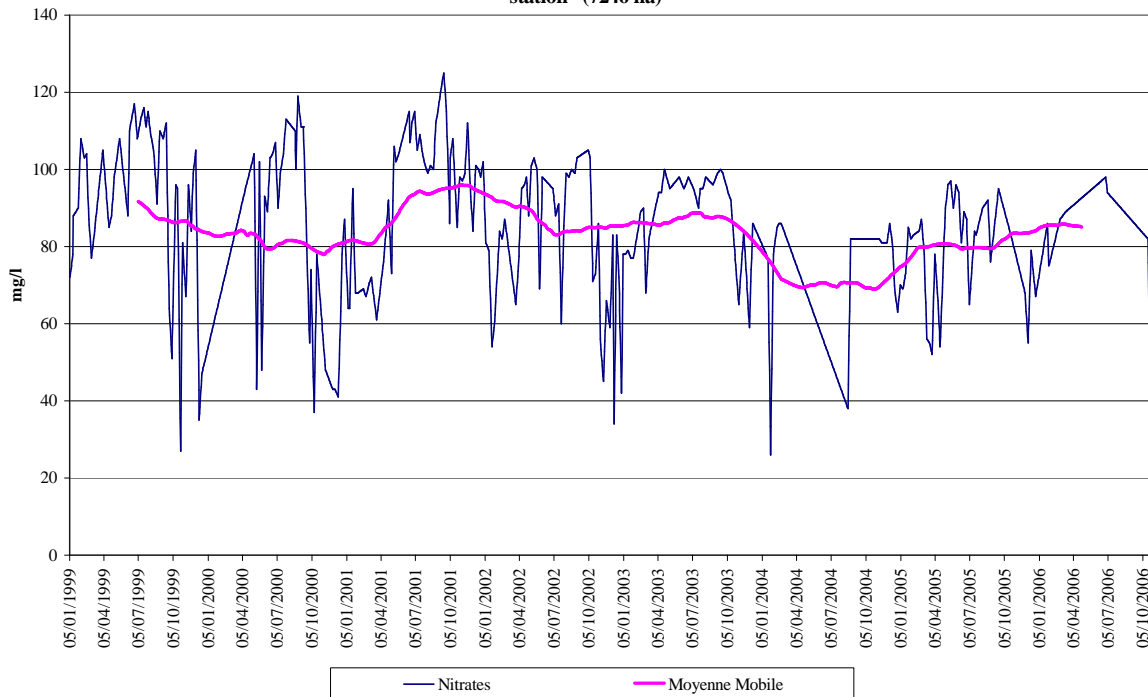


Figure 2 : Evolution de la concentration en nitrates et de la moyenne mobile depuis 1999

Hydraulicité sur la période étudiée - station

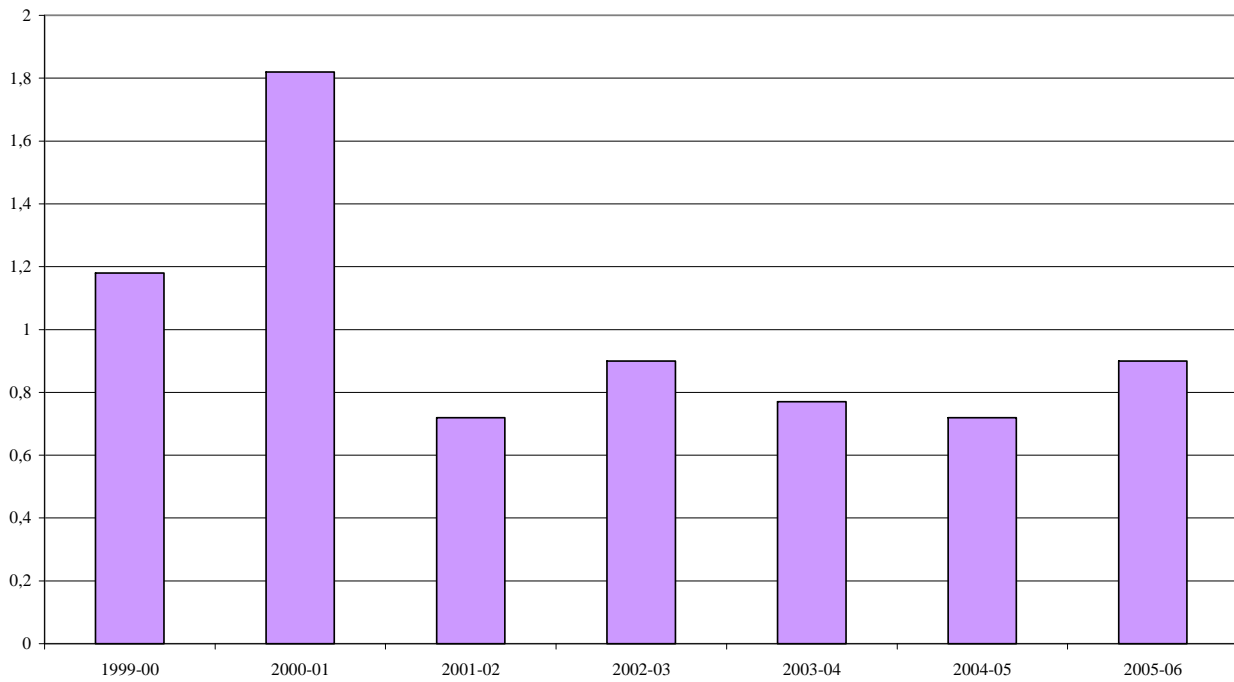


Figure 3 : Hydraulicité calculée sur le Guillec.

Annexe IX

Recensement et utilisation des données du réseau ECOFLUX

Année	Nom du Destinataire	Fonction	Organisme	Données Rivière	Destination des données
2002	Boishus Alida	Coordinatrice de Bassin versant	Communauté de communes du Pays de Châteaulin et du Porzay	Lapic Kerharo	Programme BV algues vertes sur le Porzay
	Ballu Sylvain	Responsable animation suivi du programme Prolittoral	CEVA	Flèche Quillimadec Guillec Kerharo Lapic Ris St Laurent Penzé	Etude des flux N et P en relation avec les marées vertes
	Emeillat Raymond	Animateur BV de l'Horn	Chambre de l'agriculture	Dourduff Dossen Penzé Guillec Quillimadec	Information des agriculteurs
	Laborde Débat Olivier	Animateur Agricole BV	Chambre de l'agriculture	Elorn Lapic Kerharo	Information des agriculteurs
	Cadiou Jacques Olivier	Animateur patrimoine naturel	Communauté de communes du Pays Léonard	Guillec Penzé	Information personnelle
	Guerin Laurent	Coordinateur environnement	Communauté de communes du Pays Léonard	Guillec	Information personnelle
	Sibiril Valérie	Coordinatrice de Bassin versant de la Penzé	Syndicat Mixte du Haut Léon	Penzé	Intégration des données de suivi du Syndicat dans le cadre du programme Bretagne Eaux Pure.
	Lamour Alain	Animateur BV du Ris	Chambre de l'agriculture	Ris	Travail de terrain
	Bretaudeau Pascal	Animateur Agricole BV de la Penzé	Chambre de l'agriculture	Penzé	Informations des agriculteurs (500 exploitants)
	Quintana Rafel	Etudiant DEA	IUEM	Elorn Douffine Aulne	Mémoire
	Legrand Jacques	Ingénieur	IFREMER	Elorn	Information générale sur les activités opérationnelles de surveillance de l'environnement côtier.
	Ragueneau Olivier Beucher Charlotte	Chargé de recherche	IUEM	Aulne Elorn	Thèse et publication scientifique
	Van Waerbeke Delphine	Doctorante	IUEM	Dourduff Dossen	Thèse
	Vanhoutte Brunier Alice	Stagiaire	IFREMER	St Laurent	Mémoire

Année	Nom du Destinataire	Fonction	Organisme	Données Rivière	Destination des données
2003	Kerdoncuff Jean	Maire de Tréfléz	Commune de Tréfléz	Flèche	Archives communales
	Le Gad Emmanuel	Animatrice du Quillimadec	Communauté de Communes du Pays de Lesneven et de la Côte des Légendes	Quillimadec	Publication dans le bulletin d'information et étude pour évaluer l'évolution de la qualité de l'eau avec les actions sur le bassin versant.
	Aloyol Eglantine	Stagiaire cellule BV du Ris	Mairie de Douarnenez	Ris	Mémoire
	Gosselin Marc	Etudiant Maîtrise	IUEM	Aulne	Mémoire
	Tobie Guillaume	Stagiaire	IFREMER	Dourduff Dossen Penzé Guillec Flèche Quillimadec Elorn Douffine Aulne Kerharo Lapic Ris St Laurent	Mémoire
	Cudennec Benoît	Stagiaire	IUEM	Elorn Aulne	Mémoire
	Thomas Chrystèle	Technicienne environnement	Coopérative de porc du Léon et du Tréguier	Dourduff Dossen Penzé Guillec Flèche Quillimadec Elorn Douffine Aulne Kerharo Lapic Ris St Laurent	Suivi des prescriptions Installations Classées des éleveurs adhérents
	Cheveau Johan	Animateur environnement	Syndicat Mixte du Haut Léon	Penzé	Bilan qualité de la Penzé
	Descombes Michel	Animateur BV du Ris	Chambre de l'agriculture	Ris	Informations des agriculteurs
	Lefebvre Morgane	Coordinatrice du BV de Lesnevard	Communauté de communes du pays fouesnantais	St Laurent	Suivi de la qualité de l'eau pour le programme de lutte contre les algues vertes
	Priou Franck	Technicien données BEP	DIREN Bretagne	Penzé Elorn Dourduff Ris	Comparaison des valeurs avec le programme BEP

Année	Nom du Destinataire	Fonction	Organisme	Données Rivière	Destination des données
2004	Guillaud Jean François	Ingénieur, chef de projet	IFREMER	Dourduff Dossen Penzé Guillec Flèche Quillimadec Elorn Douffine Aulne Kerharo Lapic Ris	Données complémentaire pour la base de données Bretagne et la création d'un modèle Manche et Atlantique
	Senant Christophe	Consultant environnement	Apave Nord Ouest	Penzé	Dossier ICPE (étude d'impact)
	Thomas Chrystèle	Technicienne environnement	Coopérative de porc du Léon et du Tréguier	Penzé	Suivi des prescriptions Installations Classées des éleveurs adhérents
	Craipeau Fabrice	Attaché technique d'interventions	Agence de L'eau Loire Bretagne	Dourduff Dossen Penzé Guillec Quillimadec Elorn Aulne Ris	Documents interne, service de l'Agence
				St Laurent	
	Jaffres Dominique	Pisciculteur	Pisciculture de Lescoat	Quillimadec Flèche	Information personnelle
	Monfort Patrick	Cadre de recherche	IFREMER	Dourduff Dossen Penzé Guillec Flèche Quillimadec Elorn Douffine Aulne Kerharo Lapic Ris St Laurent	Publication scientifique
	Boishus Alida	Coordinatrice de Bassin versant	Communauté de communes du Pays de Châteaulin et du Porzay	Lapic Kerharo	Programme BV algues vertes sur le Porzay
	Dham Vivek	Post doctorant	IUEM	Penzé Dossen	Publication scientifique
Lefebvre Morgane	Coordinatrice du BV de Lesnevard	Communauté de communes du pays fouesnantais	St Laurent	Suivi de la qualité de l'eau pour le programme de lutte contre les algues vertes	

Année	Nom du Destinataire	Fonction	Organisme	Données Rivière	Destination des données
2005	Le Gad Emmanuel	Animatrice du Quillimadec	Communauté de Communes du Pays de Lesneven et de la Côte des Légendes	Quillimadec	Etude pour évaluer l'évolution de la qualité de l'eau avec les actions sur le bassin versant.
	Laruelle Goulven	Doctorant	Université d'Utrecht (Pays Bas)	Aulne Elorn Douffine	Publication scientifique
	Mimault Stéphanie	Animatrice BV du Ris	Ville de Douarnenez	Ris	Programme BEP du BV du Ris
	Le Gad Emmanuel	Animatrice du Quillimadec	Communauté de Communes du Pays de Lesneven et de la Côte des Légendes	Quillimadec	Communication sur transparents de la qualité de l'eau lors de la réunion avec les agriculteurs et les élus
	Glemarec Jean Paul	Président de la commission de l'eau de l'Elorn	Syndicat Mixte de l'Elorn	Elorn	Etat des lieux du SAGE de l'Elorn
	Nouvel Franck	Stagiaire	DIREN Bretagne	Quillimadec	Etude de la qualité de l'eau
	Le Roy Sylvie	Correspondante technique	Mission Bretagne Eau Pure	Guillec	Evaluation du programme BEP
	Guérin Fabienne	Formatrice	CEMPAMA	St Laurent	Formation "Spécialisation Initiative Locale"
	Fouillaron Pierre	Doctorant	IUEM	Aulne Elorn Douffine	Thèse
	Lefebvre Morgane	Coordinatrice du BV de Lesnevard	Communauté de communes du pays fousnantais	St Laurent	Suivi de la qualité de l'eau pour le programme de lutte contre les algues vertes
	Cheveau Johan	Animateur Environnement	Syndicat Mixte Haut Léhon	Penzé	Bilan qualité de la Penzé

Année	Nom du Destinataire	Fonction	Organisme	Données Rivière	Destination des données
2006	LE DOARE Jacques	Professeur	Lycée AGROTECH de Lesneven	Flèche	Etude de la qualité de la Flèche dans le cadre du projet " Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau"
	Cheveau Johan	Animateur Environnement	Syndicat Mixte Haut Léhon	Penzé	Bilan qualité de la Penzé et calcul de flux
	Creiss Emmanuel	Lycéenne	Lycée de suscinio	Rapport ECOFLUX	Travail scolaire dans le cadre d'un programme ATC
	Jaffrezic P	Professeur	Lycée de l'Aulne	Aulne	Etude de la qualité de l'Aulne dans le cadre du projet " Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau"
	Saunier Thierry	Professeur	Lycée de Suscinio	Dourduff	Etude de la qualité du Dourduff dans le cadre du projet " Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau"
	Seznec Anne Marie	Professeur	Lycée Le Nivot	Douffine	Etude de la qualité de la Douffine dans le cadre du projet " Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau"
	Ferrand Fabrice	Professeur	IREO de Lesneven	Quillimadec	Etude de la qualité du Quillimadec dans le cadre du projet "Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau"
	LE ROUX Bernard	Professeur	MFR de Morlaix	Dossen	Etude de la qualité du Dossen dans le cadre du projet "Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau".

Lefebvre Morgane	Coordinatrice du BV de Lesnevard	Communauté de communes du pays fousnantais	St Laurent	Rapport d'activité sur le BV Lesnevard
Le Gad Emmanuel	Animatrice du Quillimadec	Communauté de Communes du Pays de Lesneven et de la Côte des Légendes	Quillimadec	Communication sur la qualité de l'eau lors de la réunion avec les agriculteurs et les élus
Boishus Alida	Coordinatrice de Bassin versant	Communauté de communes du Pays de Châteaulin et du Porzay	Lapic Kerharo	Suivi Eau programme Bassin Versant
Mimault Stéphanie	Animatrice BV du Ris	Ville de Douarnenez	Ris	Programme BEP du BV du Ris
Guillaud Jean François	Ingénieur, chef de projet	IFREMER	Les treize rivières	Thèse et Données complémentaire pour la base de données Bretagne
Durand Gael	Responsable de Conseil, Expertise en Environnement	IDHESA	Rapport ECOFLUX	Informations
Vassal Jérôme	Animateur Environnement	Communauté de Communes du pays de Daoulas	Rapport ECOFLUX	Informations
Le Gad Emmanuel	Animatrice du Quillimadec	Communauté de Communes du Pays de Lesneven et de la Côte des Légendes	Quillimadec	Communication sur la qualité de l'eau lors de la réunion avec les agriculteurs et les élus
Masquelier Philippe	Animateur SAGE de l'Elorn	CUB	Rapport ECOFLUX	Informations
Cheveau Johan	Animateur Environnement	Syndicat Mixte Haut Léhon	Penzé Guillec	Calcul de flux
Boishus Alida	Coordinatrice de Bassin versant	Communauté de communes du Pays de Châteaulin et du Porzay	Lapic Kerharo	Suivi Eau programme Bassin Versant

Nombre de demande	
Année	Demandes
2002	14
2003	11
2004	9
2005	11
2006	19

Bibliographie

AMINOT A., KEROUEL R., 2004. Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses. *Ifremer*, 147-231.

AUROSSEAU P., VIAU V., 2005. *Fiches techniques et scientifiques pour la compréhension des bassins versants et le suivi de la qualité de leurs eaux, de la source au littoral, Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne (Document de travail).*

AUROSSEAU P., VINSON J., DE BARMON V., MORISSON C., PRIOUL F., 2003. Calculs des flux annuels et des flux spécifiques annuels d'azote nitrique des principaux fleuves et rivières de Bretagne. *Rapport ENSAR*, 25p.

AUROSSEAU P., VINSON J., 2004. Mise en évidence de cycles pluriannuels relatifs aux concentrations et aux flux de nitrates dans les bassins versants de Bretagne. Conséquences pour l'interprétation de l'évolution de la qualité de l'eau. *Article en cours*, 18p.

BUCHET R., 2000, Identification des voies d'écoulement drainant les sels nutritifs et des interactions biogéochimiques intervenant lors de leur transfert aux cours d'eau. *Rapport de stage. Université de Bretagne Occidentale*. 25 p.

CANN C., BORDENAVE P., SAINT-CAST P., BENOIST J. C., 1999. Transfert et flux de nutriments - Importance des transports de surface et de faible profondeur. *In Actes de colloques 'Pollutions diffuses : du bassin versant au littoral'*. *Ifremer*, 125-140.

FRANCOIS O., 1994. Modélisation empirique des transferts de phosphore dans des bassins versants ruraux. *Mémoire de DAA génie de l'environnement, option transferts hydriques et énergétiques. Cemagref, Ensa Rennes*, 64P.

LE CORRE, P., TREGUER, P., 1976, Contribution à l'analyse automatique des sels nutritifs dans l'eau de mer, pp 57 à 101.

LEMERCIER B, 2003, La pollution par les matières phosphorées en Bretagne. *Rapport DIREN Bretagne*. 85 p.

MARTIN C, 2003. Mécanismes hydrologiques et hydrochimiques impliqués dans les saisonnières des teneurs en nitrate dans les bassins versants agricoles : approche expérimentale et modélisation. *Thèse. INRA Rennes*. 255p.

MARTIN., AQUILINA L., GASCUEL-ODOUX C., MOLENAT J., FAUCHEUX M. AND RUIZ L. 2004. Seasonal and inter-annual variations of nitrate and chloride in streamwaters related to spatial and temporal patterns of groundwater concentrations in agricultural catchments, *Hydrological Processes*, **18**, 1237-1254

MURPHY, J., RILEY, JP, 1962, A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters, *Analytica chem. Acta* (**27**), pp31 à 36.

PIRIOU J. Y., SOUCHU P., 2001. Le rôle des bassins versants dans le calendrier des apports terrigènes de nutriments. *In Rapport IFREMER 'L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France'*. *Ifremer*, 23-26.

Sites internet :

1- <http://lionsfamily.chez-alice.fr/pages/azote.htm>

2- <http://hydram.epfl.ch/e-drologie/chapitres/chapitre5/chapitre5.html>