

La qualité de l'eau, par où commencer ?

Planification

DCE : Bon état écologique des milieux aquatiques à l' échéance 2015

SDAGE (Schéma directeur)

SAGE: Coordination et territorialisation des objectifs

Opérations de bassin versant (ex: Plan Algues Vertes)

Actions



ÉTAT D'AVANCEMENT DES SCHÉMAS D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX (SAGE) EN BRETAGNE - Janvier 2013



Stade d'avancement des Schémas d'aménagement et de gestion des eaux

- Phase d'élaboration
- Phase de mise en oeuvre
- Première révision



La qualité de l'eau



L'état écologique des eaux de surface (cours d'eau, plans d'eau, eaux de transitions...)



Paramètres biologiques



Paramètres physico-chimiques



Paramètres hydro-morphologiques



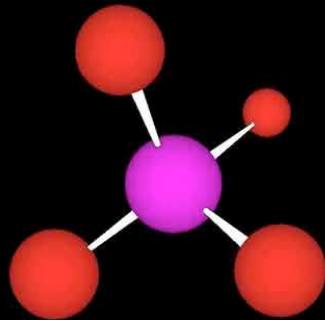
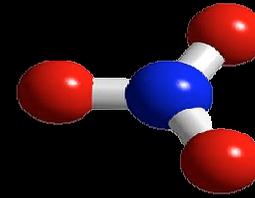
Polluants spécifiques

Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement

Paramètres par élément de qualité	Limites des classes d'état				
	très bon	bon	moyen	médiocre	mauvais
Bilan de l'oxygène					
oxygène dissous (mg O ₂ .l ⁻¹)	8	6	4	3	
taux de saturation en O ₂ dissous (%)	90	70	50	30	
DBO ₅ (mg O ₂ .l ⁻¹)	3	6	10	25	
carbone organique dissous(mg C.l ⁻¹)	5	7	10	15	
Température					
eaux salmonicoles	20	21.5	25	28	
eaux cyprinicoles	24	25.5	27	28	
Nutriments					
PO ₄ ³⁻ (mg PO ₄ ³⁻ .l ⁻¹)	0.1	0.5	1	2	
phosphore total (mg P.l ⁻¹)	0.05	0.2	0.5	1	
NH ₄ ⁺ (mg NH ₄ ⁺ .l ⁻¹)	0.1	0.5	2	5	
NO ₂ ⁻ (mg NO ₂ ⁻ . l ⁻¹)	0.1	0.3	0.5	1	
NO ₃ ⁻ (mg NO ₃ ⁻ . l ⁻¹)	10	50	*	*	
Acidification¹					
pH minimum	6.5	6	5.5	4.5	
pH maximum	8.2	9	9.5	10	
Salinité					
conductivité	*	*	*	*	
chlorures	*	*	*	*	
sulfates	*	*	*	*	

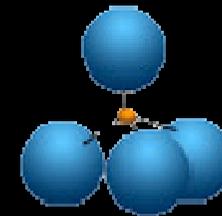
I. Les sels nutritifs - Présentation

Les sels azotés (NO_3 , NO_2 , NH_4) fournissent aux végétaux l'azote nécessaire à la synthèse des acides aminés constituants essentiels des protéines.



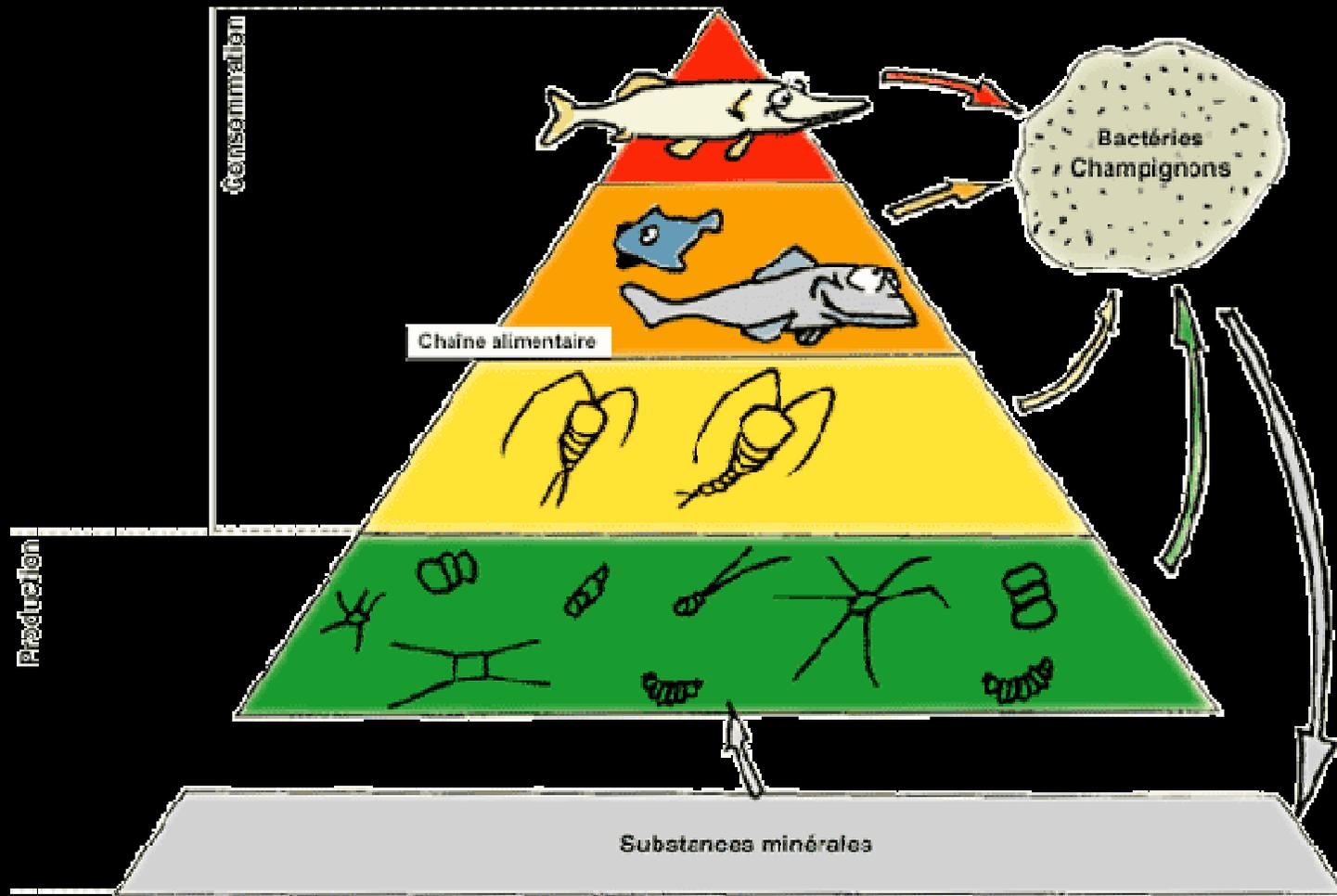
Le phosphore utilisé par les végétaux sous forme de phosphate (HPO_4) est nécessaire à la synthèse des molécules riches en énergie (ATP).

La silice dissoute est pour 95% sous forme d'acide silicique (Si(OH)_4) est nécessaire aux algues siliceuses comme pour les diatomées et est un élément clé pour un bon état des écosystèmes aquatique.



I. Les sels nutritifs - Présentation

Les sels nutritifs sont des sels minéraux dissous...



I. Les sels nutritifs - Présentation

Origine naturelle des nitrates

Transformation de la matière organique en décomposition par les microorganismes du sol. ^LSEP

Composé organique \rightarrow ammonium \rightarrow $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^- \rightarrow \text{NH}_4^+$



Origine naturelle des phosphates

Le phosphore est dérivé de l'altération des phosphates de calcium des roches de surface, principalement de l'apatite.

Autre exemple: Guano riche en phosphate



I. Les sels nutritifs - Présentation

Origine naturelle des silicates

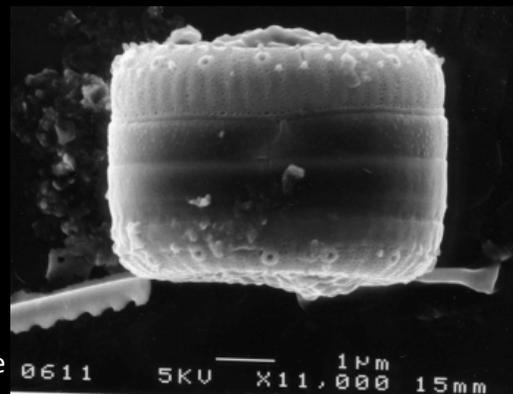
Le silicium « Si », constituant 37 % de la croûte terrestre, est présent en haute concentration dans divers minéraux (granit, cristaux, améthystes, obsidiennes....).

La silice subit dans l'eau une faible hydrolyse qui aboutit à la formation d'acide orthosilicique $\text{Si}(\text{OH})_4$, faiblement acide et stable à pH neutre.



Quartz

Dissolution du frustule de diatomées



Diatomée centrique



Diatomites

II. Dégradation de la qualité de l'eau - Constat



L'impact des activités humaines

I. Les sels nutritifs - Présentation

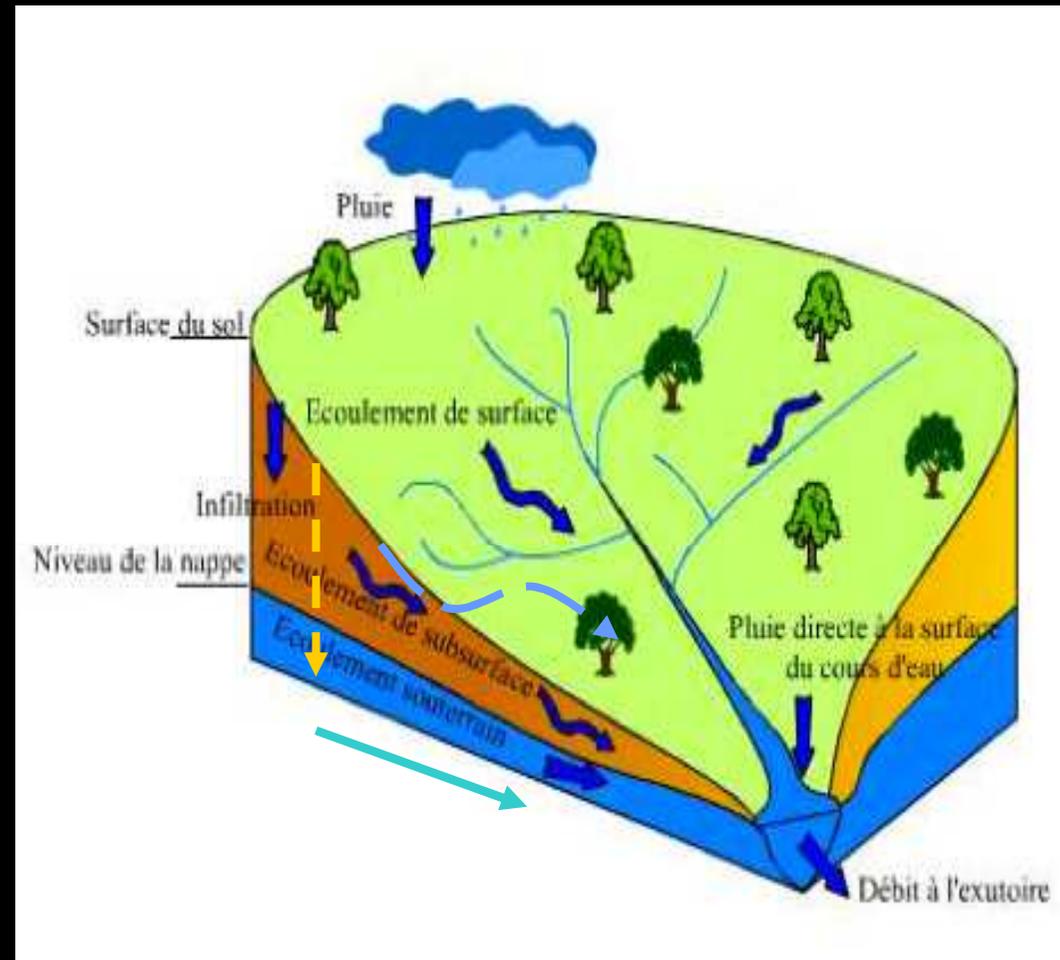
Leurs transferts dans le bassin versant

Infiltrations

Écoulement de surface
et de subsurface (lessivage)

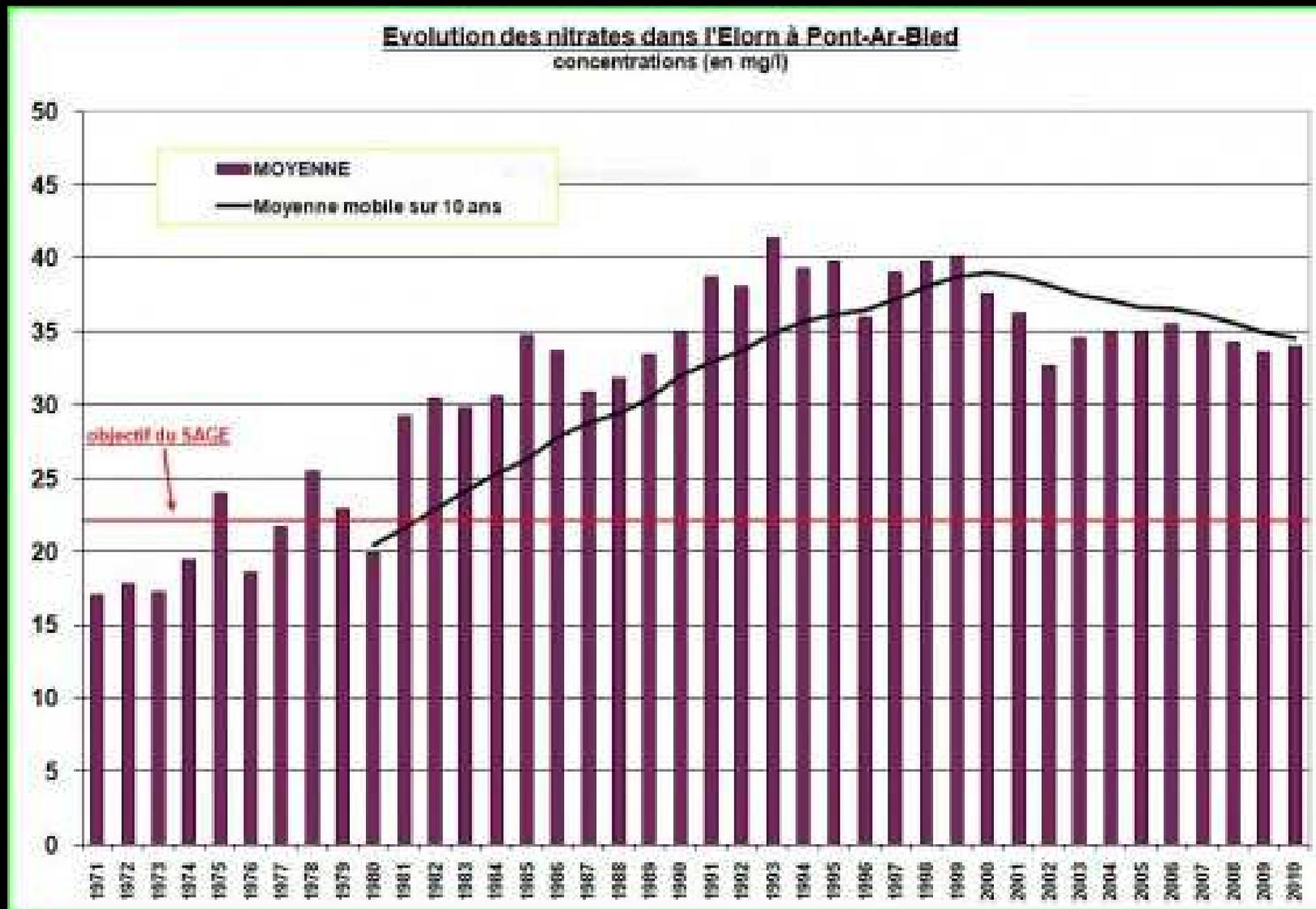
Écoulement souterrain

- débit de la rivière
- l'abondance des précipitations
- la taille des réserves souterraines



jouent un rôle plus ou moins important dans le transferts des sels nutritifs vers le cours d'eau et ensuite la zone côtière

II. Dégradation de la qualité de l'eau - Constat



Source: Sage de l'elorn

II. Dégradation de la qualité de l'eau - Constat

Enrichissement en nitrates et en phosphates entraîne une dégradation +/- marquée de la qualité des eaux.

Problèmes pour la
potabilisation de l'eau des
rivières



Augmentation des formes
d'**eutrophisation**
en zone littorale



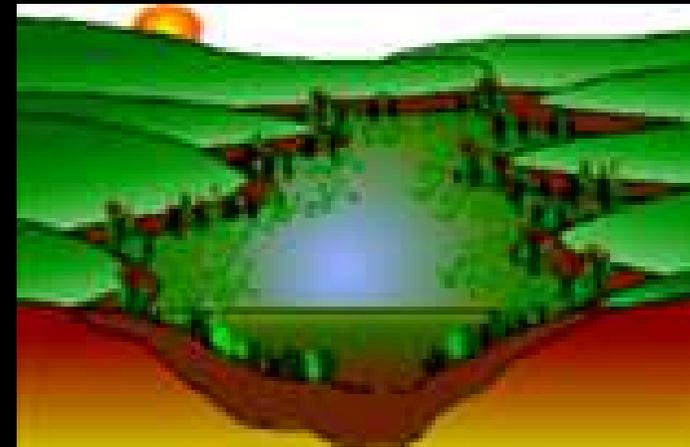
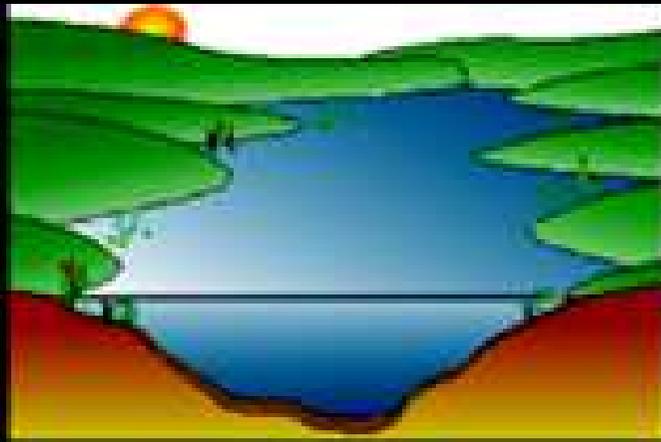
III. L'eutrophisation - Principe

Processus d'enrichissement des eaux en sels nutritifs (N,P) et en matière organique

Eutrophisation

Dystrophisation

EVOLUTION NATURELLE
plusieurs milliers d'années

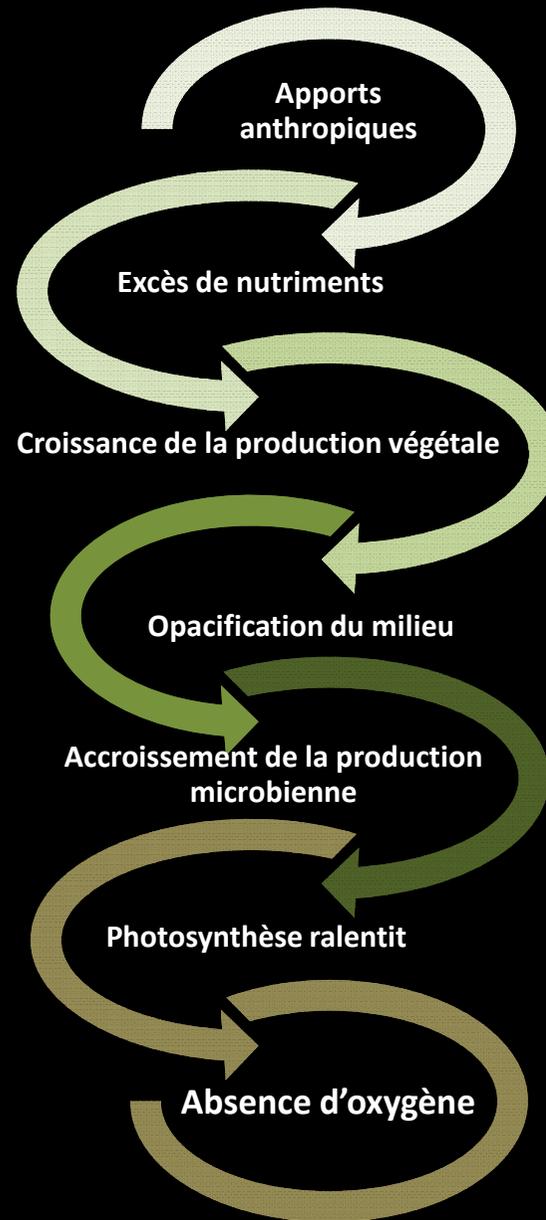


D'après <http://www.memphremagog.org>

EVOLUTION ARTIFICIELLE
Quelques dizaines d'années

III. L'eutrophisation - Principe

Réactions en chaine



III. L'eutrophisation - Impact

Illustration de l'asphyxie de milieux Aquatiques



III. L'eutrophisation – Les différents apports

Pollution ponctuelle



Apports industriels



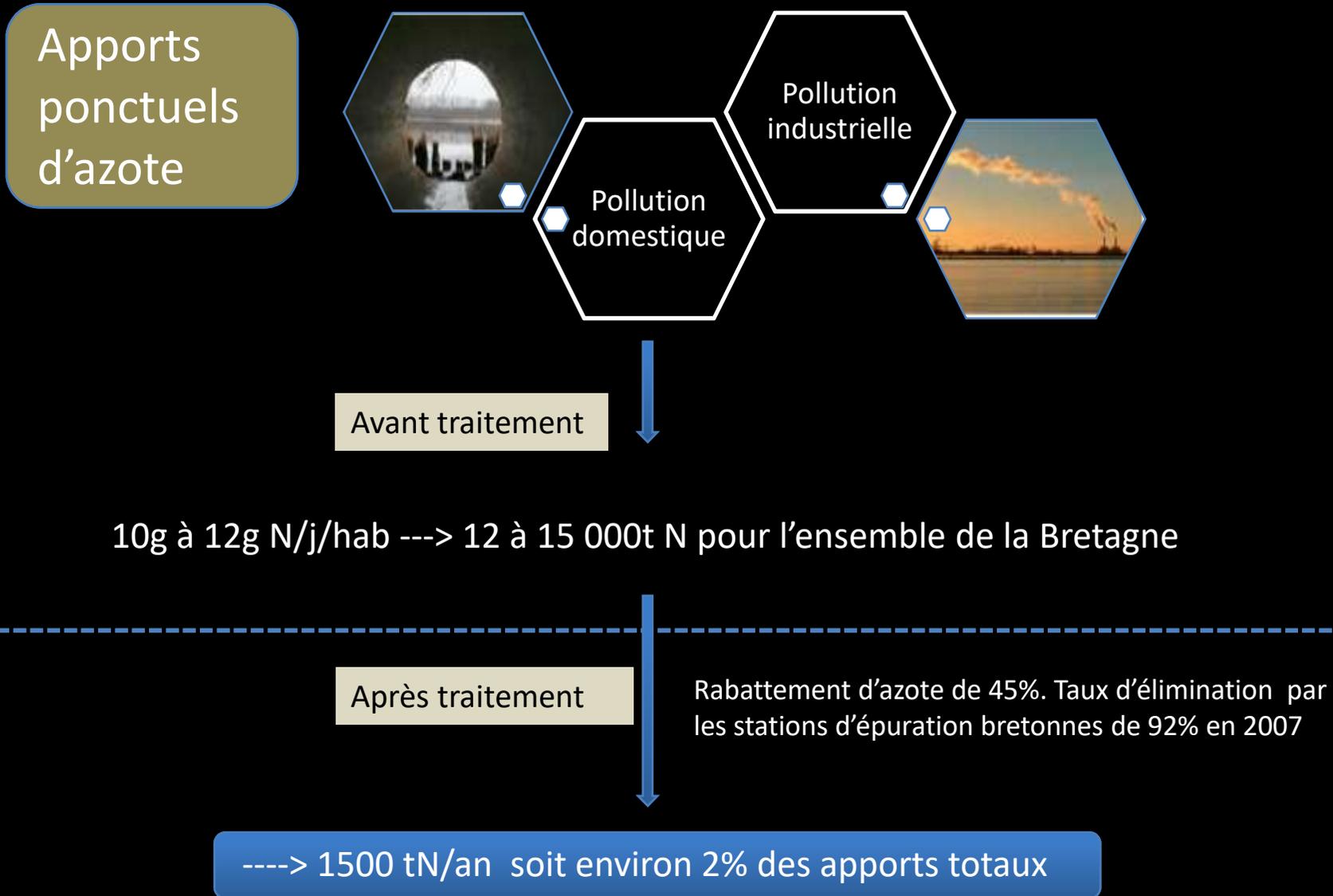
Apports agricoles

Apports domestiques

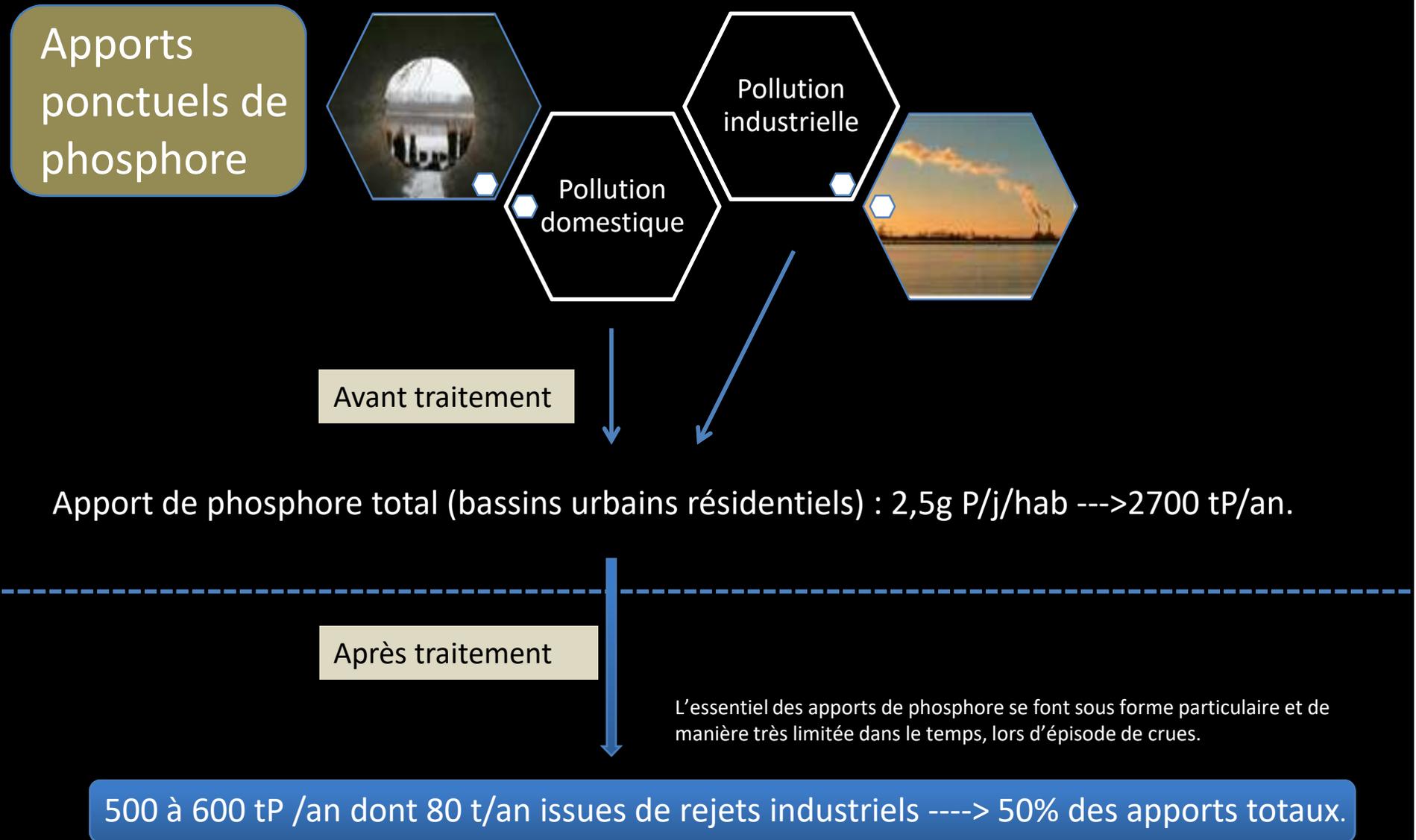


Pollution diffuse

III. L'eutrophisation – Les différents apports



III. L'eutrophisation – Les différents apports



III. L'eutrophisation – Les différents apports

Apports diffus
d'azote



Pollution
agricole



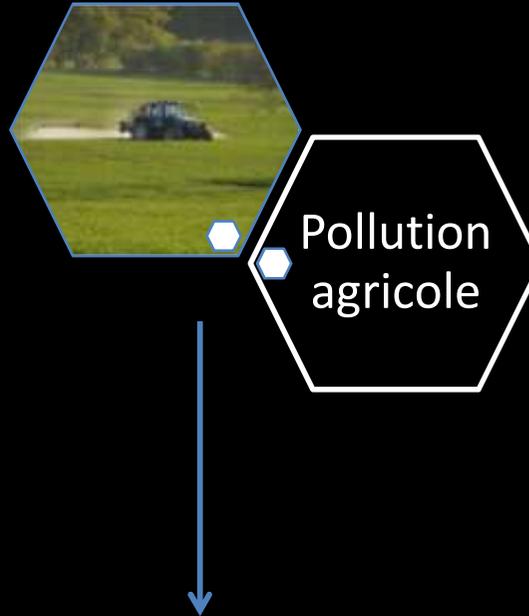
Estimation pour 1988 à 2007 à

75 000 tN/an soit 25kg N /ha/an

avec une variation de 10 à 97 kg selon les bassins versants (Aurousseau, 2011)

III. L'eutrophisation – Les différents apports

Apports diffus
de phosphore



Flux vertical sous forme dissoute de **0,1 kg P/ha/an** (Aurousseau et al., 2007)

Flux horizontal particulaire entre 0,5 à 3 kg P/ha/an soit une variation selon les sols de 1000 à 5000 t P/an (Lemercier, 2003)

L'essentiel des apports de phosphore se font sous forme particulaire et de manière très limitée dans le temps, lors d'épisode de crues.

III. L'eutrophisation – Les différents apports

Azote

Phosphore

Apports ponctuels

1500 tN/an

500 à 600 tP /an

Apports diffus

75 000 tN/an

0,1 kg P/ha/an

phosphore dissous

1000 à 5000 t P/an

Phosphore particulaire

III. L'eutrophisation – Les différents apports

On enregistre aussi les apports atmosphériques, sédimentaires ou encore les apports endogènes qui participent à ces bilans. Toutefois la part relative de ces apports est très minoritaire.

Bassin Loire-Bretagne

Département : FINISTERE

Etat ou potentiel écologique et niveau de confiance de l'état

Cours d'eau		Niveau de confiance de l'état		
Etat	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre/mauvais
Elève	■	■	■	■
Moyen	■	■	■	■
Faible	■	■	■	■

Plans d'eau, estuaires et eaux côtières

Niveau de confiance - Etat ou potentiel écologique	
Elève	Très bon
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■
■	■

■	MEFM MEA	■	MEFM MEA
■	MEH	■	Masse d'eau surfacique

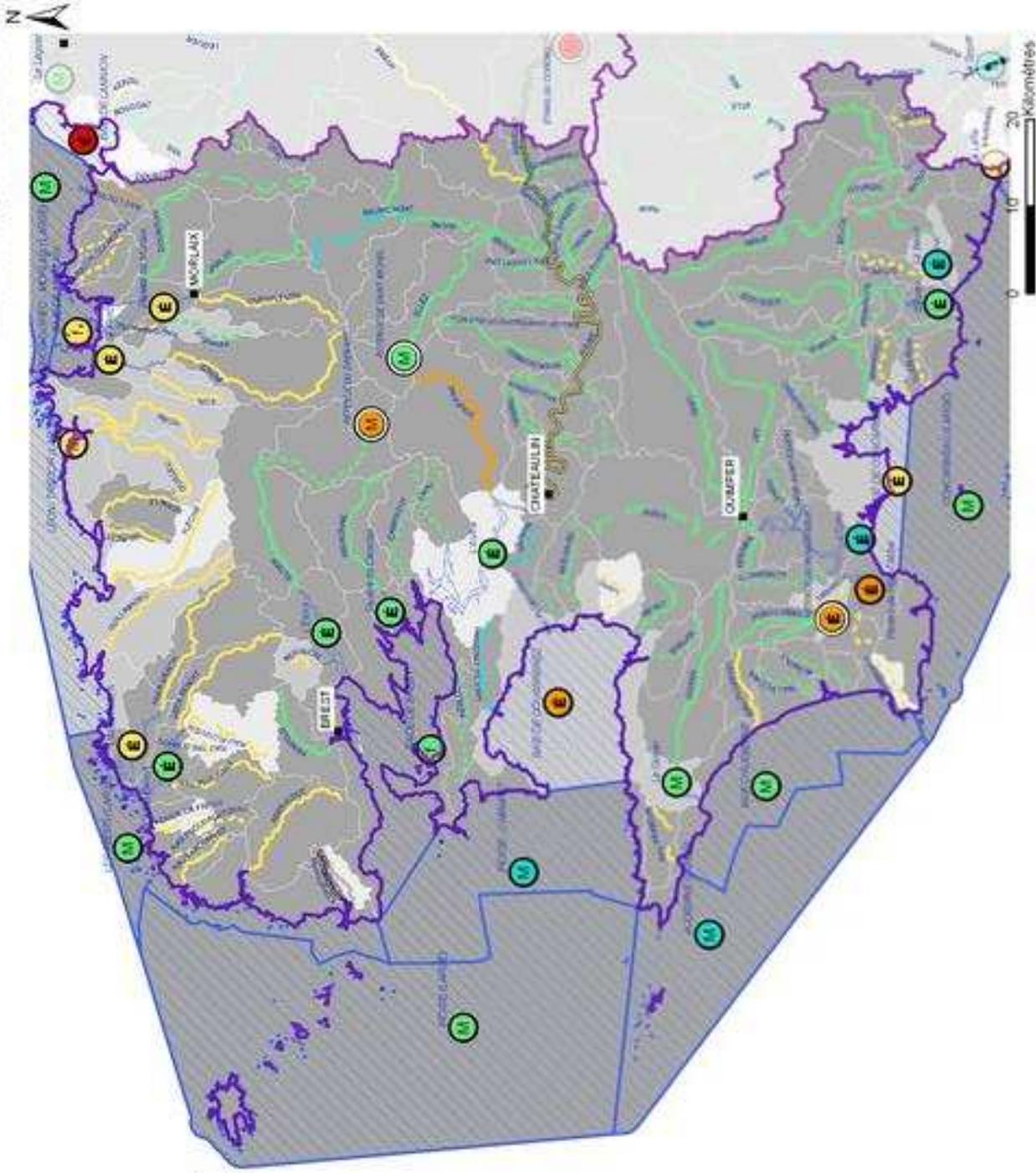
Echéances des objectifs

■	2015
■	2021
■	2027

- objectif moins strict
- villes principales
- limite départementale

Etat écologique 2010 des eaux de surface

Cours d'eau (données 2009-2010)
Plans d'eau (données 2006 à 2010)
Eaux littorales (données 2007 à 2010)



Outre l'enrichissement en nutriments, d'autres facteurs telles que les conditions climatiques et hydrologiques, les rapports entre nutriments contrôlent le processus d'eutrophisation

III. L'eutrophisation – Exemple de manifestation d'eutrophisation littorale

Algues macrophytes de genre *Ulva*



Ulva armoricana (
Bretagne Nord)

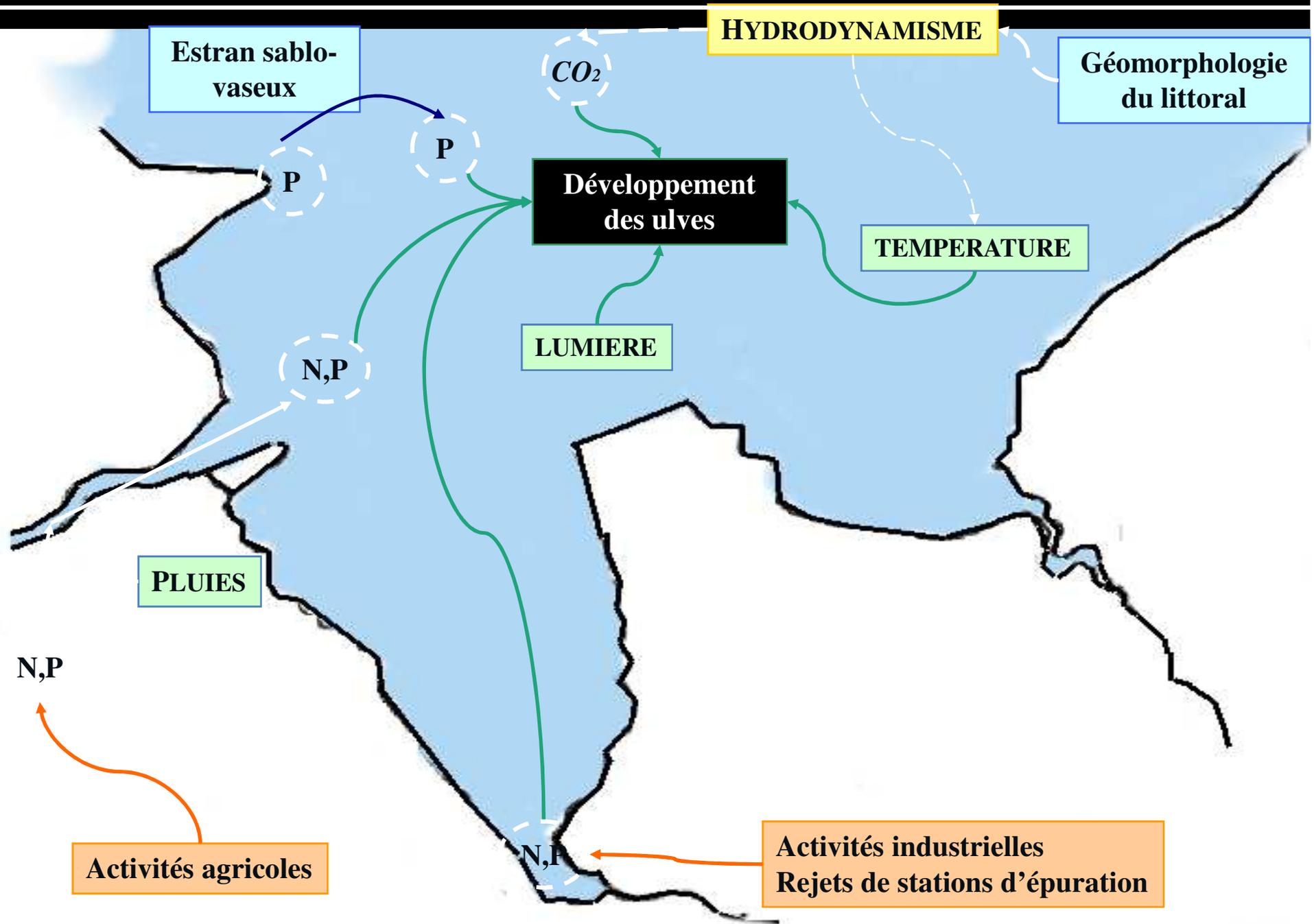


Ulva rotundata
(Bretagne Sud)

III. L'eutrophisation – Exemple de manifestation d'eutrophisation littorale



III. L'eutrophisation – Exemple de manifestation d'eutrophisation littorale



III. L'eutrophisation – Exemple de manifestation d'eutrophisation littorale

La Bretagne, un paradis pour les algues



Développement des ulves



Facteurs climatiques



Facteurs géologiques



Facteurs hydrodynamiques

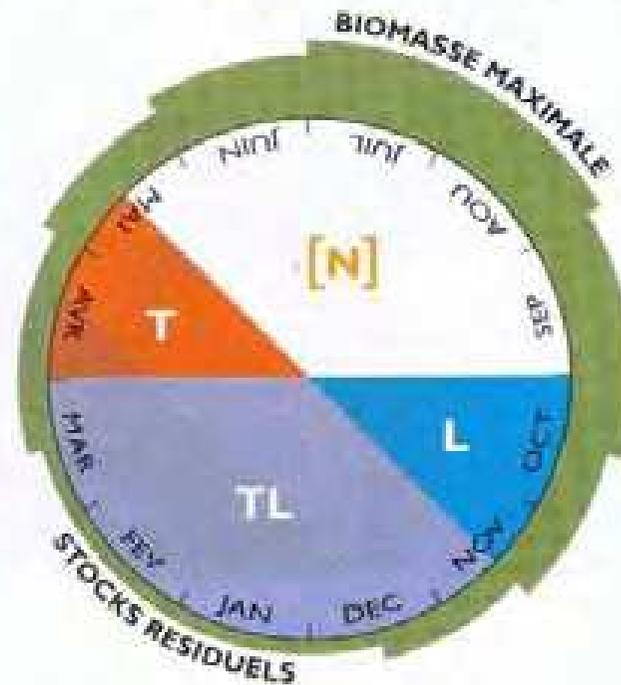


Facteurs anthropiques

III. L'eutrophisation – Exemple de manifestation d'eutrophisation littorale

Notion de facteur limitant

Cycle saisonnier des facteurs limitants de la marée verte



Facteurs limitants :

- T** Température
- L** Lumière
- [N]** Azote

Cycle annuel de la biomasse

III. L'eutrophisation – Exemple de manifestation d'eutrophisation littorale

Notion de facteur limitant

Situation actuelle de la disponibilité de l'azote et du phosphore par rapport aux besoins des algues vertes

Bilan : la disponibilité du Phosphore ayant dépassé les besoins de la croissance des algues, seul l'Azote limite (contrôle) encore le développement des marées vertes



III. L'eutrophisation – Exemple de manifestation d'eutrophisation littorale

Notion de facteur limitant

Situation actuelle de la disponibilité de l'azote et du phosphore par rapport aux besoins des algues vertes

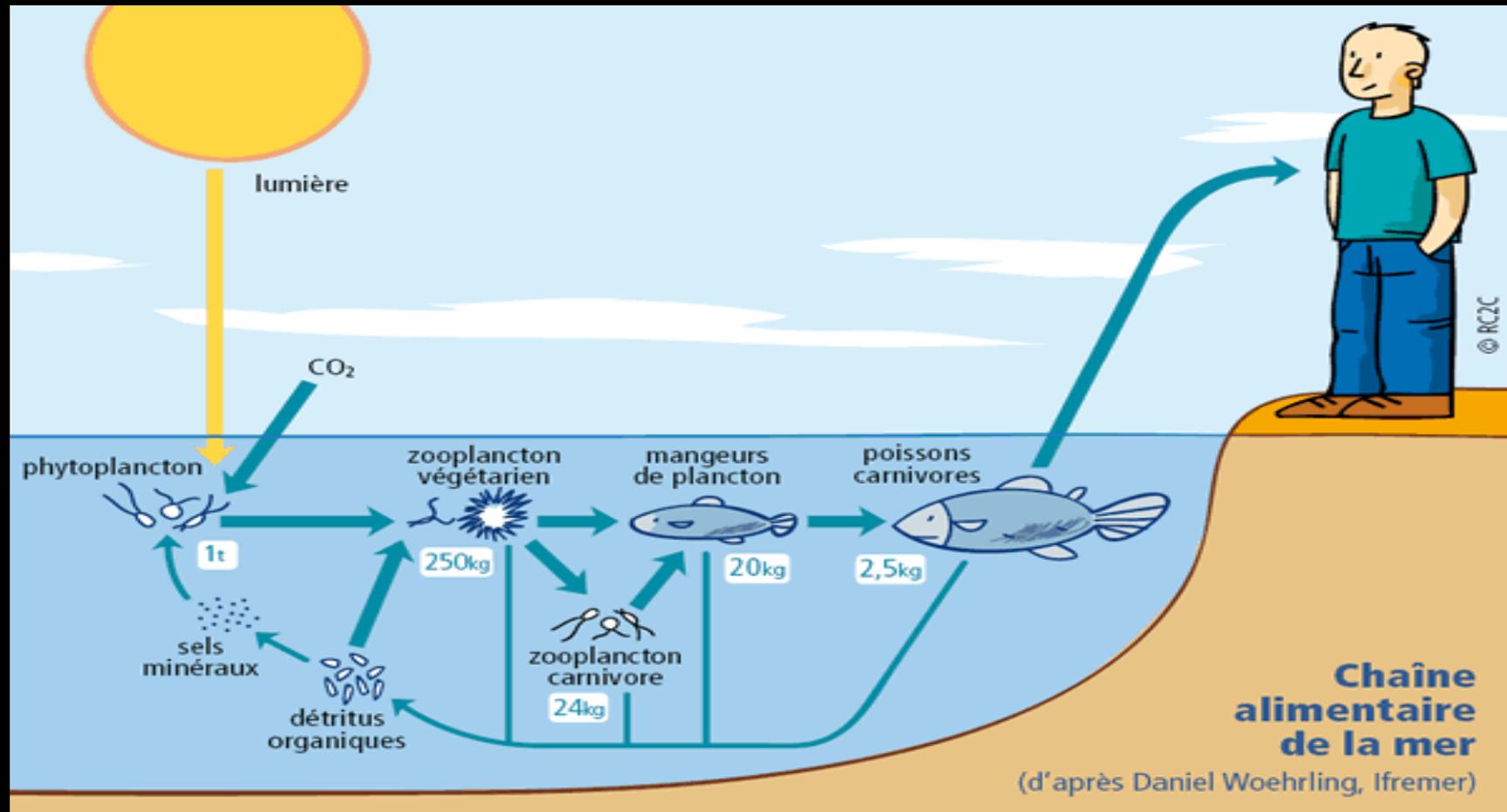
Apport des activités humaines

Bilan : la disponibilité du Phosphore ayant dépassé les besoins de la croissance des algues, seul l'Azote limite (contrôle) encore le développement des marées vertes



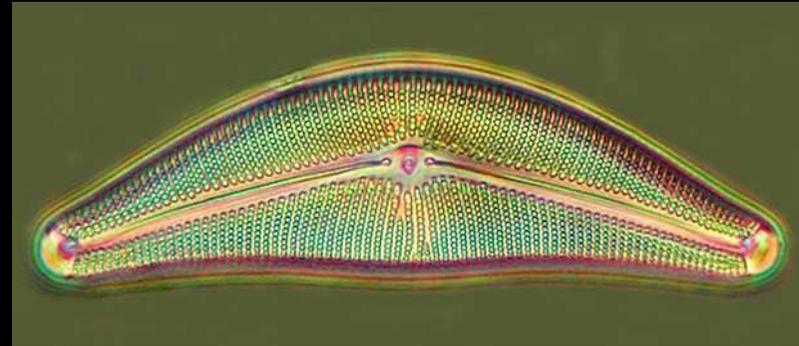
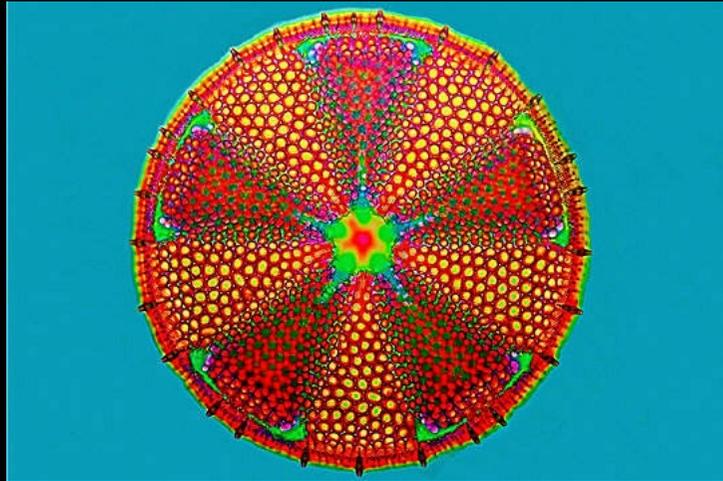
Deuxième manifestation
:Les blooms
phytoplanktoniques

III. Impact de l'eutrophisation sur le phytoplancton



Premier maillon de la chaîne alimentaire

III. Impact de l'eutrophisation sur le phytoplancton



III. Impact de l'eutrophisation sur le phytoplancton

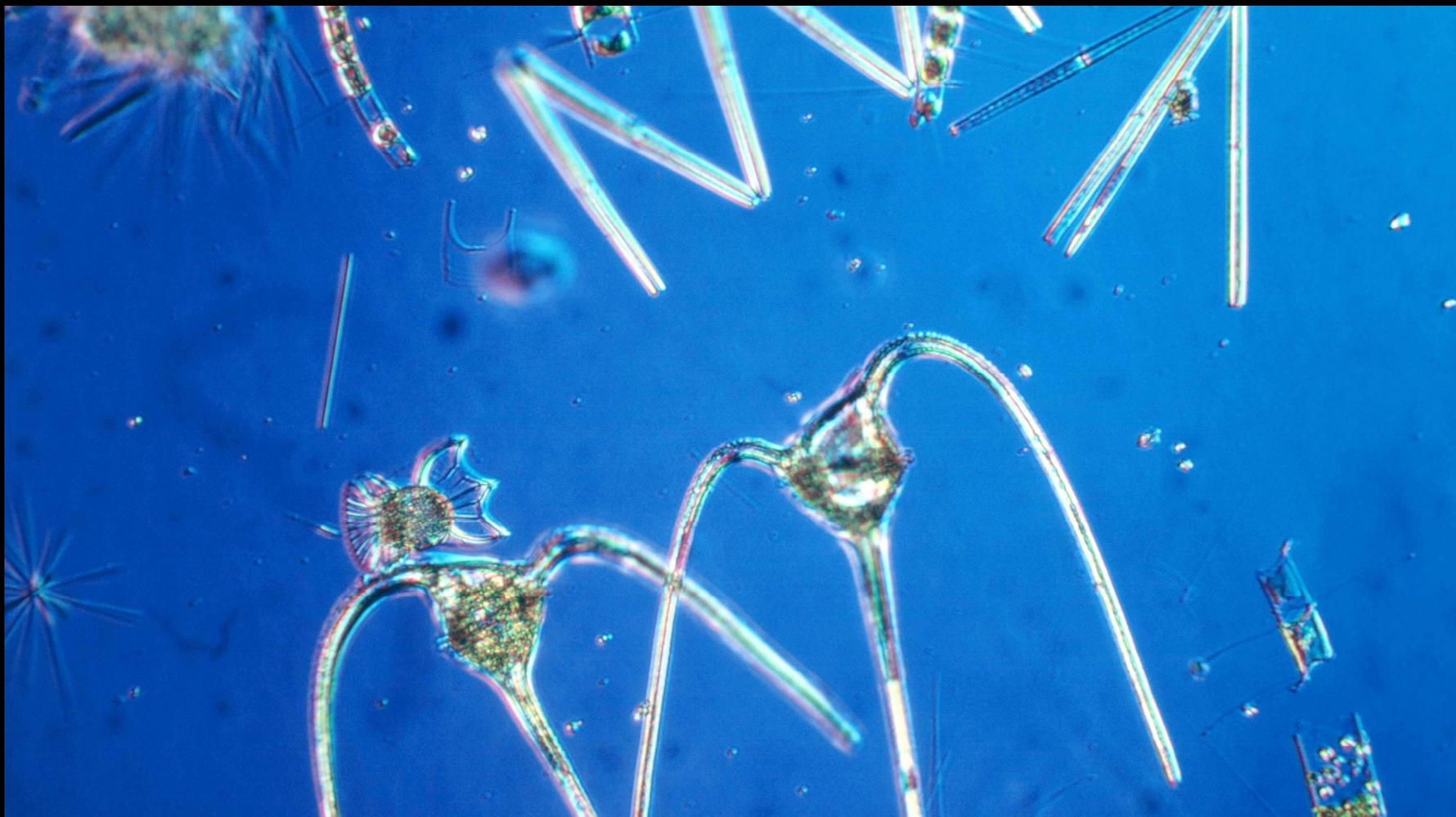
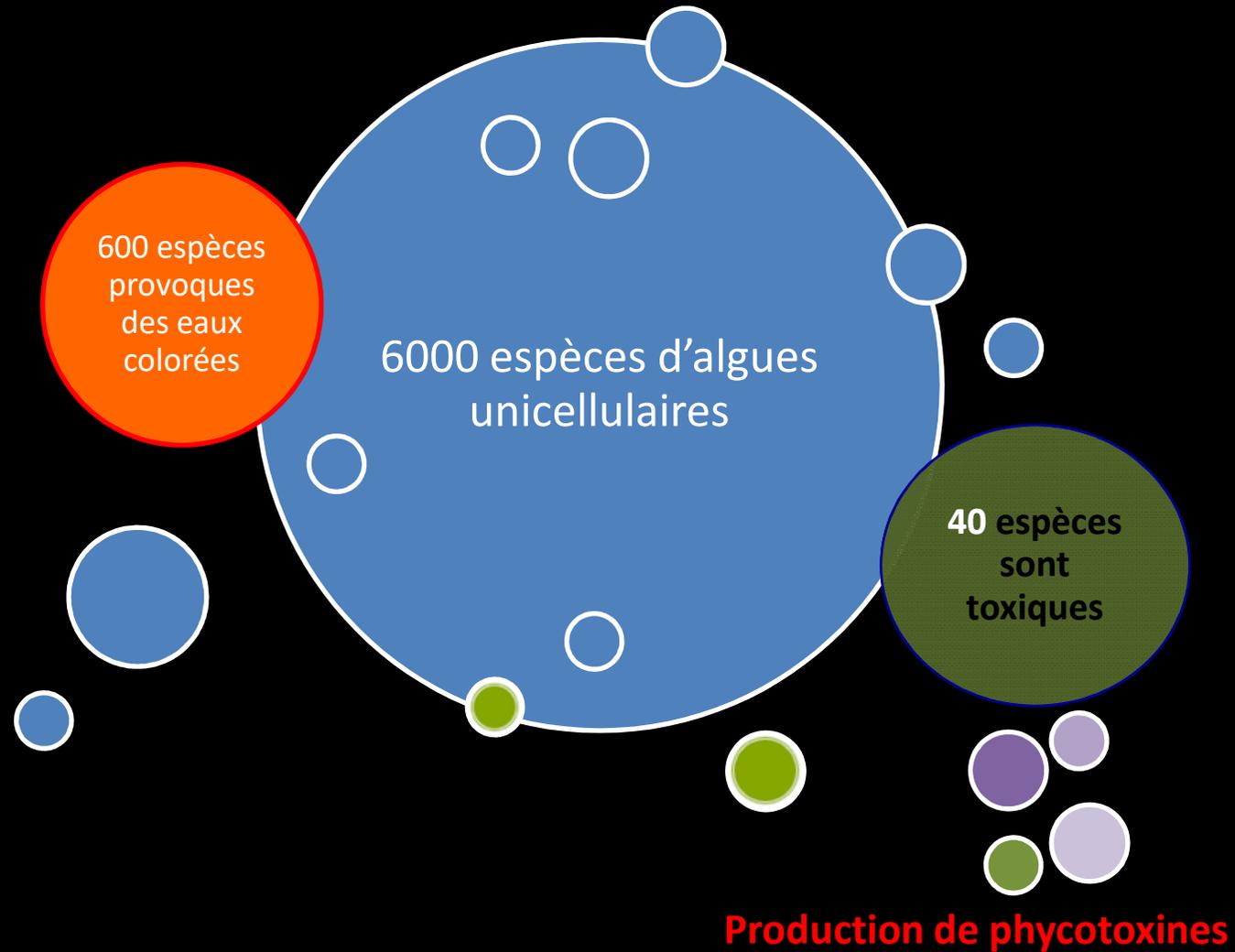


Image satellitaire

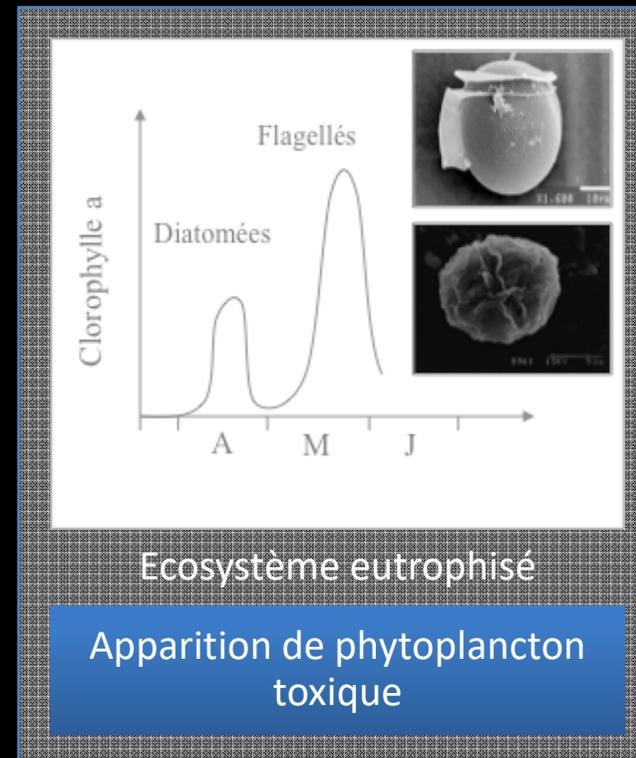
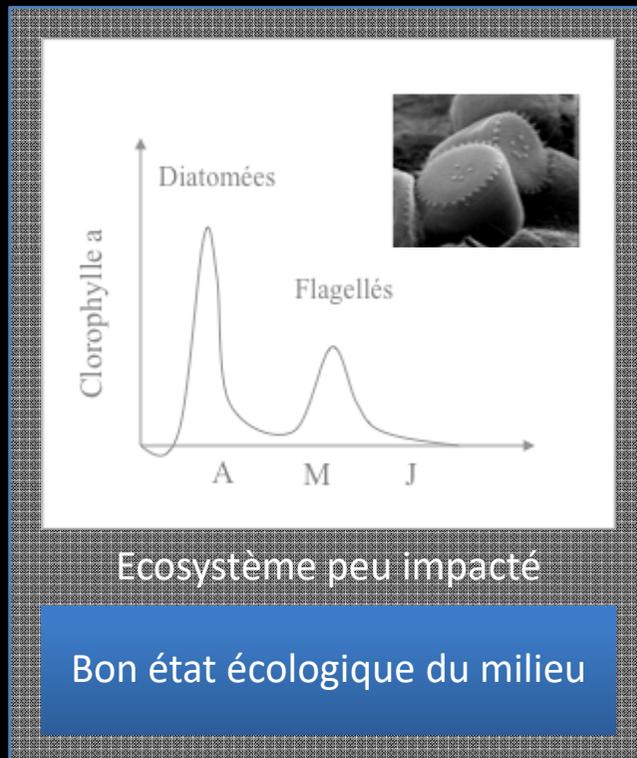


III. Impact de l'eutrophisation sur le phytoplancton

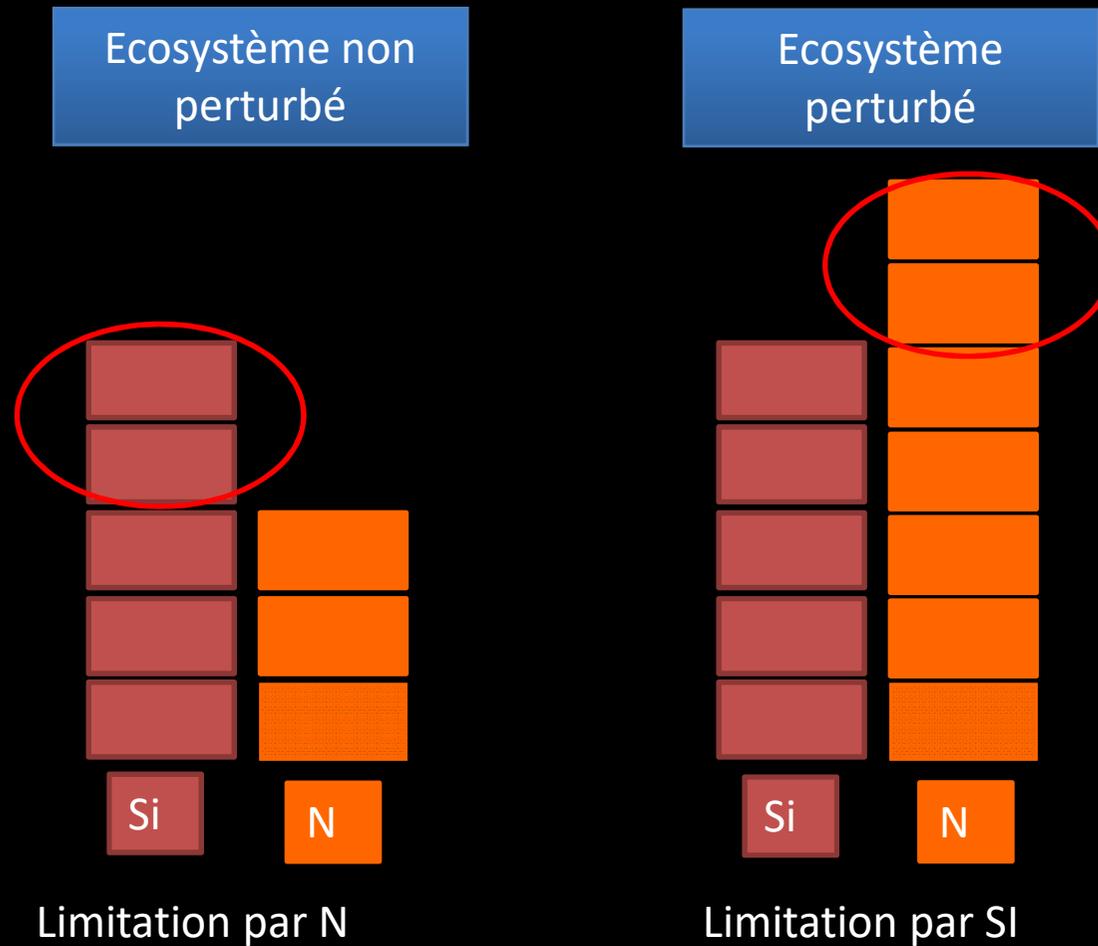


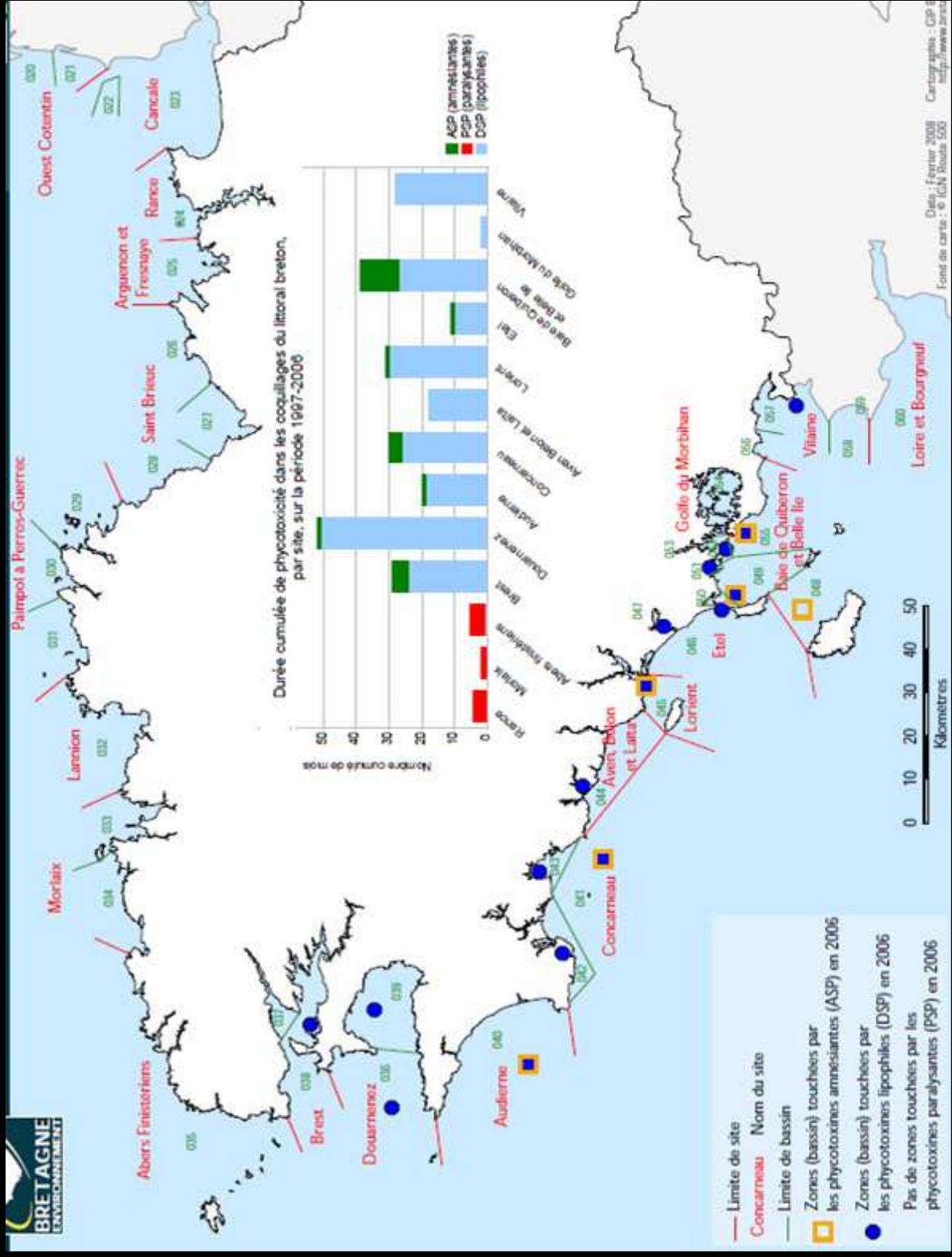
III. Impact de l'eutrophisation sur le phytoplancton

Dynamique générale du phytoplancton



L'importance du silicium







OBJECTIF

Suivre les teneurs en sels nutritifs dans les eaux de surface pour comprendre et maîtriser les phénomènes d'eutrophisation pour une reconquête de la qualité de l'eau

IV. Le réseau Ecoflux



IV. Le réseau Ecoflux : fonctionnement du réseau



Prélèvement hebdomadaire de l'eau de la rivière

- Toujours au même point
- Le plus proche de l'exutoire



Collecte des échantillons

- Auprès des bénévoles et des lycées



Analyses des échantillons

- IDESHA pour les nitrates
- Le reste à l'IUEM



Inteprésation et communication des résultats

- Sensibilisation

Méthodes de prélèvements



Analyses

Spectrophotométrie





Objectif pédagogique

Vous Impliquez dans les prélèvements d'eau sur le terrain (la base du travail des scientifiques)

Vous initiez au protocole scientifique sur les prélèvements de terrain

Participer à l'interprétation des résultats (Journée inter-établissement /Tp sur des dosages de nutriments)





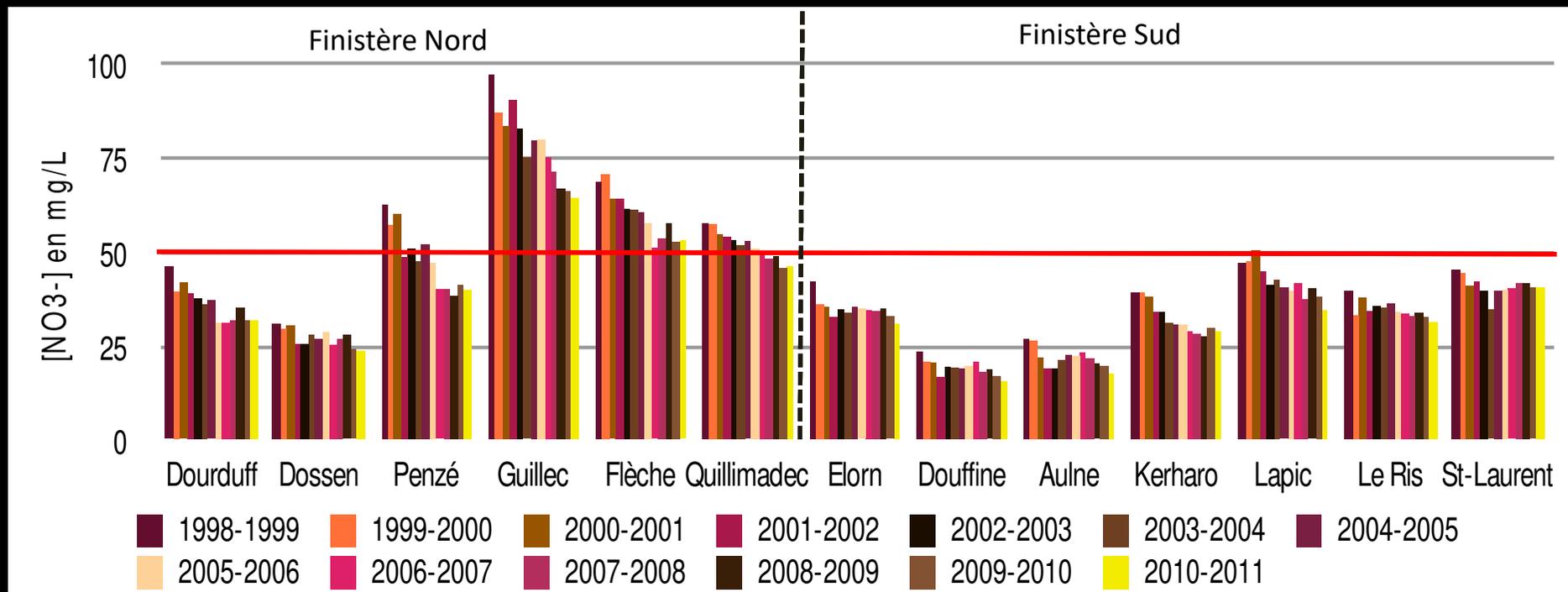
Objectif Scientifique

Evolution des concentrations en nitrates, phosphates et silicates sur 13 rivières finistériennes depuis 1998 et leurs apports en zone côtière (flux) ainsi que les différents facteurs qui les contrôlent

V. Résultats Ecoflux - Le comportement des sels nutritifs



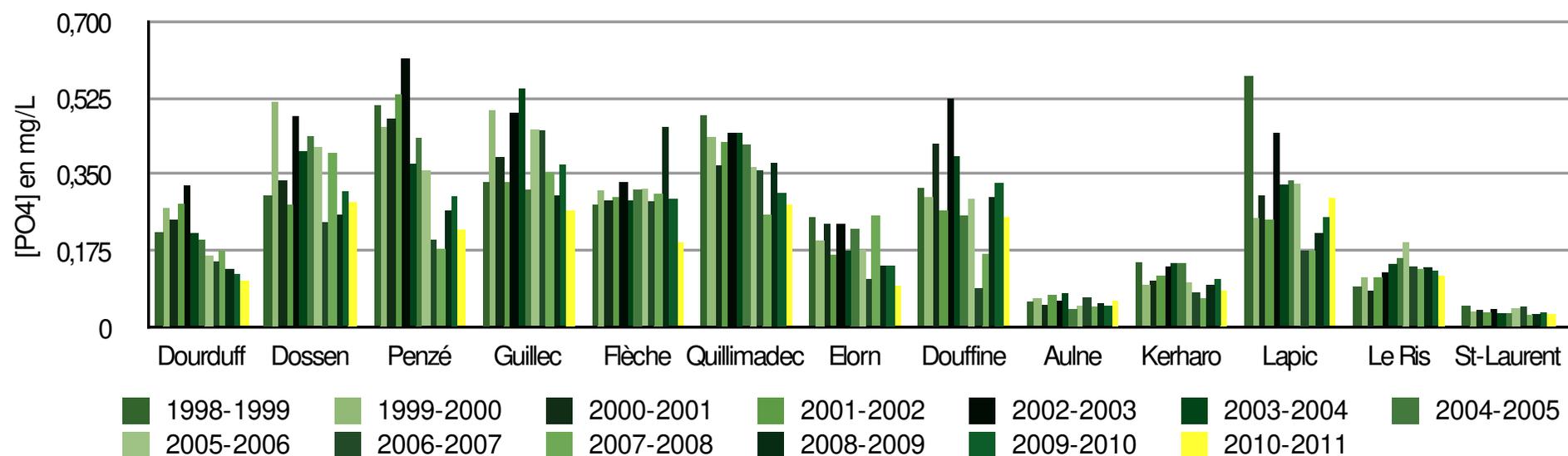
Evolution des concentrations en nitrates



50mg/L --- > Norme de potabilité de l'eau

V. Résultats Ecoflux - Le comportement des sels nutritifs

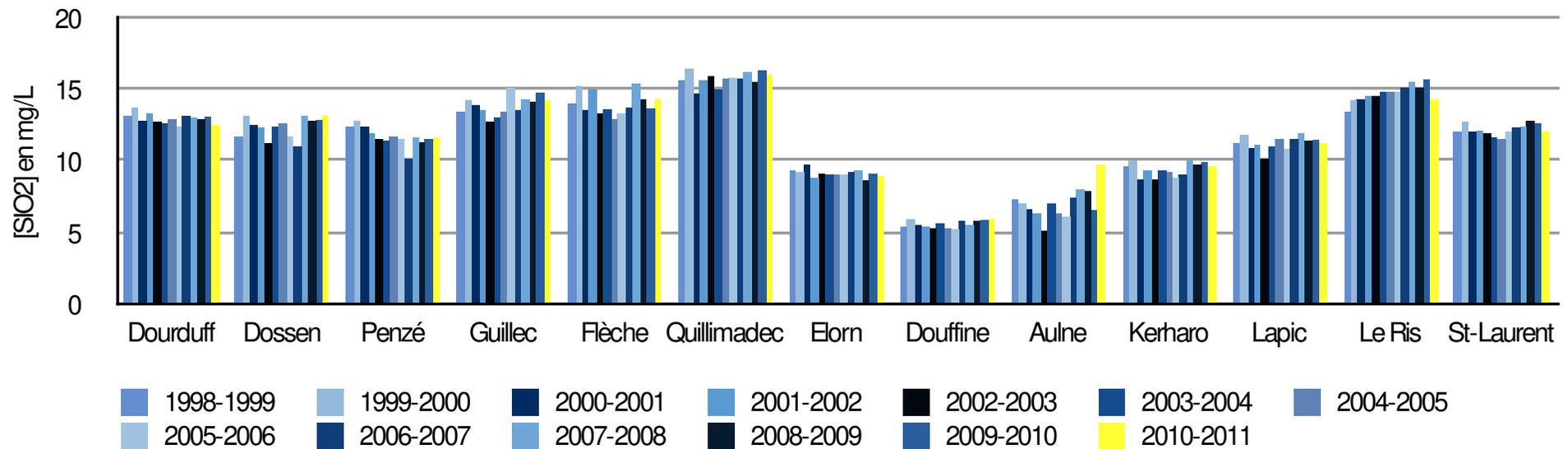
Evolution des concentrations en phosphates



Plus grande variabilité avec une tendance moins marquée
Mode de transport des phosphates liés aux particules (majorité du transfert de phosphate se fait sous forme particulaire lors d'épisode de crues)

V. Résultats Ecoflux - Le comportement des sels nutritifs

Evolution des concentrations en silicates

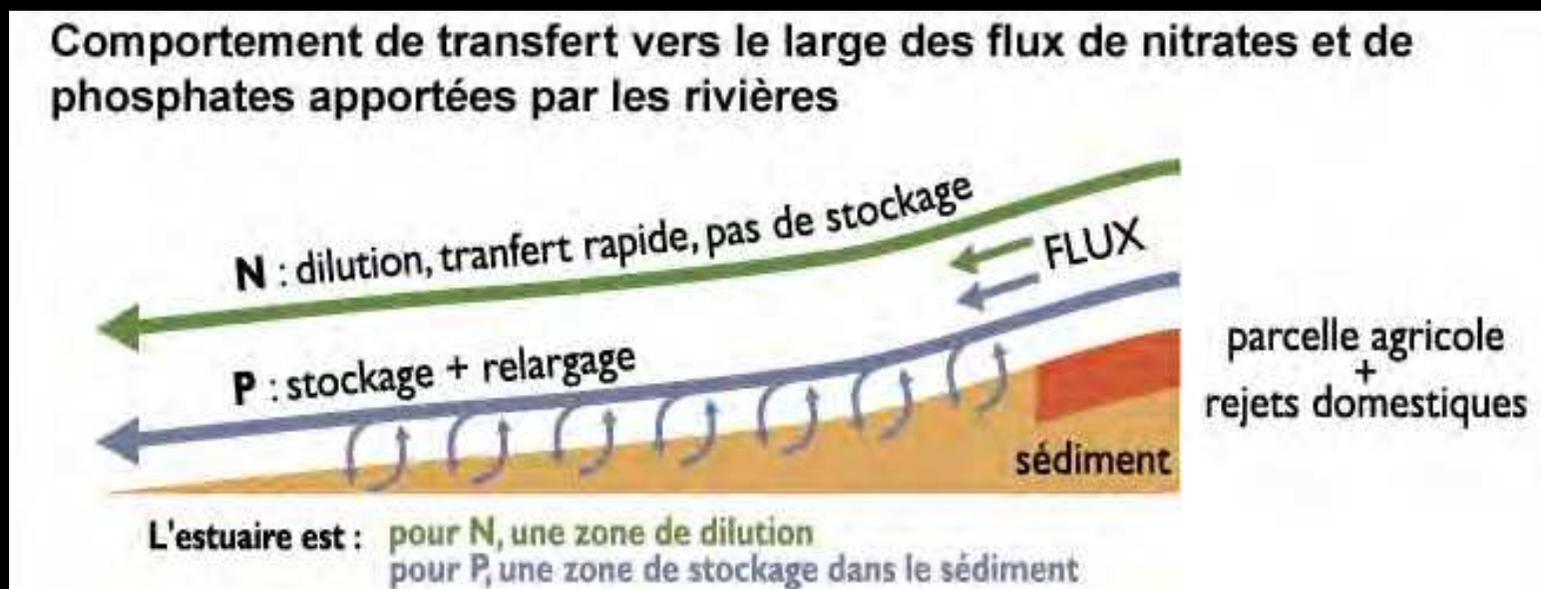


Variations des silicates liés au régime des pluies. Pas d'apport anthropique. Impact de l'homme de manière physique (construction de barrages)

Qu'est ce qui est réellement apporté dans la zone côtière ?

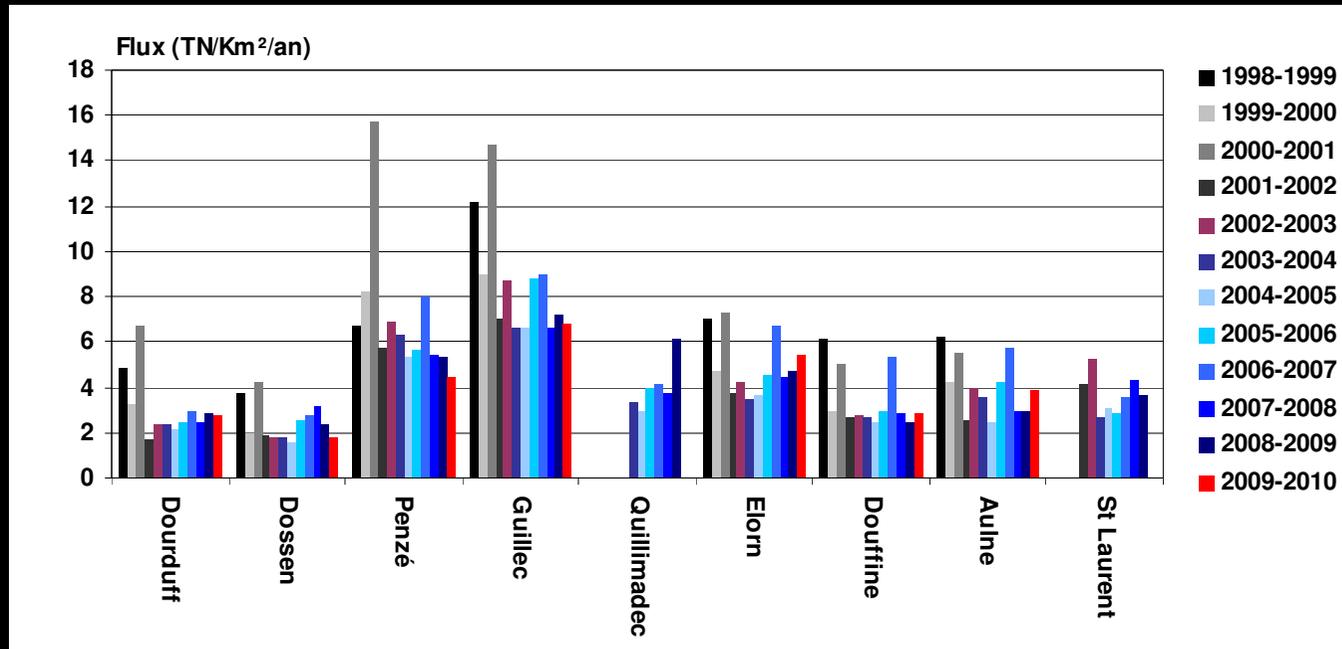
V. Résultats Ecoflux - Le comportement des sels nutritifs

Les flux ($F = Q * C$) : le moyen de quantifier les apports en sels nutritif pour la zone côtière



V. Résultats Ecoflux - Le comportement des sels nutritifs

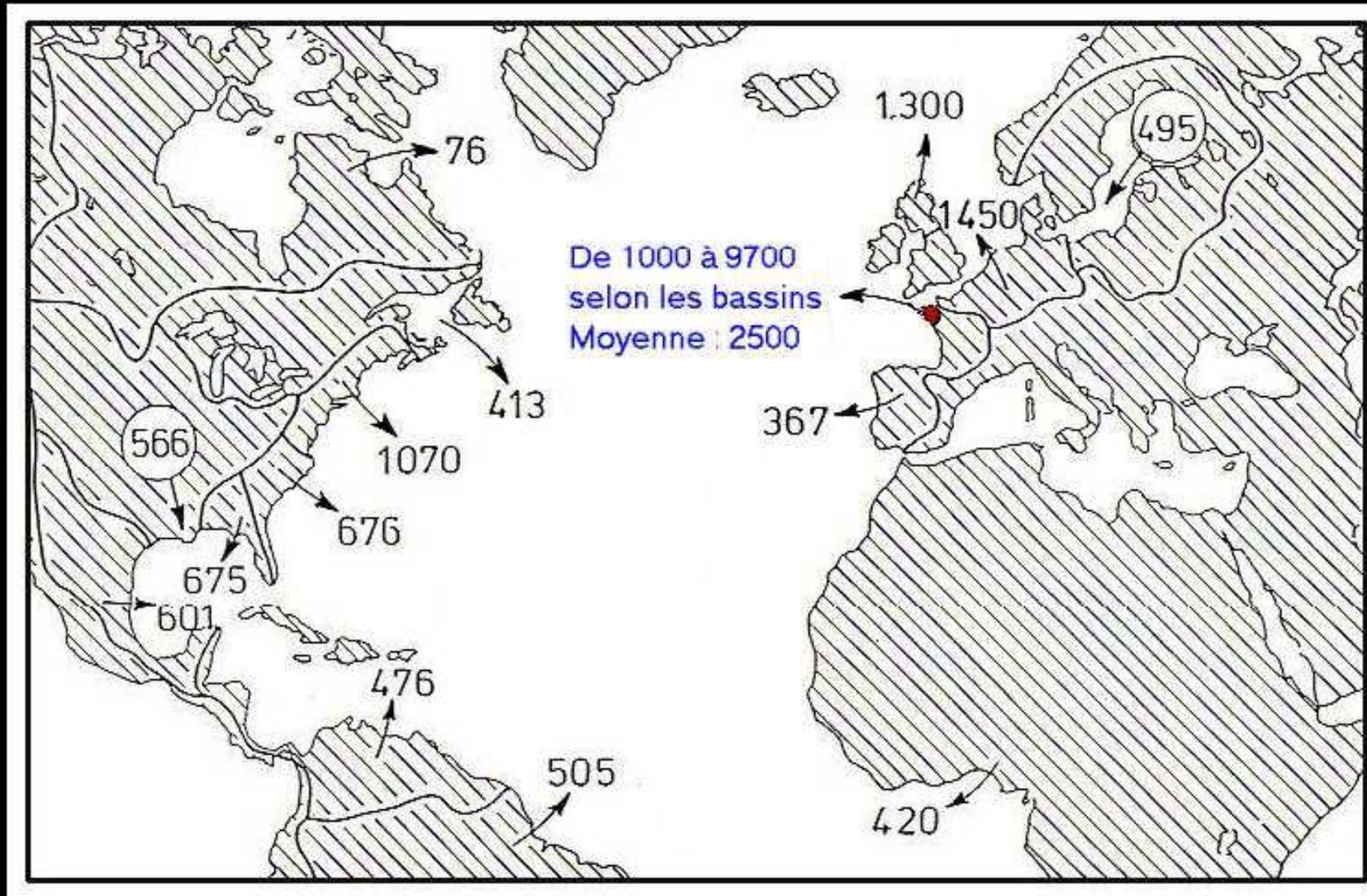
Flux spécifiques (Abstraction de la taille du bassin versant)



La propension d'un bassin versant à une fuite d'azote printannière dépend de quatre facteurs naturels et d'un facteur anthropique:

- La pluviosité efficace qui conditionne les débits moyen d'eau douce
- La géologie qui agit sur la répartition de ces débits au cours de l'année
- Les sols hydromorphes qui influencent la dénitrification de l'eau
- La superficie du bassin versant qui conditionne le flux global à l'exutoire
- Les excédents azotés , en particulier de fertilisation, qui feront finalement la différence entre les flux dans des conditions naturelles et semblables

III. L'eutrophisation – Les différents apports



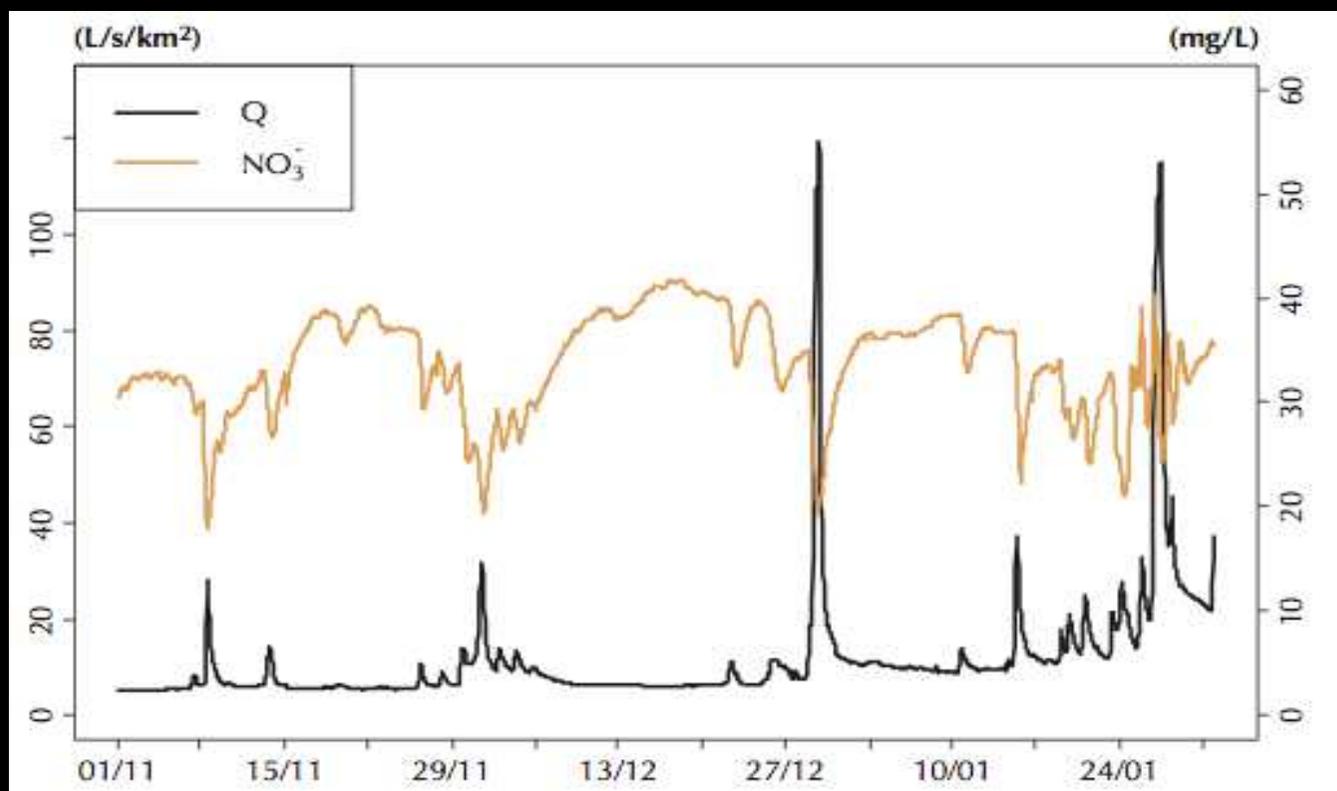
Toutes les rivières mènent à la mer.
En Bretagne on a pas de grandes rivières mais....

V. Résultats Ecoflux - Le comportement des sels nutritifs

Ces différents forçages interviennent à différentes échelles de temps



À l'échelle de la crue



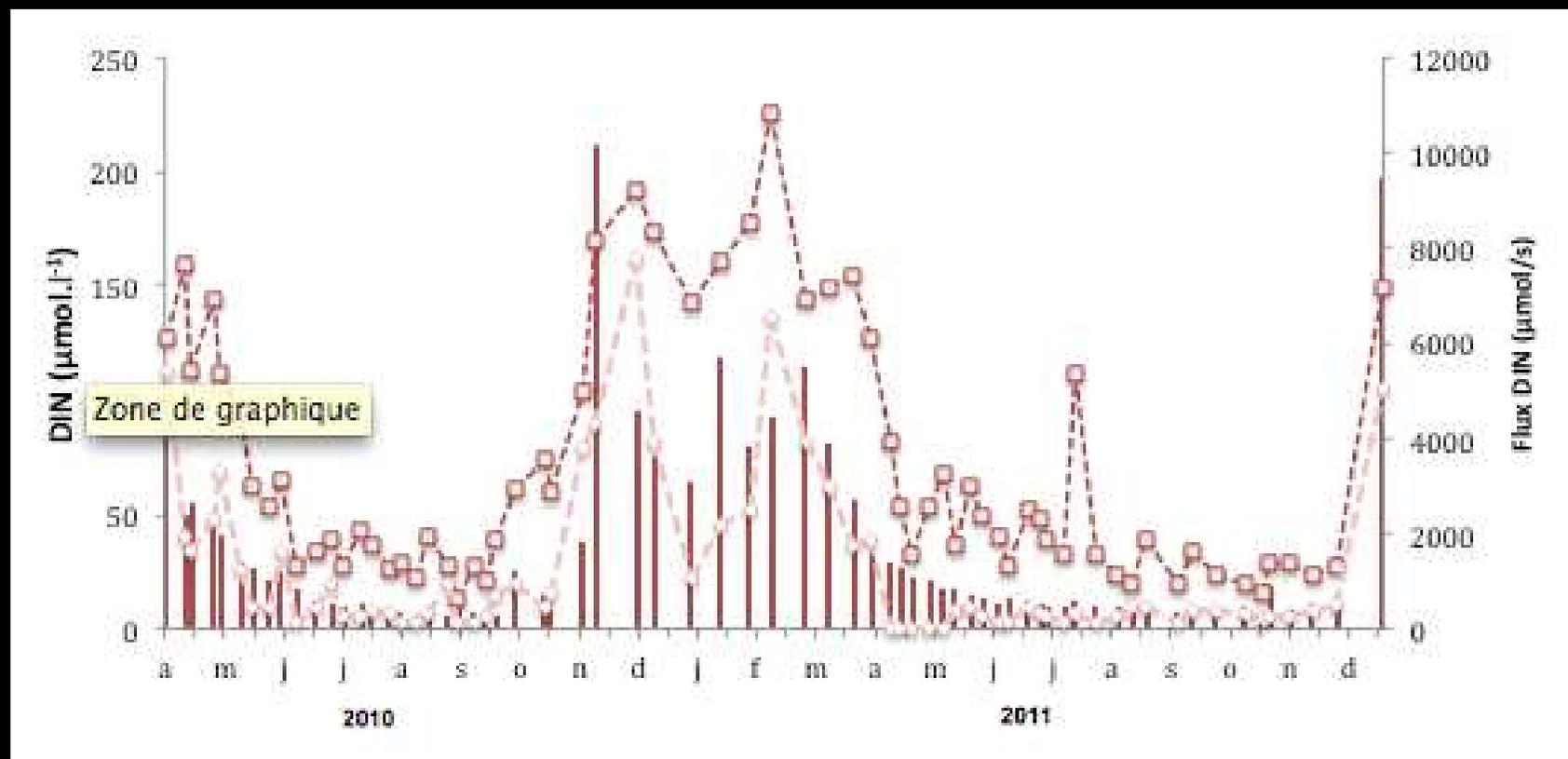
Variabilité du régime hydrologique

V. Résultats Ecoflux - Le comportement des sels nutritifs

Différentes échelles de temps



Du cycle annuel



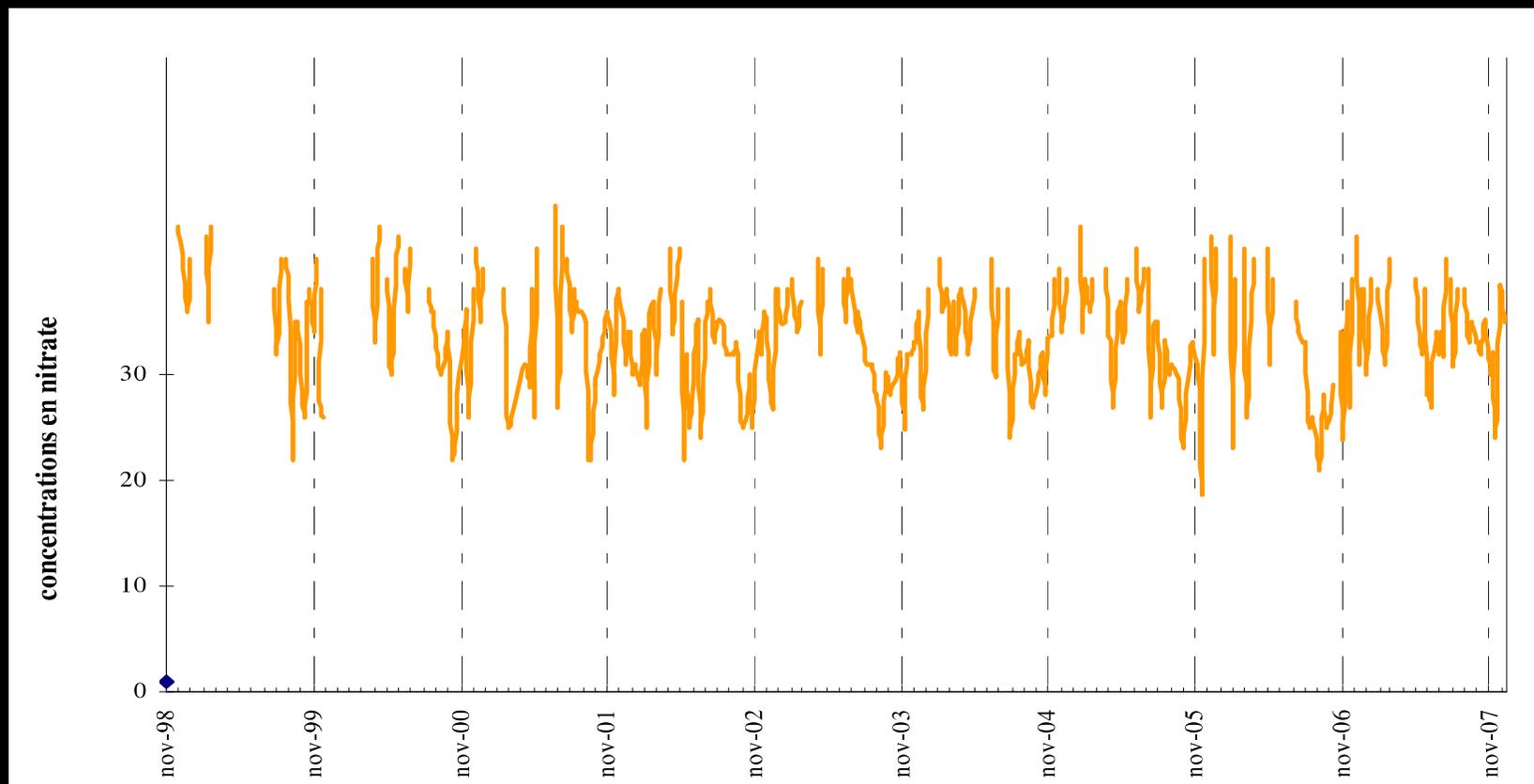
Variabilité climatique et biologique et/ou pollution ponctuelle

V. Résultats Ecoflux - Le comportement des sels nutritifs

Différentes échelles de temps



Des cycles interannuels



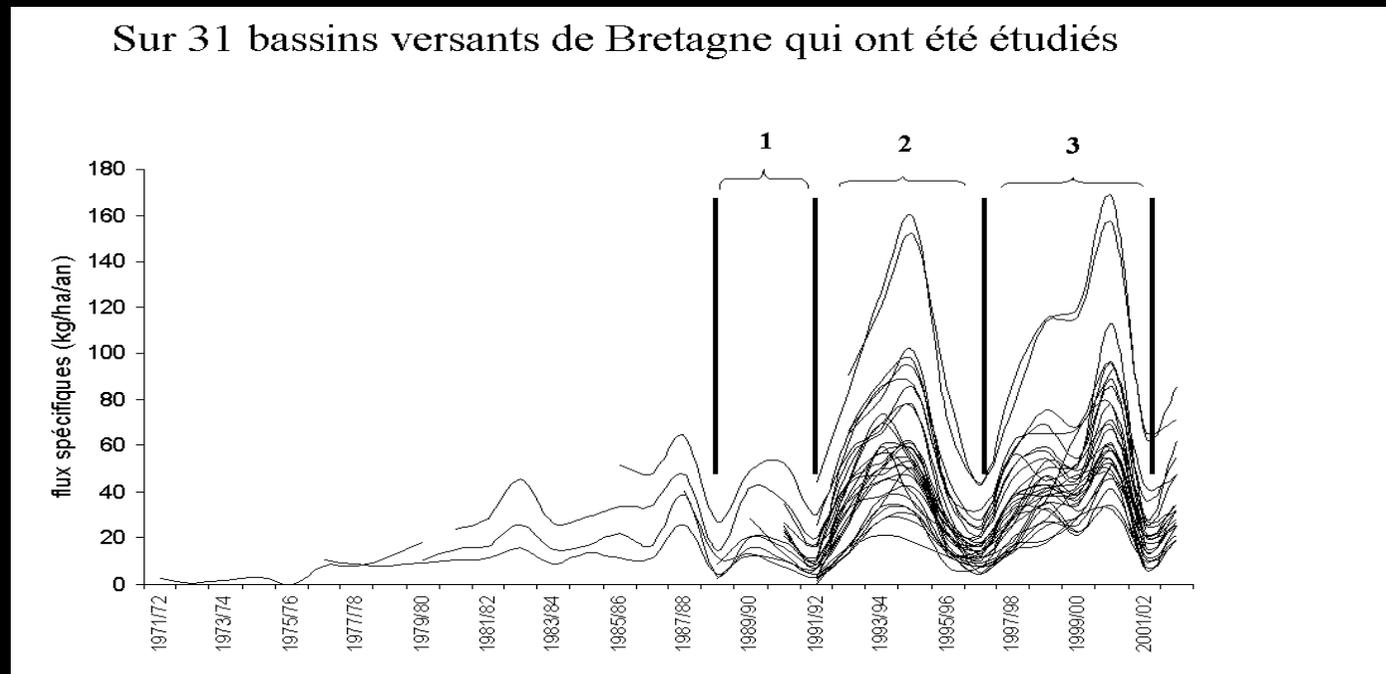
Variabilité climatique et anthropique

V. Résultats Ecoflux - Le comportement des sels nutritifs

Différentes échelles de temps



Tendance à l'échelle décennale



Variabilité climatique (NAO) et anthropique

BILAN

- Période 1998-2011 : baisse des teneurs en nitrates et phosphates.
- Les plus fortes diminutions étant constatées dans le nord (fortes concentrations) : Penzé, Flèche, Quillimadec et Guillec
- Seul bémol, tendance à se stabiliser entre 20 et 40 mg/L,
Il faudrait descendre au dessous des 10 mg/L
- Concernant la rade de Brest : malgré des concentrations plus faibles l'Aulne apporte la majorité des flux d'azote et de phosphore
- Une augmentation des concentrations de 0,5 mg/L induit un flux de 135T à l'année.

LES EFFLORESCENCES DE PHYTOPLANCTONS TOXIQUES ET LES CYANOBACTÉRIES :

Conséquences écologiques : premier maillon de la chaîne alimentaire

Conséquences économiques : Coquillages impropres à la consommation

LES MARÉES VERTES

Conséquences écologiques :

asphyxies du milieu

danger de mort pour les organismes supérieurs

Conséquences économiques : tourisme

Impact financier direct : coût du ramassage

En Bretagne, plus de 700 millions d'euros investis par l'État et les collectivités locales

Impact financier indirect : mesures de suivi, système d'épuration plus performant, problèmes d'approvisionnement en eau potable,...

Conséquences sociales : climat de tension entre agriculteurs et le reste de la population

Intérêt des observations régulières et sur le long terme

Très forte variabilité spatiale et temporelle/ temps de réponse variable

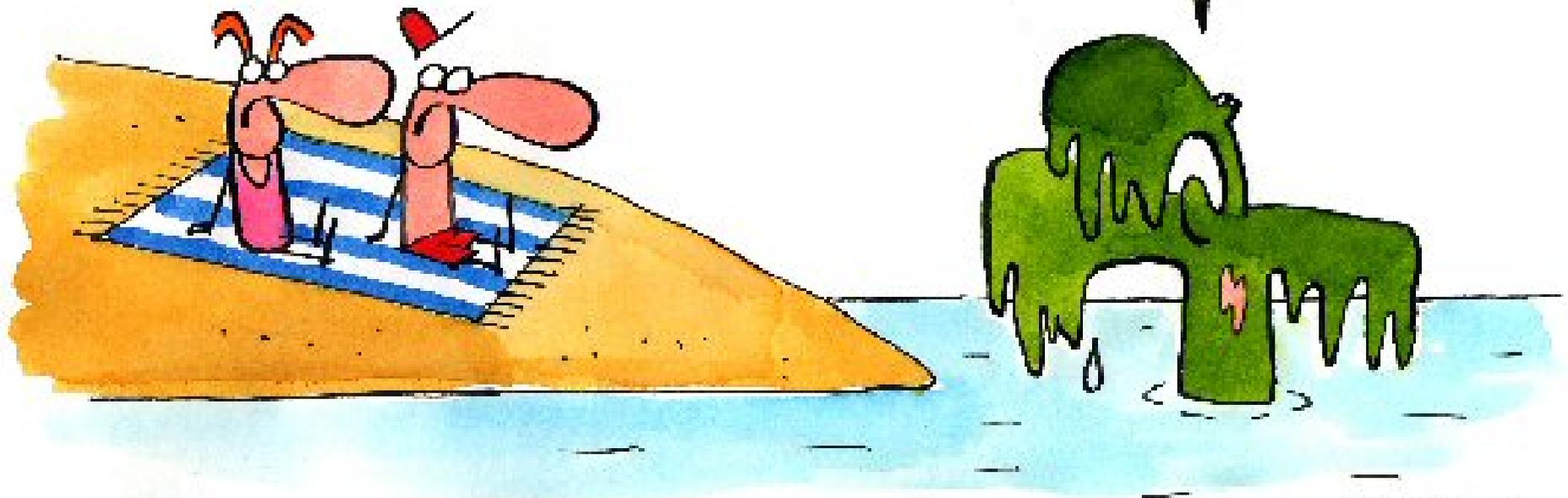
**DÉCRIRE LES CHANGEMENTS, ANALYSER LES VARIATIONS
COMPRENDRE LES MÉCANISMES DE CES VARIATIONS**

Variabilité climatique / Pressions anthropiques

**DÉTERMINER L'EFFET DES DIFFÉRENTES PRESSIONS ANTHROPIQUES EXERCÉES
ÉVALUER L'EFFICACITÉ DES DIFFÉRENTES POLITIQUES EN RÉPONSE À CES
PRESSIONS**

Merci

... N'AYEZ PAS PEUR
LES ENFANTS !...
C'EST JUSTE QUELQUES
ALGUES !...



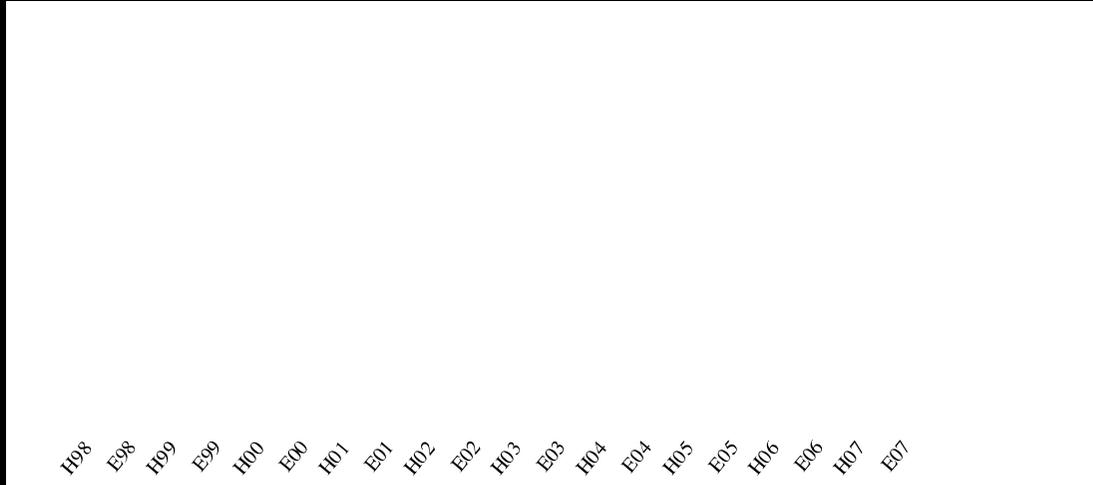
MIX & REMIX

Merci à vous.



IV. Le comportement des sels nutritifs

Relation entre les réserves souterraines et les concentrations en nitrates

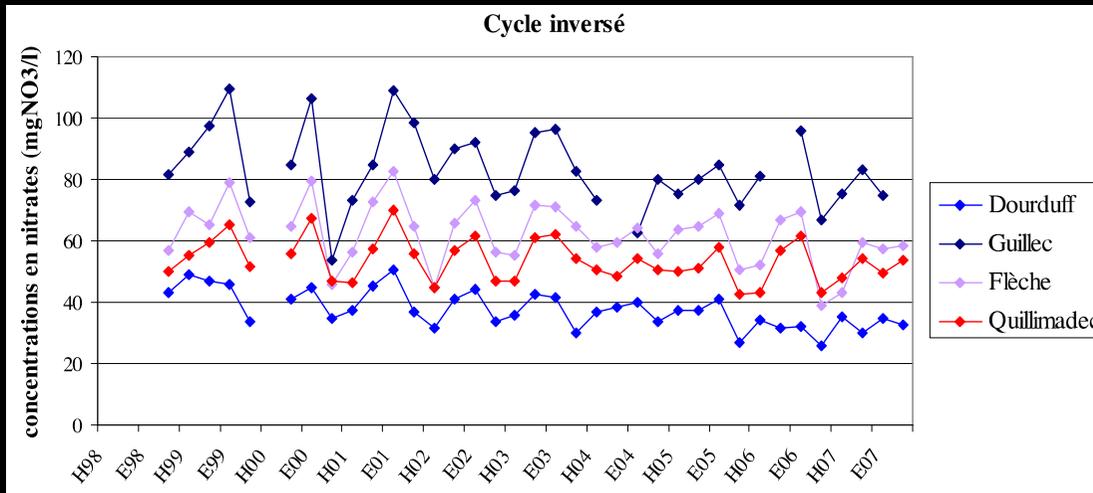


Faibles réserves
souterraines

=

Fortes teneurs lors
de fort drainage

Sous-sol schisteux



Importantes réserves
souterraines

=

Fortes teneurs en
période d'été

Sous-sol granitique