



Le Réseau ECOFLUX

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

rapport annuel de janvier 2008



Patrick Pouline et David Nelson



Brest, le 28 janvier 2008

SOMMAIRE

I.	PRESENTATION DU RESEAU.....	3
I.1.	RAPPEL DES OBJECTIFS	3
I.2.	RAPPEL DE LA DCE	3
I.3.	LES RIVIERES SUIVIES PAR LE RESEAU.....	5
I.4.	LES ACTEURS DU RESEAU.....	6
II.	ACTIONS PEDAGOGIQUES ET COMMUNICATION.....	7
II.1.	LES INTERVENTIONS DU RESEAU ECOFLUX EN 2007	7
II.1.1.1	10
II.1.1.2	10
II.2.	LE PROJET DE SUIVI PEDAGOGIQUE (2007-2008).....	11
II.2.1.	« Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau »	11
II.2.2.	Bilan de l'action « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » du réseau ECOFLUX (2ème Edition). 14	
II.2.2.1	Bilan des 10 ans de L'IUEM	15
II.2.2.2	Bilan de la rencontre inter-établissement.....	15
II.2.2.3	Conclusions	16
III.	RESULTATS SCIENTIFIQUES	18
III.1.	LES NITRATES	19
III.1.1.	Concentrations en nitrates	19
III.1.1.1	Concentrations moyennes annuelles et évolution.....	19
III.1.1.2	Le classement SEQ-eau.....	21
III.1.1.3	Variations hebdomadaires et saisonnières	23
III.1.2.	Flux de nitrates	27
III.1.2.1	Flux moyens et évolution	28
III.1.2.2	Variations mensuelles des flux de nitrates	29
III.2.	LES SILICATES	31
III.2.1.	Concentrations en silicates	31
III.2.1.1	Concentrations moyennes annuelles et évolution.....	31
III.2.1.2	Le classement SEQ-eau.....	33
III.2.1.3	Variations hebdomadaires et saisonnières	33
III.2.2.	Flux de silicates.....	36
III.2.2.1	Flux moyens annuels et évolution	36
III.2.2.2	Variations des flux	38
III.3.	LES PHOSPHATES	40
III.3.1.	Concentrations en phosphates.....	40
III.3.1.1	Concentrations moyennes annuelles et évolution.....	40
III.3.1.2	Le classement SEQ-eau.....	42
III.3.1.3	Variations hebdomadaires et saisonnières	43
III.3.2.	Flux de phosphates.....	46
III.3.2.1	Flux moyens annuels et évolution	46
III.3.2.2	Variations des flux	48
III.4.	CONCLUSION ET PERSPECTIVES.	49

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 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. En général, les bassins versants du réseau semblent se stabiliser voire s'améliorer.

Pour l'année 2007, l'augmentation des concentrations (pour 50% des bassins versants) et des flux de nitrates est à mettre en lien avec un régime hydrologique très important. Toutefois, les concentrations et les flux spécifiques de nitrates en 2007 restent inférieurs à ceux mesurés en 1999 et 2001 (régime de crues hivernales). Pour les phosphates, les concentrations en phosphates ont tendance à diminuer par rapport à 2006 à l'inverse des flux spécifiques ; excepté pour l'Elorn et St Laurent. Ce rapport présente également les fiches techniques des 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 dix établissements scolaires), de conférence de presse, d'articles, de l'Internet. L'année 2007-2008 marque le début de la 3^{ème} édition du projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » et après la 2^{ème} édition, un bilan de l'année 2006-2007 est présenté.

I. PRESENTATION DU RESEAU

I.1. RAPPEL DES OBJECTIFS

Les objectifs visés pour l'année 2008 sont les suivants :

- *Sensibiliser les élèves de dix 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 et un projet pédagogique*
- *Connaître les concentrations de nitrates, phosphates et silicates au débouché des 13 cours d'eau suivants : la Flèche, le Quillimadec, le Kerharo, le Lapic, 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 de 9 cours d'eau suivants : le Dourduff, le Dossen, la Penzé, le Guillec, le Quillimadec, l'Elorn, la Douffine, l'Aulne et le St Laurent.*
- *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. RAPPEL DE LA DCE

Le Parlement européen et le Conseil ont adopté le 23 octobre 2000, la **Directive Cadre sur l'Eau (DCE)** 2000/60/CEE, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

Depuis 1975, une trentaine de directives ou de décisions communautaires ont été adoptées dans le domaine de la préservation des milieux aquatiques et des ressources en eau. Abrogeant plusieurs de ces textes, à l'exception des directives relatives à la consommation humaine (directive 98/83/CE), aux eaux de baignade (directive 76/160/CEE), aux eaux résiduaires urbaines (directive 91/271/CEE) et aux nitrates d'origine agricole (directive «nitrates» 91/676/CEE), la DCE apportera une vision d'ensemble à la politique européenne de gestion de l'eau.

La Directive souhaite prévenir et réduire la pollution des eaux, de promouvoir son utilisation durable, de protéger l'environnement, d'améliorer l'état des écosystèmes aquatiques (zones humides) et d'atténuer les effets des inondations et des sécheresses. Elle impose notamment l'identification des eaux européennes et de leurs caractéristiques, par bassin et district hydrographiques, ainsi que l'adoption de plans de gestion et de programmes de mesures appropriées à chaque masse d'eau.

Elle vise, pour 2015, un « *bon état écologique* » des milieux aquatique et du bassin versant, seul moyen de garantir une gestion durable et soutenable de cette ressource vitale pour l'humanité et pour toutes les espèces vivantes connues.

En fait, la DCE fixe un calendrier précis aux Etats Membres afin d'atteindre les objectifs qu'elle leur assigne (annexe I). Les grandes étapes pour la France sont les suivantes (La DCE est transposée en droit français par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004):

- **2004** : présentation de l'état des lieux. Il permet l'identification des masses d'eau susceptibles de ne pas atteindre le bon état en 2015 et les questions importantes qui se posent au niveau du bassin.
- **2005** : début de la démarche de révision des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE)
- **Décembre 2006** : mise en place d'un programme de surveillance de l'état des eaux et date limite pour la consultation du public sur le calendrier d'élaboration du plan de gestion
- **Décembre 2008** : Date limite pour la consultation du public sur le projet de plan de gestion.
- **2009** : Publication du premier plan de gestion et du programme de mesures correspondant au SDAGE révisé,
- **Décembre 2015** : Vérification de l'atteinte des objectifs, assortie si besoin d'un second plan de gestion ainsi que d'un nouveau programme de mesures
- **Décembre 2021** : Date limite pour le premier report de réalisation de l'objectif
- **Décembre 2027** : Dernière échéance pour la réalisation des objectifs

Dans le cadre de la DCE :

Le réseau ECOFLUX qui existe depuis dix ans permet de connaître le bilan des flux et des concentrations de treize bassins versants finistériens et d'avoir une image décennale de l'évolution des bassins versants en terme de qualité de l'eau à l'échelle départementale. Il pourra servir de référence pour évaluer à un niveau plus grand les actions engagées pour atteindre les objectifs de la DCE en 2015 ; sur l'approche nitrate en particulier.

I.3. LES RIVIERES SUIVIES PAR LE RESEAU

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

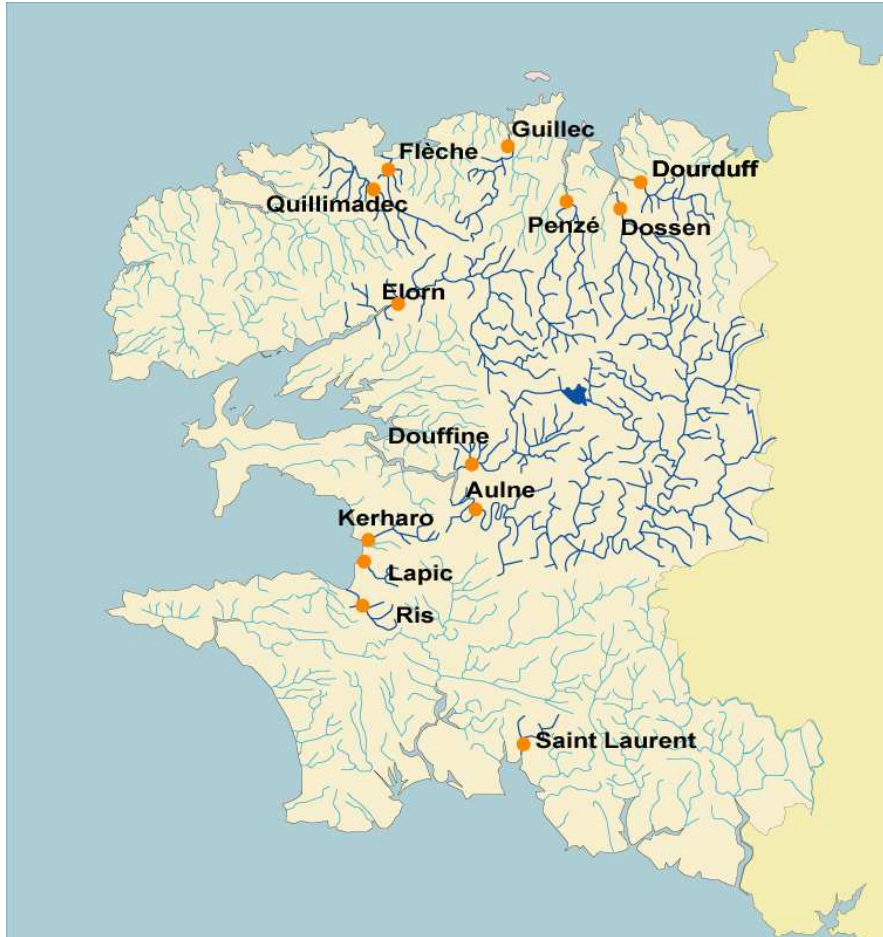


Figure 1. Réseau ECOFLUX : Fleuves suivis par le réseau ECOFLUX

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 et aux établissements scolaires (tableau I et annexe II).

Sur les six bassins versants où des établissements font des prélèvements, des bénévoles jouent un rôle complémentaire en assurant le suivi lors des périodes de vacances. Sur les autres, par contre, seuls, les bénévoles assurent ce rôle.

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

I.4. LES ACTEURS DU RESEAU

Subventionné en majorité par le Conseil Général et coordonné par l'IUEM, le réseau ECOFLUX fonctionne donc grâce à des établissements scolaires et des bénévoles (tableau II). L'annexe III permet d'associer à chaque cours d'eau suivi, l'établissement partenaire.

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. de Suscinio, Ploujean	M. QUERE, Locquéolé
Le Dossen	M.F.R. de Morlaix	M. JALLIFIER, Morlaix, <i>SIVOM de Morlaix</i> M. CHEVEAUD, St Thégonnec (<i>Syndicat Mixte du Haut Léon - Syndicat Mixte de l'Horn</i>)
La Penzé	/	M. CADIOU, St Pol de Léon (<i>Communauté de communes du Pays Léonard</i>) et M. CHEVEAUD, St Thégonnec (<i>Syndicat Mixte du Haut Léon - Syndicat Mixte de l'Horn</i>)
Le Guillec	/	M. PERON, Goulven
La Flèche	AGROTECH, Lesneven	Mme LE GAD, Lesneven (<i>Communauté de Communes de Lesneven</i>)
Le Quillimadec	Institut Rural de Lesneven	M. MESCAM, Daoulas
L'Elorn	/	M. HERVE, Pont de Buis (<i>APPMA de la Douffine</i>)
La Douffine	L.A.P. Le Nivot, Lopérec	M. LE DOARE, Châteaulin (<i>APPMA de Châteaulin</i>)
L'Aulne	L.E.G.T.A. de Châteaulin	Mme LAUNAY, Ploeven
Le Kerharo	/	M. MORVAN, M. TALBOT, M. NOUY, Me HUSE, Douarnenez
Le Lopic	/	M. BERNIER, Le Juch
Le Ris	/	Mlle NEDELLEC, Fouesnant (<i>CEMPAMA de Beg Meil</i>)
Le Saint Laurent	/	

II. ACTIONS PEDAGOGIQUES ET COMMUNICATION

II.1. LES INTERVENTIONS DU RESEAU ECOFLUX EN 2007

Différentes interventions ont eu lieu auprès des élèves réalisant les prélèvements et de d'autres établissements associés par le projet pédagogique. De plus, nous avons réalisés des exposés auprès de professionnels et d'élus, développant ainsi la communication du réseau ECOFLUX. Au total, 30 interventions ont eu lieu en 2007 (19 en 2006) (tableau III).

Tableau III Récapitulatif des actions pédagogiques au cours de l'année 2008 dans le cadre du réseau ECOFLUX

	Actions pédagogiques en 2007	Nombre de participants	Nature des participants
11/01/2007	Rencontre avec M. Gager, professeur au lycée Kérichen à Brest et discussion pour intégrer le réseau ECOFLUX pour la rentrée 2007-2008	1	Professeur
12/03/2007	Présentation du réseau ECOFLUX, du projet "au fil de l'eau ou à l'école de l'eau" et discussion sur les marées vertes aux élèves du Lycée de Suscinio.	15	Professeur + lycéens (Terminale S)
23/03/2007	Exposition aux 10 ans de l'IUEM (journée scolaire) du projet "Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau" et des résultats du projet ECOFLUX dans un programme du bassin versant à l'Océan	>100	8 classes (4 classes niveau 1ère et 4 classes niveau Terminale)
24/03/2007	Portes ouvertes aux 10 ans de l'IUEM pour le grand public avec un stand de présentation du réseau ECOFLUX dont le projet pédagogique	1000	Grand public
28/03/2007	Présentation du réseau ECOFLUX et discussion sur les marées vertes et le phytoplancton toxique avec la section conchylicole de Bretagne Sud à Auray	25	Professionnels (conchyliculteurs), animateurs de bassins versants et le coordinateur de CAP 2000
20/04/2007	Visite de la station d'épuration du Moulin blanc à Brest avec l'IREO de Lesneven	14	Lycéens (Seconde)
17/04/2007	Rencontre des animateurs du bassin versant de la Penzé pour projet "Evolution de la qualité de l'eau des BV ECOFLUX"	2	Animateurs
25/04/2007	Visite d'une station d'épuration de Châteaulin avec le lycée AGROTECH de Lesneven et le collège de Mescoat de Landerneau	16	Lycéens (1ères) et collégiens
25/04/2007	Rencontre inter-établissements avec présentation des résultats 2006 du réseau ECOFLUX, 3 exposés d'établissements scolaires et rencontre de 2 chercheurs utilisant les résultats des élèves sur le projet.	119	100 élèves + élus, bénévoles, animateurs de bassin versant et scientifiques
16/05/2007	Rencontre de l'animateur du bassin versant de l'Elorn pour projet "Evolution de la qualité de l'eau des BV ECOFLUX"	1	Animateur
05/06/2007	Présentation du réseau ECOFLUX et la valorisation de ces données à la réunion CAP 2000 à Auray	60	Professionnels (conchyliculteurs, Agriculteurs, pêcheurs), animateurs de bassins versants et le coordinateur de CAP 2000
15/06/2007	Bilan avec les 2nde de l'IREO et leur professeur (M. FERRAND) sur l'année 2006-2007 et préparation de la nouvelle année	12	Seconde et Professeur

Actions pédagogiques en 2007 (suite)		Nombre de participants	Nature des participants
28/06/2007	Présentation du réseau ECOFLUX et la valorisation de ces données à IFREMER à Brest	15	Chercheurs et étudiants
29/06/2007	Bilan la MFR de Morlaix, professeur (M. LEROUX) sur l'année 2006-2007 et préparation de la nouvelle année	2	Professeurs
29/06/2007	Bilan du lycée de Suscinio et de leur professeur (M. LE BROUDER) sur l'année 2006-2007 et préparation de la nouvelle année	2	Professeurs
04/07/2007	Bilan le LAP du Nivot et leur professeur (Me. SEZNEC) sur l'année 2006-2007 et préparation de la nouvelle année	2	Professeurs
18/07/2007	Rencontre avec Catherine DUMAS (ADEUPA) à Brest et présentation du réseau ECOFLUX	1	Ingénieur environnement
22/08/2007	Présentation du réseau ECOFLUX et discussion sur les marées vertes et le phytoplancton toxique avec la section conchylicole de Bretagne Nord à Morlaix	6	Professionnels (conchyliculteurs)
03/10/2007	Présentation du réseau ECOFLUX, du projet "au fil de l'eau ou à l'école de l'eau" et discussion sur les marées vertes aux élèves du LAP du Nivot.	5	Professeur + lycéens (BTS)
10/10/2007	Réunion Professeurs du Lycée Kérichen- Réseau ECOFLUX: Présentation du réseau et du projet pédagogique "Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau"	2	Professeurs
11/10/2007	Présentation du réseau ECOFLUX, du projet "au fil de l'eau ou à l'école de l'eau" et prélèvement sur le terrain à la MFR de Morlaix.	30	Professeur + lycéens (Bac Pro)
11/10/2007	Présentation du réseau ECOFLUX, du projet "au fil de l'eau ou à l'école de l'eau" au lycée de Suscinio.	30	Professeur + lycéens (Terminale S)
15/10/2007	Présentation du réseau ECOFLUX, du projet "au fil de l'eau ou à l'école de l'eau" et prélèvement sur le terrain à l'IREO de Lesneven	20	Professeur + lycéens (Seconde)
23/10/2007	Réunion Professeurs du Lycée de l'Aulne - Réseau ECOFLUX: Présentation du réseau et du projet pédagogique "Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau"	3	Professeurs et Technicien de laboratoire
19/11/2007	Présentation du réseau ECOFLUX et de la problématique des marées vertes, du laboratoire d'analyse à l'IUEM avec une formation adulte de l'IREO de Lesneven	20	Professionnels agricoles
04/12/2007	Présentation du réseau ECOFLUX et de la problématique des marées vertes et des conchyliculteurs avec une classe du lycée Jean Moulin (Châteaulin)	35	Professeur + lycéens (Seconde)
07/12/2007	Présentation du réseau ECOFLUX, du projet pédagogique "Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau" et des résultats 2007 avec une classe du lycée AGROTECH de Lesneven	30	Professeur + lycéens (Seconde)
11/12/2007	Sortie terrain avec le lycée Kérichen et prélèvement dans la Penfeld	30	Professeur + lycéens (Seconde)
17/12/2007	Présentation du réseau ECOFLUX et des résultats 2007 avec deux classes du lycée naval	45	Professeur + lycéens (Seconde)
20/12/2007	Stage d'une journée au sein du réseau ECOFLUX avec des troisièmes du collège de l'Harteloire de Brest	2	Collégiens (troisièmes)

Le mercredi 25 avril 2007, à l'attention des bénévoles et des élèves des différents établissements scolaires ayant participé au projet, nous avons organisé la rencontre inter-établissements au lycée de l'Aulne à Châteaulin. Le matin a permis la visite de la station d'épuration avec le collège de Mescoat et le lycée AGROTECH de Lesneven. Il a pu préciser le rôle de la qualité de l'eau et les enjeux liés aux traitements des eaux usées (figure 2 et 3).



Figure 2. Explication du responsable de la station d'épuration de Kerdour (Châteaulin) avec les élèves du lycée agricole AGROTECH de Lesneven.



Figure 3. Des élèves du lycée agricole AGROTECH de Lesneven et du collège de Mescoat devant les décanteurs.

Chantal SIMON GUILLOU (Conseil Général du Finistère), le bilan des résultats 2006 du réseau ECOFLUX et du projet « au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » a été exposé. Il a réuni 119 personnes dont : 7 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 3 journalistes : Ouest France, le Télégramme (annexe IV). En fin de journée, deux chercheurs ont présenté leur travail en lien avec les prélèvements effectués par les élèves (figure 4).



Figure 4. Exposé de L. Chauvaud lors de la rencontre inter-établissements à Châteaulin.

Les établissements scolaires ont ainsi pu voir l'intérêt de leur activité sur chaque bassin versant dans le domaine de l'environnement et de la recherche. O. Ragueneau a réalisé

une présentation sur « le problème lié aux nitrates dans la Rade et le développement d'algues toxiques » (figure 5) et L. Chauvaud a mené un exposé sur la coquille St Jacques, sa croissance et ses relations avec le phytoplancton toxique (figure 6). Pour terminer, une remise de prix a été organisée pour honorer les efforts des élèves et leur engagement dans le réseau.

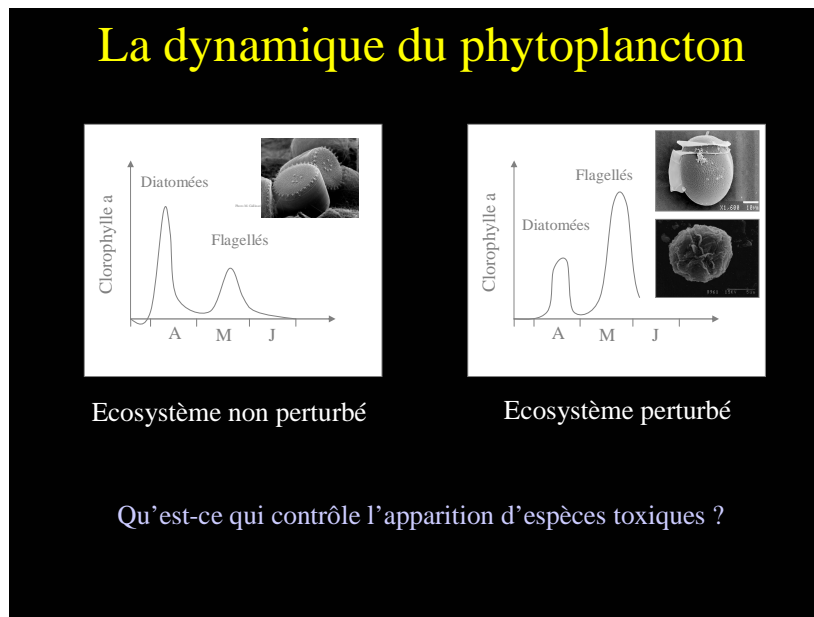


Figure 5. Extrait de la présentation d'O. Ragueneau. Il a ainsi montré l'impact des apports en nitrates et en silicates qui influence le milieu. En effet, lorsque les apports en silicates sont supérieurs aux nitrates, nous nous situons dans un écosystème non perturbé où le développement des diatomées est favorisé. A l'inverse, si les apports en nitrates sont supérieurs aux silicates comme en rade de Brest, nous sommes dans un écosystème perturbé où des espèces toxiques (dont des flagellés) vont proliférer. Le suivi des élèves sur la rade de Brest a permis de comprendre cet état grâce à leur prélèvement.

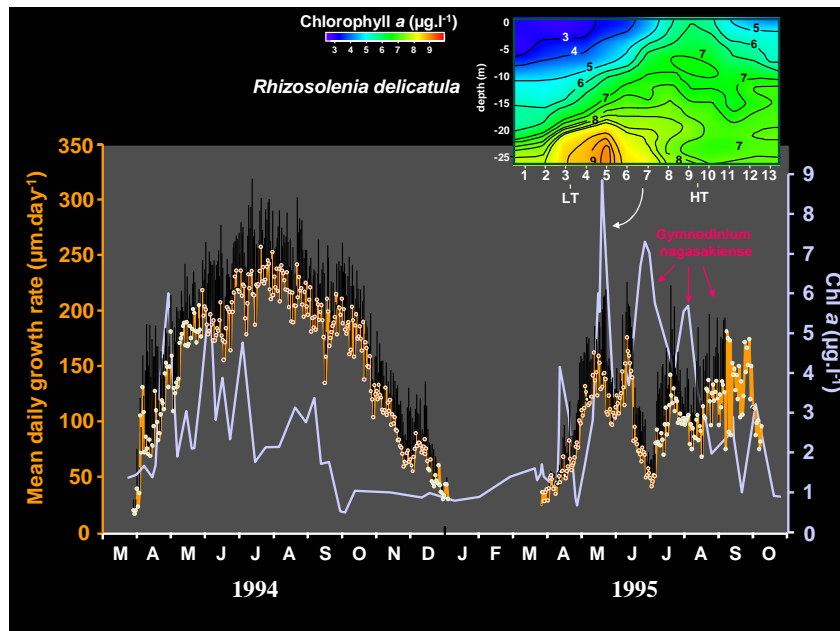


Figure 6. Extrait de la présentation de L. Chauvaud. Son travail a mis en évidence le lien entre l'apparition de phytoplancton toxique comme *Gymnodinium nagasakiense* (flagellé) et la croissance de la coquille St Jacques. En effet, la coquille St Jacques se nourrit de phytoplancton comme les diatomées et se développe normalement comme en 1994. Toutefois, sa croissance fut perturbée par la prolifération de ce flagellé en 1995 (suite à des apports en sels nutritifs importants provenant des cours d'eau).

II.2. LE PROJET DE SUIVI PEDAGOGIQUE (2007-2008).

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, ce projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » a été créé en 2005. Il consiste à mettre en place un suivi pédagogique durant l'année scolaire et une rencontre entre les élèves.

Lors de l'année scolaire, ils 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 est présenté lors du rendez-vous inter-établissements en fin d'année scolaires.

Pour sa troisième édition, dans la continuité du projet pédagogique et parce que les établissements scolaires sont demandeurs, nous souhaitons pérenniser ce suivi en développant des actions sur un site internet (échange/forum avec le réseau ECOFLUX et entre les établissements, accès aux données, création d'articles par les élèves) et des projets pédagogiques (s'intégrant dans des programmes scientifiques avec des chercheurs de l'Institut).

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 :

- ✓ Les objectifs principaux :
Le projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » s'inscrit dans une démarche déjà existante de sensibiliser les 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. Dans ce cadre, le site internet va les sensibilisant davantage, va éveiller leur curiosité sur la qualité de l'eau et va leur permettre de faire leur propre réflexion auprès d'experts du milieu. En effet, le but sera de :
 - permettre aux élèves d'avoir accès aux données de leur bassin versant et de la qualité de l'eau du Finistère;
 - avoir un forum pour être en relation avec ECOFLUX, les autres établissements scolaires et des scientifiques
 - répondre à leur question sur l'eau et l'environnement à travers la participation sur le site de chercheurs de l'Institut dans le cadre de programme de recherche.
 - aider les élèves à préparer leur exposé sur le bassin versant et la rivière qu'ils suivent; présenté lors du rendez-vous inter-établissements
 - et éventuellement leur laisser la possibilité d'écrire des articles sur l'eau, visible sur le site internet.

✓ A qui s'adresse-t-il ?

Le site internet s'oriente vers dix établissements scolaires associés au réseau ECOFLUX. C'est-à-dire les six établissements finistériens de formation agricole, qui réalisent déjà les prélèvements hebdomadaires (LEGTA de Suscinio, LEGTA de Châteaulin (deux classes), LAP du Nivot (Lopérec), MFR de Kérozar (Morlaix), IREO de Lesneven, LEGTA AGROTECH de Lesneven).

Quatre autres établissements seront associés qui réaliseront des projets sur le thème de l'eau avec le réseau ECOFLUX au cours d'année (lycée de Kérichen de Brest, Lycée navale de Brest, lycée de Bréhoulou de Fouesnant, le collège et lycée Jean Moulin de Châteaulin).

Indirectement, ce projet profitera aux bénévoles et aux chercheurs qui pourront échanger avec les élèves et s'informer sur la qualité de l'eau.

✓ Durée du projet (**Octobre 2007 à Juin 2008 renouvelable**):

Il est mis en place depuis la rentrée scolaire 2007-2008 et se terminera avec la rencontre inter-établissements scolaires en Avril-Mai 2008.

✓ Localisation de la rencontre inter-établissements scolaires

Elle aura lieu exceptionnellement à l'IUEM pour les dix ans du réseau ECOFLUX (à confirmer).

✓ Rappel des étapes du projet initial :

- **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**):

- 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 ou dans le cadre d'un programme avec un chercheur. Il sera présenté lors de la rencontre inter-établissements scolaires.

- **En avril**, mettre en place la rencontre inter-établissements

✓ Etapes spécifiques au projet de création de site internet :

- **Octobre-Novembre** : une réunion avec les professeurs a été effectuée pour connaître leur besoin et leur demande par rapport au site internet.
- **Novembre-Décembre** : contact avec une société créatrice de site (cognyx system) pour devis.
- **Février-Avril**: Création du site et lancement de l'utilisation du site internet avec les établissements scolaires après une rencontre avec les élèves et quelques chercheurs qui présenteront leur programme de recherche. Les élèves pourront ainsi avoir accès aux données de leur bassin versant et à la qualité de l'eau du Finistère. Début du forum avec les élèves.
- **Avril-Mai** : rencontre inter-établissement avec exposé des élèves ; mis ensuite sur le site Internet.

Communication prévue :

- ✓ Presse écrite et audiovisuelle invitée lors des réunions avec les lycéens dans l'année et à la journée de la rencontre inter-établissement.
- ✓ Conférence scientifique à l'IUEM avec les élèves et les chercheurs ayant participé
- ✓ Communication sur le site internet de l'IUEM et du Conseil Général ; en lien sur le nouveau site internet du réseau ECOFLUX.

II.2.2. BILAN DE L'ACTION « AU FIL DE L'EAU OU A L'ECOLE DE L'EAU » DU RESEAU ECOFLUX (2EME EDITION)

Le projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » s'inscrit dans une démarche déjà existante de sensibiliser les 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 davantage. Ce projet 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 dont huit classes 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)

- 3 classes ont présenté un exposé sur leur bassin versant : l'Aulne du barrage St Michel à son exutoire (figure 7) et le rôle de la végétation sur la rivière de la Flèche ou un film « l'évolution de l'agriculture et ses nouveaux enjeux ».



Figure 7. Exposé des élèves du lycée LEGTA de Châteaulin sur l'Aulne.

- et 2 ont visité la station d'épuration de Châteaulin et son installation moderne et écologique de séchage de boue avec panneaux solaires et 1 classe a visité celle de Brest Métropole.

Certains souhaitent déjà s'investir sur un projet à partir de la rentrée :

- la Maison Familiale Rurale de Kerozar (Morlaix) souhaite travailler sur ces rejets de carbones, responsable de modification du milieu aquatique
- l'IREO de Lesneven souhaite mettre en place un nouveau film en lien avec le bassin versant,

II.2.2.1 Bilan des 10 ans de L'IUEM

L'anniversaire des « 10 ans de l'IUEM », le 23 Mars 2007, a été l'occasion de présenter le projet pédagogique du réseau ECOFLUX lors de la journée scolaire. Au sein d'un programme « Du bassin versant à l'Océan », nous avons pu valoriser les données du réseau ECOFLUX et donc des élèves en soulignant l'utilisation de celles-ci par des chercheurs. En effet, ils exploitent les résultats pour la modélisation des apports de nitrates du bassin versant à la zone côtière et les risques pour le phytoplancton toxique.

Au total, 8 classes (4 classes de niveau 1^{ère} et 4 classes de niveau Terminale) se sont succédées et ont pu découvrir le projet, soit environ 180 élèves (figure 8).



Figure 8. Présentation du projet pédagogique à des élèves du lycée de Kérichen (Brest)

Certaines classes, ayant pu assister à cette journée, vont ainsi intégrer pleinement le réseau pour la rentrée 2007-2008 (ex : le Lycée de Kérichen)

II.2.2.2 Bilan de la rencontre inter-établissement

Suite à la rencontre inter-établissement, nous avons souhaité rencontrer le maximum de professeurs et, si possible, les élèves pour faire un point sur l'année 2006-2007. Nous avons ainsi vu, en fin d'année, 4 établissements : l'IREO de Lesneven, LAP du Nivot à Lopérec, la Maison Familiale Rurale de Morlaix et le Lycée Agricole de Suscinio à Ploujean (Tableau III). Avec la période d'examen du mois de juin, il nous a été difficile de discuter avec tous les professeurs malheureusement.

Toutefois, ces réunions ont permis de faire :

- le bilan sur le retour des élèves ;
- le bilan des professeurs ;
- et enfin, s'interroger sur l'avenir du projet avec la rentrée 2007-2008.

D'une manière générale, les élèves ont été satisfaits des actions sur le projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau ». La problématique ainsi exposée de la qualité de l'eau les a fait réfléchir et voir que le sujet n'est pas si facile à résoudre. En effet, de nombreux facteurs

rentrent en compte dans l'évolution des nitrates et des phosphates et tous, nous sommes impliqués dans cet état des lieux. Ils ont aussi mis en évidence que le temps de réponse de la nature peut être très long (10 à 15 ans) et qu'il est important de poursuivre les efforts puisque nous pouvons dès aujourd'hui constater que certains bassins versants se sont améliorés comme la Penzé et le Dourduff.

De plus, concernant la rencontre inter-établissements, les élèves ont été intéressés de voir la valorisation de leur travail sur le bilan ECOFLUX et de se rendre compte que des chercheurs pouvaient utiliser leurs données entre autre sur la coquille St Jacques. Ils ont été aussi surpris par la passion des scientifiques pour un domaine très précis. Paradoxalement, les interventions ont souvent été perçues comme très longue. Elles devaient durer initialement 15 minutes mais ont largement dépassé le temps (40 minutes). Elles étaient également trop compliquées et détaillées sur la fin pour les élèves. Sur le bilan du réseau ECOFLUX et du projet, les classes n'ayant pas toutes le même niveau (nous passons de la seconde à des BTS), certains ont trouvé les graphiques complexes pour leur compréhension.

Pour les professeurs, le bilan est très positif avec un travail intéressant qui implique les élèves dans des discussions et des échanges et qui les fait réfléchir. Il est quelque fois difficile pour eux de l'insérer dans le programme éducatif mais beaucoup utilise ce projet pour parler de l'eau. Deux établissements ont, également, une épreuve au BAC Pro CGEA (MFR de Morlaix) et au BAC S option ATC (Lycée de Suscinio) sur le réseau ECOFLUX et le suivi des élèves.

Sur la rencontre inter-établissement, ils apprécient l'organisation sur une demi journée avec cette ouverture vers d'autres interventions comme celles des chercheurs. La présentation du réseau ECOFLUX est pour eux un bon rappel de ce qu'ils ont vu avec les élèves et permet de valoriser leur travail. Ils souhaitent réaliser, pour la plupart, un exposé l'année prochaine (beaucoup n'ayant pu le faire cette année) mais pour cela, ils aimeraient que nous réfléchissions à un travail moins ambitieux en terme de temps (4h de préparation maximum).

M. LEROUX (MFR de Morlaix) a proposé de laisser les classes choisir s'ils souhaitent présenter un exposé sur un thème ou présenter l'évolution de leur rivière à la place du coordinateur du réseau. Cette proposition pourrait être intéressante puisqu'elle permettrait aux élèves d'avoir une compréhension plus simple du bilan ECOFLUX en fonction du niveau de chacun (moins de graphiques compliqués et une meilleur appropriation du problème). A réfléchir !

II.2.2.3 Conclusions

Pour une deuxième édition, le projet « au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » a été soutenu par nos partenaires mais aussi par la fondation Nicolas Hulot

Les projets et l'implication des élèves ont encouragé 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. D'ailleurs, leurs prélèvements sont de plus en plus demandés par différents organismes montrant la reconnaissance d'une bonne qualité de nos résultats et de ceux des élèves.

La participation des élèves a été vraiment enrichissante et voir leur implication dans le projet comme la réalisation du film qui leur a demandé beaucoup de recherche et un esprit de synthèse est motivant. Nous sentons une réelle envie de s'approprier la problématique de la qualité de l'eau. Suite à la rencontre professeur de novembre 2006, trois classes ont pu visiter une station d'épuration dont deux lors de la rencontre inter-établissements. Les professeurs

ont apprécié cette application du projet pour les élèves et nous pensons réitérer cette démarche l'année prochaine.

Nous avons eu, toutefois, une petite déception puisque moins de classes ont réalisé une présentation par rapport à l'année précédente. Le manque de temps a été évoqué d'où la volonté de trouver des projets demandant moins de préparation (4h max.). Cependant, cela a permis de donner la parole à des chercheurs désireux, eux aussi, d'échanger avec le milieu scolaire. De nombreux participants dont les élèves ont apprécié cette partie malgré des passages longs et quelquefois, trop détaillés et ils ont souvent approfondi cette discussion après la rencontre.

Les participations aux évènements comme « Science et Ethique » du 12 au 14 Octobre 2006 à Océanopolis, à Brest et aux « 10 ans de l'IUEM » ont permis de rencontrer de nouveaux professeurs. A ce propos, 4 établissements classes ont rejoint le réseau ECOFLUX à la rentrée 2007-2008, portant à une dizaine le nombre de classes participantes. Le collège de Mescoat (Landerneau) a, quant à lui, arrêté après le départ du professeur responsable du projet (annexe III).

Lors de la troisième édition, le projet « au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » avec les classes souhaite s'ouvrir davantage vers le monde de la recherche en coopérant avec des chercheurs impliqués sur la problématique eau et en lien avec l'écologie ; et découvrir au-delà de nos frontières, l'importance de l'eau sur la mer d'Aral avec la rencontre d'un reporter. Cette édition, riche en échange et en projets futurs s'est terminée par une nouvelle découverte, celle du logo ECOFLUX, créé à partir du dessin gagnant du concours de la première édition. Le réseau ainsi habillé est prêt à partir vers de nouveaux voyages sur l'eau.

III. RESULTATS SCIENTIFIQUES

L'annexe V présente les données détaillées acquises depuis janvier 2007. 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 2007. 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 Lopic 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, un rapport contenant les fiches techniques sur chaque rivière a été créé. Il contient les renseignements géographiques, géologiques et les usages anthropiques correspondant à chaque bassin versant (Texeraud S. et POULINE P., 2007) (annexe VI et annexe VII).

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 (annexe VIII).

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 neuf des treize rivières suivies par le réseau ECOFLUX (les flux du Quillimadec ont pu être calculés dans ce rapport 2008 et feront donc partis de cette étude).

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 (des cinq dernières années) sont présentées dans le tableau IV et la figure 9 comparant les différentes années suivies.

Tableau IV Réseau ECOFLUX : Moyennes annuelles et écart-type (+/-E/C) des concentrations en nitrates des 5 dernières années

	2003	2004	2005	2006	2007
	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	37,6 +/- 7,1	37,6 +/- 6,9	35,7 +/- 8,2	31,1 +/- 11,0	33,0 +/- 9,3
Dossen	27,6 +/- 4,3	27,8 +/- 2,6	26,4 +/- 3,9	28,0 +/- 6,7	26,8 +/- 2,6
Penzé	50,7 +/- 6,9	50,0 +/- 9,3	49,1 +/- 12,2	46,3 +/- 8,4	41,2 +/- 8,6
Guillec	88,6 +/- 9,5	/	79,0 +/- 13,2	81,0 +/- 15,7	74,2 +/- 14,2
Flèche	65,0 +/- 10,9	59,0 +/- 14,9	60,0 +/- 15,1	55,8 +/- 17,4	53,7 +/- 16,1
Quillimadec	56,5 +/- 8,4	51,3 +/- 12,2	50,0 +/- 10,2	52,6 +/- 12,5	51,4 +/- 10,1
Elorn	35,0 +/- 7,0	35,2 +/- 4,7	35,0 +/- 5,7	34,8 +/- 6,9	35,4 +/- 4,7
Douffine	18,2 +/- 3,4	20,4 +/- 4,4	19,5 +/- 4,9	20,1 +/- 5,2	20,3 +/- 4,8
Aulne	17,6 +/- 10,3	23,6 +/- 8,0	21,9 +/- 12,2	22,6 +/- 11,8	23,4 +/- 6,8
Kerharo	31,5 +/- 9,3	33,8 +/- 7,4	31,6 +/- 7,4	30,2 +/- 9,2	27,3 +/- 8,9
Lapic	40,0 +/- 10,4	42,9 +/- 7,6	40,3 +/- 7,6	39,2 +/- 8,9	41,8 +/- 8,2
Ris	35,6 +/- 3,6	35,5 +/- 2,8	35,3 +/- 6,8	34,6 +/- 4,4	33,8 +/- 4,2
St Laurent	39,8 +/- 4,9	35,8 +/- 6,2	39,8 +/- 5,9	39,3 +/- 6,3	42,3 +/- 4,2

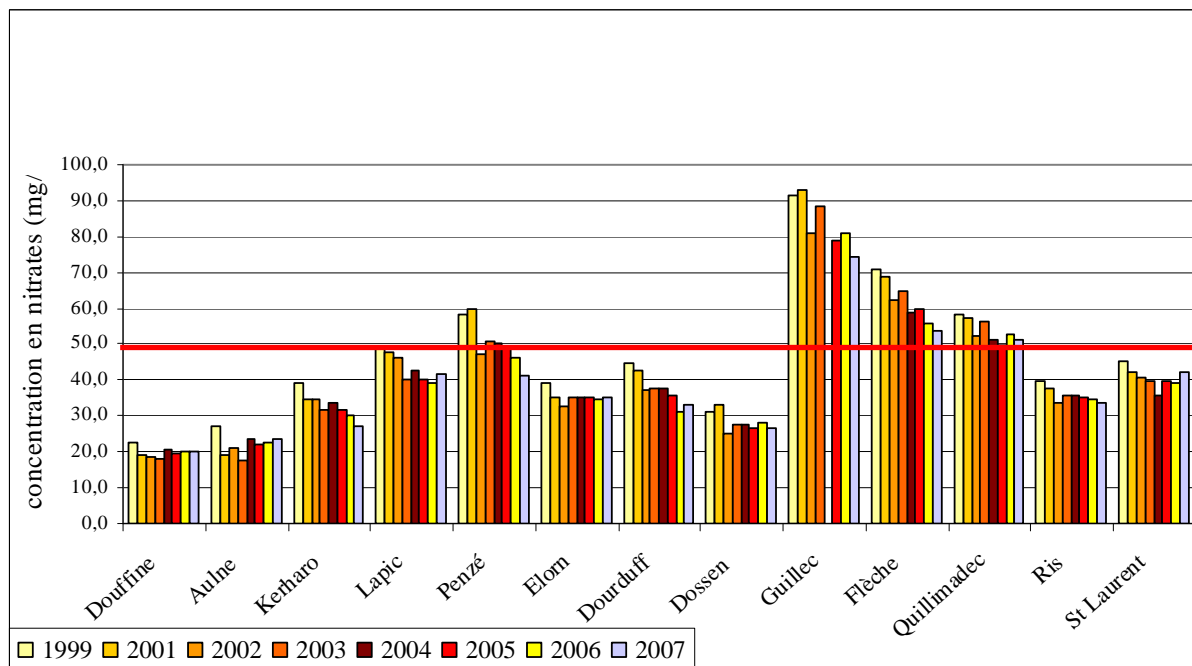


Figure 9. Réseau ECOFLUX : Moyennes annuelles des concentrations en nitrates des rivières suivies

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 2007): 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 Dourduff, la Penzé, le Guillec, la Flèche et le Kerharo. L'Aulne, la Douffine et peut-être le St Laurent semblent légèrement augmenter surtout ces cinq dernières années.

Des tests statistiques (test ANOVA et le test des étendues multiples) menés sur la période 1999 – 2007 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 autres moyennes annuelles. 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...) Enfin, la baisse observée en 2007 pour la Penzé et le Kerharo est significative selon ces tests utilisés ; comme l'augmentation de l'Aulne en 2007 (annexe IX).

Toutefois, par rapport à 2005 et 2006, les précipitations à l'échelle annuelle ont été supérieures en 2007 sur l'ensemble des bassins versants, entraînant une petite augmentation ou une stabilité des concentrations en nitrates sur la moitié des bassins versants suivis. Les concentrations sur le Dossen, la Penzé, le Guillec, la Flèche et le Kerharo ont, toutefois, diminué.

Nous noterons 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 Lopic (annexe VI).

III.1.1.2 Le classement SEQ-eau

La figure 10 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, 2006 et 2007 pour le paramètre nitrates d'après les résultats obtenus pour les prélèvements. La présentation proposée permet de visualiser l'importance relative de chaque classe sur l'ensemble des prélèvements réalisés dans l'année considérée. Pour illustrer, l'annexe X explique et présente un exemple de classification SEQ-eau.

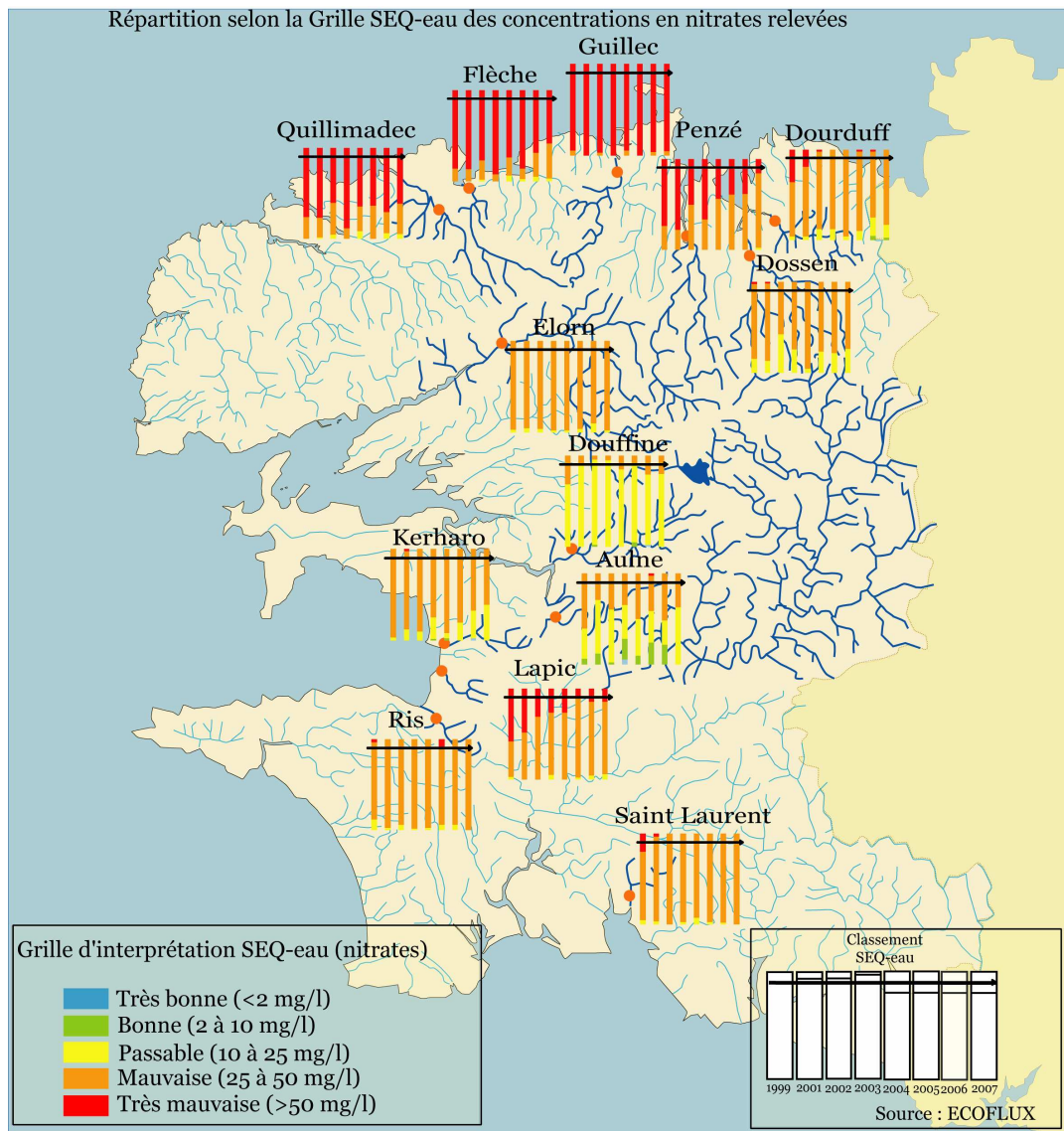


Figure 10. Réseau ECOFLUX : Classement SEQ-eau pour le paramètre nitrates des rivières suivies.

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 2006, 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 malgré une légère dégradation pour ces derniers en 2007. Le Dourduff, la Penzé, la Flèche et le Kerharo montrent, quant à eux, de réelle amélioration en 2007

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 (Maguer M. et Tréguer P, 2004 -annexe VII).

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 11 présente un exemple de résultats en nitrates obtenus sur la période d'étude (septembre 1998 – décembre 2007).

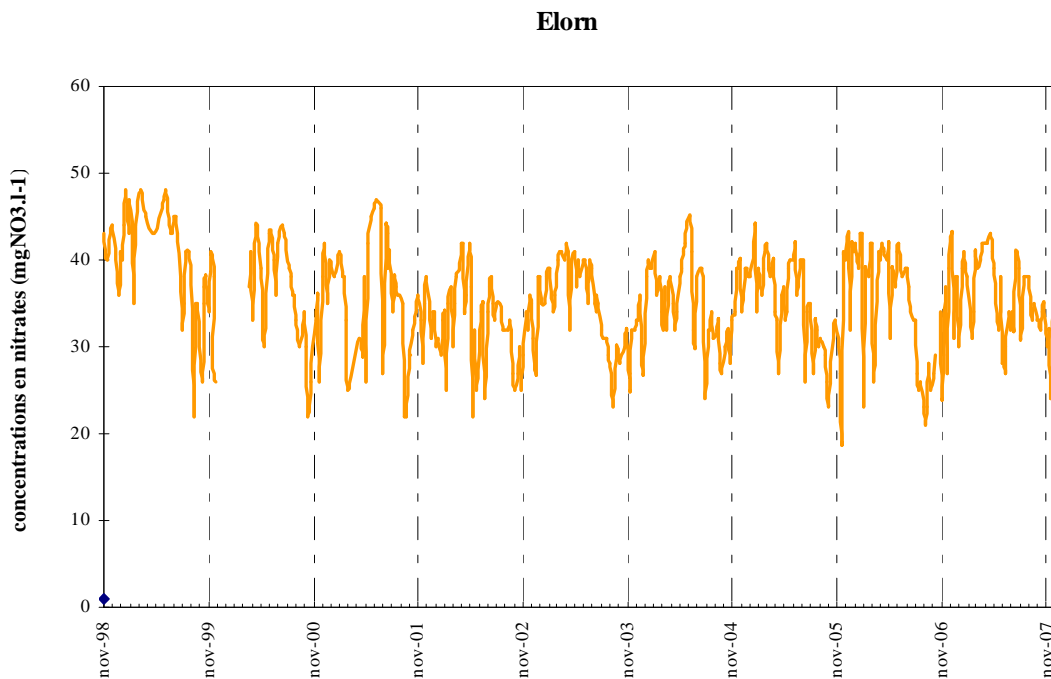


Figure 11. Réseau ECOFLUX : Variations des teneurs en nitrates pour l'Elorn

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.

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. 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 toute l'année.

Deux grands types de cycles doivent être distingués :

- ✓ les cycles classiques avec de fortes teneurs pendant les périodes de fort drainage (figure 12),
- ✓ et les cycles dits inversés avec de fortes teneurs en période d'étiage (figure 13).

Entre ces deux grands types, des cycles que l'on dira intermédiaires peuvent être observés (figure 14). 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).

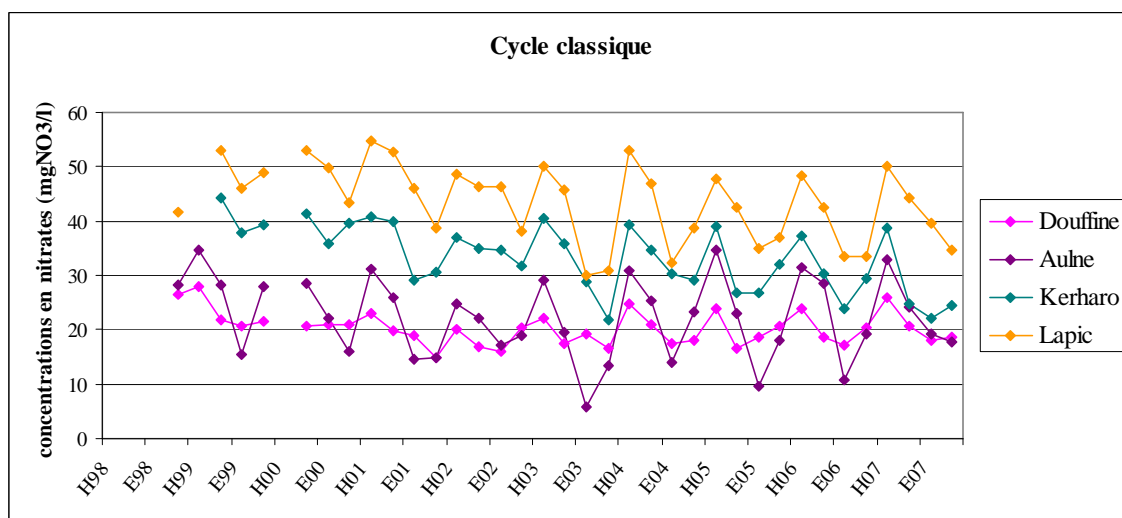


Figure 12. Réseau ECOFLUX : Concentrations moyennes saisonnières en nitrates présentant un cycle classique.

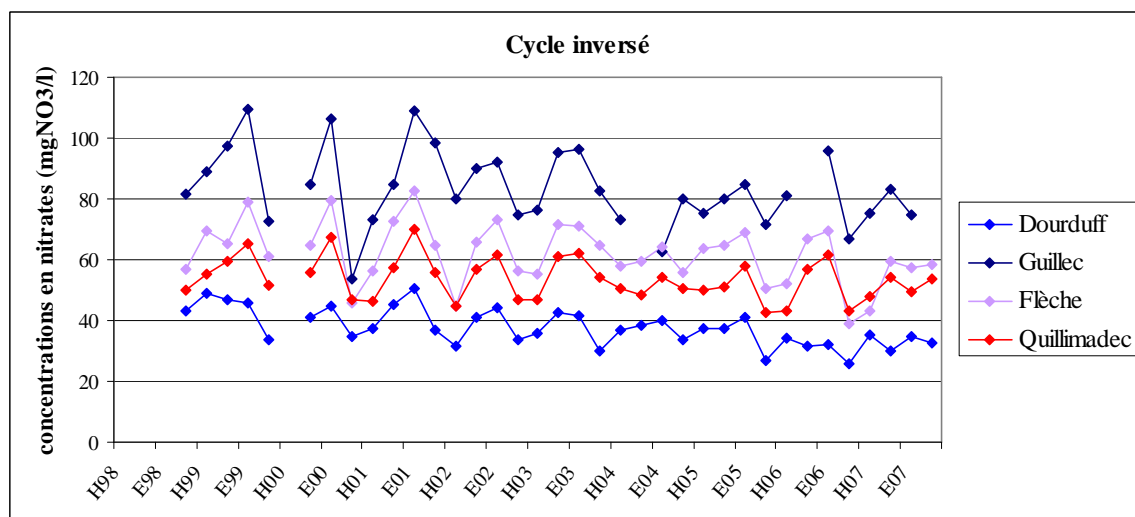


Figure 13. Réseau ECOFLUX : Concentrations moyennes saisonnières en nitrates présentant un cycle inversé.

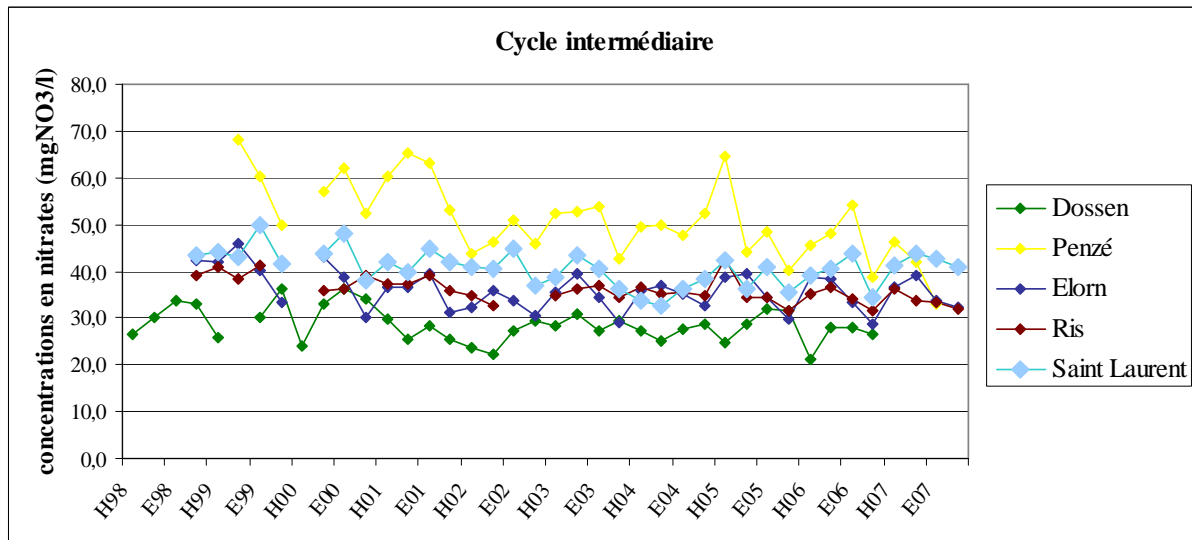


Figure 14. Réseau ECOFLUX : Concentrations moyennes saisonnières en nitrates présentant un cycle intermédiaire.

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 Dourduff, 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 Guillec, la Flèche ou encore le Quillimadec. Ainsi, nous pouvons 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.

Des diagrammes caractéristiques des cours d'eau suivis permettent également de décrire le fonctionnement des bassins versants. Ils mettent en évidence les comportements des rivières en cas de changements de débits, débits qui eux-mêmes sont déterminés par les pluies efficaces (figure 15).

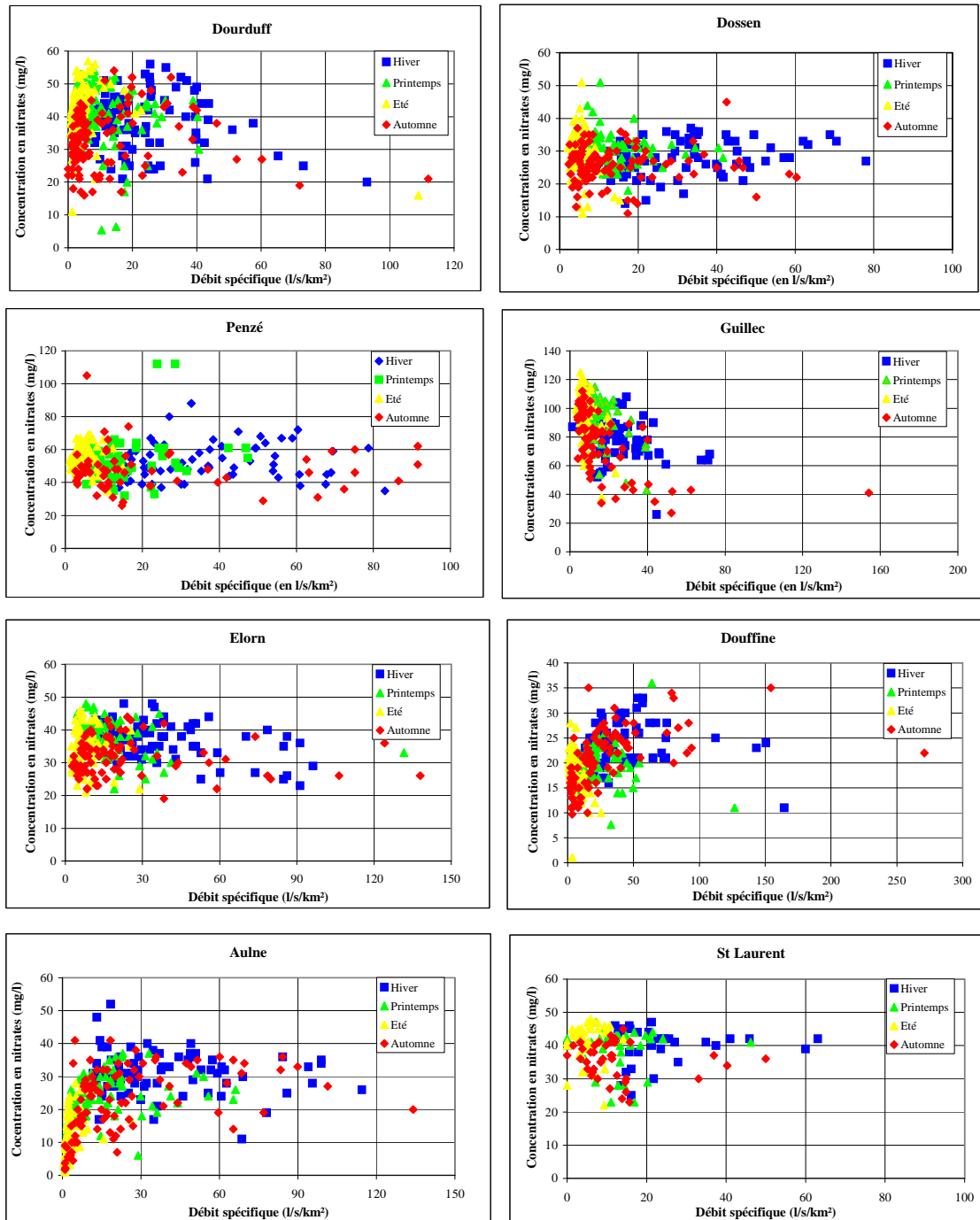


Figure 15. Réseau ECOFLUX : Diagrammes caractéristiques de concentration en nitrates en fonction des débits spécifiques : $C=f(Q_{spé})$ et de la saison.

D'une manière générale, la relation 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.35 et 46). Toutefois, l'intérêt apparaît en considérant les variations à l'échelle saisonnière comme dans le cas du Guillec ; afin de mieux comprendre les processus de transfert et de devenir des sels nutritifs dans les bassins versants. Cette rivière montre que le devenir des sels nutritifs est différent selon les saisons (figure 15).

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).

De plus, les concentrations en nitrates décroissent nettement en fonction du débit pour le Dourduff et le Guillec. Nous constatons donc des concentrations supérieures l'été par rapport à l'hiver. En référence à la relation théorique entre les concentrations en élément dissous et les débits, pour ces rivières ayant un cycle inversé, l'effet de dilution est prépondérant (figure 16).

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. Nous constatons donc des concentrations supérieures en hiver par rapport à l'été chez ces bassins versants possédant un cycle classique. Pour l'Aulne, nous ajoutons que la décroissance rapide des nitrates pour les faibles débits (en été) correspond également à une consommation des sels nutritifs par le phytoplancton (des diatomées) et non pas à un effet de lessivage.

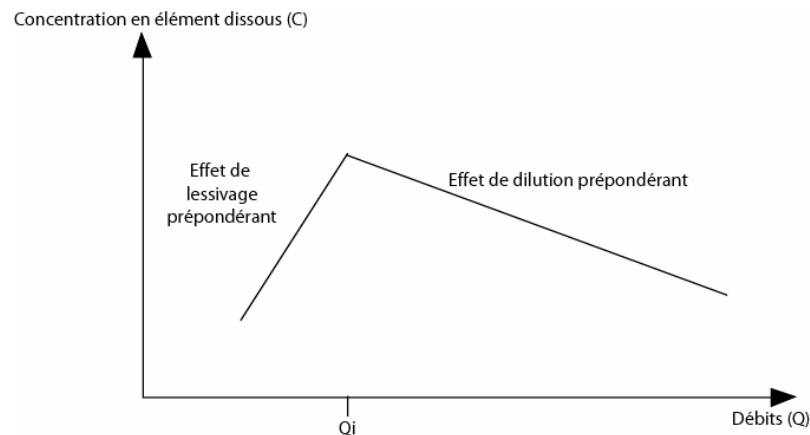


Figure 16. Relation théorique concentration/débit pour des éléments dissous (C. Martin, 2003)

III.1.2. FLUX DE NITRATES

Les débits des rivières ECOFLUX ne sont connus que pour 9 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). Pour le Quillimadec, la communauté de communes de Lesneven nous a fourni les débits journaliers après avoir posé un débitmètre en 2003 et qui est maintenant calibré. Le débit du St Laurent nous provient du CEMPAMA. IL mesure le débit instantané (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 17 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.

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	2006-07
Dourduff	390,2	543,1	172,5	175,4	188,8	157,9	177,8	223,8
Dossen	1047,5	1377,9	589,8	474,1	525,3	481,7	868,5	853,6
Penzé	/	3222,4	1075,9	1480,3	1052,4	1134,3	1088,6	1621,9
Guillec	877,2	1089,9	564,2	599,9	/	466,7	651,8	702,7
Quillimadec	/	/	/	/				427,0
Elorn	2156,7	2480,0	1192,8	1320,9	995,8	1003,6	1336,9	1649,2
Douffine	1232,3	994,8	476,0	596,8	485,6	431,4	548,3	920,4
Aulne	10004,9	12356,9	4783,2	6894,4	5103,9	4253,9	6450,1	10287,7
Saint Laurent	/	/	/	236,3	117,0	115,9	147,2	164,7

	Flux spécifiques de nitrates (tN/km ² /an) années hydrologiques							
	1998-99	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07
Dourduff	5,2	7,2	2,3	2,3	2,5	2,1	2,4	3,0
Dossen	4,5	5,9	2,5	2,0	2,2	2,0	3,7	3,6
Penzé	/	15,6	5,2	7,2	5,1	5,5	5,3	7,9
Guillec	11,9	14,7	7,6	8,1	/	6,3	8,8	9,5
Quillimadec	/	/	/	/				4,1
Elorn	7,6	8,7	4,2	4,6	3,5	3,5	4,7	5,8
Douffine	7,0	5,6	2,7	3,4	2,7	2,4	3,1	5,2
Aulne	5,6	6,9	2,7	3,8	2,8	2,4	3,6	5,7
Saint Laurent	/	/	/	6,1	3,0	3,0	3,8	4,2

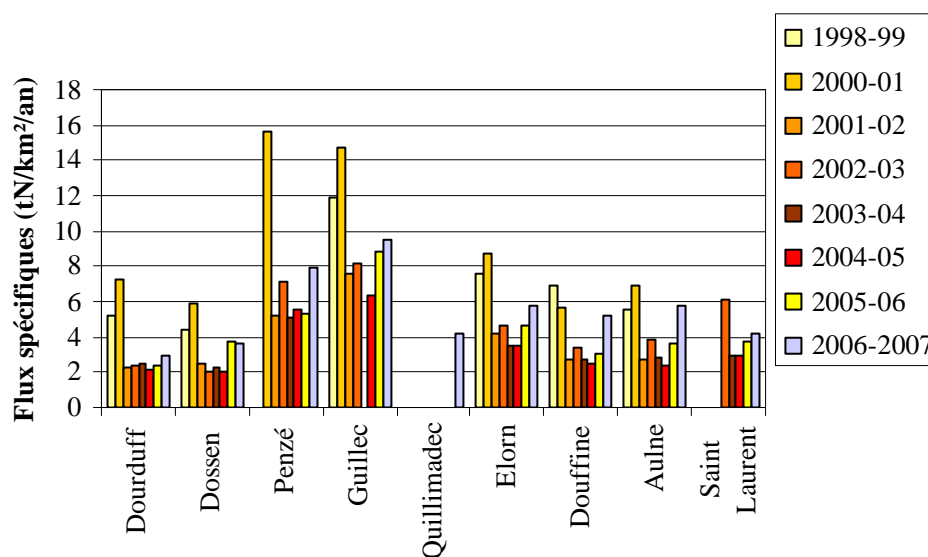


Figure 17. Réseau ECOFLUX : Comparaison des flux spécifiques estimés pour neuf cours d'eau

¹ Les flux sont en tonnes de N-NO₃⁻ par an.

Qualitativement, le Guillec et la Penzé présentent les plus forts flux spécifiques. Comme les concentrations, la hausse du débit spécifique en lien avec la pluviométrie en 2006-2007 a entraîné l'élévation des flux spécifiques. Ces flux restent toutefois inférieurs à ceux de l'année hydrologique de 2000-2001 ; les plus forts depuis la création du réseau.

III.1.2.2 Variations mensuelles des flux de nitrates

La figure 18 présente les variations mensuelles des flux de nitrates pour huit rivières dont nous disposons des mesures de débits ; ceux du Quillimadec sont dans l'annexe XI.

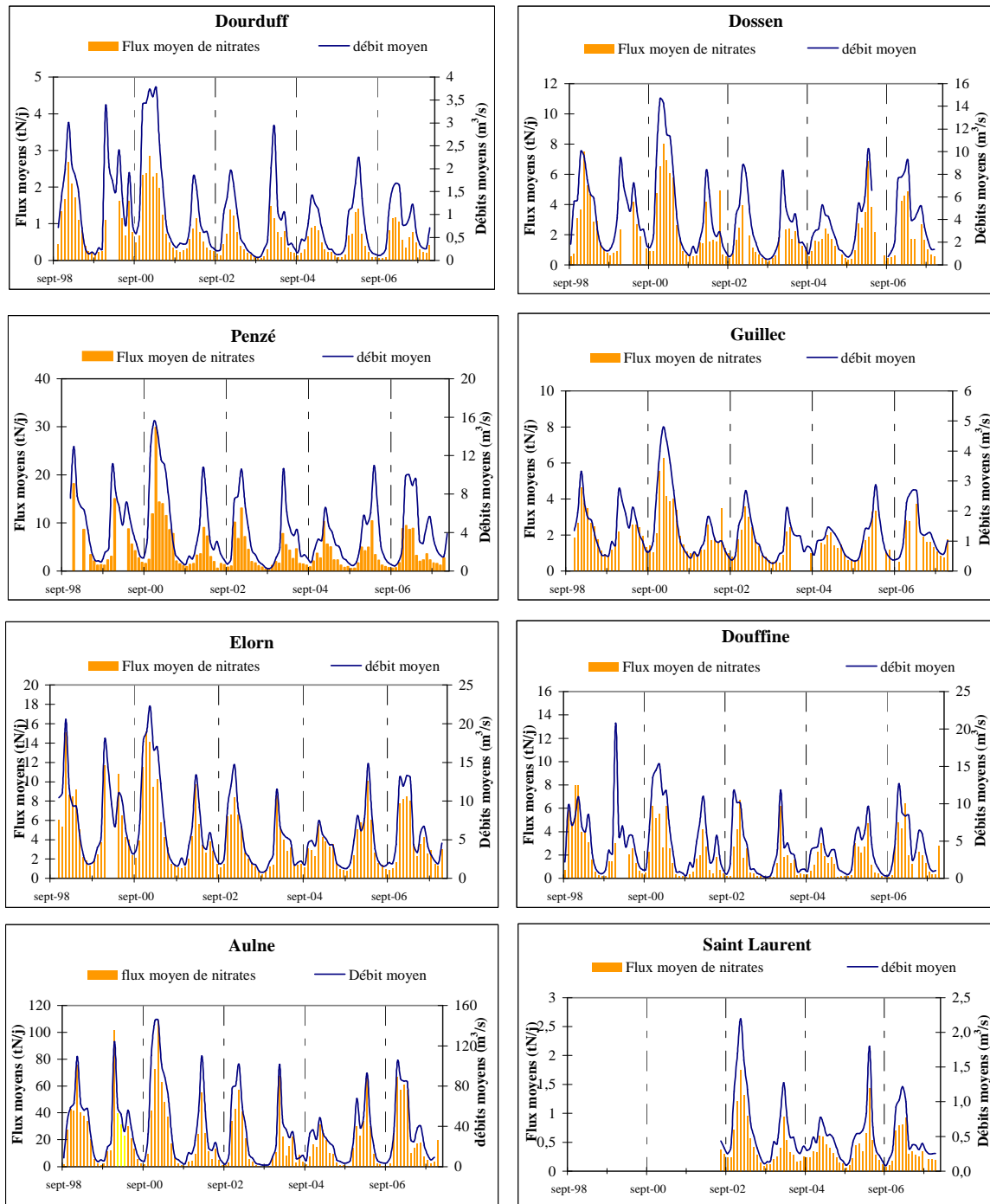


Figure 18. Réseau ECOFLUX : Flux moyens mensuels de nitrates et débits moyens mensuels

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.

Depuis 1999, la tendance générale est à la baisse des concentrations en nitrates. Par contre, l'Aulne, la Douffine et peut-être le St Laurent semblent légèrement augmenté ces dernières années. De plus, au vu des objectifs de la DCE (40 mg/l en nitrates pour 2015), six bassins versants doivent encore faire des efforts même si certains sont en bonne voie. En plus de ceux qui sont au dessus de 50 mg/l, la Penzé, le Lapis et le St Laurent sont concernés.

L'augmentation des précipitations en 2007 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.

La série temporelle est, pour l'instant, courte pour pouvoir distinguer parfaitement l'effet climatique (réduction des précipitations) de l'effet anthropique (réduction des épandages azotés sur les bassins versants). Toutefois, un travail a été mené en 2007 en utilisant la méthode de P. Arousseau afin d'apporter une première réponse à cette question.

En générale, les bassins versants du réseau semblent se stabiliser voire s'améliorer. Ainsi, en 2007, la baisse des concentrations en nitrates observée alors que les flux spécifiques ont augmenté est un indice d'amélioration pour ces bassins versants (la Penzé et le Guillec). De cette étude, nous avons souligné que la baisse observée depuis 1999 sur la Penzé et le Dourduff est en partie due à l'effet anthropique avec une amélioration des pratiques par les actions appliquées, une bonne communication entre les acteurs et une bonne adhésion des agriculteurs au projet (Le Bail C. et POULINE P., 2007) (annexe VII).

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 (annexe VIII). 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 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 19. Ainsi, leur transfert vers les cours d'eau va varier selon la nature du sol et du sous-sol, mais il va être également dépendant des épisodes pluvieux.

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

	2003			2004			2005			2006			2007		
	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	12,9	+/- 1,5		12,7	+/- 1,6		12,8	+/- 1,0		12,6	+/- 2,1		13,0	+/- 1,2	
Dossen	12,0	+/- 1,9		12,2	+/- 0,8		12,5	+/- 1,0		11,1	+/- 3,1		11,7	+/- 2,1	
Penzé	11,3	+/- 1,2		11,6	+/- 1,2		11,7	+/- 1,1		11,4	+/- 1,3		10,2	+/- 3,2	
Guillec	12,7	+/- 1,9		/	+/- /		13,4	+/- 1,2		14,8	+/- 1,7		14,3	+/- 1,7	
Flèche	13,6	+/- 2,4		13,4	+/- 2,1		12,9	+/- 3,1		13,6	+/- 2,2		14,4	+/- 2,4	
Quillimadec	15,5	+/- 0,2		14,9	+/- 2,4		15,5	+/- 2,3		15,7	+/- 2,2		16,0	+/- 2,5	
Elorn	9,2	+/- 1,2		8,9	+/- 1,0		9,1	+/- 0,8		9,0	+/- 1,4		9,3	+/- 1,1	
Douffine	5,6	+/- 1,1		5,2	+/- 0,7		5,3	+/- 0,7		5,5	+/- 0,9		5,8	+/- 0,8	
Aulne	4,5	+/- 3,8		7,5	+/- 1,6		5,9	+/- 3,1		6,3	+/- 3,3		7,7	+/- 1,7	
Kerharo	8,4	+/- 2,2		9,5	+/- 1,3		9,3	+/- 1,2		8,8	+/- 2,4		9,1	+/- 2,0	
Lapic	10,3	+/- 1,2		11,1	+/- 1,0		11,7	+/- 3,8		11,2	+/- 1,2		11,4	+/- 1,8	
Ris	15,0	+/- 1,7		14,7	+/- 1,4		14,5	+/- 1,3		15,2	+/- 2,0		15,2	+/- 1,4	
St Laurent	12,1	+/- 1,4		11,0	+/- 1,7		12,0	+/- 0,6		12,2	+/- 1,1		12,3	+/- 0,9	

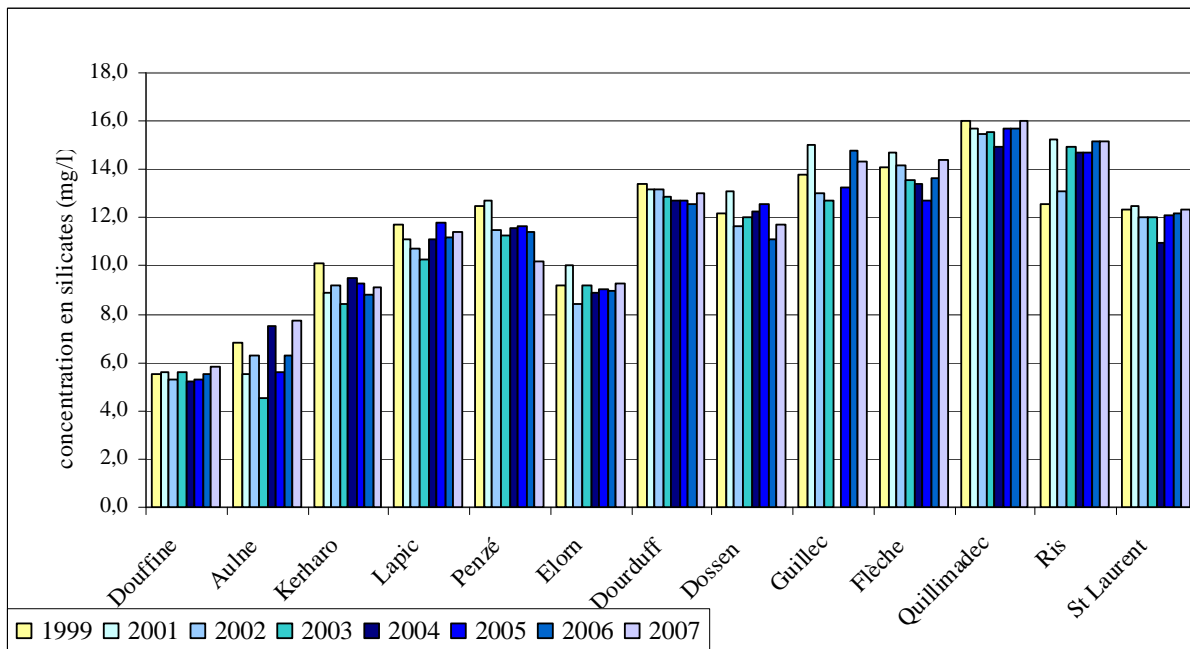


Figure 19. Réseau ECOFLUX : Moyennes annuelles des concentrations en silicates

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, la classification des bassins selon les réserves souterraines est relativement cohérente avec les concentrations en silice (annexe VI). 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 – 2007, les tests statistiques (test ANOVA et le test des étendues multiples) sur les moyennes annuelles en silicates ne montrent pas de différence significative entre les années. 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 de 2007 au niveau de

confiance de 95% pour la Penzé (annexe IX). La baisse des concentrations en silicates est en lien avec la diminution de la concentration en nitrate cette année et 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 2007, ce phénomène s'observe pour le Dossen, la Flèche, le Quillimadec, le Kerharo et le Ris. D'ailleurs la plupart des bassins versants ont eu une augmentation des concentrations en silicates en 2007 en lien avec un régime hydrologique plus important. Le Guillec et Penzé ont néanmoins des concentrations en silicates plus faibles cette année; 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 20 présente un exemple de résultats en silicates.

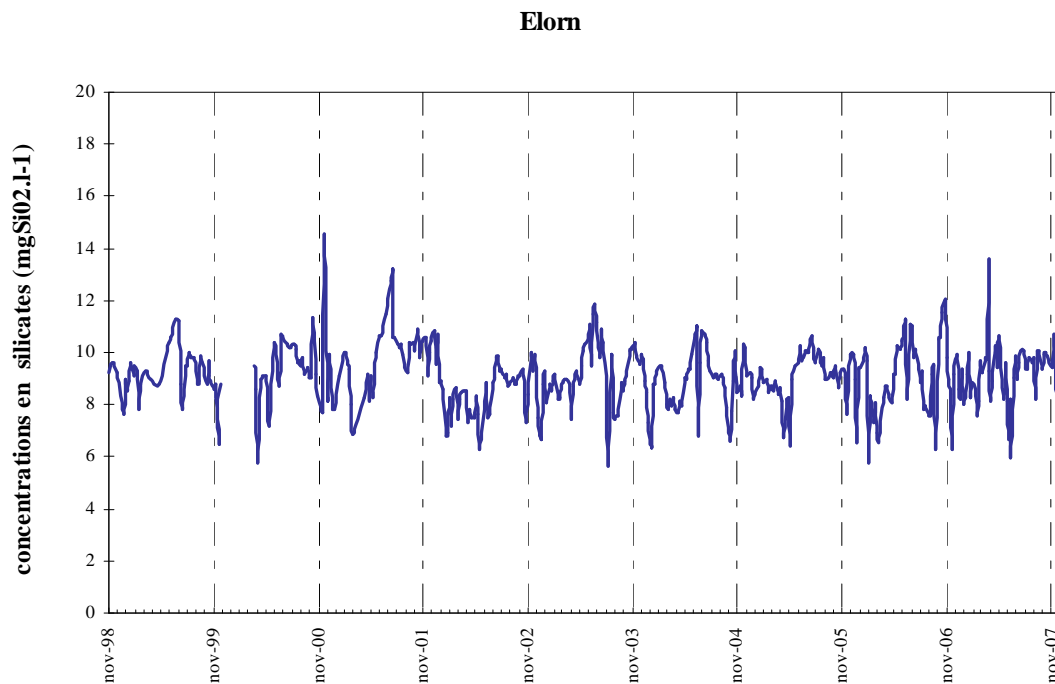


Figure 20. Réseau ECOFLUX : Variations des concentrations en silicates pour l'Elorn suivi par le réseau

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.

b) – Variabilité à l'échelle saisonnière

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 (figure 21).

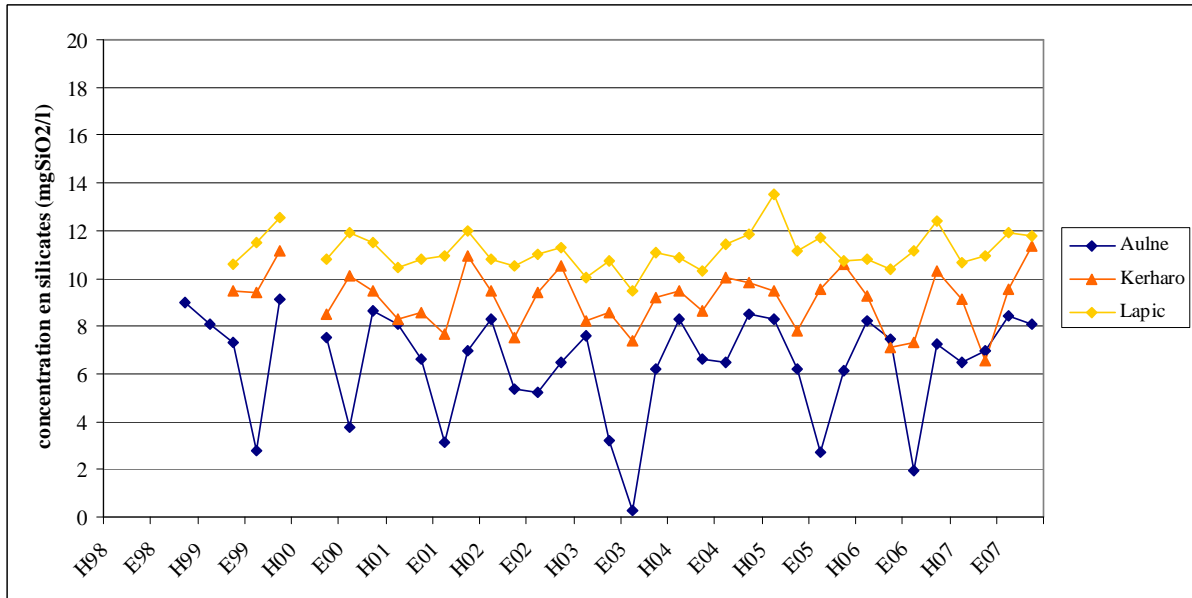


Figure 21. Réseau ECOFLUX : Concentrations moyennes saisonnières en silicates de certaines rivières

Pour d'autres rivières (Quillimadec, Ris, Flèche, Dossen, Guillec, Douffine, 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 (figure 22).

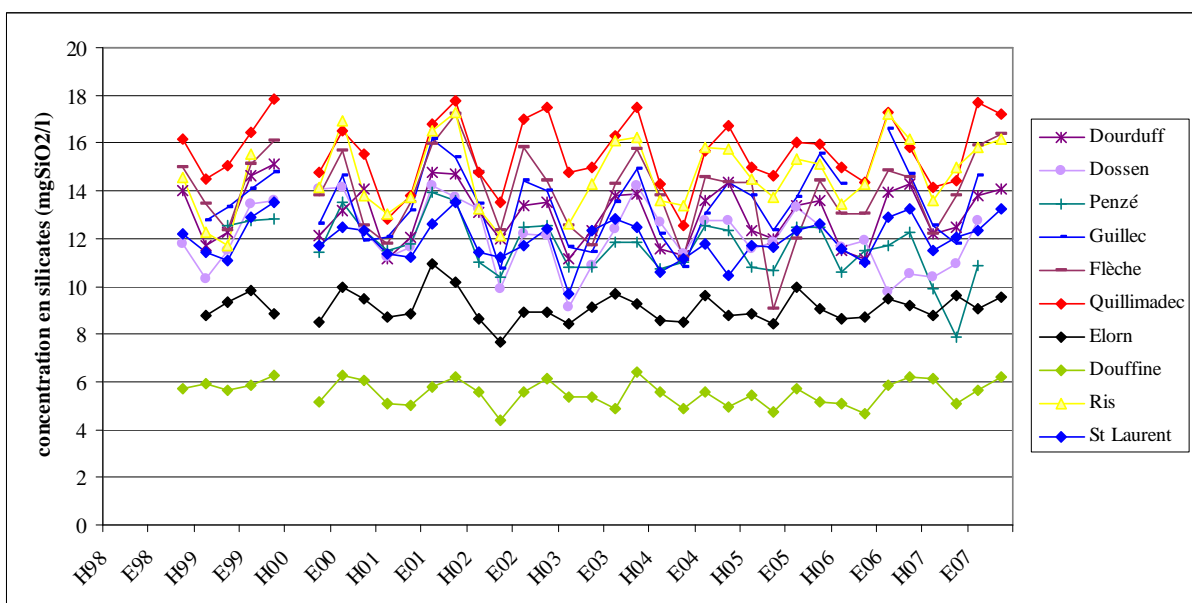


Figure 22. Réseau ECOFLUX : Concentrations moyennes saisonnières en silicates des autres rivières

Les concentrations en silicates dans l'eau sont fonction du temps de résidence de l'eau dans la nappe phréatique. Celle-ci augmente avec le temps de résidence et comme 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). Nous observons donc pour les rivières des concentrations en silicates légèrement supérieure en été par rapport à l'hiver sauf pour le Dourduff, la Douffine et l'Aulne (figure 23).

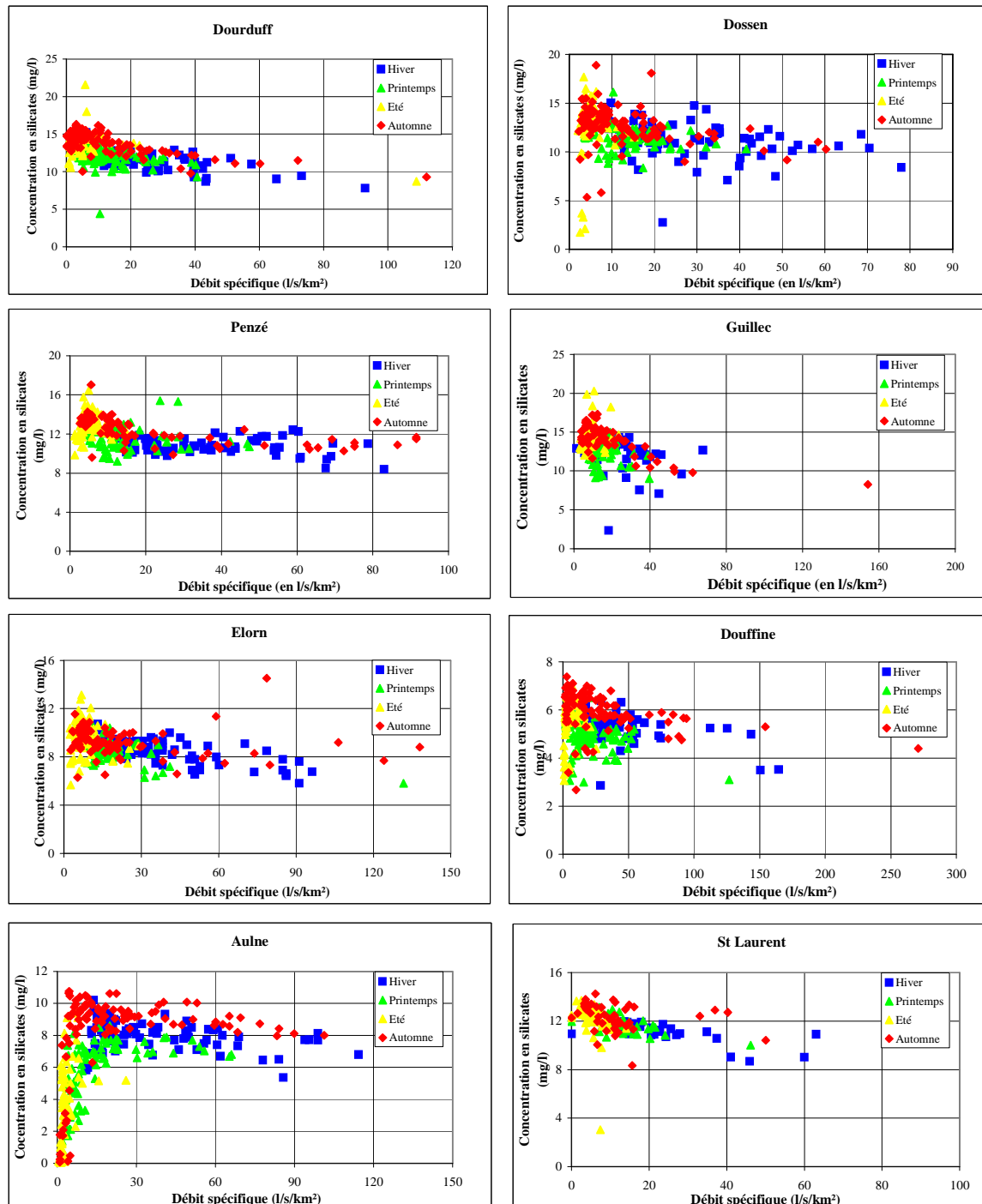


Figure 23. Réseau ECOFLUX : Evolution des silicates ($C=f(Q_{spé})$) dans l'Aulne en fonction des saisons

Le diagramme $C=f(Q_{spé})$ pour les silicates révèle que les concentrations en silicates sont peu sensibles aux effets de dilution avec un débit supérieur à $20 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$; à part pour

le Dourduff et la Douffine et lors de fortes pluies car les apports de la nappe phréatique sont justement peu variables excepté l'été (figure 23).

Pour l'Aulne, en hiver, les silicates sont entraînés avec les pluies. Au printemps, l'apparition des diatomées engendre une consommation des silicates. Ce fleuve canalisé avec des retenues importantes permet leur développement qui s'accroît en été où les débits sont les plus faibles. L'automne avec le retour des pluies est le lien avant le processus hivernal.

III.2.2. FLUX DE SILICATES

III.2.2.1 Flux moyens annuels et évolution

Le tableau VII et la figure 24 présentent les flux annuels et spécifiques en silicates pour les années hydrologiques des différents cours d'eau où les débits sont calculés.

Flux annuel de silicates (tSi/an) années hydrologiques								
	1998-99	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07
Dourduff	213	354	126	132	130	118	128	174
Dossen	777	956	516	434	461	431	740	828
Penzé	/	1304	567	655	496	452	531	815
Guillec	275	385	158	195	/	167	227	264
Quillimadec	/	/	/	/				282
Elorn	960	1373	626	691	507	503	651	849
Douffine	456	474	281	341	232	211	259	455
Aulne	5740	6961	3204	4149	4196	2429	3514	5493
Saint Laurent	/	/	/	136	81	71	92	94

Flux spécifiques de silicates (tSi/km ² /an) années hydrologiques								
	1998-99	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07
Dourduff	2,8	4,7	1,7	1,8	1,7	1,6	1,7	2,3
Dossen	3,3	4,1	2,2	1,8	2,0	1,8	3,2	3,5
Penzé	/	6,3	2,8	3,2	2,4	2,2	2,6	4,0
Guillec	3,7	5,2	2,1	2,6	/	2,3	3,1	3,6
Quillimadec	/	/	/	/				2,7
Elorn	3,4	4,8	2,2	2,4	1,8	1,8	2,3	3,0
Douffine	2,6	2,7	1,6	1,9	1,3	1,2	1,5	2,6
Aulne	3,2	3,9	1,8	2,3	2,3	1,4	2,0	3,1
Saint Laurent	/	/	/	3,5	2,1	1,8	2,4	2,4

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

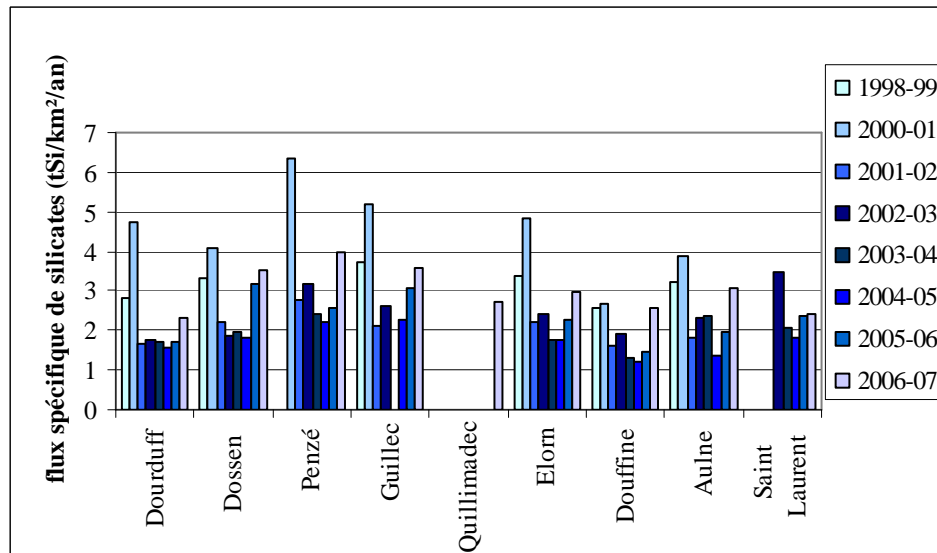


Figure 24. Réseau ECOFLUX : Comparaison des flux spécifiques estimés pour neuf cours d'eau

En 2007, 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 2007.

III.2.2.2 Variations des flux

La figure 25 expose les variations de flux moyens mensuels pour l'ensemble des cours d'eau dont on dispose des mesures de débits ; ceux du Quillimadec sont dans l'annexe XI.

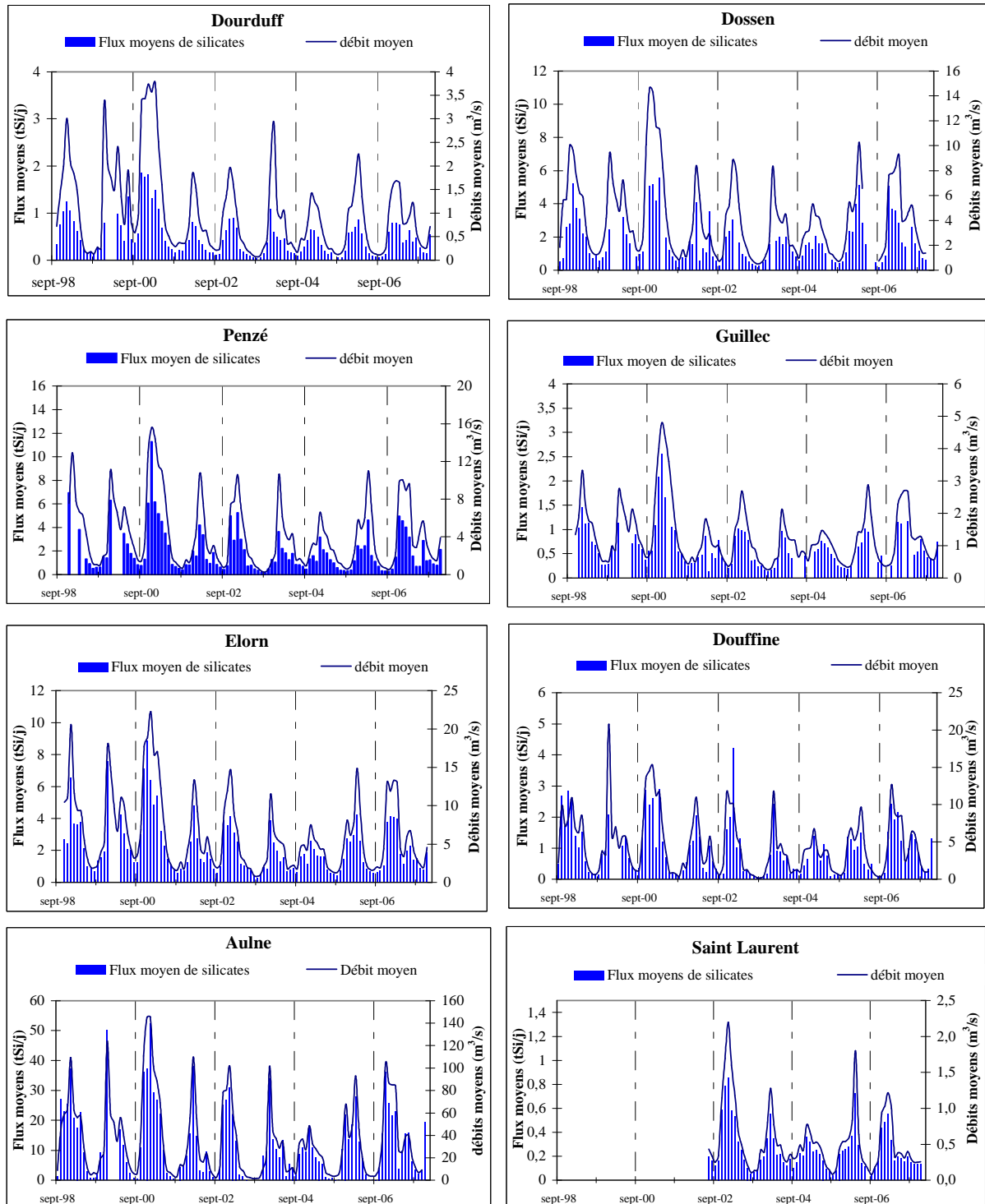


Figure 25. Réseau ECOFLUX : Flux moyens mensuels de silicates et débits moyens mensuels au cours de la période d'étude.

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'étiage. Les variations de flux de silicates sont, comme dans le cas des nitrates, fortement corrélées aux variations de débits.

De nombreuses similitudes entre les variations des concentrations ou des flux des nitrates et des silicates existent donc. L'année 2007 est marquée par une augmentation des concentrations et des flux en silicates pour la plupart des bassins versants en lien avec le régime hydrologique.

Enfin, les tests statistiques mettent en évidence pour quelques rivières une certaine homogénéité dans les concentrations annuelles sauf pour la Penzé où la baisse observée en 2007 est significative.

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 (annexe VIII). Ainsi, 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 26 présentent les moyennes annuelles en phosphates.

Tableau VIII Réseau ECOFLUX : Moyennes annuelles et écart-types (+/- E.C) des concentrations en phosphate sur les cinq dernières années.

	2003			2004			2005			2006			2007		
	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	0,315	+/-	0,153	0,183	+/-	0,084	0,224	+/-	0,102	0,141	+/-	0,067	0,147	+/-	0,051
Dossen	0,539	+/-	0,404	0,406	+/-	0,192	0,502	+/-	0,271	0,341	+/-	0,234	0,270	+/-	0,113
Penzé	0,577	+/-	0,293	0,368	+/-	0,148	0,432	+/-	0,214	0,353	+/-	0,186	0,156	+/-	0,086
Guillec	0,573	+/-	0,208	/	+/-	/	0,341	+/-	0,101	0,473	+/-	0,279	0,392	+/-	0,279
Flèche	0,278	+/-	0,089	0,326	+/-	0,209	0,335	+/-	0,183	0,284	+/-	0,147	0,258	+/-	0,156
Quillimadec	0,434	+/-	0,183	0,416	+/-	0,188	0,480	+/-	0,194	0,312	+/-	0,110	0,331	+/-	0,328
Elorn	0,217	+/-	0,137	0,173	+/-	0,095	0,224	+/-	0,125	0,162	+/-	0,086	0,153	+/-	0,251
Douffine	0,634	+/-	0,403	0,259	+/-	0,213	0,284	+/-	0,251	0,254	+/-	0,244	0,102	+/-	0,076
Aulne	0,057	+/-	0,034	0,073	+/-	0,077	0,050	+/-	0,020	0,054	+/-	0,044	0,066	+/-	0,042
Kerharo	0,149	+/-	0,100	0,136	+/-	0,121	0,132	+/-	0,093	0,100	+/-	0,061	0,072	+/-	0,027
Lapic	0,512	+/-	0,508	0,297	+/-	0,243	0,349	+/-	0,250	0,319	+/-	0,271	0,160	+/-	0,066
Ris	0,138	+/-	0,055	0,133	+/-	0,047	0,229	+/-	0,325	0,148	+/-	0,074	0,123	+/-	0,047
St Laurent	0,039	+/-	0,024	0,034	+/-	0,032	0,041	+/-	0,021	0,045	+/-	0,039	0,041	+/-	0,070

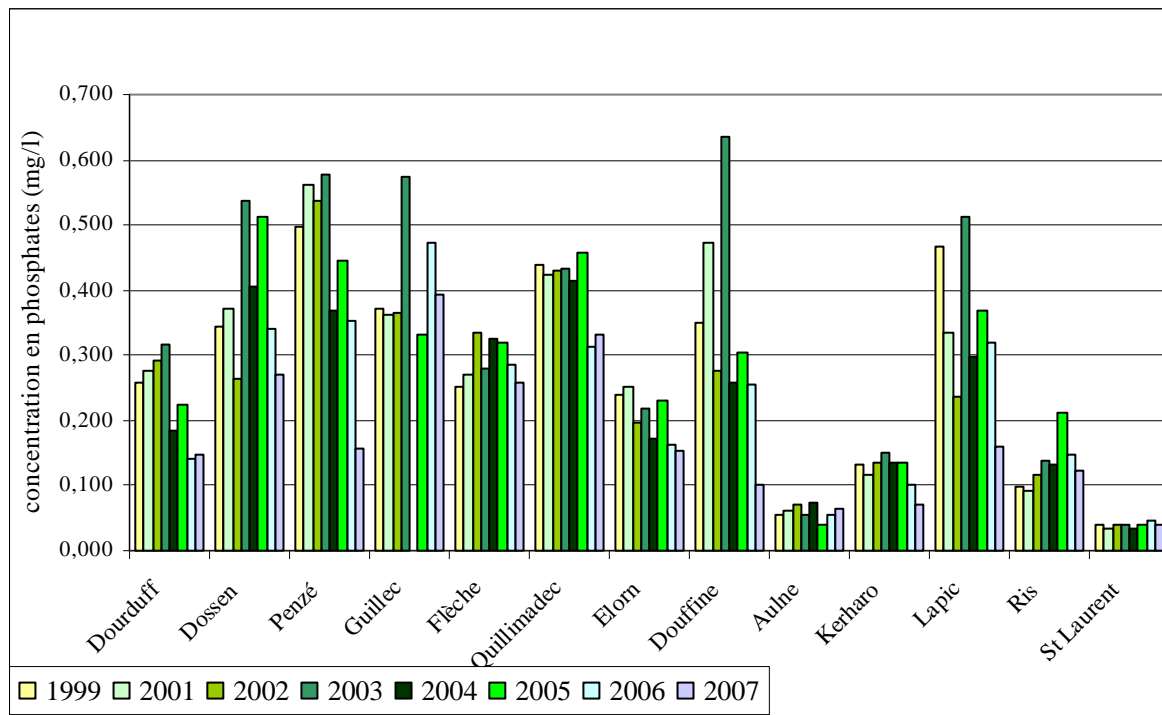


Figure 26. Réseau ECOFLUX : Moyennes annuelles des concentrations en phosphates

Comme pour les nitrates ou les silicates, on constate 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 et 2007. Seuls, le Guillec et l'Aulne 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 2006 et en 2007, la pluviométrie a permis une meilleure dilution des phosphates.

Les tests statistiques sur la période 1999 - 2007, à un niveau de confiance de 95%, confirment cette tendance pour la Douffine et le 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 2007 qui correspondent à deux groupes homogènes statistiquement différents, à un niveau de confiance de 95%, pour certaines rivières. Ainsi, dans le Dourduff, l'Elorn, la Douffine et le Laptic, les concentrations en phosphates ont diminué significativement en 2007 par rapport à 1999 et 2001. (annexe IX).

Si comme dans le cas des nitrates, on retrouve des concentrations importantes dans le Finistère nord, les valeurs sont relativement importantes pour la Douffine et le Laptic. 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 27 présente les classements SEQ-eau des rivières suivies.

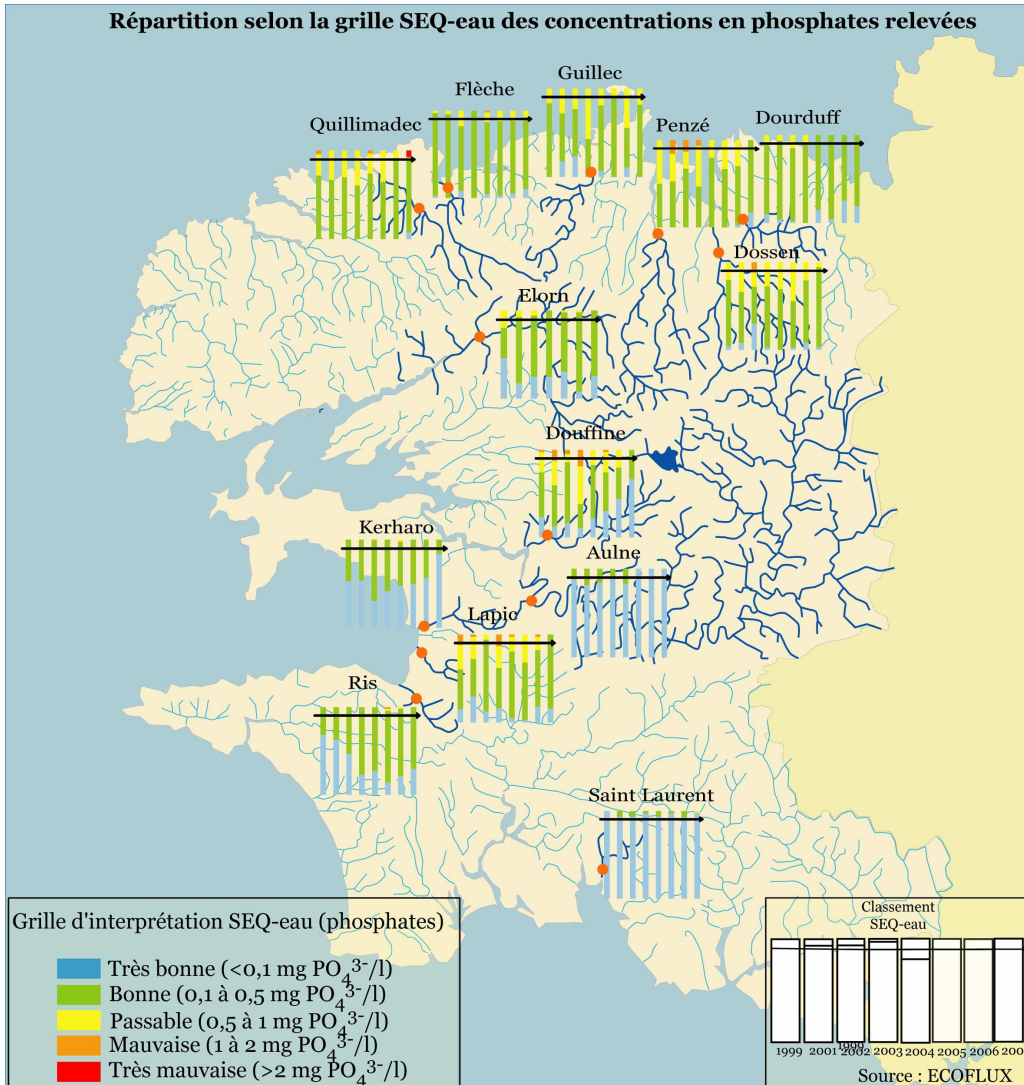


Figure 27. Réseau ECOFLUX : Classement SEQ-eau pour le paramètre phosphates des rivières suivies

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 2007, le classement de la qualité de l'eau sur ce paramètre s'est amélioré pour de nombreuses rivières par rapport à 2006 ; comme le Lapic qui est passé en eau de bonne qualité. La Douffine, le Dossen, la Penzé ont aussi amélioré leur classement ; à l'inverse du Quillimadec. Le Guillec et la Flèche sont classées en eau de qualité passable pour le paramètre phosphate mais progressent aussi.

III.3.1.3 Variations hebdomadaires et saisonnières

a) – Variabilité à l'échelle hebdomadaire

La figure 28 présente un exemple de résultats en phosphates des prélèvements effectués depuis le début du suivi.

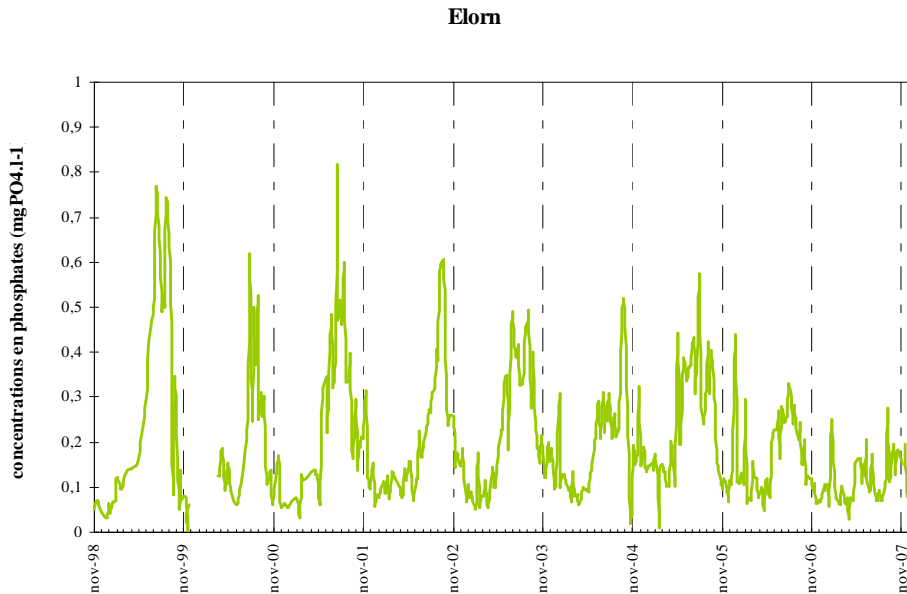


Figure 28. Réseau ECOFLUX : Variations des teneurs en phosphates pour les cours d'eau suivis

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

Pour plusieurs rivières, des pics de phosphates sont importants en été comme ici avec l'Elorn ; même si l'amplitude de ceux-ci diminue ces dernières années.

b) – Variabilité à l'échelle saisonnière

Il existe des cycles annuels des concentrations en phosphates pour certaines rivières (figure 29). Alors que pour les nitrates, les concentrations augmentent ou une diminuent progressivement au cours de l'année, ici on peut véritablement parler de « pic » des concentrations en été. Dans le cas du Laptic 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 l'Aulne, le Saint Laurent et le Ris, on n'observe pas de cycle à proprement parler. Ces rivières ont, toutefois, également les concentrations moyennes les plus basses : les rivières concernées sont classées en eau de très bonne qualité pour ce paramètre sur l'ensemble de la période d'étude (figure 30).

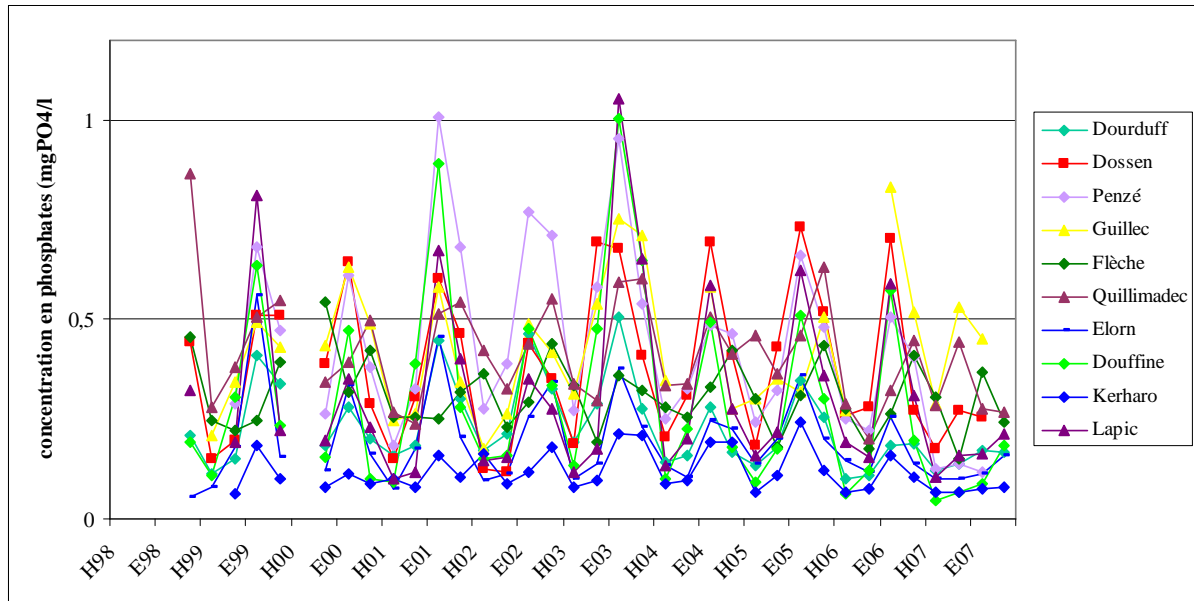


Figure 29. Réseau ECOFLUX : Concentrations moyennes saisonnières en phosphates des bassins versants présentant des pics en été.

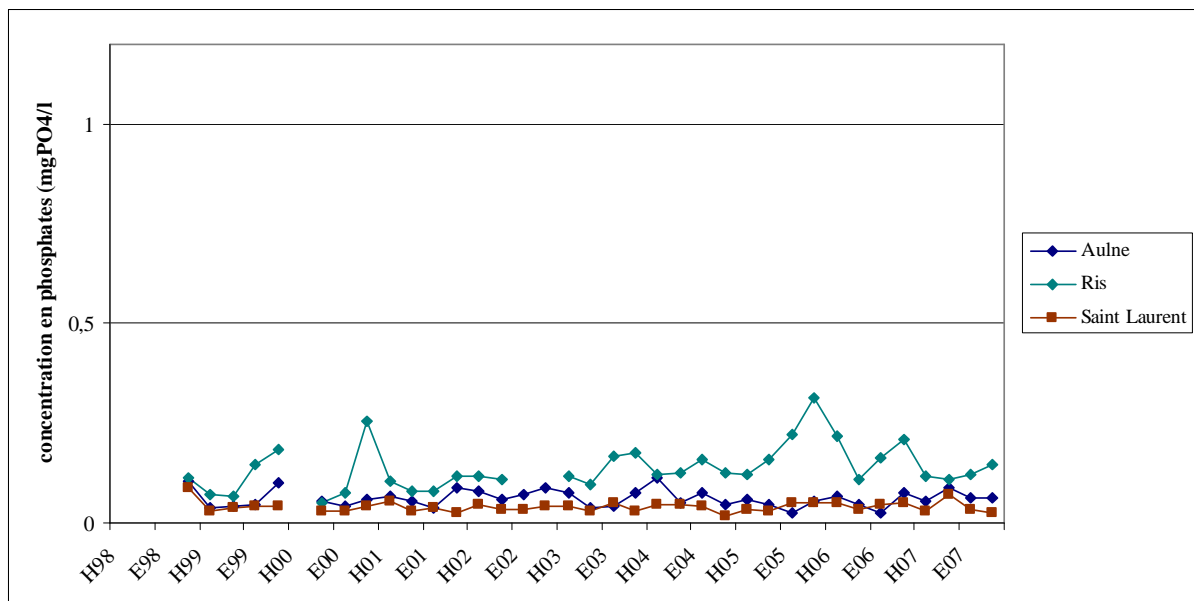


Figure 30. Réseau ECOFLUX : Concentrations moyennes saisonnières en phosphates des bassins versants sans cycles annuels

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 29 suggèrent, toutefois, 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'analyse des diagrammes caractéristiques $C=f(Q_{spé})$ des phosphates révèle une large tendance à la dilution des phosphates avec la croissance du débit (hiver). 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 (figure 31).

Pour l'Aulne et le Saint Laurent, ces deux bassins versants sont particuliers puisque les concentrations restent constantes quel que soit le débit et donc la saison. Ils présentent des concentrations en phosphates très faibles expliquant ces résultats ; ces apports seraient dû à un bruit de fond (surtout pour le St Laurent). Le comportement de l'Aulne est aussi dû à la présence de barrages qui fonctionne comme une série de petits étangs (alternant cycles d'eutrophisation et de décantation) ; d'où des concentrations constantes en fonction du débit et donc de la saison.

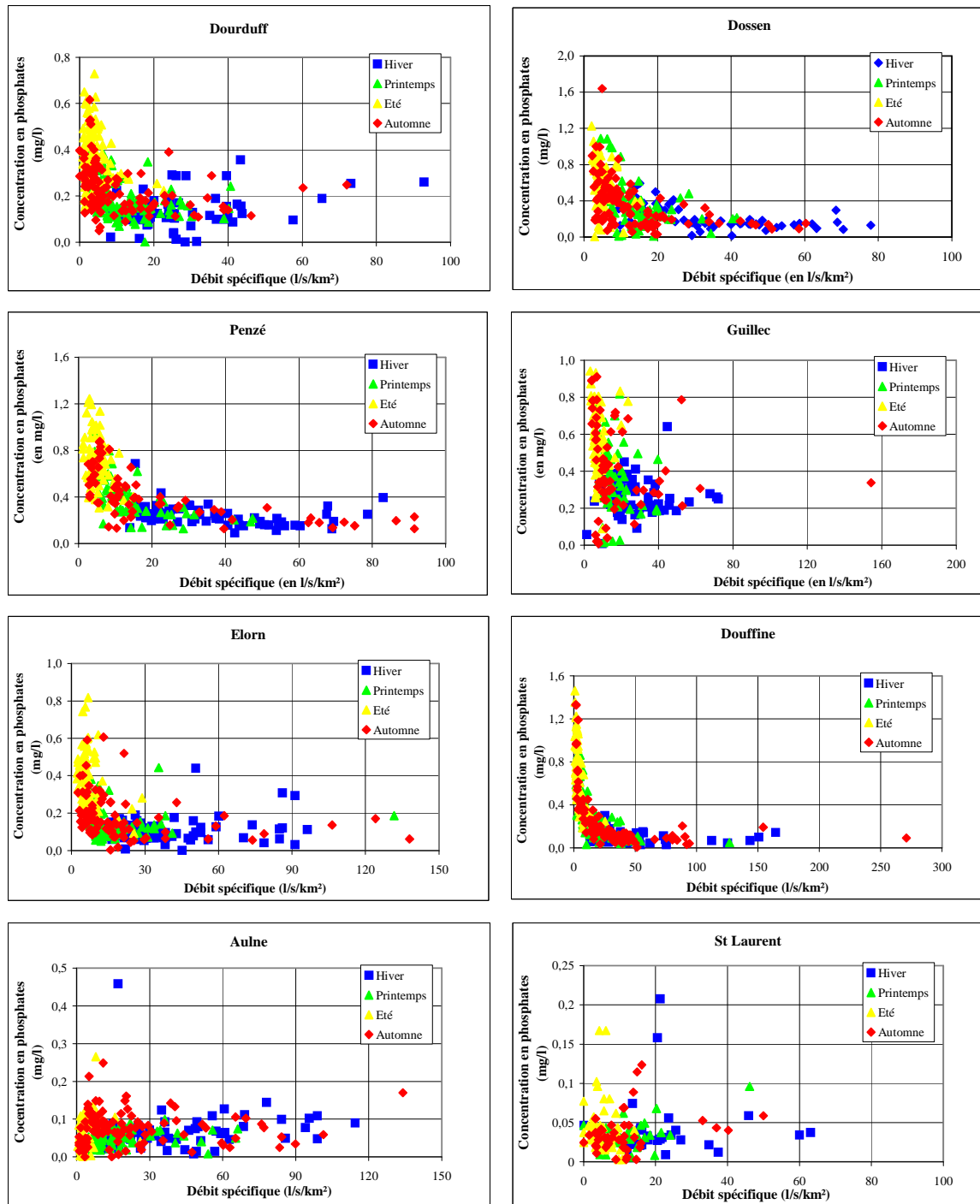


Figure 31. Réseau ECOFLUX : Diagrammes caractéristiques $C=f(Q_{spé})$ pour les concentrations en phosphates

III.3.2. FLUX DE PHOSPHATES

III.3.2.1 Flux moyens annuels et évolution

Le tableau X et la figure 32 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	2006-07
Dourduff	1,8	4,1	1,6	1,4	1,5	0,9	0,9	1,4
Dossen	3,5	4,2	2,8	9,1	8,5	9,2	10,5	11,4
Penzé	/	18,1	12,6	13,4	10,6	9,1	7,1	8,0
Guillec	3,9	6,8	2,3	4,4	/	2,7	4,2	5,1
Quillimadec	/	/	/	/				4,8
Elorn	9,7	13,3	7,1	8,8	6,8	8,8	8,8	7,3
Douffine	9,2	8,1	6,2	6,7	4,7	3,9	3,3	3,7
Aulne	31,2	38,1	26,3	26,4	20,3	10,6	19,6	34,0
Saint Laurent	/	/	/	0,3	0,3	0,1	0,4	0,2

	Flux spécifique de phosphates (tP/km²/an) année hydrologique							
	1998-99	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07
Dourduff	0,024	0,055	0,021	0,019	0,019	0,012	0,012	0,019
Dossen	0,015	0,018	0,012	0,039	0,036	0,039	0,045	0,049
Penzé	/	0,088	0,061	0,065	0,052	0,044	0,035	0,039
Guillec	0,052	0,092	0,031	0,059	/	0,036	0,057	0,069
Quillimadec	/	/	/	/				0,047
Elorn	0,034	0,047	0,025	0,031	0,024	0,031	0,031	0,026
Douffine	0,052	0,046	0,035	0,038	0,027	0,022	0,018	0,021
Aulne	0,017	0,021	0,015	0,015	0,011	0,006	0,011	0,019
Saint Laurent	/	/	/	0,009	0,007	0,003	0,011	0,005

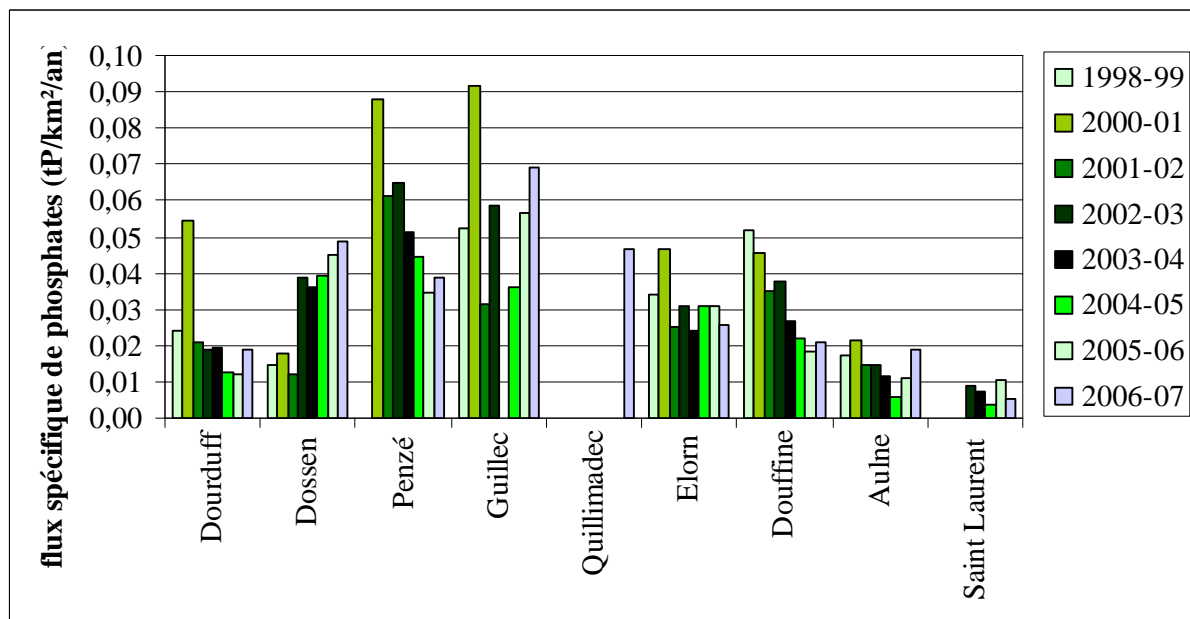


Figure 32. Réseau ECOFLUX : Comparaison des flux spécifiques estimés pour neuf cours d'eau

Qualitativement, ce sont le Dossen, le Guillec et la Penzé qui présente les flux spécifiques les plus importants en phosphate. En général, en 2007, les flux spécifiques ont eu tendance à augmenter malgré la baisse des concentrations ; excepté pour l'Elorn et le St Laurent. La pluviométrie a été en 2006-2007 très importante entraînant beaucoup d'apports en 2007.

III.3.2.2 Variations des flux

La figure 33 expose les variations mensuelles des flux de phosphates pour huit rivières dont on dispose des mesures de débits ; ceux du Quillimadec sont dans l'annexe XI.

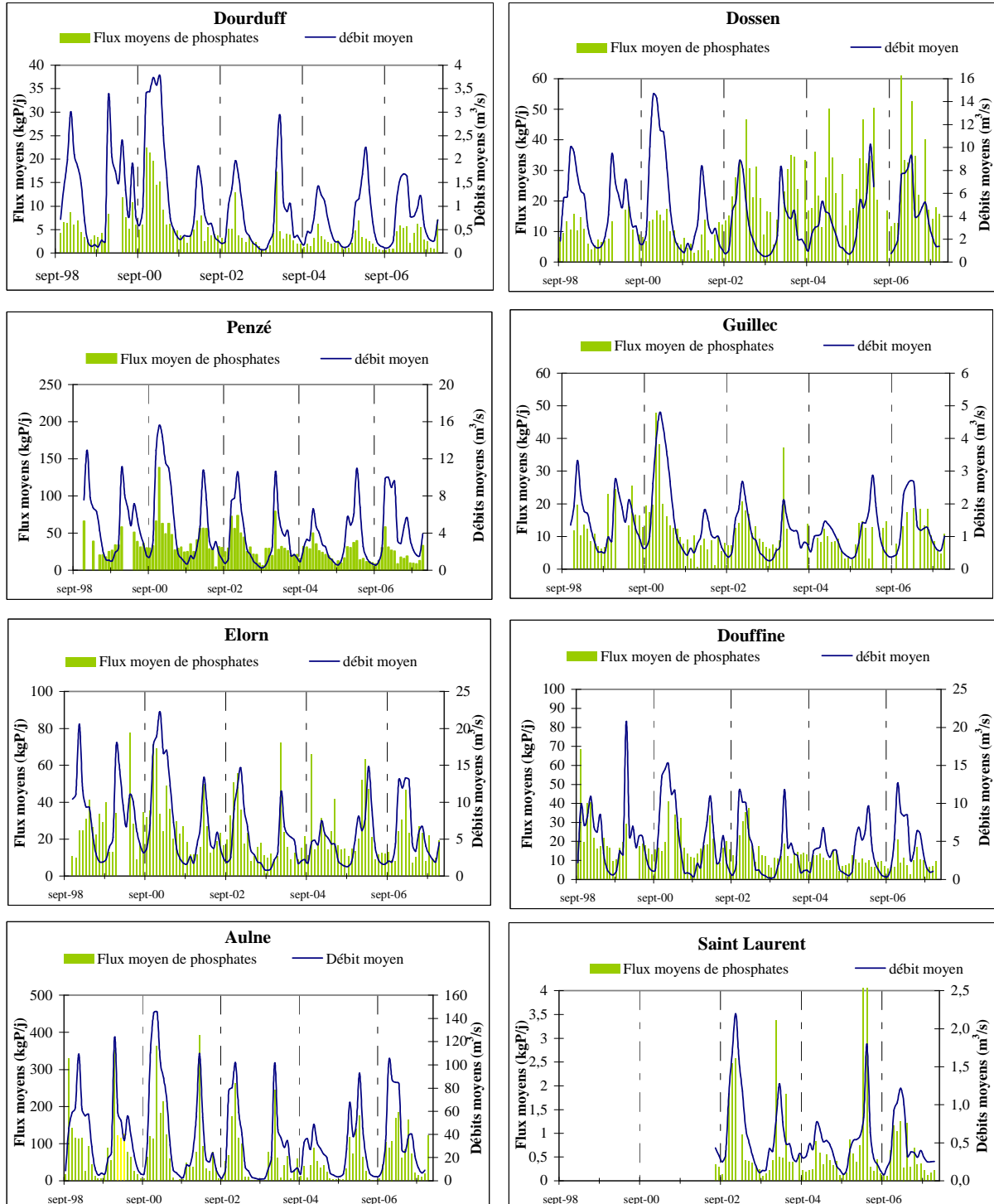


Figure 33. Réseau ECOFLUX : Flux moyens mensuels de phosphates et débits moyens mensuels au cours de la période d'étude.

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. L'effet dilution est, toutefois, très perceptible.

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 34). 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.

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.

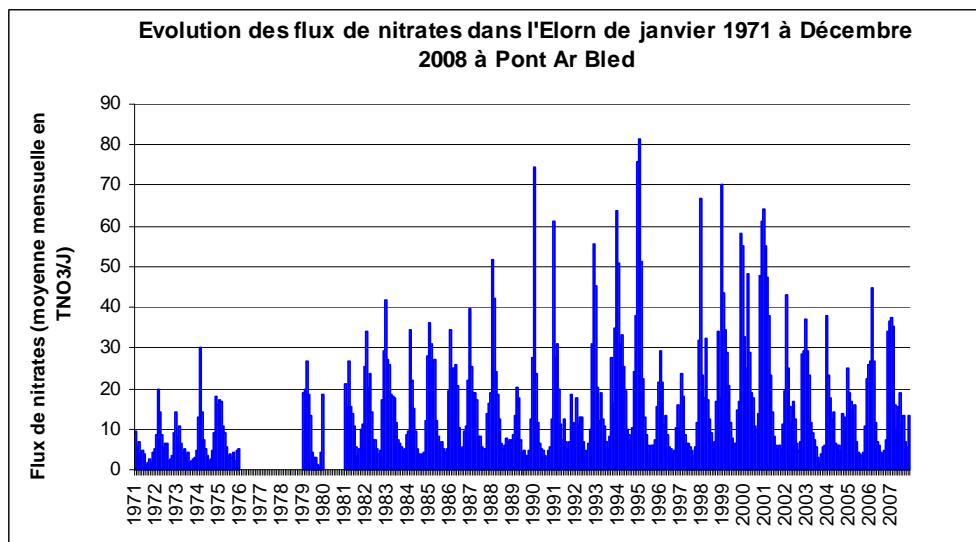


Figure 34. Réseau ECOFLUX : Variabilité des flux de nitrates de 1971 à 2007 (sources : DIREN, DDE, CEO, LEMAR, ECOFLUX)

A noter que les données ECOFLUX et les données de l'usine d'eau potable de « Pont ar bled » sur l'Elorn donne les même résultats sur les nitrates. Ceci montre la rigueur

qualitative existante sur le réseau en terme de protocole de prélèvement et d'analyse (figure 35).

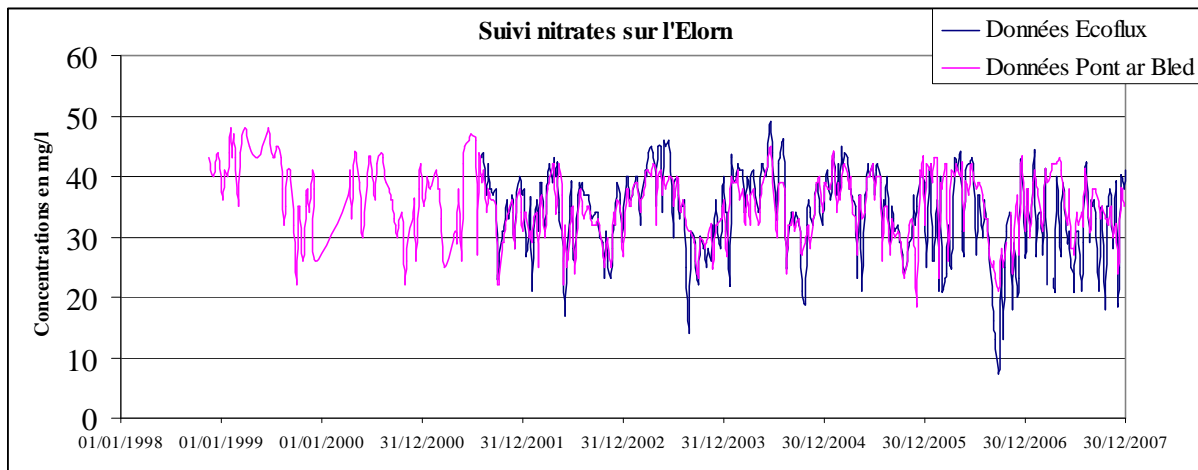


Figure 35. Réseau ECOFLUX : Suivi comparatif de l'évolution des concentrations de nitrates sur l'Elorn.

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 XII afin de valoriser le travail fourni par le réseau ECOFLUX et aussi de suivre l'utilisation faite des résultats étudiés. Ces demandes augmentent d'ailleurs chaque année pour passer de 9 en 2004 à 29 en 2007. Ces chiffres illustrent l'intérêt des différents acteurs de la qualité de l'eau afin d'obtenir des données du réseau ECOFLUX.

P. AUROUSSEAU (2004) a, par exemple, 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 (figure 36).

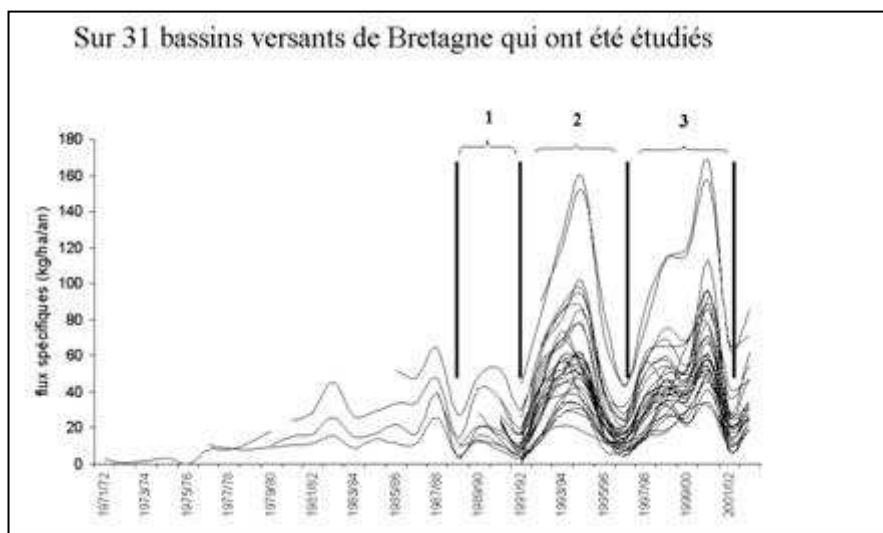


Figure 36. Evolution des flux spécifiques de nitrates de 31 bassins versants bretons (source : P. Arousseau - ENSAR, 2004)

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 à d'autres réseaux de Bretagne et de France ont mis 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 Guissey. 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 37).

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.

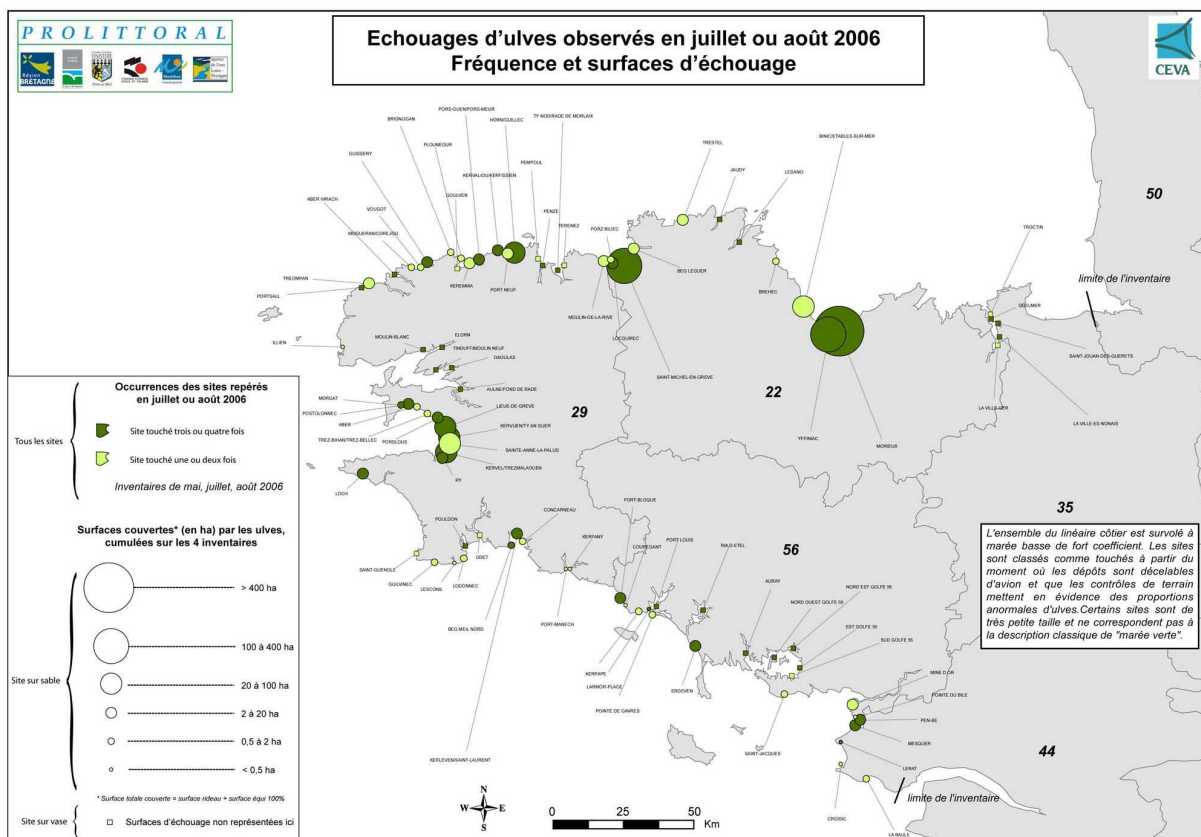


Figure 37. Localisation géographique des marées vertes en Bretagne en 2006 (site internet n°1)

Par exemple, sur la plage de Saint Efflam avec une étude d'IFREMER (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.

A ce titre, pour l'année 2008, le réseau ECOFLUX va donc continuer son action pédagogique dans le cadre du projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » avec l'intention de créer un site internet. En plus du suivi sur treize bassins versants du Finistère, le réseau va peut-être participer à deux projets :

- « *Suivi biologique et chimique de la Qualité des eaux de l'Odet (des bassins versants à l'estuaire)* » - Collaboration CEMPAMA-ECOFLEX
- « *Actualisation de l'évolution de la qualité des eaux en nitrate dans les bassins versants bretons* » - en collaboration avec le CSEB.

ANNEXES :

- ✓ Annexe I : objectifs de la DCE en 2015.
- ✓ Annexe II : protocole de prélèvement.
- ✓ Annexe III : localisation des établissements scolaires du Réseau ECOFLUX
- ✓ Annexe IV : articles de journaux.
- ✓ Annexe V : résultats pour les 13 rivières suivies depuis janvier 2007.
- ✓ Annexe VI : classifications des rivières en bassin versant (selon le BRGM).
- ✓ Annexe VII : bibliographie ECOFLUX.
- ✓ Annexe VIII : fiche technique sur les sels nutritifs et les matériels et méthodes utilisées pour les analyses.
- ✓ Annexe IX : tests statistiques.
- ✓ Annexe X : la SEQ-Eau.
- ✓ Annexe XI : variations mensuelles des flux du Quillimadec.
- ✓ Annexe XII : recensement et utilisation des données du réseau ECOFLUX.

ANNEXE I

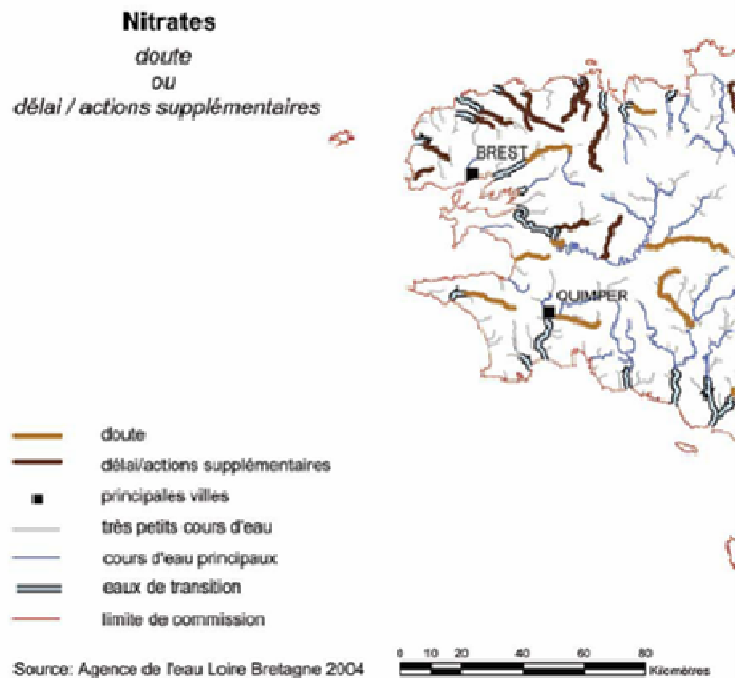
Objectifs de la DCE en 2015 (en rapport avec ECOFLUX).

L'évaluation est fondée sur trois approches parallèles :

- la biologie, avec en complément les données physico-chimiques et hydromorphologiques,
- les nitrates avec un seuil de 40 mg/l,
- les micropolluants, incluant notamment les pesticides, avec des seuils qui préfigurent les normes de qualité environnementales (NOE) qui seront définies à l'échelle européenne.



Bretagne Bretagne - Bassin Loire-Bretagne - 1 décembre 2004



*Figure 1 : Objectifs selon les trois approches.
(Site internet n°2)*

*Figure 2 : Objectifs selon l'approche nitrates.
(Site internet n°2)*

ANNEXE II

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.

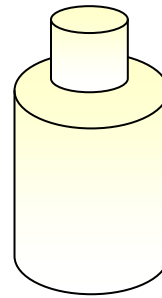
RECOMMANDATIONS GENERALES

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

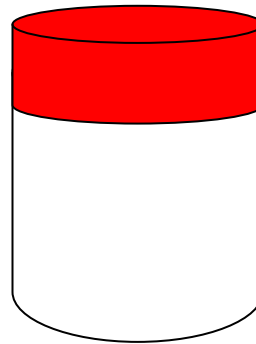
- Remplir entièrement
- Placer au frigo
- A conserver jusqu'à ce que je passe.



60 ml en plastique

NITRATES

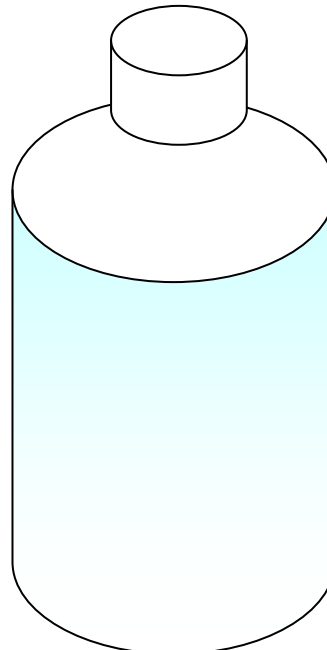
- Remplir à moitié
- Placer au congélateur
- A conserver jusqu'à ce que je passe.



60 ml en plastique

PHOSPHATES

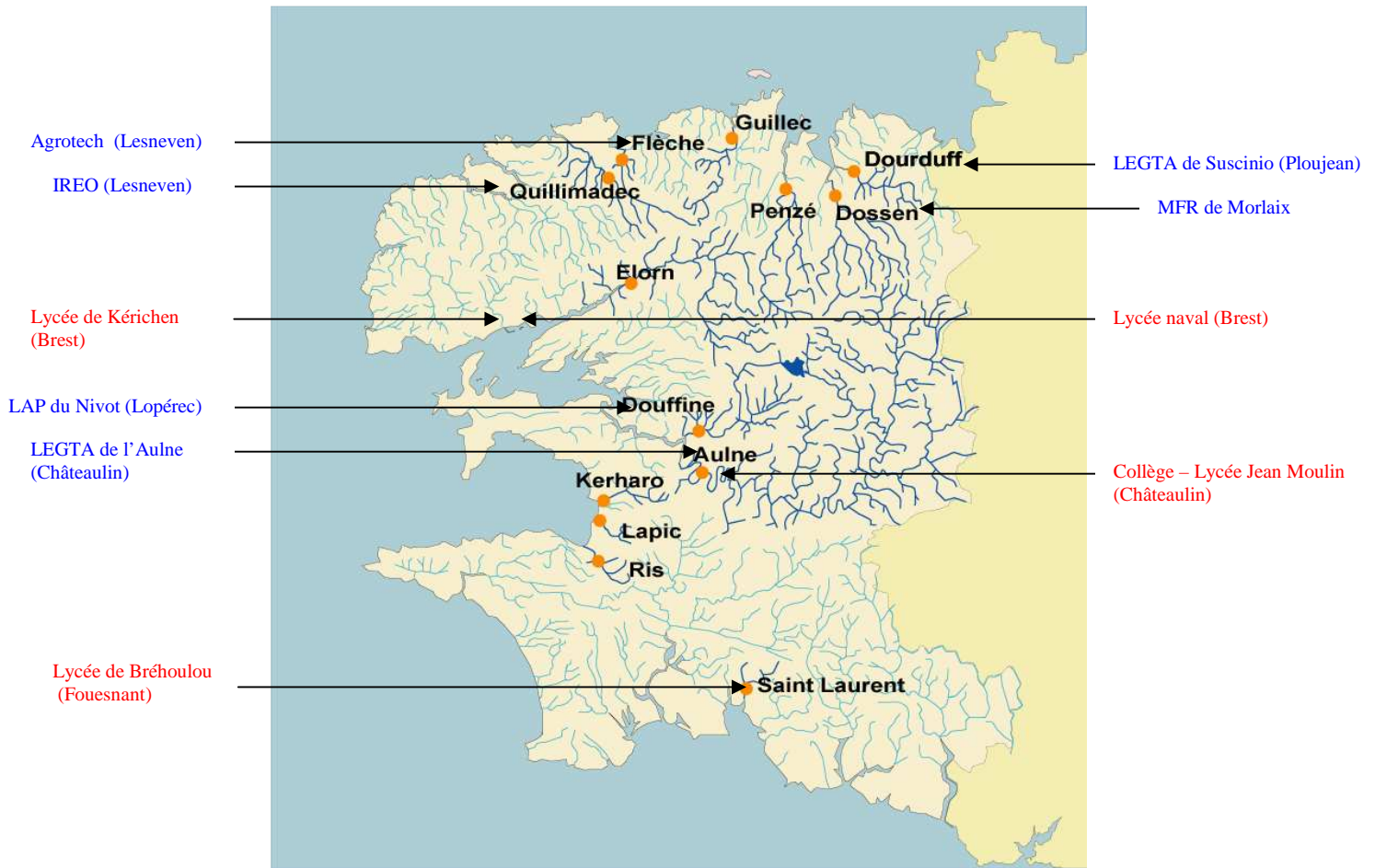
- Remplir à moitié
- Placer au congélateur
- A conserver jusqu'à ce que je passe.



250 ml en verre

ANNEXE III

Localisation des établissements scolaires du Réseau ECOFLUX



Légende :

- Etablissements du projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » + prélèvements
- Etablissements du projet « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau » (uniquement)

ANNEXE IV
Articles de journaux

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

www.science-ethique.org

www.rade-brest.fr

ANNEXE V

Résultats par rivières depuis janvier 2007

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)
04/01/2007	39	12,9	0,040	0,122	1,167	3,931	1,301	12,346
08/01/2007	31	12,5	0,060	0,186	1,750	4,687	1,887	28,186
15/01/2007	30	13,0			1,127	2,920	1,266	
22/01/2007	35	12,3	0,038	0,119	2,200	6,653	2,333	22,596
29/01/2007	49	12,5	0,025	0,077	1,600	6,774	1,722	10,706
05/02/2007	44	13,0	0,029	0,089	1,170	4,448	1,315	9,013
16/02/2007		11,6	0,036	0,111	2,033		2,037	19,585
20/02/2007	43		0,033	0,103	1,593	5,920		14,196
26/02/2007		11,9	0,051	0,157	1,717		1,766	23,241
05/03/2007	32	11,0	0,047	0,145	2,233	6,175	2,113	27,906
12/03/2007	30	11,5	0,029	0,090	1,642	4,255	1,630	12,738
19/03/2007	27	10,0	0,044	0,137	1,750	4,082	1,507	20,696
26/03/2007	38	12,4	0,029	0,088	1,192	3,912	1,279	9,090
04/04/2007	39	11,8	0,030	0,094				
15/04/2007	38	12,3	0,028	0,086				
16/04/2007	29	12,3	0,032	0,098	0,742	1,858	0,786	6,290
23/04/2007	42	12,2	0,037	0,115	0,548	1,990	0,577	5,428
30/04/2007	41	12,8	0,042	0,130	0,703	2,491	0,776	7,904
09/05/2007	8	13,3	0,058	0,179	0,582	0,402	0,669	9,006
14/05/2007	22	11,7	0,070	0,217	1,275	2,424	1,287	23,880
21/05/2007	32	12,4	0,050	0,154	0,878	2,428	0,941	11,703
29/05/2007	13	12,6	0,042	0,131	0,678	0,762	0,740	7,695
04/06/2007	26	12,2	0,068	0,210	1,067	2,396	1,124	19,321
11/06/2007	37	12,8	0,048	0,149	0,623	1,993	0,689	8,005
18/06/2007	27	13,0	0,050	0,154	0,835	1,948	0,935	11,126
25/06/2007	22	12,0	0,055	0,171	2,583	4,910	2,672	38,272
13/07/2007	37	13,9	0,087	0,269	0,708	2,264	0,848	16,488
25/07/2007	37		0,045	0,139	1,418	4,534		16,982
02/08/2007	29	14,2	0,040	0,123	0,835	2,092	1,027	8,870
03/09/2007	41	14,6	0,048	0,148	0,402	1,423	0,506	5,126
10/09/2007	38	14,3	0,046	0,142	0,343	1,127	0,425	4,219
17/09/2007	38	13,8	0,068	0,211	0,560	1,839	0,667	10,190
24/09/2007	17	12,7	0,074	0,228	0,573	0,842	0,631	11,290
01/10/2007	40	14,6	0,045	0,139	0,322	1,112	0,407	3,873
09/10/2007	40	15,0	0,048	0,149	0,290	1,002	0,375	3,723
15/10/2007	41	14,8	0,046	0,141	0,265	0,939	0,339	3,230
22/10/2007	44	14,9	0,043	0,133	0,242	0,919	0,312	2,773
12/11/2007	41	14,9	0,044	0,138	0,215	0,762	0,276	2,557
19/11/2007	35	14,3	0,042	0,130	0,315	0,953	0,389	3,547
26/11/2007	31	14,1	0,040	0,125	0,278	0,745	0,340	3,005
03/12/2007	17	12,7	0,100	0,309	1,277	1,875	1,399	34,107
10/12/2007	17	12,1	0,075	0,232	1,412	2,073	1,478	28,328
17/12/2007	36	14,3	0,032	0,099	0,517	1,607	0,639	4,414

Dossen

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO 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)
05/01/2007	27	11,3	0,051	0,158	6,013	14,028	5,884	82,062
11/01/2007	28	12,0	0,047	0,146	6,993	16,918	7,271	88,014
19/01/2007	30	12,6	0,048	0,147	9,460	24,520	10,318	120,494
26/01/2007	27	11,5	0,055	0,170	8,340	19,455	8,311	122,726
02/02/2007	28	11,6	0,052	0,161	6,472	15,657	6,506	90,288
08/02/2007	28	12,3	0,073	0,226	5,958	14,414	6,317	116,372
12/02/2007	31	10,5	0,032	0,098	11,316	30,308	10,247	95,370
01/03/2007	28	9,6	0,070	0,217	13,578	32,848	11,209	254,307
01/03/2007		6,2	0,051	0,157	13,578		7,293	183,827
08/03/2007	29		0,066	0,204	13,948	34,948		246,310
15/03/2007	24	6,2	0,078	0,242	7,976	16,540	4,284	166,467
22/03/2007	30	8,7	0,066	0,204	6,806	17,641	5,106	120,187
28/03/2007	31	11,6	0,068	0,211	4,931	13,208	4,939	89,724
29/03/2007	31	8,5	0,062	0,192	4,822	12,916	3,546	79,864
09/04/2007			0,126	0,390	3,836			129,327
11/04/2007	27	11,3			3,711	8,657	3,631	
20/04/2007	21	12,2	0,108	0,334	3,275	5,943	3,467	94,647
26/04/2007	28	12,2	0,106	0,328	3,472	8,398	3,673	98,459
04/05/2007	27	12,4	0,079	0,245	3,096	7,221	3,310	65,433
08/05/2007		8,5			3,225		2,367	
10/05/2007	30,0	12,9	0,091	0,282	2,906	7,532	3,229	70,912
06/07/2007	25,0	11,3	0,113	0,350	5,219	11,273	5,087	157,792
13/07/2007	23,0	11,6	0,066	0,204	3,882	7,714	3,880	68,549
20/07/2007	27,0	12,5	0,102	0,316	6,494	15,149	7,035	177,227
28/07/2007	28,0	13,4	0,066	0,204	5,368	12,987	6,236	94,798
17/08/2007	29,0	13,2	0,078	0,242	2,901	7,270	3,298	60,553
25/08/2007	28,0	13,7	0,055	0,170	3,050	7,379	3,620	44,883
07/09/2007	24,0	12,5	0,091	0,281	2,287	4,743	2,475	55,457
14/09/2007	27,0	14,0	0,083	0,258	2,032	4,741	2,459	45,314
21/09/2007	26,0	14,8	0,073	0,226	1,817	4,081	2,322	35,402
28/09/2007	25,0	16,1	0,081	0,250	1,808	3,906	2,508	39,046
05/10/2007	23,0	12,4	0,147	0,454	1,575	3,130	1,682	61,840
12/10/2007	25,0	12,4	0,136	0,421	1,440	3,109	1,540	52,407
19/10/2007	24,0	12,6	0,165	0,511	1,297	2,690	1,415	57,286
26/10/2007	24,0	12,5	0,156	0,484	1,188	2,464	1,279	49,655
02/11/2007	24,0	12,8	0,153	0,475	1,190	2,467	1,314	48,769
09/11/2007	24,0	12,4	0,162	0,501	1,132	2,347	1,217	48,991

Penzé

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)
03/01/2007	52	11,5	0,037	0,115	7,451	33,476	7,407	74,209
14/01/2007	48	11,4	0,026	0,081	9,423	39,081	9,264	65,990
17/01/2007	43	10,4	0,047	0,144	10,607	39,406	9,537	132,048
25/01/2007	52	11,9	0,033	0,104	12,462	55,990	12,794	111,512
01/02/2007	59	12,1	0,035	0,109	7,495	38,206	7,841	70,563
18/02/2007	41	10,1	0,033	0,102	10,709	37,936	9,384	94,556
03/03/2007	44	8,6	0,039	0,121	12,199	46,377	9,038	127,298
12/03/2007	44	11,5	0,027	0,083	11,746	44,655	11,674	84,085
14/03/2007		2,3			9,993		1,988	
21/03/2007	49	8,3	0,016	0,050	6,311	26,720	4,527	27,019
02/04/2007	53	11,7	0,037	0,114	4,398	20,137	4,447	43,456
07/04/2007	46	11,2	0,038	0,116	3,463	13,762	3,351	34,742
13/04/2007	50	11,3	0,007	0,022	3,360	14,516	3,269	6,275
27/04/2007	41	10,5	0,029	0,090	2,630	9,316	2,391	20,405
10/05/2007	34	4,0	0,088	0,272	2,060	6,051	0,713	48,393
15/05/2007	36	7,4	0,074	0,228	3,170	9,861	2,029	62,432
24/05/2007	44	9,2			2,191	8,331	1,745	
30/05/2007	39	4,6	0,055	0,169	3,433	11,569	1,355	50,249
06/06/2007	39	6,1	0,052	0,161	3,156	10,634	1,658	43,873
14/06/2007	43	6,5			2,747	10,204	1,554	0,000
18/06/2007	31	4,0	0,053	0,164	3,755	10,057	1,299	53,346
06/07/2007	32	11,3	0,033	0,102	6,370	17,612	6,231	56,243
10/07/2007	34	11,4	0,034	0,104	5,829	17,124	5,750	52,562
20/07/2007	30	11,0	0,036	0,111	6,063	15,716	5,780	58,239
23/07/2007	21	11,8	0,037	0,116	6,823	12,379	6,927	68,165
08/08/2007	43	12,4	0,030	0,093	3,170	11,779	3,390	25,355
21/08/2007	28		0,035	0,109	4,149	10,038		39,138
31/08/2007	42	7,3	0,036	0,112	2,498	9,066	1,576	24,150
18/09/2007	35		0,057	0,177	2,513	7,599		38,324
28/09/2007	44	15,6	0,037	0,115	1,929	7,331	2,595	19,243
05/10/2007	49		0,051	0,157	1,739	7,360		23,530
10/10/2007	47	13,4	0,051	0,158	1,739	7,060	2,020	23,805
31/10/2007	44	13,7	0,079	0,244	1,534	5,832	1,812	32,296
05/11/2007	52	13,9	0,103	0,320	1,366	6,137	1,642	37,732
15/11/2007	49	13,9	0,117	0,361	1,315	5,567	1,579	41,003
20/11/2007	28		0,064	0,198	1,812	4,383		31,022
26/11/2007	42	13,7	0,118	0,365	1,578	5,726	1,861	49,817
05/12/2007	27	11,1	0,113	0,350	4,281	9,986	4,114	129,425
10/12/2007	31	11,1	0,054	0,167	5,245	14,048	5,008	75,781

Guillec

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)
05/01/2007	73	14,4	0,104	0,323	1,927	12,157	2,395	53,840
14/03/2007	83	12,6	0,089	0,276	2,409	17,278	2,627	57,373
19/03/2007	70	10,7	0,083	0,257	2,616	15,820	2,411	58,091
15/05/2007		9,9	0,135	0,417	1,105		0,945	39,848
24/05/2007	102	14,7	0,253	0,785	0,890	7,841	1,129	60,323
30/05/2007	76	8,9	0,193	0,597	1,339	8,792	1,026	69,032
13/06/2007	87	11,3	0,140	0,435	0,855	6,429	0,833	32,141
19/06/2007	67	14,3	0,139	0,430	1,022	5,917	1,266	38,018
22/06/2007	67	9,5	0,166	0,513	1,306	7,561	1,072	57,875
29/06/2007	83	15,2	0,120	0,373	1,175	8,429	1,541	37,833
06/07/2007	70	15,0	0,108	0,336	1,212	7,327	1,565	35,162
20/07/2007	71	15,5	0,160	0,496	1,134	6,957	1,521	48,617
23/07/2007		14,1	0,196	0,608	1,650		2,017	86,642
08/08/2007	87	15,3	0,120	0,372	0,909	6,830	1,203	29,213
21/08/2007	49		0,139	0,429	1,201	5,085		44,573
27/08/2007	83		0,094	0,291	0,836	5,998		20,994
13/09/2007	89	17,7	0,202	0,626	0,664	5,108	1,015	35,903
28/09/2007	76	15,1	0,097	0,301	0,645	4,238	0,841	16,803
01/10/2007	90	17,6	0,100	0,310	0,649	5,045	0,988	17,359
05/10/2007	85	15,8	0,089	0,277	0,589	4,322	0,801	14,068
09/10/2007	55	15,5	0,119	0,369	0,587	2,789	0,788	18,717
29/10/2007	58	15,4	0,104	0,321	0,642	3,217	0,855	17,781
05/11/2007	84	16,0	0,085	0,262	0,497	3,610	0,686	11,258
15/11/2007	82	16,0	0,104	0,323	0,466	3,304	0,646	13,030
22/11/2007	64	15,7	0,091	0,282	0,700	3,873	0,948	17,054
26/11/2007	41	16,0	0,113	0,350	0,566	2,006	0,783	17,118
05/12/2007	64	15,7	0,110	0,341	1,423	7,870	1,928	41,888
10/12/2007		14,9	0,091	0,282	0,993		1,275	24,177

Flèche

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4---/l)
10/01/2007	36	13,2		
17/01/2007	42	12,3	0,020	0,062
23/01/2007	21	7,5	0,149	0,463
30/01/2007	59	15,0	0,061	0,189
06/02/2007	70	15,4		
16/02/2007	50	13,1	0,087	0,269
23/02/2007	46	12,3	0,106	0,328
27/02/2007	57	13,2	0,081	0,251
03/03/2007	25	8,2	0,133	0,410
13/03/2007	40	14,0	0,054	0,168
23/03/2007	40	12,8	0,060	0,186
27/03/2007	28	13,9	0,047	0,147
06/04/2007	70	13,6	0,045	0,139
19/04/2007	71	11,2	0,030	0,093
08/05/2007	69	14,1	0,017	0,053
20/05/2007	72	15,4	0,060	0,187
06/06/2007	66	15,8	0,079	0,245
24/06/2007	34	12,6	0,255	0,790
02/07/2007	46	15,2	0,188	0,582
13/07/2007	62	16,2	0,081	0,250
01/08/2007	53	16,5	0,108	0,334
10/08/2007	67	16,6	0,058	0,181
30/08/2007	70	16,6	0,078	0,241
20/09/2007	71	17,3	0,069	0,214
01/10/2007	72	17,2	0,076	0,236
14/11/2007	70	16,7	0,048	0,148
23/11/2007	43	15,5	0,112	0,347
28/11/2007	65	16,7	0,098	0,304
05/12/2007	42	15,1	0,113	0,350
12/12/2007		16,6	0,062	0,191
19/12/2007		16,9	0,038	0,117

Quillimadec

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)
12/01/2007	48	15,6	0,116	0,359	1,869	7,750	2,527	57,999
02/02/2007	55	16,4	0,092	0,285	1,531	7,275	2,167	37,685
09/02/2007	49	15,4	0,099	0,305	1,686	7,139	2,240	44,481
14/02/2007	23	6,0	0,122	0,377	2,692	5,280	1,389	87,619
21/02/2007	51	13,4	0,071	0,219	1,961	8,639	2,277	37,074
15/03/2007	58	15,9	0,061	0,189	1,569	7,864	2,160	25,601
21/03/2007	45	14,3	0,060	0,185	1,628	6,331	2,013	26,033
23/03/2007	50	15,1	0,063	0,195	1,658	7,164	2,163	27,993
30/03/2007		14,7	0,035	0,108	1,331		1,688	12,468
30/03/2007	54	14,4	0,058	0,181	1,331	6,212	1,655	20,791
06/04/2007	61	14,6	0,041	0,127	1,185	6,247	1,499	13,021
13/04/2007	56		0,028	0,085	1,124	5,439		8,292
20/04/2007	58	12,1	0,015	0,045	1,058	5,302	1,105	4,151
25/04/2007	62	13,1	0,017	0,053	1,081	5,791	1,219	4,920
03/05/2007	58	15,6	0,062	0,193	1,134	5,681	1,529	18,859
25/05/2007	62	15,4	0,476	1,475	0,960	5,140	1,274	122,261
01/06/2007	41	12,3	0,382	1,184	1,783	6,315	1,899	182,292
08/06/2007	58	15,9	0,493	1,525	0,934	4,678	1,282	123,045
15/06/2007	45	16,0	0,130	0,403	1,007	3,917	1,392	35,058
21/06/2007	48	17,4	0,089	0,275	1,022	4,240	1,533	24,261
27/06/2007	63	17,0	0,097	0,301	1,348	7,336	1,978	35,046
06/07/2007	39	16,9	0,151	0,468	1,150	3,875	1,683	46,457
13/07/2007	49	17,7	0,090	0,277	1,043	4,414	1,591	24,967
20/07/2007	48	17,7	0,091	0,282	1,031	4,277	1,576	25,110
24/07/2007	42	16,8	0,134	0,414	1,230	4,465	1,790	44,005
03/08/2007	51	18,1	0,072	0,223	0,928	4,090	1,453	17,881
10/08/2007	58	17,7	0,063	0,194	0,759	3,801	1,158	12,692
17/08/2007	50	17,8	0,074	0,230	0,964	4,165	1,480	19,163
23/08/2007	45	18,1	0,089	0,275	0,948	3,685	1,480	22,537
30/08/2007	51	18,3	0,081	0,251	0,811	3,573	1,282	17,574
07/09/2007	50	18,3	0,066	0,206	0,715	3,089	1,133	12,710
14/09/2007	49	18,5	0,063	0,194	0,671	2,842	1,074	11,251
15/10/2007	63	17,7	0,073	0,227				
25/10/2007	62	18,0	0,064	0,199				
09/11/2007	66	18,0	0,072	0,222				
16/11/2007	67	17,9	0,070	0,215				
07/12/2007	18	12,8	0,197	0,609				
11/12/2007	48	17,2	0,103	0,319				
12/12/2007	50	17,8	0,046	0,144				
20/12/2007	55	18,3	0,068	0,209				

Elorn

Date	Nitrates Réseau (mg/l)	Nitrates CUB (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)
07/01/2007	31	38	8,2	0,035	0,107	8,440	27,710	5,984	78,077
12/01/2007	38	38	9,3	0,030	0,093	11,180	36,706	9,012	90,277
19/01/2007	31	30	8,0	0,034	0,105	16,830	43,623	11,686	153,053
27/01/2007	40	39	9,2	0,018	0,057	11,180	37,672	8,869	55,218
04/02/2007	44	41	10,0	0,048	0,149	8,440	29,898	7,282	108,394
10/02/2007	27	39	8,3	0,081	0,249	13,000	43,805	9,336	280,205
18/02/2007	33	38	8,8	0,032	0,100	12,740	41,828	9,731	109,841
26/02/2007	34	33	8,6	0,024	0,076	11,960	34,100	8,888	78,291
02/03/2007	27	31	7,6	0,023	0,072	14,160	37,926	9,242	88,171
09/03/2007	32	34	8,1	0,022	0,068	19,000	55,814	13,341	112,242
16/03/2007	41	41	9,7	0,020	0,062	9,360	33,157	7,821	50,063
23/03/2007	22	39	9,3	0,033	0,102	8,880	29,922	7,100	78,406
31/03/2007		40	9,8	0,022	0,067	5,930	20,494	5,023	34,144
07/04/2007	44	42	9,7	0,020	0,061	5,050	18,325	4,239	26,719
14/04/2007	23	42	9,3	0,025	0,077	4,530	16,438	3,644	30,301
20/04/2007	21	42	8,1	0,009	0,028	3,890	14,116	2,727	9,383
27/04/2007	40	42	8,9	0,025	0,077	3,730	13,535	2,877	24,950
05/05/2007	29	43	10,3	0,023	0,072	2,670	9,920	2,373	16,620
13/05/2007	27	41	9,5	0,049	0,152	3,420	12,115	2,792	44,838
20/05/2007	39	39	10,6	0,051	0,158	2,540	8,559	2,331	34,660
03/06/2007	29	32	8,2	0,053	0,164	3,270	9,041	2,316	46,371
10/06/2007	31	38	9,6	0,035	0,108	3,110	10,211	2,576	29,124
17/06/2007	25	28	8,1	0,049	0,152	5,400	13,064	3,794	70,797
24/06/2007	24	28	6,7	0,040	0,124	9,100	22,015	5,247	97,392
27/06/2007	21	27	8,2	0,066	0,204	9,880	23,048	7,013	174,471
01/07/2007	30	30	6,0	0,042	0,130	9,620	24,935	4,968	108,105
08/07/2007	31	34	9,0	0,029	0,088	6,290	18,478	4,912	47,964
16/07/2007	31	32	9,9	0,032	0,100	5,400	14,930	4,603	46,524
23/07/2007	21	34	9,0	0,056	0,174	6,670	19,594	5,179	100,475
30/07/2007	29	32	9,6	0,035	0,108	5,750	15,898	4,789	53,693
06/08/2007	39	41	10,0	0,023	0,070	3,730	13,213	3,237	22,595
13/08/2007	42	39	10,0	0,023	0,070	2,960	9,974	2,568	17,930
20/08/2007	29	31	9,4	0,030	0,092	4,530	12,133	3,684	36,034
27/08/2007	36	33	9,4	0,025	0,076	3,420	9,751	2,770	22,450
03/09/2007	35	38	9,8	0,023	0,072	3,110	10,211	2,629	19,215
10/09/2007	36	38	9,6	0,036	0,110	2,800	9,193	2,329	26,598
17/09/2007	33	38	9,8	0,045	0,139	2,540	8,339	2,146	30,582
24/09/2007	21	35	8,2	0,089	0,274	8,220	24,857	5,816	194,891
01/10/2007	34	33	10,1	0,036	0,111	2,410	6,871	2,099	23,160
08/10/2007	35	35	10,1	0,040	0,124	2,280	6,895	1,984	24,425
17/10/2007	18	33	9,3	0,063	0,195	2,800	7,983	2,257	47,199
22/10/2007	35	33	9,9	0,041	0,128	2,040	5,816	1,748	22,496
30/10/2007	35	32	10,0	0,056	0,173	2,150	5,944	1,863	32,177
06/11/2007	38	34	9,9	0,059	0,181	1,930	5,670	1,651	30,253
12/11/2007	37	35	9,7	0,057	0,178	1,820	5,504	1,521	27,955
19/11/2007	28	30	9,4	0,048	0,150	2,540	6,584	2,073	32,943
26/11/2007	39	32	10,7	0,604		1,710	4,728	1,584	
03/12/2007	19	24	9,4	0,063	0,195	5,400	11,197	4,397	91,005
10/12/2007	25	27	8,1	0,035	0,108	7,240	16,889	5,036	67,474
17/12/2007	40	38	9,2	0,025	0,076	3,890	12,772	3,095	25,679
26/12/2007	38	35	9,8	0,048	0,148	4,040	12,217	3,420	51,770

Douffine

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO 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)
04/01/2007	25	5,8	0,013	0,042	7,362	15,902	3,696	26,550
12/01/2007	27	5,9			8,606	20,077	4,354	
17/01/2007	26	5,8			9,299	20,889	4,676	
22/01/2007	28	5,6	0,010	0,032	10,056	24,327	4,887	27,592
31/01/2007	27	5,9	0,017	0,051	5,823	13,584	2,962	25,863
06/02/2007		8,2			3,540		2,522	
15/02/2007	28	5,4	0,012	0,038	17,315	41,889	8,099	56,585
21/02/2007	25	5,5	0,008	0,024	6,926	14,960	3,307	14,551
13/03/2007		8,6			6,785		5,032	
15/03/2007	24	4,8	0,026	0,080	5,913	12,261	2,453	40,946
22/03/2007	21	4,6			4,617	8,378	1,840	
27/03/2007	21	4,4	0,005	0,016	3,360	6,097	1,269	4,706
05/04/2007	24	5,1	0,009	0,029	3,360	6,968	1,470	8,367
12/04/2007	22	5,0	0,013	0,041	2,693	5,120	1,162	9,640
20/04/2007	22	4,7	0,017	0,051	1,873	3,559	0,758	8,305
16/05/2007		5,2	0,029	0,090	5,977		2,706	46,377
23/05/2007		5,7	0,020	0,062	3,219		1,578	17,227
07/06/2007	20	5,6	0,027	0,084	3,861	6,671	1,864	27,890
16/06/2007	14	5,4	0,054	0,168	5,913	7,152	2,768	85,976
22/06/2007	11	4,9			7,503	7,131	3,172	
28/06/2007	24	5,7	0,019	0,060	9,017	18,697	4,435	46,522
06/07/2007	20	5,6	0,015	0,047	8,234	14,229	4,003	33,378
13/07/2007	21	6,0	0,024	0,074	4,989	9,053	2,567	32,039
21/07/2007	19	5,6	0,034	0,105	3,425	5,622	1,670	31,154
26/07/2007	14	6,0	0,022	0,069	5,592	6,764	2,883	33,561
01/08/2007	18	5,3	0,022	0,068	4,758	7,400	2,159	27,819
08/08/2007	19	5,7	0,030	0,092	2,924	4,801	1,438	23,246
14/08/2007	12	5,2	0,048	0,148	5,310	5,505	2,369	68,074
23/08/2007	18	5,9	0,020	0,060	3,912	6,084	1,993	20,410
29/08/2007	20	5,8	0,029	0,088	2,681	4,632	1,333	20,492
07/09/2007	20	6,0	0,045	0,140	1,693	2,926	0,873	20,528
23/09/2007	19				1,347	2,211		
27/09/2007	18	6,4	0,048	0,148	1,334	2,075	0,741	17,022
04/10/2007	19	6,5	0,074	0,230	1,050	1,724	0,591	20,851
11/10/2007	17	6,6	0,073	0,226	1,024	1,503	0,581	19,994
18/10/2007	16	6,3	0,075	0,233	0,981	1,356	0,538	19,786
03/11/2007	18	6,6	0,108	0,335	0,811	1,261	0,461	23,497
08/11/2007	18	6,6	0,083	0,257	0,763	1,187	0,436	16,948
22/11/2007	10	6,8	0,047	0,146	1,552	1,341	0,908	19,516
29/11/2007	14	6,3	0,049	0,152	1,975	2,389	1,068	25,896
07/12/2007	19	5,8	0,024	0,074	7,901	12,970	3,959	50,735
14/12/2007	31	4,8	0,006	0,019	6,310	16,902	2,631	10,131
20/12/2007	24	5,7			3,617	7,500	1,789	
30/12/2007	20	6,1	0,024	0,074				

Aulne

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO 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)
04/01/2007	33	5,5	0,019	0,059	105,997	302,220	50,551	536,088
09/01/2007	32	9,0	0,019	0,059	60,465	167,175	46,851	307,149
16/01/2007	37	9,0	0,012	0,037	64,272	205,464	49,837	206,360
23/01/2007	36	8,8	0,013	0,040	105,997	329,694	80,330	369,675
30/01/2007		9,0	0,015	0,046	60,465		46,849	242,673
06/02/2007	35		0,015	0,046	37,480	113,339		150,422
14/02/2007	27	1,2	0,021	0,065	166,902	389,349	17,555	937,787
24/02/2007	30	5,5	0,019	0,059	104,533	270,950	49,674	531,412
27/02/2007	33	8,0	0,017	0,052	104,387	297,628	71,950	471,088
06/03/2007	30	4,4	0,033	0,102	185,935	481,943	70,222	1641,714
13/03/2007	37		0,013	0,041	78,034	249,459		273,227
20/03/2007	35	5,7	0,016	0,049	58,562	177,092	28,755	246,058
27/03/2007	31		0,012	0,037	37,187	99,601		118,632
18/04/2007	28	5,7	0,065	0,201	21,814	52,773	10,741	379,384
24/04/2007	26	4,2	0,017	0,053	16,105	36,177	5,894	73,931
28/04/2007	26	4,2	0,015	0,046	18,593	41,768	6,681	74,623
29/04/2007		4,9	0,050	0,155	17,129		7,280	229,158
04/05/2007	21	7,1	0,009	0,027	16,544	30,017	10,169	38,617
10/05/2007	23	7,7	0,030	0,093	16,690	33,167	11,089	133,970
14/05/2007	20	7,5	0,050	0,155	57,684	99,677	37,481	771,696
22/05/2007	23	8,7	0,027	0,084	24,889	49,459	18,682	180,950
29/05/2007	27	8,4	0,019	0,058	36,455	85,042	26,409	182,392
04/06/2007	19	7,6	0,024	0,074	30,599	50,231	20,088	196,149
11/06/2007	23	8,0	0,015	0,046	20,058	39,858	13,881	79,968
18/06/2007	23	9,3	0,031	0,097	42,018	83,499	33,658	351,473
22/06/2007	10	7,6	0,024	0,074	41,872	36,177	27,314	268,879
26/06/2007	15	7,6	0,081	0,251	84,915	110,050	55,982	1840,318
27/06/2007	22	8,1	0,017	0,053	70,275	133,578	49,059	319,647
02/07/2007	25	8,3	0,017	0,053	61,783	133,451	44,522	281,023
05/07/2007	18	8,2	0,015	0,048	52,413	81,513	37,134	215,685
19/07/2007	19	9,5	0,015	0,048	45,532	74,745	37,184	188,120
23/07/2007	16	9,5	0,010	0,032	19,472	26,918	15,994	54,131
27/07/2007	17	8,7	0,023	0,072	30,452	44,728	22,894	189,193
04/08/2007	24	9,1	0,011	0,033	21,229	44,020	16,720	60,661
11/08/2007	26	8,6	0,008	0,025	13,762	30,915	10,223	29,752
18/08/2007	20	8,3	0,016	0,050	18,886	32,635	13,600	81,680
28/08/2007	18	8,7	0,020	0,061	17,715	27,550	13,294	93,029
02/09/2007	22	8,6	0,018	0,055	13,499	25,658	10,047	63,591
07/09/2008	23	8,7	0,004	0,013	11,405	22,664	8,575	12,331
14/09/2007	12	7,7	0,008	0,024	7,247	7,514	4,836	15,111
21/09/2007		6,0	0,026	0,080	8,462		4,374	58,164
30/09/2007	19	8,3	0,026	0,081	14,040	23,048	10,069	97,672
23/10/2007	20	8,5	0,023	0,071	5,973	10,322	4,401	36,402
06/10/2007	17	8,3	0,018	0,057	6,764	9,935	4,856	33,281
13/10/2007	16	6,5	0,022	0,067	6,808	9,411	3,837	39,346
21/10/2007	20	8,5	0,006	0,020	5,973	10,322	4,410	10,264
27/10/2007		8,2	0,016	0,049	5,856		4,149	24,699
04/11/2007	18	8,8	0,017	0,052	5,476	8,516	4,184	24,804
19/11/2007	17	7,7	0,017	0,051	16,105	23,654	10,766	71,292
29/11/2007	14	8,6	0,029	0,091	9,897	11,971	7,354	77,632
07/12/2007	20	9,5	0,028	0,085	50,656	87,534	41,538	373,740

Kerharo

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4 ⁻⁻⁻ /l)
06/01/2007	36	10,2	0,028	0,086
14/01/2007	41	9,9	0,020	0,061
21/01/2007	42	9,4	0,031	0,097
04/02/2007	42	10,0	0,007	0,022
04/02/2007			0,024	0,074
11/02/2007		8,7		
11/02/2007	33	8,8		
24/02/2007		8,1	0,026	0,081
04/03/2007	35	8,0	0,014	0,043
11/03/2007	44	8,3		
18/03/2007	40	8,9	0,018	0,056
25/03/2007	36	6,5	0,004	0,012
01/04/2007	30	7,2	0,015	0,047
16/04/2007	29	4,1	0,011	0,034
29/04/2007	20	4,1	0,023	0,071
06/05/2007	18	4,5	0,018	0,056
26/05/2007	25	6,9	0,028	0,088
02/06/2007	23	8,3	0,029	0,089
11/06/2007	23	8,6	0,033	0,103
17/06/2007	20	8,6	0,037	0,115
01/07/2007	25	9,8	0,028	0,085
15/07/2007	28	9,9	0,029	0,088
04/08/2007	25	9,7	0,017	0,053
12/08/2007	27	8,8	0,014	0,045
21/08/2007	11	9,8	0,041	0,126
09/09/2007	16	9,0	0,021	0,064
16/09/2007	23	9,8	0,022	0,068
30/09/2007	21	10,2	0,026	0,080
11/10/2007	16	11,5		
14/10/2007	27	12,4	0,026	0,081
27/10/2007	29	11,4	0,018	0,057
06/11/2007	29	11,6	0,021	0,065
22/11/2007	21	11,4	0,035	0,108
30/11/2007	20	11,6	0,035	0,108
11/12/2007	34	10,8	0,018	0,055
26/12/2007	11	10,7	0,024	0,075

Lapic

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO ₂ /l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO ₄ ---/l)
05/01/2007	53	11,3	0,017	0,053
12/01/2007	47	11,7	0,039	0,122
18/01/2007	53	10,8	0,056	0,173
24/01/2007	52	11,1	0,017	0,053
02/02/2007	52	11,4	0,033	0,103
08/02/2007	50	9,1	0,039	0,121
15/02/2007	48	8,3	0,053	0,164
03/03/2007	47	10,7	0,034	0,105
09/03/2007	50	10,3	0,030	0,093
11/03/2007	51	10,2	0,029	0,090
21/03/2007			0,030	0,093
22/03/2007	46	10,0	0,027	0,084
29/03/2007	49	9,2		
02/04/2007	49	10,8	0,020	0,062
13/04/2007	48	10,4	0,034	0,105
17/04/2007	47	10,1	0,035	0,108
28/04/2007	35	9,5	0,129	0,399
02/05/2007	45	11,8	0,054	0,167
07/05/2007	46	11,6	0,054	0,167
15/05/2007	43	11,7	0,041	0,127
28/05/2007	42	11,7	0,045	0,139
03/06/2007			0,070	0,217
06/06/2007	43	11,9	0,038	0,118
15/06/2007	40	11,6	0,081	0,251
29/06/2007	39	11,5	0,062	0,192
01/07/2007	38	12,2	0,053	0,163
10/07/2007	30	12,1	0,076	0,235
17/07/2007	41	12,0	0,041	0,128
25/07/2007	41	12,3	0,048	0,148
02/08/2007	44	12,4	0,047	0,146
07/08/2007	45	12,4	0,051	0,157
15/08/2007	40	11,9		
24/08/2007	21	12,3	0,050	0,155
31/08/2007	46	12,1	0,049	0,151
08/09/2007	44	12,1	0,051	0,157
15/09/2007	45	12,1	0,056	0,173
17/09/2007	41	9,3	0,053	0,164
27/09/2007	40	12,7	0,063	0,195
04/10/2007	40	12,4	0,063	0,195
12/10/2007	40	12,9	0,071	0,221
17/10/2007	36	12,6	0,081	0,250
24/10/2007	40	12,7	0,054	0,167
01/11/2007	38	13,1	0,085	0,263
05/11/2007	38	12,5	0,086	0,266
15/11/2007	38	13,0	0,071	0,219
23/11/2007	15	12,9	0,051	0,157
01/12/2007	14	1,4	0,097	0,299
04/12/2007	35	12,6	0,068	0,210
14/12/2007	42	12,3	0,032	0,098
23/12/2007	42	12,3	0,043	0,134
29/12/2007	41	12,1	0,045	0,139
31/12/2007		12,4	0,041	0,127

Ris

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO2/l)	Phosphates (mgP/l)	Phosphates (mgPO4---/l)
02/01/2007	33	14,2	0,040	0,125
09/01/2007	34	14,2	0,095	0,294
16/01/2007	37	14,3	0,038	0,118
23/01/2007	35	13,6	0,046	0,144
31/01/2007	38	14,5	0,024	0,074
07/02/2007	39	14,8	0,027	0,083
12/02/2007	35	13,8	0,033	0,102
19/02/2007	37	13,1	0,036	0,111
27/02/2007	36	11,2	0,030	0,091
08/03/2007	36	12,5	0,030	0,091
16/03/2007	38	11,6	0,023	0,070
22/03/2007	35	13,4	0,027	0,085
27/03/2007	38	14,3	0,026	0,080
03/04/2007	37	14,4	0,008	0,025
11/04/2007	28	14,1	0,031	0,096
16/04/2007	26	15,1	0,023	0,073
24/04/2007	38	15,0	0,025	0,078
02/05/2007	31	16,0	0,030	0,092
03/05/2007		14,2		
09/05/2007	38	16,4	0,038	0,117
15/05/2007	25	12,7	0,078	0,242
23/05/2007	38	16,2	0,035	0,108
31/05/2007	31		0,057	0,177
06/06/2007	37	16,0	0,035	0,108
12/06/2007	38	16,1	0,040	0,124
19/06/2007	35	15,9	0,039	0,121
25/06/2007	25	14,2	0,052	0,161
01/07/2007			0,035	0,107
02/07/2007	32	16,3	0,038	0,118
11/07/2007	28	16,0	0,035	0,107
18/07/2007	34	15,6	0,030	0,093
24/07/2007	29	15,6	0,044	0,138
30/07/2007	31	15,7	0,038	0,117
06/08/2007	36	15,7	0,032	0,100
21/08/2007	31	15,6	0,041	0,128
31/08/2007	37	16,1	0,030	0,093
04/09/2007	40	16,3	0,041	0,127
11/09/2007	40	16,4	0,046	0,144
18/09/2007	38	16,5	0,044	0,136
24/09/2007	25	14,7	0,086	0,265
01/10/2007	31	16,6	0,042	0,130
08/10/2007	32	16,6	0,041	0,127
16/10/2007	36	16,9	0,036	0,112
22/10/2007	36	15,3	0,048	0,149
29/10/2007	33	17,2	0,050	0,156
05/11/2007	35	16,6	0,040	0,123
19/11/2007	29	16,4	0,055	0,172
28/11/2007	31	17,3	0,046	0,143
02/12/2007	26	15,4	0,051	0,156
10/12/2007	31	15,7	0,040	0,125
19/12/2007	37	15,6	0,034	0,105
26/12/2007	33	15,6	0,039	0,121

Saint Laurent

Date	Nitrates (mg/l)	Silicates (mgSiO 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)
04/01/2007	41	11,9	0,012	0,037				
11/01/2007	35	11,9	0,011	0,033	1	3,024	1,025	2,881
19/01/2007	36	11,6	0,015	0,047	1,12	3,484	1,124	4,585
26/01/2007	45	11,6	0,010	0,031	1	3,888	1,001	2,654
29/01/2007		11,5	0,010	0,032	1		0,996	2,805
09/02/2007	42	11,5	0,012	0,039	1	3,629	0,997	3,336
13/02/2007	42	11,6	0,011	0,033	0,95	3,447	0,949	2,737
23/02/2007		10,9	0,012	0,038	1,7		1,598	5,556
14/03/2007	46		0,004	0,014				
17/03/2007	46	11,1	0,007	0,022				
26/03/2007	47	8,4	0,003	0,010	1	4,061	0,722	0,856
02/04/2007	46	11,7	0,002	0,007	0,22	0,874	0,223	0,137
10/04/2007		12,0	0,004	0,011	0,3		0,311	0,281
20/04/2007	45	12,5	0,168	0,520	0,31	1,205	0,334	13,935
26/04/2007	45	12,5	0,005	0,015	0,46	1,788	0,497	0,578
02/05/2007	44	12,5	0,004	0,013	0,44	1,673	0,476	0,479
09/05/2007	43	12,8	0,012	0,036	0,4	1,486	0,442	1,245
15/05/2007	47	12,5	0,008	0,025				
23/05/2007	46	12,6	0,008	0,025	0,36	1,431	0,391	0,790
31/05/2007	46	12,5	0,013	0,040	0,32	1,272	0,346	1,104
07/06/2007	47	12,5	0,013	0,039	0,34	1,381	0,367	1,146
12/06/2007	34	12,1	0,032	0,099	0,35	1,028	0,366	2,991
18/06/2007	34	12,2	0,029	0,091	0,4	1,175	0,423	3,136
25/06/2007	42	12,6	0,011	0,034	0,39	1,415	0,424	1,162
02/07/2007	37	12,8	0,018	0,057	0,4	1,279	0,441	1,964
12/07/2007	44	12,0	0,011	0,033	0,4	1,521	0,414	1,154
19/07/2007	44	11,9	0,008	0,024	0,21	0,798	0,216	0,442
27/07/2007	42	12,3	0,012	0,036	0,23	0,835	0,244	0,717
01/08/2007	44	12,3	0,008	0,026	0,29	1,102	0,308	0,653
14/08/2007	42	11,8	0,020	0,063	0,47	1,706	0,478	2,577
22/08/2007	43	12,5	0,004	0,012	0,45	1,672	0,485	0,456
30/08/2007	47	12,6	0,008	0,025	0,38	1,543	0,414	0,822
05/09/2007		12,5	0,012	0,038	0,19		0,205	0,622
10/09/2007		12,1	0,007	0,021	0,41		0,428	0,735
20/09/2007		12,8	0,003	0,010				
04/10/2007		12,5	0,007	0,022				
09/10/2007	42	13,3			0,24	0,871	0,275	
19/10/2007	44	15,5	0,007	0,022	0,22	0,836	0,294	0,416
26/10/2007	45	13,2	0,006	0,018				
31/10/2007	44	12,6	0,004	0,012	0,29	1,102	0,315	0,297
06/11/2007	44	13,2	0,005	0,015	0,2	0,760	0,228	0,268
15/11/2007	43	13,1	0,005	0,015	0,28	1,048	0,320	0,355
21/11/2007	33	12,9	0,014	0,044	0,26	0,741	0,290	0,982
28/11/2007	42	13,6	0,007	0,022	0,26	0,943	0,305	0,491
05/12/2007	33	13,0	0,013	0,041	0,4	1,129	0,446	1,402
10/12/2007	35	13,3	0,014	0,043				
20/12/2007	44	12,4	0,006	0,020	0,19	0,722	0,204	0,329
26/12/2007	43	12,6	0,007	0,022	0,18	0,669	0,196	0,340

ANNEXE VI

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 VII

Bibliographie ECOFLUX

- BUCHET R., 2000. Traitement des données collectées par le réseau ECOFLUX sur quelques rivières finistériennes : 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. Réseau ECOFLUX, 25p.
- DOUARD A.S., 2002 Recueil de données hydrologiques et géologiques sur les bassins versants ECOFLUX. Réseau ECOFLUX, 48p.
- GUILLEMANT C., 2003. Etude comparative de cinq bassins versants suivis par le réseau ECOFLUX. Rapport de stage. Réseau ECOFLUX, 57p.
- JEGOU R., 1999. Analyse et interprétation des teneurs en sels nutritifs des rivières finistériennes pour l'année 98-99. Rapport de stage. Réseau ECOFLUX, 46p.
- LE BAIL C. et POULINE P., 2007. Evolution des nitrates sur les bassins versants du réseau ECOFLUX. Rapport de stage. *Réseau ECOFLUX*, 22p.
- MAGUER M. et TREGUER P., 2003. Rapport annuel 2003 du réseau ECOFLUX. Réseau ECOFLUX, 37p.
- MAGUER M. et TREGUER P., 2004. Rapport annuel 2004 du réseau ECOFLUX. Réseau ECOFLUX, 46p.
- MAGUER M. et TREGUER P., 2005. Rapport annuel 2005 du réseau ECOFLUX. Réseau ECOFLUX, 42p.
- PORHEL S., 1997. Impact des nitrates (et des composés azotés sur les milieux estuariens et littoraux bretons. Rapport d'étude. Conseil Scientifique Régional de l'Environnement, 34p.
- PORHEL S., LORVELLEC G., BUCHET R. et TREGUER P., 2002. Bilan 1998-2002. Réseau ECOFLUX, 24p.
- POULINE P. et TREGUER P., 2006. Rapport annuel 2006 du réseau ECOFLUX. Réseau ECOFLUX, 43p.
- POULINE P. et TREGUER P., 2007. Rapport annuel 2007 du réseau ECOFLUX. Réseau ECOFLUX, 47p.
- POULINE P., 2007. Rapport bilan du projet de suivi pédagogique « Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau ». Réseau ECOFLUX, 23p.
- ROTHHUT D. et POULINE P., 2006. Amélioration de la méthode d'analyse des phosphates sur le réseau ECOFLUX. Rapport de stage. Réseau ECOFLUX, 25p.
- TEXERAUD S et POULINE P., 2007. Présentation des bassins versants. Fiches techniques. *Réseau ECOFLUX*, 52p.

ANNEXE VIII

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°3). 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°4.)

-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

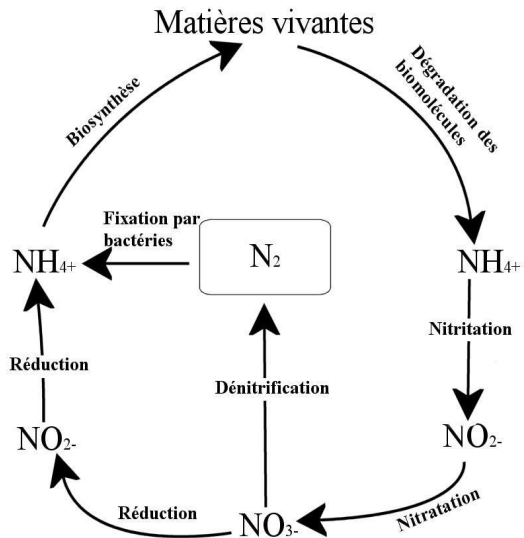


Figure 1 : Cycle de l'azote

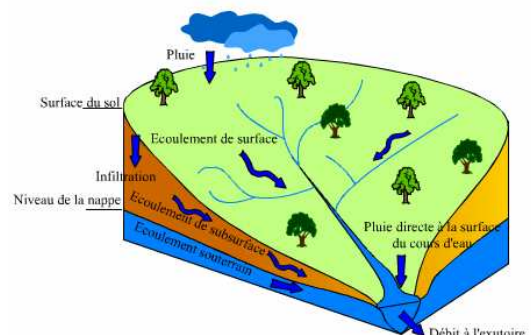


Figure 2 : Les différents types d'écoulement

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.

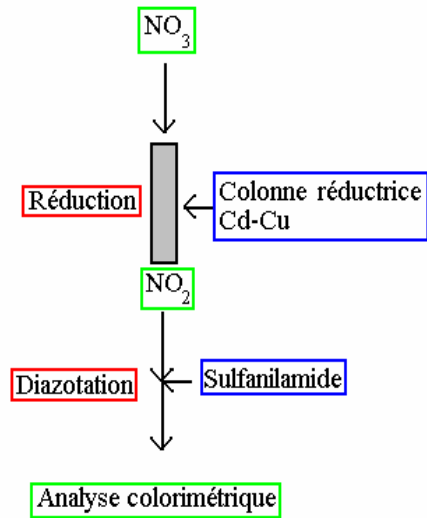


Figure 3 : Principe de la réaction

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.)

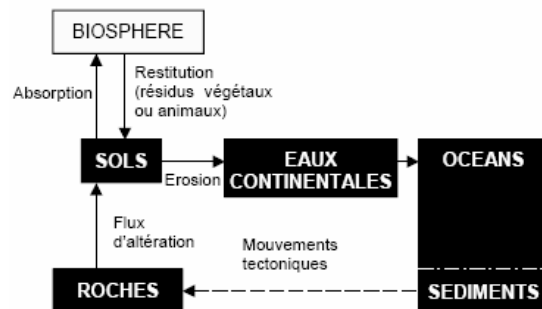


Figure 4 : Cycle du phosphore (Lemerrier, 2003)

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 (Veysy, 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.

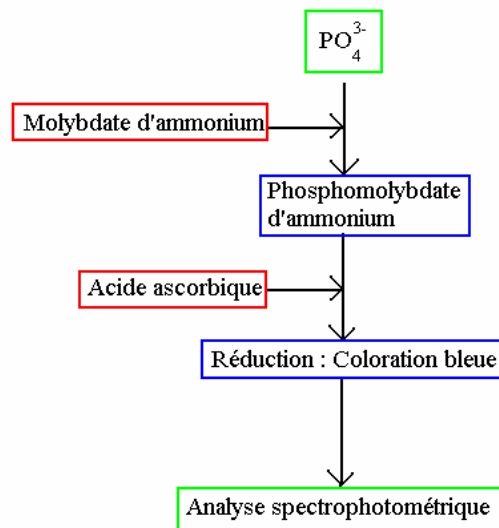


Figure 5 : Principe de la réaction



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)

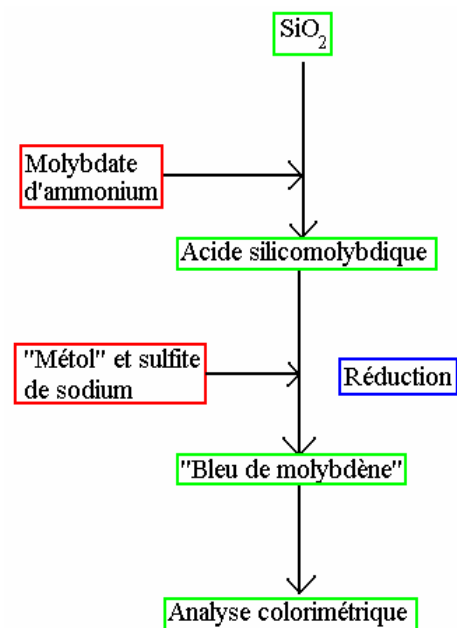


Figure 7 : Principe de la réaction

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 IX (Tests statistiques)

	Nitrates			Silicates			Phosphates		
Dourduff	0	1999	x	0,2635	1999		0	1999	x x
		2001	x		2001			2001	x x
		2002	x		2002			2002	x x
		2003	x		2003			2003	x
		2004	x		2004			2004	x x
		2005	x x		2005			2005	x x
		2006	x		2006			2006	x
		2007	x x		2007			2007	x
Dossen	0	1999	x	0,0008	1999	x	0	1999	x x x
		2001	x		2001	x		2001	x x
		2002	x		2002	x x		2002	x
		2003	x		2003	x		2003	x
		2004	x		2004	x x		2004	x x
		2005	x x		2005	x x		2005	x x
		2006	x		2006	x		2006	x x x
		2007	x x		2007	x x		2007	x x
Penzé	0	1999	x	0	1999	x x	0	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 x
		2005	x		2005	x x		2005	x x x
		2006	x		2006	x		2006	x
		2007	x		2007	x		2007	x x
Guillec	0	1999	x x	0	1999	x x	0	1999	x
		2001	x		2001	x		2001	x
		2002	x x		2002	x x		2002	x
		2003	x x x		2003	x		2003	x
		2004			2004	x x		2004	x
		2005	x		2005	x x x		2005	x
		2006	x x x		2006	x x		2006	x x
		2007	x		2007	x x		2007	x
Flèche	0	1999	x	0,022	1999	x x	0,0402	1999	x
		2001	x		2001	x		2001	x x
		2002	x x		2002	x x		2002	x
		2003	x x		2003	x x x		2003	x x x
		2004	x x x		2004	x x		2004	x x
		2005	x x x		2005	x		2005	x
		2006	x x		2006	x x		2006	x x x
		2007	x		2007	x x		2007	x x
Quillimadec	0,0065	1999	x	0,3791	1999		0,003	1999	x
		2001	x x		2001			2001	x
		2002	x x		2002			2002	x
		2003	x x x		2003			2003	x
		2004	x x x		2004			2004	x x
		2005	x		2005			2005	x
		2006	x x x		2006			2006	x
		2007	x x		2007		2007	x x	
Elorn	0,0001	1999	x	0	1999	x x	0	1999	x
		2001	x		2001			2001	x
		2002	x		2002	x		2002	x x x
		2003	x x		2003	x x		2003	x x
		2004	x x		2004	x x		2004	x x
		2005	x		2005	x x		2005	x x
		2006	x x		2006	x x		2006	x x
		2007	x		2007	x		2007	x
Douffine	0	1999	x	0,0168	1999	x x x	0	1999	x
		2001	x x		2001	x x		2001	x
		2002	x x		2002	x x		2002	x
		2003	x		2003	x x		2003	x
		2004	x x		2004	x		2004	x
		2005	x x		2005	x x		2005	x
		2006	x x		2006	x x x		2006	x
		2007	x		2007	x		2007	x

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

0,0250	1999	x
	2001	x
	2002	x
	2003	x 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 5 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 indiquent 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	0,0003	1999		x	0	1999	x	x	0,0526	1999				
		2001	x	x		2001	x	2001						
		2002	x	x		x	2002	x		x	2002			
		2003	x				2003	x			2003			
		2004	x	x			2004	x		x	2004			
		2005	x	x			2005	x			2005			
		2006	x	x			2006	x		x	2006			
		2007	x	x			2007	x			2007			
Kerharo	0	1999		x	0,0057	1999	x		0,0027	1999	x	x		
		2001		x		x	2001	x		x	2001	x	x	
		2002	x	x			2002	x			2002	x	x	
		2003	x	x			2003	x			2003	x		
		2004	x	x		x	2004	x		x	2004	x		
		2005	x	x		x	2005	x		x	2005	x	x	
		2006	x	x			2006	x		x	2006	x	x	
		2007	x				2007	x		x	2007	x		
Lapic	0	1999		x	0,0085	1999	x		0	1999	x	x		
		2001		x		2001	x	x		2001	x	x		
		2002		x		x	2002	x		x	2002	x	x	
		2003	x	x			2003	x			2003		x	
		2004	x	x			2004	x		x	x	2004	x	x
		2005	x	x			2005	x			2005	x	x	
		2006	x				2006	x		x	2006	x	x	
		2007	x	x			2007	x		x	2007	x		
Ris	0,007	1999		x	0	1999	x		0,0001	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				2005	x			2005	x		
		2006	x				2006	x			2006	x		
		2007	x				2007	x			2007	x		
Saint Laurent	0	1999		x	0	1999	x		0,8569	1999				
		2001		x		x	2001	x			2001			
		2002	x	x			2002	x			2002			
		2003	x	x			2003	x		x	2003			
		2004	x				2004	x			2004			
		2005	x	x			2005	x		x	2005			
		2006	x				2006	x			2006			
		2007	x				2007	x			2007			

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

ANNEXE X

La SEQ-Eau

L'état qualitatif des rivières, des plans d'eau, des eaux souterraines et des eaux littorales est évalué depuis 1999 au moyen du *SEQ-Eau* (Système d'évaluation de la Qualité de l'eau). Le SEQ-Eau considère l'*aptitude* de l'eau à assurer certaines fonctionnalités : maintien des équilibres biologiques, production d'eau potable, loisirs et sports aquatiques, aquaculture, abreuvement des animaux et irrigation.

L'évaluation de la qualité est réalisée au moyen de 15 indicateurs (appelés "altérations" : **nitrates**, **phosphates**, pesticides, etc.) regroupant 156 éléments de qualité. Pour chaque indicateur, l'évaluation produit un indice subdivisé en 5 classes représentées par une couleur, du bleu (très bon) au rouge (très mauvais). Ce classement correspond aux mesures donnant la moins bonne qualité de l'eau, à condition qu'elle soit constatée dans au moins 10% des mesures (règle du "quantile 90" ; représentée par une flèche →) (figure 1).

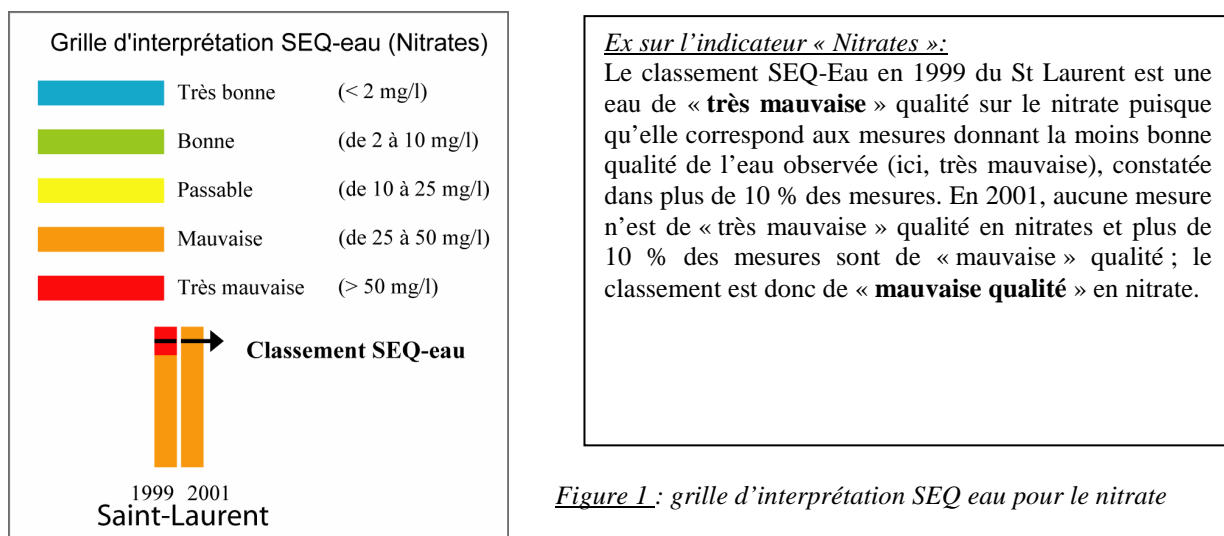


Figure 1: grille d'interprétation SEQ eau pour le nitrate

Ainsi, suivant le classement annuel obtenu, l'utilisation de l'eau pourra être défini (figure 2)

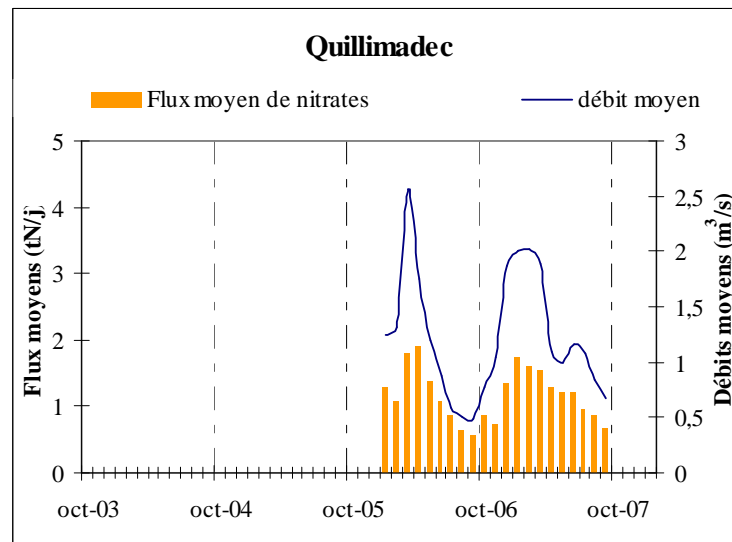
Classes d'aptitudes de l'eau					
	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
BIOLOGIE	Tous taxons présents	Taxons sensibles absents	Taxons absents nombreux	Diversité faible	Diversité très faible
EAU POTABLE	Acceptable	Traitement simple	Traitement classique	Traitement complexe	Inapte
LOISIRS	Optimal		Acceptable		Inapte
IRRIGATION	Plantes très sensibles Tous sols	Plantes sensibles Tous sols	Plantes tolérantes Sols alc/neut	Plantes très tolérantes Sols alc/neut	Inapte
ABREUVAGE	Tous animaux		Animaux matures		Inapte

figure 2: Classes d'aptitudes de l'eau (site internet n°4)

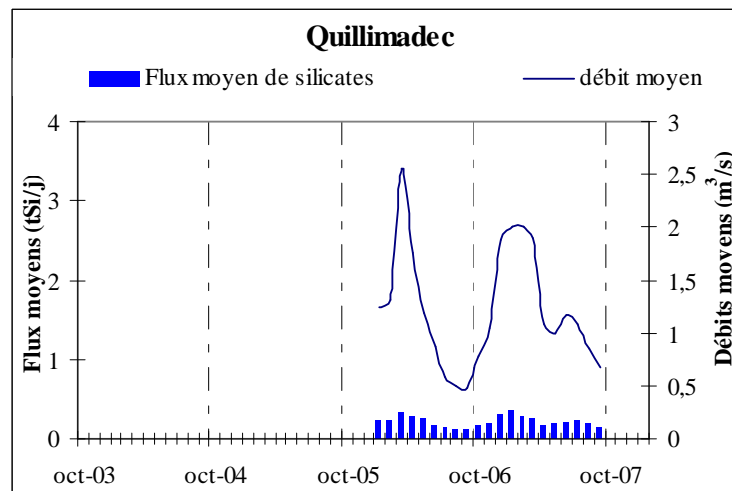
ANNEXE XI

Variations mensuelles des flux du Quillimadec

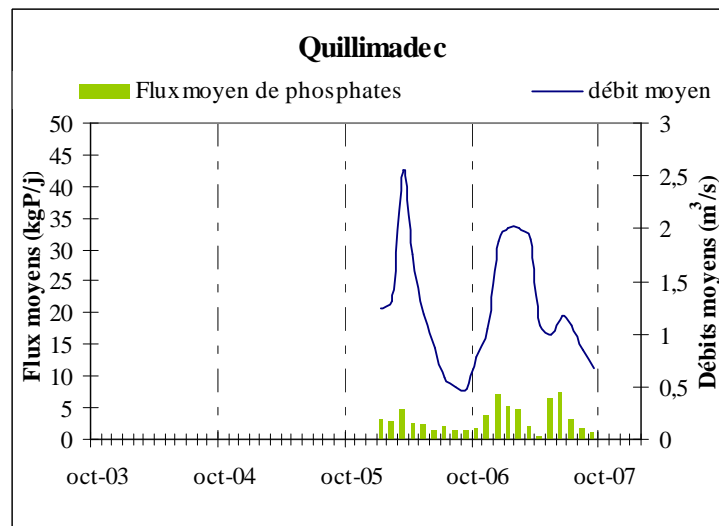
- Flux de nitrates :



- Flux de silicates :



- Flux de phosphates :



ANNEXE XII

Recensement et utilisation des données du réseau ECOFLUX (2005-2007)*

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 fouesnantais	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 (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 ("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 ("Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau").

Année	Nom du Destinataire	Fonction	Organisme	Données Rivière	Destination des données
2006 (suite)	Lefebvre Morgane	Coordinatrice du BV de Lesnevard	Communauté de communes du pays fouesnantais	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 Comunes 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	

Année	Nom du Destinataire	Fonction	Organisme	Données Rivière	Destination des données
2007	Jaffrezic P	Professeur	Lycée de l'Aulne	Aulne	Etude de la qualité de l'Aulne (projet " Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau")
	Le Brouder	Professeur	Lycée de Suscinio	Dourduff	Etude de la qualité du Dourduff (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 (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 (projet "Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau")
	Le Doaré	Professeur	AGROTECH Lesneven	Flèche	Etude de la qualité de la Flèche (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 (projet "Au fil de l'eau ou à l'école de l'eau")
	Corgne Eugène	Service Rade	BMO	Elorn Douffine Aulne	Mise à jour des données sur le réseau Rade

Année	Nom du Destinataire	Fonction	Organisme	Données Rivière	Destination des données
2007 (suite)	Dréano Alain	Secrétaire Général	Section Régionale de conchyliculture Bretagne Sud	St laurent	Utilisation interne et diffusion aux conchyliculteurs du sud Finistère
				Ris	
				Lapic	
				Kerharo	
	Lefebvre Morgane	Animatrice de bassin versant	Communauté de communes du pays fouesnantais	St Laurent	Suivi de la qualité de l'eau pour le programme de lutte contre les algues vertes
	Paradis Sophie	Hydrogéologue	Bureau d'études	Flèche	Etude environnement pour projet du CC pays de lesneven
				Quillimadec	
	Perrin Bertrand	Professeur	Université de Vannes	Tous	Information sur le réseau ECOFLUX
	Le Gad Emmanuel	Animatrice du Quillimadec	Communauté de Communes du Pays de Lesneven	Quillimadec	Communication sur la qualité de l'eau sur le BV du Quillimadec
	Querné Jérémy	Stagiaire	Lemar-Lebham	Aulne	Rapport de stage
				Elorn	
	Ligny Florent	Stagiaire	Communauté des communes de Châteaulin et du Porzay	Kerharo	Rapport de stage
				Lapic	
	Corgne Eugène	Service Rade	BMO	Elorn	Mise à jour des données sur le réseau Rade
				Douffine	
				Aulne	
	Tissot Cyril	Chercheur	Géomer-IUEM	Dourduff	Essai pour MOITEM
	Mimault Stéphanie	Animatrice BV	Ville de Douarnenez	Ris	Programme BEP du BV du Ris
	Goberville Eric	Doctorant	Station marine de Wimereux	Elorn	Thèse
				Aulne	
Goulven Brest	Président	Section Régionale de conchyliculture Bretagne Nord	/	Demande de rapport pour information sur le réseau ECOFLUX	
Chapelle Anne et Andrieux Françoise	Cadre Ifremer	Ifremer	Penzé	Publication scientifique	
Dumas Catherine	Chargé d'étude	Adeupa	Quillimadec	Observatoire de l'environnement pour les collectivités territoriales du Pays de Brest	
			Flèche		
			Elorn		
			Douffine		
Me Cochenec	Professeur	Lycée de Kérichen	/	Données technique de prélèvement et analyse	
			/		
Launay Josette	coordinatrice du CSEB	CSEB	Tous	Mission d'actualisation des données qualité nitrates pour la région Bretagne	
Fakri Sébastien	Technicien SIG	Région Bretagne	Tous	Actualisation des données de la qualité des BV	
M. Chantreau	Ingénieur	Comité national de conchyliculture	/	information du réseau ECOFLUX	
Maguer Mathias	Coordinateur de BV	Syndicat du BV de Goyen	/	Demande de protocole de suivi ECOFLUX	
Aurousseau Pierre	Président du CSEB	CSEB	/	Demande de rapport de l'évolution de la qualité des nitrates sur les BV ECOFLUX	
Beauverger Laetitia	Ingénieur	Bretagne Environnement	tous	Actualisation des points de suivis ECOFLUX	
Cheveau Johan	Animateur Environnement	Syndicat Mixte Haut Léhon	Penzé	Calcul de flux	

Nombre de demande	
Année	Demandes
2002	14
2003	11
2004	9
2005	11
2006	20
2007	29

** Le recensement des données 2002-2004 est présent dans le rapport annuel 2006.*

Bibliographie

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

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 BAILL C., POULINE P., 2007, Evolution des nitrates sur les bassins versants du réseau ECOFLUX. *Rapport de stage. IUEM*. 23p.

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.

TEXERAUD S., POULINE P., 2007. Le réseau ECOFLUX : Présentation des bassins versants. Fiches techniques. *Rapport de stage. IUEM*. 53p.

Sites internet :

- 1- http://www.ceva.fr/fr/environnement/prolitto_suivi.php3.
- 2- http://www.eau-loire-bretagne.fr/sdage_et_sage/etat_des_lieux/document_etat_des_lieux/ELV4_chap7.pdf
- 3 - <http://lionsfamily.chez-alice.fr/pages/azote.htm>
- 4- <http://hydram.epfl.ch/e-drologie/chapitres/chapitre5/chapitre5.html>
- 5- <http://sandre.eaufrance.fr/IMG/pdf/SEQ-Eau.pdf>