



Le Réseau ECOFLUX

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



Rapport annuel janvier 2004

Morgane Maguer et Paul Tréguer

Brest, le 31 janvier 2004

SOMMAIRE

I. PRESENTATION DU RESEAU	3
I.1. RAPPEL DES OBJECTIFS	3
I.2. LES RIVIERES SUIVIES PAR LE RESEAU	4
I.3. LES ACTEURS DU RESEAU	5
II. ACTIONS PEDAGOGIQUES ET COMMUNICATION.....	6
II.1. ACTIONS PEDAGOGIQUES.....	6
II.2. COMMUNICATIONS	6
II.2.1. <i>Communication et médias</i>	6
II.2.2. <i>Demandes de cession de données</i>	7
III. DESCRIPTION DES BASSINS VERSANTS DES RIVIERES SUIVIES PAR LE RESEAU ECOFLUX.....	9
III.1. CHOIX DES RIVIERES	9
III.2. LES ACTIVITES HUMAINES SUR LES BASSINS VERSANTS	10
III.2.1. <i>L'urbanisme</i>	10
III.2.2. <i>Le traitement des eaux usées</i>	12
III.2.3. <i>La pisciculture</i>	14
III.2.4. <i>Les industries</i>	15
III.2.5. <i>L'agriculture</i>	16
IV. RESULTATS SCIENTIFIQUES.....	20
IV.1. LES CONCENTRATIONS DES TROIS ELEMENTS DANS LES RIVIERES SUIVIES.....	20
IV.1.1. <i>Variations des concentrations moyennes annuelles</i>	20
IV.1.2. <i>Le classement SEQ-eau</i>	24
IV.1.3. <i>Variations hebdomadaires et saisonnières des concentrations depuis 1998</i>	27
IV.2. FLUX ANNUELS	38
IV.3. DERIVE A LONG TERME, LES FORÇAGES CLIMATIQUE ET ANTHROPIQUE :	43
V. CONCLUSION GENERALE :	46
VI. ANNEXES	47

Résumé

Depuis l'automne 1998, le Réseau ECOFLUX, grâce à la participation des élèves et professeurs d'établissements scolaires et d'une quinzaine de bénévoles, a pour objectif de décrire la variabilité, à l'échelle hebdomadaire, des concentrations de sels nutritifs (nitrates, phosphates, silicates) de treize fleuves représentatifs du Finistère. Ainsi, quatre de ces fleuves (Aulne, Douffine, Kerharo, Lopic) correspondent à des bassins versants à faibles réserves souterraines, deux (Penzé, Elorn) à des bassins versants à réserves souterraines moyennes, et sept (Dourduff, Dossen, Guillec, Flèche, Quillimadec, Ris, Saint Laurent) à des bassins versants à fortes réserves souterraines. Par ailleurs, la DIREN met à la disposition du Réseau les mesures de débit réalisées sur sept des 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'ensemble des données acquises par le Réseau ECOFLUX est regroupé au sein d'une base de données, y sont ajoutées les précipitations enregistrées par Météo-France pour cinq stations météorologiques proches des embouchures des différents cours d'eau suivis.

En sus de la constitution d'une base de données accessible par tous (particuliers, scientifiques, collectivités...), le Réseau ECOFLUX a pour mission de participer 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, conférence de presse, articles, Internet...

Ce rapport 2003 présente une brève description des bassins versants des cours d'eau étudiés, les différentes actions de communication réalisées dans le cadre du Réseau ainsi que les principaux résultats scientifiques de l'année, mais aussi des années précédentes.

Les résultats scientifiques montrent l'impact de la sécheresse de l'été 2003 sur les variations de concentrations et des flux en sels nutritifs, avec notamment une diminution exceptionnelle des concentrations en nitrates dans l'Aulne.

Au niveau pédagogique ECOFLUX, le dialogue avec les élèves des établissements ruraux a été particulièrement riche cette année, le bilan annuel faisant l'objet d'une manifestation organisée en co-opération avec OCEANOPOLIS.

S'agissant de la communication, au-delà des articles parus dans la presse locale, ECOFLUX a été présenté aux finistériens lors d'une émission réalisée par FR3, à laquelle a participé Mme La Vice-Présidente Yvette Duval. A noter également l'écho ECOFLUX donné dans « Pen ar Bed » le journal du Conseil Général du Finistère

Présentation du Réseau

I.1. Rappel des objectifs

Les objectifs visés pour l'année 2003 sont les suivants :

- *En premier lieu, sensibiliser les élèves de six établissements de formation finistériens, notamment les élèves de 1ère STAE d'établissement de formation agricole, à la dégradation de la qualité de nos cours d'eau et à l'eutrophisation de certaines zones littorales, en les impliquant dans un suivi des rivières de leur voisinage. (voir chapitre II)*
- *Connaître les concentrations de nitrates, phosphates et silicates au débouché des 13 cours d'eau suivants : la Flèche, le Quillimadec, le Kerharo, le Lopic, le Ris, le Saint Laurent, le Dourduff, le Dossen, la Penzé, le Guillec, l'Elorn, la Douffine et l'Aulne ; connaître les flux de nitrates, de phosphate et de silicates se déversant au débouché des 7 cours d'eau suivants : le Dourduff, le Dossen, la Penzé, le Guillec, l'Elorn, la Douffine et l'Aulne. (voir chapitre IV)*
- *Interpréter et présenter ces données de façon synthétique pour une mise à disposition sur internet. (voir Site Internet : <http://www.univ-brest.fr/IUEM> et figure 1).*
- *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. (voir chapitres III et IV)*

(...)

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 en 2003. (voir chapitre II)

1.2. Les rivières suivies par le réseau

Depuis 2000, le réseau ECOFLUX surveille la qualité de l'eau de treize fleuves finistériens (figure 1).



Figure 1. Fleuves suivis par le réseau ECOFLUX

Pour chaque rivière, des prélèvements sont réalisés chaque semaine en un point précis (tableau 1).

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

Tableau 1. Point de prélèvement pour chacune des rivières

1.3. Les acteurs du réseau

Le réseau fonctionne grâce à des établissements scolaires et des bénévoles (tableau 2) qui, tout au long de l'année, se relaient pour effectuer les prélèvements.

Rivières	Etablissements réalisant les prélèvements	Bénévoles réalisant les prélèvements
Le Dourduff	L.E.G.T.A. de Suscinio, Ploujean	M. LACHUER, Plourin lès Morlaix
Le Dossen	M.F.R. de Morlaix	M. JALLIFIER, Morlaix, SIVOM de Morlaix
La Penzé	/	M. DERRIENNIC, Carantec
Le Guillec	/	M. BERROU, Plougoulm (Mairie de Plougoulm)
La Flèche	/	M. PERON, Goulven
Le Quillimadec	Institut Rural de Lesneven	Mme LE GAD, Lesneven (Communauté de Communes de Lesneven)
L'Elorn	/	M. MESCAM, Daoulas
La Douffine	L.A.P. Le Nivot, Lopérec	M. HERVE, Pont de Buis (APPMA de la Douffine)
L'Aulne	L.E.G.T.A. de Châteaulin	M. LE DOARE, Châteaulin (APPMA de Châteaulin)
Le Kerharo	/	Mme LAUNAY, Ploeven
Le Lopic	/	M. et Mme LE MEUR, Plonévez Porzay
Le Ris	/	M. GUICHAOUA, Le Juch
Le Saint Laurent	/	Mlle NEDELLEC, Fouesnant (CEMPAMA de Beg Meil)

Tableau 2. Récapitulatif des établissements scolaires et des bénévoles associés au réseau

Cette année, nous avons eu à retrouver des bénévoles permanents pour quatre rivières, ainsi que des bénévoles pour assurer le relais pendant tout ou partie de l'été sur six rivières.

II. ACTIONS PEDAGOGIQUES ET COMMUNICATION

II.1. Actions pédagogiques

Au cours de l'année 2003, différentes interventions ont eu lieu auprès des élèves réalisant les prélèvements (tableau 3).

Actions pédagogiques en 2003	
18-févr-03	L'eutrophisation en zone côtière : exemples des marées vertes et des efflorescences phytoplanctoniques – visite des laboratoires de chimie du LEMAR-IUEM avec les élèves du LAP Le Nivot
17-avr-03	Réunion-bilan ECOFLUX - présence de lycéens de l'IR de Lesneven, du LEGTA de Suscinio et du LEGTA de Châteaulin
02-juin-03	Exposition de 2 affiches ECOFLUX à Océanopolis dans le cadre du printemps de l'environnement.
13-juin-03	Participation d'une classe de l'IR de Lesneven au tournage d'un reportage TV pour France 3
19-sept-03	Présentation du Réseau aux élèves de la MFR de Kérozar – sortie sur terrain
24-sept-03	Présentation du Réseau aux élèves du LAP Le Nivot – sortie sur terrain
26-sept-03	Intervention sur le thème des marées vertes à l'IREO de Lesneven
30-sept-03	Présentation du Réseau aux élèves du LEGTA Suscinio – sortie sur terrain

Tableau 3. Récapitulatif des interventions dans les établissements participant au réseau ECOFLUX actuellement réalisées pour l'année scolaire 2002-2003

Le jeudi 17 avril, une réunion a été organisée à Océanopolis à l'intention des bénévoles et des élèves des établissements scolaires associés au réseau. Cette réunion a été l'occasion, pour les personnes présentes, de prendre connaissance des derniers résultats, mais également de visiter Océanopolis. Environ 80 personnes étaient au rendez-vous : 3 classes (LEGTA de Suscinio, IREO de Lesneven et LEGTA de Châteaulin), M. Breton et M. Fernandez (anciens bénévoles), M. Hervé et Mme Launay. Deux journalistes (Télégramme, Ouest France) étaient également présents (cf. articles en annexe).

II.2. Communications

II.2.1. Communication et médias

Le 22 avril 2003 : conférence de presse ECOFLUX au Conseil Général à Brest en présence de Mme Yvette DUVAL, Vice-Présidente du Conseil Général chargée de l'Aménagement et de l'Environnement, et de M. Paul TREGUER, Directeur de l'Institut Universitaire Européen de la Mer. Il s'en est suivi des articles dans la presse régionale (Télégramme, Le Courrier du Léon – cf. articles en annexe) et une interview pour RCF Rivage diffusée le même jour.

Le 13 juin 2003 : tournage d'un reportage TV pour le journal régional de France 3 avec la participation d'une classe de l'Institut Rural de Lesneven et de Mme Yvette Duval (reportage diffusé le 16 juin 2003 en français et le 17 juin 2003 en breton).

Septembre 2003 : parution d'un article sur le réseau ECOFLUX dans le journal du Conseil Général du Finistère Pen ar Bed (n°84).

II.2.2. Demandes de cession de données

Treize demandes de cession de données ont été enregistrées en 2003. Elles émanaient tant d'organismes de recherche (IUEM, IFREMER) que de structures de l'Etat ou de collectivités et de milieux socioprofessionnels (Chambre d'agriculture, Coopératives agricoles). L'ensemble des demandes faites au Réseau est présenté dans le tableau 4.

Organisme	Nom	Statut	Date	Rivière(s) concernée(s)
IUEM				
IUEM	Cudennec Benoît	Stagiaire 3M	21/03/2003	Aulne Elorn
IUEM	Gosselin Marc	Stagiaire maîtrise chimie	06/05/2003	Aulne
IUEM	Guerin Laurent	Doctorant	23/05/2003	Elorn, Douffine, Aulne
IUEM	Thouzeau Gérard	HDR	25/06/2003	Aulne Elorn
Autres organismes de recherche				
IFREMER	Tobie Guillaume	Stagiaire	25/04/2003	Toutes les rivières
Collectivités / organismes de l'Etat				
DIREN	Prioul Franck	Technicien données BEP	20/01/2003	Toutes les rivières
Communauté de communes du Pays Fouesnantais	Lefebve Morgane	Coordinnatrice BV Lesnevard	05/02/2003	Saint Laurent
Syndicat Mixte du Haut-Léon	Cheveau Johan	Animateur environnement	20/02/2003	Penzé
Mairie de Douarnenez	Aloyol Eglantine	Stagiaire	12/05/2003	Ris
Communauté de communes de Lesneven	Le Gad Emmanuelle	Animatrice BV	03/09/2003	Quillimadec
Mairie de Tréfléz	Jean Kerdoncuff	Maire	24/11/2003	Flèche
Acteurs Socio-professionnels				
Chambre d'Agriculture 29	Descombes Michel	Animateur Agricole BV	11/02/2003	Ris
Coopérative des éleveurs de porcs du Léon et du Tréguier	Thomas Chrystèle	Technicienne environnement	04/03/2003	Toutes les rivières

Tableau 4. Récapitulatif des demandes de cession de données du réseau ECOFLUX (concentrations en nitrates, phosphates et silicates, débits et flux si disponibles)

III. DESCRIPTION DES BASSINS VERSANTS DES RIVIERES SUIVIES PAR LE RESEAU ECOFLUX

Les concentrations en nitrates, phosphates et silicates des cours d'eau dépendent de nombreux facteurs : géologie, conditions climatiques, activités humaines... Pour une compréhension plus aisée des résultats obtenus par le Réseau (cf. chapitre IV), nous rappelons le choix des rivières décrivons les activités économiques présentes sur chaque bassin versant¹.

III.1. Choix des rivières

Testé sur 22 rivières de 1998 à 1999, le réseau ECOFLUX a été par la suite restreint à 13 rivières. Elles ont essentiellement été choisies par rapport à la sensibilité des zones qu'elles alimentent vis-à-vis des phénomènes de marées vertes et d'efflorescences phytoplanctoniques. De même, à partir de 2000, trois catégories de cours d'eau ont été distinguées :

- les rivières alimentées par des bassins versants à réserves souterraines importantes ou modérées (Dourduff, Dossen, Guillec, Flèche, Quillimadec, Ris, Saint Laurent),
- les rivières alimentées par des bassins versants à réserves souterraines faibles (Douffine, Aulne, Kerharo, Lapic),
- et les rivières en situation intermédiaire (Penzé, Elorn).

Les réserves souterraines sont entre autres déterminées par la nature de la roche du bassin versant (cf. tableau 5).

Rivière	Géologie	Type réserves souterraines
Dourduff	Schiste (70%) + granite (20%)	fortes
Dossen	Schiste et micaschiste majoritaires	fortes
Penzé	Granite (35%) + schiste (35%) + micaschiste (10%) + gneiss (20%)	moyennes
Guillec	Micaschiste majoritaire + granite	fortes
Flèche	Granite majoritaire + micaschiste	fortes
Quillimadec	Granite majoritaire + micaschiste et gneiss	fortes
Elorn	Granite et gneiss rive droite, schiste et quartzite rive gauche	moyennes
Douffine	Schiste	faibles
Aulne	Schiste (80%) + granite (20%)	faibles
Kerharo	Quartzites + micaschistes	faibles
Lapic	Micaschiste	faibles
Ris	Micaschiste majoritaire + granite	fortes
Saint Laurent	Granite + micaschiste	fortes

Tableau 5. Géologie des bassins versants des cours d'eau suivis par le réseau ECOFLUX

¹ Pour l'Aulne, seules les données du Finistère seront présentées.

Ainsi, dans le cas des rivières à fortes réserves souterraines (roches essentiellement composées de granite), les concentrations en nitrates ou des silicates ont tendance à augmenter en été ou à rester relativement stables en été (cf. chapitre IV), contrairement aux rivières à faibles réserves souterraines (roches essentiellement composées de schiste) dont les concentrations en nitrates ou des silicates ont plutôt tendance à diminuer en été (diminution des apports dus aux écoulements souterrains)².

A la nature de la roche s'ajoute également celle du sol en lui-même, et notamment leur plus ou moins grande perméabilité. Ces deux éléments sont nécessaires pour définir la part de chaque type d'écoulement (écoulement de surface, de subsurface ou souterrain) dans l'alimentation du cours d'eau. L'importance relative de chaque type d'écoulement joue un rôle considérable dans les variations des concentrations en élément chimique.

Néanmoins, si les concentrations en silicates ne dépendent que de la géologie et des conditions climatiques, des facteurs anthropiques ont des conséquences sur les concentrations moyennes et les variations en nitrates et en phosphates.

III.2. Les activités humaines sur les bassins versants

L'objet de ce paragraphe est de présenter brièvement les bassins versants des rivières étudiées, et plus précisément les activités anthropiques qui peuvent avoir un impact sur les teneurs en phosphates et nitrates des cours d'eau. Toute activité humaine a des conséquences sur l'environnement en général. L'urbanisme, les industries implantées sur les bassins versants, les piscicultures installées le long des cours d'eau et l'agriculture sont toutes responsables d'une plus ou moins grande part de la pollution par les matières azotées et phosphorées.

III.2.1. L'urbanisme

Les habitations, les activités économiques ou de service engendrées par l'urbanisme sont productrices de nitrates et de phosphates. Ces derniers sont loin d'être entièrement éliminés des eaux usées par les stations d'épuration ; ils peuvent donc être transférés vers le cours d'eau lors du rejet des eaux épurées. Par ailleurs, les eaux pluviales non retraitées et qui rejoignent le cours d'eau peuvent également être source de pollution. Il est donc intéressant de pouvoir localiser l'urbanisme sur un bassin versant.

La population dans le Finistère est inégalement répartie. Ainsi, les habitants sont majoritairement concentrés le long de la côte et des axes routiers. Ceci implique une répartition irrégulière sur les différents bassins versants des rivières suivies par le réseau ECOFLUX.

De superficies différentes, les bassins versants présentent également des communes en nombre et taille variables (cf. tableau 6). Ainsi, parmi les rivières suivies, deux d'entre elles présentent un bassin versant assez fortement urbanisé, avec chacun des villes de plus de 10 000 habitants à l'embouchure (le Dossen et l'Elorn avec respectivement Morlaix et Landerneau). Pour les autres, on trouve essentiellement des communes de moins de 5 000 habitants, dont plus de la moitié comptent moins de 1 000 habitants.

² La concentration fluviale en phosphates est indépendante de la nature des roches du bassin versant. Les apports de cet élément vers le cours d'eau ne sont dus qu'aux écoulements de surface et de subsurface.

Rivière	Nombre de communes	Nombre de communes dont le bourg est sur le bassin versant			
		de moins de 1 000 habitants	de 1 000 à 5 000 habitants	de 5 000 à 10 000 habitants	de plus de 10 000 habitants
Dourduff	7	2	2		
Dossen	9	2	3	1	1
Penzé	14	1	4		
Guillec	12	3	2		
Flèche	10	4			
Quillimadec	15	4	2	1	
Elorn	21	6	10	1	1
Douffine	12	5	2		
Aulne	42 dans le Finistère	19	13	1	
Kerharo	3	1	2		
Lapic	4	1	1		
Ris	6	2	1		
Saint Laurent	5	0	1		

Tableau 6. *Urbanisme (source : recensement communal 1998 – INSEE)*

La figure 2 met en évidence la répartition de ces bourgs (dans le Finistère) :

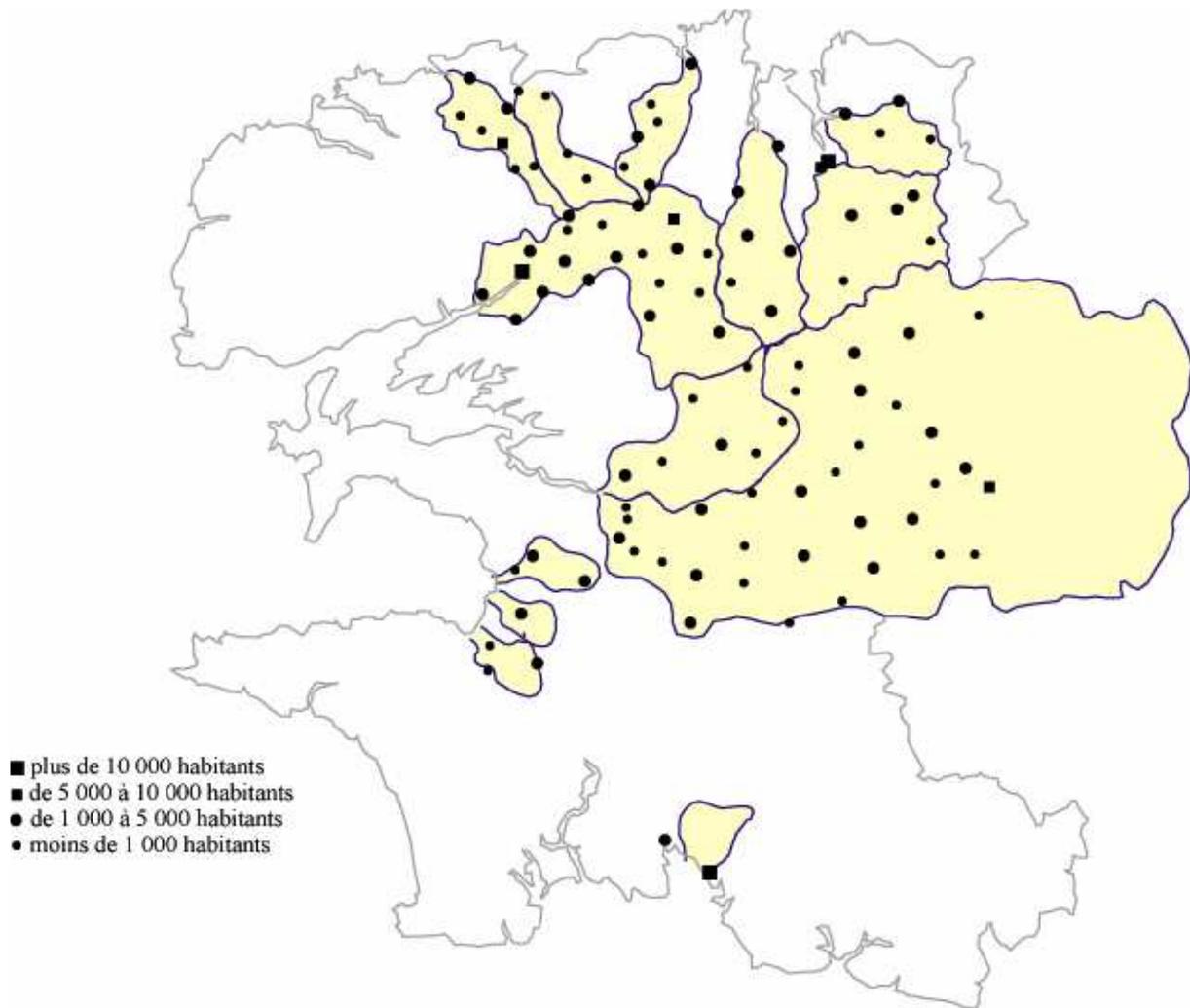


Figure 2. Localisation des bourgs sur les bassins versants

A l'exception de Carhaix dans le centre Finistère, les plus importantes communes sont situées près du littoral ou de l'embouchure des fleuves. Ceci implique que la majorité des eaux usées et/ou épurées seront rejetées dans les cours d'eau majoritairement vers l'aval et donc plus difficilement éliminés des eaux via des processus biologiques ou chimiques.

III.2.2. Le traitement des eaux usées

En application de l'article 35 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, les communes ont l'obligation de délimiter sur leur territoire les zones relevant de l'assainissement collectif et celles relevant de l'assainissement autonome. La répartition des habitants sur le territoire des communes joue un rôle dans le choix du ou des systèmes d'assainissement fait par les communes. Par conséquent, certaines communes ont ou sont raccordées à une station d'épuration (assainissement collectif) d'autres n'ont mis en place que de l'assainissement individuel, d'autres encore, et c'est le cas le plus fréquent, font appel aux deux types de système d'assainissement (cf. tableau 7).

Rivière	Nombre de communes sur le bassin versant	Nombre de stations d'épuration sur le bassin versant	Nombre de communes raccordées à un réseau d'assainissement (collectif et éventuellement individuel)	Nombre de stations d'épuration en projet	Nombre de communes ayant uniquement un réseau non collectif
Dourduff	7	4	6		1
Dossen	9	5	8		1
Penzé	14	3	11		3
Guillec	12	3	7		5
Flèche	10	0	3		7
Quillimadec	15	3	8	1	6
Elorn	21	12	14		7
Douffine	12	2	6		6
Aulne	42 dans le Finistère	15 dans le Finistère	23	1	15
Kerharo	3	1 en projet		1	2
Lapic	4	1 + 1 en projet	1	1	2
Ris	6	3	5		1
Saint Laurent	5	1	5		

Tableau 7. L'assainissement des communes sur les bassins versants des rivières suivies par le réseau ECOFLUX (sources : Atlas de l'environnement du Conseil Général, 2003 – Recensement communal 1998, INSEE)

Certaines des caractéristiques des stations d'épuration (le nombre d'équivalents/habitants traités, leur rendement...) peut avoir un impact sur la qualité de l'eau de la rivière dans laquelle sont rejetées les eaux issues de ces stations. Selon l'Atlas de l'environnement 2003 édité par le Conseil Général, « les rendements épuratoires obtenus sur l'ensemble des stations d'épuration sont de 82% sur la pollution azotée et de 72% sur le phosphore ». Ces stations sont donc susceptibles de rejeter plus ou moins d'azote et de phosphore. En outre, le tourisme local peut avoir un impact si les stations d'épuration ne sont pas équipées pour traiter les équivalents habitants supplémentaires. Dans ce cas, le transfert d'azote et de phosphore vers les cours d'eau peut être accentué en période de touristique.

La figure 3 permet de localiser les différentes stations d'épuration dans le Finistère (à l'exception de celles de Brest et de Quimper) :

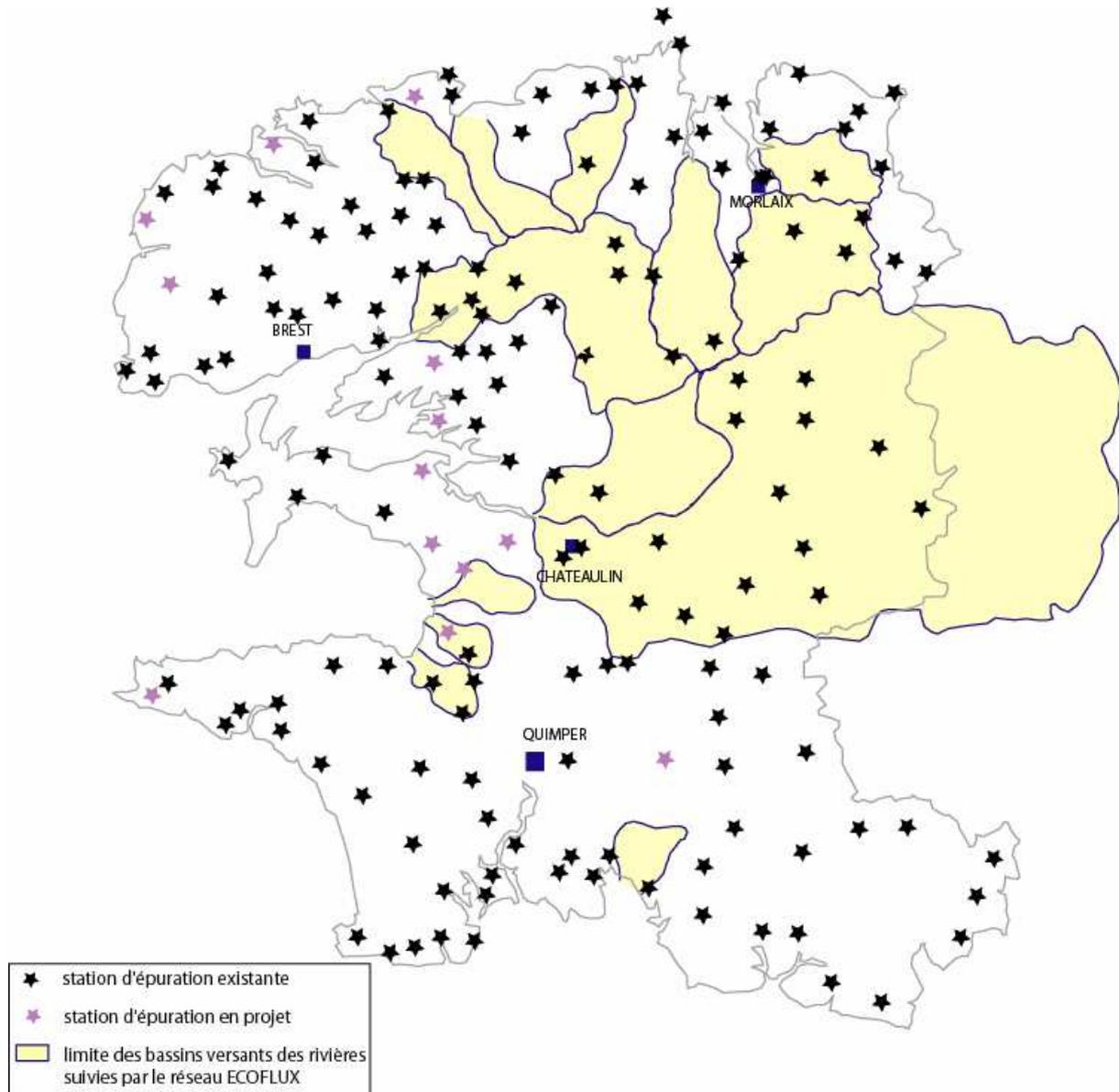


Figure 3. Localisation des stations d'épuration dans le Finistère (sources : Atlas de l'environnement du Conseil Général, 2003 – Recensement communal 1998, INSEE)

La répartition diffère donc d'un bassin à l'autre. Les stations d'épuration correspondent en général aux communes de plus de 1 000 habitants, les plus petites communes s'orientant en général vers l'assainissement individuel.

III.2.3. La pisciculture

Les activités piscicoles peuvent être à l'origine de rejet de matières phosphorées et azotées (alimentation et déjections des poissons), et ce parfois en grande quantité. Il est donc intéressant de connaître leur localisation sur les différents cours d'eau suivis (cf. figure 4).

Dans ce paragraphe, il ne sera question que des installations classées du secteur industriel (dont sont également exclues les boues de stations d'épuration urbaines et/ou industrielles) et dont les rejets peuvent être responsables de pollution de l'eau par l'azote et le phosphore.

Différents secteurs d'activité peuvent émettre ces substances :

- l'industrie agroalimentaire (abattoirs, laiteries en particulier),
- l'industrie chimique et para-chimique,
- et l'industrie papetière.

D'après le panorama 2002 présenté par la DRIRE, quatre entreprises rejettent des nitrates (à raison de 10 à 50 kg/j) :

- Sur l'Elorn : la société DANISCO Cultor (usine de traitement d'algues située à La Forêt-Landerneau),
- Sur la Douffine : la société Nobel Sport (stockage et fabrication d'explosif à Pont de Buis),
- Sur l'Aulne : la société DOUX (abattoir de volailles, découpe, transformation à Châteaulin) et la société SOCOPA (abattoir de porcs, découpe à Châteauneuf-du-Faou).

Toujours d'après ce même panorama, deux entreprises rejettent du phosphore (à raison de 5 à 20 kg/j) :

- Sur l'Elorn : la société DANISCO Cultor à La Forêt-Landerneau,
- Sur l'Aulne : la société SOCOPA à Châteauneuf-du-Faou.

III.2.5. L'agriculture

Si l'urbanisme et les industries sont responsables de pollutions dites directes en grande majorité, l'agriculture, elle, émet essentiellement de la pollution diffuse. Différents facteurs entrent en jeu dans les risques de transfert d'azote et de phosphore vers les rivières : les types de production (les cultures légumières nécessitent l'utilisation d'engrais minéraux en quantité relativement importante, la production de porcs et de volailles engendre l'existence de lisier qu'il faudra épandre, etc.), les surfaces agricoles utilisées (plus elle est importante sur un bassin versant, plus les risques de transfert sont grands)...

a) Les types de production

Le Finistère peut être découpé en différentes zones selon les productions agricoles dominantes :

- les cultures légumières en zone littorale au nord du département,
- la production de lait dans la zone du Bas Léon, dans la région de Douarnenez, dans la région de Morlaix et dans celle de Quimperlé ;
- la production de viande bovine dans le centre Finistère
- la production de porc dans le Léon et dans le centre Finistère ;

- et l'aviculture pour la chair dans le centre Finistère et pour les œufs dans le Haut-Léon, dans la région de Quimper et dans la région de Carhaix.

Ainsi, chaque bassin versant suivi sera caractérisé par les types de cultures dominantes (cf. tableau 8).

Rivière	SAU	Productions agricoles dominantes
Dourduff	65%	lait + légumes au Nord
Dossen	environ 50%	lait + viande bovine
Penzé	69%	lait et viande bovine + légumes au Nord
Guillec	92%	porc+volailles+légumes au N
Flèche	environ 75%	porc + lait + légumes au nord du BV
Quillimadec	70%	porc + lait + légumes au nord du BV
Elorn	environ 70% ?	viande bovine en amont, porc en aval
Douffine	rive gauche moins de 40%, rive droite environ 70%	viande bovine + porc
Aulne	environ 70%	viande bovine + volaille
Kerharo	76%	porc + lait
Lapic	74%	porc + lait
Ris	70%	lait + porc
Saint Laurent	40%	volailles

Tableau 8. L'agriculture sur les bassins versants

La plupart des bassins versants ont donc une surface agricole moyenne (environ 70% de la surface totale). Il est intéressant de remarquer que deux bassins versants sont à mettre à part : le Guillec qui présente une SAU particulièrement élevée et le Saint Laurent qui lui présente une SAU particulièrement faible. Quant aux types de production, on remarquera qu'elles sont variées, avec une prédominance des productions bovine de viande ou laitière et de porc.

b) La répartition des exploitations

Comme le montre la figure 5, les surfaces agricoles, et donc les exploitations sont inégalement réparties sur les bassins versants. Différentes zones se dégagent : le Léon, le centre du Finistère et la région de la Baie de Douarnenez où les communes se sont beaucoup tournées vers l'agriculture.

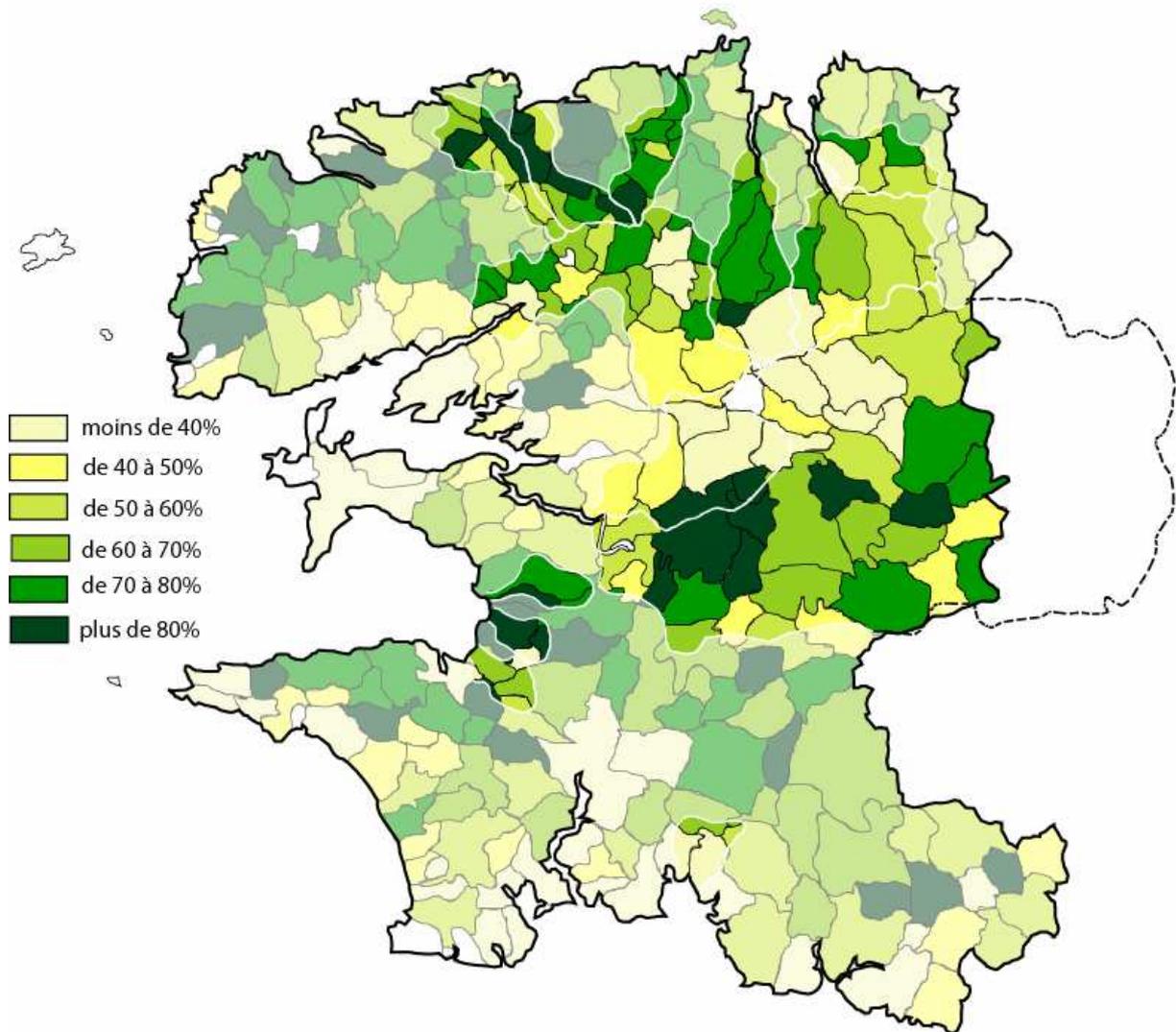


Figure 5. Part de la SAU dans la surface communale (source : ADASEA – Le Finistère et son espace agricole – Situation et perspective à l’an 2001)

Les bassins versants des rivières suivies par le réseau présentent également pour ce thème de fortes disparités. Ainsi, le Saint Laurent a un bassin versant faiblement agricole alors, qu’à l’inverse, le Guillevic l’est très fortement.

Or, les types de production et la répartition des zones de cultures peuvent jouer un rôle important dans le transfert des nitrates et des phosphates au cours d’eau.

On peut remarquer que le bassin versant présentant la part communale en SAU la plus importante (le Guillevic) correspond à la rivière la plus fortement chargée en nitrates (en 2002, 83,5 mg/l en moyenne). Cependant, cet indice ne peut être relié directement à la teneur en phosphates et en nitrates dans l’eau. En effet, le Quillimadec et le Ris, pourtant tous deux classés en bassins versants de fortes réserves souterraines et présentant une part de SAU comparables ne présentent pas des teneurs en nitrates du même ordre de grandeur (52,4 pour le premier, 33,7 pour le second).

c) Les Zones d'Excédent Structurel

Des « Zones d'Excédent Structurel » ou ZES ont été définies en 1994 puis en 2001, suite à la Directive Nitrates. Ces zones correspondent aux cantons où l'apport d'azote organique est supérieur à 170 uN/ha. La figure 6 présente ces zones :

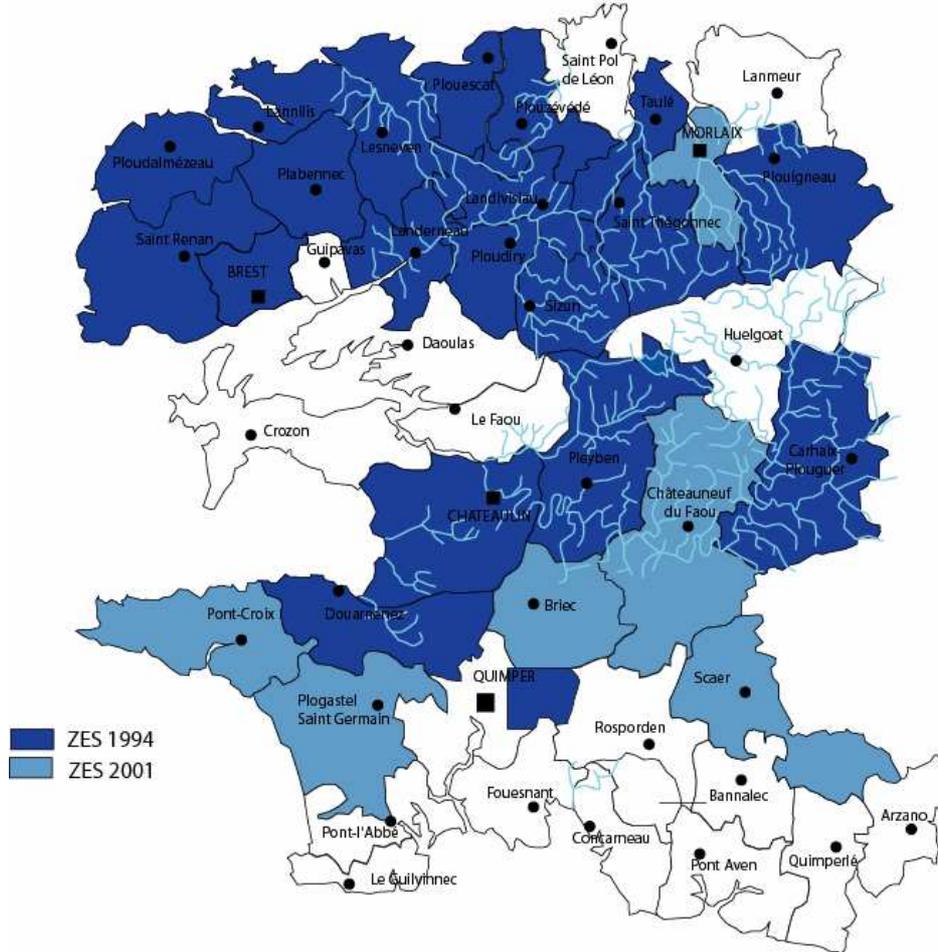


Figure 6. Localisation des Zones d'Excédent Structurel (ZES) dans le Finistère

Exceptés le Douaruff et le Saint Laurent, les rivières retenues dans le réseau ECOFLUX parcourent donc des zones où la charge azotée est particulièrement élevée.

Cette description permet de mettre en évidence le caractère original de chaque bassin versant. Des détails restent en effet à apporter (nombre d'habitants sur chaque bassin versant, caractéristiques des différentes stations d'épuration, nombre d'exploitation, charge d'azote, données sur le tourisme, complément des données pour l'Aulne...) afin de connaître précisément le contexte économique de chaque bassin versant. Il sera également indispensable de compléter les données sur les caractéristiques naturelles des bassins versants (taux de ruissellement, apport souterrain, nature du sol...). L'ensemble de ces données devraient permettre de pouvoir mieux expliquer les résultats du suivi exposés au chapitre suivant.

IV. RESULTATS SCIENTIFIQUES

L'annexe I présente les données brutes acquises depuis janvier 2003, ainsi qu'une présentation par rivière des principaux résultats. L'objet de ce paragraphe est de mettre en évidence les tendances générales et les résultats marquants. L'année 2000 étant incomplète, l'étude portera essentiellement sur les années 1999 et 2001 à 2003.

IV.1. Les concentrations des trois éléments dans les rivières suivies

Les données obtenues par le réseau ECOFLUX permettent de mettre en évidence les variations 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 bien 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...),
- aux activités économiques (agriculture mais aussi urbanisme, tourisme ou encore industries),
- 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.

Comme évoqué dans le chapitre III, les bassins versants présentent des caractéristiques différentes d'un point de vue géologique et économique.

IV.1.1. Variations des concentrations moyennes annuelles

Le tableau 9 et la figure 7 présentent les comparaisons des différentes années d'études pour ce qui est des concentrations moyennes en éléments mesurés.

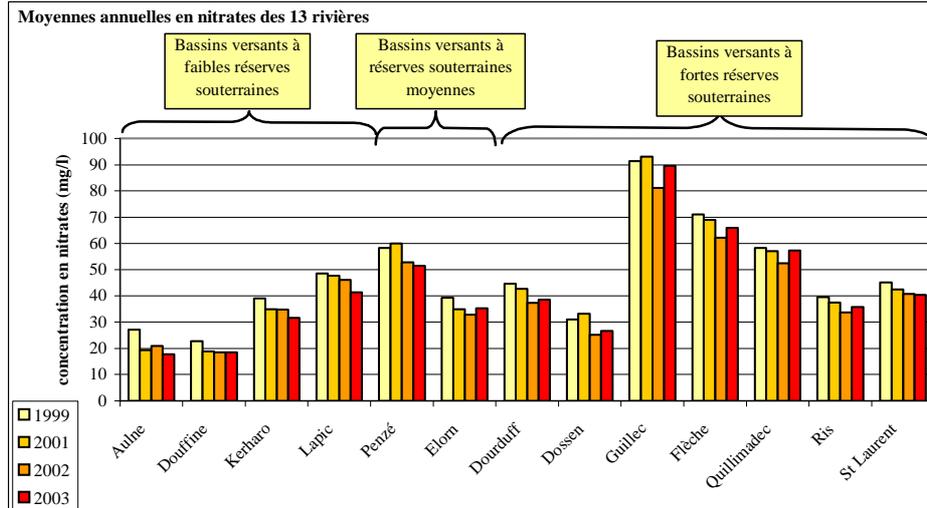
	Nitrates							
	1999		2001		2002		2003	
	Moyenne (mgNO ₃ /l)	Ecart type						
BV à RS faibles								
Aulne	27,1	9,8	19,3	7,7	20,9	7,0	17,6	10,3
Douffine	22,7	5,2	18,9	4,3	18,5	3,6	18,2	3,4
Kerharo	39	6,3	34,9	9,5	34,7	6,6	31,5	9,3
Lapic	48,5	9,1	47,7	7,1	46,1	4,9	40,0	10,4
BV à RS moyennes								
Penzé	58,2	12,9	60,0	15,6	47,1	8,2	50,8	6,9
Elorn	39,3	6,4	35,0	6,4	32,8	4,5	35,0	7,0
BV à fortes RS								
Dourduff	44,6	8,8	42,8	8,1	37,3	8,9	37,6	7,1
Dossen	31,1	6,5	33,2	12,2	25,3	6,7	27,8	4,3
Guillec	91,3	21,9	93,1	19,9	81,1	18,5	88,6	9,5
Flèche	71,1	15,3	69,0	16,0	62,2	14,7	65,0	10,9
Quillimadec	58,3	12,2	57,0	14,2	52,4	12,4	56,5	8,4
Ris	39,5	7,4	37,5	4,7	33,7	4,4	35,7	3,6
St Laurent	45,1	7,3	42,5	5,8	40,7	5,4	39,8	4,9

	Phosphates							
	1999		2001		2002		2003	
	Moyenne (mgPO ₄ /l)	Ecart type						
BV à RS faibles								
Aulne	0,057	0,035	0,061	0,036	0,072	0,033	0,057	0,034
Douffine	0,350	0,294	0,472	0,353	0,277	0,252	0,634	0,403
Kerharo	0,132	0,077	0,117	0,078	0,135	0,079	0,149	0,100
Lapic	0,466	0,389	0,334	0,285	0,237	0,140	0,512	0,508
BV à RS moyennes								
Penzé	0,496	0,233	0,562	0,358	0,537	0,321	0,577	0,293
Elorn	0,239	0,226	0,252	0,177	0,196	0,135	0,217	0,137
BV à fortes RS								
Dourduff	0,258	0,159	0,275	0,129	0,291	0,157	0,315	0,153
Dossen	0,344	0,205	0,373	0,232	0,264	0,228	0,539	0,404
Guillec	0,370	0,142	0,363	0,250	0,364	0,204	0,573	0,208
Flèche	0,253	0,124	0,270	0,107	0,334	0,163	0,278	0,089
Quillimadec	0,440	0,184	0,423	0,183	0,430	0,158	0,434	0,183
Ris	0,097	0,072	0,093	0,029	0,117	0,044	0,138	0,055
St Laurent	0,039	0,019	0,034	0,031	0,039	0,026	0,038	0,024

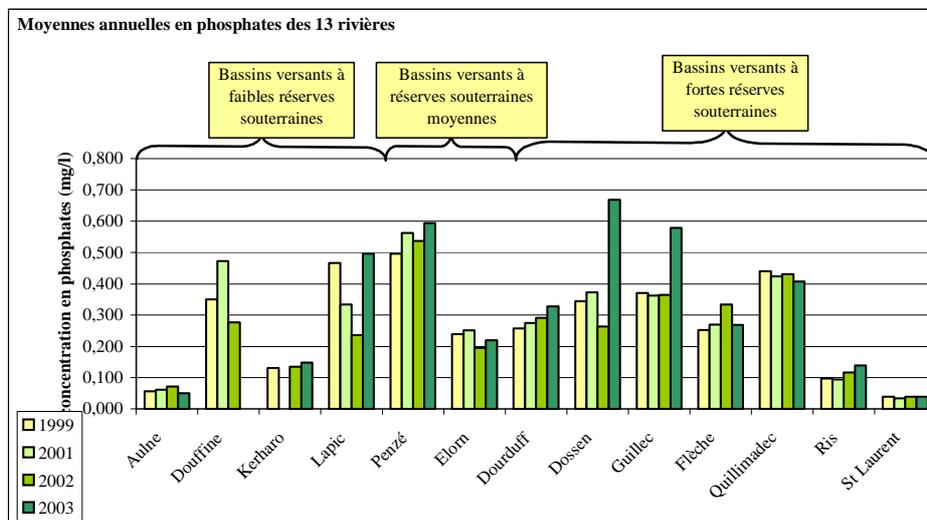
	Silicates							
	1999		2001		2002		2003	
	Moyenne (mg SiO ₂ /l)	Ecart type	Moyenne (mg SiO ₂ /l)	Ecart type	Moyenne (mg SiO ₂ /l)	Ecart type	Moyenne (mg SiO ₂ /l)	Ecart type
BV à RS faibles								
Aulne	6,8	3,0	5,5	3,3	6,3	2,5	4,5	3,8
Douffine	5,5	0,8	5,6	0,8	5,3	0,8	5,6	1,1
Kerharo	10,1	1,1	8,9	2,0	9,2	1,7	8,4	2,2
Lapic	11,7	1,9	11,1	1,0	10,7	1,0	10,3	1,2
BV à RS moyennes								
Penzé	12,5	0,9	12,7	1,7	11,5	1,2	11,3	1,2
Elorn	9,2	0,9	10,0	1,3	8,4	1,0	9,2	1,2
BV à fortes RS								
Dourduff	13,4	1,7	13,2	2,2	13,2	1,6	12,9	1,5
Dossen	12,2	1,7	13,1	2,2	11,7	2,4	12,0	1,9
Guillec	13,8	1,8	15,0	2,0	13,0	2,2	12,7	1,9
Flèche	14,1	2,5	14,7	2,9	14,2	2,6	13,6	2,4
Quillimadec	16,0	2,1	15,7	3,0	15,5	2,6	15,5	0,2
Ris	12,6	2,8	15,2	2,1	13,1	1,5	15,0	1,7
St Laurent	12,3	1,2	12,5	1,1	12,0	1,0	12,1	1,4

Tableau 9. Tableaux récapitulatifs des concentrations en nitrates, phosphates et silicates dans les rivières du réseau ECOFLUX (RS : Réserves souterraines)

a)



b)



c)

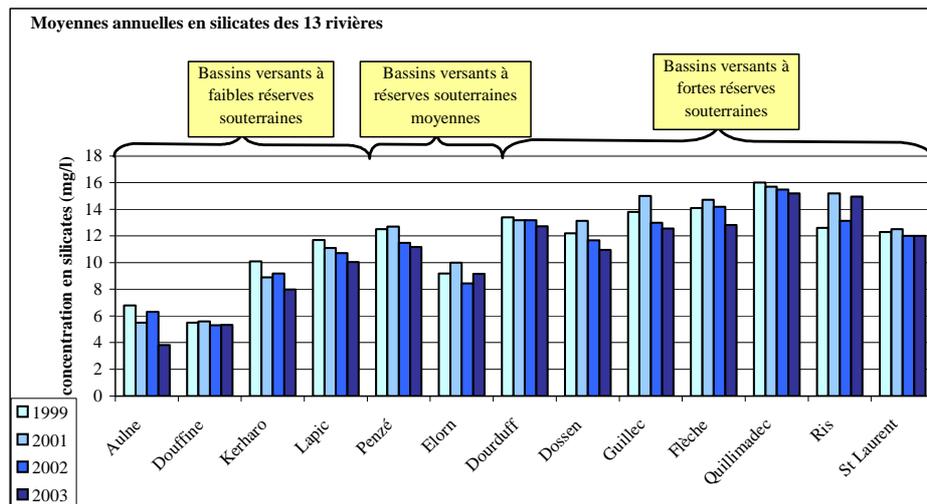


Figure 7. Moyennes annuelles en nitrates, phosphates et silicates des rivières suivies

Les moyennes annuelles de silicates des bassins versants à faibles réserves souterraines sont plus faibles que celles des bassins versants à fortes réserves souterraines, ce

qui est attendu. Pour les fleuves dont le bassin versant a des réserves souterraines moyennes, les moyennes annuelles de silicates sont intermédiaires (cf. figure 7c).

Alors qu'en 2002 nous avons pu noter pour toutes les rivières une diminution des concentrations en nitrates et silicates, en 2003, la tendance est différente selon le type de réserve souterraine. En effet, **les concentrations en nitrates des rivières à faibles réserves souterraines ont continué à diminuer, par contre celles des rivières à fortes réserves souterraines ont augmenté** par rapport à 2002 (figure 7a). Quant aux silicates (figure 7c), on peut noter une diminution pour l'ensemble des rivières, exceptés le Ris et l'Elorn.

Les variations des écart-types depuis 2001 diffèrent également selon le type de bassin versant (tableau 9). Ainsi, pour les cours d'eau dont les bassins versants ont de faibles réserves souterraines, les écart-types augmentent, qu'ils s'agissent des nitrates ou des silicates. Pour les bassins versants à fortes réserves souterraines, c'est l'inverse puisque les écart-types diminuent.

En 2003, la quantité de pluie tombée au cours de l'année représente en moyenne 68% de celle tombée pour chacune des quatre années précédentes. La répartition mensuelle de la quantité d'eau tombée est comparable à celle de 2002, avec une différence moyenne de 28 millimètres d'eau en moins (cf. figure 8)

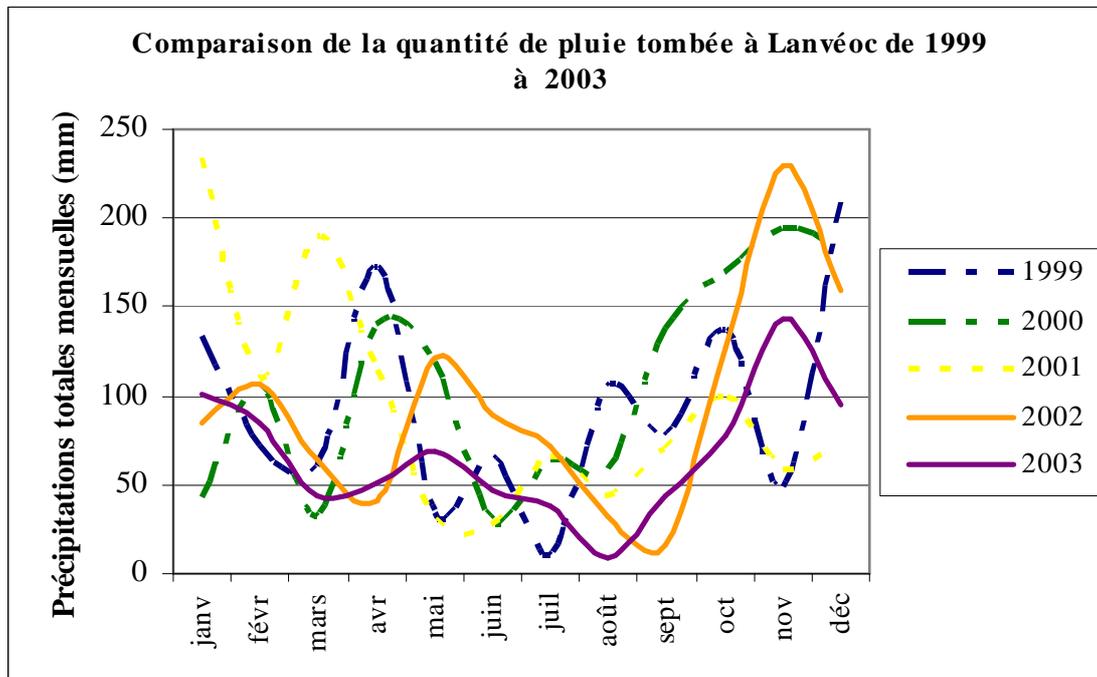


Figure 8. Comparaison des quantités totales de pluie tombée mensuellement pendant les années suivies

Pendant la sécheresse de l'été 2003, les rivières ont presque exclusivement été alimentées par les eaux souterraines. Tandis que les rivières comme le Guillec ou le Quillimadec maintiennent relativement leur débit, avec pour conséquence des concentrations en nitrates et silicates relativement stables (pas d'effet de dilution dû aux précipitations), les rivières dont le bassin versant possède peu de réserves comme l'Aulne ont vu leur débit diminuer de façon importante et donc par la même les concentrations en nitrates et silicates ; ceci explique également les constatations faites pour les écart-types aux moyennes annuelles.

Les concentrations en phosphates ont eu tendance à augmenter pour l'ensemble des rivières, exceptés le Quillimadec et le Saint Laurent (tableau 9). Ces augmentations

sont parfois importantes pouvant représenter la croissance par deux des concentrations de l'année précédente. C'est le cas pour la Douffine et le Kerharo.

Comme les autres années, les plus faibles concentrations en nitrates en 2003 correspondent à celles de l'Aulne et de la Douffine ; les plus fortes à celles du Guillec et de la Flèche. Deux phénomènes sont à l'origine de ceci : la taille des réserves souterraines et l'importance de la surface agricole utilisée, s'y rajoute également l'importance des cultures légumières sur les bassins versants de la Flèche et du Guillec.

Cette année, les plus fortes concentrations en phosphates sont observées pour la Douffine, la Penzé, le Dossen et le Guillec.

IV.1.2. Le classement SEQ-eau

Les figures 9 et 10 présentent les classements SEQ-eau (Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau) obtenus en 1999, 2001, 2002 et 2003 pour les paramètres nitrates et phosphates d'après les résultats obtenus pour les prélèvements.

Les silicates ne représentant pas une forme d'altération de l'eau, ils ne sont pas pris en compte pour le SEQ-eau.

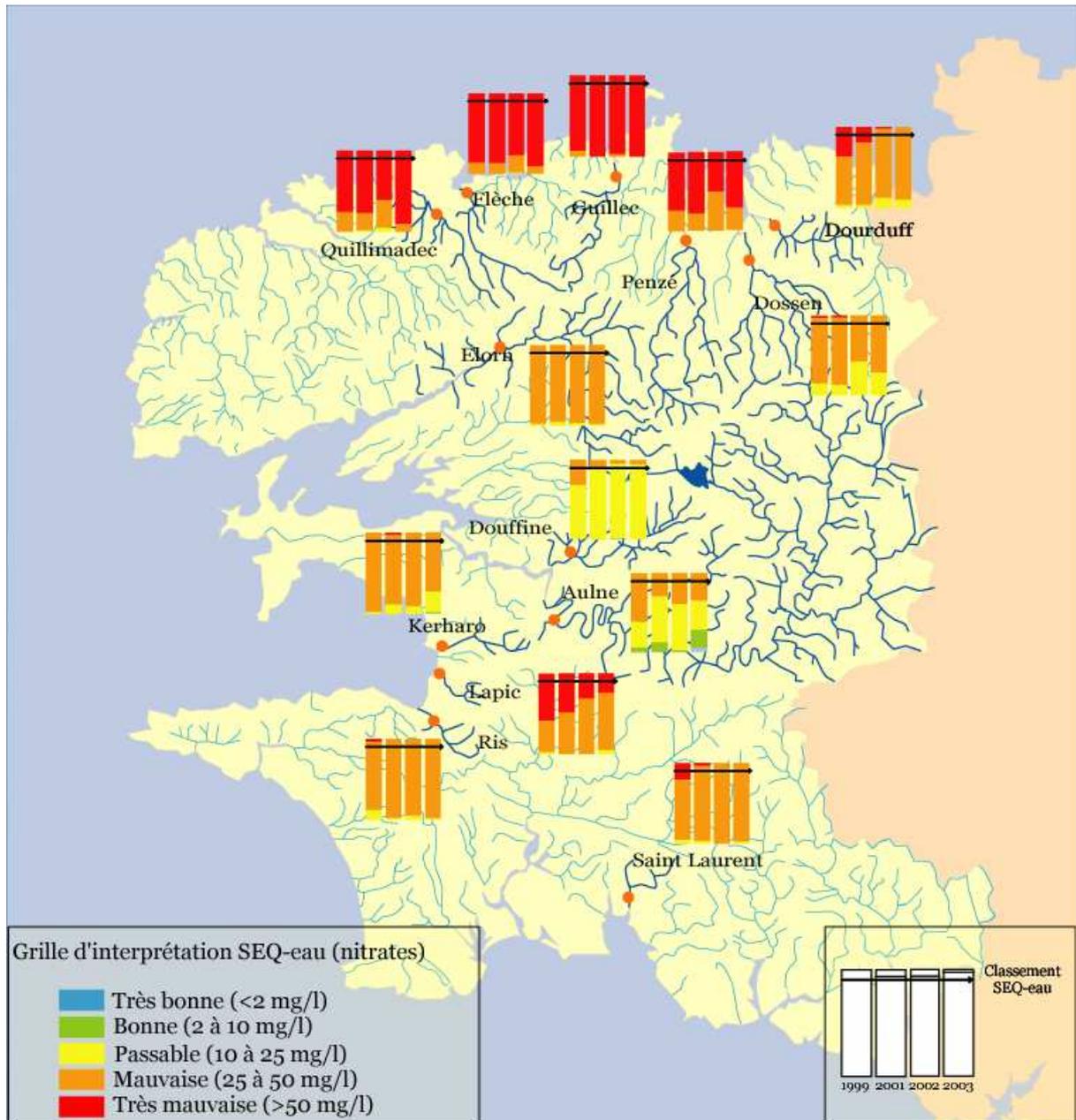


Figure 9. Classement SEQ-eau pour le paramètre nitrates des rivières suivies par le réseau ECOFLUX

Les rivières du Nord Finistère, déjà classées en eau de très mauvaise qualité en 2002 (Penzé, Guillec, Flèche, Quillimadec) ont vu leur proportion de prélèvements classés en très mauvaise qualité augmenter. Pour les autres rivières, la tendance est à l'amélioration (Dourduff, Aulne, Kerharo, Laptic) ou à la stagnation (Elorn, Douffine, Ris, Saint Laurent). Pour aucune rivière on ne constate de changement de classement.

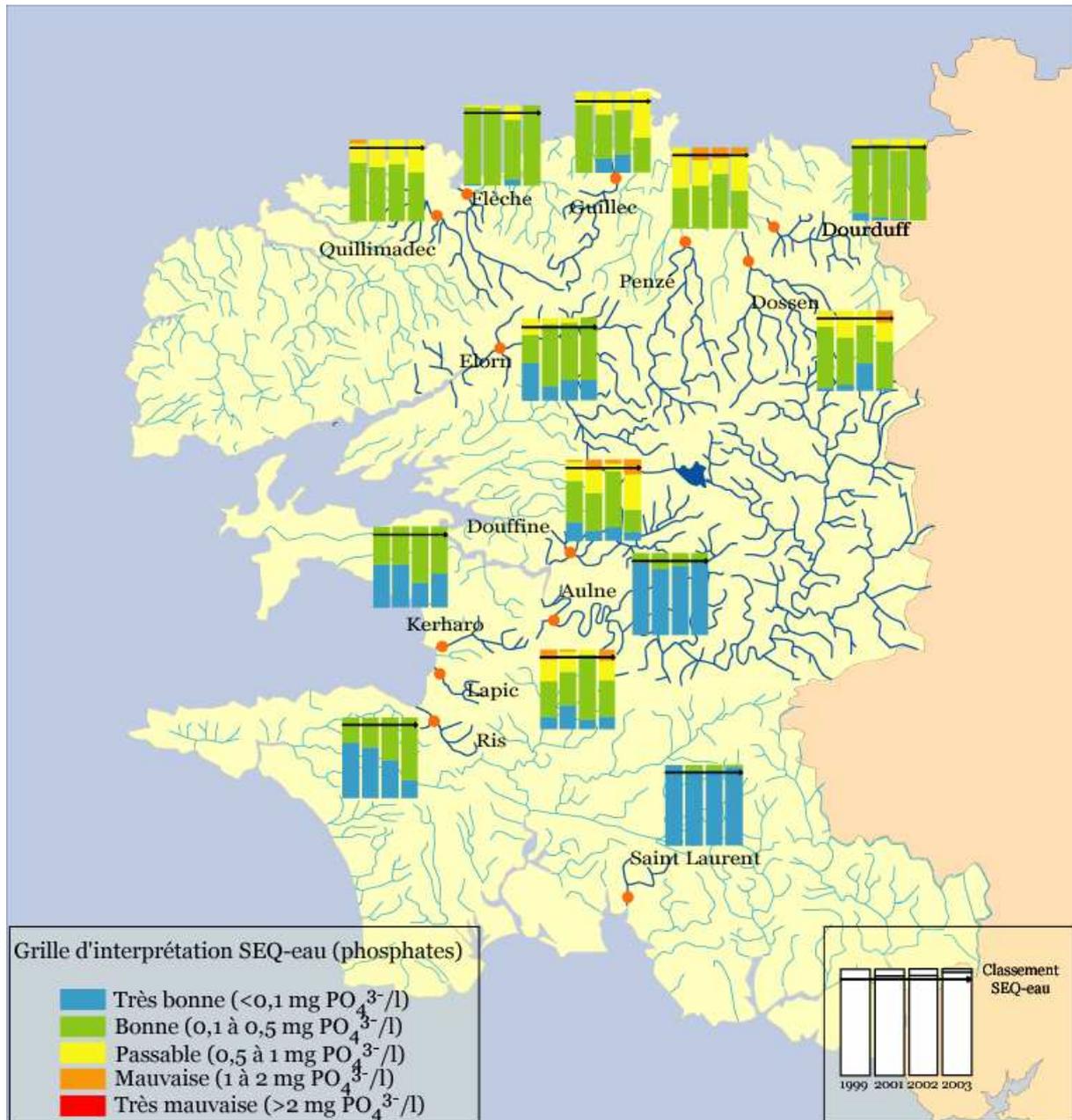


Figure 10. Classement SEQ-eau pour le paramètre phosphates des rivières suivies par le réseau ECOFLUX

Comme nous l'avons constaté en 2002, le bilan du classement SEQ-eau varie beaucoup d'une rivière à l'autre. Ainsi, pour certaines rivières comme le Dourduff ou le Saint Laurent, le classement change peu d'une année sur l'autre. On remarquera une amélioration de ce classement concernant l'Elorn et le Ris et une dégradation notable pour le Dossen, la Douffine et le Laptic, ces trois rivières étant classées en eau de mauvaise qualité vis-à-vis du paramètre phosphates en 2003 alors qu'elles étaient classées en eau de qualité passable en 2002.

IV.1.3. Variations hebdomadaires et saisonnières des concentrations depuis 1998

a) Variabilité des concentrations à l'échelle hebdomadaire

A titre d'exemple, la figure 11 présente les variations comparées des trois éléments sur les cours d'eau suivis par le réseau sur l'ensemble de la période d'étude.

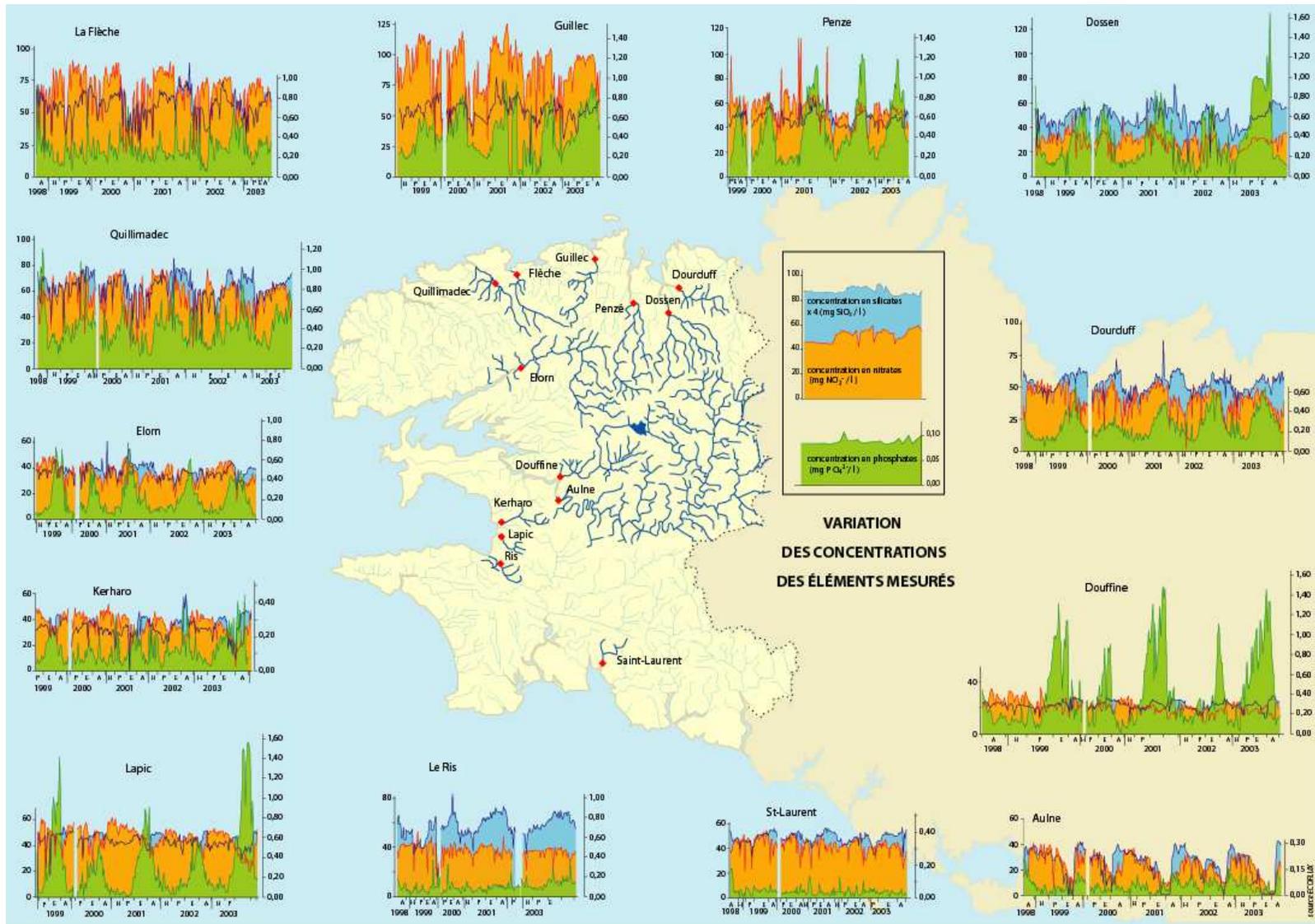


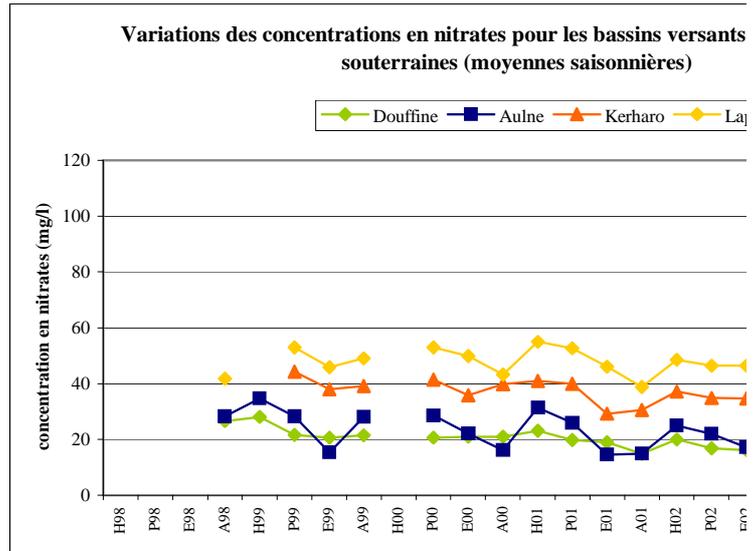
Figure 11. Variations des teneurs pour les cours d'eau suivis par le réseau ECOFLUX sur la période d'étude

On peut observer des variations rapides, surtout en période de crues. Ainsi, sur la Flèche par exemple la concentration en nitrates peut passer de 75 mg/l à 30 mg/l en l'espace d'une semaine. Dans ce cas, la diminution des concentrations correspond à une dilution des teneurs due à un important débit.

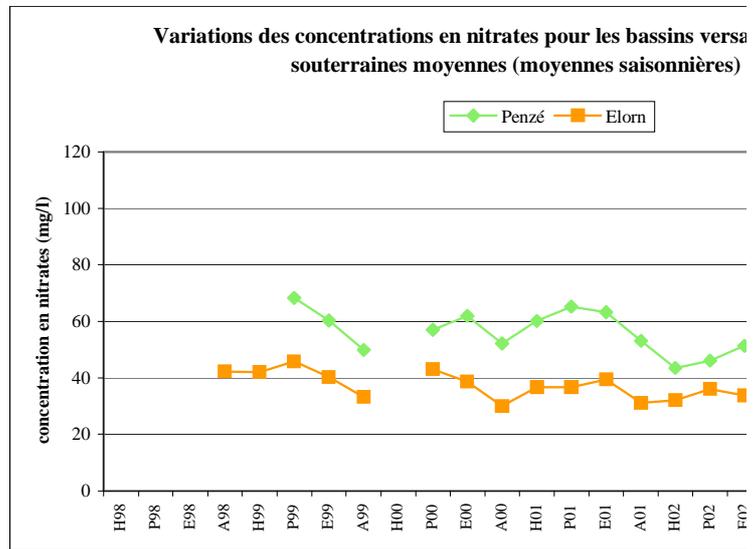
b) Variabilité à l'échelle saisonnière

Selon les rivières et les éléments, les variations sont plus ou moins marquées et peuvent décrire des variations saisonnières. La pluviométrie, les capacités de réserves du bassin versant ainsi que l'activité biologique (photosynthèse et régénération) vont conditionner les concentrations dans les cours d'eau des différents éléments suivis au fil des saisons (cf. figures 12, 13 et 14 pages suivantes).

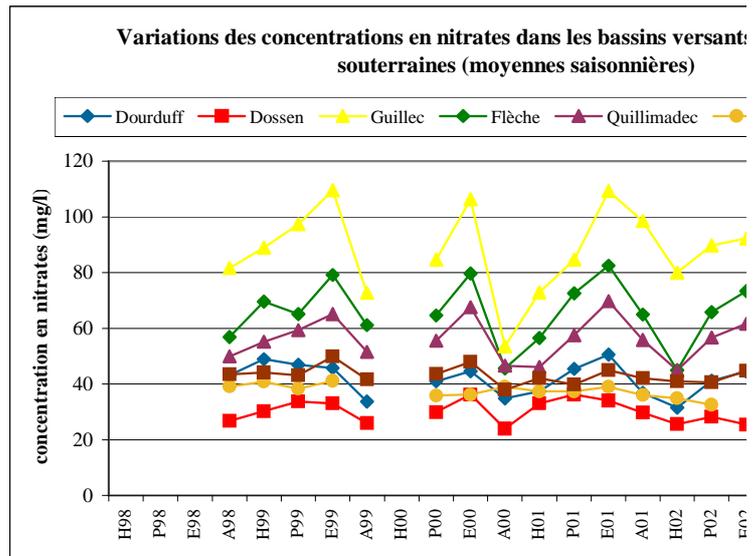
a)



b)



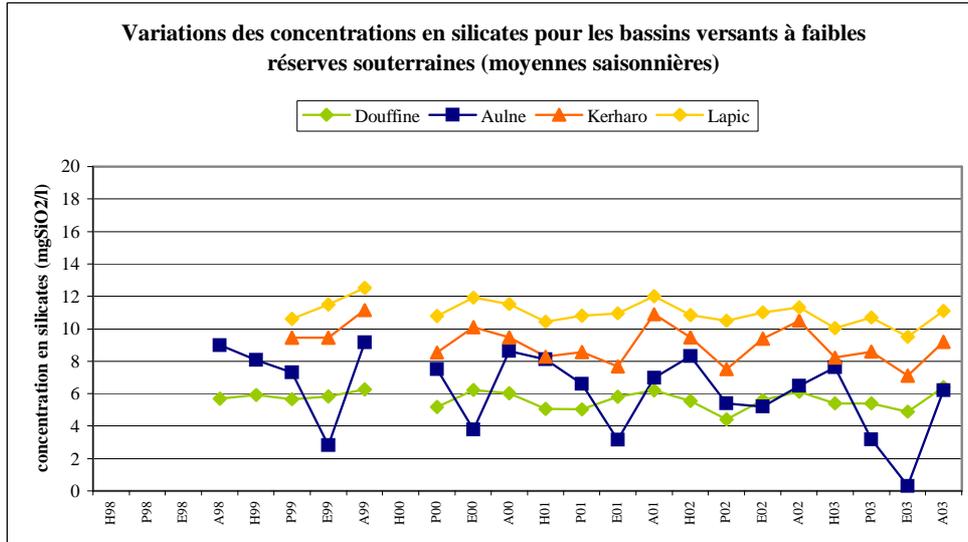
c)



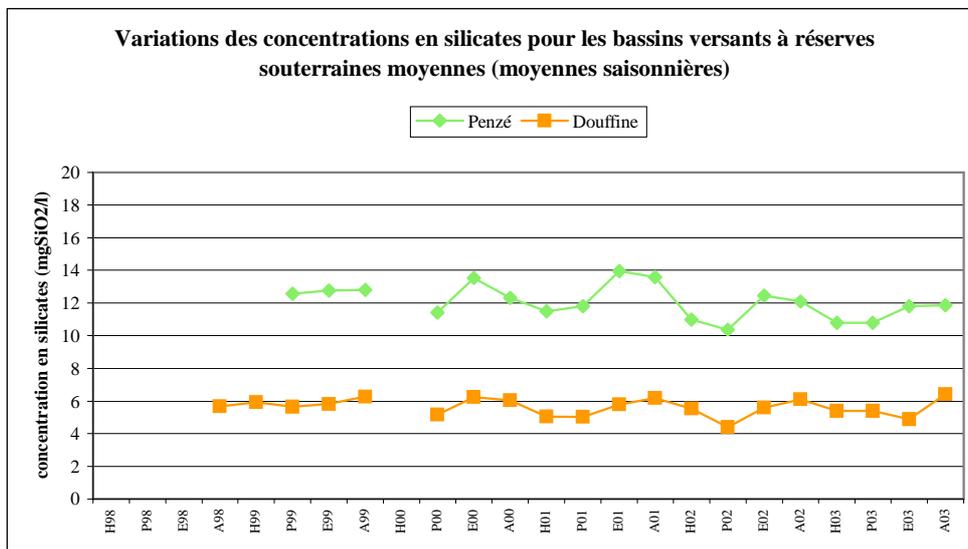
lec
rent

Figure 12. Concentrations moyennes en nitrates au cours de la période d'étude (automne 1998 à l'automne 2003) par types de bassins versants

a)



b)



c)

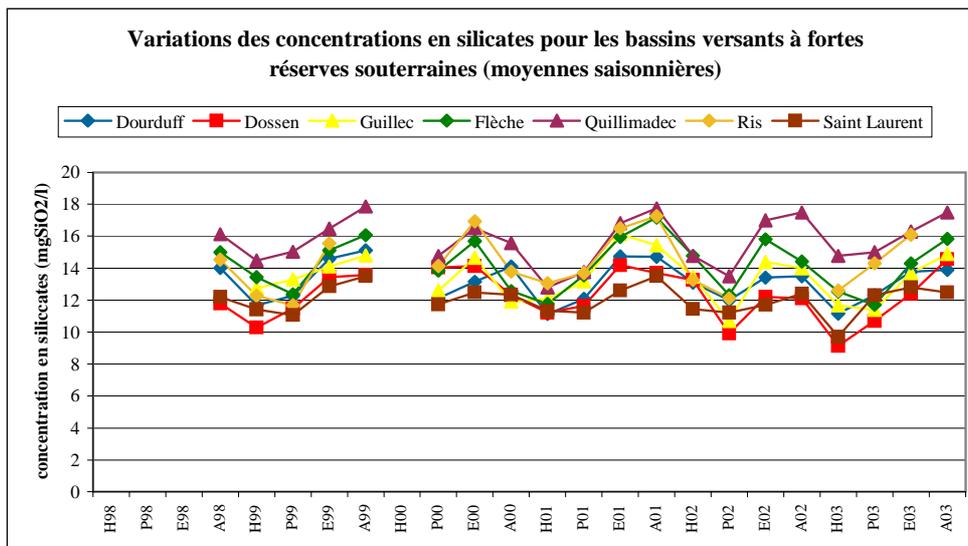
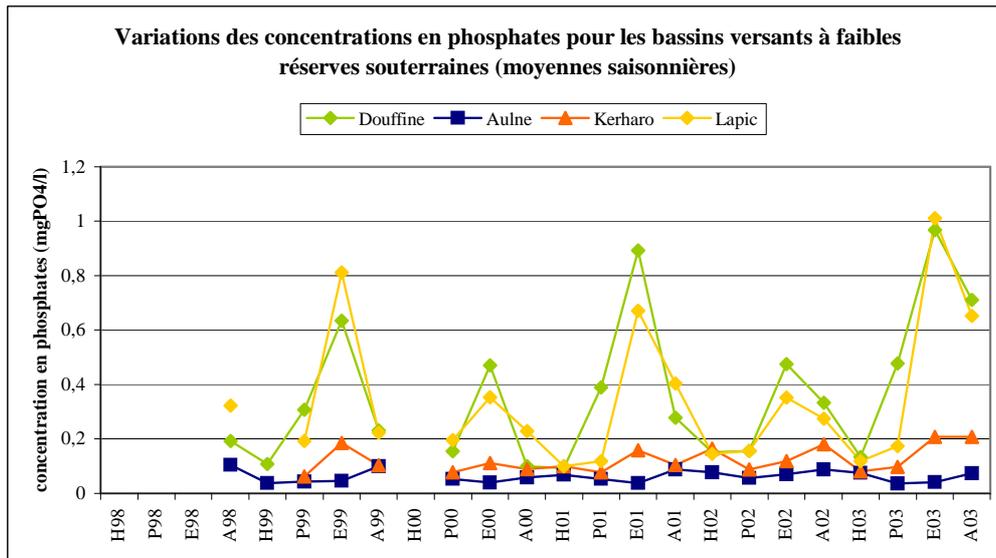
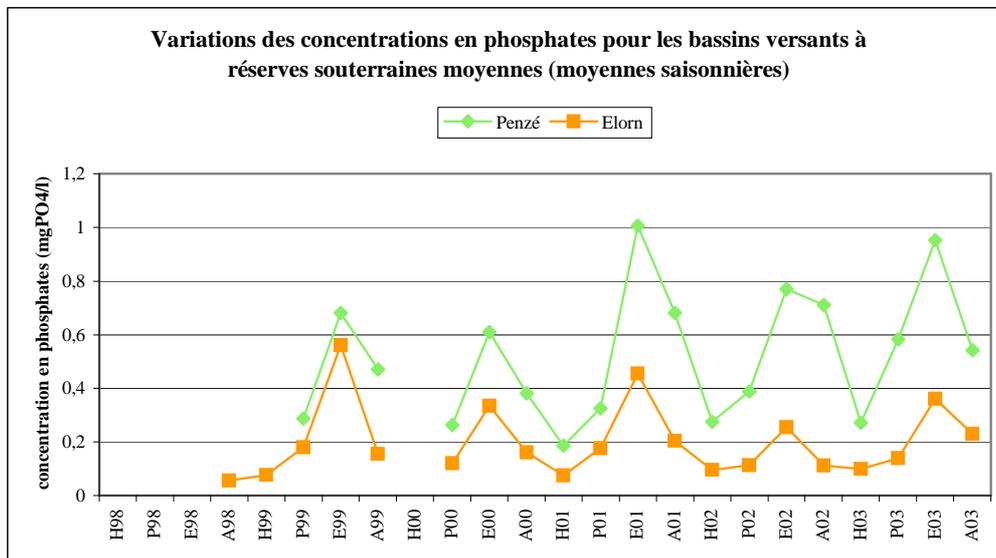


Figure 13. Concentrations moyennes en silicates au cours de la période d'étude (automne 1998 à l'automne 2003) par types de bassins versants

a)



b)



c)

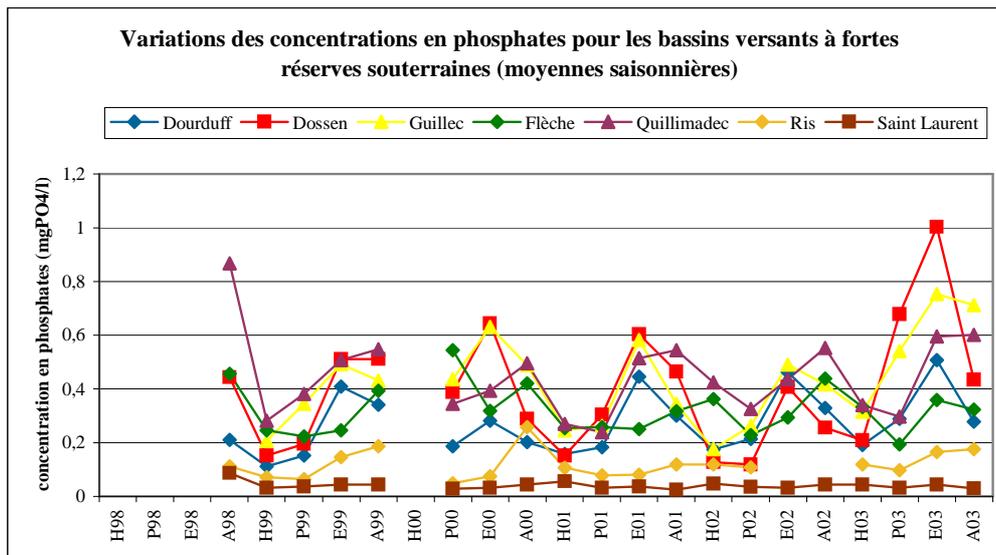


Figure 14. Concentrations moyennes en phosphates au cours de la période d'étude (automne 1998 à l'automne 2003) par types de bassins versants

Les rivières dont le bassin versant présente de faibles réserves souterraines (Aulne, Douffine, Kerharo, Laptic) voient leurs concentrations en nitrates et en silicates (figures 12a et 13a) augmenter rapidement en hiver puis diminuer progressivement pour être minimales à la fin de l'été (très visible pour l'Aulne et le Kerharo).

En effet, dans le cas de ces rivières, ce sont les écoulements superficiels qui sont les principaux vecteurs de nitrates et silicates à la rivière. Dès qu'il y a des pluies importantes (automne ou hiver), les apports à la rivière le sont également. En cas de pluviométrie importante et durable, les concentrations des rivières vont finir par être diluées par des écoulements qui n'emportent plus autant d'éléments (épuisement des stocks de matières nutritives du sol) d'où une diminution possible dès l'hiver et continuant jusqu'au printemps. Dans le cas où les pluies sont faibles (cf. juillet et août 2003), les rivières à réserves souterraines faibles voient leurs concentrations diminuer du fait de la décroissance des écoulements vecteurs de nitrates et silicates.

En ce qui concerne les rivières à fortes réserves souterraines, deux types de courbes peuvent être observées pour les nitrates (figure 12c). Dans le premier cas, les concentrations varient peu (cas du Ris ou du Saint Laurent), restant relativement stables tout au long de l'année. Dans le deuxième cas, les concentrations en nitrates et en silicates sont minimales en automne ou en hiver selon les années et augmentent régulièrement jusqu'en été où elles atteignent leur maximum (cf. Guillec, Flèche ou Quillimadec). Quant aux variations des concentrations en silicates (figure 13c), on remarquera que les rivières varient de la même façon quand elles ont des réserves souterraines importantes : maximum en automne voire en été, minimum en hiver.

Par rapport aux rivières aux réserves souterraines faibles, les rivières aux réserves souterraines importantes sont alimentées de façon plus importante par la nappe phréatique. La proportion entre alimentation par les écoulements et alimentation par la nappe est très variable d'une rivière à l'autre. Par ailleurs, la charge en nitrates de la nappe dépend de nombreux facteurs (temps de renouvellement de la nappe, taux de dénitrification dans la nappe, intensité de l'agriculture présente ou passée ...), ce qui explique la diversité des cas observés. En simplifiant, on peut dire que s'il y a peu de précipitation, les concentrations restent relativement stables dans les rivières dont les réserves sont importantes (cf. juillet et août 2003). Puis les pluies et donc les écoulements vont avoir tendance à diluer les concentrations fluviales quant elles sont soutenues.

Par contre, les variations saisonnières des phosphates (figure 14) sont identiques quelque soient les réserves souterraines des bassins versants : c'est en été que les concentrations en phosphates sont maximales, et ce pour l'ensemble des rivières.

Deux mécanismes contribuent à ce phénomène. Premièrement, avec l'été, une augmentation des phénomènes de biodégradation libère des phosphates et avec l'accroissement des températures, intervient une solubilisation des phosphates à partir des sédiments, dû aux modifications du potentiel redox. De plus, il est possible qu'avec l'été et l'augmentation de la population (flux croissant de touristes), les stations d'épuration soient moins efficaces et rejettent plus de phosphates vers les rivières.

Il est intéressant de noter que les concentrations en nitrates et en silicates dans l'Aulne sont devenues quasiment nulles durant l'été 2003. La canicule de cet été est à l'origine de ce phénomène (cf. paragraphe IV.1.1).

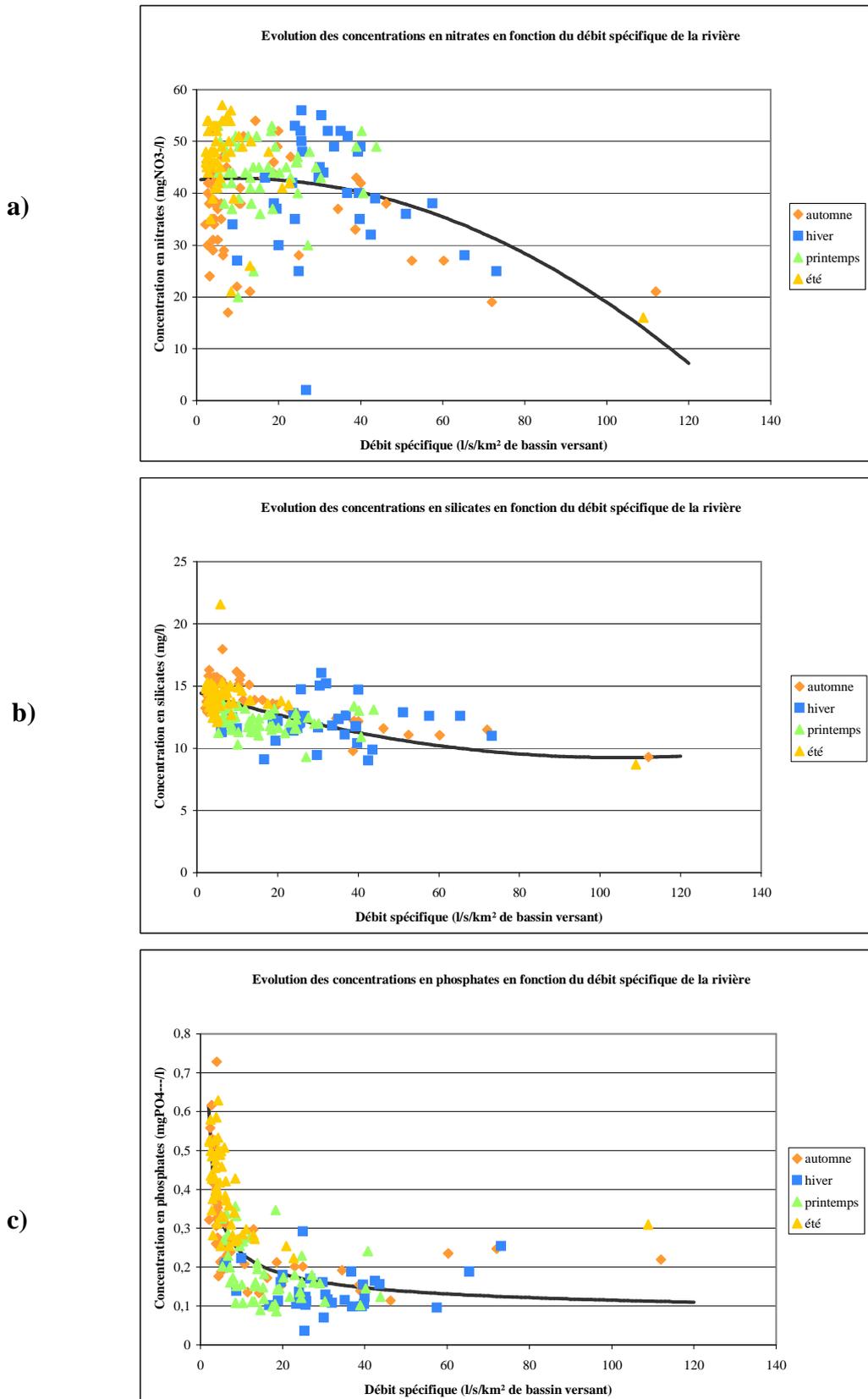
c) Relations concentrations et débits spécifiques

D'une manière générale, la variabilité des concentrations moyennes pour une saison donnée peut être reliée aux conditions climatiques. En effet, les teneurs en éléments dans les

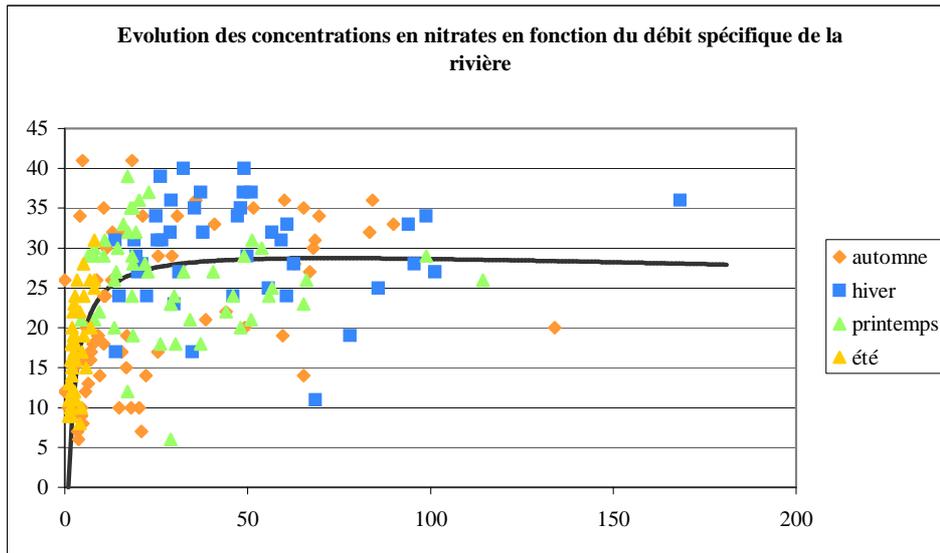
rivières sont fonction du lessivage des sols par les précipitations efficaces, précipitations qui déterminent les débits fluviaux. En outre, selon leur importance, les pluies peuvent avoir deux effets principaux : la dilution ou l'entraînement d'éléments dans les rivières. Des diagrammes $C = f(Q)$ caractéristiques de chaque rivière ont pu être établis. Les figures 15 et 16 illustrent le cas du Dourduff et de l'Aulne, les autres diagrammes sont proposés en annexe.

Dans le cas de rivières ayant de fortes réserves souterraines comme le Dourduff (figure 15), l'effet de dilution est prépondérant, et ce, pour l'ensemble des éléments. En général, en cas de faibles débits, les concentrations sont maximales : elles diminuent avec l'augmentation des débits.

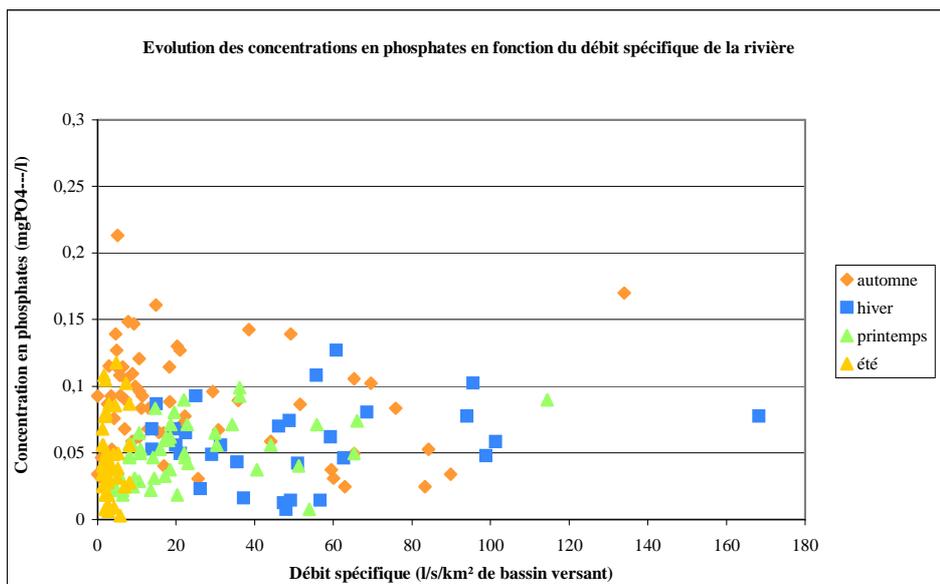
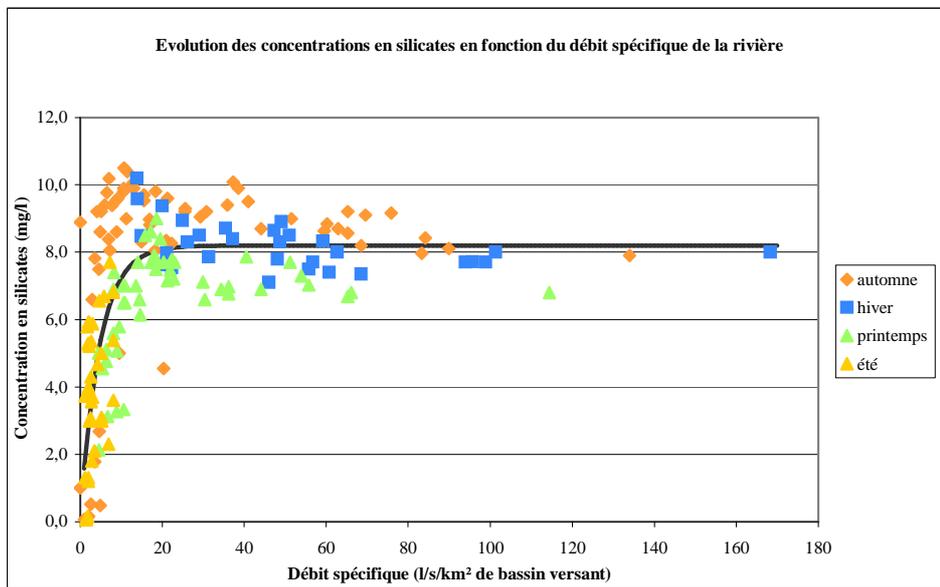
Dans le cas de rivières ayant de faibles réserves souterraines comme l'Aulne (figure 16), l'effet d'entraînement des espèces chimiques par lessivage est prépondérant pour les nitrates et les silicates. Les concentrations croissent avec l'augmentation des débits. En ce qui concerne les phosphates, le diagramme observé dans le cas de l'Aulne est atypique puisque aucune courbe de tendance réaliste n'a pu être calculée pour les phosphates. Au lieu d'être dilués, ils semblent être lessivés. Néanmoins, l'Aulne est le seul fleuve pour lequel nous ayons des données « débits » depuis 1998 et dont des concentrations faibles ne paraissent pas décrire de cycle saisonnier à proprement parler. Par ailleurs, les premiers résultats obtenus pour le Saint Laurent dont les concentrations en phosphates sont comparables à l'Aulne (données débits depuis mars 2002) tendent à montrer la même chose.

Figure 15. Diagrammes $C = f(Q)$ pour la rivière du Dourduff

a)



b)



Pas de courbe de tendance

Figure 16. Diagrammes $C = f(Q)$ pour la rivière de l'Aulne

On peut remarquer que pour des débits égaux, les concentrations pouvaient être regroupées par groupe selon la saison de la mesure. Ces diagrammes mettent donc en évidence l'implication de différents processus dans les variations des concentrations. Ils pourraient être le lessivage, la dilution, la sédimentation et l'adsorption pour les processus physico-chimiques ; la consommation et la régénération pour les processus biologiques.

En guise d'exemple, la figure 17 expose les interactions entre les différentes formes de phosphore présentes dans un cours d'eau. Ce sont les modifications de l'environnement, dues en général au climat et donc aux saisons, qui déterminent la prédominance d'une espèce. A cela, s'ajoute évidemment les apports par rejet direct ou par ruissellement dus aux activités humaines.

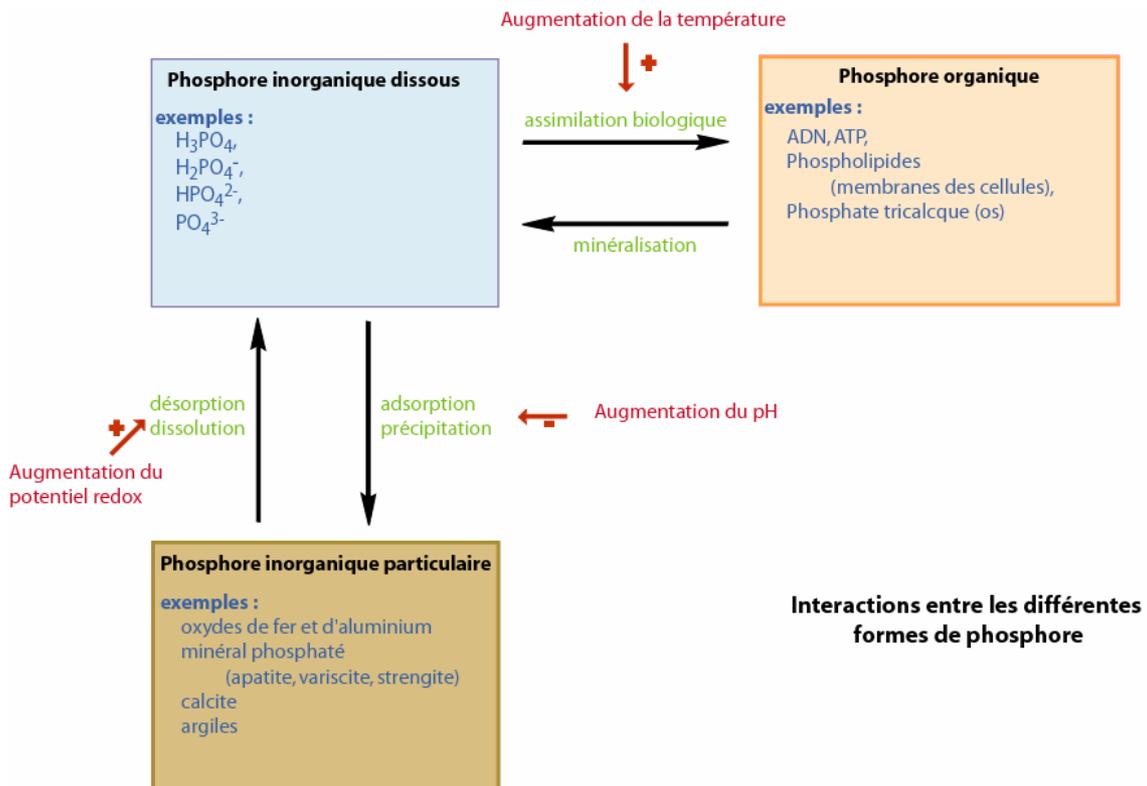


Figure 17. Interactions entre les différentes formes de phosphore

IV.2. Flux annuels

Le tableau 10 présente les flux annuels de sels nutritifs pour chacun des fleuves pour lesquels la DIREN-Bretagne effectue des mesures de débits journaliers. Cette année, les flux de la rivière Saint Laurent pour laquelle le CEMPAMA réalise des mesures de débit sur le point de prélèvement ont été ajoutés.

	Flux annuels de nitrates (TNO3/an)				Flux annuel de silicates (TSiO2/an)				Flux annuel de phosphates (TPO4---/an)			
	1999	2001	2002	2003	1999	2001	2002	2003	1999	2001	2002	2003
Bassins versants à faibles RS												
Aulne	47053	23101	27683	23236	12584	7512	8811	6593	82,7	63,1	89,8	71,4
Douffine	3625	2620	2627	1220	775	659	704	292	21,8	24,2	21,5	15,6
Bassins versants à RS moyennes												
Penzé	6484	8748	6075	5162	1350	1677	1463	1102	34,3	41,2	45,8	35,2
Elorn	9240	6221	6236	4353	2161	1601	1601	1086	29,1	25,7	28,5	17,5
Bassins versants à fortes RS												
Dourduff	1438	1804	879	655	389	548	305	220	5,3	8,4	5,8	4,0
Dossen	4346	4377	2888	2165	1577	1292	1265	869	31,3	31,6	19,0	30,8
Guillec	3456	3939	2601	2581	572	452	437	368	14,6	12,7	10,1	13,4
Saint Laurent	/	/	/	702	/	/	/	186	/	/	/	0,6

	Flux spécifiques de nitrates (TNO3/km²/an)				Flux spécifiques de silicates (TSiO2/km²/an)				Flux spécifiques de phosphates (TPO4---/an)			
	1999	2001	2002	2003	1999	2001	2002	2003	1999	2001	2002	2003
Bassins versants à faibles RS												
Aulne	26,3	12,9	15,4	13,0	7,02	4,19	4,92	3,68	0,046	0,035	0,050	0,040
Douffine	20,5	14,8	14,8	6,9	4,38	3,72	3,98	1,65	0,123	0,136	0,121	0,088
Bassins versants à RS moyennes												
Penzé	31,5	42,5	29,5	25,1	6,55	8,14	7,10	5,35	0,167	0,200	0,222	0,171
Elorn	23,0	15,5	15,5	10,8	5,38	3,98	3,98	2,70	0,072	0,064	0,071	0,044
Bassins versants à fortes RS												
Dourduff	19,2	24,1	11,7	8,7	5,19	7,31	4,07	2,93	0,070	0,111	0,077	0,054
Dossen	18,5	18,6	12,3	9,2	6,71	5,50	5,38	3,70	0,133	0,134	0,081	0,131
Guillec	46,7	53,2	35,1	34,9	7,73	6,11	5,91	4,98	0,197	0,172	0,136	0,181
Saint Laurent	/	/	/	18,0	/	/	/	4,76	/	/	/	0,015

Tableau 10. Estimation des flux annuels totaux et des flux spécifiques annuels en 1999, 2001, 2002 et 2003

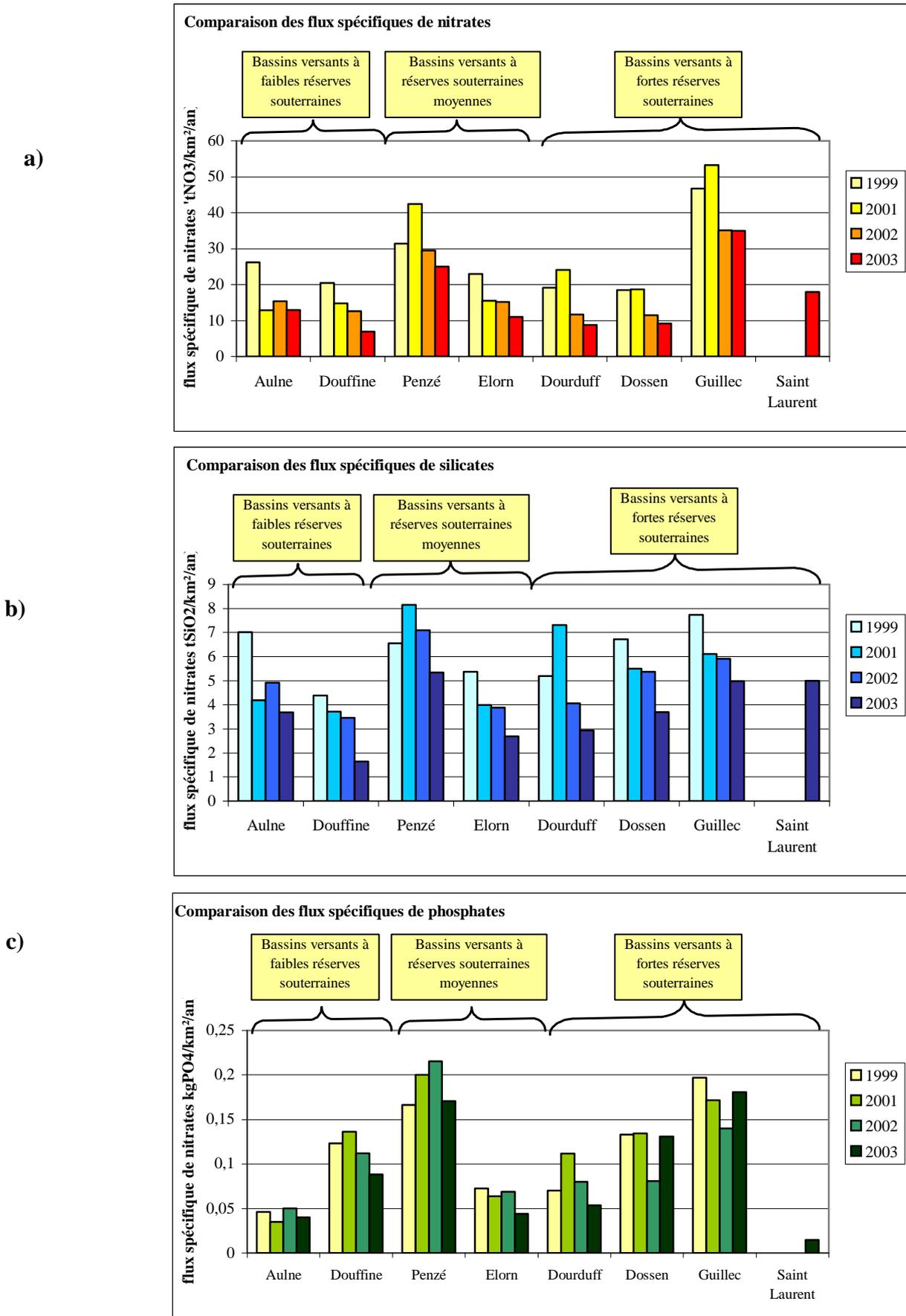


Figure 18. Flux spécifiques estimés pour huit rivières

Les phosphates n'empruntant pas les écoulements souterrains, il est logique de ne pouvoir retrouver les catégories des bassins versants à partir des flux spécifiques (figure 18c) comme c'est le cas pour les silicates.

En 2003, les flux en nitrates, silicates ou phosphates ont diminué pour la plupart des rivières. Ainsi, malgré l'augmentation des concentrations en nitrates ou en phosphates pour quelques unes des rivières et bien que les débits de certaines d'entre elles aient été en partie maintenus pendant la période de sécheresse, la tendance générale reste à la baisse. Seuls les flux de phosphates du Guillec et du Dossen ont augmenté par rapport à 2002, et ce sans pour autant dépasser les maximaux constaté depuis le début du suivi effectué par le Réseau. On a en effet pu observer une augmentation très importante des concentrations en phosphates dans ces rivières (concentration moyenne multipliée par deux) en 2003 par rapport à 2002, ce qui est à l'origine de l'augmentation des flux concernés.

Par ailleurs, en 2002 nous avons pu noter que excepté l'Aulne en 1999, les bassins versants de faibles ou de fortes réserves souterraines ont entre eux des flux spécifiques de silicates comparables. Ainsi, pour l'Aulne et la Douffine, ces derniers étaient compris entre 3,4 et 4,9 tSiO₂/km²/an ; pour le Dourduff, le Dossen et le Guillec, ils étaient compris entre 5,0 et 7,8 tSiO₂/km²/an (tableau 10, figure 18b). En 2003 par contre, il semble que ces distinctions ne puissent se faire. Le Dourduff et le Dossen présentent en effet des flux spécifiques très comparables à ceux des rivières ayant des réserves souterraines peu importantes. Nous avons en effet remarqué au paragraphe IV1.1 la diminution des concentrations en silicates en 2003 pour l'ensemble des rivières suivies.

Un classement de ce genre concernant les nitrates ne semble pas pertinent (figure 18a). Ceci traduit sans doute l'impact des activités anthropiques. En effet, le Dossen présente en général un flux spécifique plus faible que l'Aulne, bien que son bassin versant ait des réserves souterraines importantes.

Comme les années précédentes, la Penzé et le Guillec présentent les flux spécifiques de nitrates les plus élevés, vient ensuite l'Aulne (cf. tableau 10). Dans le cas des silicates, ce sont également le Guillec et la Penzé qui présentent les flux spécifiques les plus importants et pour ce qui est des phosphates, ce sont à nouveau le Guillec et la Penzé, suivis de près cette fois par le Dossen, qui ont eu les flux spécifiques les plus élevés.

Comme les concentrations, les flux décrivent des variations au cours d'une année (figure 19). La relation entre les flux et les variations climatiques est mise en évidence par l'intermédiaire de la pluviométrie moyenne.

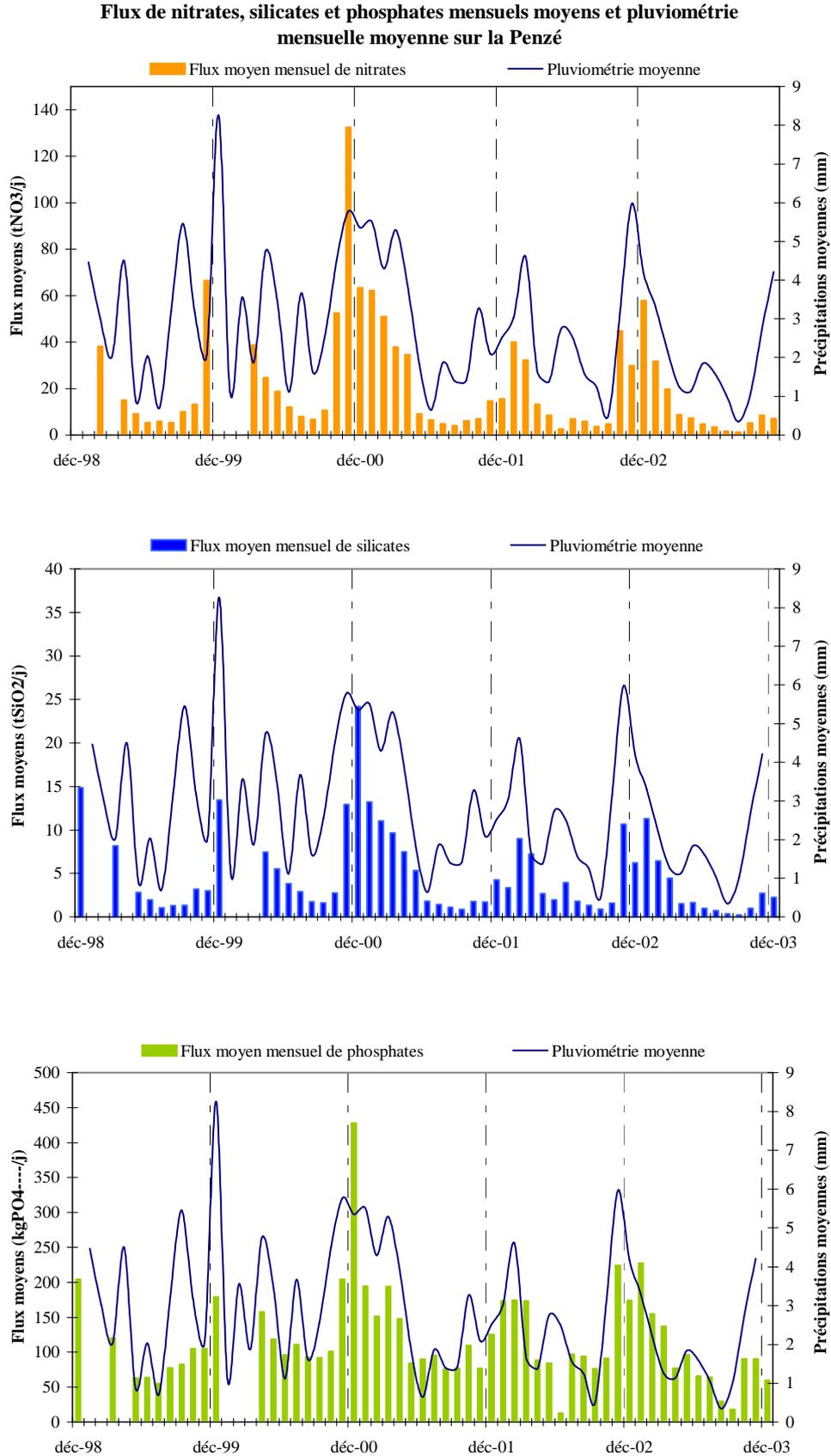


Figure 19. Variations des flux moyens mensuels sur le Dossen

On note sur l'ensemble des rivières (cf. annexe I pour les résultats sur l'ensemble des rivières), une augmentation de ces flux au milieu de l'automne, le maximum étant atteint aux alentours du mois de décembre. Le minimum correspond aux mois d'été, et ce pour l'ensemble des rivières et des éléments suivis. La notion de taille de réserves souterraines n'intervient donc pas dans les variations des flux mensuels, comme cela est le cas des concentrations.

D'une manière générale, les concentrations moyennes en nitrates et en silicates sont supérieures pour les cours d'eau dont le bassin versant présente des réserves souterraines importantes. Pour ceux-ci, les concentrations de ces mêmes éléments ont tendance à augmenter jusqu'en été et à être faibles en hiver : les apports dus à la nappe souterraine prédominent et en cas de sécheresse comme l'été 2003, les concentrations restent stables compte tenu d'un débit qui est relativement maintenu.

Dans le cas des cours d'eau aux bassins versants à faibles réserves souterraines, les concentrations moyennes en nitrates et silicates sont plus faibles que pour la première catégorie, elles ont également tendance à diminuer tout au long de l'été car les différents écoulements vecteurs de nitrates et phosphates sont minimaux. Dans le cas d'une sécheresse comme cela a été le cas en été 2003, la diminution des concentrations peut être accentuée.

Les activités anthropiques peuvent jouer un grand rôle dans les concentrations moyennes en nitrates, néanmoins, pour ce qui est des variations hebdomadaires ou saisonnières, le climat prime. L'augmentation des concentrations en nitrates remarquée sur certaines rivières ne signifie donc pas que les pratiques anthropiques se sont dégradées depuis 2002. Les effets des efforts fournis se feront sans doute sentir que progressivement au cours des prochaines années.

Dans le cas des phosphates, la notion de réserves souterraines n'intervient pas, les concentrations moyennes n'étant pas corrélées avec les différentes catégories de bassins versants définis. Les résultats concernant cet élément sont mitigés. Ainsi, quelques rivières ont vu leur concentration rester stables, voire diminuer, mais pour quatre rivières en particulier, les résultats sont mauvais (doublement des concentrations en phosphates par rapport à 2002). Les résultats obtenus laissent à penser que ce sont les activités anthropiques - surtout celles liées à l'urbanisme et au tourisme - ajoutées au climat qui seraient responsables des importantes variations saisonnières qui ont pu être observées sur certaines rivières. En effet, l'agriculture est a priori responsable d'un relargage permanent de phosphates, ce qui peut expliquer qu'aucune variation saisonnière ne soit remarquée sur des rivières comme la Flèche, le Ris ou le Saint Laurent (peu d'urbanisme et d'industrie).

IV.3. Dérive à long terme, les forçages climatique et anthropique :

Les variations des flux fluviaux de sels nutritifs observées par le Réseau ECOFLUX sont-elles d'origine climatique et/ou anthropique ?

Il s'agit d'une question importante pour tous ceux qui ont en charge la gestion de l'environnement.

Les nitrates, phosphates et silicates présents dans les sols sont entraînés vers les fleuves, soit directement soit indirectement, par des processus naturels : lessivage ou percolation. Indépendamment des apports anthropiques directs, les teneurs et les flux d'éléments nutritifs dans les eaux fluviales dépendent donc d'abord de phénomènes naturels et de l'abondance ou non des précipitations.

Depuis 1998, le Réseau ECOFLUX a montré que les teneurs et les flux fluviaux de nitrates, phosphates et silicates subissent d'importantes fluctuations à l'échelle hebdomadaire, saisonnière et annuelles. Quand de telles fluctuations sont observées, avant d'impliquer une origine anthropique (variations dans l'utilisation de l'usage de sols) il faut vérifier si la variabilité observée aux différentes échelles de temps ne résulte pas de processus naturels, c'est à dire si elle n'a pas une origine climatique.

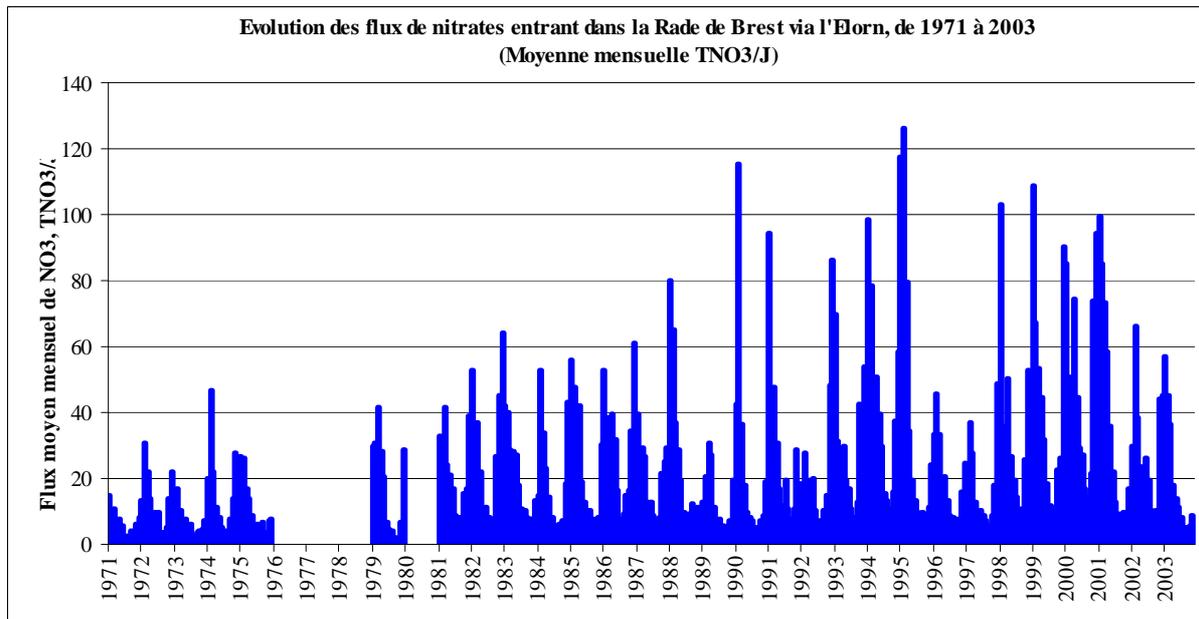


Figure 20. : Fleuve Elorn : variabilité des flux de nitrates de 1971 à 2002 (sources : DIREN, DDE, CEO, LEMAR, ECOFLUX).

S'agissant des fleuves finistériens nous ne disposons jusqu'à présent que d'une seule série à long terme (environ 30 ans) qui permet d'établir, au moins partiellement, un diagnostic. Ainsi (figure 20) les fluctuations des flux de nitrates dans l'Elorn, depuis les années 1971 révèlent:

(1) une tendance croissante de la moyenne annuelle, d'origine anthropique : apports accrus d'engrais et épandages de lisiers sur les sols des bassin versants, induisant une augmentation par un facteur 2 au moins de la teneur moyenne en nitrates sur la période d'étude.

(2) une périodicité pluriannuelle, dont nous savons aujourd'hui (Guenno, 2000) qu'elle est liée à une fluctuation climatique à l'échelle de l'Atlantique nord (www.met.rdg.ac.uk/cag/NAO/index.html), figure 21, dont on caractérise la variabilité par un index (index NAO, figure 22).

Il est essentiel de noter que pour établir ce diagnostic il faut disposer de suivis à long terme, ce qui implique de poursuivre l'effort à une échelle au moins décennale.

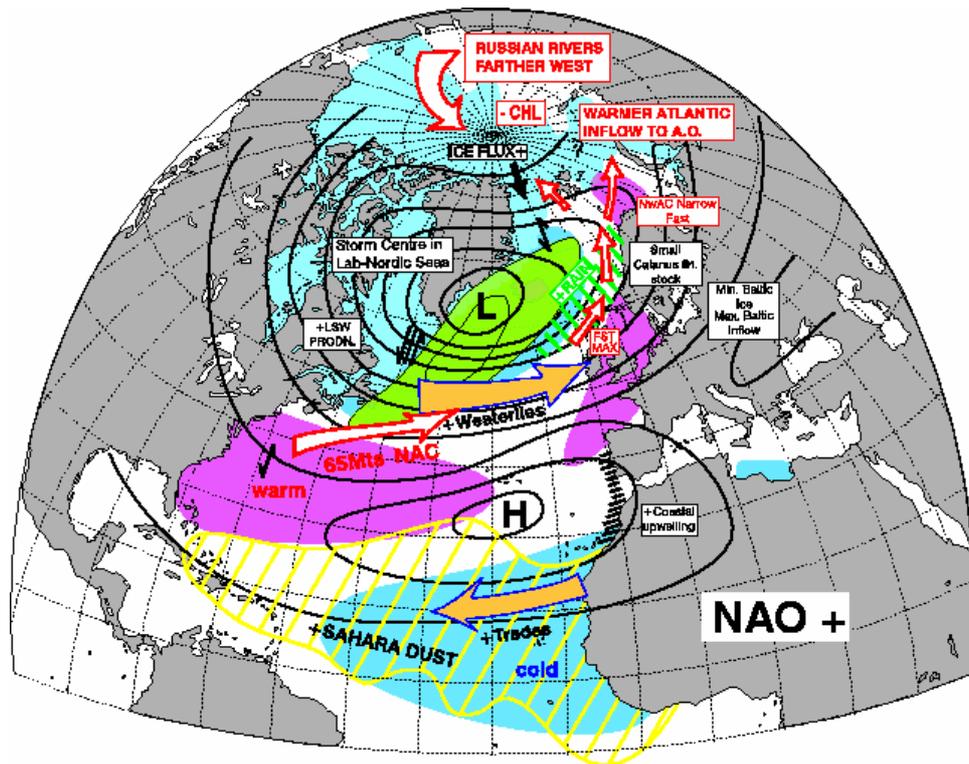


Figure 21. L'Oscillation nord-atlantique détermine le climat de l'ouest de l'Europe. Scénario d'hiver pluvieux (cf situation observée par exemple en hiver 2000-2001), à index NAO positif.

A cet égard on notera avec intérêt que la fin du 20^{ème} siècle se caractérise pour l'ouest de l'Europe en général et pour les littoraux du Finistère en particulier par une période où automnes et hivers sont particulièrement pluvieux (scénarios correspondant au scénario climatique du type de la figure 21, index NAO positif, figure 22). Pendant ces saisons les précipitations abondantes déterminent des flux de sels nutritifs particulièrement élevés, dont la cause est d'abord d'origine naturelle avant d'être d'origine anthropique.

Il est essentiel pour les responsables des Collectivités Territoriales, soumis à la fois à la pression des agents économiques (agriculture notamment) et à la pression de mouvements écologistes de connaître cet aspect fondamental s'ils veulent correctement gérer dans le temps le dossier de la qualité de l'eau.

On notera au passage (figure 22) la situation exceptionnelle de l'hiver 1995-1996, qui correspond à un hiver plus sec (scénario à index NAO négatif) et donc à des flux plus réduits en nitrates dans les fleuves finistériens (Elorn par exemple, figure 20). Imaginons un instant que le Réseau ECOFLUX ait démarré en 1995-1996 : nous aurions enregistré une baisse considérable des nitrates par rapport aux années précédentes. Si nous n'avions pas à notre

disposition de séries temporelles de longues périodes nous ne pourrions relier cette décroissance à un phénomène naturel, c'est à dire non anthropique !

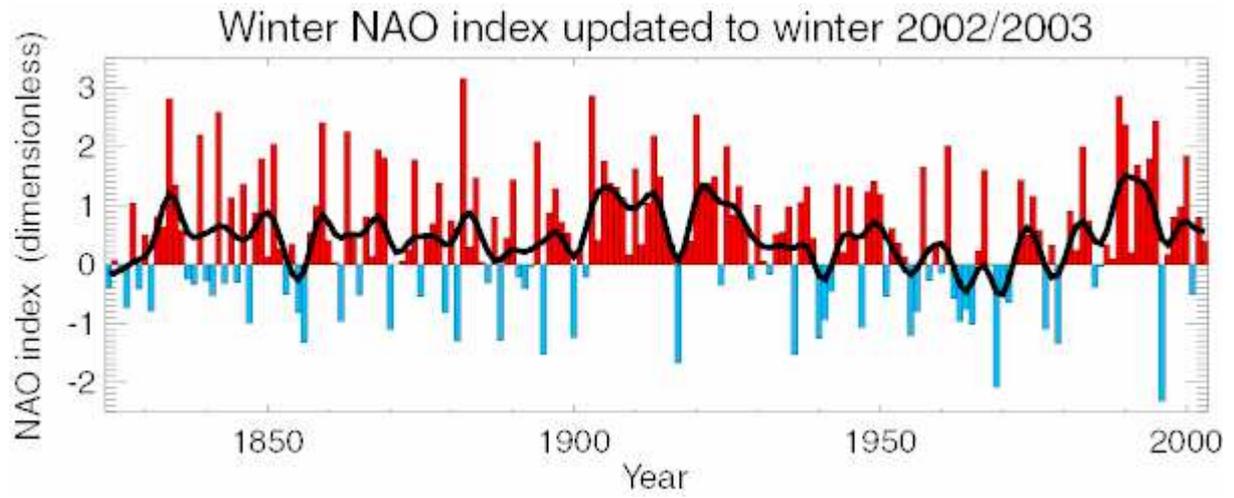


Figure 22. L'index de l'oscillation nord-atlantique (dit NAO index)

V. CONCLUSION GENERALE :

De nouveau, le réseau ECOFLUX a atteint en 2003 ses objectifs en matière de sensibilisation d'élèves qui auront dans la suite de leur cursus, dans leur vie professionnelle mais aussi au quotidien à intégrer les notions de protection de la ressource en eau et de développement durable.

Différentes actions de communication ont permis de mieux faire connaître le réseau : conférence de presse IUEM - Conseil Général, mais aussi reportage télévisé ou encore articles de presse.

Les diverses demandes de données montrent bien l'importance de la base de données uniques que le Réseau est en train de constituer : cette base paraît de plus en plus utile que ce soit pour des organismes à caractère scientifique ou pour des structures agissant directement pour l'amélioration de la qualité de l'eau.

La fréquence d'observation hebdomadaire montre tout son intérêt, notamment parce qu'elle permet d'appréhender de façon plus précise les variations rapides des concentrations et des flux. Les conditions climatiques exceptionnelles de l'année 2003 vont permettre d'enrichir la base de données ECOFLUX et d'améliorer les connaissances du mode de fonctionnement des bassins versants des diverses rivières suivies.

Enfin, si les concentrations en éléments nitrates ou en phosphates ont eu tendance à augmenter dans la plupart des rivières suivies par le Réseau, il n'en est pas moins que les flux de ces éléments vers le littoral ont continué à diminuer, comme nous l'avions déjà constaté en 2002.

VI. ANNEXES

Annexes I.1 à I.13

Résultats par fleuve :

- ✓ résultats bruts
- ✓ évolution des concentrations en nitrates, phosphates et silicates en fonction du temps
- ✓ flux moyens mensuels en nitrates, silicates et phosphates et pluviométrie moyenne mensuelle
- ✓ graphique concentrations en nitrates, phosphates et silicates en fonction des débits spécifiques des fleuves

Annexe II

Articles de presse