



DIREN BRETAGNE
Service de l'Eau et des Milieux Aquatiques
Le Magister – 6 Cours Raphaël Binet
CS 86523 - 35065 RENNES Cedex



DRASS BRETAGNE
Service Santé-Environnement
Les Trois Soleils – 20, rue d'Isly
35042 RENNES Cedex

**Note de synthèse
de la
3^{ème} campagne de surveillance
de la teneur en nitrates
des eaux douces**

Avril 2002

1	INTRODUCTION	3
1.1	Textes	3
1.2	Rappels des motifs.....	3
1.3	Procédure.....	4
1.4	Méthodologie de classement	4
2	CONTEXTE BRETON	5
2.1	Hydrogéologie - hydrologie	5
2.2	Agriculture	5
3	DISPOSITIF DE SURVEILLANCE.....	7
3.1	Choix des stations de suivi retenues	7
3.2	Origine des données.....	10
3.3	Choix des stations en eaux superficielles.....	10
3.4	Choix des stations en eaux souterraines.....	11
4	ÉVOLUTIONS DE LA TENEUR EN NITRATES.....	12
4.1	Indicateurs.....	12
4.2	Bilan des deux campagnes précédentes - Campagne 92/93 et Campagne 97/98	12
4.3	Bilan – campagne 2000-2001	13
4.3.1	Préambule.....	13
4.3.2	Contexte hydrologique - période du 1 ^{er} octobre 2000 au 31 septembre 2001	13
4.3.3	Les eaux superficielles	14
4.3.3.1.	Répartition des teneurs moyennes et des maximales en nitrates des stations d'eaux superficielles.....	15
A.	Teneurs moyennes	15
B.	Teneurs maximales.....	17
4.3.3.2.	Moyennes hivernales.....	19
4.3.3.3.	Moyennes estivales	19
4.3.3.4.	Comparaison des 3 campagnes antérieures.....	22
A.	Moyennes des campagnes précédentes	22
B.	Résultats de la surveillance en eaux superficielles	22
4.3.3.5.	Flux d'azote nitrique	27
4.3.4	Les eaux souterraines	31
4.3.4.1.	Les résultats de la campagne 2000-2001	31
4.3.4.2.	Comparaison des résultats des trois campagnes	32
4.3.4.3.	Abandon de captages d'eau souterraine.....	41
4.4	LES PHENOMENES D'EUTROPHISATION.....	42
4.4.1	Milieu Marin et Côtier.....	42
4.4.1.1.	Proliférations Macroalgales ou «Marées vertes» :.....	42
4.4.1.2.	Proliférations Phytoplanctoniques (cf ANNEXE 3) :.....	43
4.4.2	Les Eaux Douces.....	43
5	DISCUSSION ET PROPOSITION.....	45
5.1	Discussion	45
5.2	Proposition	45
	ANNEXE N°1 : STATIONS DE SUIVI.....	48
	ANNEXE N°2 : EVOLUTION DES FLUX D'AZOTE NITRIQUE DE 1992 A 2001	61
	ANNEXE N°3 : L'EUTROPHISATION DES EAUX EN BRETAGNE	67

1 Introduction

1.1 Textes

- ♦ *Directive du Conseil du 12 décembre 1991, concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles : 91/676/CEE*
- ♦ *Décret n°93-1038 du 27 août 1993 relatif à la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole*
- ♦ *Décret n°2001-34 du 10 janvier 2001 relatif aux programmes d'action à mettre en œuvre en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole*
- ♦ *Décret n°2002-26 du 4 janvier 2002 relatif aux aides pour la maîtrise des pollutions liés aux effluents d'élevages*
- ♦ *Arrêté Préfectoral du 14 septembre 1994, portant délimitation des zones vulnérables dans le bassin Loire Bretagne*
- ♦ *Arrêté Préfectoral du 25 octobre 1999, portant délimitation des zones vulnérables dans le bassin Loire Bretagne*
- ♦ *Circulaire du 24 juillet 2000 relative à la 3^{ème} campagne de surveillance de la teneur en nitrates des eaux douces*
- ♦ *Circulaire du 5 novembre 2001 de clôture et compte rendu de la surveillance de la teneur en nitrates des eaux douces*
- ♦ *Circulaire du 8 avril 2002 relative au réexamen de la liste des zones vulnérables au titre de la directive n°91/676/CEE du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles, dite directive " nitrates ".*

1.2. Rappels des motifs

Le Conseil des Communautés Européennes a considéré notamment

- que « la teneur en nitrates de l'eau dans certaines régions des Etats membres est en augmentation et atteint déjà un niveau élevé par rapport aux normes fixées par la Directive du 16 juin 1975 concernant la qualité requise des eaux superficielles destinées à la production d'eaux alimentaires, et la directive du 15 juillet 1980 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine »
- que tel qu'indiqué dans le livre vert de la Commission intitulé « perspectives de la politique agricole commune », l'utilisation d'engrais et de fumiers contenant de l'azote est nécessaire à l'agriculture de la Communauté, mais que « l'utilisation excessive d'engrais constitue un danger pour l'environnement ». Des mesures communes sont nécessaires pour résoudre les problèmes découlant de l'élevage intensif de bétail et la politique agricole doit prendre davantage en considération la politique en matière d'environnement,
- que les nitrates d'origine agricole sont la cause principale de la pollution provenant de sources diffuses qui affecte les eaux de la Communauté,
- qu'il « est dès lors nécessaire, pour protéger la santé humaine, les ressources vivantes et les écosystèmes aquatiques et pour garantir d'autres usages légitimes des eaux, de réduire la pollution directe ou indirecte des eaux par les nitrates provenant de l'agriculture et d'en prévenir l'extension ; ... ».

1.3. Procédure

La réglementation prévoit que chaque état membre désigne comme zones vulnérables, toutes les zones connues sur leur territoire qui alimentent les eaux définies conformément au paragraphe 1 et qui contribuent à la pollution. Il s'agit des eaux atteintes par la pollution ou celles susceptibles de l'être.

Les Etats membres « réexaminent et, au besoin, révisent ou complètent en temps opportun, au moins tous les quatre ans, la liste des zones vulnérables désignées, afin de tenir compte des changements et des facteurs imprévisibles au moment de la désignation précédente » (*article 3, paragraphie 4, Directive 12 décembre 1991*).

Les Etats membres doivent ensuite établir des programmes d'actions sur ces zones vulnérables.

Afin de définir les zones vulnérables, un programme de surveillance de la teneur des eaux en nitrate d'origine agricole doit être mis en œuvre sur l'ensemble du territoire.

Ainsi, deux campagnes de surveillance des teneurs en nitrates se sont déroulées :

1^{ère} campagne : du 1^{er} septembre 1992 au 31 août 1993,

2^{ème} campagne : du 1^{er} septembre 1997 au 31 août 1998.

Sur la base des informations recueillies par le réseau de surveillance de la 1^{ère} campagne, le Préfet coordonnateur de bassin a fixé la liste des zones vulnérables du bassin Loire Bretagne, par arrêté préfectoral du 14 septembre 1994. La Bretagne a été classée entièrement en zone vulnérable. Ce classement a été reconduit suite à la campagne de surveillance 1997-1998.

La 3^{ème} campagne de surveillance, définie par circulaire du 24 juillet 2000, s'est déroulée du 1^{er} octobre 2000 au 30 septembre 2001. Cette campagne conduira au 3^{ème} réexamen de la délimitation des zones vulnérables en 2002.

Le présent document fait le compte rendu de cette 3^{ème} campagne, et doit servir à éclairer la décision de classement en zone vulnérable de la région Bretagne, pour un délais de 4 ans.

1.4 Méthodologie de classement

Il est dressé un inventaire des zones vulnérables qui contribuent à la pollution des eaux par le rejet direct ou indirect de nitrates et d'autres composés azotés susceptibles de se transformer en nitrates d'origine agricole.

Le décret d'août 1993 indique que les zones sont désignées vulnérables si elles alimentent les eaux :

- *atteintes par la pollution*

- les eaux souterraines et les eaux douces superficielles, notamment celles servant au captage d'eau destinée à la consommation humaine, dont la teneur en nitrate est supérieure à 50mg/l,
- les eaux des estuaires, les eaux côtières et marines et les eaux douces superficielles qui ont subi une eutrophisation susceptible d'être combattue de manière efficace par une réduction des apports en azote.

- *menacées par la pollution*

- les eaux souterraines et les eaux douces superficielles, notamment celles servant au captage d'eau destinée à la consommation humaine, dont la teneur en nitrate est comprise entre 40 et 50 mg/l et montre une tendance à la hausse
- les eaux des estuaires, les eaux côtières et marines et les eaux douces superficielles dont les principales caractéristiques montrent une tendance à une eutrophisation susceptible d'être combattue de manière efficace par une réduction des apports en azote.

2 CONTEXTE BRETON

2.1 Hydrogéologie - hydrologie

Les formations géologiques bretonnes ne donnent lieu qu'à une faible ressource en eau souterraine. Celle-ci est présente de façon très dispersée dans les fissures de roches du sol (granites, schistes, grès), sous forme de petits réservoirs bien délimités. En outre, les nappes contenues dans les couches sédimentaires tertiaires sont rares et de faible puissance ; les précipitations sont d'une très grande variabilité entre le centre ouest et la frange littorale d'une part, en entre l'ouest et l'est d'autre part.

Les quantités d'eau drainées sont très élevées à l'Ouest et diminuent sensiblement à l'Est.

Ceci combiné aux sols peu épais ou peu structurés favorise le ruissellement et donne lieu à un réseau hydrographique dense.

Le régime des cours d'eau est en conséquence marqué par une grande irrégularité des débits au cours de l'année ; crues hivernales et étiages prononcés en fin d'été se prolongeant parfois jusqu'au début de l'hiver.

Ces conditions font de la Bretagne une région très sensible aux pollutions diffuses.

2.2 Agriculture

La Bretagne est une région à forte activité agricole, avec des cultures légumières (légumes frais ou de conserve), des cultures céréalières (maïs, blé) et surtout un élevage intensif, soit lié au sol (20 % des vaches laitières françaises), soit hors sol (55 % de la production de porcs et 45 % de la production de volailles françaises) sur une superficie agricole utilisée représentant 6% de la superficie nationale.

La comparaison des recensements agricoles de 1988 et de fin 1999 (RA 2000) montrent :

- que les effectifs bovins ont connu une stagnation, voire une régression
- que le cheptel porcin a augmenté de 30%, celui des poules pondeuses de 16 %, celui des dindes de 55%

Le recensement agricole 2000 confirme le risque Nitrates en Bretagne puisque l'azote produit par le cheptel s'élève à 226 912 tonnes d'azote/an (source SRSA – DRAF février 2002), et que plus d'une centaine de cantons dépasse la norme européenne de 170 kg d'azote organique par hectare de surface potentiellement épandable (S.P.E).

A l'azote organique des effluents d'élevage s'ajoutent environ 156 000 tonnes d'azote minéral (source AGRESTE 2001). Le total d'azote épandu est de 382 000 tonnes . Les besoins des cultures sont évalués à 290 000 tonnes maximum soit un excédent d'au moins 100 000 tonnes.

La pression de pollution azotée a donc augmenté entre 1993 et 2000, et ce d'autant plus que le programme de résorption des excédents (mise en œuvre d'unités de traitement de déjections animales, transfert longue distance des déjections,...) et le programme de mise aux normes des capacités de stockage (PMPOA) sont insuffisamment avancés au niveau des réalisations de travaux.

Compte tenu de cette situation, les contraintes réglementaires ont été renforcées au cours de l'année 2001, lors de l'élaboration du deuxième programme d'action en application de la directive Nitrates.

Les arrêtés préfectoraux définissant les deuxièmes programmes d'actions ont été signés en juillet 2001. Ils comportent :

- le rappel de l'obligation d'enregistrement des apports azotés dans le cahier de fertilisation, et de fertilisation équilibrée à la parcelle,
- une obligation de plan de fumure prévisionnel azote à présenter selon un échéancier s'échelonnant du 31 mars 2002 au 31 mars 2005,
- la création de zones d'actions complémentaires (ZAC), pour lesquelles il y a interdiction d'augmenter les effectifs animaux, limitation d'apports d'azote total (minéral et organique) à 210 unités par hectare, obligation de couverts végétaux hivernaux, et maintien de l'enherbement des berges des cours d'eau.

Les zones d'excédents structurels (ZES) définies lors des premiers programmes d'action, qui concernent 71 cantons en Bretagne, sont en cours de révision.

3 DISPOSITIF DE SURVEILLANCE

3.1 Choix des stations de suivi retenues (cartes 1 et 2) (annexe 1)

Selon la circulaire du 24 juillet 2000, la surveillance des eaux devait s'effectuer principalement aux prises d'eau superficielle destinée à l'alimentation, et au niveau de stations représentatives de leur qualité pour les eaux souterraines.

Afin de poursuivre une continuité, toutes les stations ayant participé aux deux campagnes précédentes ont été reconduites, et une vingtaine de stations ont été ajoutées.

La majorité des stations est représentative de zones à forte pression agricole.

Toutefois, certaines stations sont positionnées sur des secteurs pression agricole réduite ou inexistante. Elles représentent une faible superficie de bassin versant, et sont situées en tête de bassin. Ces stations permettent de suivre les évolutions de contamination le long du cours d'eau.

Les stations du dispositif de surveillance sont considérées comme représentatives de la qualité des cours d'eau et de l'eau destinée à l'alimentation humaine.

Au total, 262 stations ont participé à la 3^{ème} campagne de surveillance nitrates. Plus de 70% de ces stations concernent des eaux superficielles :

	Côtes d'Armor	Finistère	Ille et Vilaine	Morbihan	Bretagne
Eaux superficielles	45	50	48	43	186
Eaux souterraines	18	29	14	15	76
Total	63	79	62	58	262

Tableau n°1 : Répartition des stations de la 3^{ème} campagne Nitrates

Comme le montre les cartes n°1 et n°2, la répartition des stations est homogène sur la région. L'ensemble des bassins hydrographiques est couvert par des suivis, à l'exception de quelques zones, telles certains bassins côtiers.

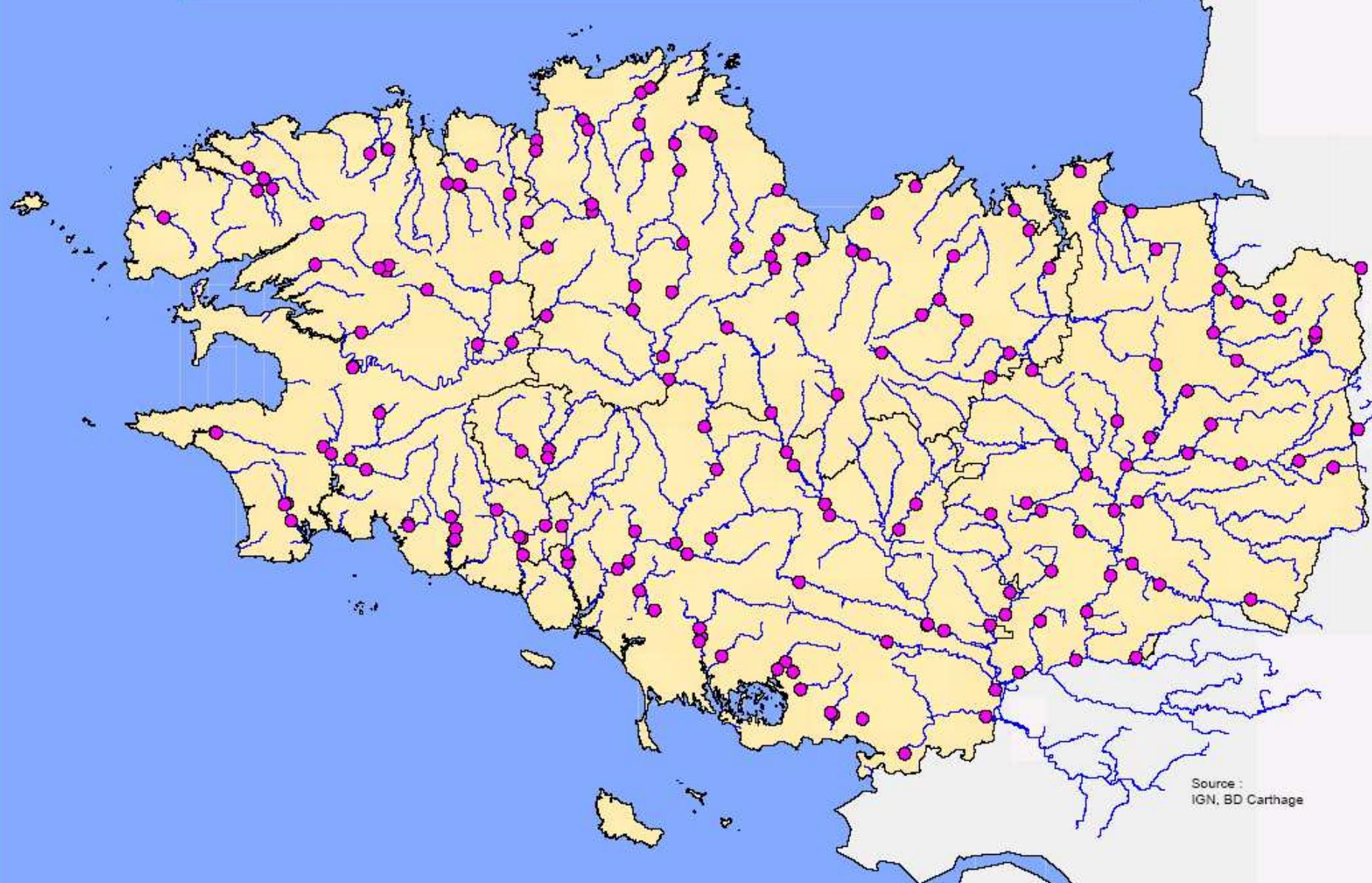
Les fréquences de suivi (nombre d'analyses faites par an) en nitrates se répartissent de la manière suivante :

Fréquence (F) de suivi	F < 6	6 ≤ F < 12	12 ≤ F < 18	18 ≤ F < 24	F ≥ 24	Total
Nombre de points	60	51	131	9	11	262

Tableau n°2 : Répartition des fréquences (F) de suivi des stations

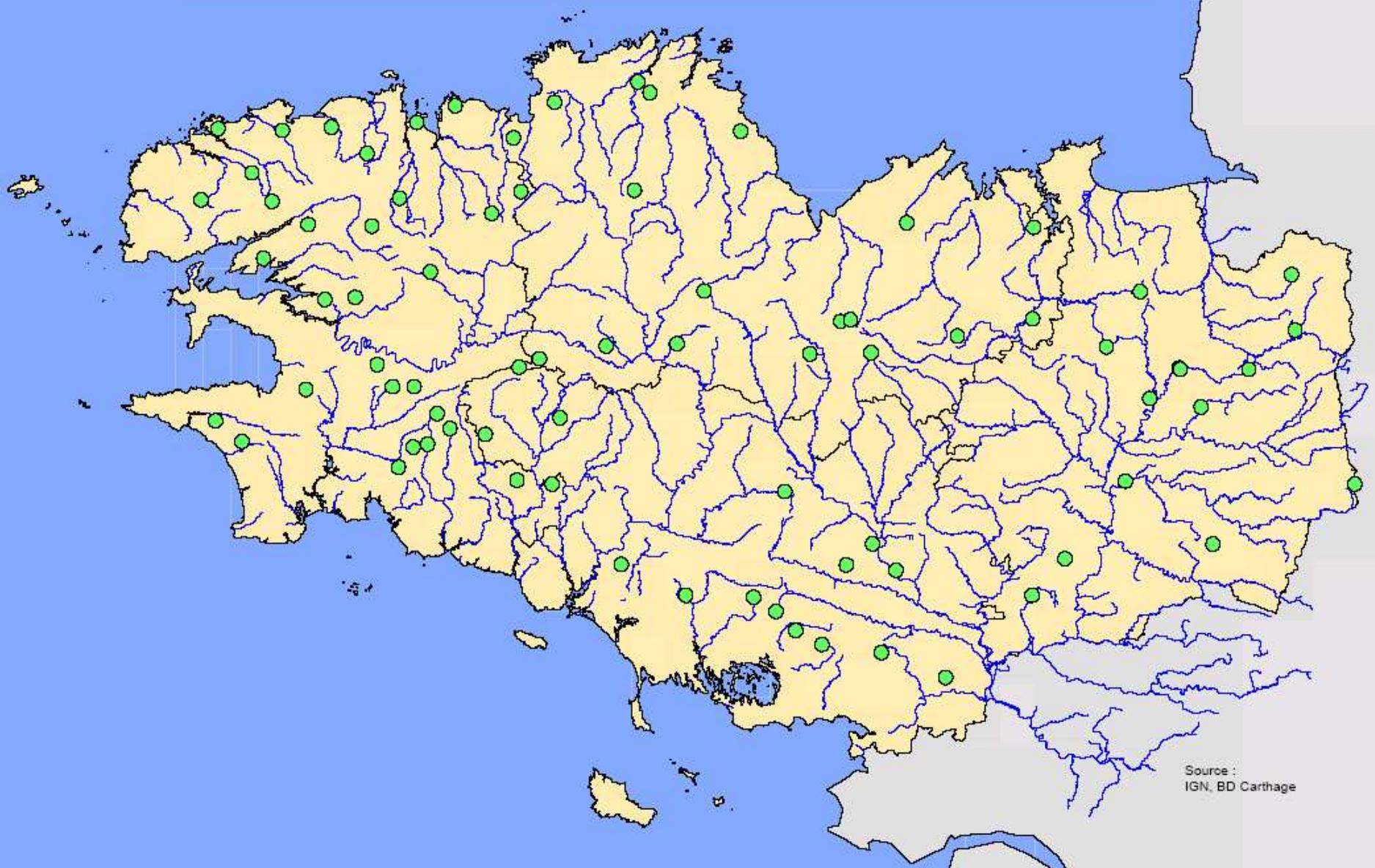
Carte n°1 : 3ème campagne de surveillance nitrates 2000/2001

Localisation des points de surveillance en eaux superficielles



Carte n°2 : 3ème campagne de surveillance nitrates 2000/2001

Localisation des points de surveillance en eaux souterraines



Majoritairement, comme l'indique le tableau ci-dessus, les fréquences de suivi sont mensuelles. La plupart des réseaux patrimoniaux fonctionne selon ce type d'échantillonnage. Pour ce qui est du contrôle sanitaire effectué par les DDASS, il est imposé par le décret 89-3 modifié qui fixe les fréquences de prélèvements selon les débits des captages. Ces fréquences ont pu être augmentées pour répondre au besoin minimal de données prévu par la circulaire du 24 juillet 2000.

Les 60 stations à fréquence inférieure à 6 sont toutes des stations de suivi d'eaux souterraines du réseau DDASS.

3.2 Origine des données

Les données brutes utilisées sont issues de stations de différents réseaux :

- DDASS : contrôle sanitaire des eaux destinées à l'alimentation
- Agence de l'Eau – DIREN : réseau RNB
- Réseau de référence en Ille et Vilaine : régi par une convention tripartite entre les Services de l'Etat, le Conseil Général d'Ille et Vilaine et l'Agence de l'Eau
- DIREN : réseau DIREN
- DDE du Morbihan : réseau CQEL

Ces réseaux répondent à deux objectifs différents :

- le contrôle sanitaire des eaux destinées à l'alimentation en eau potable pour le réseau DDASS. Il répond à des procédures réglementaires fixées par décret d'application (décret 89-3 modifié et décret 2001-1220).
- le suivi patrimonial des cours d'eau (connaissance générale de la qualité) pour les autres réseaux.

3.3 Choix des stations en eaux superficielles

Les stations en eaux superficielles qui ont participé à la 3^{ème} campagne de surveillance de la teneur en nitrates des eaux douces sont de deux natures :

- issues du réseau de suivi des eaux brutes destinées à l'alimentation en eau potable (réseau DDASS)
- issues de réseaux patrimoniaux : RNB, réseau DIREN, réseaux départementaux, réseaux CQEL

	Côtes d'Armor	Finistère	Ille et Vilaine	Morbihan	Bretagne
AEP	14	11	8	16	49
Patrimoniale	31	39	40	27	137
Total	45	50	48	43	186

Tableau 3 : Typologie des stations eaux de surface ayant participé à la 3^{ème} campagne

Les stations de type patrimonial se répartissent de manière homogène sur la région :

	Côtes d'Armor	Finistère	Ille et Vilaine	Morbihan	Bretagne
RNB	14	14	11	8	47
Réseau de référence en Ille et Vilaine	1	0	12	1	14
DIREN	16	25	17	9	67
DDE 56	0	0	0	9	9
Total	31	39	40	27	137

Tableau 4 : Typologie des stations patrimoniales

3.4 Choix des stations en eaux souterraines

Les stations en eaux souterraines sont toutes issues du réseau de suivi DDASS.

4 ÉVOLUTIONS DE LA TENEUR EN NITRATES

4.1 Indicateurs

Un indicateur est une information judicieusement choisie pour mesurer et évaluer une situation.

Il est à utiliser en fonction d'objectifs définis au préalable, d'interprétation des données et de communication des informations en particulier.

Plusieurs indicateurs sont utilisés dans ce rapport :

Les concentrations instantanées en nitrates : ces valeurs informent sur la qualité à un instant donné. Elles n'ont qu'une représentativité limitée, les concentrations pouvant rapidement et considérablement varier suivant le débit du cours d'eau ou le rythme des activités humaines.

Les moyennes annuelles en nitrates : la moyenne est la somme des valeurs sur la période choisie (ici, année hydrologique du 1^{er} octobre 2000 au 30 septembre 2001), divisée par le nombre de ces valeurs. Sa pertinence dépend du nombre de valeurs qui ont permis de la calculer.

La concentration maximale en nitrates : il s'agit de la valeur la plus forte observée sur la période choisie.

Les flux annuels en azote nitrique : les flux représentent une quantité de matière émise par une rivière pendant un temps donné. Il existe de nombreux modes d'évaluation des flux. Dans ce rapport deux modes de calcul ont été utilisés. Pour le calcul de flux par bassin versant, chaque concentration était associée à un débit moyen journalier. Pour le calcul global à l'échelle de la région, le flux a été calculé à l'aide de la moyenne régionale et de l'écoulement global sur la période.

Les indicateurs tels que les concentrations permettent d'évaluer le niveau d'altération de l'eau selon une approche toxicologique et écotoxicologique par laquelle les niveaux d'exposition peuvent être estimés. Cependant, certaines perturbations dépendent de la quantité de nitrates transitant par le milieu même si les concentrations observées restent en deçà des limites fixées. L'eutrophisation en donne un bon exemple. La mesure des flux permet d'apprécier les quantités de nutriments dirigées vers le milieu récepteur et par conséquent de mieux évaluer un potentiel perturbateur ignoré par l'observation des seules concentrations.

Certains indicateurs et calculs présentés ci-après ont été réalisés dans le cadre de l'harmonisation nationale souhaitée par le Ministère de l'Environnement. Celui-ci a confié à l'Office International de l'Eau le soin de réaliser une base de données nationale, de calculer des indicateurs statistiques, ainsi que les cartes que vous trouverez ci-jointes.

4.2 Bilan des deux campagnes précédentes - Campagne 92/93 et Campagne 97/98

La première campagne de surveillance nitrates, en 1992/1993, a conduit au classement de l'ensemble de la Bretagne en zone vulnérable.

Extrait du rapport synthèse régionale pour la révision des zones vulnérables en Bretagne, décembre 1998, Diren Bretagne : « *La contamination par les nitrates en Bretagne reste proche de celle qui avait été observée en 1992-1993 lors du premier établissement des zones vulnérables aux nitrates, aussi bien dans la ressource en eau que dans les eaux distribuées pour l'alimentation en eau potable. Après une augmentation en 1994, puis une diminution légère souvent observée, les concentrations se sont élevées à nouveau en 1998, sur de nombreux bassins versants. Les concentrations en nitrates gardent le niveau élevé qui avait motivé le classement de l'ensemble du territoire régional en zone vulnérable, classement qui mérite donc d'être maintenu.* ». Suite à ce rapport, le classement a été reconduit totalement sur la région Bretagne, par arrêté préfectoral du 25 octobre 1999.

4.3 Bilan – campagne 2000-2001

4.3.1 Préambule

L'interprétation des teneurs en nitrates ne peuvent se faire sans informations relatives au contexte climatique, d'autant plus que la période couvrant la 3^{ème} campagne de surveillance nitrates est une année hydrologique particulière : les écoulements ont été largement excédentaires, de plus de 50%, en période automnale et hivernale.

4.3.2. Contexte hydrologique de la 3^{ème} campagne – période du 1^{er} octobre 2000 au 31 septembre 2001

(Extraits des bulletins de situation hydrologique de la DIREN Bretagne)

« Depuis la mi-septembre 2000, la Bretagne a connu une succession d'épisodes pluvieux avec un cumul de précipitations sur six mois et demi bien supérieur à celui d'une année entière moyenne. Ces pluies ont provoqué une succession de crues sans précédent, de par leur ampleur, et des débits exceptionnels mesurés à partir du réseau DIREN de 120 stations de jaugeage réparties sur l'ensemble des cours d'eau bretons.

En effet, la pluviométrie des mois de novembre 2000 à janvier 2001 très abondante a entraîné à l'occasion d'épisodes plus intenses, une longue succession de crues particulièrement vives qui ont provoqué de graves inondations. Au mois de février, les débits ont décru, pour atteindre en fin de mois, des valeurs qui restaient cependant toujours supérieures à la normale pour la saison.

Les précipitations ont repris très abondamment en mars (excédents de 100 à 200% en général) et sont restées abondantes en avril (excédents de 50 à 100%). La première semaine de mai s'est également révélée très pluvieuse. Après quelques phénomènes de crues en mars, dont certains épisodes en Ille et Vilaine étaient de durée de retour assez rares (10 à 20 ans), les débits ont décru tout au long du mois d'avril en maintenant toutefois à la fin du mois, des débits de base encore très supérieurs à la normale pour la saison (durées de retour d'au moins 5 à 10 ans humides). Un nouvel épisode de crues est survenu début mai, avec des durées de retour parfois rares (20 ans sur le Gouet dans les Côtes d'Armor). Sur la Vilaine, l'état d'alerte a dû être déclenché pendant plusieurs jours.

Après huit mois d'excédent pluviométrique, la pluviométrie s'est révélée déficitaire en mai et juin 2001. Après l'épisode de crues début mai, les débits ont assez régulièrement décru, pour atteindre fin juin des débits de base assez proches de la normale pour la saison.

Faisant suite à deux mois secs, juillet s'est révélé excédentaire et août proche de la normale. Les débits ont présenté des valeurs proches de la normale ou excédentaires.

L'étiage des cours d'eau apparaît s'être produit en septembre, généralement avant le 25, avec des valeurs de débits proches de la moyenne ou même supérieures dans l'est. ».

Certaines périodes de retour des pluies d'octobre 2000 à mai 2001 atteignent les 100 à 200 ans, ce qui confirme le caractère exceptionnel de l'écoulement 2000/2001.

L'écoulement global sur l'année hydrologique 2000/2001 est de 24 milliards de m³. La moyenne est de 11 milliards de m³.

Largement excédentaire, cette année se situe parmi les années exceptionnelles.

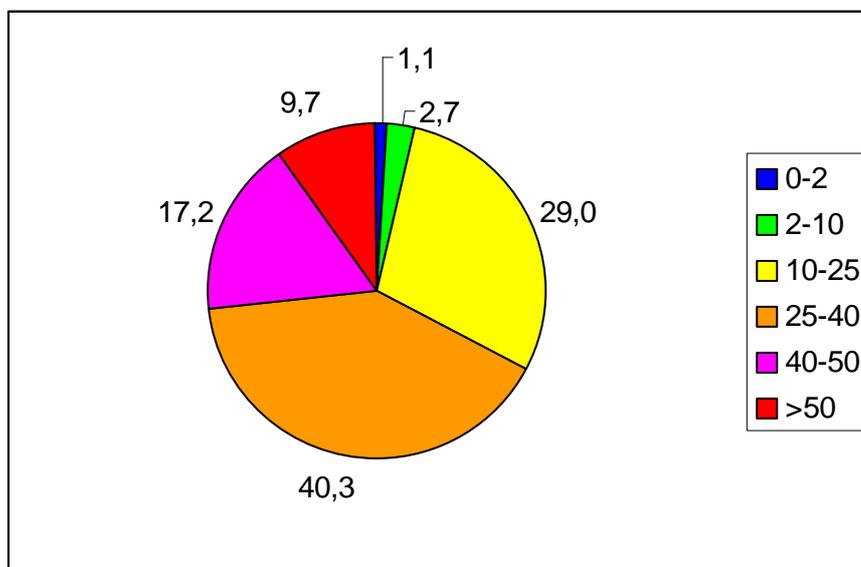
4.3.3 Les eaux superficielles

Les classes de qualité ont été fixées au niveau national. Elles reprennent les classes du Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau des cours d'eau (SEQEau) en ajoutant une classe supplémentaire entre 40 et 50 mg/l de nitrates (seuil précisé dans la directive européenne du 12 décembre 1991).

A. Teneurs moyennes

Points de surveillance 2000-2001	Points de surveillance où la teneur moyenne est comprise entre						
	0-2	2-10	10-25	25-40	40-50	>50	
Nombre	186	2	5	54	75	32	18
Pourcentage	100	1,1	2,7	29,0	40,3	17,2	9,7

Tableau n°5 : Valeurs moyennes observées pendant la 3^{ème} campagne de surveillance



Graphique n°1 : teneurs moyennes en nitrates

La carte n°3 représente les moyennes de nitrates sur les stations de suivi en eaux superficielles.

Sur les 186 stations de suivi, 67% des stations ont des moyennes qui dépassent la valeur guide de 25 mg/l de nitrates (valeur guide européenne). D'après le système d'évaluation de la qualité des cours d'eau SEQEau pour l'altération nitrates, les eaux dépassant ce seuil sont considérées comme de « mauvaise » (de 25 à 50 mg/l) à « très mauvaise qualité » (au delà de 50 mg/l).

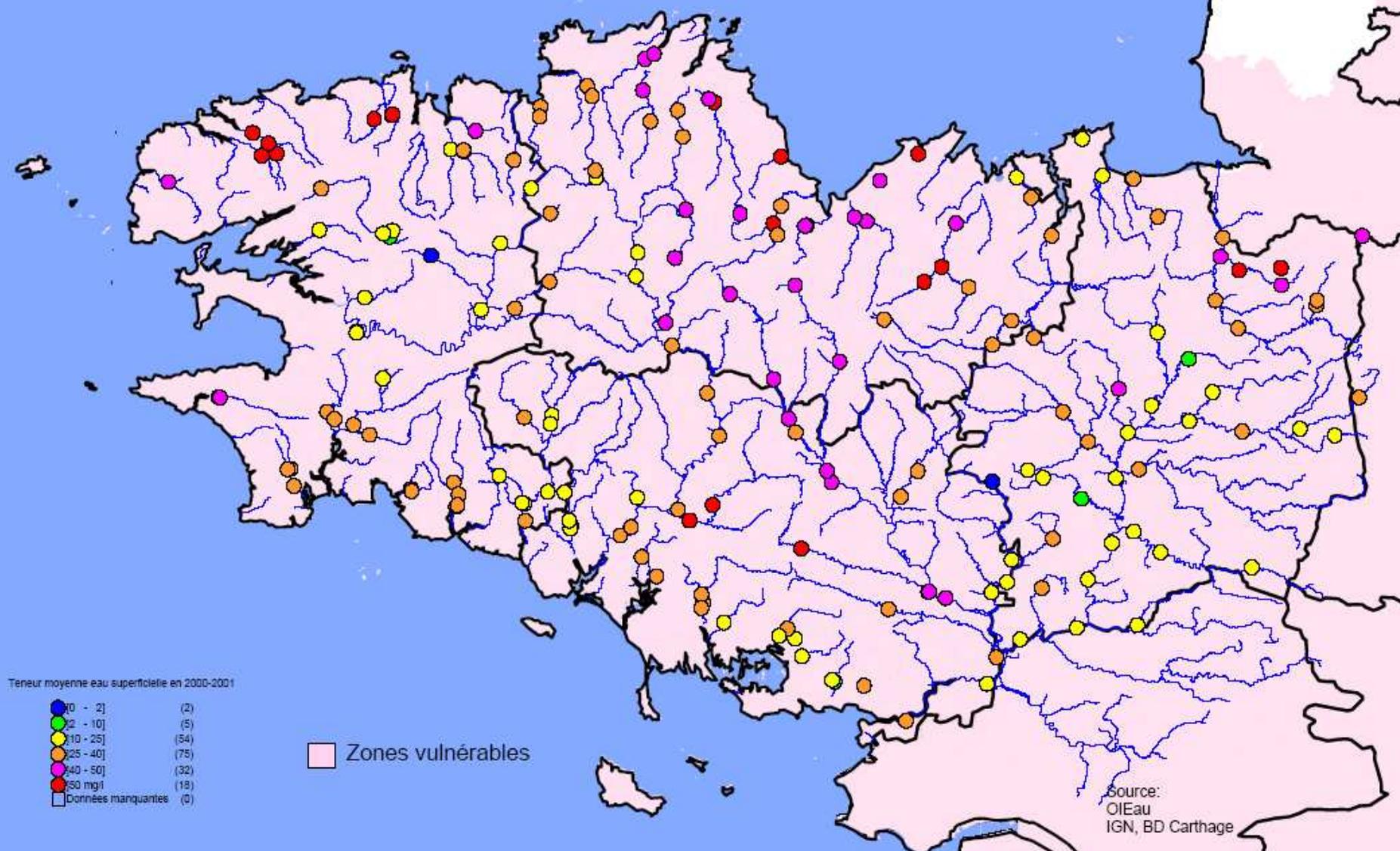
Près de 27% des stations ont des moyennes supérieures à 40 mg/l, seuil à partir duquel la Directive Nitrates du 12 décembre 1991 considère les eaux comme menacées par la pollution. 9,7% des stations dépassent les 50 mg/l en moyenne, et sont donc considérées comme atteintes par la pollution.

En terme de répartition géographique, le secteur Est de la Bretagne, avec le bassin de la Vilaine, est relativement moins chargé. Sur les 50 stations dépassant les 40 mg/l de nitrates, la moitié sont dans les Côtes d'Armor.

Deux secteurs ont des teneurs particulièrement faibles, analogues aux eaux non anthropisées : l'Aff amont (landes et forêt de Paimpont), et l'Elez. 5 autres stations restent faiblement contaminées, généralement sur des secteurs amont de bassins versants. Il s'agit de secteurs ne subissant pas ou très peu de pression agricole. Ces stations sont représentatives de faibles surface de bassins versant, proportionnellement à l'ensemble de la région.

Carte n°3 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001

Teneur moyenne en nitrates des eaux superficielles en 2000/2001



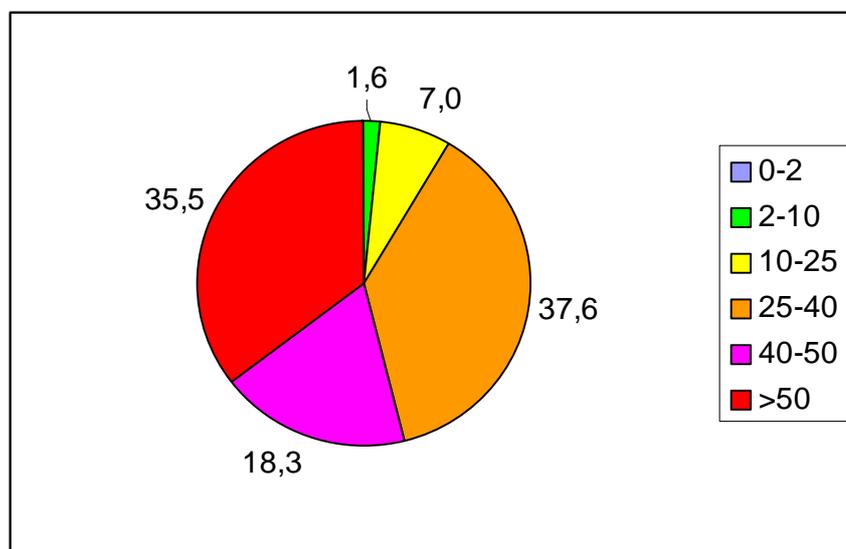
En revanche, plusieurs bassins versants dépassent le plafond des 50 mg/l en concentration moyenne. Ainsi, le Finistère nord sur les bassins de l'Horn et des Abers présente des teneurs moyennes allant de 52 mg/l sur l'Aber Wrac'h, à 91mg/l sur l'Horn. Pour le département des Côtes d'Armor, l'Islet et le Quilloury sont particulièrement touchés avec respectivement des teneurs moyennes de 73 et 75 mg/l de nitrates.

Dans le département du Morbihan, les secteurs de l'Evel et de la Claie présentent des teneurs moyennes respectives de 53 et 61 mg/l en nitrates. Enfin, le département d'Ille et Vilaine montre des teneurs moyennes élevées sur le bassin de la Loisançe.

B. Teneurs maximales

Points de surveillance 2000-2001		Points de surveillance où la teneur maximale est comprise entre					
		0-2	2-10	10-25	25-40	40-50	>50
Nombre	186	0	3	13	70	34	66
Pourcentage	100	0,0	1,6	7,0	37,6	18,3	35,5

Tableau n°6 : Valeurs Maximales observées pendant la 3^{ème} campagne



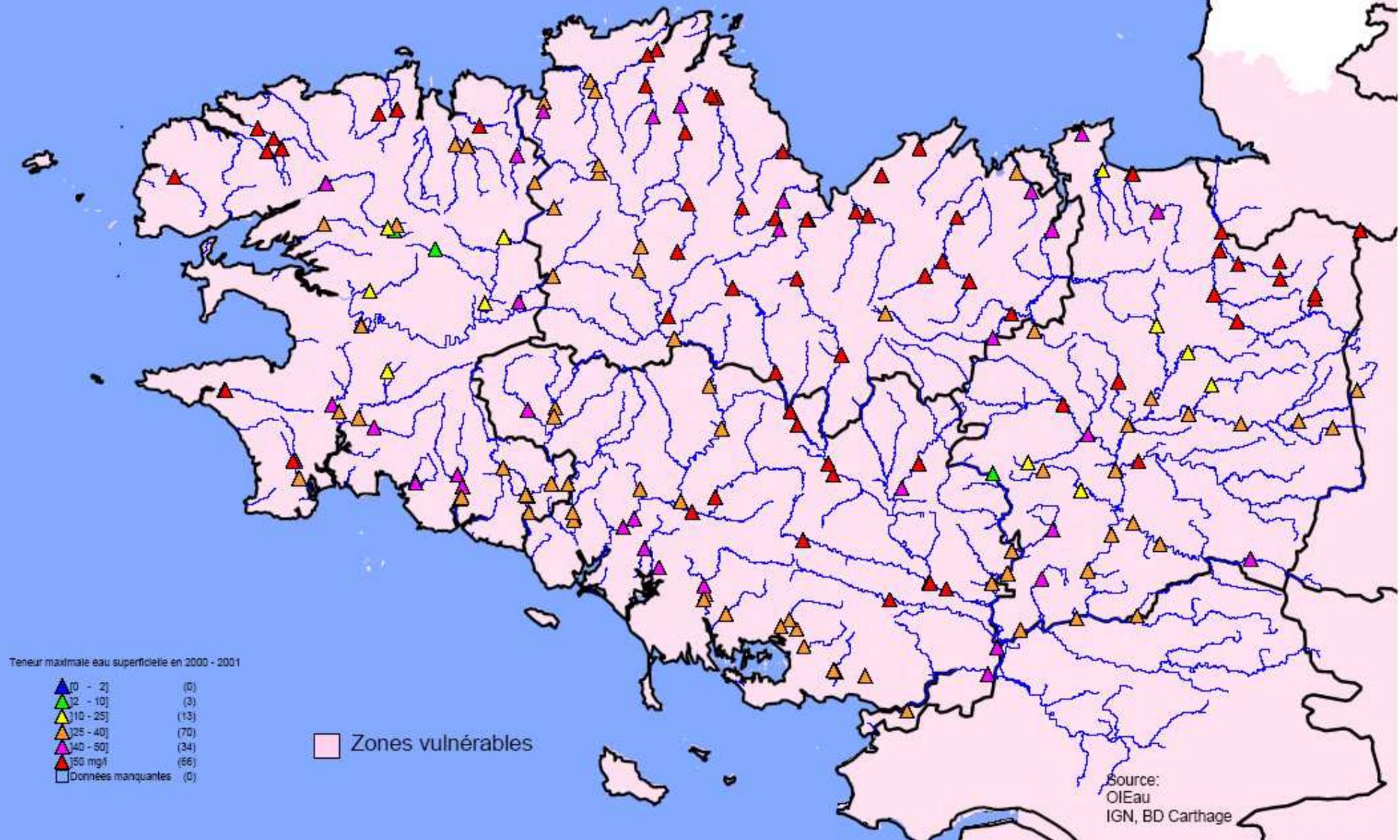
Graphique n°2 : teneurs maximales en nitrates

Plus de 90% des stations ont eu des maxima dépassant la valeur guide européenne des 25mg/l de nitrates. 53% des valeurs sont au-delà des 40 mg/l, et 35,5% ont dépassé le seuil des 50mg/l au cours de la campagne de surveillance.

La carte n°4 des teneurs maximales en nitrates montre seulement trois stations ayant des teneurs maximales inférieures à 10 mg/l. Il s'agit de stations en « tête » de bassin versant : l'Aff à Paimpont, l'Elorn et l'Elez.

66 stations ont présenté des teneurs maximales supérieures à 50 mg/l de nitrates : 27 dans les Côtes d'Armor, 14 dans le Finistère, 14 en Ille et Vilaine, et 11 dans le Morbihan. 3 stations ont des teneurs maximales dépassant les 100 mg/l. Elles se situent sur l'Horn, l'Islet, et le Guillec.

Carte n°4 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001
Teneur maximale en nitrates des eaux superficielles en 2000-2001



Seulement 16 stations ont des valeurs maximales inférieures à la valeur guide européenne des 25 mg/l de nitrates. Elles sont situées en Ille et Vilaine et dans le Finistère (1 dans le Morbihan).

En conclusion, sur l'ensemble des réseaux de suivi, les conditions hydrologiques ont entraîné de fortes dilutions. Avec plus de 6 mois et demi de précipitations excédentaires, les concentrations en nitrates sont minorées par les phénomènes de dilution.

Il en est de même des valeurs maximales, dans la mesure où ces dernières sont observées habituellement en période hivernale.

4.3.3.2. Moyennes hivernales

Points de surveillance 2000-2001		Points de surveillance où la teneur hivernale moyenne (octobre mars) est comprise entre					
		0-2	2-10	10-25	25-40	40-50	>50
Nombre	186	2	1	60	80	28	15
Pourcentage	100	1,1	0,5	32,3	43,0	15,1	8,1

Tableau n°7 : Teneurs moyennes hivernales observées pendant la 3^{ème} campagne

Les moyennes hivernales ont été calculées d'octobre à mars. La carte n°5 présente les résultats.

- 66% des stations montrent des moyennes dépassant la valeur guide des 25 mg/l.
- 23,2 % des stations ont des moyennes supérieures à 40mg/l, dont 8%, au delà des 50 mg/l.

Seulement 1,6% des stations restent en moyenne hivernale en deçà des 10mg/l, seuil de bonne à très bonne qualité (interprétation du SEQeau).

Comme indiqué précédemment, cette période a subi des conditions pluviométriques très particulières, particulièrement excédentaires, causes de dilution des concentrations en nitrates.

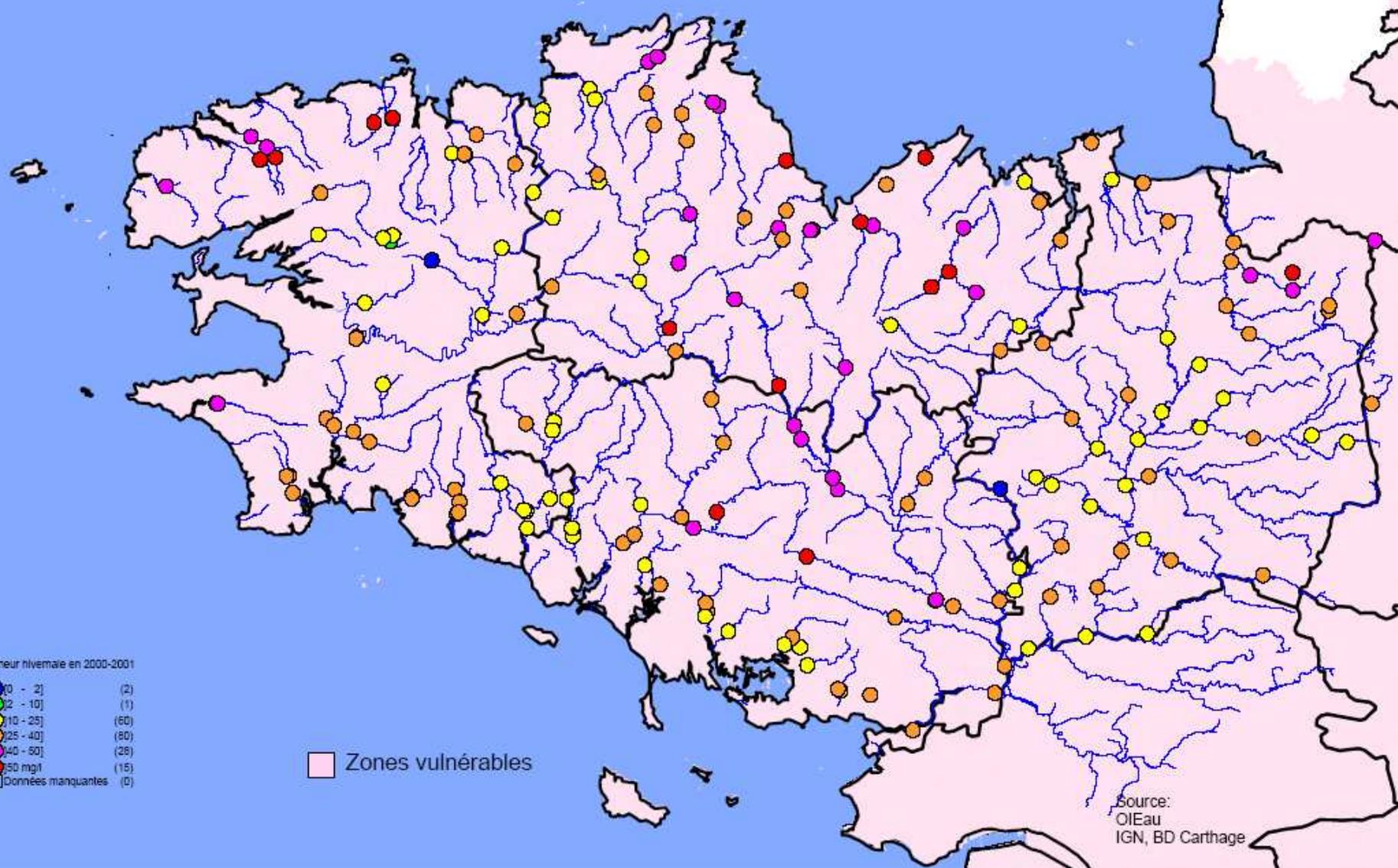
4.3.3.3. Moyennes estivales

Points de surveillance 2000-2001		Points de surveillance où la teneur estivale moyenne (avril septembre) est comprise entre					
		0-2	2-10	10-25	25-40	40-50	>50
Nombre	186	0	13	39	71	38	25
Pourcentage	100	0,0	7,0	21,0	38,2	20,4	13,4

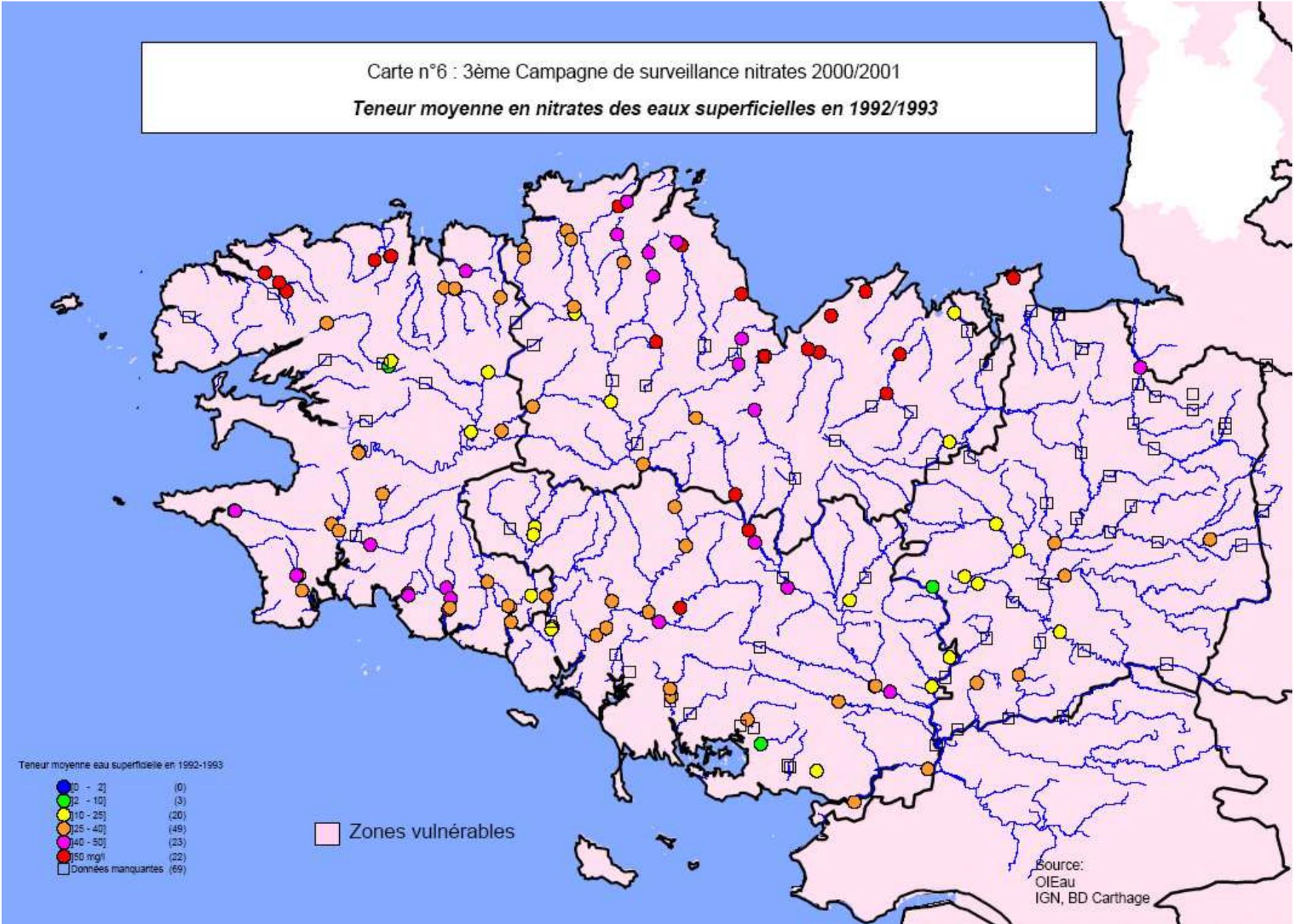
Tableau n°8 : Teneurs moyennes estivales observées pendant la 3^{ème} campagne

Les moyennes estivales, calculées d'avril à septembre, montrent que 72% des stations ont dépassé en moyenne la valeur guide des 25 mg/l.

Carte n°5 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001
Teneur hivernale moyenne en nitrates des eaux superficielles en 2000-2001



Carte n°6 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001
 Teneur moyenne en nitrates des eaux superficielles en 1992/1993



33,8% des stations ont des moyennes estivales supérieures à 40 mg/l, dont 13,4% au-delà des 50 mg/l en moyenne.

Les valeurs de moyennes estivales dépassent celles des moyennes hivernales. Or, généralement, les valeurs maximales apparaissent en hiver car l'été peut être le siège, dans certaines conditions, de phénomènes de développements d'algues, qui par utilisation des nitrates dans l'eau, vont faire baisser les concentrations.

Les phénomènes de dilution de la période hivernale expliquent probablement les minoration des moyennes hivernales.

4.3.3.4. Comparaison des 3 campagnes antérieures

L'année hydrologique 1992/93 s'est caractérisée par un écoulement annuel moyen proche de la normale avec 11 milliards de m³. L'écoulement de l'année hydrologique 97/98 a été de 10 milliards de m³. L'écoulement 2000/2001 a été de 24 milliards de m³.

A. Moyennes des campagnes précédentes

Les cartes n°6 et 7 présentant les teneurs moyennes en nitrates des deux campagnes précédentes indiquent également la position des stations qui n'ont pas participé aux campagnes précédentes. En effet, les stations n'existaient pas, n'avaient pas de suivi régulier, ou n'avaient pas été retenues pour participer aux campagnes.

Sur les stations communes aux trois campagnes, les cartes montrent que certains secteurs fortement touchés en 1992/1993, restent particulièrement touchés 10 ans après, comme par exemple le secteur des Abers dans le Finistère Nord, les bassins de l'Horn et du Guillec, l'Evel, le bassin de l'Arguenon, l'Ic.

Les phénomènes de dilution lors de la 3^{ème} campagne rendent délicates les interprétations d'évolution à partir des concentrations.

B. Résultats de la surveillance en eaux superficielles sur les points de surveillance communs aux campagnes de surveillance (cartes n°8 et 9)

Sur les 186 stations d'eaux superficielles, 117 ont participé aux trois campagnes. Les indicateurs moyennes et maxima (mg NO₃⁻/l) sont récapitulés dans les tableaux ci-dessous :

		Points de surveillance où la teneur moyenne est compris entre					
		0-2	2-10	10-25	25-40	40-50	>50
Campagne 1992-1993	Nombre	0	3	20	48	23	22
	Pourcentage	0,0	2,6	17,2	41,4	19,8	19,0
Campagne 1997-1998	Nombre	0	3	18	58	21	16
	Pourcentage	0,0	2,6	15,5	50,0	18,1	14,0
Campagne 2000-2001	Nombre	1	1	30	51	21	12
	Pourcentage	0,9	0,9	25,9	44,0	18,1	10,3

Tableau n°9 Répartition des concentrations moyennes des stations communes aux trois campagnes

		Points de surveillance où la teneur maximale est comprise entre					
		0-2	2-10	10-25	25-40	40-50	>50
Campagne 1992-1993	Nombre	0	2	0	31	29	54
	Pourcentage	0,0	1,7	0,0	26,7	25,0	46,6
Campagne 1997-1998	Nombre	0	1	2	27	26	60
	Pourcentage	0,0	0,9	1,7	23,3	22,4	51,7
Campagne 2000-2001	Nombre	0	2	4	45	24	41
	Pourcentage	0,0	1,7	3,4	38,8	20,7	35,3

Tableau n°10 Répartition des concentrations maximales des stations communes aux trois campagnes

Sur les 117 stations communes aux trois campagnes, 38,8 % des stations avaient des moyennes supérieures à 40 mg/l lors de la 1^{ère} campagne. En 2000/2001, malgré les phénomènes de dilution, 28,4% des stations présentent toujours des valeurs moyennes au delà des 40 mg/l. Les teneurs maximales supérieures à 40 mg/l passent de 71,6% lors de la 1^{ère} campagne à 56% en 2000/2001. La dilution due aux conditions hydrologiques excédentaires a fortement participé à la diminution des concentrations, notamment en période hivernale, où les valeurs maximales sont généralement observées.

Les éléments suivants comparent les moyennes observées pour chacune des trois campagnes de suivi.

Evolution	<= à -5 mg/l] -5 et -1 mg/l[De -1 à 1 mg/l]1 et 5 mg/l[>= à 5 mg/l
Eaux superficielles	21,4%	36,3%	16,1%	16,1%	10,1%

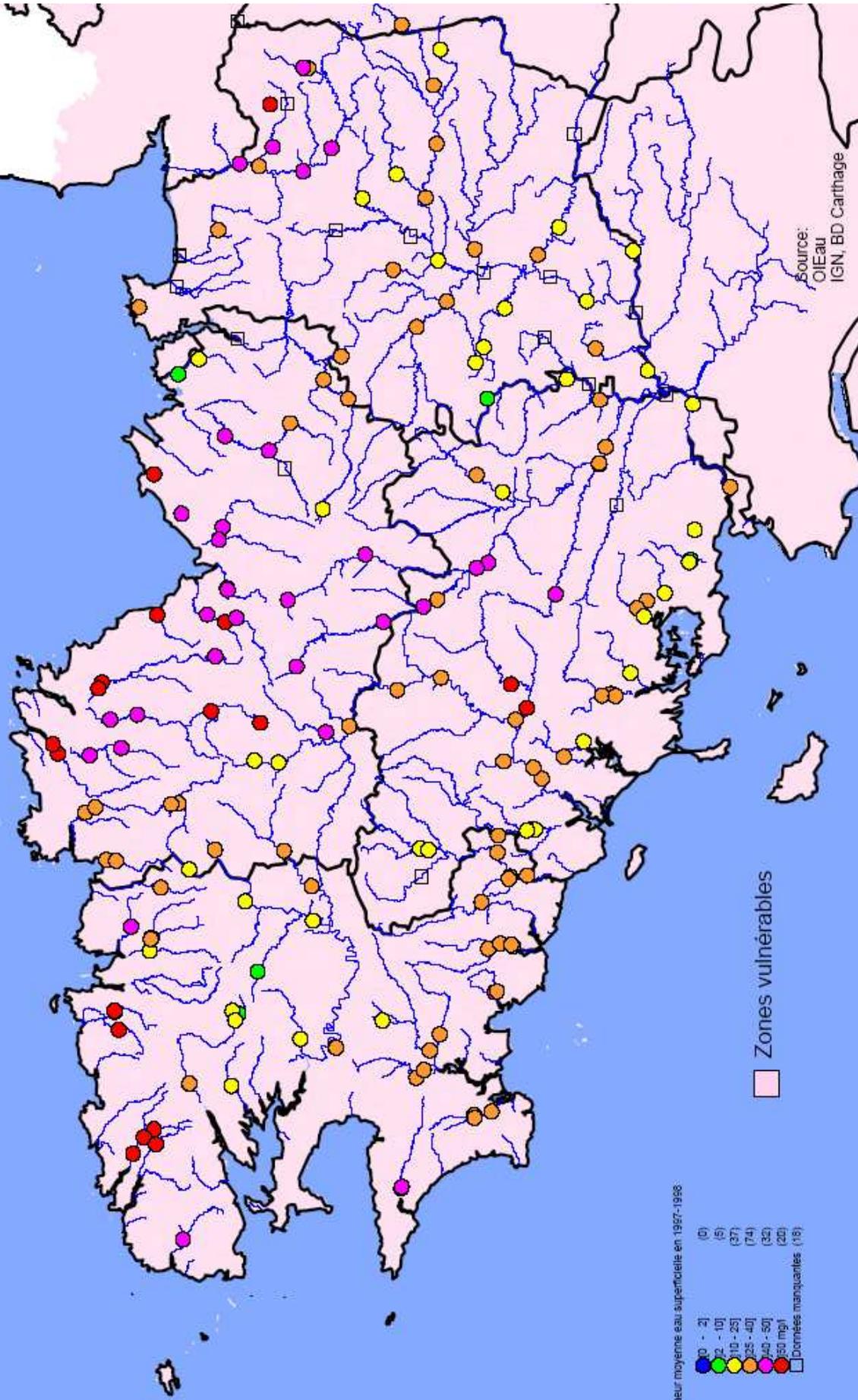
Tableau n°11 : Evolutions des teneurs moyennes entre 97/98 et 00/01
Nombre de stations communes aux deux campagnes : 168

Evolution	<= à -5 mg/l] -5 et -1 mg/l[De -1 à 1 mg/l]1 et 5 mg/l[>= à 5 mg/l
Eaux superficielles	35,9%	24,8%	16,2%	12,8%	10,3%

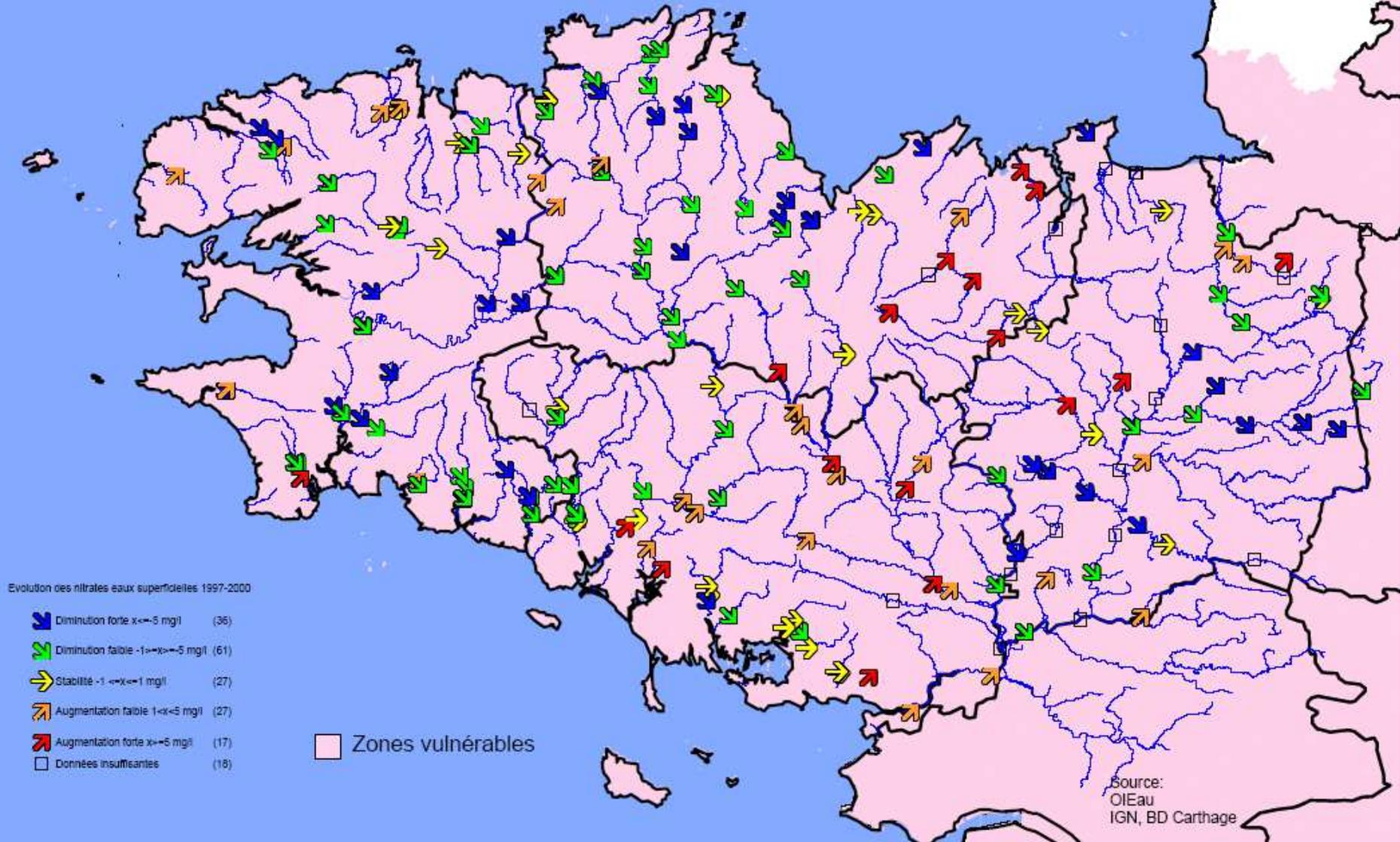
Tableau n°12 : Evolutions des teneurs moyennes entre 92/93 et 00/01
Nombre de stations communes aux deux campagnes : 117

Carte n°7 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001

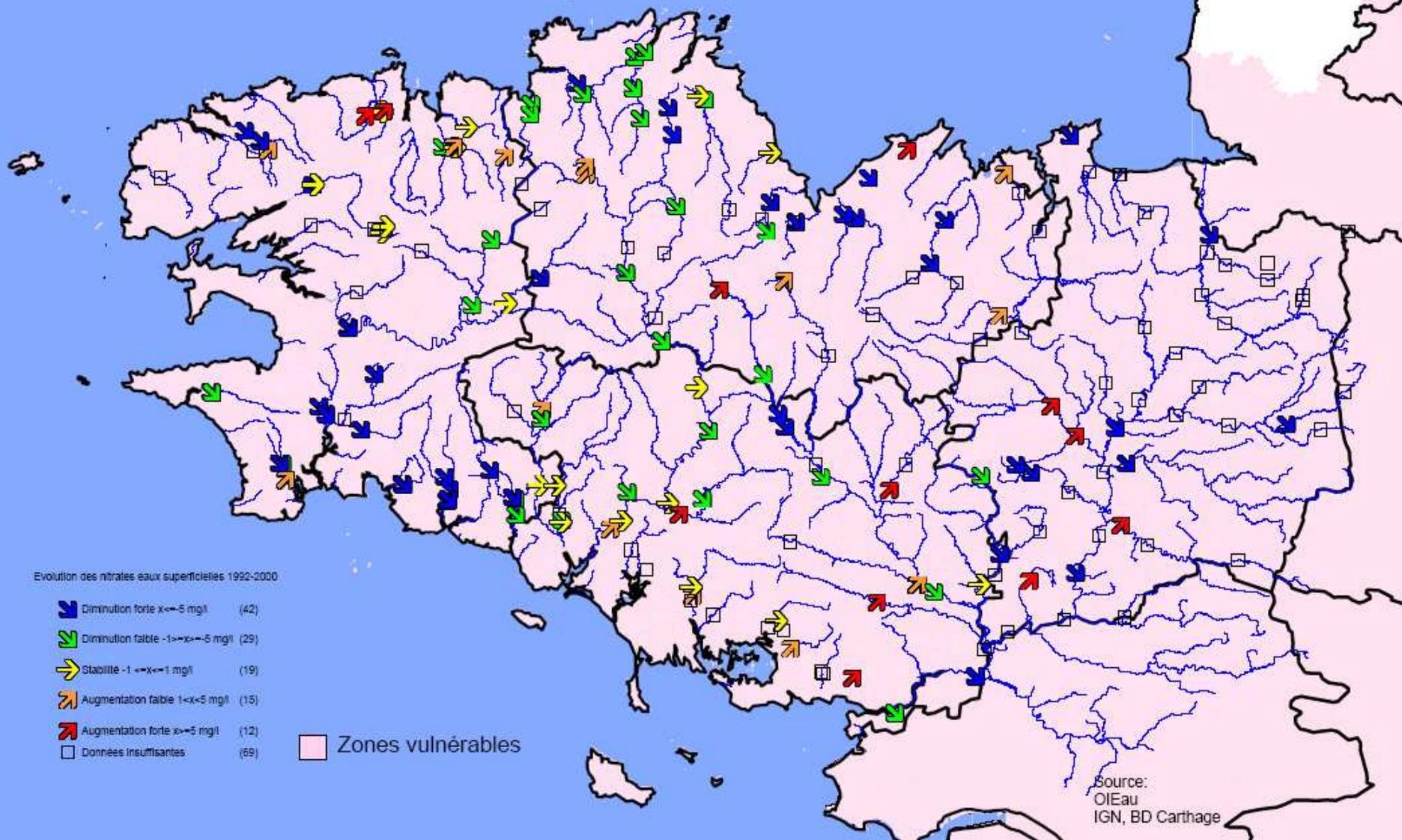
Teneur moyenne en nitrates des eaux superficielles en 1997/1998

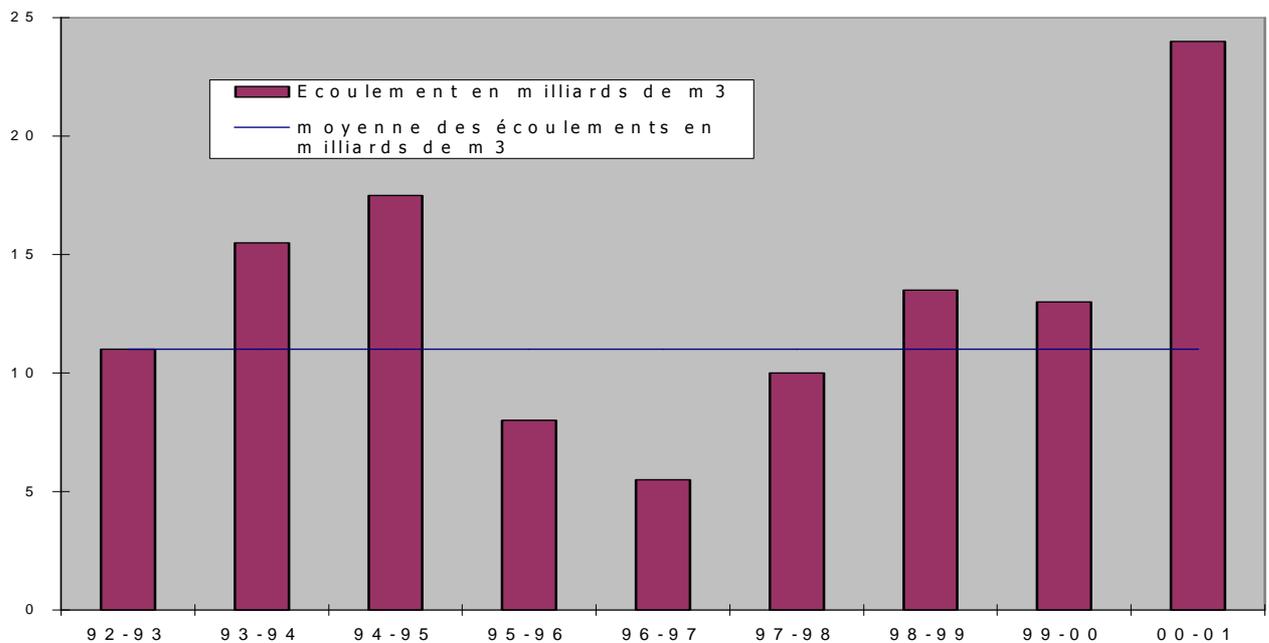


Carte n°8 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001
 Evolution des teneurs moyennes en nitrates des eaux superficielles entre 1997/1998 et 2000/2001



Carte n°9 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001
 Evolution des teneurs moyennes en nitrates des eaux superficielles entre 1992/1993 et 2000/2001





graphique n°3

Pour les mêmes raisons que citées précédemment, il est délicat d'interpréter et de conclure sur des données moyennées, lorsque celles-ci sont diluées.

Les courbes d'évolution des concentrations en nitrates, montrent de fortes variations cycliques de nitrates, régulières ou irrégulières selon le cours d'eau.

Cela met en évidence le risque qu'il y a à utiliser correctement, et à interpréter, une valeur moyenne pour évaluer le niveau de pollution et sa variation inter-annuelle. Lorsqu'on fait des études de tendance sur des stations, depuis plusieurs années, les résultats sont souvent non significatifs, du fait de la forte variabilité saisonnière, du pas de temps mensuel, et fortement dépendants des conditions hydrologiques.

4.3.3.5. Flux d'azote nitrique

Afin de prendre en compte, les conditions hydrologiques sur ces dix années, de 1992 à 2001, des flux ont été calculés, selon la méthode présentée au chapitre 3.1.

Ces flux ont pu être calculés sur 14 stations dès lors qu'elles présentaient une continuité de mesures sur :

- les débits de 1992 à 2001,
- les concentrations nitrates mensuelles,.

Les stations ont également été sélectionnées soit parce qu'elles étaient situées à l'exutoire de bassins versants importants, soit à proximité de sites fortement soumis à eutrophisation littorale.

Ils concernent les cours d'eau suivants : Arguenon, Gouessant, Guindy, Queffleuth, Horn, Styval, Moros, Aven, Blavet, Oust, Vilaine Cesson, Seiche, Vilaine aval.

Des flux ont été calculés depuis 1997 sur la Claie.

L'ensemble des courbes d'évolution des flux est présenté en annexe 2. La carte n°10 représente les histogrammes de flux sur la région.

De ces données, on observe les tendances suivantes :

Les histogrammes de flux sur les années hydrologiques ont des comportements similaires quelque soit la station.

Ils ont globalement augmenté de 1992 à 1994/1995, pour atteindre parfois des maxima, tels que sur l'Aven, avec 94 kg d'azote nitrique/ha/an (surface totale du bassin versant), l'Horn, plus de 160 kg d'azote nitrique/ha/an (surface totale). Dans certains cas, comme dans les Côtes d'Armor, certains maximums ont été atteints en 93/94 comme pour le Gouessant avec 56,6 kg N-No3/ha/an (surface totale). Ces maxima de flux suivent rigoureusement les écoulements annuels.

Malgré ces fortes augmentations de flux, les valeurs ne semblent pas atteindre de palier. L'azote n'est donc pas encore limitant.

Après une montée progressive importante des flux, les années hydrologiques 95/96 96/97 et 97/98 montrent toutes des diminutions importantes des flux. Bien entendu, cette tendance est corrélée à une diminution des débits. Dans certains cas, les écoulements ont été quatre à sept fois plus faibles en 1996/1997 qu'en 1994/1995.

Sur la période 1992 à 2001, l'année hydrologique 96/97 montre généralement les plus bas flux en azote nitrique, corrélé aux écoulements faibles.

Depuis fin 1997, et cela de manière systématique sur les 13 stations calculées, les flux ont considérablement augmenté. Les quantités de nitrates véhiculés atteignent en 2000/2001 des valeurs parfois supérieures aux pics de 94/95.

Rapporté à l'hectare de bassin, les flux atteignent en 2000/2001 pour le bassin versant de l'Oust, 78 kg d'azote nitrique/ha/an (surface totale). Les flux de l'Horn sont proches de ceux de 1994/1995, avec 159 kg d'azote nitrique/ha/an. Pour les autres bassins versants plus petits, les flux demeurent très élevés et dépassent les 100 kg/ha/an, comme le Styval, avec un flux de 111 kg d'azote nitrique/ha/an (surface totale).

Valeurs des flux annuels par ha en Kg d'azote nitrique

	Minimums		Maximums		2000
	Valeur	année	Valeur	année	Valeur
Arguenon	8	1996/97	79	2000/01	79
Gouessant	5	1996/97	60	1993/94	47
Guindy	16	1996/97	57	1994/95	47
Queffleuth	15	1996/97	47	1998/99	47
Horn	44	1996/97	161	1994/95	159
Styval	23	1996/97	111	2000/01	111
Moros	21	1996/97	91	2000/01	91
Aven	29	1996/97	94	1994/95	87
Blavet	15	1996/97	78	2000/01	78
Oust	10	1996/97	78	2000/01	78
Vilaine Cesson	11	1995/96	43	2000/01	43
Seiche	12	1996/97	61	2000/01	61
Vilaine aval	8	1996/97	30	1994/95	N/D
Claie	N/D	N/D	130	2000/01	130

Tableau n°13 : estimation des flux d'azote nitrique

L'approche des flux peut être estimée globalement à l'échelle de la région ; comme le montre le graphique n°4.

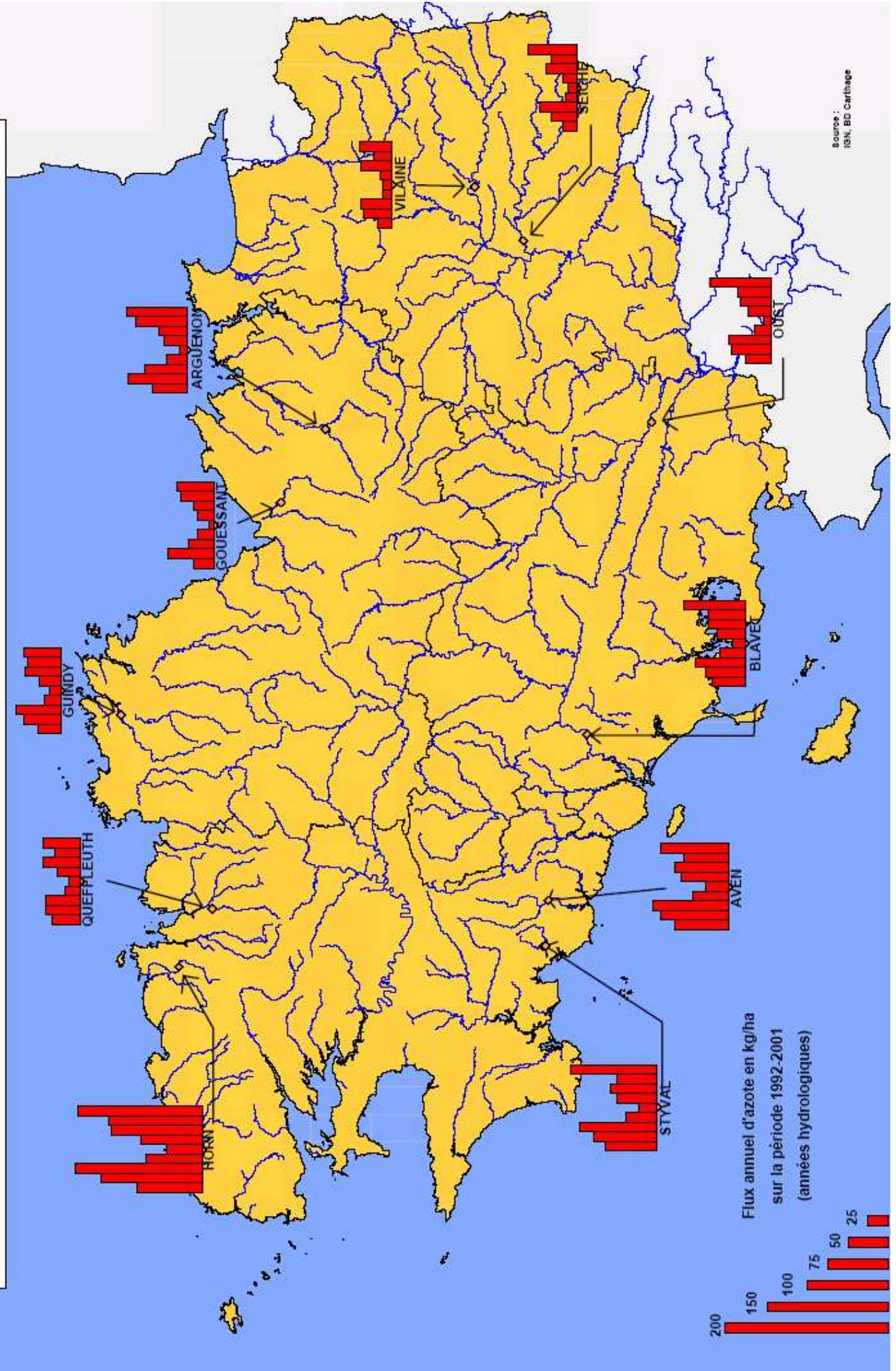
91 278 tonnes d'azote nitrique se sont écoulées en 1992/1993 contre 180 894 tonnes en 2000/2001. Les écoulements largement excédentaires expliquent cet énorme écart. Néanmoins, il s'agit bien d'azote nitrique écoulé, ayant participé à la charge massive des cours d'eau au cours de cette période. Les années 95/96 et 97, globalement sèches par rapport à l'année moyenne, ont des flux plus faibles, allant jusqu'à un tonnage minimal de 37 221 tonnes d'azote nitrique écoulées.

L'expression des pertes d'azote nitrique relatives à la SAU suit le même schéma. Ce tableau montre bien la difficulté à évaluer des évolutions en se basant uniquement sur des concentrations, et sur une année. En revanche, l'étude des flux pluriannuels permet d'appréhender les pertes d'azote nitrique, directement liées aux conditions climatiques, et aux apports sur les bassins versants. Il convient de noter que l'azote stocké dans les sols après une année sèche est susceptible de participer à l'augmentation des flux l'année suivante ou les années suivantes.

Le calcul des flux est complexe, car les données disponibles sont parfois limitantes : les données des débits sont généralement journalières, alors que les données concentrations en nitrates sont souvent mensuelles. L'expression des flux serait plus pertinente si l'on pouvait disposer de concentrations plus fréquentes en période de fort débit, car c'est à ces moments que le tonnage transitant est maximal.

Carte n°10 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001

EVOLUTION DES FLUX EN KG PAR HA DE N-NO3 (ANNEES HYDROLOGIQUES 1992 à 2000)



Source : IRN, BD Carthage

Toutefois, comme l'indique le numéro 72 de l'IFEN de janvier-février 2002, lors d'une enquête menée sur les fleuves français, les flux d'azote nitrique montrent une tendance à la croissance sur certains cours d'eau, comme les fleuves de la Seine et de la Loire. « L'azote nitrique est prépondérant là où l'activité agricole est marquée. Les fleuves côtiers de la Bretagne sud et les autres rivières du Golfe de Gascogne apportent ensemble 63 500 t/an d'azote, à 85% sous forme de nitrate, soit une charge presque aussi élevée que la Gironde, pour une superficie drainée bien moindre ».

4.3.4 Les eaux souterraines

4.3.4.1. Les résultats de la campagne 2000-2001

En raison du contexte hydrogéologique régional décrit au chapitre 2, les nappes souterraines sont en Bretagne de faible puissance mais cependant nombreuses et très localisées. Il s'agit principalement de nappes situées dans des zones de socle fracturé (granite et schiste) et marginalement dans des accumulations tertiaires de faluns (Saint Aubin d'Aubigné – 35, Bruz – 35), des sablières (Le Theil de Bretagne – 35) ou dans des arènes granitiques (Fougères – 35). On compte en Bretagne 476 captages d'eau souterraine pour l'alimentation en eau potable représentant 20 % des quantités utilisées pour cet usage.

La campagne de surveillance 2000-2001 a porté sur 76 captages d'eau souterraine. La répartition géographique de ces points figure sur la carte 2 du chapitre 3.

La répartition par classe de teneur en nitrates des points de mesure est présentée dans les tableaux 15 et 16 ci-dessous, ainsi que sur les cartes n°6 et 7.

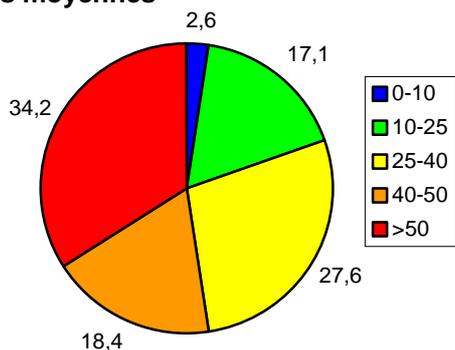
<i>Points de surveillance eau souterraine 2000-2001</i>		Points de surveillance où la teneur moyenne est comprise entre				
		0-10	10-25	25-40	40-50	>50
Nombre	76	2	13	21	14	26
Pourcentage	100	2,6	17,1	27,6	18,4	34,2

Tableau n°14 : répartition des captages d'eau souterraine par classes de teneurs moyennes en nitrates (mg NO₃-/l)

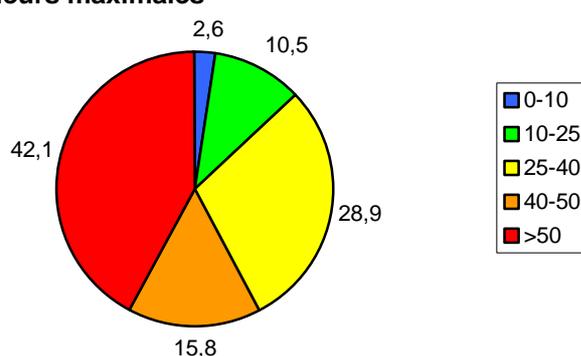
<i>Points de surveillance eau souterraine 2000-2001</i>		Points de surveillance où la teneur maximale est comprise entre				
		0-10	10-25	25-40	40-50	>50
Nombre	76	2	8	22	12	32
Pourcentage	100	2,6	10,5	28,9	15,8	42,1

Tableau n°15 : répartition des captages d'eau souterraine par classes de teneurs maximales en nitrates (mg NO₃-/l)

teneurs moyennes



teneurs maximales



Graphique n°5 : teneurs moyennes et maximales en nitrates

De cette répartition par classes de concentration, il ressort les chiffres marquants suivants :

- 97,3 % des captages d'eau souterraine (74/76) présentent une teneur moyenne supérieure à 10 mg/l de nitrates,
- 68 % des captages d'eau souterraine (66/76) ont présenté des concentrations maximales supérieures à 25 mg/l de nitrates
- 57,9 % des captages d'eau souterraine (44/76) ont présenté des concentrations maximales supérieures à 40 mg/l de nitrates
- 42,1 % des captages d'eau souterraine ont présenté des concentrations maximales supérieures à 50 mg/l de nitrates

Considérant qu'à l'opposé des eaux superficielles, les eaux souterraines sont soumises à de relativement faibles fluctuations de qualité, les valeurs maximales observées pour le paramètre nitrate sont très proches des valeurs moyennes. Les chiffres ci-dessus témoignent donc d'une contamination permanente des eaux concernées.

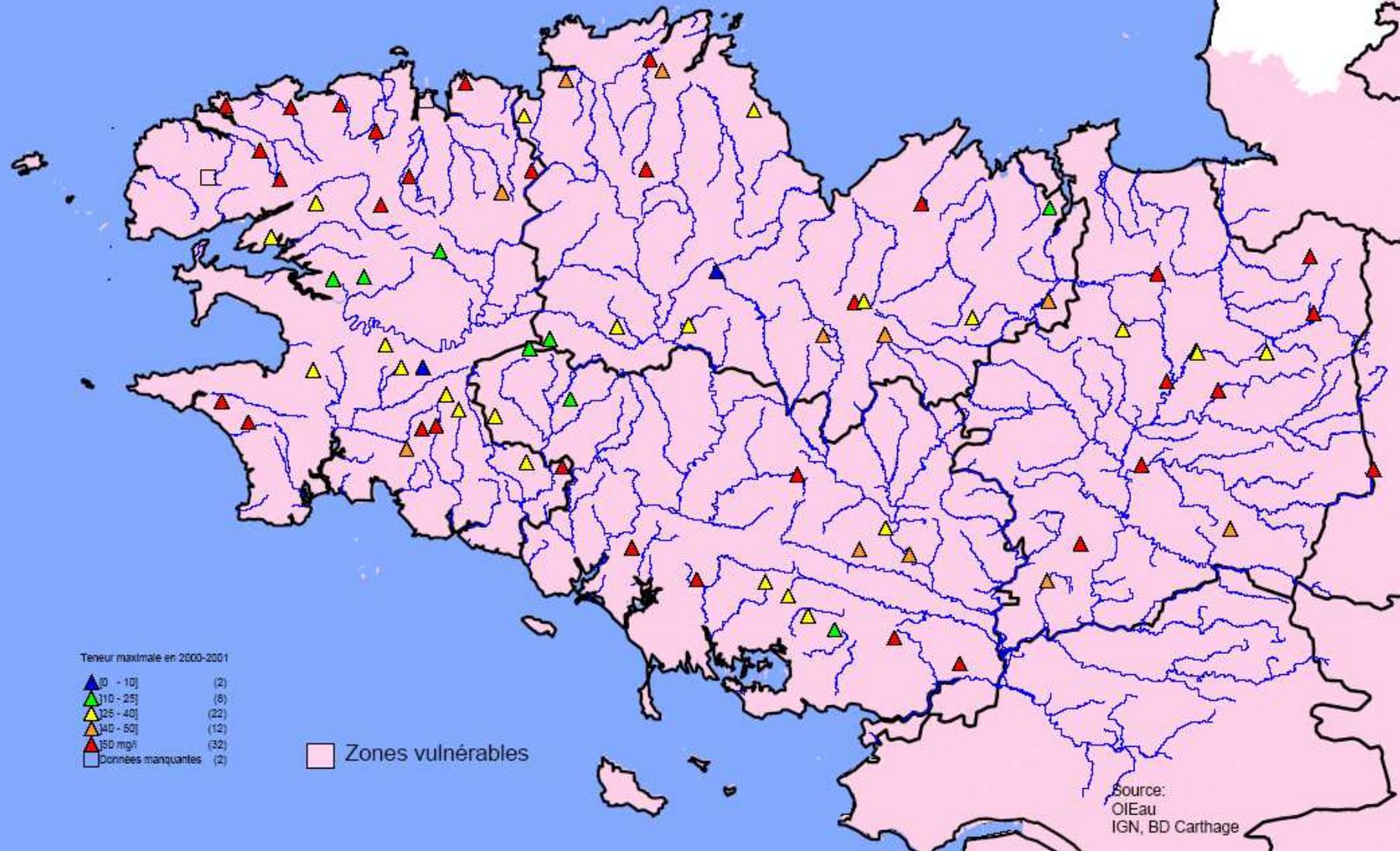
4.3.4.2. Comparaison des résultats des trois campagnes

Afin d'apprécier les évolutions intervenues entre la présente surveillance et la première réalisée en 1992, cela en évitant les éventuels biais dus à des échantillons différents, les résultats des points communs aux trois campagnes ont été comparés. 72 captages sont pris en compte. Les résultats sont présentés dans les tableaux 17 et 18 ci-après.

Carte n°11 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001
Teneur moyenne en nitrates des eaux souterraines en 2000-2001



Carte n°12 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001
Teneur maximale en nitrates des eaux souterraines en 2000-2001



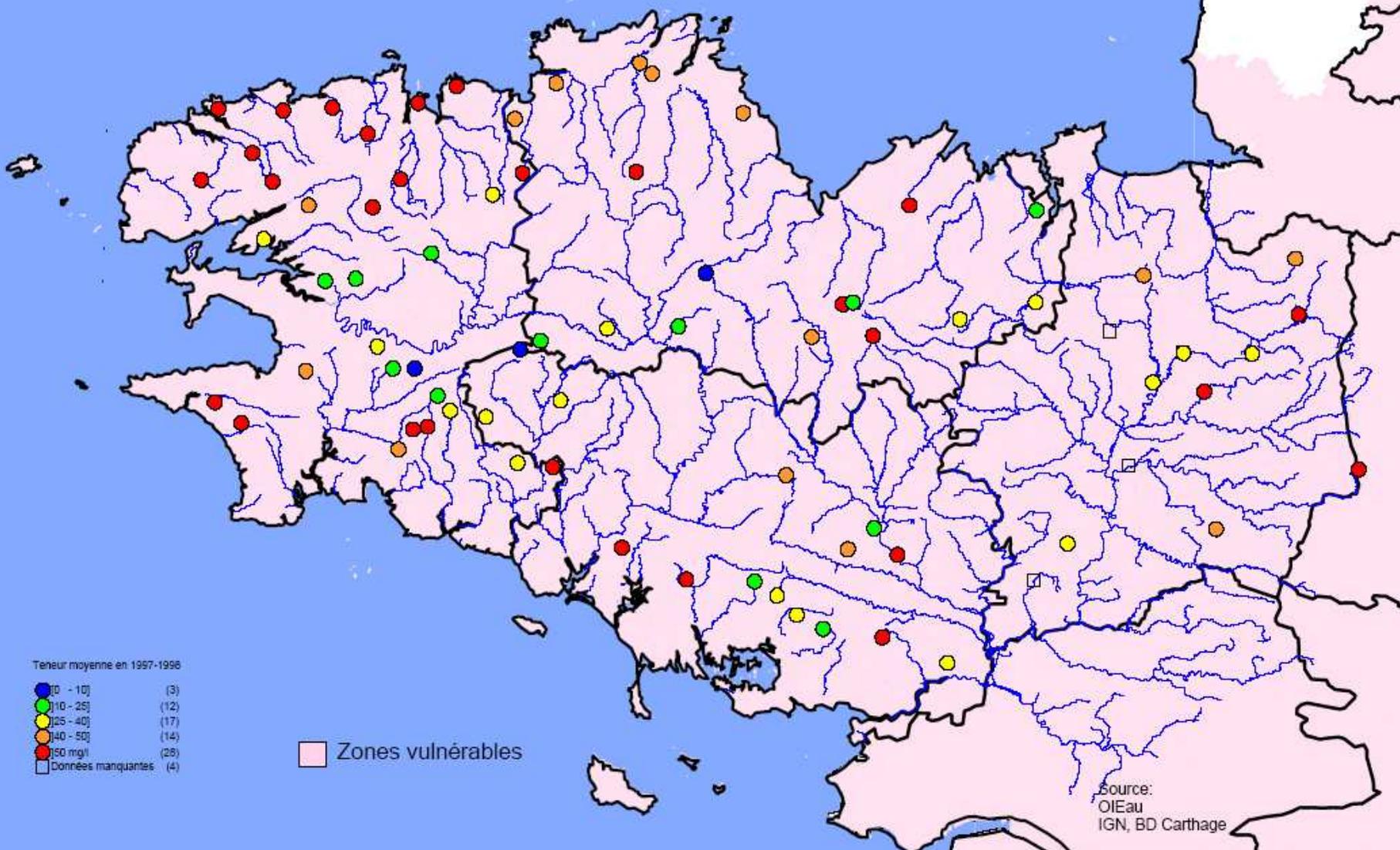
		Points de surveillance où la teneur moyenne est comprise entre				
		0-10	10-25	25-40	40-50	>50
Campagne 1992-1993	Nombre	3	12	24	12	21
	Pourcentage	4,2	16,7	33,3	16,7	29,2
Campagne 1997-1998	Nombre	3	12	17	14	26
	Pourcentage	4,2	16,7	23,6	19,4	36,1
Campagne 2000-2001	Nombre	2	13	20	12	25
	Pourcentage	2,8	18,1	27,8	16,7	34,7

Tableau n°16 : répartitions des captages d'eau souterraine par classes de teneurs moyennes en nitrates (mg NO₃-l) pour les 3 campagnes de surveillance des zones vulnérables

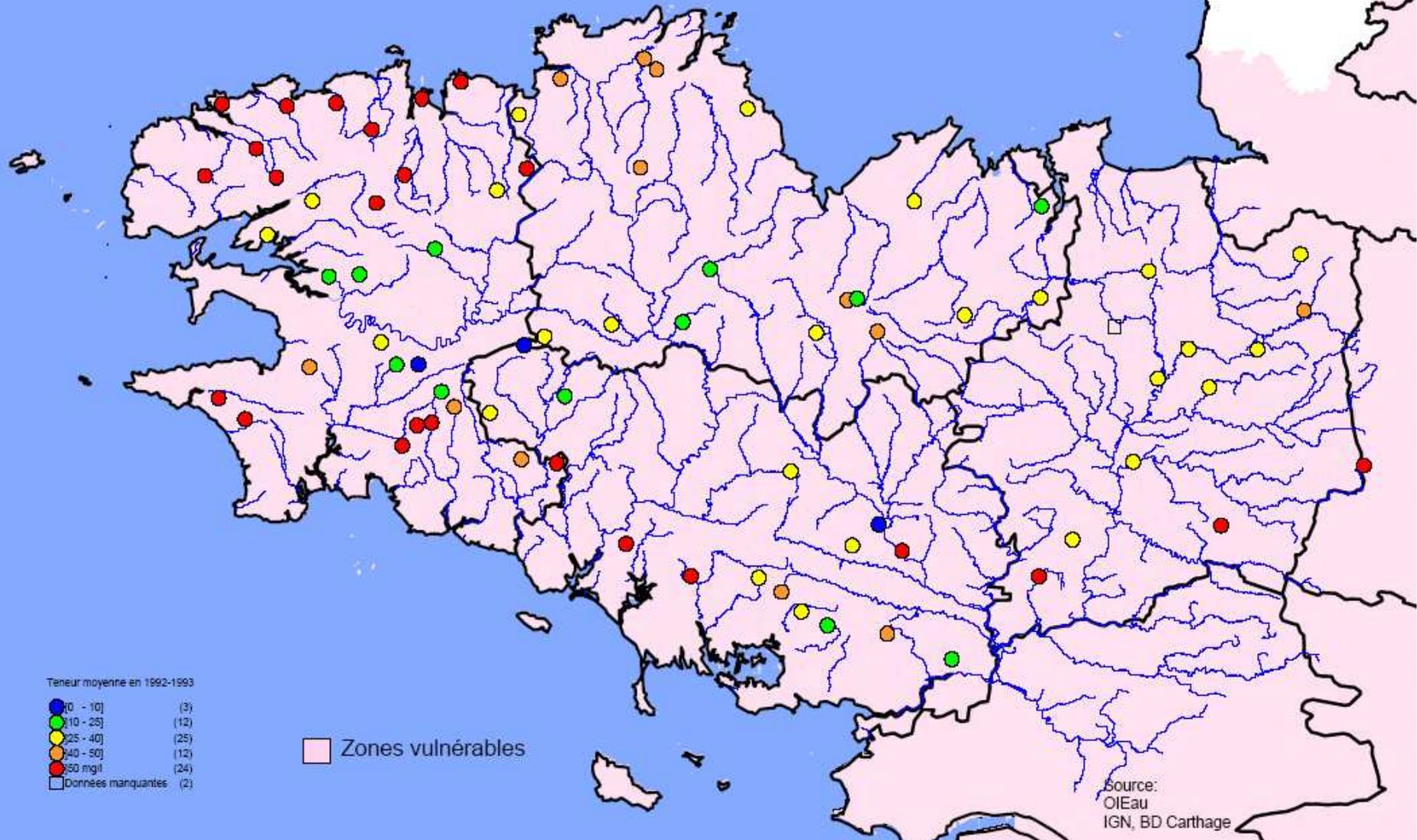
		Points de surveillance où la teneur maximale est comprise entre				
		0-10	10-25	25-40	40-50	>50
Campagne 1992-1993	Nombre	2	11	13	17	25
	Pourcentage	2,9	16,2	19,1	25,0	36,8
Campagne 1997-1998	Nombre	2	11	15	12	32
	Pourcentage	2,8	15,3	20,8	16,7	44,4
Campagne 2000-2001	Nombre	2	8	21	10	31
	Pourcentage	2,8	11,1	29,2	13,9	43,1

Tableau n°17 : répartitions des captages d'eau souterraine par classes de teneurs maximales en nitrates (mg NO₃-l) pour les 3 campagnes de surveillance des zones vulnérables

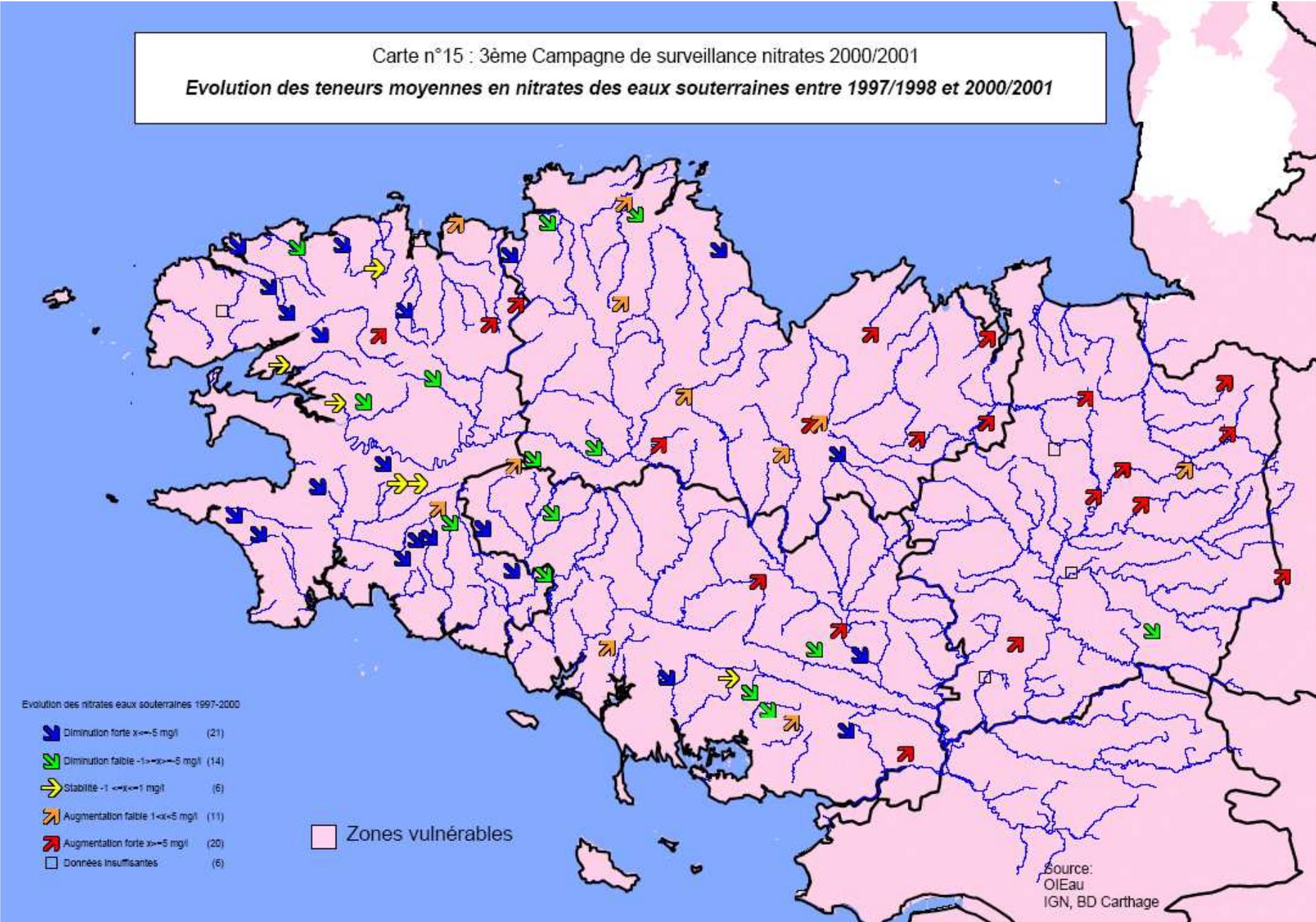
Carte n°13 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001
Teneur moyenne en nitrates des eaux souterraines en 1997-1998



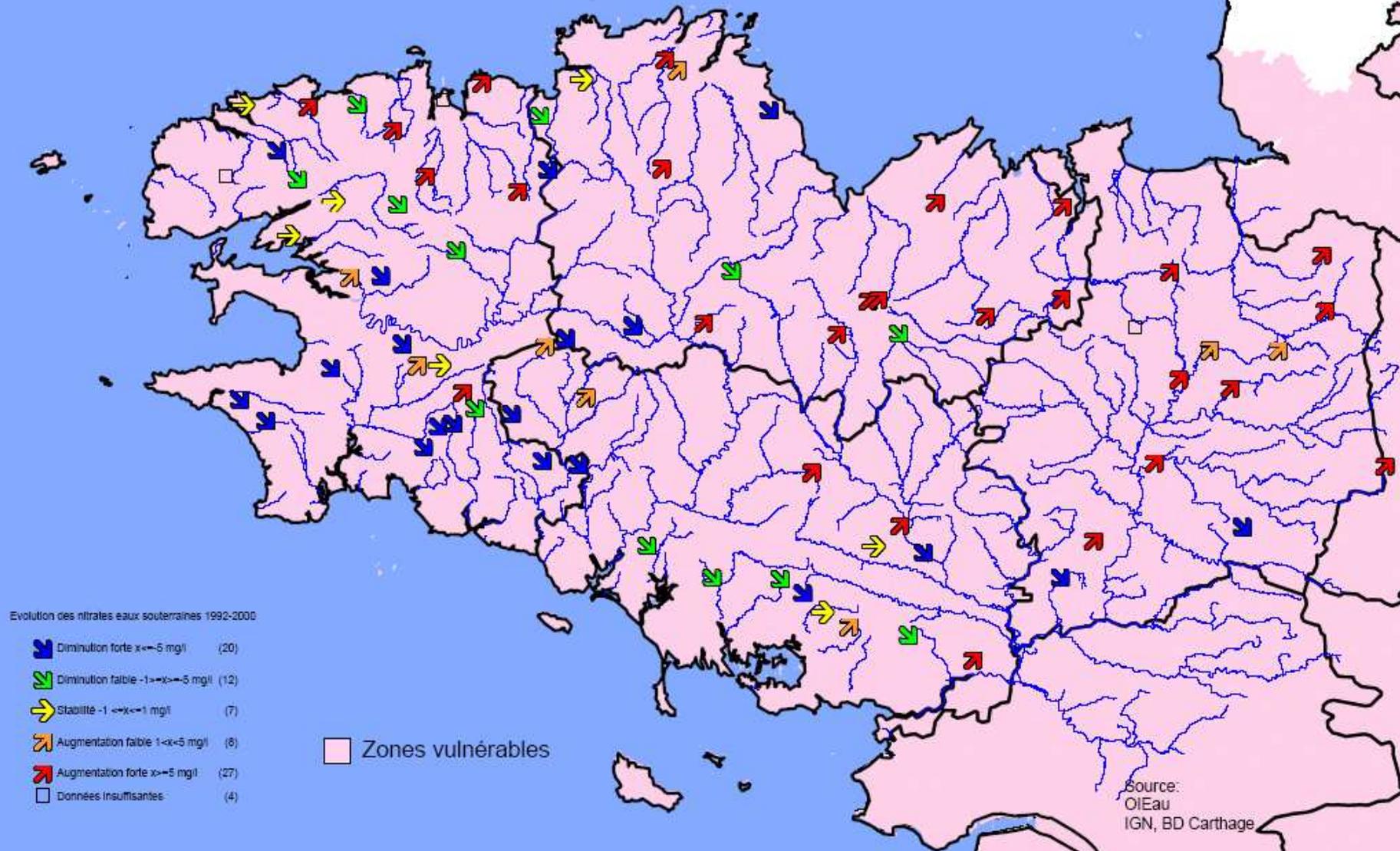
Carte n°14 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001
Teneur moyenne en nitrates des eaux souterraines en 1992-1993



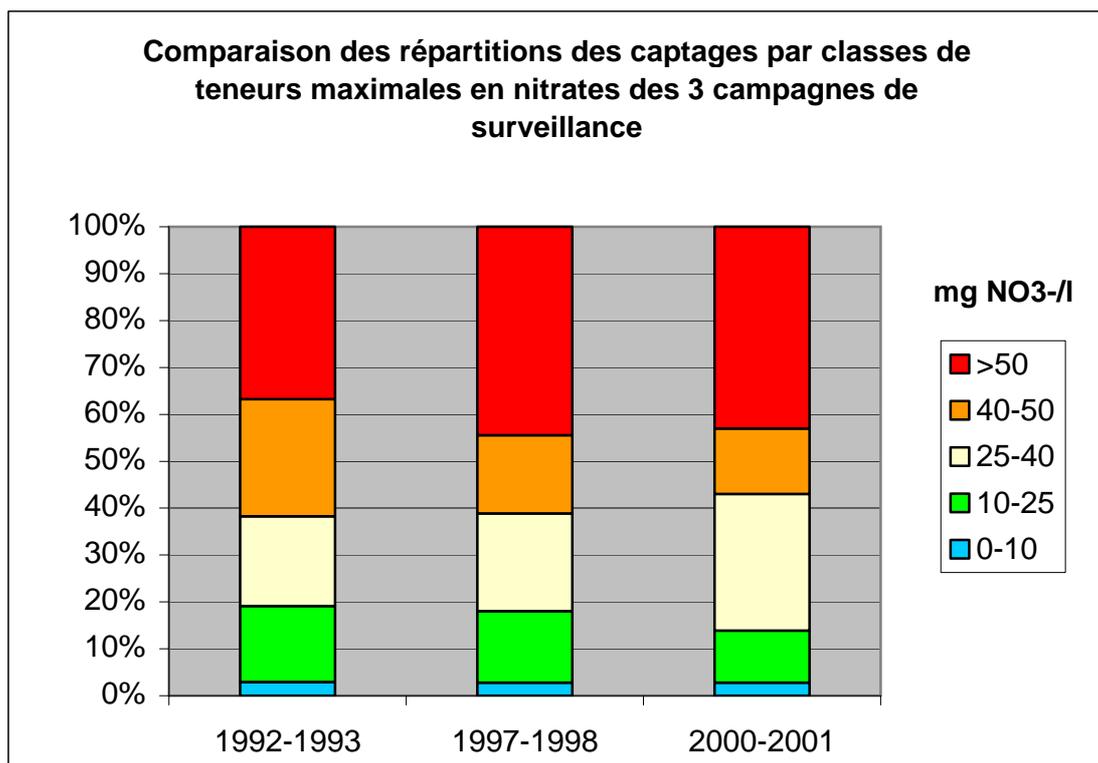
Carte n°15 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001
 Evolution des teneurs moyennes en nitrates des eaux souterraines entre 1997/1998 et 2000/2001



Carte n°16 : 3ème Campagne de surveillance nitrates 2000/2001
 Evolution des teneurs moyennes en nitrates des eaux souterraines entre 1992/1993 et 2000/2001



Graphique n°6



Entre les deux dernières campagnes, les classes « 40 à 50 » et « supérieur à 50 » sont restées sensiblement stables tandis que la classe « 25 à 40 » augmentait nettement au détriment des classes de meilleure qualité. Ceci fait plutôt conclure à une dégradation entre ces deux campagnes.

Si les eaux souterraines sont moins sensibles que les eaux superficielles (ce qui ne signifie pas qu'elles sont moins fragiles) aux perturbations dues aux activités humaines, leur qualité est toutefois fortement marquée par les pollutions provenant des parcelles proches du point de captage, et par les surfaces alimentant la nappe concernée.

Afin d'apprécier l'évolution des qualités moyennes en nitrates de l'échantillon sous un autre angle, les captages peuvent être classés selon leur variation par rapport à la campagne précédente. Le tableau suivant présente, sur l'échantillon de captages communs aux campagnes 1997-1998 et 2000-2001 (72), leur répartition selon l'ampleur de la variation enregistrée.

Variation de la teneur moyenne entre les deux campagnes (entre 1997-1998 et 2000-2001)	Diminution supérieure ou égale à 5 mg NO ₃ -/l	Diminution entre 5 et 1 mg NO ₃ -/l	Stagnation de plus ou moins 1 mg NO ₃ -/l	Augmentation entre 1 et 5 mg NO ₃ -/l	Augmentation supérieure à 5 mg NO ₃ -/l
Nombre de points de surveillance communs	21	14	6	11	20

Tableau n°18 : répartition des captages d'eau souterraine selon la variation de leur teneur moyenne en nitrates entre les campagnes 1997-1998 et 2000-2001

L'observation des variations de cet indicateur entre les deux premières campagnes (1992-1993 et 1997-1998) a montré que les variations dans le sens de la dégradation étaient nettement prépondérantes (Synthèse régionale Bretagne – décembre 1998 – page 10). Les résultats du tableau ci-dessus et la carte 15 montrent une légère tendance à l'amélioration (35 améliorations contre 31 dégradations) dont l'interprétation demande une confirmation dans les années à venir.

4.3.4.3. Abandon de captages d'eau souterraine

Seules les eaux souterraines ont vu des points de mesure non reconduits pour la présente campagne. Ils sont au nombre de deux et le motif est l'impossibilité physique de prélever (pompes démontées) en raison de l'abandon définitif de ces captages pour cause de pollution par les nitrates.

D'autre part, il est important de noter que sur les 575 captages d'eau souterraine recensés en Bretagne, 21 ont été officiellement abandonnés depuis 1992 pour cause de teneur excessive en nitrates (décision des collectivités territoriales compétentes). A côté de ce chiffre qui peut sembler faible, la proportion de captages sans décision mais toutefois à l'arrêt pour cause nitrates est quant à elle de l'ordre de 15%.

Remarque : A l'opposé de la politique qui consiste à abandonner les captages, l'instauration des périmètres de protection et des mesures qu'ils comportent telles que l'acquisition foncière de surfaces, le reboisement, et le déplacement de sièges d'exploitations, a pu contribuer à améliorer la qualité de l'eau de certains captages.

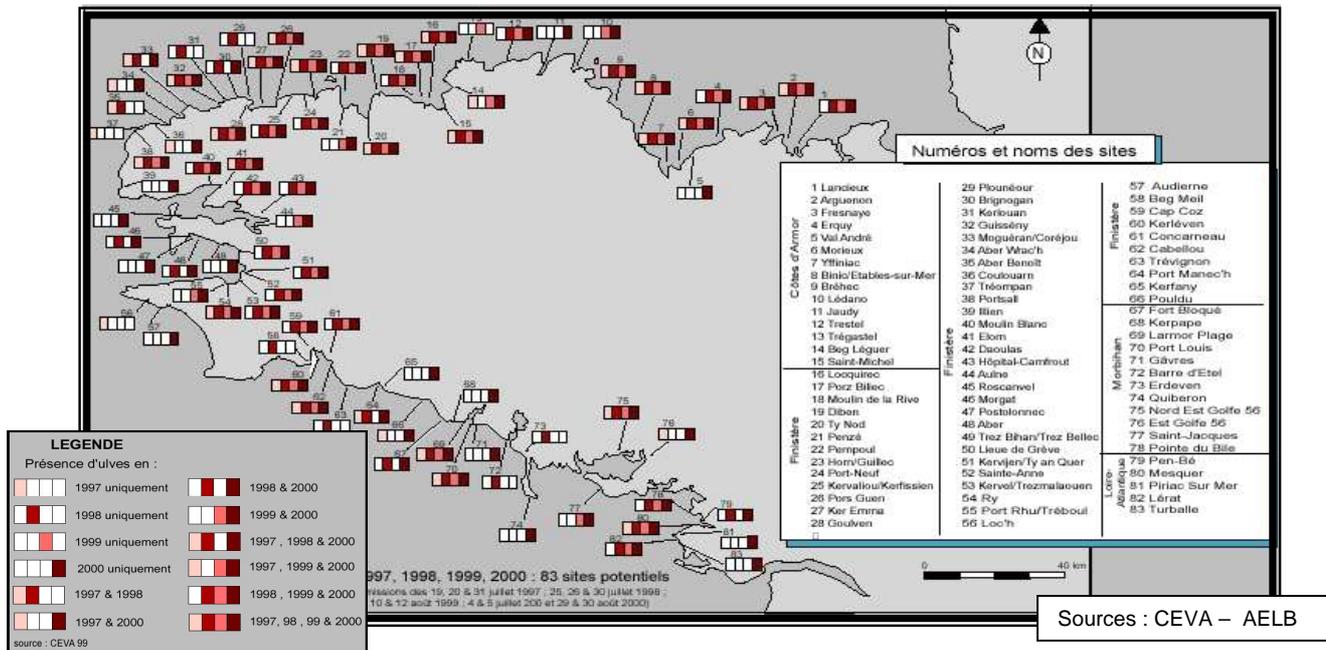
En ce qui concerne la qualification en zone vulnérable, seules des zones de faible surface peuvent être mises en relation avec la qualité de l'eau pompée. Il s'ensuit que la délimitation des zones vulnérables en Bretagne ne peut s'apprécier essentiellement qu'au travers de la qualité des eaux superficielles. On peut cependant considérer au vu des résultats présentés ci-dessus que les eaux souterraines, à l'exception des forages profonds ou des zones de faible activité agricole, présentent une contamination générale par les nitrates et sont souvent le reflet des qualités observées dans les eaux superficielles.

4.4 Les phénomènes d'eutrophisation

4.4.1 Milieu Marin et Côtier

4.4.1.1.Proliférations Macroalgales ou «Marées vertes» :

En 2000, 73 sites ont été affectés par des proliférations d'ulves *U.Armoricana* et *U.rotundata* (dont 25, quatre fois en quatre an, de 1997 à 2000 et 46 sites, 3 fois). (cf ANNEXE3)



Ces Ulves se développent au printemps et en été par croissance et multiplication végétative d'algues dérivantes. Le phénomène conduit localement à des échouages importants d'algues vertes, couvrant des estrans entiers et pouvant être définitivement rejetés en haut de plage où leur dégradation constitue une nuisance olfactive et visuelle. La présence d'ulves, en réduisant la transparence de l'eau, entraîne une diminution majeure des conditions de sécurité liées à la baignade, notamment vis à vis des enfants. De plus, l'indicateur micro biologique utilisé pour qualifier une eau de baignade peut être influencé par la présence d'algues vertes car les bactéries présentes sur ces dernières entrent en compétition avec les bactéries témoins de contamination fécale.

Lorsque les conditions environnementales favorables sont réunies (courant résiduel, dispersion de la masse d'eau faible, éclaircissement suffisant du fond,...), le facteur limitant la prolifération macroalgale est l'azote (inorganique) (cf ANNEXE 3).

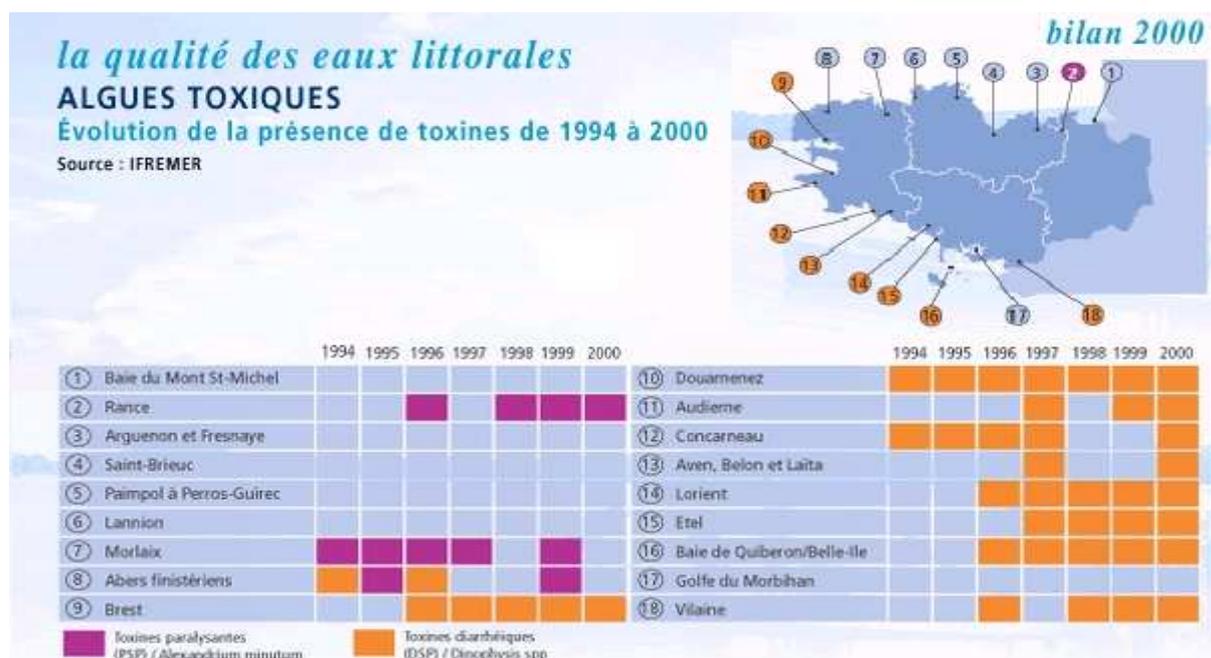
L'ulve est capable d'utiliser l'ion nitrate et l'ion ammonium avec cependant une préférence pour ce dernier. Sur le terrain, les flux d'azote soutenant les marées vertes sont très généralement à forte dominance nitrique. L'évolution croissante des apports azotés dans les eaux douces, puis dans les eaux littorales conditionne l'extension du phénomène de marées vertes. L'origine de ces apports est essentiellement agricole.

Il apparaît dans beaucoup des sites que le stockage d'algues peut être soumis à de fortes variations inter-annuelles, indépendantes de celles des flux mais sous le contrôle de conditions météorologiques ayant un impact sur les facteurs hydrodynamiques de stockage et de transport des algues.

L'échouage de l'hiver 2001/2002 dans la Baie de Lannion illustre bien la persistance d'un stock hivernal au large des côtes, prêts à inoculer pour les pousses printanières.

4.4.1.2. Proliférations Phytoplanctoniques (cf ANNEXE 3) :

Les proliférations massives du phytoplancton se manifestent par des colorations prononcées des eaux marines, parfois des odeurs nauséabondes et/ou d'abondantes formations d'écumes sur le littoral. On retrouvera le plus souvent ces efflorescences phytoplanctoniques, en printemps ou en été, dans les panaches de dilution des émissaires côtiers, et principalement ceux des fleuves tels que la Loire, la Seine ou la Vilaine. Les proliférations des cellules phytoplanctoniques entraînent, par les toxines émises, des conséquences en terme de santé publique, notamment par ingestion et exposition cutanée



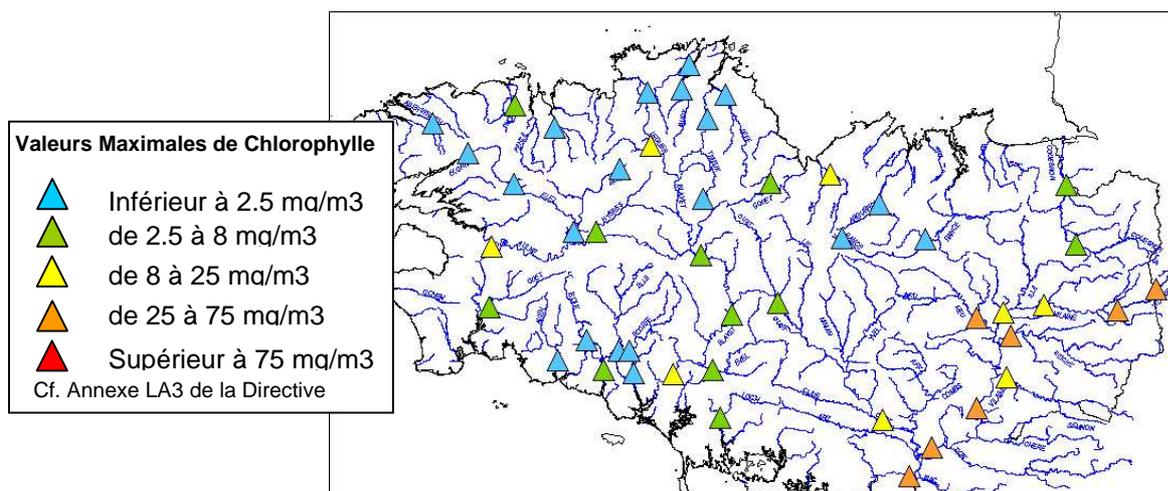
- 11 des 18 sites suivis de manière récurrente ont été touchés au cours de l'année 2000, essentiellement sur la côte Sud/Sud-Ouest (Dinophysis). La côte nord est épargnée sauf sur la Rance, avec des proliférations d'*Alexandrium*.

4.4.2 Les Eaux Douces

(cf. ANNEXE 3)

La sensibilité des milieux à l'eutrophisation phytoplanctonique est appréciée, ici, par un paramètre de biomasse, la Chlorophylle A, afin de rendre compte :

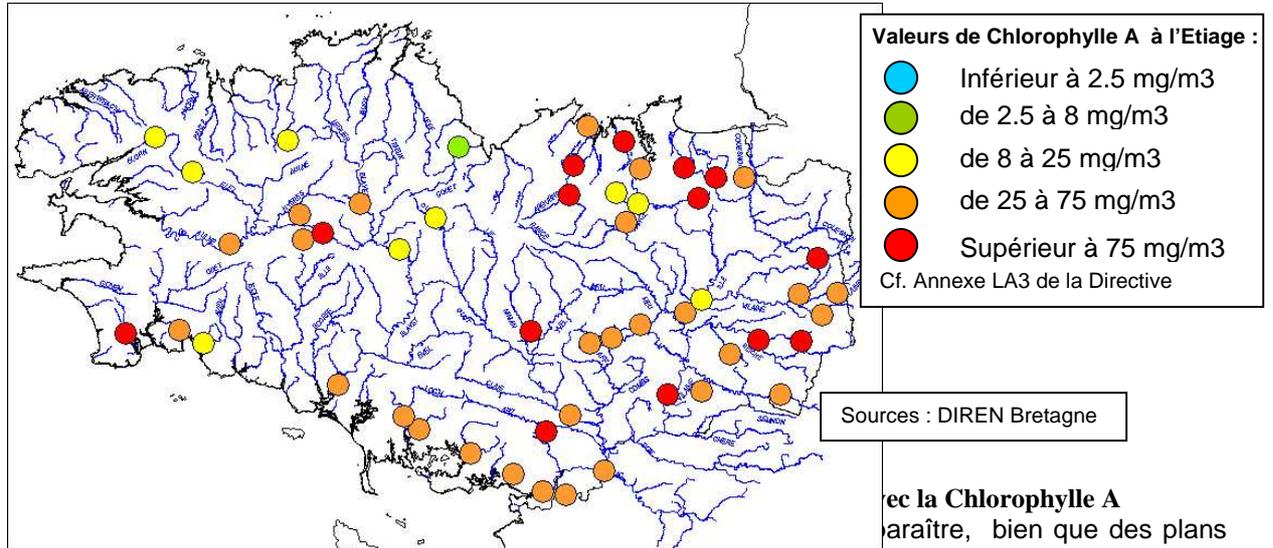
- soit de la manifestation effective des « blooms » algaux dans les cours d'eau, ici en 2000
- soit du risque d'eutrophisation, au travers de la manifestation effective des « blooms » algaux dans des retenues ou canaux, ici en 2001.



Sources : DIREN Bretagne – AELB

Qualification de l'Eutrophisation des Cours d'eaux en 2000 avec le paramètre Chlorophylle A

L'Est et le Sud-Est de la région, bassin de la vilaine et autres cours d'eau à faibles pentes et étiages sévères, représentent les secteurs et milieux les plus touchés.



5 DISCUSSION ET PROPOSITION

5.1 Discussion

De l'examen des données provenant de la surveillance menée entre le 1^{er} octobre 2000 et le 30 septembre 2001, il ressort les éléments suivants :

- les concentrations en nitrates dans les eaux de surface vont globalement dans le sens de la diminution,
- les concentrations en nitrates dans les eaux souterraines vont lentement dans le sens d'une dégradation,
- la pluviométrie a été exceptionnelle durant la période considérée (durées de retour pouvant aller jusqu'à 200 ans). En conséquence, l'écoulement global a plus que doublé par rapport à la moyenne,
- les flux en nitrates ont considérablement augmenté.

La directive européenne du 12 décembre 1991 considère qu'il « est dès lors nécessaire, pour protéger la santé humaine, les ressources vivantes et les écosystèmes aquatiques et pour garantir d'autres usages légitimes des eaux, de réduire la pollution directe ou indirecte des eaux par les nitrates provenant de l'agriculture et d'en prévenir l'extension ; ... ».

La Directive européenne se base sur des valeurs de concentrations. Comme cela a été signalé précédemment, les conditions hydrologiques ont une influence majeure sur les concentrations : écoulements annuels, période de sécheresse ou d'excédents, etc.

Les mesures et actions de reconquête de la qualité de l'eau ne peuvent être évaluées à l'aide des seules valeurs de concentrations. D'autres indicateurs sont à prendre en compte.

Par contre, d'un point de vue écologique et selon les usages et potentialités biologiques, les concentrations ont un impact direct sur le milieu. Dès lors qu'une sensibilité particulière à telle ou telle espèce est montrée, et quelque soit le flux annuel écoulé, la concentration dans le cours d'eau pourra avoir une incidence directe.

Une étude bibliographique sur l'impact des nitrates sur les écosystèmes aquatiques a été réalisée à l'initiative de la DIREN Bretagne. Elle sera bientôt disponible.

Si les concentrations restent un indicateur utile et très utilisé, il faut impérativement, notamment en conditions hydrologiques exceptionnelles, comme le montrent les calculs précédents, les mettre en relation avec les conditions hydrologiques. Il est extrêmement délicat de vouloir évaluer des évolutions de nitrates dans les cours d'eau sans prendre en compte les flux. Le type d'échantillonnage de la plupart des réseaux patrimoniaux est souvent un frein au calcul de flux (fréquences souvent trop faibles). Il est bien sûr plus pertinent de calculer des flux avec des valeurs hebdomadaires. Mais le calcul que nous avons appliqué permet d'avoir une approche relative des quantités de nitrates qui ont été véhiculées par les cours d'eau ces dernières années.

Les phénomènes d'eutrophisation constatés en milieu littoral, et principalement les phénomènes de marées vertes, directement imputés aux flux de nitrates, sont donc en relation directe avec les quantités véhiculées par les bassins versants. C'est pourquoi, notamment dans les zones où le phénomène est particulièrement critique, les dernières années ont contribué à aggraver le phénomène.

Le lien fort entre les écoulements et les flux observés laisse à penser que le retour à une année hydrologie classique s'accompagnera d'une hausse conséquente des concentrations.

5.2 Proposition

Considérant

- que le contexte hydrogéologique breton prédispose à des transferts rapides d'azote vers les eaux continentales de surface et les eaux littorales,
- que la pression agricole et par conséquent la pression azotée n'ont pas diminué,
- que la pression d'origine agricole s'exerce sur l'ensemble du territoire breton,
- que les programmes de reconquête de la qualité de l'eau n'ont pas encore fait preuve de leur efficacité sur le milieu,
- que l'année hydrologique 2000/2001, lors de la 3^{ème} campagne est une année exceptionnelle, donnant lieu à une dilution des concentrations de nitrates,
- que l'eutrophisation littorale n'a pas diminué, et que le risque d'eutrophisation des eaux douces est réel,
- le nombre important de captages abandonnés ou à l'arrêt depuis 1992 pour cause de teneur excessive en nitrates,
- qu'aucun élément ne donne le signe d'une amélioration tangible de la qualité de l'eau tant en ce qui concerne les eaux souterraines que les eaux superficielles,
- que les flux des bassins versants ont considérablement augmenté,
- que les indicateurs de concentrations ne doivent pas donner l'illusion d'une amélioration de la situation,
- que les teneurs maximales en nitrates des eaux superficielles restent majoritairement au dessus des 40 mg NO₃/l

Il est proposé de maintenir l'ensemble de la Bretagne en zone vulnérable.

Tableau 1	Répartition des stations de la 3 ^{ème} campagne Nitrates
Tableau 2	Répartition des fréquences (F) de suivi des stations
Tableau 3	Typologie des stations eaux de surface ayant participé à la 3 ^{ème} campagne
Tableau 4	Typologie des stations patrimoniales
Tableau 5	Valeurs moyennes observées pendant la 3 ^{ème} campagne de surveillance
Tableau 6	Valeurs Maximales observées pendant la 3 ^{ème} campagne
Tableau 7	Teneurs moyennes hivernales observées pendant la 3 ^{ème} campagne
Tableau 8	Teneurs moyennes estivales observées pendant la 3 ^{ème} campagne
Tableau 9	Répartition des concentrations moyennes des stations communes aux trois campagnes
Tableau 10	Répartition des concentrations maximales des stations communes aux trois campagnes
Tableau 11	Evolutions des teneurs moyennes entre 97/98 et 00/01
Tableau 12	Evolutions des teneurs moyennes entre 92/93 et 00/01
Tableau 13	Estimation des flux d'azote
Tableau 14	Répartition des captages d'eau souterraine par classes de teneurs moyennes en nitrates (mg NO ₃ -/l)
Tableau 15	Répartition des captages d'eau souterraine par classes de teneurs maximales en nitrates (mg NO ₃ -/l)
Tableau 16	Répartitions des captages d'eau souterraine par classes de teneurs <u>moyennes</u> en nitrates (mg NO ₃ -/l) pour les 3 campagnes de surveillance des zones vulnérables
Tableau 17	Répartitions des captages d'eau souterraine par classes de teneurs <u>maximales</u> en nitrates (mg NO ₃ -/l) pour les 3 campagnes de surveillance des zones vulnérables
Tableau 18	Répartition des captages d'eau souterraine selon la variation de leur teneur moyenne en nitrates entre les campagnes 1997-1998 et 2000-2001
Graphique n°1	Répartition des stations par classes de teneurs moyennes en nitrates
Graphique n°2	Répartition des stations par classes de teneurs maximales en nitrates
Graphique n°3	Ecoulements
Graphique n°4	Estimation des flux d'azote
Graphique n°5	Répartition des captages par classes de teneurs moyennes et maximales en nitrates
Graphique n°6	Répartitions des captages d'eau souterraine par classes de teneurs <u>maximales</u> en nitrates (mg NO ₃ -/l) pour les 3 campagnes de surveillance des zones vulnérables
Annexe 1	Liste des stations de mesure
Annexe 2	Histogrammes de flux
Annexe3	Eutrophisation

Annexe n°1 :
Stations de suivi

STATIONS EAUX SUPERFICIELLES 35

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Nom du cours d'eau ou non de la formation aquifère</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
35	FRESNAIS (La)	Pont SNCF	164150	Le CANAL des ALLEMANDS	CG35
35	GUICHEN	Pont Réan	209990	La VILAINE	CG35
35	LANGON	Pont de Beslé	214500	La VILAINE	CG35
35	LOUVIGNE du DESERT	Pont Juhel	271960	L'AIRON	DDASS + CG35
35	MARTIGNE FERCHAUD	Les Pommiaux	212100	Le SEMNON	CG35
35	MONTOURS	Retenue du Quincampois	0000000436	Quincampois	DDASS
35	PLECHATEL	Gare de Pléchâtel	212800	La VILAINE	CG35
35	PLEURTUIT	Retenue de Pont Avet	166300	Le FREMUR	DDASS + CG35
35	ST ETIENNE en COGLES	Le Bas Sancé	0000000437	Loisance	DDASS
35	ST GREGOIRE	Ecluse de Robinson	206000	Le CANAL d'Ille et Rance	CG35
35	SIXT SUR AFF	Moulin de Sixt	199630	L'AFF	CG35
35	VIVIER sur MER (Le)	Pont D 155	163550	Le CARDEQUIN	CG35
35	VIVIER sur MER (Le)	Le Haut Pont	163500	Le GUYOULT	CG35
35	ANTRAIN	Prise d'eau potable	162000	Couesnon	DDASS + CG35
35	CHATEAUBOURG	Station de pompage - Amont Châteaubourg	201990	VILAINE	DDASS + CG35
35	FOUGERES	Fontaine la Cheze	161600	Nançon	DDASS + CG35
35	BOUEXIERE (La)	Le Drugeon D27. Station Limnigraphique	204000	CHEVRE	CG35
35	MEDREAC	Pont RD 220. Station Limnigraphique	164950	NEAL	CG35
35	PACE	La Foucherais RD231 (station limnigraphique)	207400	FLUME	CG35
35	SAINT-COULOMB	Retenue	0000000062	R de Ste Suzanne	DDASS
53	BOURGON	pont D 106	200595	VILAINE	AgenceEau LoireBretagne
35	LECOUSSE	Le Pont aux Anes. Station Limnigraphique	161595	NANCON	DIREN
35	MEZIERES-SUR-COUESNON	LA ROCHE D102	162000	COUESNON	AgenceEau LoireBretagne
35	ROMAZY	Pont de Romazy N175 (Station limnigraphique)	162300	COUESNON	DIREN

STATIONS EAUX SUPERFICIELLES 35

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Nom du cours d'eau ou non de la formation aquifère</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
35	SAINT-OUEN-LA-ROUERIE	Moulin neuf D97 (Station limnigraphique)	162958	LOYSANCE	DIREN
35	ANTRAIN	Chemin du poirier.Marais de la folie	163000	COUESNON	AgenceEau LoireBretagne
35	EPINIAC	La Vieuville D85 (Station limnigraphique)	163470	GUYOULT	DIREN
35	QUEDILLAC	Pont Rimbert D766 (Station limnigraphique)	164800	RANCE	DIREN
35	PAIMPONT	Pont RN 24. Station limnigraphique	199380	AFF	DIREN
35	MAURE DE BRETAGNE	Compessy Station limnigraphique	199530	COMBS	DIREN
35	VITRE	Environ 300 m en aval de l'abattoir (RNB)	201000	VILAINE	AgenceEau LoireBretagne
35	ERBREE	Pont D110 (Station limnigraphique)	201051	VALIERE	DIREN
35	CESSON-SEVIGNE	Pont Briand - AMONT RENNES	204300	VILAINE	AgenceEau LoireBretagne
35	MONTREUIL SUR ILLE	Ille Station limnigraphique	205200	ILLE	DIREN
35	CHASNE SUR ILLET	Pont D 106 Station limnigraphique	205620	ILLET	DIREN
35	RENNES	Moulin d'Apigne -AVAL DE RENNES - ECLUSE	207000	VILAINE	AgenceEau LoireBretagne
35	MONTFORT-SUR-MEU	L'Abbaye. Station Limnigraphique	208530	MEU	DIREN
35	PLELAN-LE-GRAND	L'Enlevrier. Station limnigraphique	208630	CHEZE	DIREN
35	MORDELLES	AMONT DE MORDELLES - PONT N24	47-0	MEU	AgenceEau LoireBretagne
35	BRUZ	LD PONT PEAN	211000	SEICHE	AgenceEau LoireBretagne
35	MAXENT	Laudigerais. Station Limnigraphique	211400	CANUT NORD	DIREN
35	LASSY	Le pont de Lassy. Station limnigraphique	211550	CANUT NORD	DIREN
35	PANCE	Pont de Rochereuil. Station limnigraphique	212500	SEMNON	DIREN
35	PLECHATEL	Le GUE DE LA JAUNAIS	212700	SEMNON	AgenceEau LoireBretagne
35	GUIPRY	Aval de Guipry. Ecluse de Malon	213000	VILAINE	AgenceEau LoireBretagne
35	GRAND FOUGERAY	La Bernardais Station limnigraphique	214300	ARON	DIREN
35	SAINT-JUST	La Rivière Colombel. Station limnigraphique	215510	CANUT SUD	DIREN
35	SAINTE-MARIE	AU PONT DU GRAND PAS	215750	VILAINE	AgenceEau LoireBretagne

STATIONS EAUX SOUTERRAINES 35

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
35	SAINTE AUBINE D'AUBIGNE	La Douettée	0000001000	DDASS
35	BETTON	VAU REZE	0000000945	DDASS
35	BRUZ	FENICAT	0000000913	DDASS
35	COMBOURG	LA GENTIERE	0000001159	DDASS
35	Hédé	Maufant	0000000650	DDASS
35	LECOUSSE	LA COUYERE	0000000770	DDASS
35	LIFFRE	LE CHAMPS FLEURY	0000001028	DDASS
35	LOHEAC	LOHEAC	0000000215	DDASS
35	PERTRE (LE)	Chalonge	0000000994	DDASS
35	PIPRIAC	LE MENEU	0000000175	DDASS
35	SAINTE-AUBINE-D'AUBIGNE	BEAUREGARD	0000001003	DDASS
35	SAINTE-JEAN-SUR-COUESNON	LE ROCHER	0000001040	DDASS
35	THEIL-DE-BRETAGNE (LE)	LA GROUSSINIÈRE	0000000267	DDASS
35	VILLAMEE	LA BOUTRIAIS	0000000783	DDASS

STATIONS EAUX SUPERFICIELLES 29

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Nom du cours d'eau ou non de la formation aquifère</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
29	MAHALON	KERMARIA	24-0	Goyen	DDASS
29	PLONEOUR-LANVERN	BRINGALL	29-0	Pont L'Abbé	DDASS
29	PLOUENAN	LE REST	19-0	Horn	DDASS
29	PLOUIGNEAU	LANIDY	18-0	Jarlot	DDASS
29	PLOUVIEN	BANIGUEL	20-0	Aber Wrach	DDASS
29	PONT-AVEN	MOULIN PLESSIS	26-0	Aven	DDASS
29	QUIMPER	TROHEIR	25-0	Steir	DDASS
29	QUIMPERLE	MOULIN GORRETS	28-0	Ellé	DDASS
29	QUIMPERLE	KERISOLE	27-0	Isole	DDASS
29	ROCHE-MAURICE (LA)	PONT AR BLED	21-0	Elorn	DDASS
29	SAINT-COULITZ	COATIGRACH	22-0	Aulne	DDASS
29	GUERLESQUIN	Kerret. Station Limnigraphique	172600	GUIC	DIREN
29	PLOUEGAT-MOYSAN	Pont route de St Eloi. Station limnigraphique	173705	DOURON	DIREN
29	GARLAN	Bois de la Roche. Station Limnigraphique	173737	DOURDUFF	DIREN
29	PLOUGONVEN	L'Hermitage. Station Limnigraphique	174000	JARLOT	DIREN
29	PLOUGONVEN	Compaisou. Station limnigraphique	174100	TROMORGANT	DIREN
29	MORLAIX	AMONT MORLAIX - LD les trois chênes	28-1	QUEFFLEUTH	AgenceEau LoireBretagne
29	MESPAUL	LD Pont Milin	174540	HORN	AgenceEau LoireBretagne
29	TREZILIDE	Kermerien. Station Limnigraphique	174660	GUILLEC	DIREN
29	DRENNAC	Kerneguez. Station Limnigraphique	174940	ABER WRACH	DIREN
29	DRENNAC	Pont de Lanarvily. Point RNB	175100	ABER WRACH EST	AgenceEau LoireBretagne
29	PLABENNEC	Pont de locmaria. Station limnigraphique	175450	ABER BENOIT	DIREN
29	PLOUARZEL	Keringar. Station limnigraphique	177050	ABER ILDUT	DIREN
29	COMMANA	Kerformedic (station limnigraphique)	177320	ELORN	AgenceEau LoireBretagne

STATIONS EAUX SUPERFICIELLES 29

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Nom du cours d'eau ou non de la formation aquifère</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
29	COMMANA	Moulin Neuf. Station Limnigraphique	177350	MOUGAU BIHAN	DIREN
29	SIZUN	Drennec aval barrage(station limnigraphique)	177400	ELORN	DIREN
29	PLOUEDERN	Aval de Pont Ar Bled (station limnigraphique)	178000	ELORN	AgenceEau LoireBretagne
29	IRVILLAC	Pont Mell Coz. Station limnigraphique	178103	MIGNONNE	DIREN
29	SCRIGNAC	Le Goask (Station limnigraphique)	178330	AULNE	DIREN
29	BRENNILIS	Aval Barrage . Station limnigraphique	178486	ELEZ	DIREN
29	LANDELEAU	Reslaney (moulin neuf)	178650	AULNE	AgenceEau LoireBretagne
29	CARHAIX	Aval du moulin de Caborgnès	179000	HYERES	AgenceEau LoireBretagne
29	CHATEAULIN	Station de pompage. Amont de Chateaulin	179500	AULNE	AgenceEau LoireBretagne
29	LOPEREC	Kerbriant. Station Limnigraphique	179645	DOUFFINE	DIREN
29	PONT CROIX	Kermaria. Station Limnigraphique	180100	GOYEN	DIREN
29	PLONEOUR-LANVERN	Tremillec. Station limnigraphique	180900	RIVIERE DE PONT L'ABBE	DIREN
29	PLONEOUR-LANVERN	Tyer Poes. Station limnigraphique	180920	TROYON	DIREN
29	BRIEC	Amont RD 72. Station limnigraphique	181690	LANGELIN	DIREN
29	QUIMPER	PONT N165 - AMONT QUIMPER	182000	ODET	AgenceEau LoireBretagne
29	ERGUE-GABERIC	Station Limnigraphique. Amont de ERGUE	182500	JET	DIREN
29	GUENGAT	Ty Planche. Station Limnigraphique	182990	STEIR	DIREN
29	CONCARNEAU	Station limnigraphique	184150	STYVAL	DIREN
29	CONCARNEAU	Amont pont RD 22. Station limnigraphique	184195	MOROS	DIREN
29	BANNALEC	Pont Meya. Station Limnigraphique	184830	STER-GOZ	DIREN
29	PONT-AVEN	Sous voie express (station limni)	184948	AVEN	DIREN
29	PONT-AVEN	Bois d'Amour. Station Limnigraphique	185500	AVEN	AgenceEau LoireBretagne
29	SAINT THURIEN	Pont Croac'h (RD 6)	186700	ISOLE	AgenceEau LoireBretagne
29	ARZANO	AMONT DE QUIMPERLE - PONT TY NADAN	188000	ELLE	AgenceEau LoireBretagne
29	QUIMPERLE	LD PRE ROYAL	189200	LAITA	AgenceEau LoireBretagne
29	ARZANO	PONT KERLO - D22	190000	SCORFF	AgenceEau LoireBretagne

STATIONS EAUX SOUTERRAINES 29

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
29	BRENNILIS	Parc ar Feunteun	45	DDASS
29	EDERN	Nenez	53	DDASS
29	ELLIANT	Bois Daniel	41	DDASS
29	FAOU (LE)	Pennavern	47	DDASS
29	GOUEZEC	Vezen Vraz	48	DDASS
29	GUERLESQUIN	Kernostis	21	DDASS
29	GUILLIGOMARC'H	Muriou	37	DDASS
29	LANNEANOU	Traon Meur	34	DDASS
29	LEUHAN	Moustoir	43	DDASS
29	LOCMELAR	Kernonen	30	DDASS
29	LOCRONAN	Kervavarn	49	DDASS
29	LOPEREC	Kergoter	46	DDASS
29	PENCRAN	Logellou	36	DDASS
29	PLABENNEC	Traon Edern	33	DDASS
29	PLOUGASNOU	St Nicolas	20	DDASS
29	PLOUGASTEL-DAOULAS	Breleis	31	DDASS
29	PLOUGUERNEAU	Pouloulan	26	DDASS
29	PLOUIDER	Dourmap	25	DDASS
29	PLOUNEVEZ-LOCHRIST	Ty Platt	22	DDASS
29	PLOUVORN	Feunteun Veur	23	DDASS
29	PLOZEVET	St Renan	52	DDASS
29	QUERRIEN	Land Guerrein	38	DDASS
29	SAINT-THEGONNEC	Bodinery	35	DDASS
29	SAINT-THONAN	Pen ar Quinquis	29	DDASS
29	SAINT-YVI	Stang Linguennec	42	DDASS
29	SCAER	Trévalot	39	DDASS
29	TOURCH	Bron	40	DDASS
29	TREGOUREZ	Kerforc'h	44	DDASS
29	PLOUHINEC	BROMUEL	51	DDASS

STATIONS EAUX SUPERFICIELLES 22

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Nom du cours d'eau ou non de la formation aquifère</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
22	TADEN	Cale de Taden	166050	LA RANCE	CG35
22	ERQUY		2	Islet	DDASS
22	PLENEUF-VAL-ANDRE		3	Flora	DDASS
22	PLEVEN		4	Arguenon	DDASS
22	TREGUEUX		6	Urne	DDASS
22	LA MEAUGON		7	Gouet	DDASS
22	BINIC		8	Ic	DDASS
22	YVIAS		9	Leff	DDASS
22	SAINT CLET		10	Trieux	DDASS
22	COATASCORN		11	jaudy	DDASS
22	PLOUGUIEL		12	Guindy	DDASS
22	PLOUBEZRE		13	LEGUER	DDASS
22	PLESTIN-LES-GREVES		14	Yar	DDASS
22	PLEMET		15	Lié	DDASS
22	LANRIVAIN		16	Blavet	DDASS
22	SAINT-JACUT-DU-MENE	PONT D6 - AVAL ABATTOIR	164550	RANCE	AgenceEau LoireBretagne
22	CAULNES	AVAL DE CAULNES	164850	RANCE	AgenceEau LoireBretagne
22	PLESLIN-TRIGAVOU	Route de Tremereuc a la Chesnay (Stati. lim.)	166250	FREMUR DE LANCIEUX	DIREN
22	MEGRIT	Pont D19. Station Limnigraphique	166800	ROSETTE	DIREN
22	PLENEE JUGON	St Riveul (station limnigraphique)	166950	QUILLOURY	DIREN
22	JUGON-LES-LACS	Bois Lear. Station Limnigraphique	167000	ARGUENON	AgenceEau LoireBretagne
22	ANDEL	Quinqueret. Station Limnigraphique	168140	GOUESSANT	AgenceEau LoireBretagne
22	COETMIEUX	"La rue". Station Limnigraphique	168210	EVRON	DIREN
22	PLEDRAN	PONT D27. Station Limni automatisée	168250	URNE	DIREN
22	SAINT-JULIEN	LD La Saudraie (Station limnigraphique)	170500	GOUET	AgenceEau LoireBretagne
22	SAINT DONAN	La Ville es Ruelle (Station limnigraphique)	170700	MAUDOUVE	DIREN
22	BOQUEHO	Bas de Boquého (station limnigraphique automatisée)	171300	LEFF	DIREN

STATIONS EAUX SUPERFICIELLES 22

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Nom du cours d'eau ou non de la formation aquifère</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
22	YVIAS	PONT D 79	171450	LEFF	AgenceEau LoireBretagne
22	KERPERS	Route de Kerdrain	171550	TRIEUX	AgenceEau LoireBretagne
22	SAINT-PEVER	Pont Locmine. Station Limnigraphique	171750	TRIEUX	DIREN
22	SQUIFFIEC	D 32 Rte de Pommerit AVAL DE GUINGAMP	172030	TRIEUX	AgenceEau LoireBretagne
22	MANTALLOT	PONT D 65	172370	JAUDY	AgenceEau LoireBretagne
22	PLOUGUIEL	Le Guindy . Station limnigraphique	172570	GUINDY	AgenceEau LoireBretagne
22	BELLE-ISLE-EN-TERRE	Aval moulin des Forges.Station Limnimétrique	172890	GUIC	AgenceEau LoireBretagne
22	BELLE-ISLE-EN-TERRE	Terrain des sports. Station Limnigraphique	172910	LEGUER	DIREN
22	PLOUBEZRE	Amont de Ploubezré . Rojo Léguer	173100	LEGUER	AgenceEau LoireBretagne
22	TREDUDER	Pont Veuzit (station limnigraphique)	173200	YAR	DIREN
22	LOHUEC	Pont D42	178130	AULNE	AgenceEau LoireBretagne
22	TREBRIVAN	Le Pont Neuf (Station limnigraphique)	178940	HYERES	DIREN
22	KERIEN	Kerlouet	190650	BLAVET	DIREN
22	SAINTE TREPINE	Pont D5. Station limnigraphique	190780	SULON	DIREN
22	PERRET	LD L'ABBAYE DE BON REPOS	190850	BLAVET	AgenceEau LoireBretagne
22	SAINTE MARTIN DES PRES	La ville Rouault.Station limnigraphique	195400	OUST	DIREN
22	HEMONSTOIR	Pont D69 (station limnigraphique)	195700	OUST	DIREN
22	LA PRENESSAYE	St Sauveur le haut. Station limnigraphique	196300	LIE	DIREN

STATIONS EAUX SOUTERRAINES 22

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
22	POMMERIT JAUDY	Launay (forage n°1)	1	DDASS
22	MINIHY-TREGUIER	Kernevec	10	DDASS
22	BROONS	Linée	11	DDASS
22	PLOUER-SUR-RANCE	La Villée	12	DDASS
22	TREGLAMUS	Kerlocq	13	DDASS
22	PLOUHA	Kerminf	14	DDASS
22	PLESTIN-LES-GREVES	Stalvar	15	DDASS
22	PLOULEC'H	Le Bourg	16	DDASS
22	QUINTENIC	Vau Couronne	17	DDASS
22	TREFUMEL	Ville Besy	18	DDASS
22	ROSTRENEN	Coardernault	2	DDASS
22	LA MOTTE	les Ecoupées (mélange)	3	DDASS
22	SAINT-JACUT-DU-MENE	la Hutte (+ Tasnières)	4	DDASS
22	SAINT-GELVEN	St Maudez	5	DDASS
22	HAUT-CORLAY	Ville Jouan	6	DDASS
22	PLEVIN	Ar Poulloudu	7	DDASS
22	TREBRY	Le Perchais	8	DDASS
22	PLESSALA	La Bernardais	9	DDASS

STATIONS EAUX SUPERFICIELLES 56

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Nom du cours d'eau ou non de la formation aquifère</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
56	St JEAN la POTERIE	Pont d'Aucfer	200499	L'OUST	CG35
56	AMBON	amont rivière de Penerf	V 440	Ruisseau d'Ambon	DDE
56	NOSTANG	amont rivière d'Etel	ET020	Moulin du Roch	DDE
56	PLUNERET	Tréauray	57- 0	Loch	DDASS
56	CLEGUEREC	Le Mangoër	53-0	Blavet	DDASS
56	ROHAN	Quengo	59-0	Oust	DDASS
56	FEREL	le Drezet	58	Vilaine	DDASS
56	LANOUEE	Caradec	60-0	oust	DDASS
56	HENNEBONT	Coët er Ver	55-0	Blavet	DDASS
56	LANDAUL	amont rivière d'Etel	ET080	Ruis. Demi-ville	DDE
56	MUZILLAC	etang de Pen Mur	67-0	Rivière de Muzillac	DDASS
56	THEIX	etang de Noyal	66-0	Noyal	DDASS
56	PLOERMEL	Etang au Duc	63-0	Yvel	DDASS
56	PLOUGOUMELLEN	amont immédiat pont N165	G 500	Sal	DDE
56	PLUNERET	aval barrage de Tréauray	G 420	Loch	DDE
56	PONT-SCORFF	Kereven	68-0	Scorff	DDASS
56	PONT-SCORFF	Pont-Scorff	S 130	Scorff	DDE
56	LE FAOUE	Barrégant	52	EIE	DDASS
56	BAUD	Le Guern	54-0	Blavet	DDASS
56	SAINT-CONGARD	Métairie du Bellée	62-0	Claie	DDASS
56	SAINT-CONGARD	Métairie du Bellée	61-0	Oust	DDASS
56	SURZUR	amont rivière de Penerf	V 430	Drayach	DDE
56	THEIX	amont chenal de St-Léonard	G 875	Ruis. St Leonard	DDE
56	VANNES	le Liziec	65-0	Liziec	DDASS
56	VANNES	Les Lavois	G 700	Marle	DDE
56	PRIZIAC	Le Grand Pont D132. Station Limnigraphique	187200	ELLE	DIREN

STATIONS EAUX SUPERFICIELLES 56

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Nom du cours d'eau ou non de la formation aquifère</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
56	LE FAOUET	Pont Priant	187701	STER-LAER	DIREN
56	PONT-SCORFF	AMONT DE PONT SCORFF	190550	SCORFF	AgenceEau LoireBretagne
56	LE SOURN	AVAL DE PONTIVY	192100	BLAVET	AgenceEau LoireBretagne
56	GUENIN	Pont de Guenin. Station limnigraphique	192830	EVEL	DIREN
56	BAUD	MOULIN DE QUINIPLY - AVAL DE BAUD	56-0	EVEL	AgenceEau LoireBretagne
56	QUISTINIC	Coet Organ (D23). Station Limnigraphique	193800	COET-ORGAN	DIREN
56	LANGUIDIC	AMONT D'HENNEBONT - TREBIHAN	194000	BLAVET	AgenceEau LoireBretagne
56	BRECH	AMONT DE PONT DE BREC'H	195000	LOC'H	AgenceEau LoireBretagne
56	ROHAN	AMONT DE ROHAN - ST SAMSON	196000	OUST	AgenceEau LoireBretagne
56	PLEUGRIFFET	La Tertraie	196449	OUST	DIREN
56	LOYAT	Tregadorey D129 Station limnigraphique	196950	YVEL	DIREN
56	SAINT-JEAN-BREVELAY	Kerhervy	198010	CLAIE	DIREN
56	SAINT-MARTIN	Le Guelin. Pont RD 777 -RTE ST GRAVE A ST MARTIN	199200	OUST	AgenceEau LoireBretagne
56	QUELNEUC	La Bigotaie Station limnigraphique	199490	AFF	DIREN
56	MOLAC	Le Quinquizio. Station Limnigraphique	199865	ARZ	DIREN
56	SAINT-DOLAY	AVAL DE REDON - PONT DE CRAN	216000	VILAINE	AgenceEau LoireBretagne

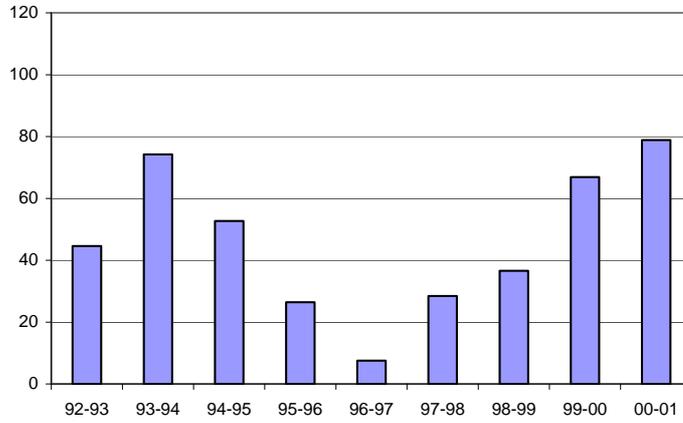
STATIONS EAUX SOUTERRAINES 56

<i>DEPT</i>	<i>COMMUNE</i>	<i>LIEU DIT</i>	<i>NUMERO D'USAGE LOCAL</i>	<i>Gestionnaire du réseau</i>
56	BEGANNE	Carrouis	74	DDASS
56	BRANDERION	Mané-Her	75	DDASS
56	GOURIN	Conveau	77	DDASS
56	GRAND-CHAMP	Locméren des Prés	78	DDASS
56	GUISCRIFF	Cadiguë	79	DDASS
56	PLUVIGNER	Kergoudeler	83	DDASS
56	PRIZIAC	Kervrehen	84	DDASS
56	QUESTEMBERT	Logo	85	DDASS
56	RADENAC	Pertu Rouge	86	DDASS
56	SERENT	Bréman	91	DDASS
56	TREFFLEAN	Crann	92	DDASS

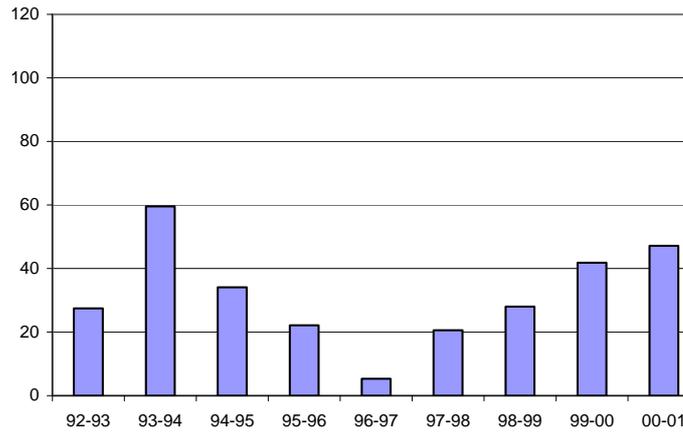
Annexe n°2 :
Evolution des flux d'azote nitrique
de 1992 à 2001

EVOLUTION DES FLUX D'AZOTE NITRIQUE EN KG PAR HA ET PAR AN
PERIODE 1992-2001
 (Années hydrologiques)

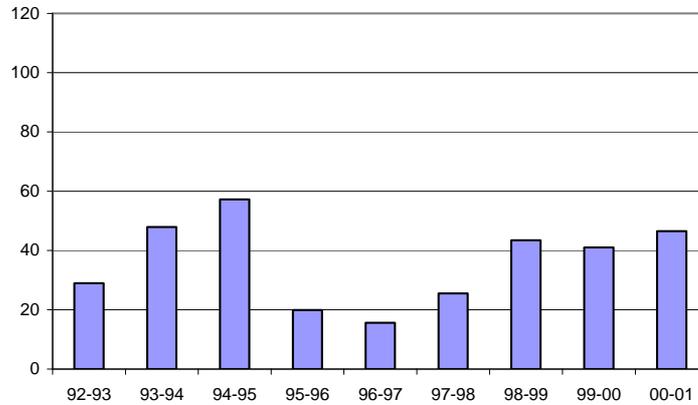
Station 04167000
 ARGUENON



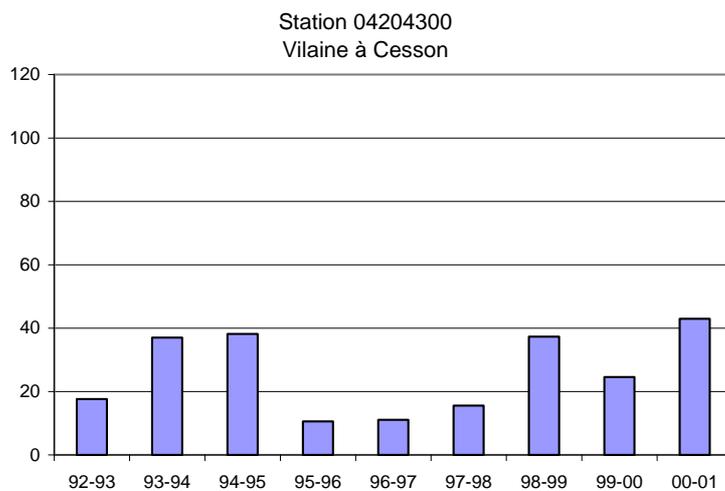
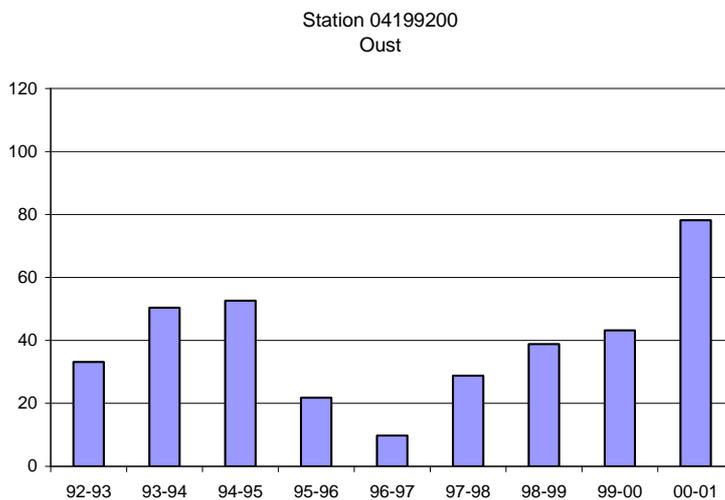
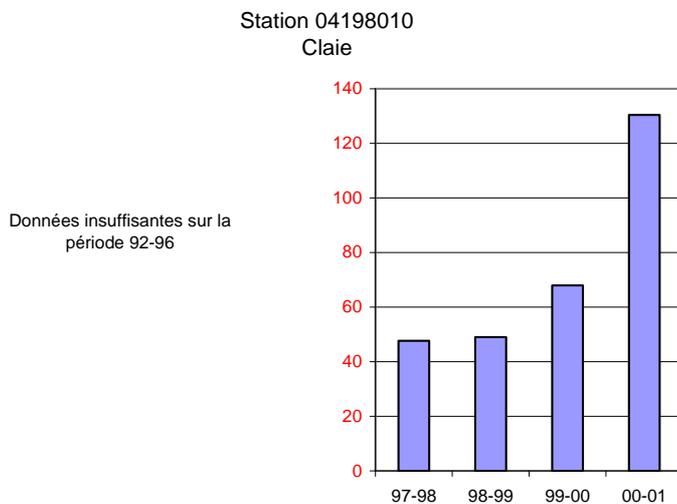
Station 04168140
 GOUESSANT



Station 04172570
 GUINDY

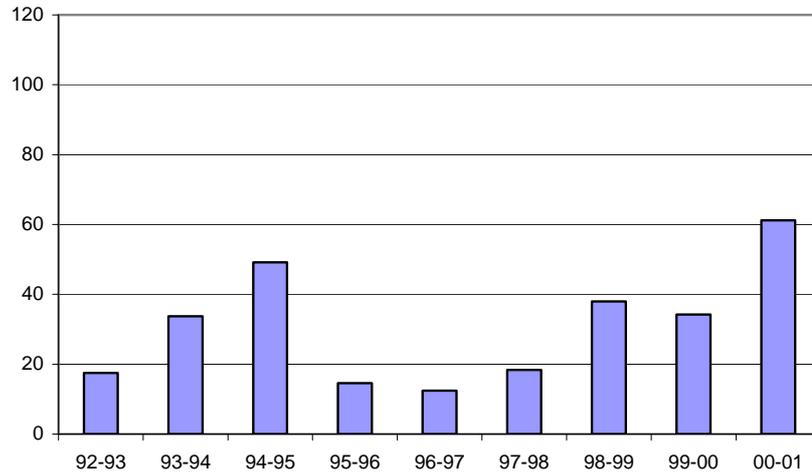


EVOLUTION DES FLUX D'AZOTE NITRIQUE EN KG PAR HA ET PAR AN
PERIODE 1992-2001
(Années hydrologiques)

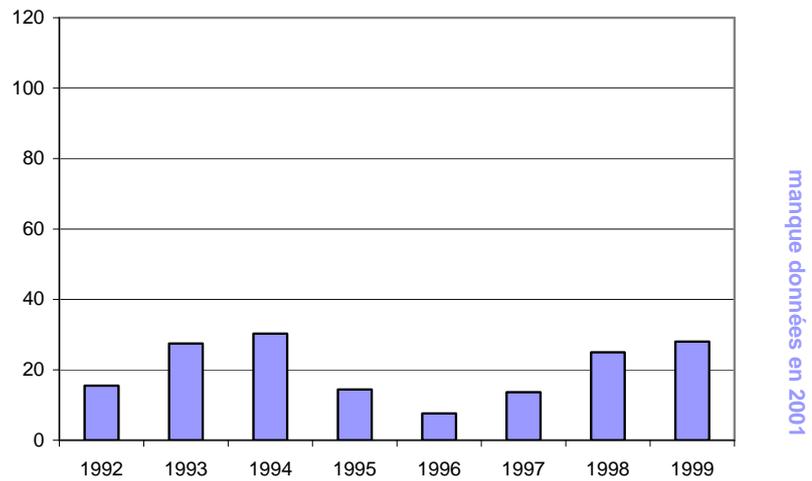


EVOLUTION DES FLUX D'AZOTE NITRIQUE EN KG PAR HA ET PAR AN
PERIODE 1992-2001
 (Années hydrologiques)

Station 04211000
Seiche

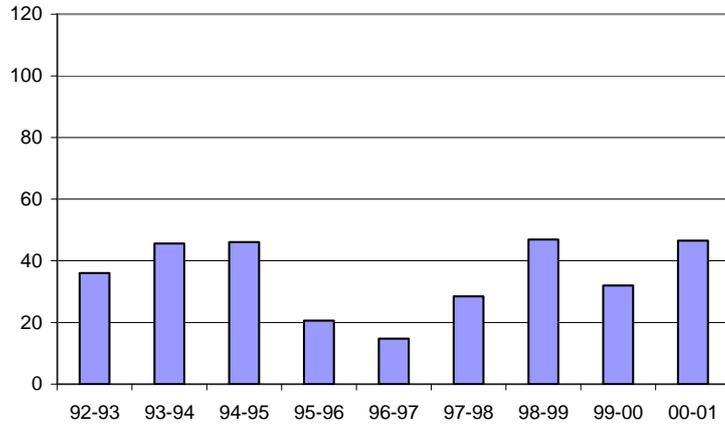


Station 04216000
Vilaine Aval

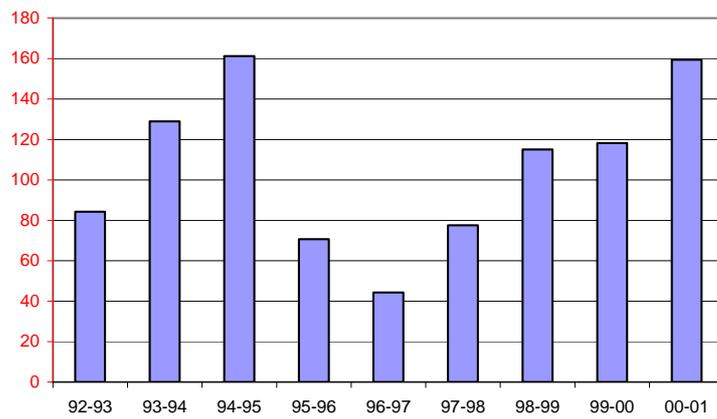


EVOLUTION DES FLUX D'AZOTE NITRIQUE EN KG PAR HA ET PAR AN
PERIODE 1992-2001
(Années hydrologiques)

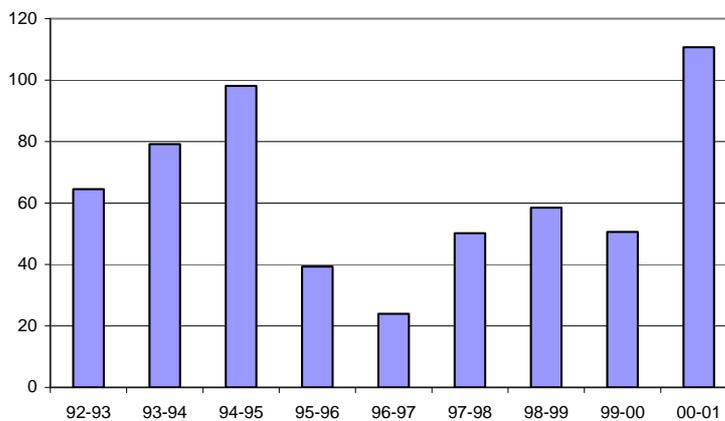
Stations 04174250
 Queffleuth



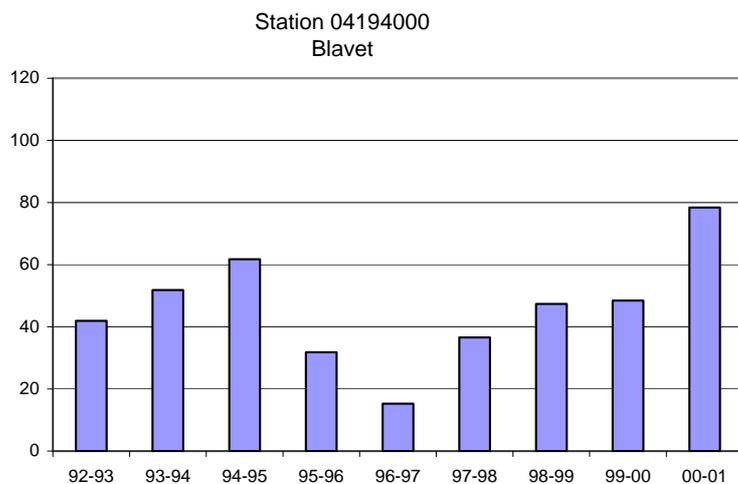
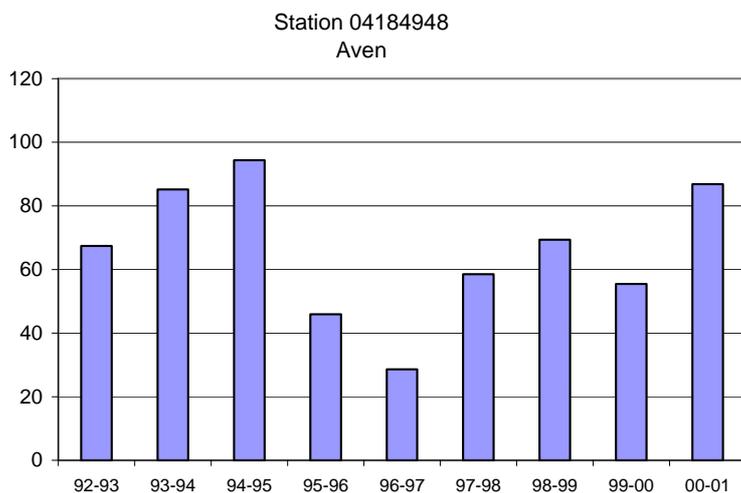
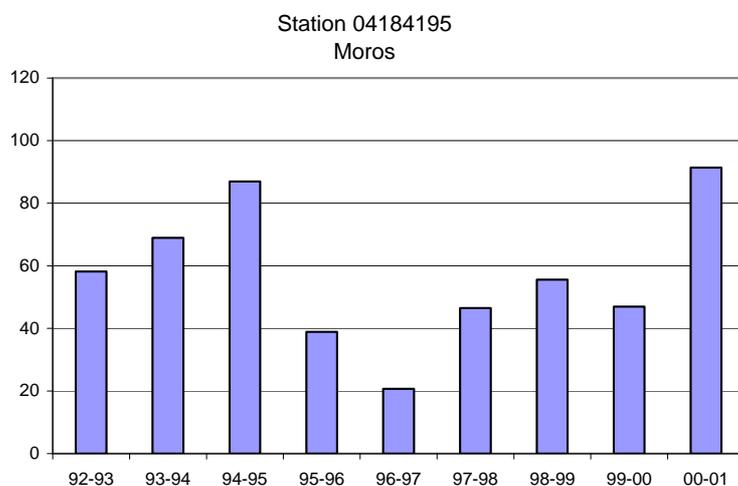
Stations 04174540
 Horn



Stations 04184150
 Styval



EVOLUTION DES FLUX D'AZOTE NITRIQUE EN KG PAR HA ET PAR AN
 PERIODE 1992-2001
 (Années hydrologiques)



Annexe n°3 : L'Eutrophisation des Eaux en Bretagne

**3^{ème} Campagne de surveillance de la teneur en Nitrates
des eaux douces réalisée dans le cadre de la Directive «Nitrates» n°91/676/CEE
du 12 décembre 1991**

Avant-Propos

Lors de la conclusion du rapport sur « **l'eutrophisation des eaux marines et saumâtres**¹ » rendu par IFREMER en 2001, pour la commission européenne, les auteurs ont sélectionné 25 zones « qui ne sont pas identifiées comme des zones sans problèmes d'eutrophisation », en France et qui seront suivies dans le cadre de la Procédure (exhaustive) Commune d'OSPAR.

Sur ces 25 zones françaises, 16 se situent en Bretagne.

On entendra par **Eutrophisation**, la « notion d'état enrichi [par les nutriments] à un point tel qu'il en résulte des nuisances pour l'écosystème et pour l'homme [...] Les conséquences néfastes de cet enrichissement sont : La production d'une biomasse algale excessive, voire déséquilibrée au point de vue de la biodiversité, et une hypoxie plus ou moins sévère qui résulte de la dégradation de cet excès de matière organique¹. »

L'ensemble de la bibliographie traitant des phénomènes d'eutrophisation met en avant les **Conditions environnementales** favorables qui président à la mise en place de ceux-ci. Ce sont les facteurs « primaires » limitant :

- L'éclairement : c'est avant tout l'énergie lumineuse qui contrôle les phénomènes d'eutrophisation. La turbidité, la profondeur des eaux et la saison sont donc prépondérantes
- L'hydrodynamisme : confinement de la masse d'eau, stratification, temps de séjour, etc.

Les conditions environnementales favorables aux phénomènes d'eutrophisation sont donc : des eaux bien ou suffisamment éclairées (peu profondes, peu turbides,...) et confinées (ralentissement, stagnations, stratifications horizontales, verticales,...)

Une fois ces conditions « Physiques » primaires réunies, l'ampleur, l'intensité du phénomène seront sous l'influence du niveau d'enrichissement des eaux en éléments nourriciers des espèces phytoplanctoniques et macroalgales : les **Nutriments N, P, Si,...**

Pour observer une eutrophisation des eaux, il faut donc, comme cette notion l'indique, que ces nutriments, Nitrates notamment, soient apportés en **excès**.

Les **Nitrates** ne sont pas la seule forme de l'azote minéral dissous qui entrent dans les cycles d'alimentation des populations algales. L'azote ammoniacal peut également être directement assimilé par les végétaux marins. L'azote organique fait aussi partie du cycle de l'azote et ses formes biodégradables peuvent redonner des nutriments azotés après minéralisation.

L'azote, qu'il soit sous forme de nitrates ou d'ammoniaque, est nécessaire, comme le phosphore, à l'apparition de l'Eutrophisation en **Eau Douce**, bien que le second élément soit le facteur limitant de l'intensité du phénomène. En **Milieu Marin**, la situation est généralement inverse et c'est l'azote qui règle l'importance de l'eutrophisation, notamment en période estivale.

En eau douce, l'eutrophisation du milieu se manifeste essentiellement par des efflorescences phytoplanctoniques. En milieu marin et sur le littoral, celle-ci peut revêtir une forme phytoplanctonique et/ou macroalgale (marée verte), selon les conditions environnementales.

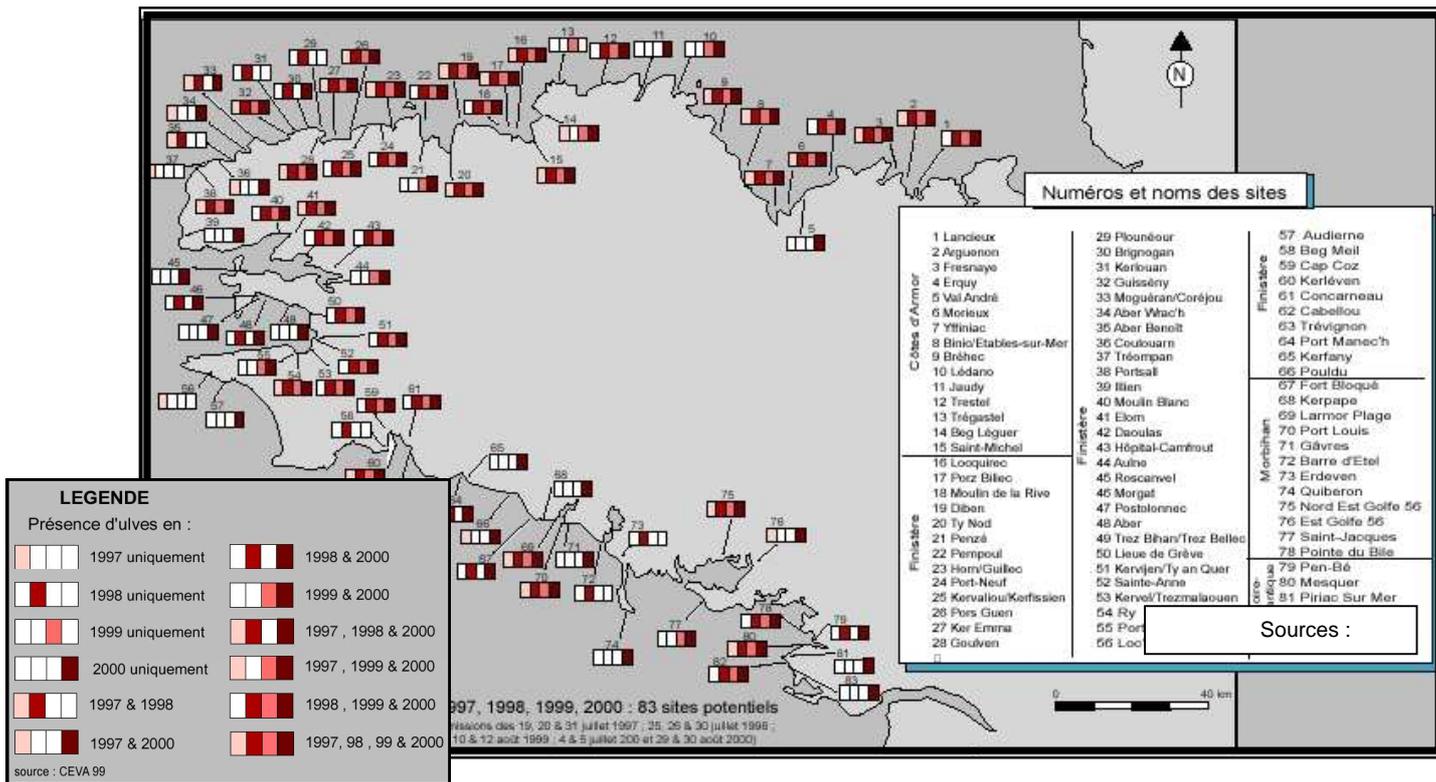
¹ « **L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France** »_Rapport IFREMER DEL/EC/01.02 – janvier 2001

A. Le Milieu Marin et Côtier

A1. Proliférations Macroalgales ou «Marées vertes»

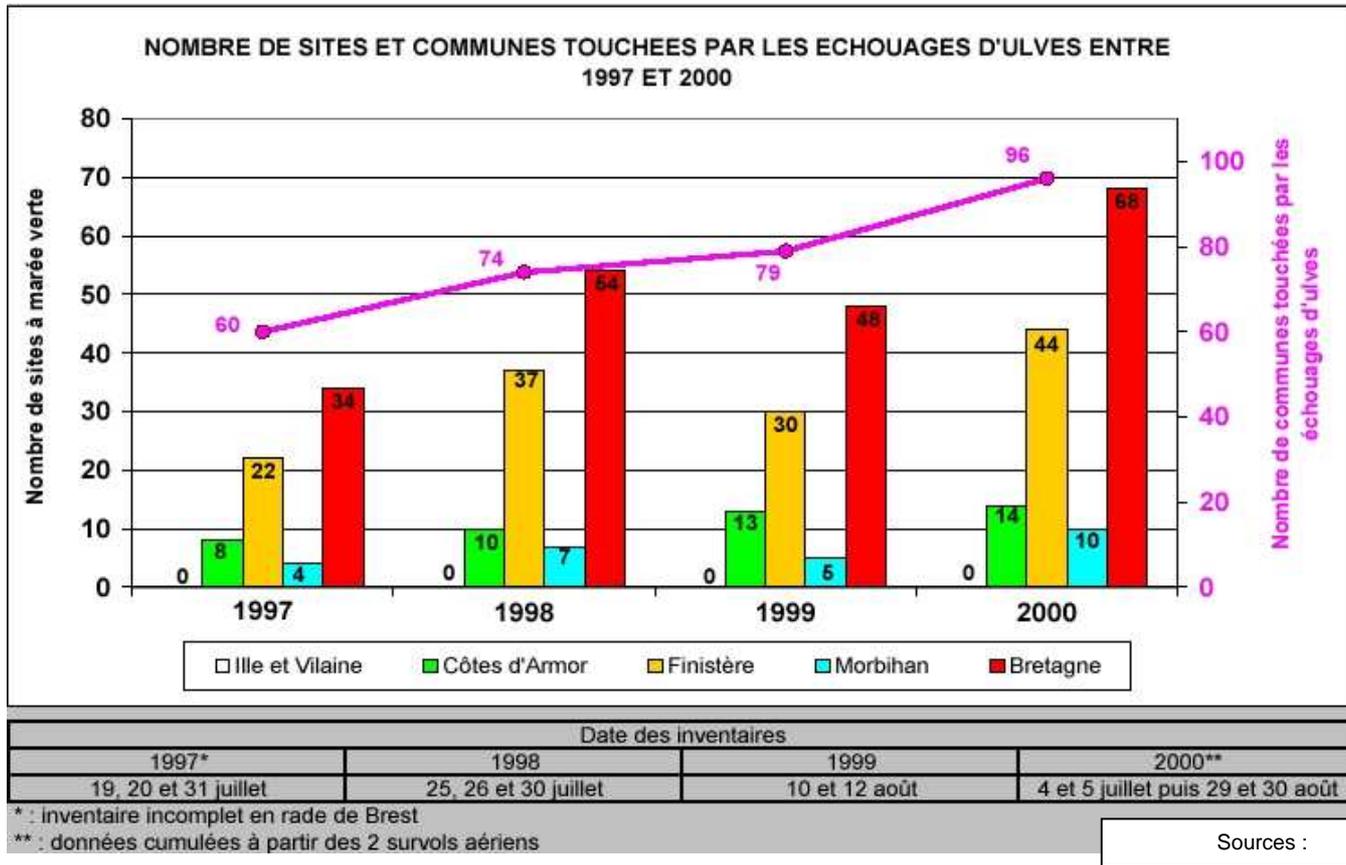
Les marées vertes qui affectent le littoral breton correspondent à des proliférations de chlorophycées de type *Ulva*. Les deux espèces d'ulves *U. Armoricana* et *U.rotundata* sont responsables des problèmes de proliférations macroalgales. Les premiers cas de prolifération sont apparus il y a une trentaine d'années dans quelques sites, ceux qui sont actuellement très lourdement et régulièrement touchés.

Actuellement ce sont en moyenne 50 sites qui sont affectés par ces proliférations chaque année (73 en 2000), et 83 sites ont été touchés au mois une fois en quatre ans (dont 25, quatre fois en quatre ans).



- Inventaires des sites à marées vertes (*Ulva* sp.) - en 1997, 1998, 1999 et 2000

Ces Ulves se développent au printemps et en été par croissance et multiplication végétative d'algues dérivantes. Celles-ci sont maintenues en suspension dans la colonne d'eau agitée et peu profonde du très proche littoral, au niveau de baies sableuses à pente douce où elles peuvent former un rideau flottant en bas de plages et assurer dans ces conditions un maximum de croissance. Le phénomène conduit localement à des échouages importants d'algues vertes, couvrant des estrans entiers et pouvant être définitivement rejetés en haut de plage ou leur dégradation constitue une nuisance olfactive et visuelle.

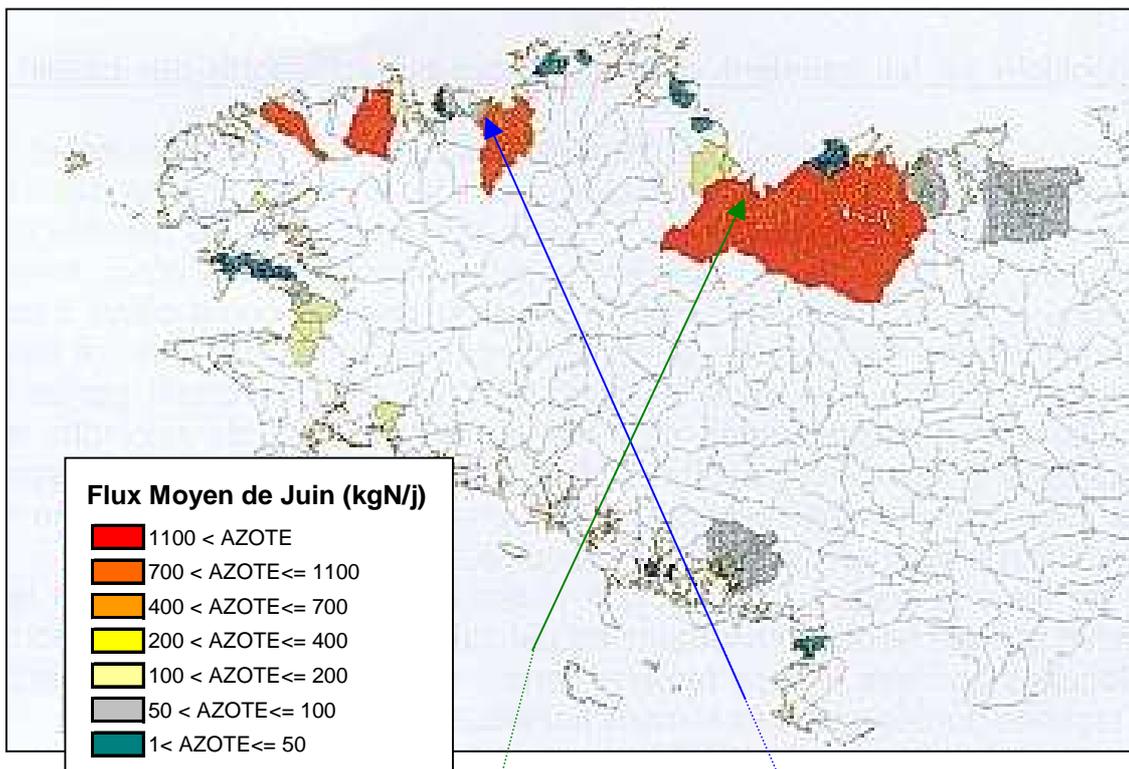


Lorsque les conditions environnementales favorables sont réunies (courant résiduel, dispersion de la masse d'eau faible, éclaircissement suffisant du fond,...), le facteur limitant la prolifération macroalgale est l'azote (inorganique) comme l'ont prouvé quasiment tous les auteurs ayant traité de la question. La corrélation positive entre l'abondance des marées vertes annuelles sur un site et le flux azoté délivré sur ce site en période de croissance des ulves apporte au niveau de l'écosystème entier un argument en faveur du rôle fondamental de l'azote.

Celui-ci est confirmé, au niveau des algues elles-mêmes par l'évolution saisonnière comparée de leurs teneurs en azote et phosphore : alors que la teneur en phosphore reste élevée, celle en azote subit systématiquement une profonde descente en fin de printemps l'amenant durant l'été au niveau connu pour interdire la croissance de l'algue. Enfin huit ans de déphosphatation des effluents urbains des agglomérations littorales bordant un site atteint en France (baie de Saint-Brieuc) n'ont pas réussi à provoquer une diminution de la prolifération des ulves. Le relargage en solution du phosphore, présent en abondance dans le sédiment l'empêche d'être limitant.

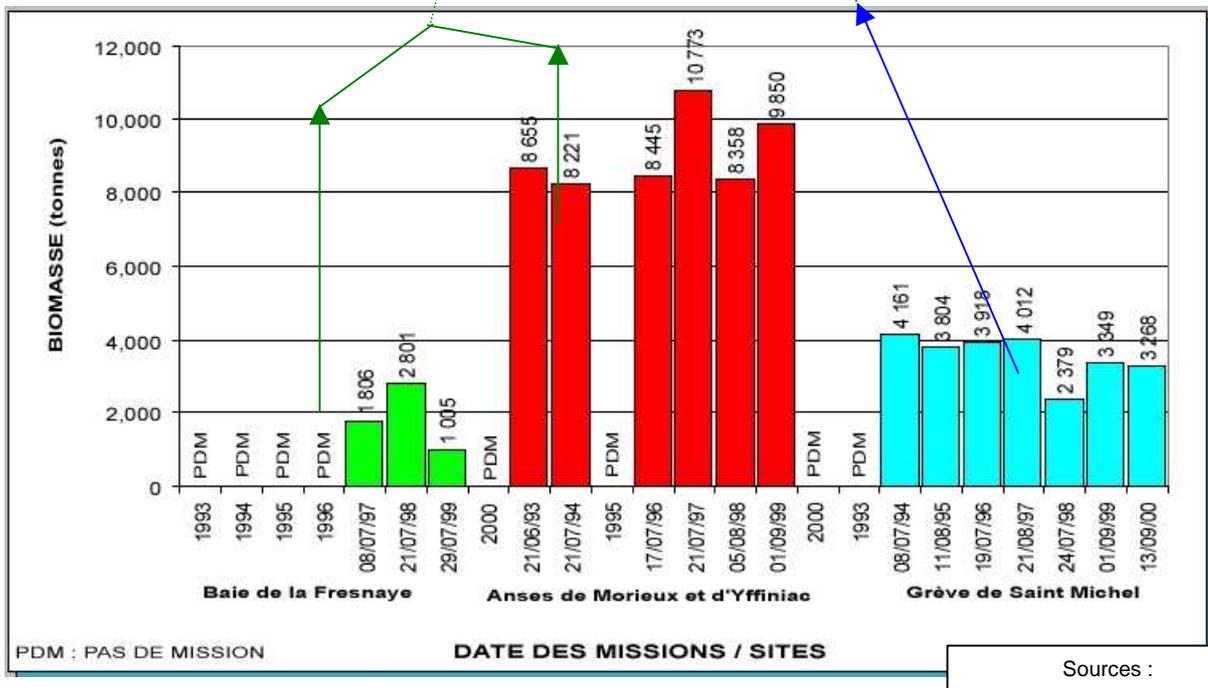
L'ulve est capable d'utiliser l'ion nitrate et l'ion ammonium avec cependant une préférence pour ce dernier. Sur le terrain, les flux d'azote soutenant les marées vertes sont très généralement à forte dominance nitriques. L'évolution croissante des apports azotés dans les eaux douces, puis dans les eaux littorales contrôle l'extension du phénomène de marées vertes. L'origine de ces apports est essentiellement agricole.

En croisant les différentes sensibilités d'un site littoral vis à vis des proliférations macroalgales (hydrodynamismes des eaux marines, hydrogéologie des apports terrigènes, excédents de fertilisation agricole des bassins versants côtiers), il est possible de classer les sites aux conditions environnementales sensibles par rapport au flux potentiel d'azote au mois de juin.



Flux moyens d'azote nitrique délivrés en Juin - par les bassins versants débouchant en zones sensibles aux marées vertes (Cartographie BRGM/IFREMER d'après les données de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne)

Apparaissent alors nettement les bassins qui se déversent dans les zones côtières effectivement affectées par de fortes accumulations d'ulves.



- Comparaison interannuelle de la Biomasse d'algues vertes - sur les sites à fortes proliférations

Des quantités plus ou moins importantes peuvent être produites, selon les sites. Les stocks d'algues vertes représentent le produit final du phénomène de marée verte et l'indicateur biomassique constitue de ce fait un

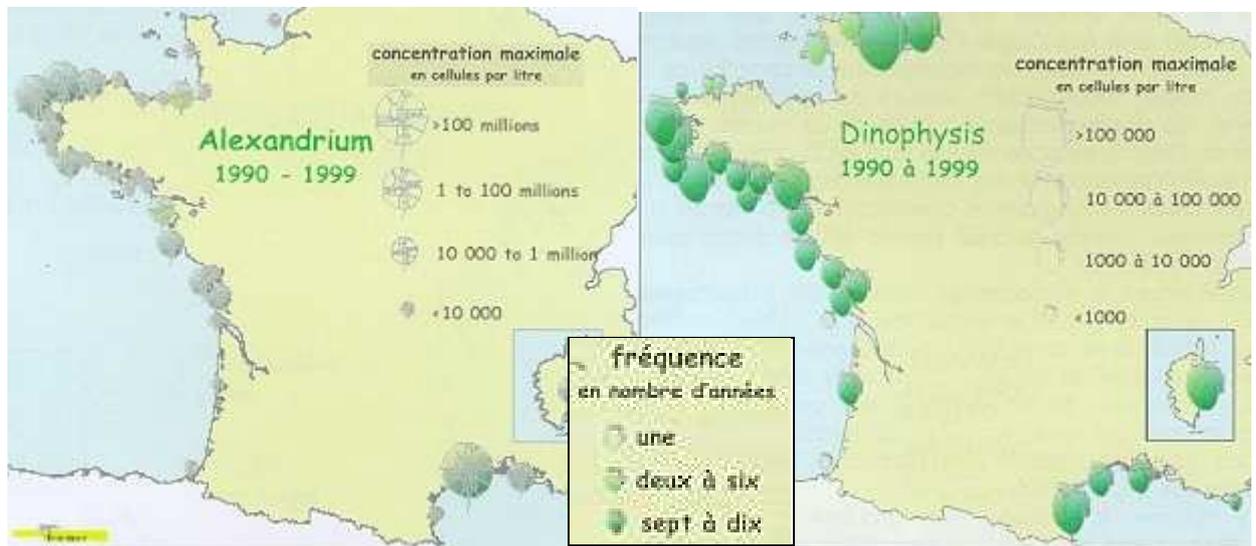
indicateur de suivi qu'il est évident de devoir saisir. Cependant, il apparaît aussi dans beaucoup des sites que ce stockage d'algues peut être soumis à de fortes variations interannuelles, indépendantes de celles des flux mais sous le contrôle de conditions météorologiques ayant un impact sur les facteurs hydrodynamiques de stockage et de transport des algues.

A2. Proliférations Phytoplanctoniques

Les proliférations massives du phytoplancton se manifestent par des colorations prononcées des eaux marines, parfois des odeurs nauséabondes et/ou d'abondantes formations d'écumes sur le littoral. On retrouvera le plus souvent ces efflorescences phytoplanctoniques, en printemps ou en été, dans les panaches de dilution des émissaires côtiers, et principalement ceux des fleuves tels que la Loire, la Seine ou la Viline.

A2. 1 - Proliférations Phytoplanctoniques toxiques

Depuis les années 70, un phénomène général de modifications des flores laisse apparaître un accroissement de l'abondance des espèces non-siliceuses, telles que les dinoflagellés. Certains représentants de cette population algale sont rendus responsables de la production de toxines dangereuses pour les organismes marins (*Gymnodinium mikimotoi*) ou pour l'homme consommateur de coquillages infestés (*Dinophysis* sp., *Alexandrium* sp., *Pseudonitzschia* sp.).



Répartition des concentrations maximales
- d' **Alexandrium** et de **Dinophysis** -
observées par le REPHY durant la décennie 1990 – 1999



Sur les côtes bretonnes, le genre *Alexandrium* tend à se développer dans des zones très côtières, relativement confinées - estuaires, baie (aquacole) semi-fermée – et qui reçoivent des eaux douces continentales riches en éléments nutritifs (N, P, ...). Les observations² réalisées dans la Baie de Morlaix (Rivières de morlaix et de la Penzé) entre 1997 et 1999 ont permis de démontrer que l'espèce se développait dans un milieu fortement enrichi en azote et en phosphore avec une prédominance très marquée des apports azotés. Il faut ajouter à ceci l'appétence particulière d'*Alexandrium* pour les nitrates, douée d'une grande capacité d'absorption pour cet azote inorganique. On retrouve ici une « adéquation » entre les flux terrigènes à dominance nitriques et la prolifération algale.

Pour Dinophysis, et autres dinoflagellés, la situation est plus nuancée. Certains auteurs pensent que le déséquilibre entre les nutriments (manque de silice, présence de phosphore et de nitrates) est responsable du bouleversement des populations phytoplanctoniques. Des résultats de modélisation mathématique d'écosystèmes côtiers eutrophisés, cohérents avec les évolutions constatées de Dinophysis par le REPHY³, ont montré, sur les côtes du Calvados (panache de dilution de la Seine), une progression des flagellés avec de fortes valeurs du rapport Azote/Silicium.

Un modèle, réalisé en 1997 (Hoch et Ménésguen) simulant l'évolution des compartiments diatomées et dinoflagellés au gré des approvisionnements en nutriments sur la façade littorale de la Manche, montre que l'effet des apports d'azote est quatre fois plus prononcé sur la production des dinoflagellés que sur celle des diatomées, pourtant largement dominantes.

A2. 2 - Proliférations Phytoplanctoniques et hypoxies

² « Étude des causes de prolifération de microalgues toxiques en mer : Cas d'*Alexandrium* par P. Morin*, É. Érard-Le Denn**, J.F. Maguer*, C. Madec*, C. Videau*, J. Le Grand** et É. Macé* - * Laboratoire de Chimie Marine et ** Département Environnement et Littoral Écologie Côtière / Proliférations Phytoplanctoniques_ UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE _IFREMER - Centre de Brest _Novembre 2000

³ REseau de surveillance du PHYtoplancton et des phycotoxines

Outre les phénomènes de « phycotoxicité » de certaines flores, le développement d'une biomasse importante de phytoplancton peut être suivi par une baisse considérable des concentrations en oxygène dissous dans l'eau (dégradation du Phytoplancton et respiration).

Un certain nombre de sites côtiers, souvent au débouché d'estuaires, sont le siège de ces phénomènes.

La Baie de vilaine, la baie la plus eutrophisée des côtes françaises, a atteint le stade de l'anoxie mortelle, en Juillet 1982, avec une forte mortalité de poissons et d'invertébrés benthiques.

Hormis les conditions environnementales favorables, ce sont les flux de nutriments qui contrôlent l'intensité de ces blooms phytoplanctoniques.

Une modélisation mathématique (Chapelle et al., 1994) des phénomènes d'eutrophisation dans cette baie a confirmé que la production primaire était fortement influencée par les apports de la rivière et limitée par le phosphore au printemps quand la vilaine est en crue, par l'azote en été, quand celle-ci est en étiage.

Selon ce modèle, sur une base annuelle, une réduction de 70% des apports en azote induit une baisse de 25% de la production phytoplanctonique, tandis qu'une baisse équivalente des apports en phosphore entraîne 10 % d'infléchissement de cette production.

Au-delà de la production « interne » de ces zones estuariennes, c'est la matière organique d'origine continentale qui peut être rendue responsable des fortes désoxygénations et de son cortège catabolique. Au sein de l'estuaire de la Loire, les hypoxies importantes, entraînant des mortalités piscicoles, ont été imputées à l'eutrophisation du milieu fluvial.

La matière organique, issue de la production massive de phytoplancton dans les eaux douces superficielles – donc, eutrophisées - va contribuer à l'appauvrissement en oxygène de la zone estuarienne.

B. Les Eaux Douces

La dynamique des peuplements végétaux aboutissant à ces productions de matière organique est là encore à relier aux nutriments disponibles pour leur croissance mais aussi, voire surtout, comme précédemment, aux conditions environnementales. Pour conserver une unité par rapport au milieu marin, l'intensité des développements en eau douce sera ici approchée essentiellement sous l'angle des pousses algales. (L'omission volontaire de l'analyse des peuplements macrophytiques et autres végétaux supérieurs ne doit pas faire oublier l'importance de ceux-ci dans la caractérisation des phénomènes d'eutrophisation.)

A l'instar du milieu marin, les conditions d'éclairement (luminosité, turbidité,...) et l'hydrodynamisme (confinement des masses d'eau, les temps de séjour, ...) sont les facteurs « primaires » du développement algal en eaux douces.

Comme précisé en avant-propos, en eau douce, les peuplements algales majoritaires sont essentiellement phytoplanctoniques. La notion d'eutrophisation de ces milieux fait référence à un état d'enrichissement provoquant des déséquilibres qualitatifs des écosystèmes rencontrés. Cet enrichissement des eaux est bien évidemment lié aux apports en nutriments (N, P, Si,...), facteurs « secondaires » de ces développements, mais déterminants.

En eau douce, le facteur de maîtrise des proliférations algales est le phosphore, en règle générale (cf. travaux de Vollenweider pour l'OCDE). Dans une gamme de concentrations allant jusqu'à environ 0,2 mg P/l (ou 0,6 mg PO₄/l de Phosphore dissous), cet élément semble être le facteur limitant les développements algaux³. Au-delà, comme c'est assez souvent le cas dans les rivières bretonnes (en particulier en étiage), le phosphore est en excès (comparativement aux excédents marins); les concentrations sont alors largement suffisantes pour déclencher l'eutrophisation.

A côté de ce rôle préalable du phosphore, le rôle des nitrates, notamment sur la typologie des peuplements phytoplanctoniques lors de l'intensification des phénomènes, reste à étudier.

Ainsi, bien qu'il soit difficile de connaître le mode d'implication effectif de ces nutriments dans les fluctuations des populations algales⁴, ces éléments sont indéniablement impliqués dans les potentialités (nutritives) de développement, dans les degrés et les durées des efflorescences.

B1. Caractérisation Générale des phénomènes d'eutrophisation

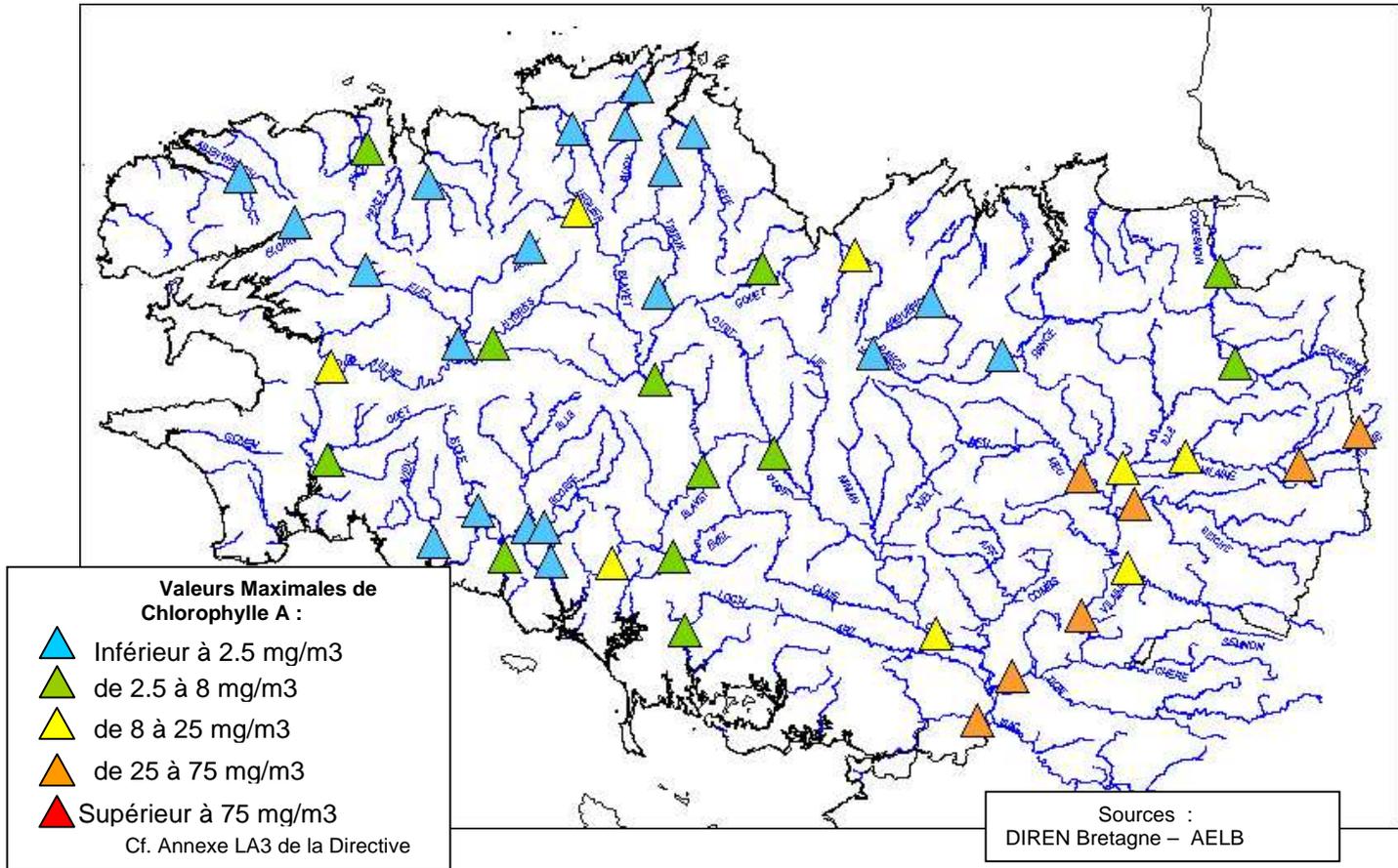
La sensibilité des milieux à l'eutrophisation phytoplanctonique est appréciée, ici, par un groupe de paramètres attestant :

- de la manifestation effective des « blooms » algaux : production de biomasse chlorophyllienne
- et/ou du risque d'eutrophisation : Evolutions d'espèces polluo-sensibles traduisant les niveaux d'enrichissement en nutriments.

La mesure des concentrations en Chlorophylle A permet d'apprécier l'intensité du développement de micro-algues, en dépit du fait que les familles de phytoplancton sont différemment dotées de ce pigment.

³ Etude IFEN menée sur 23621 observations de 1976 à 1997, du mois d'avril à Octobre inclus - Source Données AELB/RNDE – Les données de l'environnement N°48 – Octobre 1999 - IFEN

⁴ Il existe peu de bibliographie disponible, pour les eaux douces bretonnes eutrophisées ou leurs équivalences, sur l'appétence d'une population phytoplanctonique pour tel type de nutriments ou sa dynamique reproductive en fonction des conditions physico-chimiques, en dehors d'appréciations généralistes sur la polluo-sensibilité, et/ou les conditions environnementales favorables au développement. Des études complémentaires comme sur le milieu marin permettraient d'affiner l'approche.



Qualification de l'Eutrophisation des Cours d'eaux en 2000 avec le paramètre Chlorophylle A

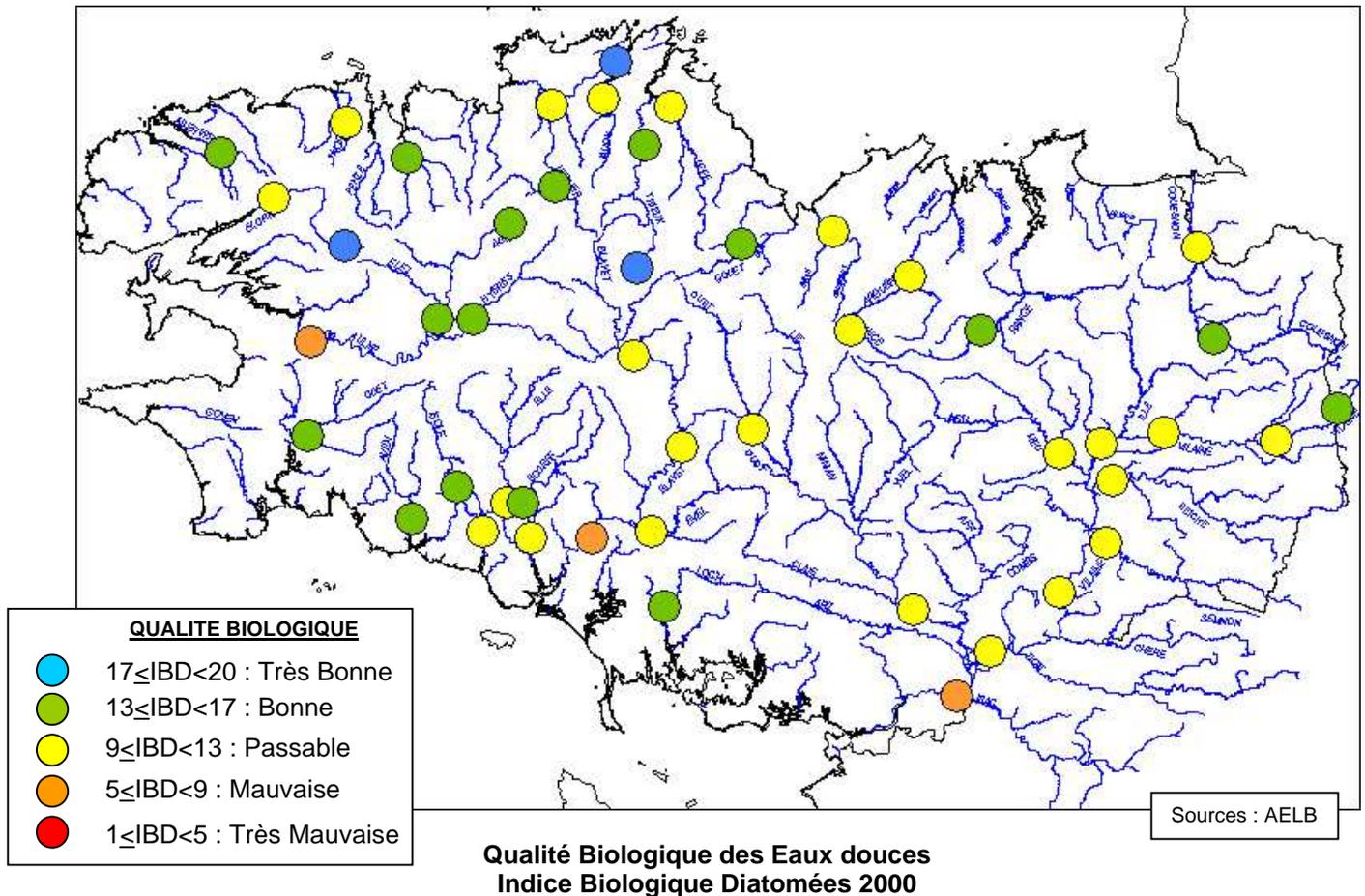
L'Est et le Sud-Est de la région, bassin de la vilaine et autres cours d'eau à faibles pentes et étiages sévères, représentent les secteurs et milieux les plus touchés.

A contrario, alors que les apports en nutriments ne sont pas moindres, la plupart des rivières de Bretagne occidentale, aux eaux vives, semblent peu atteintes ou de façon discrète par ces floraisons phytoplanktoniques, ce qui laissera supposer que les flux véhiculés par ces eaux impétueuses vont alimenter en aval les « blooms » algaux marins.

Cependant, bien que ces eaux courantes soient peu propices aux floraisons d'algues en suspension, on notera le « rééquilibrage » de cette partition géographique au travers de l'analyse (IBD⁵) des populations de diatomées benthiques qui vivent fixées sur différents supports immergés (pierres, plantes aquatiques,...).

Partie intégrante des populations phytoplanktoniques des eaux douces, la flore des diatomées, contrairement à d'autres organismes, ne dépend pas du support sur lesquelles on les trouve, mais seulement de la qualité physico-chimique de l'eau.

⁵ Indice Biologique Diatomées



Bien que subsiste un particularisme occidental, l'examen de l'IBD montre que certains cours d'eau côtiers révèlent des populations de diatomées affectant des milieux chargés en nutriments, donc potentiellement eutrophes au gré des conditions environnementales (plans d'eau, stratification et confinement en zone estuarienne,....).

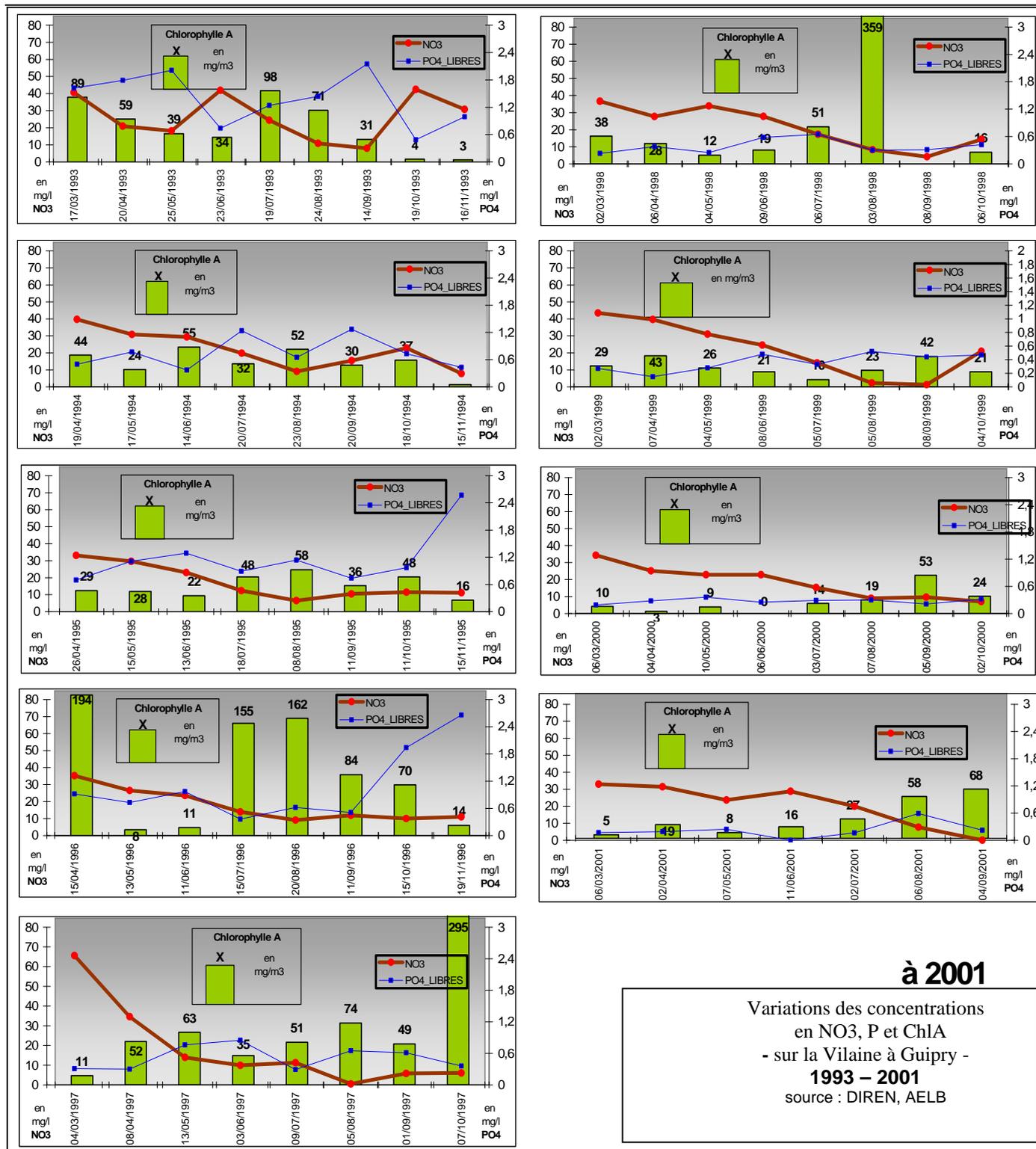
S'il l'on détaille les 2 types d'observations ci-dessus, on constatera que les milieux les plus affectés sont des retenues ou plans d'eau, des canaux et des rivières lentes en aval d'agglomérations, de rejets industriels ou de bassins versants fortement soumis à des apports diffus d'origine agricole.

B2. Cas de quelques rivières lentes

Au cours d'une période de temps couvrant les trois campagnes de surveillance des teneurs en Nitrates, nous avons examiné, sur quelques rivières lentes, les variations de concentrations en nutriments (N et P) et de densité de populations phytoplanctoniques (au travers des concentrations en Chlorophylle A).

Les représentations de ces fluctuations sont « centrées », année par année, sur les périodes de développement, des hautes aux moyennes eaux du printemps, jusqu'aux basses eaux automnales.

de 1993



Aux vues des évolutions des paramètres NO₃, P et ChlA, sur la vilaine à Guipry (graphes ci-dessus), ainsi que sur l'Aulne Aval, le Blavet inférieur, et, l'Oust et le Meu, affluents de la Vilaine, trois grandes tendances se dégagent :

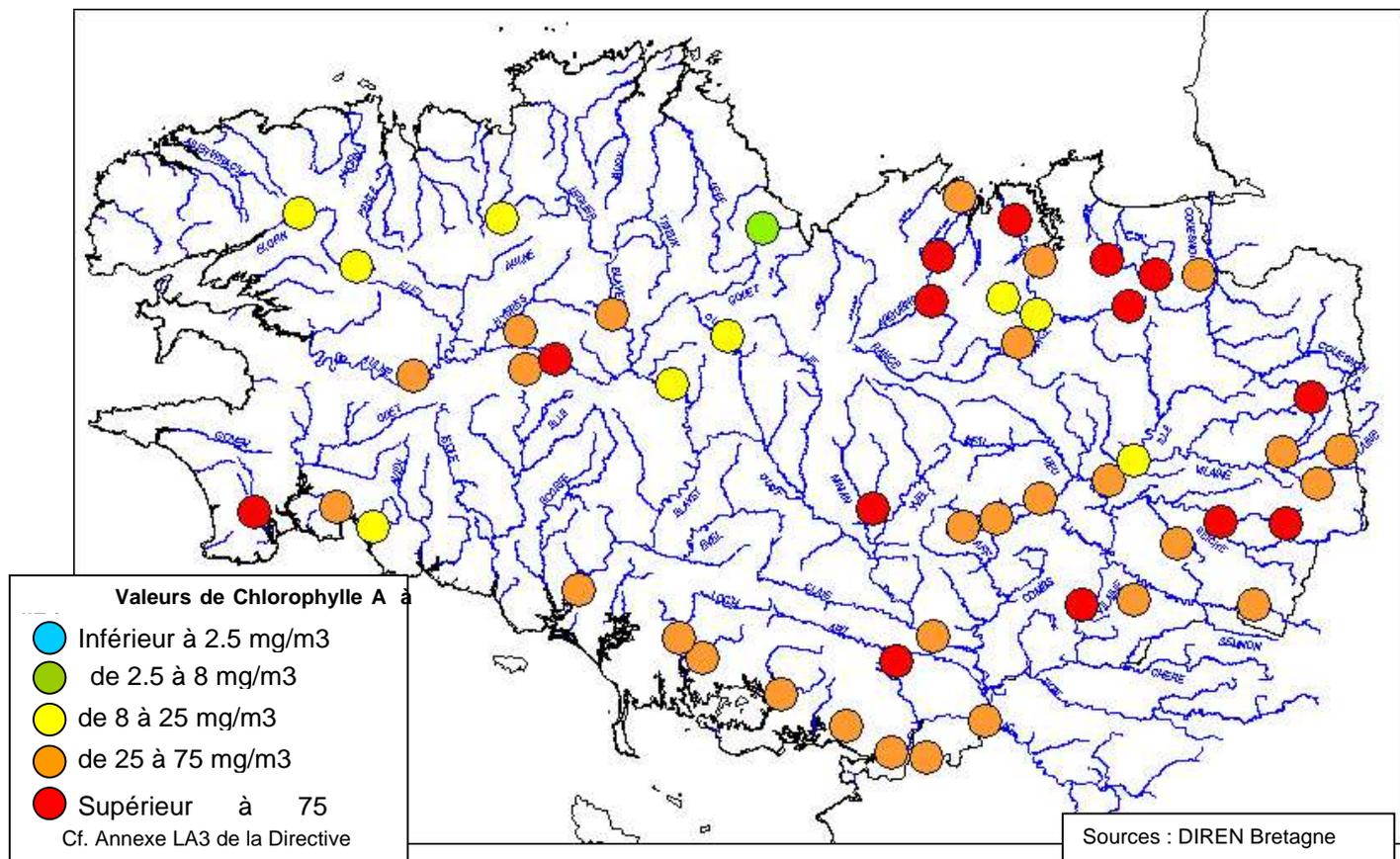
- Les années sèches 96 et 97 ont globalement été le siège des Maxima de concentrations en Chlorophylle A. Avec l'augmentation de la pluviométrie, en 98,99,2000 et 2001, et donc des débits, les maxima ont chuté en dépit des flux élevés de nutriments, ce qui confirme le rôle fondamental des conditions environnementales (qui conditionnent, notamment le taux d'approvisionnement, du milieu environnant les populations algales naissantes, en nutriments biodisponibles).
- Le constat suivant est relatif à la répartition des concentrations maximales en P dissous (ici, exprimées en PO₄). Les valeurs maximales se concentrent sur les 3 à 4 années qui précèdent ces années sèches. Et au cours de cette période de temps, elles sont majoritairement supérieures à 0.6 mg PO₄/l.
- Enfin, pour les teneurs en Nitrates, hormis la « classique » décroissance des concentrations vers l'étiage et leur relative dilution en période pluvieuse, on notera que le pas de temps mensuel utilisé ici n'est pas adapté à une interprétation de l'influence de ce nutriment sur les phases de croissances phytoplanctoniques.

B3. Plans d'eau, peuplements phytoplanctoniques et cyanotoxine:

Plans d'eau

Etant donnés les apports en nutriments sur de nombreux bassins versants en amont de ces « réservoirs », il n'est pas surprenant d'y retrouver des peuplements importants de micro-algues.

Une étude récente, réalisée par l'Université de Rennes 1⁶ pour la DIREN Bretagne, sur 52 retenues ou canaux, fait un bilan ponctuel (été 2001: Septembre-Octobre) des niveaux d'eutrophisation des plans d'eau.



Qualification de l'Eutrophisation des Eaux douces en Retenues ou Canaux à l'Étiage 2001 avec le paramètre Chlorophylle A

L'évaluation de l'intensité des phénomènes, toujours examinés sous l'angle des concentrations en Chlorophylle A (les Classes de qualité utilisées sont les mêmes que pour les cours d'eau, Annexe LA3 de la Directive) montre un territoire régional fortement affecté.

La spécificité occidentale tend à disparaître, bien que des cours d'eau du Nord-Ouest (Elorn, Gouet, Guic,...) semblent moins touchés.

Cette approche semble conforter l'hypothèse qui veut qu' « une eau courante qu'on ralentit fait du végétal comme un sportif qu'on sédentarise fait du gras » (G.Barroin, INRA Thonon les Bains).

Peuplements phytoplanctoniques

Sur les 52 plans d'eau examinés, lors de l'étude de l'Université Rennes 1, les représentants des familles dominantes de Phytoplancton lors des phénomènes d'eutrophisation constatés témoignent assez justement des degrés plus au

⁶ « Evaluation des efflorescences à Cyanobactéries dans des cours d'eau et plans d'eau bretons » C.VEZIE-L.BRIENT.G.BERTRU_ Université de Rennes I – U.M.R.Ecobio6553 _Nov.2001

moins avancés des altérations (Ex. :Stephanodiscus hantzschii, pour les diatomées, montrant une aisance certaine en milieu pollué).

☞ Les familles et espèces rencontrés dans les milieux affectés sont caractéristiques de milieu eutrophique et même dystrophique.

Généralement, la succession classique des familles, de la fin de l'hiver à l'automne, est :

DIATOMEES – CHLOROPHYCEES –CYANOPHYCEES

C.Reynolds, spécialiste de la dynamique du plancton depuis les années 70, a mis en œuvre des modèles simples permettant d'expliquer l'apparition de ces successions et a classé des associations de microalgues en intégrant les paramètres des conditions environnementales que sont la turbidité, la luminosité, la morphologie générale du lac,...Il a ainsi pu déterminer les stratégies préférentielles des populations algales rencontrées : Celles qui s'adaptent soit à une abondance de lumière et nutriment, soit à une carence en nutriment, soit à une carence en lumière.

Les populations et associations algales dominantes rencontrées en Septembre et Octobre 2001, sur les retenues bretonnes, témoignent de stratégies :

- majoritairement, d'adaptation à des carences en lumière, indépendamment des apports nutritifs (sans doute suffisants) : Microcystis, Aulacoseira, Stephanodiscus, Oscillatoria,...
- et d'adaptation à une carence en azote : Anabaena, Aphanizomenon,...

Le bilan récent d'un suivi analytique quinquennal d'une retenue en Ille et vilaine, la cantache, a montré que les successions des associations algales dominantes dépendaient essentiellement des conditions environnementales. Les populations de diatomées, chlorophycées et cyanophycées dominantes, dans le temps, montre une relative indépendance vis à vis de la quantité de nutriment disponible - Quantité suffisante : Cette retenue est soumise à de fortes concentrations en Azote (dépasse fréquemment les 50 mg/l) et Phosphore (dépasse fréquemment 0.4 à 0.5 mg P/l) -.

Ces constats confortent la nature primaire du contrôle des conditions environnementales sur les phénomènes d'eutrophisation. Les concentrations en Nutriments, ou les rapports de ceux-ci (N/P, Si/P,...) apparaissent encore une fois comme secondaires. La mise à jour des influences préférentielles des nutriments nécessite sans doute l'étude détaillée des phénomènes de proliférations, d'enkystements, de sénescences des différentes populations algales, comme cela a été le cas pour le milieu marin.

Cyanotoxine

Depuis une vingtaine d'année, on observe en Bretagne, une augmentation de la fréquence et de l'intensité d'apparition des cyanobactéries. Les résultats de l'étude de l'Université Rennes 1⁷, en 2001, ne feront pas fléchir cette tendance.

Les résultats des campagnes d'investigations ont montré la dominance, voire la co-dominance, des cyanophycées sur la majorité des plans d'eau : **40 sur 52**.

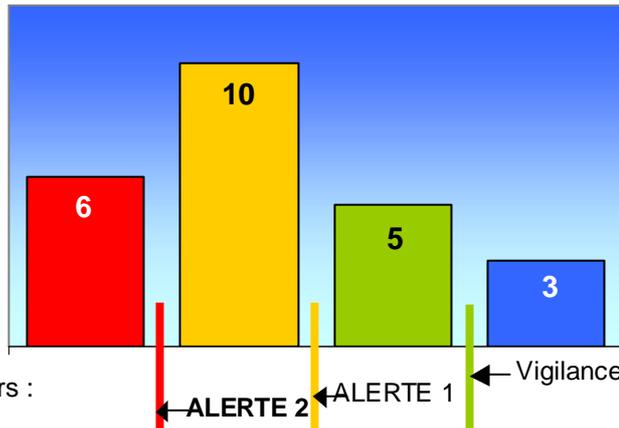
Hormis l'influence écologique (en terme d'ombrage et de broutage) des cyanobactéries sur les autres producteurs primaires et sur le zooplancton, cette population algale est potentiellement responsable de production de toxines, pouvant induire des risques pour la santé des animaux domestiques et sauvages (empoisonnement direct, chronique, bio-accumulation,...), ainsi que pour la santé humaine (irritations, allergies, intoxication,...).

Concernant les prélèvements ponctuels réalisés en 2001, **27 des 52** échantillons révèlent des concentrations en Toxines supérieures à la Concentration Limite Tolérée proposée par l'OMS (1µg/l en équivalent microcystine-LR par litre) pour une eau de consommation.

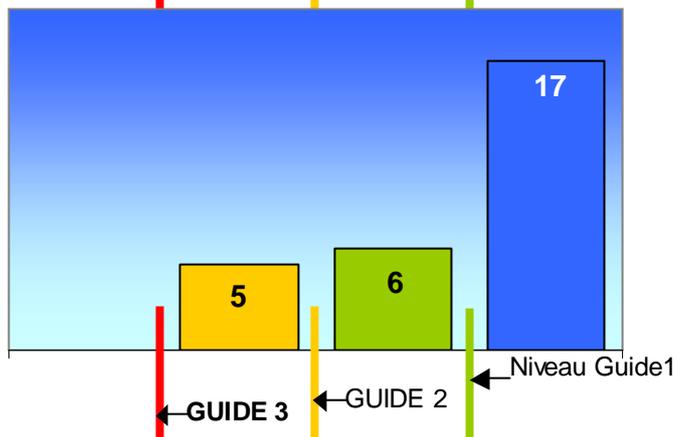
L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande, à partir des paramètres de biomasse, des niveaux guide (de 1 à 3) pour les eaux de baignades et des niveaux de vigilance et d'alerte (Vigilance , Alerte1 et Alerte2) pour les eaux destinées à la production d'eau potable.

Dans notre cas, en répartissant l'investigation effectuée, lors de l'été 2001, par Usages, on a :

Pour 24 sites à destination AEP :



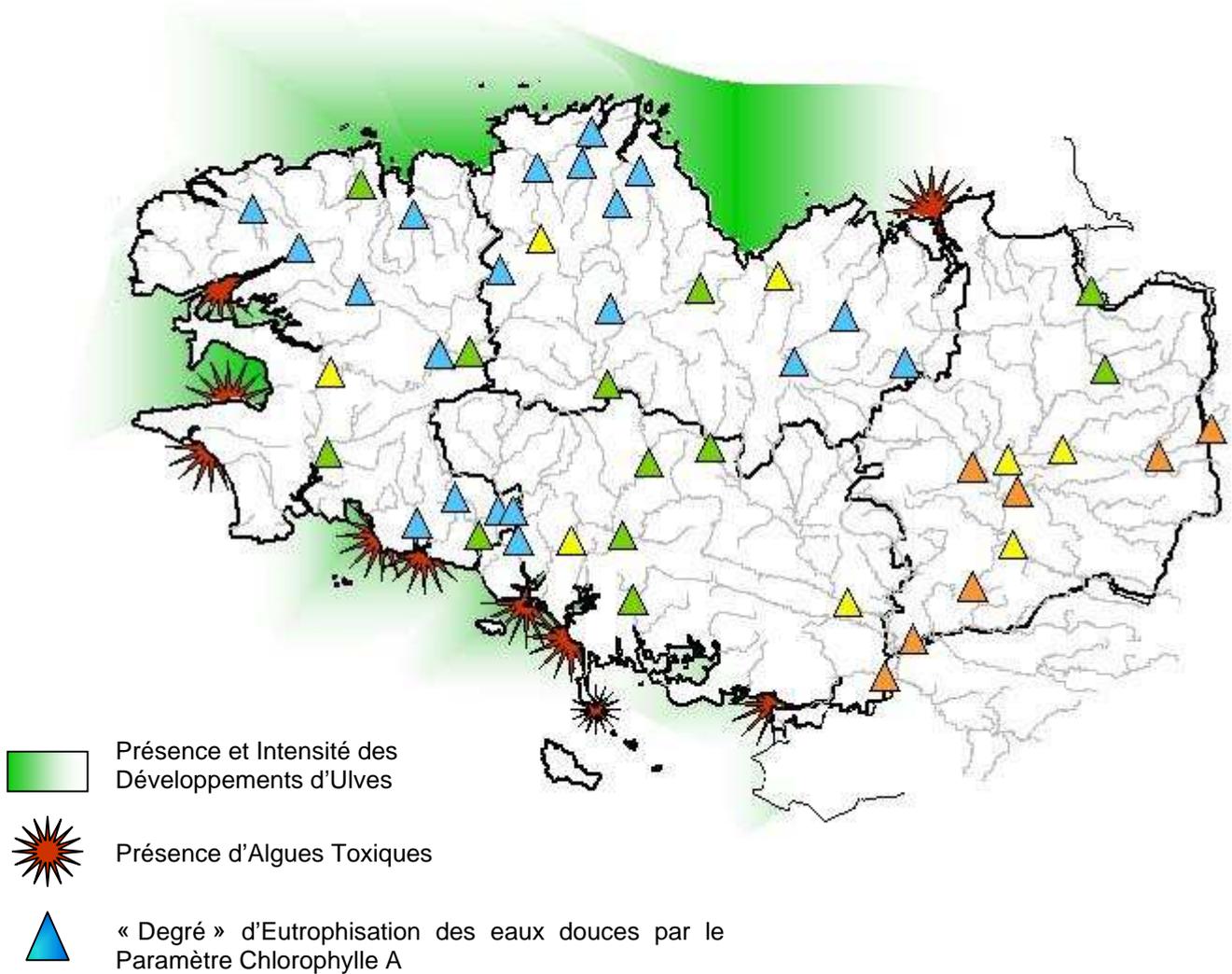
Pour 28 sites à destination Eaux de Loisirs :



⁷ « Evaluation des efflorescences à Cyanobactéries dans des cours d'eau et plans d'eau bretons » C.VEZIE-L.BRIENT.G.BERTRU_ Université de Rennes I – U.M.R.Ecobio6553 _Nov.2001

Conclusions

L'ensemble des informations présentées ici laisse apparaître, pour cette 3^e Campagne de surveillance, un état des lieux où les milieux aquatiques sont lourdement affectés par l'eutrophisation, mais sans nette aggravation par rapport aux deux campagnes précédentes.



Synthèse Schématique des phénomènes d'eutrophisation en 2000 caractérisés par la biomasse algale

Deux constats généraux ressortent du schéma page précédente :

- l'apparente « santé » des rivières vives du Nord-Ouest de la Bretagne contraste avec l'affectation des milieux côtiers par les « blooms » d'algues vertes. Cette juxtaposition d'observation conforte l'idée selon laquelle ces flux « inutilisés » abondent les eaux côtières et sont mis à profit dans les proliférations macroalgales. Connaissant l'appétence de ces dernières pour l'Azote et bien que les conditions environnementales semblent y être moins favorables, quand serait-il du Littoral Sud/Sud-Est si les rivières y débouchant n'effectuaient pas de « pré digestion » de cet élément, ici illustrée par un degré d'eutrophisation plus intense qu'au Nord-Ouest ?

- A l'inverse, alors que la côte Nord est quasiment indemne de proliférations d'algues toxiques en 2000 (à l'exception de la Rance où *Alexandrium* semble trouver les nitrates qu'elle désire), la Côte Sud/Sud-Ouest est cette année encore le siège des proliférations de *Dinophysis*. Considérant l'effet de l'apport de l'azote sur cette population de phytoplancton marin (exposé au § A2.1 p6), il faudra considérer que la « pré digestion » des flux ne suffit pas, à elle seule, pour contrecarrer les effets de la combinaison excédents azotés produits/déficit éventuel en silice des eaux douces - du fait de leur hydrogéologie - débouchant sur la frange littorale.

Si pour l'eutrophisation des eaux douces, l'influence des matières azotées, en particulier des flux d'azote nitrique, est encore à étudier, pour les phénomènes siégeant en zones côtière et marine, aux débouchés des apports terrigènes et, donc, soumis à ceux-ci, l'impact de l'azote tend à se confirmer.