

# RAPPORT D'ACTIVITES 2012



# Table des matières

Editorial	3
Le Réseau ECOFLUX	4
Un réseau participatif d'observation et de surveillance de la qualité de l'eau	4
LES ACTEURS CLES DU RESEAU	5
La qualité de l'eau: bref historique	6
L'évolution des objectifs d'évaluation et la mise en place de la directive cadre sur l'eau.	6
Un regard sur la législation Française	6
Le SDAGE du bassin Loire-Bretagne	6
L'EUTROPHISATION sur le LITTORAL BRETON.	8
La qualité de l'eau au coeur des préoccupations	8
Les marées vertes : un phénomène révélateur de l'eutrophisation côtière, bien connu scientifiquement	8
Le plan de Lutte contre les algues vertes	9
Le Phytoplancton toxique, une autre conséquence de l'eutrophisation	10
Le premier maillon de la chaîne alimentaire marine affecté par l'enrichissement en sels nutritifs	10
LES OBJECTIFS du réseau ECOFLUX	11
Des variations rapides des concentrations end'une observation sur le long terme.	12
Les teneurs EN NITRATES	13
Variabilité à l'échelle saisonnière	14
L'étude des flux pour quantifier les apports en zone littorale	15
Les Teneurs EN PHOSPHATES	17
Variabilité à l'échelle saisonnière	18
L'évolution des flux en phosphore	19
Les Teneurs EN SILICATES	20
L'évolution des flux en silice	21
UN POINT sur les résultats	22
La complexité devant l'établissement d'une évolution	22
LES ACTIONS PEDAGOGIQUES ET DE COMMUNICATION	23
Des actions pédagogiques orientées vers les établissements de formations agricoles	24
Un réseau référent en matière de suivi et d'évolution des sels nutritifs	27
Une réflexion commune entre observation et recherche	28
BIBLIOGRAPHIE	29
ANNEXE I : objectifs DCE	30
ANNEXE II : Les concentrations sous l'influence de nombreux facteurs	31
ANNEXE III : Utilisation des données Ecoflux	32
ANNEXE IV : Ecoflux dans le presse	33
ANNEXE V : Programme de la journée inter-établissements 2012	34
ANNEXE VI : Compte rendu de la formation « Comment sensibiliser à la qualité de l'eau ? »	35

# Editorial

L'ensemble des actions menées par le réseau ECOFLUX, depuis 1998, a permis de positionner le réseau, comme un référent conseil en qualité de l'eau sur le département et ceci auprès de différents demandeurs.

Grâce à la participation essentielle des bénévoles et des lycéens, la production de résultats sur le suivi et l'évolution des teneurs en sels nutritifs continue à alimenter la base de données du réseau ECOFLUX qui est de plus en plus demandée par divers organismes de recherche et professionnels de la gestion de bassin versant. Il est primordial pour le réseau ECOFLUX de poursuivre ses efforts d'observation sur le long terme pour continuer ses actions de sensibilisation et de compréhension de l'évolution des eaux de surface du Finistère dans le but de participer activement à une reconquête de la qualité de l'eau sur notre territoire.

Le présent rapport a pour objectif de présenter le réseau, les résultats scientifiques et les différentes actions menées pendant l'année 2012, avec l'évolution des teneurs en sels nutritifs obtenus depuis l'année 1998 sur les treize rivières du département suivies par le réseau.

Au cours de cette année 2012, ce sont 18 actions pédagogiques dont 12 interventions au sein de différentes classes de lycées partenaires ou non du réseau qui ont été menés. Et 19 réunions ont été réalisées impliquant des professionnels de l'eau. L'année 2012 est également marquée par la finalisation du projet ECOESTUA sur l'étude du continuum terre/mer en terme de suivi des sels nutritifs et du phytoplancton dans l'estuaire de l'Odet, en partenariat avec AGROCAMPUS beig meil. Un bilan des résultats est disponible et la publication des résultats dans une revue scientifique de rang A est prévue pour l'année 2013.

Pour la septième rencontre annuelle Inter-établissements qui s'est tenue le 20 décembre 2012, au lycée le Nivot sur Loperec, 80 élèves de 5 lycées ont présenté leur projet pédagogique sur un thème en lien avec la qualité de l'eau et 5 professionnels de l'environnement ont répondu présent pour intervenir auprès des lycéens pour présenter leur profession.

Les objectifs auxquels le Réseau Ecoflux s'est engagé pour l'année 2012 ont été pleinement remplis au niveau de la sensibilisation du jeune public et notamment des lycéens de formation agricole. Au niveau de l'évolution des teneurs en nitrates, phosphates et silicates sur les treize rivières du Finistère suivies par le réseau, les résultats de l'année hydrologique 2011-12 montrent une tendance contrastée selon les rivières. Un diagnostic sur les tendances d'évolution de 6 bassins versants s'appuyant sur la méthode du conseil scientifique de l'Environnement de Bretagne a été réalisé et est présenté dans ce bilan.

Pour encore mieux remplir sa mission, le Réseau Ecoflux souhaite axer ses recherches scientifiques sur les études du continuum Terre-Mer c'est à dire, l'observation depuis les bassins versants jusqu'à la zone côtière grâce à une recherche pluri et inter-disciplinaire avec différents partenaires notamment dans le cadre du lancement de la Zone Atelier Brest Iroise. Et dans sa volonté de sensibiliser le jeune public, le réseau élargit ses domaines d'intervention en impliquant davantage le réseau et les élèves dans des activités pluridisciplinaires pour faciliter le dialogue entre sciences et société.

## **Rédacteur**

CZAMANSKI Marie- Animatrice du réseau -Ingénieur d'étude- UBO

## **Relecteurs**

RAGUENEAU Olivier - Responsable Scientifique du réseau - Directeur de recherche CNRS

PONDAVEN Philippe- Maître de Conférence - UBO

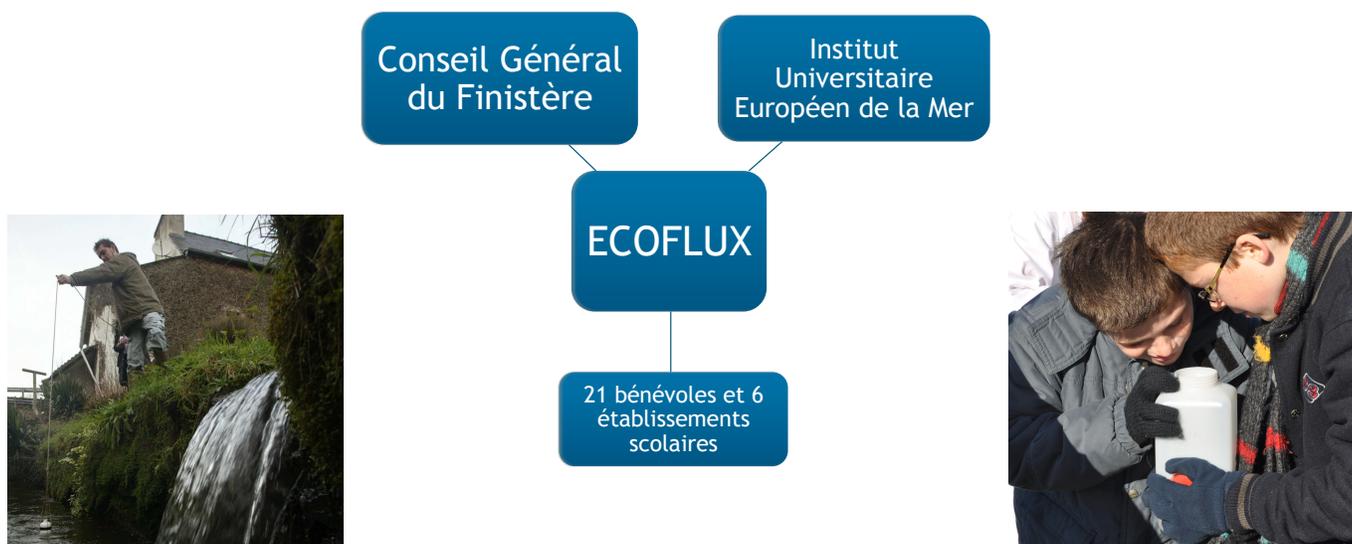
## **Crédits photos**

CZAMANSKI Marie

# Le Réseau ECOFLUX

## Un réseau participatif d'observation et de surveillance de la qualité de l'eau

Suite à une étude synthétique à l'échelle de la Région Bretagne (Porhel, 1998), il a été montré que peu de rivières étaient suivies régulièrement dans le Finistère avec une absence de stratégie de prélèvements. Cette hétérogénéité dans les fréquences et protocoles de prélèvements ne permettait pas un suivi rigoureux de l'évolution de la qualité des rivières. Il était donc nécessaire de mesurer de façon homogène, fiable et fréquente les teneurs en nitrates, phosphates et silicates dans l'eau des rivières afin d'obtenir un suivi de l'évolution de la qualité de l'eau au niveau des sels nutritifs. La création du réseau ECOFLUX est née de ce constat. Au delà de l'observation le Réseau ECOFLUX s'engage à sensibiliser la société en associant la population à ces actions (retraités, bénévoles, pêcheurs, professionnels...)



### OBSERVER

La mission principale du réseau ECOFLUX réside en l'étude de la variabilité géographique et temporelle des concentrations en nitrates, phosphates et silicates dans les eaux de surface du Finistère. Grâce au soutien financier du Conseil Général du Finistère en partenariat avec l'Institut Universitaire Européen de la Mer, le Réseau ECOFLUX mènent ses actions d'observation et de surveillance depuis maintenant 14 ans.

### IMPLIQUER

L'originalité du Réseau se trouve dans l'implication des particuliers et des établissements scolaires dans les prélèvements de terrain, formés au préalable à cet effet par l'animateur réseau à partir d'un protocole reconnu scientifiquement. Ainsi, 21 bénévoles et une centaine d'élèves regroupés dans 6 établissements scolaires effectuent hebdomadairement les prélèvements d'eau dans 13 rivières du Finistère suivi par ECOFLUX.

### SENSIBILISER

Dans sa volonté de sensibiliser le public et en particulier les jeunes citoyens, sur la nécessité de protéger durablement la ressource aquatique, le Réseau intervient régulièrement dans les établissements scolaires. Il organise, depuis 2005, une journée annuelle de rencontre pour les lycéens impliqués dans le Réseau. C'est une occasion pour eux de présenter leur travail sur un thème environnemental choisi et de rencontrer divers professionnels de l'eau invités à cette occasion.

# Les acteurs CLES DU RESEAU

Depuis 1998, le réseau ECOFLUX suit hebdomadairement 13 rivières représentatives du Finistère en terme géologique mais également économiques. Sans ses acteurs, le réseau ECOFLUX ne peut fonctionner, c'est pourquoi le réseau tient à remercier les 6 établissements scolaires impliqués ainsi que les 15 bénévoles en charge des prélèvements sur le terrain qui nous sont fidèles depuis la création du réseau. Depuis 2010, et ce grâce à un financement de la région, le réseau suit également une 14<sup>ème</sup> rivière, l'Odet, en trois points stratégiques de l'estuaire. Pour chacune de ces quatorze rivières, les prélèvements sont réalisés à une fréquence hebdomadaire en un point précis ; suivant un même protocole reconnu scientifiquement et défini au préalable.



## 15 Bénévoles en charge des prélèvements

- Mme **LAGUERRE** (l'Agrocampus de BeigMeil) pour le Saint Laurent et l'Odet
- Mme **BLOC'H** (Syndicat Mixte de Morlaix) pour le Dossen
- M.**CHEVEAU** (Syndicat Mixte de l'Horn et du Haut Léon) pour la Penzé et le Guillec
- M.**CHAUMONT** et Mme **CHAPALIN** (Maison des dunes de Keremma) pour la Flèche
- Mme **LE GAD** (Communauté des Communes de Lesneven) pour le Quillimadec
- M. **FACHETTO** pour le Laptic
- M.**MESCAM** pour l'Elorn à Daoulas
- M.**HERVE** pour la Douffine à Pont du Buis
- M.**LE DOUARE** pour l'Aulne à Châteaulin
- M.**DESRUELLES** (EPAB Baie de Douarnenez) pour le Kerharo
- M.**BERNIE** pour le Ris au Juch

## 6 Etablissements scolaires impliqués sur le terrain

- Le lycée de **Suscinio de Ploujean** (Formation professionnelle et technologique agricole)
- La **Maison Familiale et Rurale de Morlaix** (Formation agricole par alternance)
- Lycée du **Clesmeur Agrotech de Lesneven** (Formation technologique agricole)
- L'IREO de Lesneven** (Formation agricole par alternance)
- Le **Lycée du Nivot** (Formation Agricole - Environnement et Forêt)
- Le lycée de **L'aulne de Châteaulin** (Formation professionnelle et technologique agricole)



# La qualité de l'eau: bref historique

## L'évolution des objectifs d'évaluation et la mise en place de la directive cadre sur l'eau.

Depuis les années 70, au niveau Européen une trentaine de directives et de décisions communautaires ont été adoptées dans le domaine de l'eau, suivant une approche relative selon le type de milieu (eaux de surface, eaux souterraines), le type d'usage (eaux de baignade, eaux piscicoles, etc) ou la nature des nuisances (substances dangereuses, nitrates...). Le 23 octobre 2000, l'Europe adopte la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) permettant une vision d'ensemble de la protection des milieux aquatiques et de ses ressources. Dans un cadre de politique globale, la DCE fixe des objectifs environnementaux qui sont, pour les cours d'eau : protéger, améliorer et restaurer tous les cours d'eau ; ne pas dégrader l'état des ressources en eau ; parvenir d'ici à 2015 au bon état des milieux.

### **Le bon état des masses d'eau de type «cours d'eau» selon la DCE**

La notion de «bon état» s'intéresse à l'état du milieu en tant que tel et non uniquement pour les usages que l'homme en fait. Le bon état d'une masse d'eau est atteint quand son état écologique et son état chimique sont au moins «bons» L'état chimique est l'appréciation de la qualité d'une eau sur la base des concentrations de chacune des 41 substances dites «prioritaires» ou «prioritaires dangereuses». L'état chimique comporte deux classes (bon état, mauvais état) déterminés selon les concentrations établies par les normes de qualité environnementales (NQE) établies par la directive 2008/105/CE (en annexe I) L'état écologique est l'appréciation de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface. Il s'appuie sur des critères appelés «éléments de qualité» qui peuvent être de nature biologique - animale ou végétale, hydromorphologique ou physico-chimiques. L'état écologique comporte cinq classes ( très bon état, bon état, état bon état, état moyen, état médiocre et mauvais état) et se caractérise par un écart aux conditions dites de références (représentatives d'un cours d'eau pas ou très peu influencé par l'activité humaine).

## Un regard sur la législation Française

Les fondements de la politique de l'eau français découlent en grande partie des directives Européennes. Ils sont essentiellement basés sur trois lois. La première loi sur l'eau, adoptée le 16 décembre 1964, a organisé la gestion décentralisée de l'eau par bassin versant et crée les agences de l'eau et les comités de bassin. Suite à l'amélioration des connaissances la deuxième loi sur l'eau s'instaure le 3 janvier 1992 pour renforcer l'impératif de protection de la qualité et de la quantité des ressources en eau et mettre en place de nouveaux outils de gestion des eaux par bassin : les SDAGE1 et les SAGE2. Pour respecter les objectifs de la DCE une nouvelle loi sur l'eau voit le jour le 30 décembre 2006, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA). Sa mise en oeuvre s'effectue à travers les SDAGE, qui s'appliquent sur les six bassins hydrographiques français.

## Des directives aux politiques régionales

### **Le SDAGE et les SAGE du bassin Loire-Bretagne**

Le premier Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de 1996 a défini les grandes orientations de la gestion de l'eau sur le bassin Loire-Bretagne, ainsi que les sous-bassins prioritaires pour la mise en place des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE). Il a été remis à jour avec l'adoption du SDAGE 2010-2015 en 2009, intégrant les dernières obligations définies par la DCE pour un bon état des eaux d'ici 2015. Ce document stratégique pour les eaux du bassin Loire-Bretagne fixe des objectifs avec 61 % de nos cours d'eau qui doivent être en bon état écologique d'ici 2015 contre environ un quart actuellement. Ces

orientations et ces règles de travail vont s'imposer à toutes les décisions administratives dans le domaine de l'eau, y compris aux documents d'urbanisme. Durant l'année 2012, un bilan intermédiaire de la mise en œuvre du programme de mesure 2010-2015 a vu le jour comme le prévoit le paragraphe 3 de l'article 15 de la directive cadre sur l'eau. Cette synthèse fait ressortir certains contrastes et retards dans la mise en œuvre des différents plans d'actions et notamment dans l'amélioration de la morphologie des cours d'eau et la réduction des pollutions diffuses d'origine agricole. Les priorités du 10<sup>e</sup> programme du bassin Loire-Bretagne (2013-2018) s'orienteront donc notamment vers le renforcement des moyens pour la poursuite des différentes actions du SDAGE pour s'inscrire dans une logique d'accompagnement et de renforcement des opérations définies dans le programme de mesures 2010-2015. Aujourd'hui, le quart des eaux du bassin seulement est en bon état écologique. Avec le SDAGE, près des deux tiers des eaux devront atteindre cet objectif

Les SAGE, d'initiative locale, mettent en œuvre le SDAGE à l'échelle de leur territoire. Ils déclinent les orientations et dispositions, en les complétant ou en les adaptant si nécessaire aux contextes locaux.

## LA PLACE DU RESEAU ECOFLUX DANS LES SAGE.

Pour la majorité des rivières suivies par le réseau ECOFLUX, les objectifs chiffrés de qualité des eaux à atteindre d'ici 2015 (2027 en cas de reports) restent encore à définir. Les objectifs définis par le SDAGE pour les cours d'eau concernés par le réseau sont produits en annexe II. Les objectifs à atteindre sont fixés pour janvier 2015 et reportable au maximum pour 2027.

Se basant sur une expérience du territoire construite sur 14 ans, le réseau s'inscrit actuellement dans une démarche de conseils auprès des animateurs de bassin versant et SAGE qui en font la demande pour les informer sur les suivis et les mesures de réduction à mettre en œuvre. Dans ce cadre, le réseau fait office de référent conseil auprès de certains animateurs (Aulne, Léon, Odet) concernant la problématique « nitrates » et « phosphates », en matière de suivis et d'évolution des teneurs.

# L'EUTROPHISATION sur le Littoral BRETON

## La qualité de l'eau au coeur des préoccupations

Aujourd'hui la qualité de l'eau est devenue un enjeu local, social, environnemental et politique sur notre territoire. L'eutrophisation des eaux littorales bretonne qui découle directement d'une dégradation de la qualité des écosystèmes aquatiques est un phénomène de plus en plus observé. Il se manifeste sous 2 aspects principaux : la prolifération excessive des ulves, également appelée marées vertes, ainsi que la modification de la dynamique des efflorescences (bloom) de microalgues(phytoplancton).



## Les marées vertes : un phénomène révélateur de l'eutrophisation côtière, bien connu scientifiquement

Les marées vertes sont dues principalement à la prolifération du genre *Ulva*. Plusieurs espèces peuvent proliférer, mais il s'agit essentiellement des espèces *Ulva armoricana* en Bretagne Nord et *Ulva rotundata* en Bretagne Sud (CSEB, 2009). Depuis le milieu des années 80, plusieurs organismes de recherches ont dirigé leurs études sur la compréhension du phénomène des marées vertes en Bretagne, au niveau des mécanismes d'apparition mais aussi sur l'écophysio-logie des algues vertes. Les mécanismes d'apparition sont aujourd'hui bien connus et confortés par la communauté scientifique. Les différents facteurs naturels et anthropiques favorables à leur développement sont réunis sur le littoral Breton:

### CLIMATIQUES

Les ulves supportent très bien les amplitudes thermiques élevées ainsi que de légères dessalures. Les pluies régulières au cours de l'année favorisent la constance des apports en sels nutritifs.

### TURBIDITE

Les eaux très limpides du littoral Finistérien permettent une diffusion en profondeur de la lumière favorisant ainsi le mécanisme de photosynthèse (zone de croissance des ulves en zone infralittorale).

### HYDRODYNAMISME

Une zone marine étendue de faible profondeur où les courants marins sont ralentis, contribuant ainsi à la stratification des masses d'eau. Ce phénomène limite le renouvellement des masses d'eau intrinsèques à la baie contraignant les apports fluviaux d'eau douce (moins dense) à osciller sur la partie amont de l'estran. Il en résulte un enrichissement constant en sels nutritifs de la bande littorale.

### ANTHROPIQUES

Les seuls facteurs sur lesquels l'homme peut raisonnablement (sans impacter fortement l'environnement littoral) agir pour limiter la prolifération des algues sont les apports en sels nutritifs notamment en phosphates et en nitrates, issus majoritairement des activités agricoles (80 à 90% selon les secteurs), urbaines ainsi qu'industrielles. Les stocks de phosphates constitués par le passé et stockés dans les terres agricoles ainsi que dans le sédiment des rivières et des zones littorales sont suffisant pour alimenter la croissance des algues pendant encore un siècle (Dorioz et al 2009).

## Le plan de lutte contre les marées vertes

Après la mise en place de différentes politiques régionales pour la reconquête de la qualité de l'eau (Bretagne Eau Pure, Programme Prolittoral), l'Etat a ordonné une mission conjointe interministérielle en 2010 pour établir un état des lieux du phénomène, évaluer les risques pour le public et les professionnels et identifier des besoins en matière de ramassage et de traitement des algues vertes.

Suite aux conclusions de cette mission, le plan gouvernemental de lutte contre les algues vertes (PAV) a été présenté le 5 février 2010 par l'Etat. Il comprend 3 volets, consacrés à l'amélioration des connaissances et à la gestion des risques, aux mesures curatives et aux mesures préventives. Le plan prévoit que la réduction des flux de nitrates sera obtenue par la combinaison de l'extension des zones naturelles, de l'évolution des systèmes de productions vers des systèmes à très faibles fuites d'azote, du développement de la méthanisation des effluents d'élevage et d'un meilleur contrôle de la réglementation.

Seules 8 baies dont 5 baies finistériennes sont concernées par le Plan Algues Vertes dans le SDAGE Loire Bretagne, alors que 109 sites sont recensés en Bretagne comme étant affectés par les marées vertes. Le tableau suivant (tableau 1) présente les 5 chartes du plan de lutte contre les algues vertes sur les 5 sites finistériens.

Site	Date de validation et signature de la charte	Objectifs visés	Production d'Azote d'origine agricole	Engagement des agriculteurs	Budget
Baie de Fouesnant Concarneau	Février 2012	Réduction de 91T du flux d'azote à la mer d'ici 2015		90% agriculteurs réaliseront un diagnostic d'exploitation d'ici 2014	6,4 M d'€
Baie de Douarnenez	Juillet 2012	Réduction de 200T du flux d'azote à la mer d'ici 2015	89 %	90% des agriculteurs	10 M d'€
Anse de Loquirec	Septembre 2012	Réduction de 92T du flux d'azote à la mer d'ici 2015	93%	Adhésion massive des agriculteurs	8 M d'€
Anse de Guisseny-Quillimadec	Novembre 2012	Réduction de 90T du flux d'azote à la mer d'ici 2015	95%	70% des agriculteurs portés volontaires	5,4 M d'€
Anse de l'Horn-Guillec	Dépôt du nouvelle charte pour validation Janvier 2013	Réduction de 211T du flux d'azote à la mer d'ici 2015			5,6 M d'€

Tableau 1 : Présentation des 5 chartes sur le finistère du Plan Algues Vertes (source : CG 29)

**L**e plan préconise une réduction des flux de nitrates de 30 à 40% au moins, comme le mentionne le SDAGE. Dans son avis du 18 Juin 2010, le Comité Scientifique du plan de lutte contre les algues vertes (CSEB) estime qu'un objectif de diminution des apports azotés exprimé en pourcentage n'a pas de sens s'il n'est pas accompagné de la définition d'une concentration cible. En accord avec le Comité Scientifique, le Réseau Ecoflux préconise qu'un **seuil de 5 à 10mg/L maximum de nitrates soit atteint de mars à septembre**, lors de la période végétative des macroalgues pour qu'une réduction sensible des marées vertes soit observée.

# Le Phytoplancton toxique, une autre conséquence de l'eutrophisation

## Le premier maillon de la chaîne alimentaire marine affecté par l'enrichissement en sels nutritifs

La dynamique du phytoplancton, organisme essentiel pour la vie marine, se voit aussi affectée par la perturbation des apports en sels nutritifs (azote, phosphore, silice, matières organiques en tous genres, particulaires ou dissous) des eaux littorales. Cette perturbation s'observe dans les eaux de surface par l'apparition de blooms à la fois plus fréquents et plus importants d'espèces toxiques de phytoplancton, ainsi que la modification de la saisonnalité de ces événements. En effet, jusqu'aux années 70, dans un écosystème comme la rade de Brest, on observait un fort bloom de phytoplancton au printemps (constitué principalement de diatomées), dont dépendait toute une chaîne alimentaire. Or, depuis une dizaine d'années la rade est confrontée, non plus à un seul bloom printanier, mais à une succession de blooms dont certains d'algues toxiques, qui perturbent l'alimentation des consommateurs primaires présents (coquilles Saint-Jacques, palourdes...), ou favorisent certains au détriment d'autres moins opportunistes (crépidules, huîtres creuses...). Les biologistes constatent que, placés dans des conditions nutritives résolument nouvelles et dans des modes saisonniers nouveaux, les filtreurs de planctons peinent à survivre dans un milieu en perpétuelle évolution. L'environnement évolue donc plus rapidement que leurs moyens d'adaptations (Paulet et al, 2008).

**L'importance du silicium** tient au rôle joué par les diatomées. Les diatomées jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement des zones côtières de nos régions tempérées et leur importance dans la production primaire totale (premier maillon de la chaîne alimentaire) est souvent considérée comme un indice d'une bonne santé écologique d'un écosystème. La disponibilité en silicates, et particulièrement la disponibilité relative en silicates, nitrates et phosphates, est essentielle pour ces organismes.

Les silicates sont consommés par les diatomées pour la construction de leur carapace siliceuse, en même temps qu'elles utilisent les nitrates et les phosphates pour leur métabolisme. Souvent au printemps, lorsque la température et les conditions d'éclairement deviennent favorables, il est habituel d'observer un bloom de ces microalgues. Les diatomées consomment les silicates, les nitrates et les phosphates dans des proportions bien précises, que les biologistes essaient de mieux comprendre en laboratoire.

Or, pour une quantité constante de silicium apportée par les rivières, les apports croissants d'azote et de phosphore, modifient cet équilibre naturel et une fois que les diatomées ont poussé en consommant tous les silicates du milieu, il restera encore des nutriments azotés et phosphorés dans l'eau, mais plus de silicium. Ce sont alors d'autres espèces qui vont venir consommer le phosphore et l'azote, des espèces moins désirées telles que les dinoflagellés qui peuvent être des espèces toxiques.

Il est donc crucial pour le Réseau ECOFLUX de poursuivre l'enregistrement des données de flux de sels nutritifs afin de comprendre les facteurs qui régulent les dynamiques planctoniques. En partenariat avec l'AgroCampus de BeigMeil, le Réseau ECOFLUX vient de finir un projet de deux ans (2010 -2012) sur la relation entre les sels nutritifs et la taxonomie des communautés phytoplanctoniques dans l'estuaire de l'Odet. Une publication est en cours de rédaction.

Les trois genres de phytoplancton toxique régulièrement aperçus sur les côtes finistériennes sont:

- Alexandrium*, dont la toxine produite a des effets paralysant (PSP),
- Pseudonitzschia* a des effets amnésiant (ASP)
- Dinophysis* donne des symptômes diarrhéique (DSP).

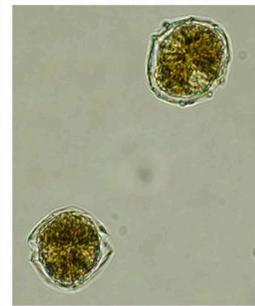
*Pseudo-nitzschia*



*Dinophysis*



*Alexandrium*





# LES OBJECTIFS du réseau ECOFLUX

**SENSIBILISER** les élèves de dix établissements finistériens, notamment les élèves de formation agricole, à la dégradation de la qualité de nos cours d'eau ainsi qu'aux incidences de l'eutrophisation de certaines zones littorales, en les impliquant directement dans un suivi des rivières de leur voisinage.

**CONNAITRE** 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, phosphates et silicates à l'exutoire de neuf cours d'eau suivants : le Dourduff, le Dossen, la Penzé, le Guillec, le Quillimadec, l'Elorn, la Douffine, l'Aulne et le St Laurent.

**APPORTER** des données complémentaires nécessaires à la compréhension des mécanismes de développement des marées vertes. Les données fournies par les établissements scolaires viennent enrichir les bases de données existantes du Conseil Général et des organismes de recherche.

**INTERPRÉTER** et présenter ces données de façon synthétique pour une mise à disposition sur internet.  
<http://www.univ-brest.fr/IUEM/observation/ecoflux/ecoflux.htm>

**ACTUALISER** et développer le site internet afin de favoriser les échanges entre les élèves mais aussi les tiers et les professionnels de l'eau.

**COMMUNIQUER** sur les activités du réseau, donner plus de visibilité à ses acteurs et impliquer davantage le réseau ECOFLUX sur des activités de culture scientifique afin de **RENFORCER** le lien entre Science et Société

*Le réseau mènera également des actions d'informations, 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.*

# LES Résultats sur l'Année 2012

## Des variations rapides des concentrations en sels nutritifs. L'importance d'une observation sur le long terme.

Les milieux aquatiques sont particulièrement sensibles aux apports d'éléments nutritifs qui sont caractérisés par des fluctuations naturelles et anthropiques sur des échelles spatiales et temporelles très étendues. Les nitrates, phosphates et silicates présents dans le sol sont entraînés vers les fleuves, soit directement ou 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 des sels nutritifs dans les 13 rivières suivies subissent d'importantes fluctuations à l'échelle hebdomadaire, saisonnière et annuelle. Une des conditions nécessaires pour décrire et comprendre le fonctionnement de ces rivières, à la fois dans son volet physique, chimique, biologique et anthropique, est de mener des séries d'observation spécifiques sur le long terme, permettant d'observer, de découpler et de comprendre les cycles naturels et anthropiques afin de mener des actions ciblées et pertinentes. Les variations des teneurs en sels nutritifs dans les rivières finistériennes sur des périodes hebdomadaires sont rapides avec des amplitudes d'un facteur 4 pour les teneurs en phosphates et d'un facteur 2 pour les nitrates et les silicates. Les bassins versants Bretons sont donc caractérisés par des temps de réaction très courts (temps nécessaire aux précipitations pour rejoindre l'exutoire) induits par une topographie marquée, ainsi que de faibles réserves en eau souterraine. De ce fait, les données hebdomadaires enregistrées sur une année sont insuffisantes pour estimer les tendances évolutives des teneurs annuelles en sels nutritifs. Pour se faire, il est nécessaire de disposer d'une banque de données constituée sur plusieurs années.

### La notion d'année hydrologique

Les variations annuelles des concentrations (années civiles) ont été volontairement redécoupées pour travailler en années hydrologiques. Cette dernière correspond à une période continue de 12 mois pendant laquelle se produit un cycle climatique complet (été, automne, hiver, printemps). Elle est choisie de sorte que le début de l'année commence au début de la reconstitution des stocks d'eau en début de l'automne d'une année n pour se terminer à la fin de l'été de l'année n+1 (la période la plus pluvieuse variant de l'automne au printemps). Cette méthode permet de palier aux variations liées au stock d'eau du bassin versant, de limiter les variations des concentrations en sels nutritifs dans les eaux de surface liées aux précipitations (Mérot et al, 1981).

## Bilan hydrologique pour l'année 2011-2012

L'année 2012 a été marquée par un très fort déficit en début d'année lié à la conjonction de deux événements : la fin de la sécheresse automnale de l'année 2011 et la poursuite d'un épisode sec durant tout l'hiver. Le retour des précipitations avec des pluies efficaces nettement supérieures à la normale pendant la période printanière et estivale conduit à un retour du bilan hydrologique pour l'année 2012 vers la normale (DREAL, 2012) L'année hydrologique 2011-2012 s'inscrit donc comme une année contrastée avec un hiver et un début de printemps particulièrement secs, suivie d'une fin de printemps et d'un début d'été humide ramenant les débits au dessus des normales. Concernant les débits moyens annuels pour cette année 2011-2012 sur les 7 rivières disposant d'un suivi, ils restent inférieurs à l'année 2010-2011, sauf pour l'Elorn et l'Aulne qui sont sensiblement supérieurs. Et ces moyennes enregistrées s'inscrivent en dessous de la moyenne des débits sur les 14 dernières années, depuis la création du réseau.

années hydrologiques	Dourduff	Dossen	Penzé	Guillec	Elorn	Douffine	Aulne
2010-2011	0,46	2,41	2,32	0,63	4,67	3,32	16,37
2011-2012	0,35	2,03	2,25	0,57	4,93	2,54	17,54
Moyenne sur les 14 années	<b>0,55</b>	<b>3,04</b>	<b>2,92</b>	<b>0,72</b>	<b>5,85</b>	<b>3,53</b>	<b>7,51</b>

Tableau 2 : Evolution des débits sur 7 rivières suivies par le réseau Ecoflux

# Les teneurs en NITRATES

Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) sont une forme chimique de l'azote particulièrement soluble dans l'eau. Il pénètre dans le sol via les eaux de percolation pour être principalement véhiculé par les eaux souterraines. Toutefois, le ruissellement superficiel ou les écoulements de subsurface peuvent également être vecteur de nitrates.

La résultante de la combinaison des facteurs naturels biotiques (consommation, nitrification et dénitrification,...) et abiotiques (précipitations, érosion,...) influençant les flux de nitrates, permet de mettre en évidence quatre types de variations des concentrations caractéristiques des rivières Finistériennes : la période de crue, le cycle annuel, les variations interannuelles de quelques années et les grandes tendances sur quelques décennies (Martin et al, 2004). Les données collectées par le réseau ECOFLUX permettent essentiellement l'étude des trois premiers types de périodes caractéristiques, la dernière nécessitant un banque de données sur au moins 3 décennies.

## Les concentrations moyennes annuelles en Nitrates depuis 1998 sur les 13 rivières suivies par le réseau.

Les variations interannuelles des concentrations moyennes en nitrates sont régies par plusieurs facteurs. D'une part les concentrations sont conditionnées par la variabilité climatique (les précipitations, les débits, la température, l'ensoleillement...) et d'autre part par la variabilité des activités humaines sur le bassin versant, avec notamment les activités agricoles qui vont conjointement conditionner les entrées et les stockages de nitrates tant dans le sol que dans les réserves souterraines.

Sur les 14 années d'études, l'évolution des teneurs moyennes annuelles en nitrates sur les 13 rivières suivies montre des tendances contrastées. La figure 1 illustre les variations des concentrations moyennes annuelles en nitrates sur ces 13 rivières.

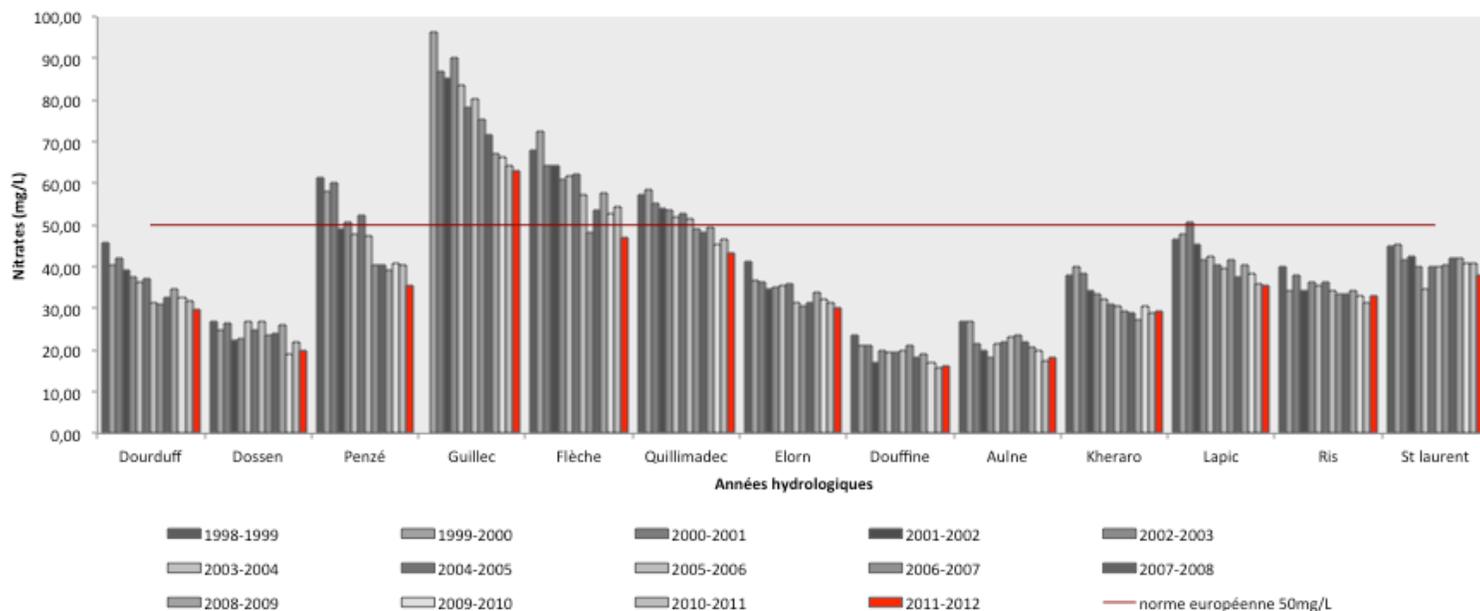


Figure 1 : Réseau ECOFLUX – Moyennes annuelles des concentrations en nitrates des 13 rivières suivies de 1998 à 2012

Lors des bilans des années précédentes, l'évolution des concentrations en nitrates laissait apparaître une distinction arbitraire entre les rivières ayant les moyennes annuelles des concentrations en nitrates au-dessus de 50mg/l et celles dont les moyennes sont inférieures à cette norme européenne. Cette limite tirée de la directive eau potable (16/06/1975) concerne la qualité minimum requise des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire, en raison de problèmes de santé publique. Cette tendance mettait en opposition les rivières localisées dans le Nord Finistère, dont les moyennes annuelles des concentrations pouvaient atteindre les 90mg/l en 2001-02 pour le Guillec, ou 63mg/l en 2005-06 pour la Flèche, et les rivières situées dans le Sud Finistère dont les moyennes annuelles restent inférieures à 50mg/l (Ecoflux, 2010).

L'évolution des concentrations moyennes annuelles en nitrates pour l'année 2012 montre que cette tendance s'atténue depuis quelques années. En effet les rivières du Nord Finistère (Penzé, Flèche et Quillimadec) présentent des concentrations moyennes annuelles en nitrates en dessous de 50mg/L et ce depuis 2004-2005 pour la Penzé, depuis 2009-2010 pour le Quillimadec et depuis l'année 2011-2012 pour la Flèche. Pour les rivières situées dans le sud Finistère, la tendance à une diminution est moins marquée et les évolutions sont plutôt contrastées selon les rivières. La Douffine, l'Aulne et plus spécialement le Ris, pour l'année hydrologique 2011-2012, ont enregistré des concentrations supérieures à l'année passée, alors que pour l'année 2010-2011, ces 3 rivières laissaient prétendre à une diminution par rapport aux années précédentes. L'évolution des concentrations moyennes annuelles en nitrates sur l'Elorn, le St Laurent et le Laptic confirme une tendance à la diminution pour l'année 2011-2012. Les années 2009-2010 et 2010-2011 ayant été exceptionnellement sèches, les tendances à la diminution des moyennes des concentrations peuvent s'expliquer par la diminution des pluies efficaces induisant une diminution du transport des nitrates dans les cours d'eau. L'année 2011-2012, même si très contrastée dans son bilan hydrologique saisonnier (cf introduction du chapitre), a généré une nette augmentation des pluies efficaces, essentiellement pendant la période printanière et en début d'été. Enfin, notons, que les actions sur les bassins versants les plus fortement dégradés semblent montrer une évolution significative de diminution, avec des concentrations au départ extrêmement élevées. Et il est beaucoup plus difficile d'entrevoir des signes d'amélioration sur les bassins versants qui enregistrent des concentrations moyennes annuelles en nitrates autour de 20-30mg/l.

## Variabilité à l'échelle saisonnière

Selon les rivières, les variations des concentrations sont plus ou moins marquées et peuvent décrire des cycles saisonniers. Les facteurs à l'origine de ces variations ; le drainage et le lessivage des sols, les capacités de rétention des eau de pluie du bassin versant ainsi que l'activité biologique (pompe et recyclage de la matière organique) qui vont conditionner les concentrations dans les cours d'eau au fil des saisons.

Différentes formes de variations saisonnières des nitrates peuvent être observées pour les rivières suivies par le réseau ECOFLUX. Certaines rivières présentent de fortes teneurs en nitrates en hiver et de faibles teneurs en été, d'autres présentent des variations inverses et d'autres encore évoluent selon l'un ou l'autre des cycles suivant l'année.

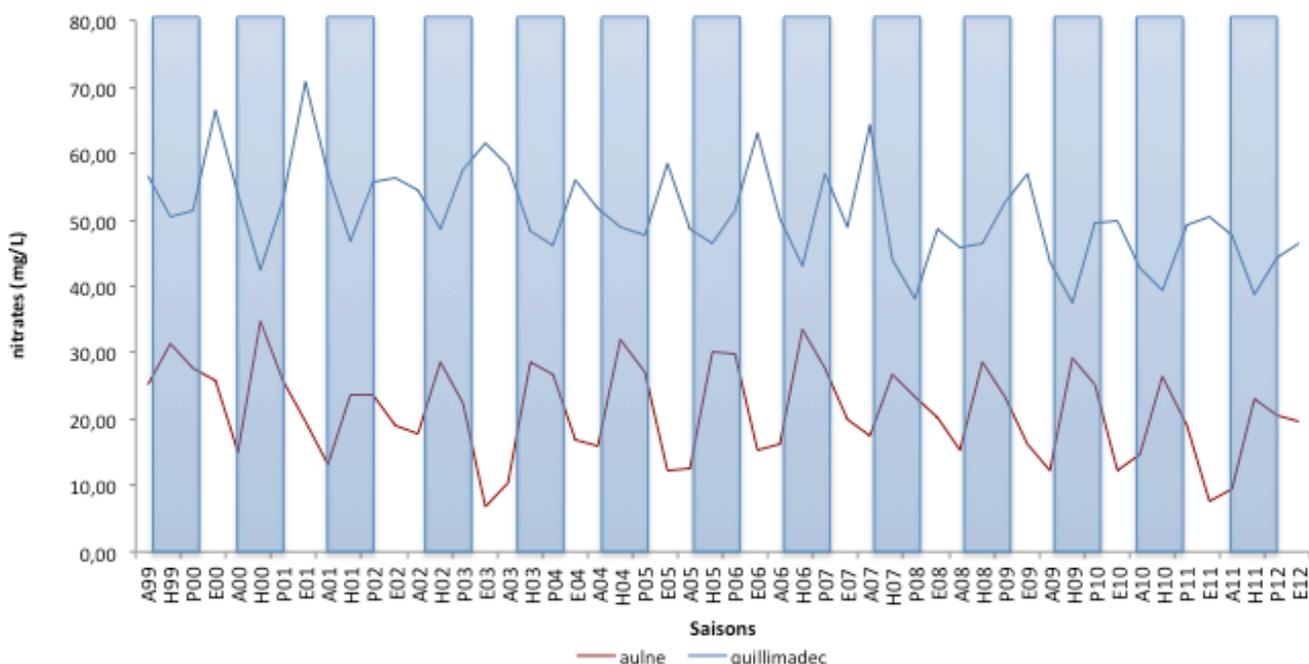


Figure 2 : Réseau ECOFLUX – Moyennes saisonnières des concentrations en nitrates sur l'Aulne et le Quillimadec de 1998 à 2012

Le cycle dit « classique », représenté ici par les variations des moyennes saisonnières des concentrations en nitrates de l'Aulne (figure 2), est le plus répandu sur les différentes rivières de France, du Royaume-Uni ou des Etats-Unis et ce, quelque soit le type d'occupation du sol ou la taille du bassin versant (C. Martin, 2003). Il est caractérisé par des teneurs plus élevées en automne et en hiver qui ont tendance à diminuer progressivement au cours du printemps pour atteindre les minima en été.

En opposition, le cycle dit « inversé », représenté ici par les variations des moyennes saisonnières des concentrations en nitrates Quillimadec (figure 2), est caractérisé par de fortes teneurs en période d'étiage, suivie d'une diminution progressive des valeurs pour atteindre les minima en hiver.

Les rivières suivies par le réseau dont les valeurs des concentrations en nitrates décrivent un cycle classique sont l'Aulne, le Kerharo, la Douffine et le Lapic en opposition avec le Dourduff, le Guillec, la Flèche et le Quillimadec qui décrivent un cycle inversé. Entre ces deux grands types, un cycle que l'on nommera intermédiaire peut être observé. Les variations saisonnières des teneurs en nitrates ne sont pas aussi régulières et tendent à être sensiblement différentes pour une même période (les minima ou maxima ne sont pas observés à la même saison chaque année). Ce cycle aura donc tendance à osciller entre une représentation classique et inversée. Le Dossen, la Penzé, l'Elorn, le Ris et le Saint Laurent décrivent cette dynamique. Il est intéressant de constater que les cycles inversés sont représentatifs des bassins versants qui ont été classés à plus fortes réserves souterraines par le BRGM, à savoir le Dourduff, le Guillec, la Flèche ou encore le Quillimadec.

Ainsi, il est possible d'émettre les hypothèses suivantes :

- le stock de nitrates de ces bassins versants est plus important que ceux des autres rivières suivies, la capacité de stockage d'un aquifère étant proportionnelle à sa taille.
- la nappe phréatique joue un rôle prépondérant dans le soutien à l'étiage de la rivière.

Plus un aquifère est important plus sont inertie est grande (à porosité équivalente), il est donc naturel qu'en période d'étiage, les eaux de la nappe soient en proportion non négligeable dans les eaux de la rivière.

- au sein de cette même nappe le processus de dénitrification est moins performant que dans les autres bassins versants.

Le processus de dénitrification dans le sol dépend de plusieurs facteurs notamment du taux de saturation en oxygène et de la disponibilité des cations dans le sol (M. O. Rivett. et al, 2008).

## L'étude des flux pour quantifier les apports en zone littorale

L'étude des concentrations moyennes annuelles n'est pas suffisante, puisqu'elle ne permet pas de quantifier les apports en sels nutritifs vers les eaux littorales. En effet, seuls les flux (concentrations \* débits), les flux spécifiques et les flux spécifiques pondérés par l'hydraulicité permettent de quantifier ces apports. Les débits des rivières suivies par le réseau ECOFLUX ne sont connus que pour neuf d'entre elles. Les débits du Dourduff, du Dossen (recalculés à partir des débits du Jarlot, du Tromorgant et du Queffleuth), de la Penzé, du Guillec, de l'Elorn, de la Douffine, de l'Aulne sont collectées par la DREAL. Pour le Quillimadec, la communauté de communes de Lesneven fournit les débits journaliers depuis 2003, date de la mise en service du débitmètre. Et le débit instantané (au moment du prélèvement) du St Laurent n'est plus mesuré par l'AGROCAMPUS de Beg Meil, lors des jours de prélèvement depuis mars 2002. Mais pour ces deux dernières des problèmes matériels n'ont pas permis de relever les débits depuis l'année 2010.

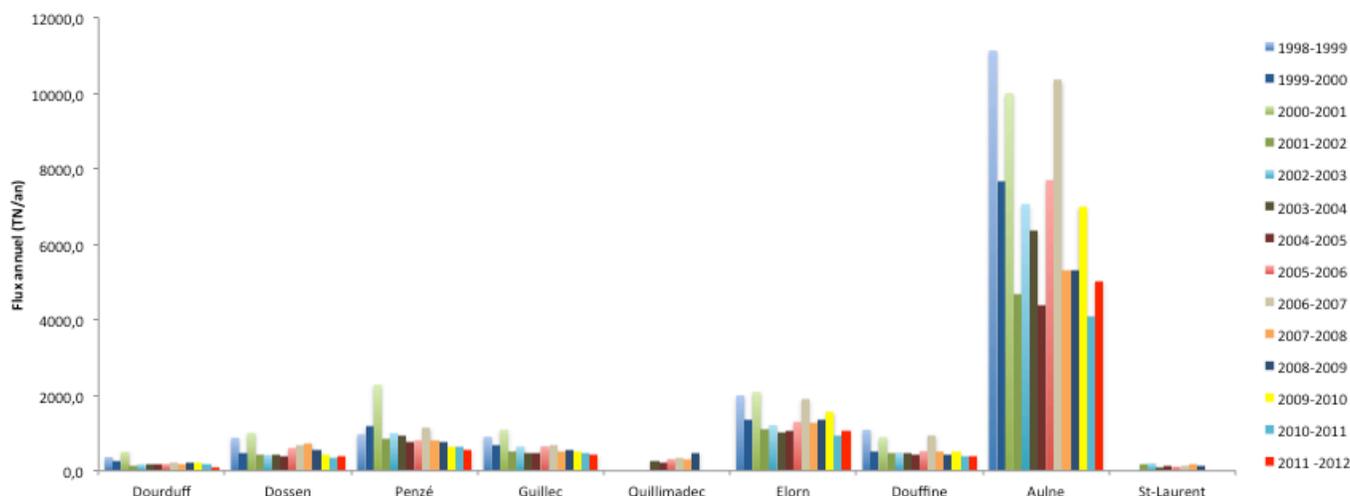


Figure 3 : Réseau ECOFLUX – Flux moyens annuels en nitrate pour neuf des rivières suivies de 1998 à 2012

Pour cette année hydrologique 2011-2012 (figure 3) les flux moyens annuels en nitrates sont similaires ou en hausse pour l'Aulne et l'Elorn par rapport à l'année 2010-2011. Les augmentations coïncident avec la légère hausse des débits sur le secteur de la rade de Brest (Aulne, Elorn). Les flux représentent l'unique moyen de quantifier les apports en sels nutritifs pour les masses d'eau littorales. En effet, comme illustré sur le graphique ci-après (figure 4) ce ne sont pas les rivières qui présentent les concentrations en nitrates les plus importantes qui sont les plus contributives en zone côtière. L'Aulne avec des concentrations raisonnables « 22 mg/l en moyenne sur les quatorze années de suivi », induit des flux moyens sur 14 ans d'environ 7000 tonnes d'azote nitrique par an (6800TN-NO<sub>3</sub>/an en moyenne sur 1998-2012). Il s'agit du bassin versant ayant le plus d'impacts en matière d'apports azotés sachant que les 8 autres rivières réunies contribuent à hauteur de 4500 tonnes d'azote nitrique par an. Afin de comparer les quantités de sels nutritifs apportés par les différents bassins versants, les flux spécifiques ont été calculés. Ils permettent de quantifier les exports de sels nutritifs non plus en fonction de la taille du bassin versant, mais pour une même surface.

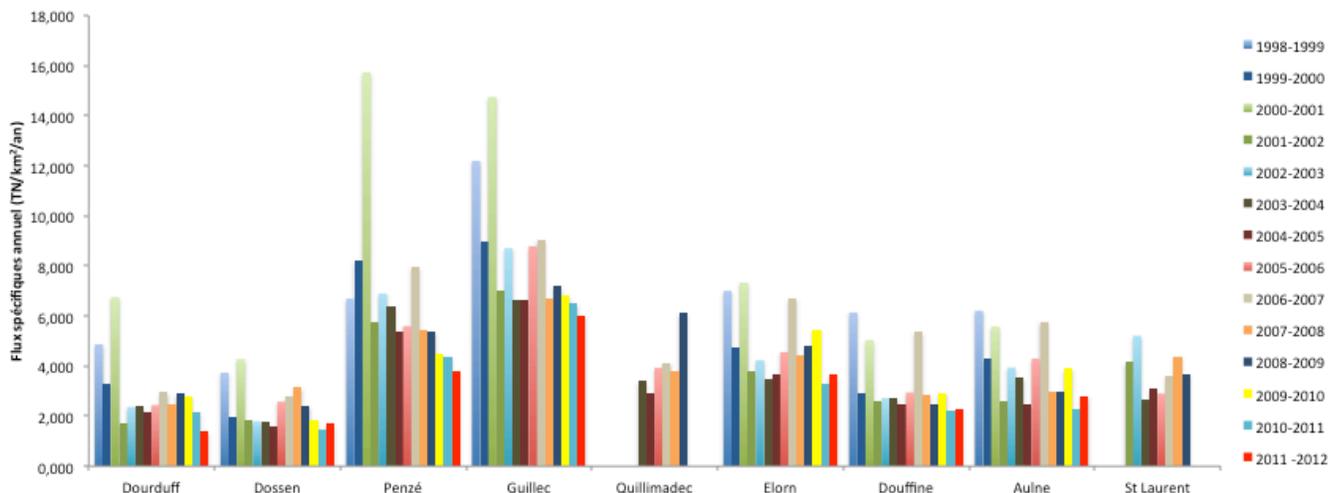


Figure 4 : Réseau ECOFLUX – Flux spécifique annuels en azote nitrique pour neuf des rivières suivies de 1998 à 2012

Qualitativement, le Guillec présente les plus forts flux spécifiques sur la période étudiée (figure 4). La Penzé enregistre une nette diminution des flux spécifiques annuels (3,82TN/km<sup>2</sup>/an pour l'année 2011-2012) et ce depuis l'année 2007-2008. Pour les bassins versant de la Rade de Brest (Douffine, Elorn, Aulne), même constat que pour les flux annuels avec des flux légèrement en hausse par rapport à l'année 2010-2011. En comparant ces valeurs enregistrées sur le Réseau Ecoflux avec les données disponibles dans la littérature, on peut observer que les flux spécifiques en azote nitrique des rivières suivies par le Réseau sont majoritairement au dessus des flux spécifiques enregistrées dans certaines rivières en France ou à l'étranger. Pour l'année 2011-2012 le Dossen exporte, par exemple, plus ou moins la même quantité d'azote nitrique par an que L'Elbe en 1988 (Lancelot et al., 1991). Et la Penzé exporte en 2011-2012 plus d'azote nitrique que la Seine en 1998 (1,195 TN/km<sup>2</sup>/an) (Billen and Garnier, 1999).

# Les Teneurs EN PHOSPHATES

Le réseau ECOFLUX s'intéresse aux orthophosphates ( $\text{HPO}_4^{2-}$  et  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) correspondant au phosphore total inorganique dissous, plus communément appelés les « phosphates ». Ils sont directement assimilables par les végétaux contrairement aux autres complexes phosphorés qui doivent subir une transformation au préalable (souvent précipités sous des formes insolubles). Contrairement aux nitrates ou aux silicates, les phosphates ont tendance à être adsorbés à la surface de particules organiques ou minérales pour former des complexes particuliers non biodisponibles. Ils ne se trouvent pas principalement à l'état libre dans le sol, mais sous forme de complexes insolubles. Il en résulte un transfert préférentiel de complexes phosphorés vers la rivière par l'intermédiaire du ruissellement de surface, et non par infiltration comme pour les composés dissous, sauf dans certains cas comme pour les sols saturés qui par lixiviation peuvent contaminer les nappes phréatiques (Poss, 2007). Les apports naturels de phosphates dans les eaux des rivières proviennent essentiellement de l'érosion des sols et des déjections des animaux. Par opposition, les apports anthropiques de phosphore en provenance des rejets domestiques, industriels et piscicoles sont directement exportés dans le milieu, tandis que le phosphore d'origine agricole aura tendance à être concentré à la surface du sol avant de rejoindre le milieu aquatique (Buchet, 2000). La majeure partie de l'année, les apports diffus d'origine agricole priment sur les apports ponctuels dus à l'urbanisme et aux industries (surtout ces dernières années où les agglomérations ont équipé leurs stations d'une unité de traitement du phosphore et depuis l'arrêt des lessives contenant des orthophosphates).

## Les concentrations moyennes annuelles en Phosphates depuis 1998 sur les 13 rivières suivies par le réseau.

Les moyennes des concentrations annuelles en phosphates obtenues au cours de ces 14 années sont très variables dans l'espace et le temps; elles semblent fonction du bassin versant considéré et de l'année étudiée (figure 5). Par exemple, l'année 2003 a été marquée par de fortes concentrations sur certains des cours d'eau suivis (Douduff, Dossen, Penzé, Guillec, Douffine, Kerharo ainsi que le Laptic) alors que les apports en silicates et nitrates ne montraient pas de telles fluctuations cette année-là sur l'ensemble des cours d'eau concernés (Rapport Ecoflux, 2005). La sécheresse exceptionnelle de 2003 (année de la canicule) peut-être le facteur responsable de ces fortes concentrations, la baisse des apports pluvieux et l'évaporation ayant concentré les rejets polluants dans les rivières, et généré des stocks à la surface des sols qui ont été lessivés lors des premières pluies d'automne. En 2006-2007, les fortes précipitations ont provoqué une baisse significative des concentrations dans la majeure partie des cours d'eau. Ces fortes variations sont notamment dues à un comportement différent des phosphates avec sa capacité à s'adsorber sur les matières en suspension et à former certains complexes.

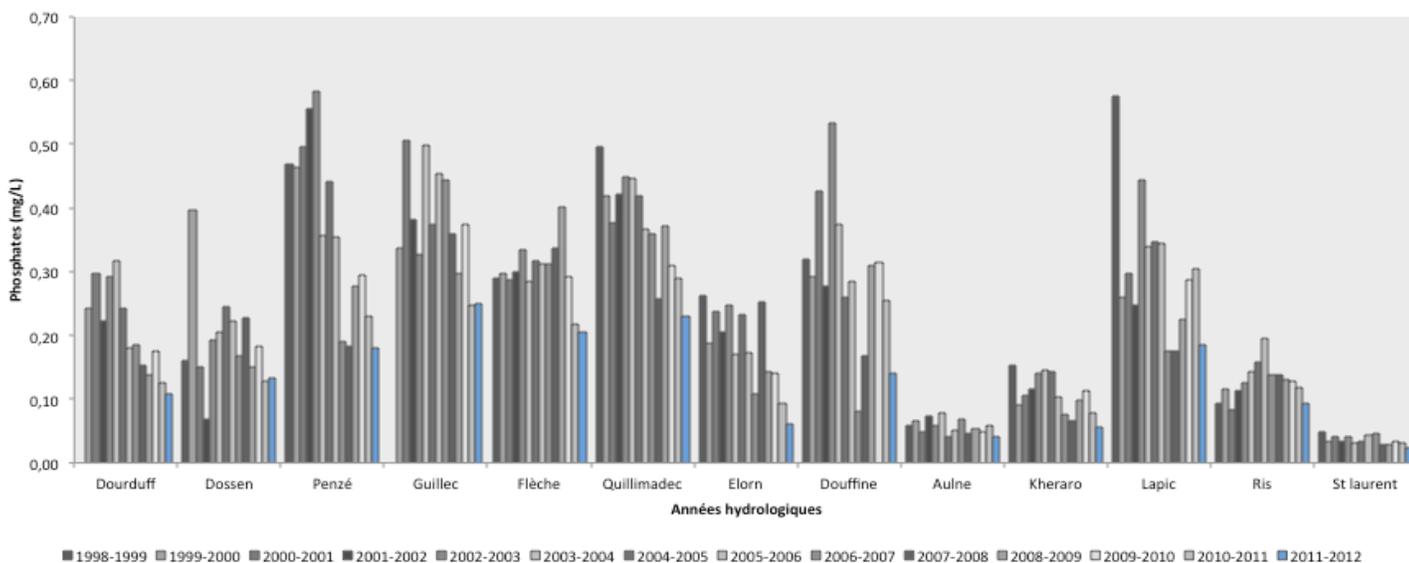


Figure 5 : Réseau ECOFLUX – Moyennes annuelles des concentrations en nitrates des 13 rivières suivies de 1998 à 2012

L'année 2011-2012 est marquée pour la plupart des rivières par une diminution des concentrations moyennes annuelles par rapport à l'année précédente. Pour le Dossen, le Guillec, la Flèche et le St Laurent les moyennes annuelles sont relativement similaires à l'année précédente et généralement en dessous de la moyenne inter-annuelle enregistrée depuis 1998, excepté pour le St Laurent où les concentrations variant peu d'une année à l'autre. Les variations des teneurs en phosphate restent cependant très liées aux variations pluviométriques qui ont été très contrastée durant cette année hydrologique avec de forts épisodes pluvieux printaniers. De plus, il est important de rappeler qu'il est difficile d'enregistrer les relargages de phosphore avec des prélèvements hebdomadaires, car ces derniers sont observés principalement lors de la montée des eaux en période de crue qu'il est souvent difficile à enregistrer. Des mesures à hautes fréquences seraient idéales afin d'observer ces variations rapides.

## Variabilité à l'échelle saisonnière

Sur certaines rivières, on peut également noter l'existence de cycles annuels des variations des concentrations en phosphates comme pour les nitrates (figure 6). Pour le paramètre nitrates, les cycles observés présentaient une augmentation ou une diminution progressive des moyennes saisonnières au cours de l'année qui pouvait être lié à la participation des réserves souterraines. Mais dans le cycle du phosphore, le compartiment souterrain n'existe pas. D'après les données du réseau, les variations des concentrations moyennes saisonnières en phosphates sont caractérisées par des pics de concentrations en été. Dans le cas du Lapic et de la Penzé, l'amplitude des pics est variable d'une année à l'autre et les concentrations hivernales peuvent être multipliées par 10 en été. Pour d'autres rivières, on n'observe pas de cycle à proprement parler comme par exemple pour le Ris. On notera que ces rivières enregistrent des concentrations moyennes saisonnières en phosphates également inférieurs à celles présentant des pics estivaux.

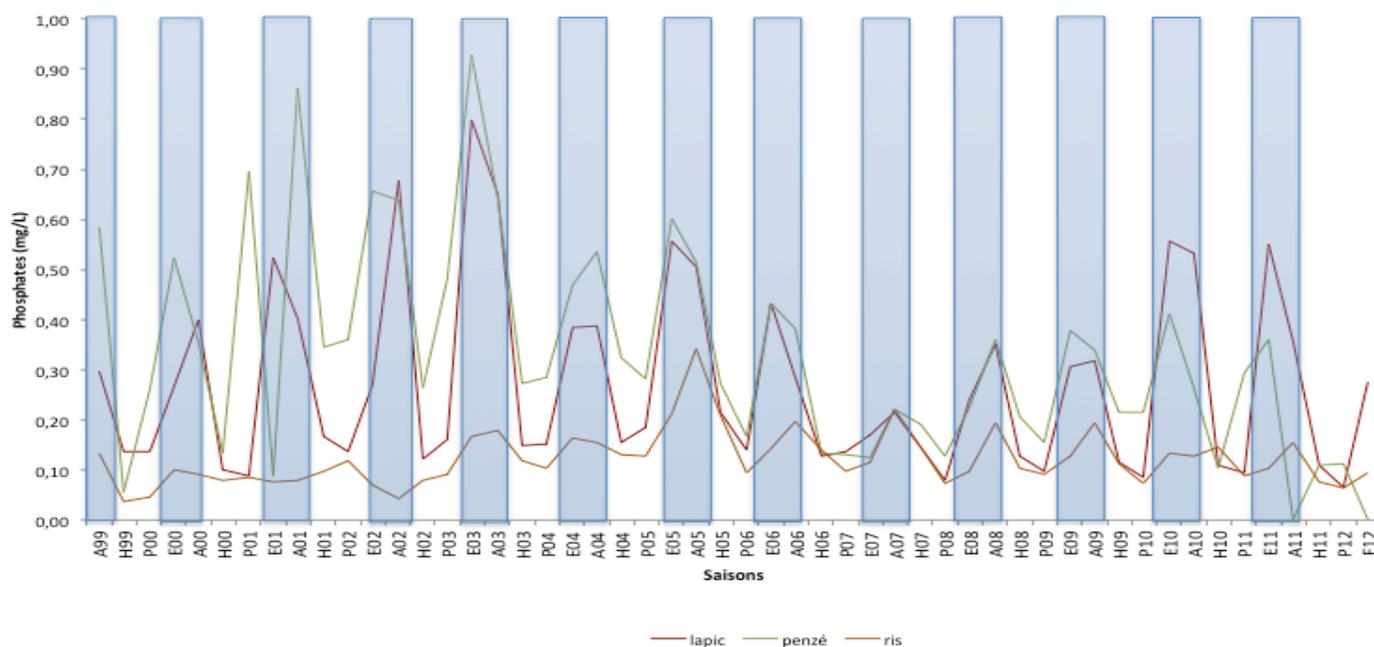


Figure 6 : Réseau ECOFLUX – Moyennes saisonnières des concentrations en phosphates sur le Lapic, Penzé et le Ris de 1998 à 2012

Les concentrations en phosphates dans les rivières varient très rapidement et avec une grande amplitude en cas de crue (Cann et al., 1999). L'effet des saisons sur le transfert du phosphore est essentiellement lié à la pluviométrie alors que les autres effets sont marginaux (François, 1994). Afin de réaliser un diagnostic de l'évolution de la qualité des eaux, il faut donc prendre en compte les différents paramètres suivants: l'évolution des maxima et minima de concentration, la moyenne annuelle, les flux et flux spécifiques et enfin les flux et flux spécifiques pondérés par l'hydraulicité (c'est à dire partiellement corrigés de la variabilité climatique annuelle).

## L'évolution des flux en phosphore

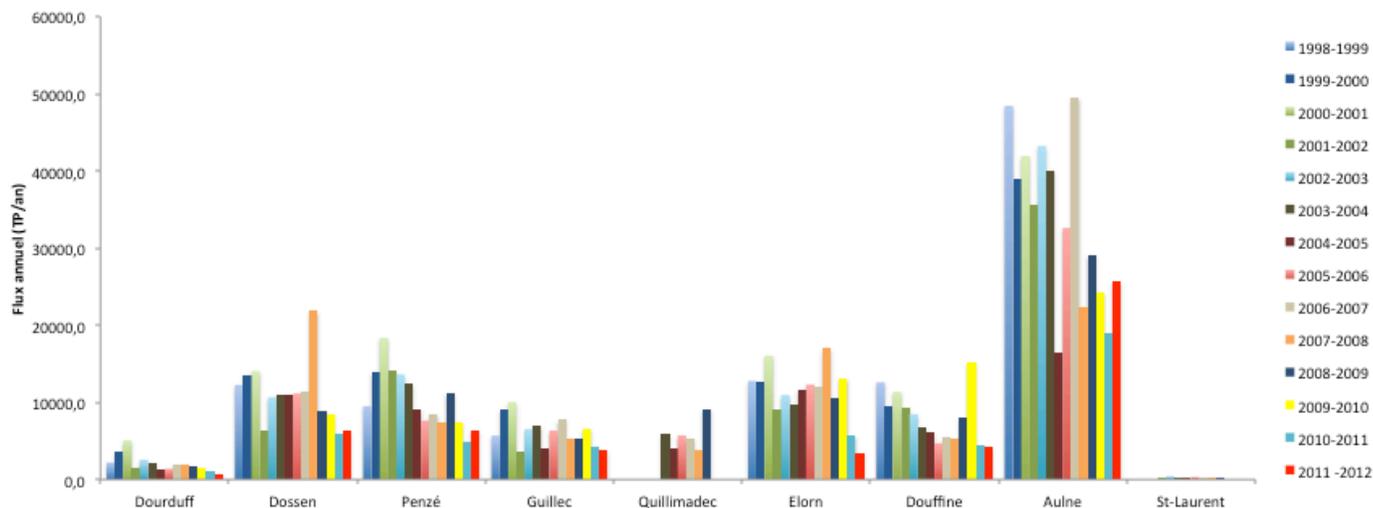


Figure 7 : Réseau ECOFLUX – Flux moyens annuels en phosphore pour neuf des rivières suivies de 1998 à 2012

Le comportement des phosphates (affinités à s'adsorber à la surface des particules) privilégie le transport par ruissellement de surface, ce qui induit des mécanismes de transfert vers les milieux aquatiques complexes et rapides. Ce mode de transport, entraîne une variabilité conséquente des apports en phosphates à l'échelle journalière et hebdomadaire, se répercutant à l'échelle saisonnière et annuelle. Pour cette raison il est difficile de déterminer avec précision une tendance pour cette année 2011-2012 sur les flux spécifiques de phosphore. Toutefois il n'est pas constaté d'augmentation majeure sur les rivières suivies comme il a pu être observé en 2008-2009 pour le Quillimadec et en 2009-2012 pour la Douffine qui ont multiplié leur flux par deux.

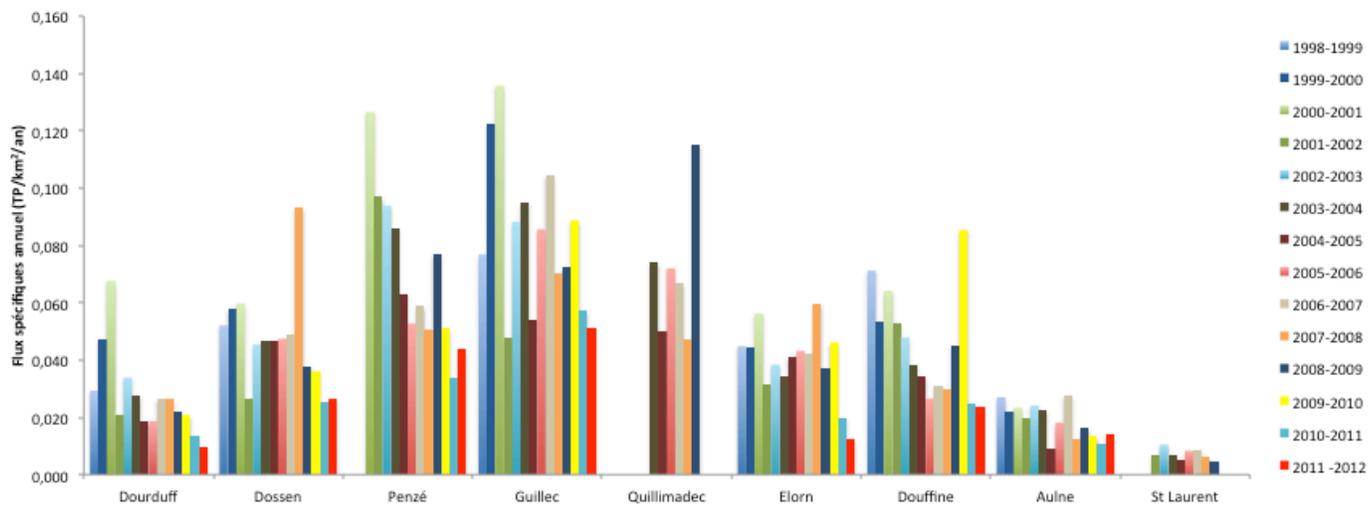


Figure 8 : Réseau ECOFLUX – Flux spécifiques annuels en phosphore pour neuf des rivières suivies de 1998 à 2012

# Les Teneurs EN SILICATES

Les apports dans les rivières d'acide orthosilicique ( $\text{Si(OH)}_4$ ), appelé couramment 'silicates', proviennent essentiellement de l'altération des roches et des sols par les pluies. Ce phénomène naturel peut-être accéléré par l'augmentation de la teneur des eaux de pluies en acide carbonique ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ). Les plantes et les microorganismes des sols participent également aux processus d'altération des minéraux silicatés en relarguant du  $\text{CO}_2$  dans le milieu par exemple (Meunier, 2003).

Outre cette origine lithogénique dans les eaux, les silicates présents dans les eaux des 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 naturelle peu impactée par les activités humaines. En effet, à l'exception des aménagements des cours d'eau ainsi que du territoire, les silicates sont principalement d'origine naturelle (peu d'activités anthropiques rejetant directement de forte concentration dans le milieu). Suivre les teneurs en nitrates, phosphate en parallèle avec les teneur en silicates reste intéressant et nécessaire pour évaluer les risques d'efflorescences de phytoplancton toxiques. Étudier le cycle du silicium permet de bien connaître le fonctionnement de l'écosystème et les conditions qui contrôlent les changements d'espèces phytoplanctoniques ; ceci permet de renforcer une argumentation visant à expliquer pourquoi il est nécessaire de limiter les rejets de phosphore et d'azote venant des bassins versants, lorsque ceux-ci se retrouvent en excès par rapport au silicium.

## Les concentrations moyennes annuelles en Silicates depuis 1998 sur les 13 rivières suivies par le réseau.

L'évolution des teneurs en silicate pour cette année hydrologique 2011-2012 présente des évolutions contrastées localement comme pour les nitrates. Le Dourduff, la Penzé, le Quillimadec, L'Elorn, le Kerharo, Le ris et le St Laurent présentent une augmentation des concentrations moyennes annuelles en silicates alors que le Dossen, le Guillec, l'Aulne et Le lapic ont tendance à voir leurs teneurs diminuer pour les silicates. Les apports en silicates dans les eaux de surface sont principalement liées aux précipitations (les silicates sont peu influencés par les activités humaines).

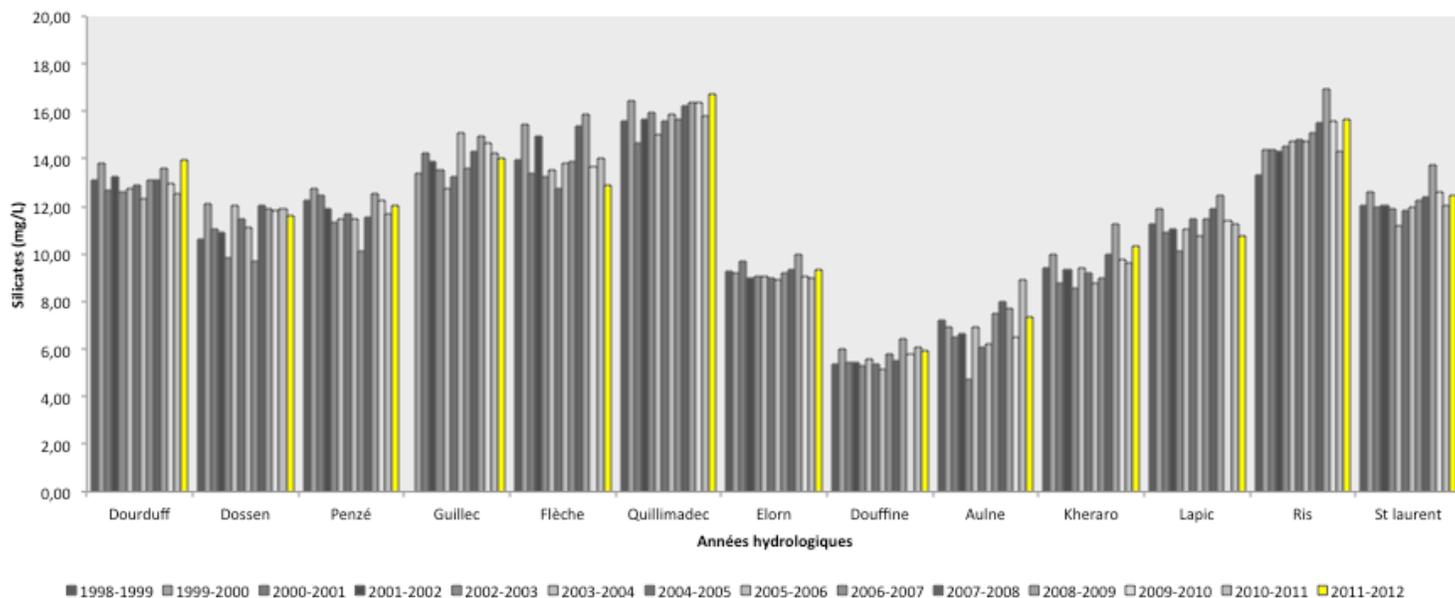


Figure 9 : Réseau ECOFLUX – Moyennes annuelles des concentrations en silicates des 13 rivières suivies de 1998 à 2012

Pour l'année 2011-2012, les concentrations moyennes annuelles en silicates pour l'Aulne diminuent et se rapprochent des concentrations observées en 2003-2004 (figure 9). De manière générale l'augmentation des concentrations dans certaines rivières peut être mis en relation avec les caractéristiques de leurs réserves souterraines (taille, vitesse de circulation des eaux, composition

de la roche, porosité...). En effet, plus le réservoir est important, plus le temps de transfert de l'eau est long ; et plus le temps de résidence est long, plus les concentrations en ions dissous de la roche seront élevées (dépendant également des paramètres physico-chimiques des eaux, pH, température,...). Les concentrations en silicates les plus importantes seront donc constatées dans les rivières alimentées par les aquifères les plus importants.

## L'évolution des flux en silice

Les flux de silicium dissous sur les différentes rivières sont variables dans l'espace et dans le temps. Entre 2001 et 2005 les valeurs des flux se stabilisent autour des valeurs du bruit de fond géologique du bassin versant respectif de chaque rivière suivie (Rapport ECOFLUX 2008). L'année de sécheresse 2010-2011 est marquée par une diminution des flux spécifiques en silicates pour l'ensemble des bassins versant étudiés. Les apports de silicates dans les cours d'eau n'étant pas d'origine anthropique, la diminution de 2011 est en lien direct avec le régime hydrologique. Pour l'année 2011-2012, Les flux spécifiques annuels, (figure 10) pour l'ensemble des rivières étudiées présentent une certaine stabilité ou de légère augmentation liées à au régime hydrologique.

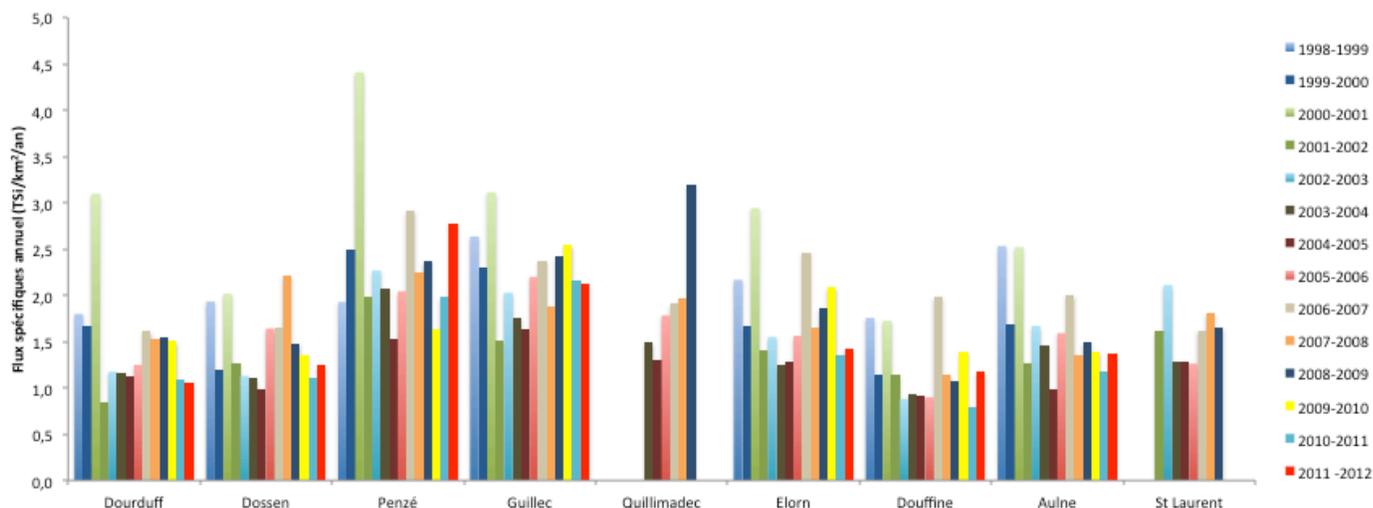


Figure 10 : Réseau ECOFLUX – Flux spécifique annuels en silice pour neuf des rivières suivies de 1998 à 2012

# UN POINT sur les résultats

## La complexité devant l'établissement d'une évolution

L'évolution des teneurs en nitrates, phosphates et silicates dans les eaux superficielle est soumise à de multiples processus naturels biotiques et abiotiques. Les principaux facteurs étant :

- biologiques (nitrification, dénitrification, consommation...)
- climatiques (température, précipitations...),
- physiques (vitesse d'écoulement de la nappe, dimensions de la nappe, régime hydrologique, topographie...)
- anthropiques résultant des rejets agricoles, piscicoles ainsi que des agglomérations.

Actuellement, parmi ces nombreux facteurs d'influences, il est difficile de déterminer avec précision lesquels affectent à un instant « t » les concentrations, sur une période donnée, d'autant plus que ces derniers n'ont pas la même inertie. Par exemple, les apports de nitrates dans les eaux de surface, n'évoluent pas avec la même cinétique qu'ils proviennent d'une agglomération (fluctuations rapides dans le temps) ou d'un aquifère. D'autant que ces derniers n'interagissent pas sur les concentrations en nitrates avec la même cinétique. Ainsi, le temps de réponse des eaux d'une nappe est variable (entre 3 et 15 ans) selon la composition du sous sol, sa porosité, et nécessite de poursuivre le travail actuel de bancarisation de données afin d'affiner les interactions entre nappes et rivières. Le temps de réponse des bassins versant restent à approfondir afin de quantifier plus précisément les flux de nitrates et de phosphates vers le littoral en période de montée des eaux (période correspondant aux flux les plus importants). En effet l'impact des éléments nutritifs sur les eaux littorales est essentiellement déterminé par le flux d'éléments nutritifs et non par la concentration de l'élément présente dans l'eau (Aurousseau, 2003). Ainsi, les proliférations d'algues vertes sont conditionnées en partie par les flux d'azote parvenant pendant la période de mai à septembre (Piriou et al, 2001) période de croissance de l'algue mais aussi des flux apportés en hiver qui vont réguler le stock de nutriments pour la saison printanière. Le réseau souhaite également mettre l'accent sur l'importance de suivre plus particulièrement les flux de l'Aulne car une légère modification des teneurs en nitrate dans ces eaux à bien plus d'incidence sur les apports en zone littorale que les autres rivières réunies. En effet, une augmentation des teneurs de 0,5 mg/L dans les eaux de surface de l'Aulne, (considérant le débit constant) implique un accroissement des flux de 370kg d'azote par jour soit à l'année 135 Tonnes. Ce constat mérite une attention particulière (Rapport ECOFLUX 2009).

Afin de réaliser un diagnostic de l'évolution de la qualité de l'eau sur le paramètre nitrate, une définition des tendances d'évolution de 6 bassins versants suivi par Ecoflux a été entrepris pour ce rapport en s'appuyant sur la méthode du Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne. Les résultats sont présentés sous forme de fiches synthétiques pour chacun des 6 bassins versants choisis. Les différents paramètres pris en compte sont l'évolution des maxima et minima de concentration, la concentration moyenne annuelle, et la moyenne mobile les flux et flux spécifiques et enfin les flux et flux spécifiques pondérés par l'hydraulicité (c'est à dire partiellement corrigés de la variabilité climatologique annuelle).

# LES ACTIONS PEDAGOGIQUES ET DE COMMUNICATION

*La sensibilisation du tout public est une priorité pour le réseau au même titre que la compréhension des phénomènes de marées vertes et de l'apparition des blooms de phytoplancton toxique.*

## Des actions pédagogiques orientées vers les établissements de formations agricoles

Dans sa démarche pédagogique, le réseau ECOFLUX sensibilise les lycéens aux problèmes de l'eau, et développe chez les jeunes le sens du travail en équipe, l'initiative individuelle et leur donne l'opportunité de découvrir le milieu scientifique. En effet, les actions proposées par ECOFLUX visent dans un premier temps à initier les élèves à la démarche scientifique de terrain en les impliquant dans les prélèvements d'eau de rivière en suivant un protocole reconnu scientifiquement. Ainsi au cours de l'année scolaire, les élèves acquièrent une certaine maîtrise sur la manipulation d'outils et de concepts valides scientifiquement et techniquement (protocole et appareil de mesure) pour une meilleure conscience et connaissance dans la préservation de la qualité de l'eau. Ainsi 12 interventions parmi 24 actions pédagogiques ont été données au cours de l'année 2012, par la coordinatrice du réseau, dans différents établissements scolaires professionnels et plus particulièrement de formation agricole.

Actions pédagogiques du réseau ECOFLUX pour l'année 2012		Nombre de participants	Nature des participants
17/01/2012	Présentation du réseau ECOFLUX, aux élèves de première STAV du lycée Agrotech de Lesneven. Prélèvements effectués sur la rivière la Flèche	17	Professeur + lycéens
12/03/2012 au 16/03/2012	Semaine d'atelier photo avec le photographe Mr Laurent Gueneau et les élèves des deux classes de BTS GPN de Suscinio autour de la rivière du Dourduff sur le thème du Continuum Terre-Mer	>50	BTS
28/03/2012	Participation du Réseau ECOFLUX à la journée « Science et Education en Bretagne » organisée par la plateforme PERISCOPE et le REEB	100	Professionnels, Professeurs, Scientifiques...
03/04/2012	Elaboration et animation d'un Travaux Pratique sur le dosage des phosphates, dans le cadre du réseau ECOFLUX, aux élèves de première STAV du lycée de l'Aulne de Châteaulin.	25	Professeur + lycéens
05/04/2012	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 de terminale STAV du Lycée de L'aulne de Châteaulin	30	Professeur + lycéens
24/05/2012	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 de terminale du lycée de Brehoulou.	27	Lycéens
11/06/2012	Réunion pour l'organisation de la présentation du réseau ECOFLUX et de l'Observatoire du Domaine Côtier aux tonnerres de Brest 2012.	6	Scientifiques
12/06/2012	Visite de L'IUEM et de ses laboratoires et présentation des objectifs du réseau ECOFLUX pour le Lycée IREO de Lesneven.	20	Professeur + lycéens

<b>21/06/2012</b>	Présentation et animation des activités du réseau ECOFLUX pour la Foire à l'eau organisé par le SILVALODET et eaux et rivières de Bretagne .	>100	Professeurs + élèves (primaires,secondaires)
<b>03/07/2012</b>	Bilan de l'année 2012 et préparation de la nouvelle année pour le Lycée de Suscinio avec Mme Javeoise et Mr Le Borgne.	3	Professeurs
<b>05/07/2012</b>	Bilan de l'année 2012 et préparation de la nouvelle année pour la MFR de Morlaix avec Mr Le Roux.	2	Professeurs
<b>16/07/2012</b>	Présence du réseau ECOFLUX sur le site des tonnerres de Brest 2012	>100	Grand Public, Professionnels, Scientifiques....
<b>17/07/2012</b>	Présence du réseau ECOFLUX sur le site des tonnerres de Brest 2012	>100	Grand Public, Professionnels, Scientifiques....
<b>18/07/2012</b>	Présence du réseau ECOFLUX sur le site des tonnerres de Brest 2012	>100	Grand Public, Professionnels, Scientifiques....
<b>17/09/2012 au 19/09/2012</b>	Formation « Comment sensibiliser sur la qualité de l'eau » pour les animateurs nature dans le cadre du projet ECOESTUA	25	Animateurs
<b>26/09/2012</b>	Rencontre avec les enseignants du Lycée de Suscinio, le réalisateur Mme Raphael Mathié et la directrice du Cinéma de la Salamandre pour le projet d'atelier de réalisation d'un documentaire sur la qualité de l'eau.	5	Professeurs et Professionnels
<b>27/09/2012 au 28/09/2012</b>	Formation « Comment sensibiliser sur la qualité de l'eau » pour l'association Bretagne Vivante dans le cadre du projet ECOESTUA	25	Animateurs
<b>05/10/2012</b>	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 de terminale STAV du Lycée de L'aulne de Châteaulin	24	Professeur + lycéens
<b>17/10/2012</b>	Présentation du réseau ECOFLUX, du projet "au fil de l'eau ou à l'école de l'eau" aux élèves de terminale Scientifique du Lycée Jean Moulin, Châteaulin	30	Professeur + lycéens
<b>24/10/2012</b>	Présentation du réseau ECOFLUX, du projet "au fil de l'eau ou à l'école de l'eau" et prélèvements sur le terrain avec les élèves de la Maison Familiale et Rurale de Morlaix	15	Professeur + lycéens
<b>13/11/2012</b>	Semaine d'atelier cinéma avec le réalisateur Raphaël Mathié et les élèves des deux classes de BTS GPN de Suscinio autour de la problématique de la qualité de l'eau	>50	BTS
<b>23/11/2012</b>	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 de 1ère du L'IREO de Lesneven	15	Professeur + lycéens
<b>07/12/2012</b>	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 de Terminale du Lycée St François de Lesneven	30	Professeur + lycéens
<b>20/12/2012</b>	7ème Edition des rencontres inter-établissements du réseau Ecoflux au lycée le Nivot à Loperec	>90	Professeur + lycéens + Intervenants

Tableau 3 : Recapitulatif des actions pédagogiques menées par le réseau Ecoflux en 2012

## Du 12 au 16 mars 2012 : Une approche entre Science-Art et Société

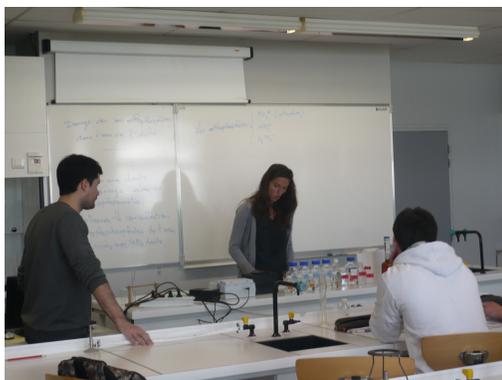
En partenariat avec les activités socioculturelles du lycée de Suscinio, les élèves des classes de BTS Gestion et Protection de la Nature ont participé à un atelier pratique de photographie, en présence du photographe Laurent Gueneau, sur le thème du continuum Terre-Mer au niveau du Dourduff qui est l'une des rivières suivies par le réseau Ecoflux. Durant cette semaine, en marge de cet atelier pratique, des conférences ont été proposées aux étudiants sur le thème de l'eutrophisation, du continuum terre-mer, des sciences participatives avec le réseau Ecoflux et le lien entre sciences-art et société. Cet atelier pratique a permis de croiser les entrées scientifiques et artistiques autour du thème de la qualité de l'eau en Bretagne. Afin de valoriser les travaux photographiques réalisés par les élèves de BTS, les photographies ont été exposées pendant 15 jours à la médiathèque « les ailes du temps » de Morlaix, et accueillie par le lycée le Nivot lors de la septième rencontre inter-établissements.



Cette exposition a été conçue pour être itinérante et sera proposée pour être accueillie dans les autres lycées membre du réseau afin d'impulser l'initiative de projets similaires au sein de ces établissements. Le lycée le Nivot fut le premier à accueillir l'exposition pour la rencontre inter-établissement 2012.

## Le 3 Avril 2012 – Une séance de travaux pratiques animé par le réseau Ecoflux

Durant la semaine du développement durable, les élèves de première STAV du lycée de Châteaulin ont suivi une séance de Travaux Pratiques sur le dosage des phosphates, un des éléments suivi par le réseau. Cette séance de travaux pratiques a permis aux élèves d'analyser leurs échantillons prélevés sur la rivière de l'Aulne le matin même. Ils ont été initiés ensuite au principe de dosage par colorimétrie et à la réalisation d'une gamme étalon avec le matériel spécifique de laboratoire utilisé pour les analyses dans le réseau Ecoflux (bécher, pipette, éprouvette, réactif). La conclusion de ce TP s'est faite autour des différences dans les concentrations en phosphates obtenues sur cette séance et celles mesurées au cours de l'année par le réseau. Les résultats des élèves seront mis à disposition pour les autres classes sur le site internet du réseau.



Cette séance appréciée par les élèves, permet d'intégrer le protocole d'analyse de phosphates effectué en laboratoire par le réseau dans le programme de physique-chimie des premières STAV, sera proposée et adaptée pour cette année 2012 – 2013, aux autres lycées demandeurs d'interventions par le réseau Ecoflux

## 7 juin : Colloque Mer et Enseignement

Dans le cadre du colloque Mer et Enseignement, organisé par le rectorat de Rennes, sur les enjeux du monde marin, la pluridisciplinarité et les transferts des savoirs, le réseau Ecoflux a été invité pour témoigner de son expérience en tant que réseau participatif et pour parler, devant un public composé majoritairement d'enseignants, de ses actions de sensibilisation vers les lycéens. Cette invitation permet de valoriser le réseau Ecoflux en tant que réseau référent sur la manière de sensibiliser les élèves à la préservation de l'environnement aquatique.

## 21 juin : Foire à l'eau – Lycée de Brehoulou

En juin dernier, le réseau Ecoflux a participé avec l'Agrocampus de Beig meil à l'édition 2012 de la foire à l'eau au lycée de Brehoulou, organisé par le SILVALODET et l'association eaux et rivières de Bretagne. Durant ces deux jours, plusieurs classes sont venues expérimenter l'atelier scientifique des « experts de l'eau » où ils ont pu observer le plancton de la pêche du jour et analyser les sels nutritifs grâce à la mallette pédagogique de terrain du réseau.



## Septembre 2012 : Formation sur la qualité de l'eau

Récemment, dans le cadre du projet ECOESTUA, en collaboration avec Hélène Laguerre, ingénieur d'étude à Agrocampus, et l'association Cap vers la nature, deux programmes de formations ont été impulsés pour des animateurs nature sur « comment sensibiliser à la qualité de l'eau ». Cette formation a été construite sur l'alternance de séquences en salle et sur le terrain. Les interventions du réseau Ecoflux sur la qualité de l'eau et d'Agrocampus de Beig meil sur la présentation du plancton, et les prélèvements de terrain ont permis aux animateurs de s'approprier l'ensemble des étapes sur l'analyse de la qualité de l'eau. Les objectifs sont très largement atteints et la formation a été une réussite. La rencontre des différentes associations d'éducation à l'environnement et le travail en commun est très rare, la formation a donc permis de les réunir et de les faire réfléchir collectivement à la mise en place de nouvelles séquences pédagogiques en lien avec le plancton et les sels nutritifs. (compte rendu d'évaluation de la formation en annexe VI annexe de ce bilan).

## Un suivi pédagogique pour éveiller la curiosité des élèves sur la qualité de l'eau

La mise en place d'un suivi pédagogique durant l'année scolaire s'est vu nécessaire pour impliquer davantage les élèves dans leurs démarches vers une reconquête de la qualité de l'eau. L'année 2012 marque la 7ème édition du projet «Eau fil de l'eau ou à l'école de l'eau», qui a eu lieu le jeudi 20 décembre au lycée du Nivot. Ce projet permet aux élèves de préparer un exposé sur un thème environnemental en relation avec la qualité de l'eau. Les données ECOFLUX leur sont accessibles et l'animateur du réseau se tient à leur disposition pour les aider en tant qu'accompagnateur scientifique et pédagogique en soutient aux enseignants. Pour valoriser leurs travaux, les étudiants sont sollicités à participer à cette journée annuelle d'échanges pour venir présenter leur travail de réflexion. Ce projet permet ainsi de les confronter directement à des problématiques environnementales de leur territoire et de partager leurs expériences ainsi que leurs idées avec les autres étudiants (présentation du programme en annexe V)

## Un réseau référent en matière de suivi et d'évolution des sels nutritifs

Se basant sur une expérience de quatorze années dans l'observation et la surveillance des cours d'eau finistériens, le réseau s'inscrit actuellement dans une démarche de conseils auprès des différents demandeurs. Durant l'année 2012 le réseau ECOFLUX a participé à 18 réunions afin de rencontrer ses partenaires de projets ou répondre à la demande de certains acteurs de l'eau pour un état des lieux actuel de la qualité de l'eau dans le Finistère (tableau 4). Le réseau ECOFLUX, dans le contexte départemental, fait donc office de référent conseil en matière de suivi et d'évolution des teneurs en nitrates, phosphates et silicates.

La banque de données du réseau ECOFLUX constituée au fil des années de suivis, de collectes et d'analyses par le réseau ECOFLUX est utilisée par divers organismes ( IUEM, IFREMER, DIREN, CEVA, AgroCampus ) mais également par des professionnels de la gestion des bassins versants (animateurs, techniciens de rivières, bureau d'étude). Ces données sont disponibles à tous, sur le site du réseau et pour l'année 2012 ce sont 12 demandes qui ont été effectuées (Annexe III).

Actions de communications et scientifiques du réseau ECOFLUX pour l'année 2012		Nombre de participants	Nature des participants
23/01/2012	Réunion avec Mme Alida Boishu de la Communauté des communes de Châteaulin et discussion sur la qualité de l'eau du bassin versant du Porzay	3	Professionnels
08/01/2012	Réunion avec Mr Philippe Pondaven et Mme Aude Leynaert pour présenter les résultats 2011 du réseau ECOFLUX	2	Professionnels
26/03/2012	Participation du réseau ECOFLUX à la réunion CRESEB	>25	Professionnels, Scientifiques...
27/03/2012	Réunion du SILVALODET. Présentation des résultats 2011.	>25	Professionnels, Scientifiques...
30/03/2012	Réunion sur la réorganisation du site Web de l'Observatoire du Domaine Côtier de l'IUEM	10	Professionnels, Scientifiques...
19/04/2012	Réunion avec Mme Hélène Laguerre sur le projet ECOESTUA	2	Scientifiques
23/04/2012	Réunion avec Mr Philippe Pondaven et Mme Aude Leaynart sur les projets scientifiques du réseau ECOFLUX.	3	Scientifiques
26/04/2012	Formation de Mr Teiki Fchetto, nouveau bénévole sur le Lopic , au protocole de prélèvement des échantillons d'eau et présentation du réseau ECOFLUX à la mairie de Plonevez-Porzay .	5	Scientifiques
13/06/2012	Rencontre avec Mr Patrick Pouline chargé de mission au Parc marin d'Iroise.	2	Bénévole, Elus
11/07/2012	Réunion avec Mr Paul Tréguer sur les missions scientifiques du réseau ECOFLUX	2	Scientifiques
06/08/2012	Réunion avec Mme Laguerre sur le projet ECOESTUA	2	Scientifiques
14/09/2012	Rencontre avec une sociologue du groupement du CRESEB	2	Scientifiques
05/10/2012	Réunion avec Mr Vincent Ducros, Conseil Général du Finistère. Point sur l'année 2012 et définition du cahier des charges sur l'année 2013	2	Financeurs

11/10/2012	Réunion avec Mme Delphine Klerch et Mr Laurent Grémeau, CRESEB.	5	Professionnels
24/10/2012	Réunion avec Mme Laguerre sur le projet ECOESTUA	2	Scientifiques
26/11/2012	Restitution des résultats du projet ECOESTUA devant élus et commission au SIVALODET	8	Scientifiques, Association, Financeurs, Elus
30/11/2012	Colloque « Qualité de l'eau en Bretagne, la bio avec vous pour relever le défi » organisé par GB22 et 29	>100	Scientifiques, Association, Financeurs, Elus
06/12/2012	Participation à la réunion du Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne organisé à l'IUEM	8	Scientifiques
12/12/2012	Réunion avec Mr Ludovic Desruelles, technicien de rivière au sein de l'EPAB baie de Douarnenez. Discussion sur la qualité de l'eau sur le territoire et collaboration pour les prélèvements sur le Kerharo.	2	Professionnels

Tableau 4 : Recapitulatif des réunions auxquels le réseau Ecoflux a participé en 2012

## Une réflexion commune entre observation et recherche

En parallèle à ces missions d'observation et de sensibilisation, le réseau ECOFLUX cherche à s'investir dans une réflexion entre l'observation et la recherche. C'est une volonté de la part du réseau de mieux comprendre les processus observés mais également une démarche indispensable pour valoriser les données recueillies par le réseau. Pour l'année 2013 et dans les années à venir, le réseau ECOFLUX travaille sur une meilleure compréhension des liens entre les bassins versants et la zone côtière, qui est appelé plus communément le continuum Terre-Mer. Le lien entre les bassins versants et le fonctionnement de la zone côtière est d'ailleurs une priorité importante pour l'Institut Européen de la Mer (IUEM), qui a développé ces dernières années des projets en Rade de Brest en ce sens (projet MOITEM, MOITEM-estuariers, ISOBENT et le programme CHIVAS) et plus récemment dans le lancement de la Zone Atelier Rade de Brest. Grâce à sa position au sein de l'Institut Européen de la Mer, le réseau ECOFLUX s'engage à approfondir l'exploitation de ses données grâce à une mise en relation avec d'autres banques de données disponibles de l'Observatoire du domaine côtier de l'IUEM. C'est ainsi qu'une réflexion a commencé autour des données du Réseau SOMLIT (données de sels nutritifs en zone côtière notamment) et du Réseau ECOFLUX (Rapport 2010).

Egalement le réseau ECOFLUX a développé un projet en partenariat avec l'Agrocampus de BeigMeil pour essayer de mettre en évidence les interactions entre les efflorescences de phytoplancton et les apports de sels nutritifs véhiculés par les fleuves qui alimentent l'estuaire de l'Odet (Projet ECOESTUA). La phase d'observation s'est terminée l'année 2011. L'année 2012 a été orienté vers la diffusion et la communication du projet et le réseau ECOFLUX avec l'Agrocampus de BeigMeil travaillent maintenant sur les résultats afin de soumettre courant 2013, une publication scientifique des résultats.

Il est possible, à terme, d'imaginer que l'outil de modélisation développé de façon intégré le long du continuum terre-mer en Rade de Brest, puisse être appliqué à différents écosystèmes de la Région Bretagne et en particulier sur la rade Brest et de l'Odet. Les données collectées par le réseau ECOFLUX seront donc indispensables pour être combinées avec de la modélisation, dans une optique de prévention. Ces données et cette modélisation devraient en effet permettre de mieux cibler l'origine des apports en nitrates et en phosphates vers le littoral. L'abondance de ces apports en sels nutritifs entraînant, notamment, l'apparition de marées vertes sur les côtes finistériennes.

# BIBLIOGRAPHIE

- 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., 2006 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, 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 'pollution diffuses : du bassin versant au littoral » Ifremer, 125-140.
- HOWARTH R., CHAN F, CONLEY D, GARNIER J, DONEY S, MARINO R, BILLEN G. 2011. Coupled biogeochemical cycles: eutrophication and hypoxia in temperate estuaries and coastal marine ecosystems. *Front Ecol Environ* 2011; 9(1): 18–26.
- DORIOZ J.M, AUROSSEAU P., BOURRIE G., 2009. Le phosphore dans l'environnement bilan des connaissances sur les impacts, les transferts et la gestion environnementale, Institut océanographiques, 331p.
- 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. p255.
- 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
- MEROT P., BOURGUET M., LE LEUCH M., 1981. Analyse d'une crue à l'aide du traçage naturel par l'oxygène 18, mesuré dans les pluies, le sol, le ruisseau. *CATENA* 8, 6981.
- MEUNIER J.-D, 2003, Le rôle des plantes dans le transfert du silicium à la surface des continents, *C. R. Geoscience* 335
- PAULET Y. M., RAGUENEAU O., 2008, Une goûte d'eau dans l'océan, n° spécial, eau & rivière
- 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.
- RAPPORT ECOFLUX, 2007. Le réseau ECOFLUX, qualité de l'eau et eutrophisation en Finistère, IUEM, UBO, Conseil Général du Finistère. (disponible sur le site du réseau ECOFLUX)
- RAPPORT ECOFLUX, 2009. Le réseau ECOFLUX, qualité de l'eau et eutrophisation en Finistère, IUEM, UBO, Conseil Général du Finistère. (disponible sur le site du réseau ECOFLUX)
- RAAPORT ECOFLUX , 2010. Le réseau ECOFLUX, qualité de l'eau et eutrophisation en Finistère, IUEM, UBO, Conseil Général du Finistère. (disponible sur le site du réseau ECOFLUX)

## Sites internet

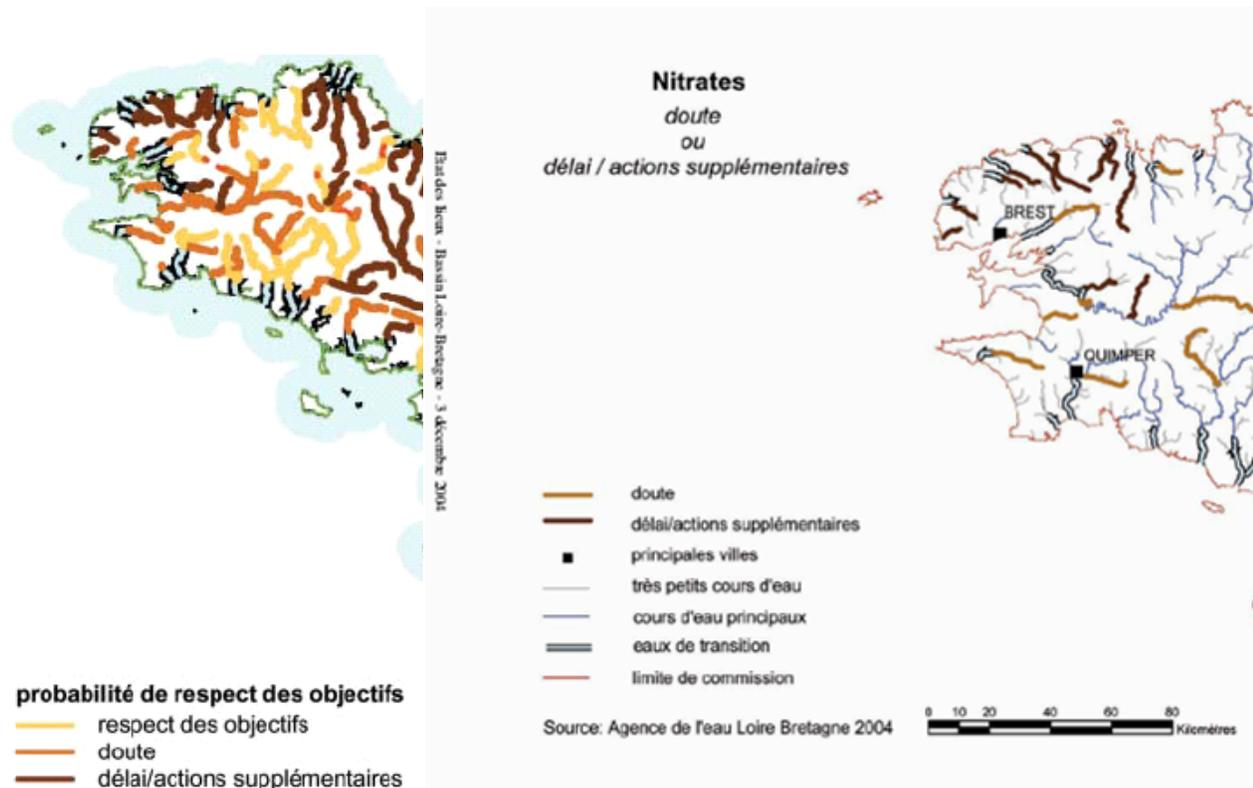
- [http://www.ceva.fr/fr/environnement/prolitto\\_suivi.php3](http://www.ceva.fr/fr/environnement/prolitto_suivi.php3).
- <http://www.eaubretagne.fr/Media/Atlas/Cartes/Les-objectifs-de-la-Directive-cadre-sur-l-eau>
- <http://sandre.eaufrance.fr/IMG/pdf/SEQ-Eau.pdf>
- <http://www.eaubretagne.fr/Qui-sommes-nous/Les-partenaires/Comite-strategique-regional-de-l-eau-2009>
- <http://www.cc-chateaulin-porzay.fr/le-marais-de-kervigen.php>
- <http://www.hydro.eaufrance.fr/>
- <http://www-iuem.univ-brest.fr/UMR6539>
- <http://www.rade-brest.fr/>

# ANNEXE I : objectifs DCE

## 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 (NQE) qui seront définies à l'échelle européenne.



La DCE fixe un calendrier précis aux Etats Membres afin d'atteindre les objectifs qu'elle leur assigne. 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):

**Année 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.

**Année 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.

**Année 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

# ANNEXE II : les concentrations sous influence de nombreux facteurs

Les variations hydrologiques saisonnières (précipitations), couplées aux processus biologiques (consommation, minéralisation, dénitrification) vont réguler plus ou moins rapidement les teneurs en sels nutritifs des eaux des fleuves.

## Les facteurs naturels abiotiques

La géologie : le bruit de fond géochimique des eaux est différent suivant la composition des sols traversés par les eaux, de la perméabilité du sol, de la pente, de l'importance des réserves souterraines, de la vitesse d'écoulement des eaux,....

Chaque rivière suivie est alimentée par un bassin versant ayant ses caractéristiques géologiques propres. 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 est alimenté par une réserve souterraine (aquifère) importante : le Dourduff, le Dossen, le Guillec, le Quillimadec, la Flèche, le Ris et le Saint Laurent ;
- les rivières dont le bassin versant est alimenté par un aquifère de faible taille : l'Aulne, la Douffine, le Laptic et le Kerharo,
- les rivières dont le bassin versant est alimenté par un aquifère intermédiaire : l'Elorn et la Penzé.

La climatologie : les précipitations efficaces comme les températures affectent directement les débits fluviaux ainsi que la cinétique d'altération des roches.

## Les facteurs naturels biotiques

Les plantes, ainsi que les autres compartiments de la biocénose, notamment les micro-organismes du sol, interagissent avec les cycles de l'azote, du phosphore et du silicium via plusieurs processus : consommation liée à la production de matière organique (photosynthèse) et celui de la minéralisation de la matière organique lors de la mort des êtres vivants (recyclage).

Ces processus sont également soumis aux variations naturels notamment la climatologie (les espèces végétales consomment peu voir pas de nutriment en période hivernale).

Ces interactions complexes entre les facteurs biotiques et abiotiques ne facilitent pas la compréhension des variations des teneurs en sels nutritifs dans les eaux des rivières. Seule une période d'étude assez longue (variable selon les secteurs géographiques) permet d'identifier l'origine des variations (comparaison saisonnière sur une dizaine d'années).

## Les facteurs d'origine anthropique :

Les activités économiques ainsi que l'urbanisation d'un secteur ont des impacts plus ou moins prépondérants sur la qualité des eaux (agriculture, pisciculture, industrie, tourisme,...) en fonction de la nature des activités économiques, de la taille de l'agglomération et des caractéristiques du milieu récepteur.

Dans le but de distinguer la part anthropique de la part naturelle des concentrations en sels nutritifs dans les eaux, des fiches techniques concernant la géographie, la géologie ainsi que des activités anthropiques ciblées pour leurs impacts importants sur les paramètres concernés, ont été réalisées sur chacune des rivières suivies (Texeraud et al, 2007).

# ANNEXE III : Utilisation des données du réseau ECOFLUX

Recensement et utilisation des données du réseau ECOFLUX pour l'année 2012.

Année	Nom du Destinataire	Fonction	Organisme	Données Rivière	Destination des données
2012	ESNAULT Vincent	Membre	Association sauvegarde pays fouesnantais	St Laurent	Etude
2012	Emmanuelle LE GAD	Animatrice de BV	Communauté de commune du Pays de Lesneven et de la côte des légendes	Quillimadec	Communication sur l'évolution de la qualité de l'eau
2012	Johan CHEVEAU	Animateur BV	Syndicat du Haut Léon et de l'Horn	Guillec et Penzé	Intégration dans la base de données
2012	Karine BLOC'H	Animateur BV	Syndicat mixte du Léon Trégor	Dossen et Dourduff	N.P.
2012	Florent Ligny	Technicien qualité de l'eau	CC Pays de Chateaulin Porzay	Kerharo, Ris, Laptic' Aulne Elorn	Etude sur les flux en baie de Douarnenez
2012	Ludovic Desruelles	Technicien qualité de l'eau	EPAB Baie de Douarnenez	Kerharo, Ris, Laptic'	Etude sur les flux en baie de Douarnenez
2012	Pascal RAGOT	Chargé de mission Natura 2000	DREAL/ mairie de Fouesnant	St Laurent Odet	DOCOB Glénant et Trévignon, volet qualité des eaux
2012	Aline Blanchet	PhD	Ifremer	Aulne Elorn Douffine	Thèse
2012	Chrystèle THOMAS	Technicienne	Coopérative LT	Penzé	ICPE
2012	Clémence Royer	PhD	UMR LEMAR IUEM	Aulne Elorn Douffine Penzé	Thèse
2012	Laure Guillou	CR CNRS	CNRS station Roscoff	Penzé	ANR de recherche sur Alexandrium Minitium
2012	Thilo Behrends	Chercheur	Utrecht University	Aulne Elorn Douffine	Etude de la rade de Brest avec étudiants

## ANNEXE IV : ECOFLUX dans la presse

Ouest-France / Bretagne / Landerneau / Le Folgoët / Archives du mardi 27-11-2012

### **Iréo : seize lycéens analysent l'eau du Quillimadec - Lesneven**

mardi 27 novembre 2012



Le réseau Ecoflux a été mis en place par le conseil général et l'Institut universitaire européen de la mer depuis 1998. Son but est d'exercer une surveillance de la qualité de l'eau sur treize rivières finistériennes. Il est aujourd'hui coordonné par Marie Czamanski qui, vendredi 23 novembre, est intervenue dans une classe de seconde de l'Iréo pour sensibiliser les jeunes à leur environnement immédiat : la rivière du Quillimadec.

L'originalité du réseau Ecoflux consiste dans l'implication de vingt bénévoles et de six établissements scolaires qui réalisent chaque semaine des prélèvements d'eau. L'Iréo (établissement de formation agricole par alternance) va ainsi contribuer au dispositif. Seize élèves de seconde vont se relayer pour réaliser des prélèvements chaque semaine. Ceux-ci permettront de connaître les variations hebdomadaires des concentrations en nitrates, phosphates et silicates de ces rivières depuis 1998.

Sensibiliser sur la qualité de l'eau

Afin de mieux comprendre ses origines, Ecoflux cherche lorsque cela est possible à déterminer les variations des flux de nitrates et autres vers le littoral, à sensibiliser les jeunes. Notamment ceux qui seront amenés à travailler avec le monde agricole, à la nécessité de protéger la ressource en eau et à constituer une banque de données départementale utilisable par des organismes comme IUEM, Ifremer, Diren, Ceva, Caren, Ensar et accessible par le grand public.

Afin d'impliquer davantage les élèves participant au réseau Ecoflux, un projet Au fil de l'eau a été créé en 2005. Il met en place un suivi pédagogique durant lequel les élèves préparent un exposé ou un projet en relation avec la reconquête de la qualité de l'eau.

Cet exposé est présenté lors de la 7<sup>e</sup> édition de la rencontre annuelle interétablissements qui se déroulera cette année le 20 décembre au lycée du Nivot.

# ANNEXE V : programme de la journée inter-établissements du 20 décembre.

## 7<sup>EME</sup> EDITION DE LA RENCONTRE INTER-ETABLISSEMENTS DU RESEAU ECOFLUX

La mission principale du réseau ECOFLUX réside en l'étude de la variabilité géographique et temporelle des **concentrations en nitrates, phosphates et silicates dans les eaux de surface du Finistère**. Grâce au soutien financier du Conseil général du Finistère en partenariat avec l'Institut Universitaire Européen de la Mer, le réseau ECOFLUX mènent ses actions d'observation et de surveillance depuis maintenant 14 ans.

L'originalité du réseau se trouve dans l'**implication des particuliers et des établissements scolaires** dans les prélèvements de terrain selon un **protocole reconnu** scientifiquement.

Afin d'impliquer davantage les élèves, le réseau Ecoflux organise avec la participation active des enseignants un **suivi pédagogique sur le thème de l'eau** effectué en classe durant une partie de l'année scolaire.

Cette journée de rencontre inter-établissements est l'occasion pour les élèves de présenter la finalité de ce projet pédagogique sur un thème environnemental choisi mais aussi de **rencontrer divers professionnels de l'eau** (associations, services de la fonction publique, chercheurs, professionnels,...) spécialement invités pour l'événement.



Matinée	
9h00	Arrivée des participants
9h30	Accueil et présentation du réseau Ecoflux et bilan de l'année 2012
9h50	Vincent Ducros de la direction de l'Eau et de l'Environnement du Conseil Général : « Etat des masses d'eau finistériennes au regard des objectifs du SDAGE »
10h10	Exposé des élèves de Fanch Pigeon et Sylvain Munoz du lycée de l'Aulne de Chateaulin : « Stage collectif Santé et Développement Durable : Au fil de l'eau... »
10h30	Morgane Lefebvre animatrice du Sage de Fouesnant : « Présentation et mise en place du Plan Algues Vertes »

Pause	
11h00	Exposé des élèves de Sandrine Hamon de la Maison Familiale et Rurale de Morlaix : « Intérêts environnementaux des différents types de SET »
11h20	Pierre-Yves Roussel animateur de l'association CAP 2000 « Présentation de l'association CAP 2000 »
11h40	Exposé des élèves de Fabrice Ferrand de l'IREO de Lesneven

Après midi	
13h30	Exposé des élèves de Jacques Le Doaré de l'Agrotech de Lesneven : « La rivière dans son bassin versant »
13h50	Philippe Pondaven chercheur à l'IJEM « les lacs marins : des laboratoires naturels pour l'étude des écosystèmes aquatiques soumis à des apports d'éléments nutritifs »
14h10	Exposé des élèves d'Anne-Marie Le Seznec du lycée le Nivot : « La mulette perlière, pourquoi, comment protéger cette espèce »
14h30	Fédération de Pêche 29 : « Présentation du programme Life sur la mulette perlière »

Pause	
15h00	Diffusion du documentaire « L'enfer vert des Bretons » réalisé par Mathurin Peschet
16h00	Débat et compte rendu de la journée



Le réseau Ecoflux remercie le lycée du Nivot de nous accueillir pour cette rencontre. Il remercie également les élèves, les enseignants, les bénévoles et les intervenants présents à cette journée pour leur investissement et leur participation.

20 Décembre 2012  
Lycée Agricole Le Nivot, Loperec

Avec le soutien financier de :



# ANNEXE VI : Compte rendu de la formation « comment sensibiliser à la qualité de l'eau ? »



## Compte-rendu de la formation

**Session 1 :** du 17 au 19 septembre 2012

22 participants

Public : Associations, collectivités locales...

**Session 2 :** du 27 au 28 septembre 2012

23 participants

Animateurs de l'association Bretagne Vivante

### Intervenantes :

Hélène Laguerre, Agrocampus Ouest

Morgane Nédélec, Agrocampus Ouest

Marie Czamanski, IUEM réseau écoflux

Simone Grass, Association Cap vers la nature



Formation gratuite proposée dans le cadre du projet ECOESTUA « Mieux connaître et faire connaître la qualité de l'eau, de la rivière à l'estuaire, pour répondre aux enjeux de reconquête de la qualité des eaux – Etude sur l'Odet », financé par la Région Bretagne, l'Agence de l'eau Loire Bretagne et le Sivalodet



## Programme – Session 1

### Lundi 17 septembre

**Matinée 9h30 – 12h15**

- présentation des participants et de leurs attentes
- présentation sels nutritifs : historique, contexte breton, les pollutions et les apports, BV, eutrophisation...
- prélèvements et analyses (prélèvements apportés + cale de Beg-Meil)

**Après-midi 13h30 – 18h**

- présentation plancton : les grands groupes, écologie...
- prélèvements de plancton et observations au microscope (prélèvements apportés + cale de Beg-Meil)
- intervention de Pierre Mollo

### Mardi 18 septembre

**Matinée 9h – 12h15**

- sortie prélèvements sur l'Odet : estuaire et Quimper
- projet ECOESTUA (chaînes alim, BV ...)

**Après-midi 13h30 – 18h30**

- analyse des sels nutritifs et du plancton

### Mercredi 19 septembre

**Matinée 9h – 12h15**

- plancton du jour : pêche et observation ensemble
- visite de l'écloserie : utilisation pédagogiques des fermes et ateliers professionnels
- présentation des outils pédagogiques

**Après-midi 13h30 – 16h**

- atelier : comment sensibiliser à la qualité de l'eau ? Comment faire découvrir de façon ludique le plancton ?
- projection d'un documentaire et distribution de ressources
- bilan et perspectives (collaborations, restitutions ?...)

*La formation est animée par  
Agrocampus Ouest, en partenariat  
avec le réseau Ecoflux et  
l'association Cap vers la Nature.*



Agrocampus ouest site de Beg-Meil

Chemin de la cale, Beg-Meil

29170 Fouesnant

Contact : [helene.laguerre@agrocampus-ouest.fr](mailto:helene.laguerre@agrocampus-ouest.fr)







## Programme – Session 2

### Jeudi 27 septembre / Trévignon

Pique-nique

Après-midi 13h30 – 17h30

- Prélèvements dans les étangs de Trévignon et en mer (plancton et sels nutritifs)
- Analyse du plancton : observation
- Présentation générale du plancton : écologie, biodiversité...

### Vendredi 28 septembre / Beg-Meil

Matinée 8h30 – 12h15

- La qualité de l'eau : plancton, sels nutritifs...
- Le projet Ecoestua

Après-midi 13h30 – 17h30

- Visite de l'écloserie : utilisation pédagogiques des fermes et ateliers professionnels
- Présentation des outils pédagogiques
- Atelier : comment sensibiliser à la qualité de l'eau ? Comment faire découvrir de façon ludique le plancton ?
- Projection d'un documentaire
- Bilan et perspectives (collaborations, restitutions ?...)

Contacts :

[Helene.laguerre@agrocampus-ouest.fr](mailto:Helene.laguerre@agrocampus-ouest.fr)

[Marie.czamanski@univ-brest.fr](mailto:Marie.czamanski@univ-brest.fr)

*La formation est animée par Agrocampus Ouest, en partenariat avec le réseau Ecoflux et l'association Cap vers la Nature.*



Agrocampus ouest site de Beg-Meil

Chemin de la cale, Beg-Meil

29170 Fouesnant

Contact : [helene.laguerre@agrocampus-ouest.fr](mailto:helene.laguerre@agrocampus-ouest.fr)

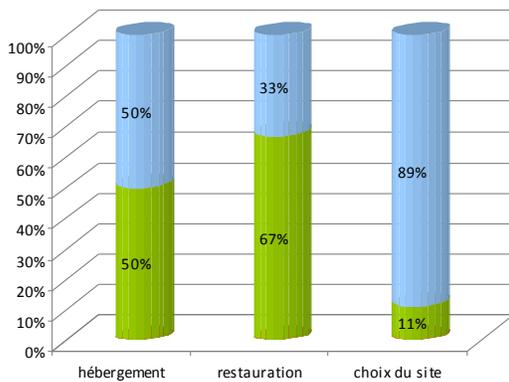




## ÉVALUATION DE LA FORMATION

### « LE PLANCTON, comment sensibiliser à la qualité de l'eau ? »

#### Qualité de l'accueil



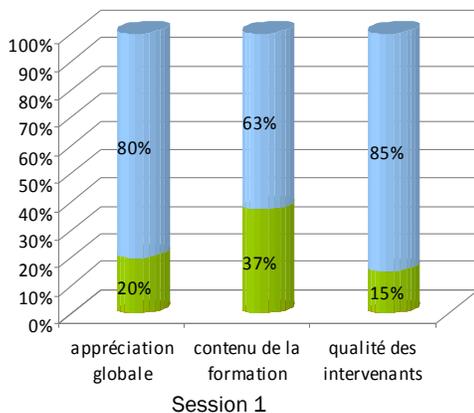
#### Session 1

Les participants ont apprécié l'accueil sur le site, adapté à ce type de formation : possibilité de s'héberger et se restaurer sur place, accès à pied à la cale pour les prélèvements ; et la présence d'espaces diversifiés : salle de réunion, éclosion, laboratoire...

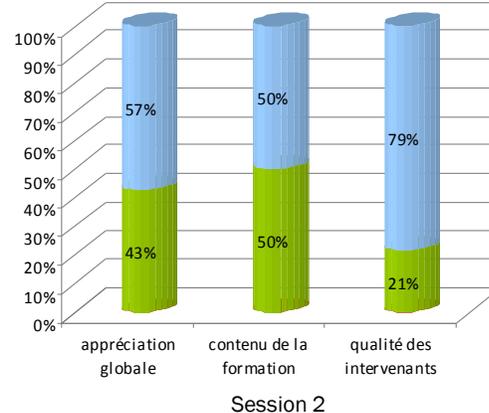
#### Légende :

- Très satisfaisant
- Satisfaisant

#### Formation



Session 1



Session 2

L'évaluation globale de la formation est bonne à très bonne pour les 2 sessions

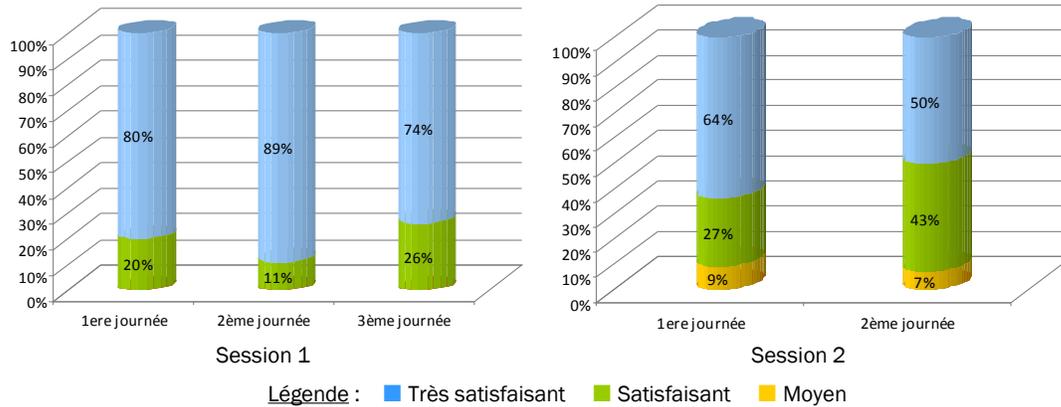
Concernant les points qui ont le plus intéressés les participants, les avis divergent, dû au fait que les attentes sont parfois différentes d'une personne à l'autre (approfondissement des sels nutritifs ou au contraire de la détermination du plancton...). La conférence de Pierre Mollo a été très appréciées (session 1).

🔗 **Points forts** : le contenu à la fois scientifique, professionnel et pédagogique, les alternances terrain/salle, le matériel (microscopes, mallette chimique), la complémentarité des intervenants, les échanges avec les participants, les ateliers

🔗 **Points faibles** : parler plus des bassins versants et plus de prélèvements en eau douce

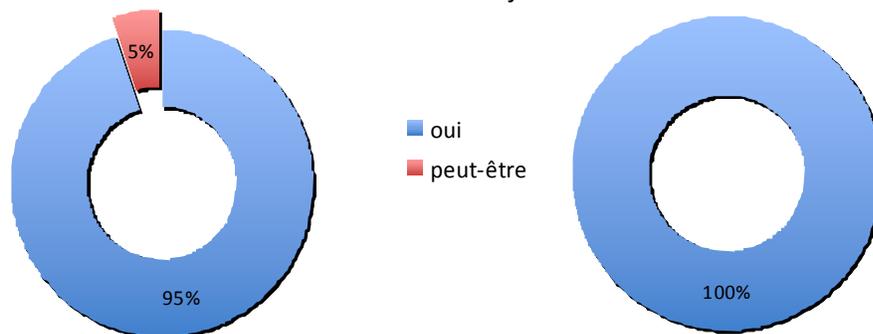


### Déroulement pédagogique



Le déroulement pédagogique de la formation a été construit pour alterner les séquences en salle et les sorties terrain. D'autres part, la proportion entre apports théoriques (présentations des intervenants) et travaux pratiques (observations du plancton, analyses des sels nutritifs) a été équilibrée afin de faire participer le groupe et de pouvoir s'approprier le contenu. En réalité, 2 groupes avec 2 attentes différentes ressortent : une moitié avec des attentes « scientifiques » (avoir des connaissances plus pointues sur le sujet) et l'autre moitié avec des attentes plutôt pédagogiques et professionnelles (développement de nouvelles animations), ce qui explique les variations d'appréciations sur les contenus des 3 jours et les remarques générales sur la formation. Dans le cas de la 2<sup>ème</sup> session, il ressort un besoin de continuer le travail, une durée de formation sur 1,5 jours étant trop faible (durée fixée par l'association). Une durée de 3 jours paraît idéale et permet une meilleure dynamique de groupe.

### Atteinte des objectifs



Les objectifs sont très largement atteints, la formation a été une réussite. La rencontre des différentes associations d'éducation à l'environnement et le travail en commun est très rare, la formation a donc permis de les réunir et de les faire réfléchir collectivement à la mise en place de nouvelles séquences pédagogiques en lien avec le plancton et les sels nutritifs.



## Bilan

Le bilan de la formation est donc positif, les participants ont exprimé leur pleine satisfaction. Plusieurs points sont à l'origine de ce bilan :



■ **L'alternance de séquences en salle et sur le terrain** : la découverte de l'Odet et des points de prélèvements du projet ECOESTUA, ainsi que les mesures de salinité/température et l'analyse des sels nutritifs sur le terrain a permis d'illustrer les notions abordées et les rendre attractives. Les pêches de plancton à la cale de Beg-Meil ont suscité un grand intérêt et sont un moment de convivialité.

■ **L'observation au microscope** : chacun disposant d'un microscope et du matériel nécessaire à l'observation, les séquences d'analyse du plancton ont été très ludiques, avec échanges d'informations entre les participants. De plus, le matériel choisi est simple d'utilisation et en adéquation avec les animations possibles.



■ **La richesse et la complémentarité des interventions** : chimie, biologie, aquaculture, avec des ingénieures d'études, des animateurs et des chercheurs.



■ **L'atelier de réflexion sur des scénarii pédagogiques** : un défi a été proposé aux participants : imaginer une séquence pédagogique autour de la qualité de l'eau, le plancton, les sels nutritifs. Comment sensibiliser à la qualité de l'eau ? En laissant libre par à son imagination, les ateliers ont été très riches en échanges et en idées créatives. Les restitutions ont été un moment très important de la formation en proposant des pistes d'application dans le cadre du métier d'animateur nature.

■ **Outils pédagogiques et animation** : Les organisateurs ont à leur tour présenté leurs outils pédagogiques et leurs séquences pédagogiques, expérimentées sur le terrain : atelier « les experts », fiches, activités artistiques... Une pochette a été remise à chaque participant, contenant des ressources et des documents pédagogiques.



**Au travers du ECOSTUA, les participants ont ainsi pu découvrir les liens entre sels nutritifs, phytoplancton, chaînes alimentaires et qualité de l'eau, liens dont dépendent les activités économiques et sociales.**

## Perspectives

Certains ont émis le souhait d'un approfondissement par thème (qualité de l'eau, biologie du plancton, comportement des sels nutritifs, pédagogie, métiers du littoral...). La formation s'est déroulée dans une ambiance conviviale et les coordonnées des participants ont été échangées afin d'envisager des collaborations futures autour des enjeux de sensibilisation à la qualité de l'eau.

→ Le renouvellement de ce type de formation présente donc une opportunité, de même que la création d'ateliers plus et des rencontres avec des conchyliculteurs.

