



Impact des actions de lutte contre l'eutrophisation sur quelques cours d'eau du bassin Rhône-Méditerranée-Corse



Sommaire

<input type="checkbox"/>	Résumé	2
1	Eutrophisation et rôle du phosphore	4
2	Une politique globale de réduction des phosphates	5
3	La réduction des rejets urbains	6
>>>	Une contribution plus faible des lessives	6
>>>	Réglementation des rejets et principaux objectifs	6
	• Directive ERU (Eaux RésiduaireS Urbaines) du 21 mai 1991	6
	• Objectifs du SDAGE	7
	• Directive cadre européenne du 23 octobre 2000	8
	• Des avancées déjà significatives	8
4	L'eutrophisation dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse	9
5	Impact de la déphosphatation sur le phytoplancton	13
>>>	Le Doubs aval	13
>>>	La Saône	18
6	Impact de la déphosphatation sur les macrophytes	22
>>>	Méthodologie d'évaluation	22
>>>	Station d'épuration de Pontarlier sur le Doubs	22
>>>	Station d'épuration de Belfort sur la Savoureuse	24
>>>	Station d'épuration de Chevigny-St-Sauveur sur la Norges	26
>>>	Station d'épuration de Lons-le-Saunier sur la Vallière	28
>>>	Station d'épuration de Beaune sur la Bouzaize	30
7	Impact de la restauration physique des cours d'eau	32
>>>	Le Drugeon	32
>>>	L'Ouche à l'aval de Dijon	33
8	Conclusion sur l'évolution des peuplements végétaux et perspectives : un bilan en demi-teinte	34
<input type="checkbox"/>	Bibliographie	36

Résumé



Le Bassin Rhône-Méditerranée-Corse est concerné par des problèmes d'eutrophisation sur une grande partie de ses cours d'eau. Des efforts ont donc été entrepris de façon à réduire les apports de nutriments, au niveau des rejets directs ou indirects plus ou moins diffus.

Dans le cadre de la mise en place d'unités de déphosphatation sur les stations d'épuration des zones sensibles ciblées par la directive ERU, un bilan est fait sur l'impact de la réduction des flux de phosphates sur la flore des cours d'eau ayant fait l'objet d'un suivi : Doubs amont et aval, Saône dans son cours moyen et inférieur, Savoureuse à l'aval de Belfort, Norges sous la station d'épuration de Chevigny-St-Sauveur, Vallière influencée par les apports de Lons-le-Saunier et la Bouzaize à l'aval de Beaune.

Une évaluation de l'effet de la restauration du milieu physique sur la végétation fixée est également réalisée en parallèle (Drugeon et Ouche).

L'évolution du cortège végétal est très différente d'un cours d'eau à l'autre et selon les formes végétales présentes.

Les populations phytoplanctoniques ont globalement tendance à diminuer avec la baisse de phosphore biodisponible (Doubs aval) mais d'autres influences peuvent être mises en cause sur la Saône où l'effondrement du phytoplancton ne peut être corrélé aux teneurs en phosphates.

Les macrophytes (macroflore aquatique fixée ou flottante) paraissent un peu moins réactives aux réductions de concentration, leurs physiologies plus complexes leur permettant de stocker les nutriments et leurs racines de puiser dans les sédiments.

Deux types de réponses ont été observés pour les végétaux fixés : d'une part la réduction de la masse végétale présente dans le cours d'eau, d'autre part un changement du cortège végétal avec un remplacement progressif des algues et espèces indicatrices de fortes teneurs en nutriments par des herbiers plus accueillants pour la faune aquatique (mousses et végétaux supérieurs polluosensibles).

Ces phénomènes se manifestent à des niveaux différents selon les cours d'eau : diversification des espèces et changement de la composition floristique qui évolue vers des types de plus grande qualité biotique sur la Bouzaize, réduction du recouvrement végétal sur la Vallière et la Savoureuse.

D'autres cours d'eau ne présentent pas encore d'évolution notable ; c'est le cas de la Norges dans un contexte karstique où la teneur en calcium des eaux optimise l'assimilation des nutriments et pénalise le retour d'une végétation indicatrice de bonne qualité.

La pollution diffuse, importante sur certains bassins, peut aussi atténuer, voire masquer le gain enregistré au niveau des stations d'épuration. C'est le cas notamment du Doubs amont.

Enfin, l'évolution très positive observée sur les cours d'eau restaurés sur le plan physique (réhabilitation d'anciens méandres, renaturation de berges) conforte, s'il en était besoin, la nécessité de mener des actions conjointement dans les deux directions, assainissement et épuration d'une part et renaturation d'autre part.

Au bilan, les enseignements qui se dégagent de ces premiers résultats, certes encourageants, confirment la pertinence des recommandations du guide technique et de la note technique du SDAGE relatives à l'eutrophisation et à la stratégie de lutte contre le phosphore. Ils mettent notamment l'accent sur le caractère illusoire d'actions en demi-teinte, la maîtrise du phénomène passant obligatoirement par la réduction la plus poussée possible des apports en phosphore de toutes origines et la restauration des conditions physiques favorisant le rééquilibrage biologique des milieux.



Eutrophisation et rôle du phosphore

Les développements excessifs de végétation aquatique sont des phénomènes communs au niveau national sur les cours d'eau, les plans d'eaux douces et saumâtres et également sur le milieu côtier océanique. Leur extension relativement récente sur les rivières fait l'objet d'une attention toute particulière.

Le bassin **Rhône-Méditerranée-Corse** est concerné par ces proliférations sur une grande partie de ses cours d'eau, que ce soit dans le bassin de la Saône ou dans la moitié Sud. La cause principale de ces manifestations est la trop grande quantité de nutriments (phosphore et azote) présente dans les eaux, mais ce phénomène peut être considérablement exacerbé dans des conditions physiques défavorables (étiage important, milieu physique dégradé).

Des efforts ont donc été entrepris pour **réduire la quantité de nutriments** apportée aux rivières, que ce soit au niveau des rejets directs (mise en place de stations d'épuration, programme PMPOA) ou indirects (gestion des apports en engrais). **La note technique SDAGE n° 3** : «Les rivières eutrophisées prioritaires du SDAGE - Stratégies d'actions», développe ces différents aspects et certaines préconisations plus spécialement adaptées aux vingt six cours d'eau classés fortement eutrophes par le SDAGE et à l'activité anthropique présente dans les bassins versants.

Le principal facteur d'action et de maîtrise de l'eutrophisation **est le phosphore** : un organisme vivant ayant besoin, pour se développer, de trouver dans son milieu et au moment nécessaire les éléments constitutifs de ses tissus. Son développement sera bloqué si un de ces éléments vient à manquer ou se trouve en quantité insuffisante par rapport aux autres éléments. Le rapport azote/phosphore est intéressant car, bien que les exigences à son égard soient variables d'une espèce végétale à l'autre et selon les stades de développement, il permet d'ajuster la stratégie d'action, notamment en eaux douces courantes. Toutefois, l'azote étant d'origine beaucoup plus diffuse, donc difficilement maîtrisable, et par ailleurs présent dans l'air et utilisable sous cette forme par certains végétaux, c'est sur la réduction du phosphore et plus particulièrement des phosphates, formes directement assimilables par les végétaux, que se joue en général prioritairement la lutte contre l'eutrophisation.

Une politique globale de réduction des phosphates

La réduction des teneurs en phosphates dans les cours d'eau se fait sous des approches différentes.

- **Réduction des rejets en phosphates** : la mise en place des stations d'épuration avec des unités de déphosphatation répond avec une grande efficacité à cette problématique, les rendements d'épuration assurant en moyenne 60% et pouvant approcher les 95% voire 98%.

- **Réduction des apports agricoles** : au travers des programmes PMPOA (Programme de Maîtrise des Pollutions d'Origine Agricole) et de l'optimisation des apports d'engrais.

- **Réduction des émissions dès la source** : en limitant ou en supprimant les phosphates dans les détergents et en incitant à l'utilisation de ces derniers, on peut réduire les teneurs des effluents arrivant aux stations d'épuration urbaines et la part des rejets directs non traités (non raccordés, pertes de réseaux, déverses en entrées de STEP...). Des mesures similaires prises dans le domaine industriel, associées à des modifications de procédés de fabrication, participent à cette démarche.

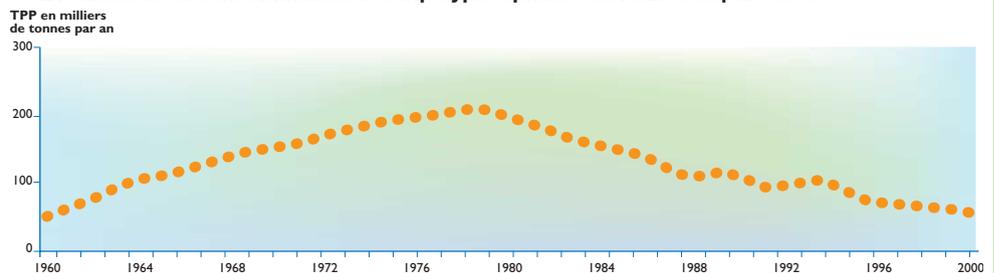
Le présent rapport s'intéresse plus particulièrement à l'impact de la déphosphatation des rejets. Les autres types d'actions sont toutefois signalés lorsqu'ils contribuent significativement à l'évolution constatée.

La réduction des rejets urbains

>>> | Une contribution plus faible des lessives

La convention du 19 décembre 1989 entre l'AISD (Association des Industries des Savons et des Détergents) et le Ministère de l'Environnement ainsi que son avenant du 28 mai 1990, ont permis de limiter la teneur des tripolyphosphates dans les lessives à moins de 20% (10 % en 2001, donnée du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable). Conjuguée à l'utilisation de lessives sans phosphates, la consommation française a baissé de près de 50% en 10 ans. Cette tendance risque toutefois de s'inverser avec l'utilisation des produits lave-vaisselle, fortement phosphatés, et non visés par les accords antérieurs.

Évolution de la consommation des tripolyphosphates en France depuis 1960



La réduction est très perceptible sur les effluents domestiques entrant dans les stations d'épuration avec une **diminution de 4 à moins de 3 grammes de phosphore par habitant et par jour**. Elle contribue à la baisse moyenne des teneurs en phosphates des cours d'eau du bassin qui est passée de 1,1 mg/l en 1990 à 0,33 mg/l en 2001. Elle est d'autant plus intéressante qu'elle diminue le flux de phosphore injecté et transitant dans l'environnement et donc les risques de fuite vers les écosystèmes aquatiques.

>>> | Réglementation des rejets et principaux objectifs

Plusieurs textes réglementaires traitent des niveaux de rejets compatibles avec la sensibilité des milieux naturels.

• Directive ERU (Eaux RésiduaireS Urbaines) du 21 mai 1991

Transcrite en droit français par la loi sur l'eau du 2 janvier 1992 et le décret du 3 juin 1994, elle a pour objet de limiter l'impact des rejets urbains sur les milieux aquatiques.

Pour cela, elle oblige les collectivités locales de plus de 2000 habitants à se doter d'un système de collecte et de stations d'épuration en fonction de la sensibilité du milieu récepteur et de la taille des collectivités selon l'échéancier prévu dans le tableau ci-après :

	Nombre d'EH	2 000 à 10 000	10 000 à 15 000	>15 000
Collecte	Cas général	31 déc. 2005		31 déc. 2000
	Zones sensibles	31 déc. 2005		31 déc. 1998
Traitement	Zones «normales» eaux douces ou estuaires	Traitement secondaire 31 déc. 2005		Traitement secondaire 31 déc. 2000
	Zones «normales» eaux côtières	Traitement adapté 31 déc. 2005	Traitement secondaire 31 déc. 2005	Traitement secondaire 31 déc. 2000
	Zones sensibles (tous types d'eaux)	Traitement secondaire 31 déc. 2005	Traitement rigoureux 31 déc. 1998	

Traitement adapté

Traitement permettant de respecter les objectifs de qualité des eaux du milieu récepteur.

Traitement secondaire

Traitement biologique avec décantation secondaire ou traitement équivalent.

Traitement plus rigoureux

Traitement plus poussé que le traitement biologique en adéquation avec la sensibilité du milieu.

● **Objectifs du SDAGE**

Le SDAGE RMC a identifié les milieux particulièrement atteints par les pollutions azotées et phosphorées. Parmi ces milieux, des cours d'eau font l'objet de manifestations effectives et déjà mesurées (chlorophylle, biomasse, variations journalières de l'oxygène) de proliférations végétales persistantes, nuisibles à l'équilibre de l'écosystème.

Afin de lutter contre ce type de perturbation, les objectifs du SDAGE s'expriment selon deux orientations complémentaires :

- d'une part la **diminution des deux tiers des rejets directs en phosphore** lorsque les pollutions ponctuelles sont dominantes, la référence étant la situation au moment de l'élaboration du SDAGE,
- d'autre part, la fixation d'une **concentration maximale de 0,2 mg/l en orthophosphates** dans les cours d'eau concernés. Cet objectif de base, nécessaire pour espérer maîtriser l'eutrophisation, peut être rendu plus drastique en fonction des conditions locales. Il doit être pris en compte pour délivrer les autorisations de rejets.

Rappelons que ces objectifs, intégrés à ceux plus généraux des cartes départementales d'objectifs de qualité, conservent une portée réglementaire jusqu'à la révision du SDAGE prévue avec la promulgation des plans de gestion de la directive cadre en 2009.

• Directive cadre européenne du 23 octobre 2000

Même si le problème des teneurs en phosphore n'est pas particulièrement mis en avant dans la directive cadre européenne, il est indiqué que les Etats membres protègent, améliorent et restaurent les milieux aquatiques pour parvenir à un «bon état des eaux de surface». Pour les «zones protégées» (notamment au regard de leur richesse biologique), les Etats membres doivent assurer le respect de toutes les normes et des objectifs prévus. Ce double objectif devrait être réalisé au plus tard 15 ans après l'entrée en vigueur de la directive cadre, soit en 2015.

Il est clair que l'**eutrophisation**, qui participe largement à la dégradation des milieux, et la lutte contre le phosphore, **font partie des cibles visées** par la directive.

Il est d'ailleurs fait rappel de la directive 91/271/CEE du Conseil du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines évoquée ci-dessus ainsi que celle du 96/61/CEE du Conseil du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution par l'activité industrielle.

• Des avancées déjà significatives

Dans le cadre de l'application des dispositions existantes et notamment de la directive ERU, de nombreuses stations d'épuration ont déjà été équipées d'unités de déphosphatation, **principalement sur le bassin de la Saône, classé en zone sensible** au titre de cette directive (voir carte de situation des stations d'épuration - **figure 2** page 12).

Les résultats de la mise en place de ces déphosphatations sont déjà visibles sur les flux de phosphore à l'échelle de grands bassins versants. Il restait à en préciser l'importance au niveau local et à voir quel impact ces mesures ont pu avoir sur les phénomènes d'eutrophisation. L'analyse des données existantes sur les milieux naturels récepteurs sous influence de ces unités de déphosphatation va permettre d'esquisser un premier bilan.

L'eutrophisation dans le bassin Rhône- Méditerranée-Corse

La végétation aquatique peut se présenter globalement sous deux types différents : les végétaux unicellulaires libres ou phytoplancton et les macrophytes de plus grande taille, le plus souvent fixées, chacun d'eux revêtant une multitude de formes.

Le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, de par sa situation géologique, topographique, climatique, est susceptible d'héberger ces deux types dans toutes leurs variétés.

Le phytoplancton représente l'ensemble des algues microscopiques en suspension dans les eaux de surface. Ces formes libres peuvent proliférer de façon importante dans les eaux peu courantes et riches en nutriments. Elles provoquent alors des désoxygénations perturbant de façon notable l'équilibre biologique des eaux et soulèvent des problèmes pour l'alimentation en eau potable par la sécrétion de toxines. La quantification des populations phytoplanctoniques se fait le plus couramment par le dosage dans un échantillon d'eau de deux types de pigments contenus dans la cellule algale : la chlorophylle et les phéopigments.

Sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, les proliférations phytoplanctoniques sont relativement localisées et présentes surtout sur le bassin de la Saône, plus épisodiquement sur quelques cours d'eau méditerranéens.

Les macrophytes correspondent à l'ensemble des végétaux aquatiques ou amphibies visibles à l'œil nu. Ils comprennent les hydrophytes (phanérogames ou plantes à fleurs immergées ou flottantes), les bryophytes (mousses et hépatiques), les lichens et fougères aquatiques ainsi que les macro-algues, les colonies macroscopiques de cyanobactéries, bactéries et champignons.

Le mode de quantification le plus rapide est l'évaluation du pourcentage de recouvrement des végétaux sur la surface en eau. Quand ces pourcentages sont très importants, on peut alors mesurer la masse végétale présente sur une superficie donnée (biomasse).

Ces différents types de végétaux ont une **influence variable sur la biologie** de la rivière : la végétation est nécessaire à l'équilibre biologique aquatique (notamment les bryophytes et la plupart des phanérogames indispensables au développement de la chaîne trophique) mais certaines espèces, notamment certaines algues et phanérogames polluo-résistants, ont la particularité de proliférer quand les flux de nutriments sont importants. Cette surproduction végétale, néfaste à la biologie (colmatage des fonds, biomasses importantes induisant des déficits nocturnes en oxygène), entrave aussi la pratique des **sports et loisirs aquatiques** et constitue une gêne pour les **usages** de l'eau.

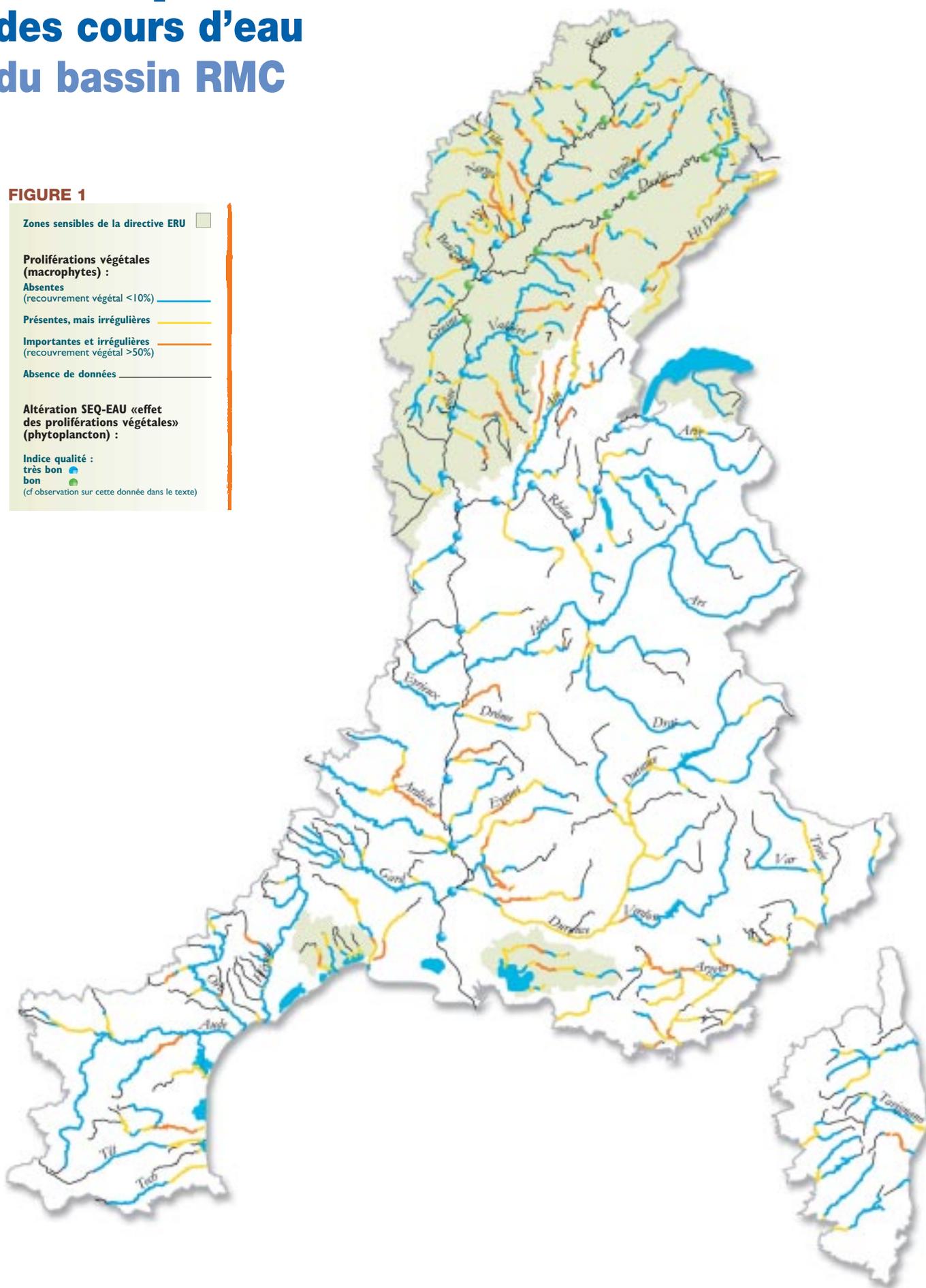
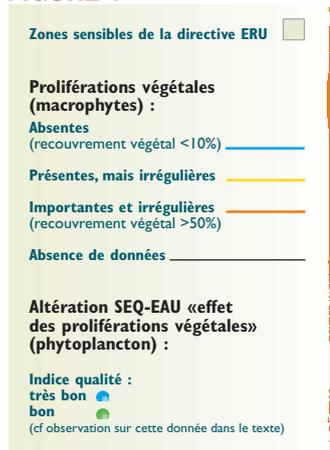
La carte de la **figure 1** page 11 présente **la situation des cours d'eau du bassin Rhône-Méditerranée-Corse**. On note que les proliférations les plus importantes ont été constatées sur l'ensemble du bassin de la Saône, le pourtour méditerranéen (influence de l'étiage estival) et les zones subissant des rejets directs ou indirects importants en nutriments.

Du fait du classement du **bassin de la Saône** en zone sensible ERU, c'est, avec le bassin du Léman, sur ce territoire que se sont développés en priorité les équipements de déphosphatation (cf. **figure 2** localisant les stations de déphosphatation et les points de mesure sur le milieu dont il est fait mention dans ce rapport). Ceci explique le caractère géographiquement limité de ce premier bilan qui pourra être étendu à d'autres rivières de la partie Sud du bassin dans les prochaines années.



Eutrophisation des cours d'eau du bassin RMC

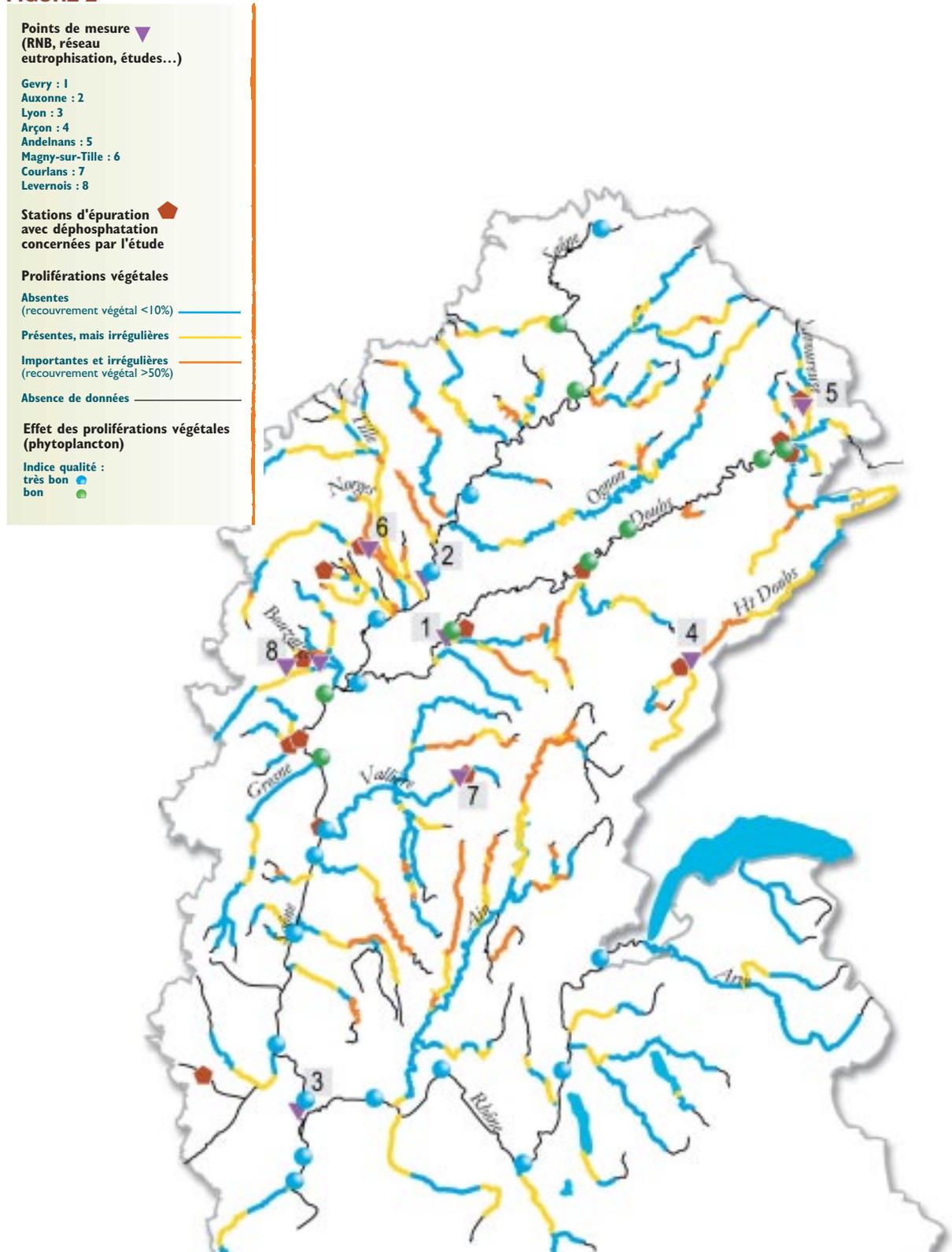
FIGURE 1



Localisation

des points de mesure sur le milieu, et des stations de déphosphatation citées dans l'étude

FIGURE 2



Impact de la déphosphatation sur le phytoplancton

Dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, les trois quarts du linéaire de la Saône et les parties aval de ses principaux affluents (notamment le Doubs, naturellement favorable aux formes planctoniques par ses caractéristiques de cours d'eau lent et profond) présentent ou ont présenté des proliférations végétales. Ces cours d'eau peuvent permettre un début de constat, à l'échelle d'un grand bassin versant, des effets cumulés de la mise en place de plusieurs unités de déphosphatation.

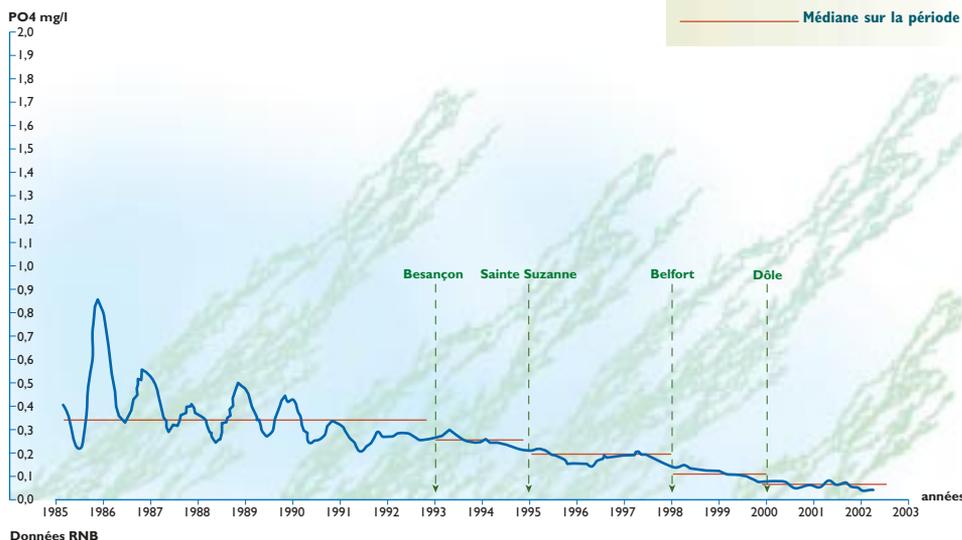
>>> | Le Doubs aval

● Phosphates

Avec la mise en fonctionnement de nombreuses stations sur le Doubs et l'Allan (Besançon en 1993, Ste Suzanne en 1995, Belfort et Arbouans en 1998 et enfin Dôle en 2000), les concentrations et les flux en phosphates sur le Doubs aval (Gevry), qui avaient déjà diminué depuis 1985 avec la réduction du phosphore dans les lessives, ont fortement régressé et sont maintenant compatibles avec les préconisations du SDAGE (maxima des valeurs inférieurs ou égaux à 0.2 mg/l de PO₄).

La **figure 3** illustre cette évolution. Le type de représentation utilisée dans ce graphe (moyenne mobile, calculée pour chaque nouvelle valeur sur les six valeurs précédentes et les six suivantes, et médiane sur les périodes homogènes de rejets), permet d'avoir une information sur les tendances induites par les équipements mis en place.

FIGURE 3
Évolution des concentrations en phosphates sur le Doubs à Gevry





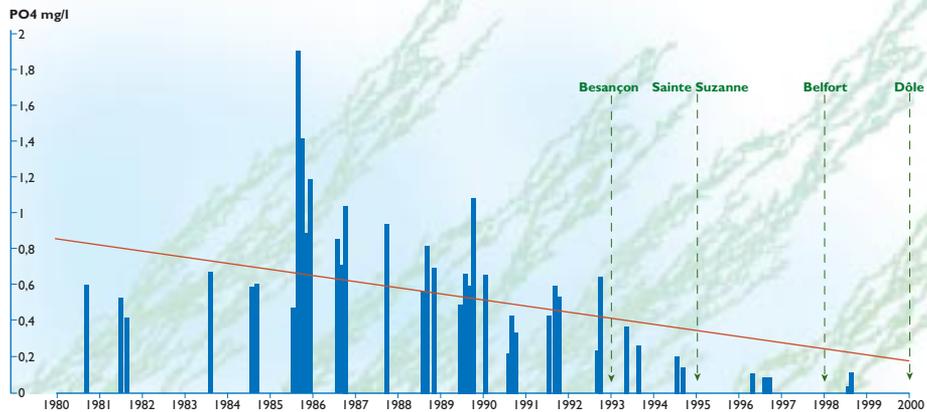
Cette réduction de la teneur en phosphates consécutive à l'effort important mené sur les ouvrages de collecte et d'épuration est particulièrement remarquable en période de basses eaux prolongées (figure 4). La baisse moins sensible en période de hautes eaux et descente de crues met en évidence des problèmes persistants de pollution diffuse sur le bassin versant. En effet, les phosphates d'origine agricole, lessivés lors des épisodes pluvieux, se retrouvent dans les cours d'eau pendant les crues.

FIGURE 4
Évolution des concentrations en phosphates en fonction des séquences hydrologiques sur le Doubs 1980 / 1999

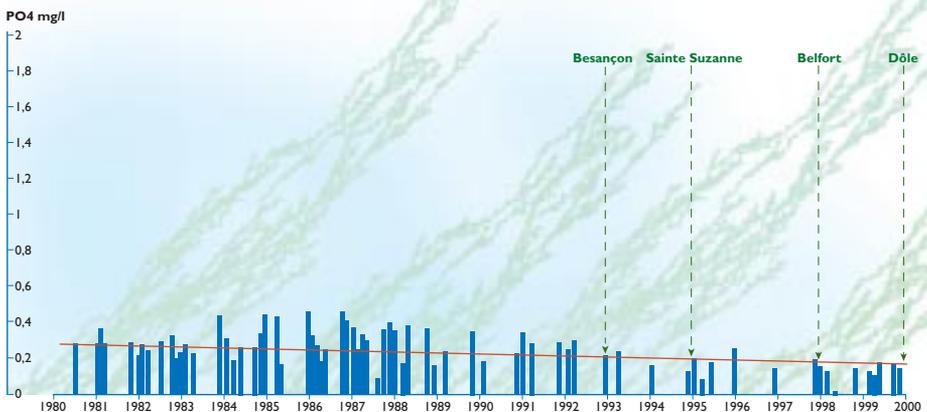
In : «approche méthodologique de la prise en compte de l'hydrologie pour l'exploitation des données physico-chimiques des cours d'eau». A. Renaux.



Évolution des concentrations en situation hydrologique de basses eaux prolongées



Évolution des concentrations en situation hydrologique de hautes eaux et de descente de crue

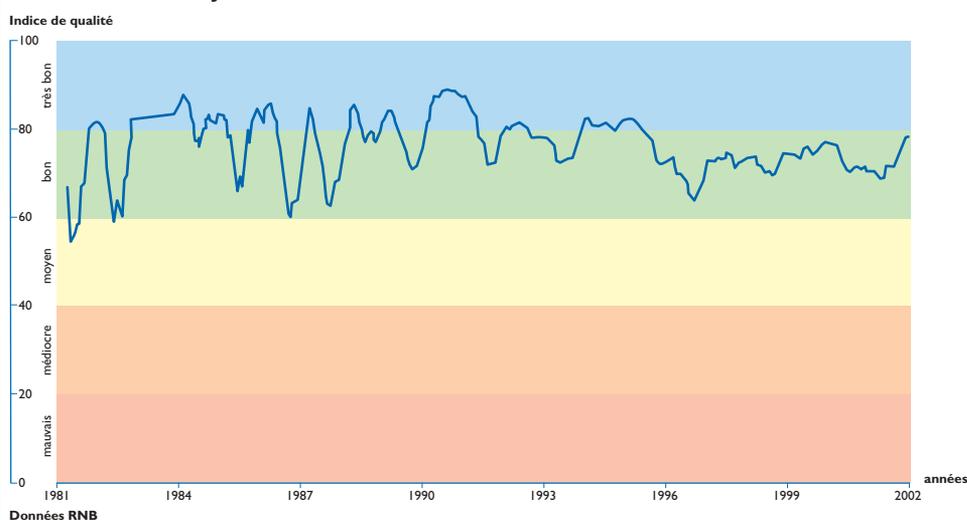


● Effets globaux sur le milieu aquatique («altération» SEQ EAU)

L'altération «Effet des proliférations végétales» du SEQ EAU (**figure 5**) qui prend en compte à la fois la somme des teneurs en chlorophylle et phéopigments ainsi que les effets induits sur l'oxygène et le pH par les proliférations végétales, ne montre pas d'évolution nette sur le Doubs aval, ceci quelque soit le mode et le pas de temps de traitement des données disponibles.

On notera toutefois que cet indice, destiné à couvrir les situations les plus extrêmes en France et appliqué aux données du Réseau National de Bassin acquises dans des conditions standard non spécifiques au suivi de l'eutrophisation (notamment au regard des variations journalières de l'oxygène), manque de sensibilité. L'analyse plus fine des évolutions pigmentaires et notamment des valeurs des phéopigments (**figure 7** page 17) permet de corriger ce diagnostic.

FIGURE 5
Altération «Effet des proliférations végétales» (SEQ EAU)
sur le Doubs à Gevry



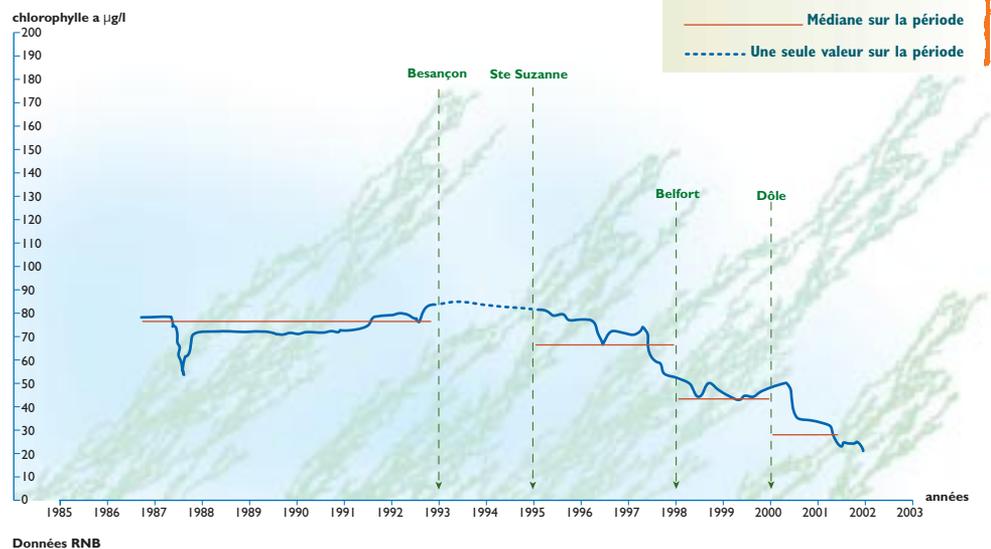
● Chlorophylle

Les teneurs en chlorophylle **ont tendance à diminuer très sensiblement depuis 1996** après être passées par une phase stationnaire (**figure 6** page 16). Il semblerait donc qu'un seuil limitant en phosphore soit atteint et que cette réduction impacte directement la production d'algues vertes phytoplanctoniques en empêchant la formation de «blooms» algaux (emballage de la production de phytoplancton). La moyenne mobile du graphe montre très clairement une nette inflexion dans la production de biomasse algale du cours inférieur du Doubs. Les valeurs se situent maintenant dans les classes «bonne» à «très bonne».

Par ailleurs, on ne retrouve plus les pics de biomasse, particulièrement perturbants pour l'écosystème, que l'on observait précédemment : 172 µg/l de chlorophylle en octobre 1986 avec des valeurs régulièrement supérieures à 100 µg/l jusqu'en 1996, alors que seulement 2 dépassements ont été enregistrés depuis en 1999 (103 µg/l) et 2000 (102 µg/l).

Ce résultat corrobore les prévisions issues du travail de modélisation du Doubs par EDF (Ph. GOSSE, 1994) prévoyant qu'une amélioration ne pouvait être attendue qu'à partir d'une réduction sévère des flux de phosphore déversés sur l'ensemble du Doubs et sur l'Allan, qui aurait un impact sur la biomasse phytoplanctonique prioritairement par la réduction des blooms.

FIGURE 6
Évolution des concentrations en chlorophylle sur le Doubs à Gevry



Données RNB

● Phéopigments

À l'inverse de la chlorophylle, les phéopigments qui avaient déjà tendance à croître légèrement depuis 1992, augmentent de **façon importante** depuis les 3 dernières années (**figure 7**). Ce phénomène indique un **changement dans la composition algale** du phytoplancton (accroissement éventuel des cyanophycées et des dynophycées ou sénescence des cellules) qui devra être précisé par une étude plus spécifique.

Différentes hypothèses expliquant ce phénomène peuvent être avancées :

- **changements climatiques** généraux, concrètement révélés sur les cours d'eau franc-comtois depuis quelques années (étiages plus sévères, températures plus élevées) ;

- présence de **micropolluants** (l'atrazine est régulièrement mesurée en quantité notable sur le Doubs à Saunière), influençant la répartition des espèces par l'inhibition de la photosynthèse en s'attaquant au fonctionnement des chloroplastes. Les algues unicellulaires étant plus perméables aux composés présents dans l'eau, des quantités extrêmement faibles de micropolluants peuvent ainsi avoir un impact sur le phytoplancton et favoriser des espèces disposant d'autres types de pigments moins sensibles ;

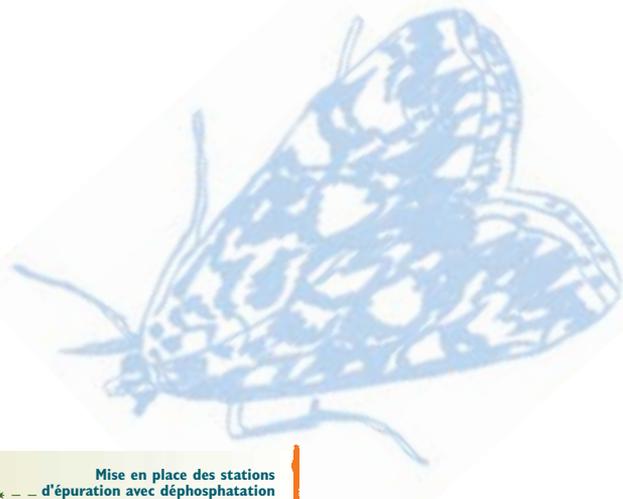
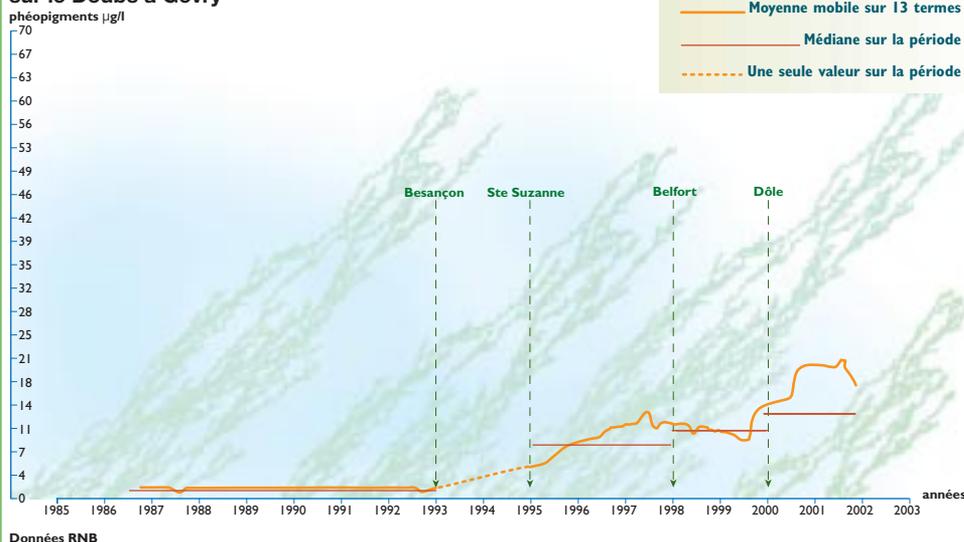


FIGURE 7
Évolution des concentrations en phéopigments
sur le Doubs à Gevry



- **rapport des concentrations des nutriments** dans l'eau : on constate que le taux de phéopigments augmente nettement depuis quatre ans de façon conjointe avec le rapport nitrates sur phosphates. Le même phénomène se retrouve sur le Haut-Doubs où des populations de cyanophycées encroûtantes ont été observées.

L'analyse des nutriments est encore un peu sommaire, compte tenu d'une part de la fréquence mensuelle des mesures qui peut ne pas prendre en compte les « bouffées » d'azote et de phosphore liées à la pluviométrie et à l'hydrologie, d'autre part de l'absence de données sur les formes de phosphore présentes. Il paraît donc nécessaire de poursuivre des investigations sur ce secteur.

De même, il serait utile d'identifier les différentes formes de **cyanophycées** présentes (hétérocystées capables d'assimiler l'azote atmosphérique, et autres formes).

S'ajoutant aux éventuels effets climatiques, il semble donc que cette modification de la composition du peuplement puisse être mise en relation avec les conditions trophiques et les micropolluants. En conséquence, et bien que ce phénomène soit encore dans sa genèse, il conviendra d'être très vigilant sur les flux de nutriments et de pesticides transitant dans le Doubs et tenter d'en préciser les effets.

>>> | La Saône

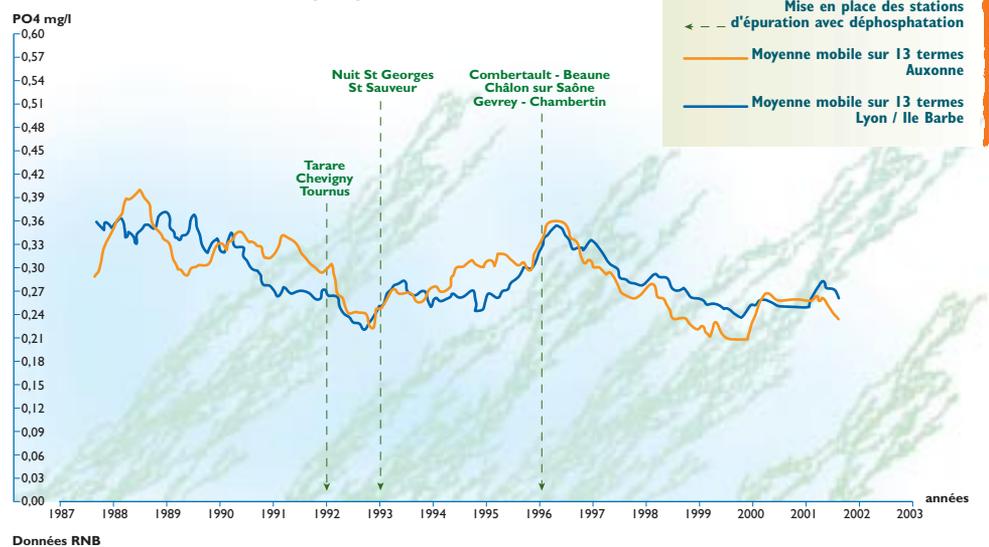
● Phosphates

La Saône a connu ces dernières années une nette augmentation de la capacité de déphosphatation des stations d'épuration de son bassin versant. Outre les efforts entrepris sur le bassin de son principal affluent, le Doubs, on peut citer : Tarare, Chevigny-St-Sauveur, Tournus (1992), Nuit-St-Georges (1993), Combertault-Beaune, Chalon-sur-Saône, Gevrey-Chambertin (1996) soit une capacité totale de 416 000 équivalents-habitants pour ces sept stations.

Globalement, on constate une **légère tendance à la baisse** des teneurs en phosphates sur l'ensemble de la Saône (**figure 8**) avec cependant des valeurs actuelles (environ 0,25 mg/l) encore supérieures au seuil préconisé par le SDAGE (0,20 mg/l).

Cette diminution, observable dès l'amont (Auxonne) et sans doute liée à la modification des **compositions lessivielles**, ne s'accroît pas en aval (Lyon) malgré les équipements de déphosphatation mis en place sur le bassin. Ceci traduit donc l'existence d'autres apports, d'importance comparable et eux plutôt en augmentation, qui masquent les résultats attendus consécutifs aux efforts d'épuration urbaine.

FIGURE 8
Évolution des concentrations en phosphates sur la Saône

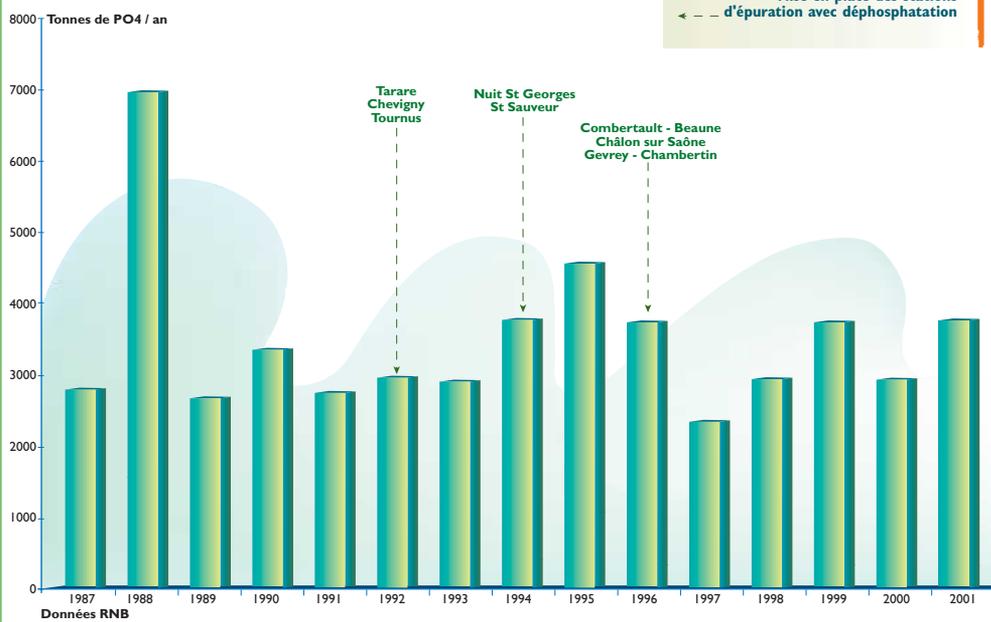


Données RNB

Les concentrations étant toutefois influencées par la dilution des rejets liées aux conditions hydrologiques et à leurs variations inter-annuelles, une expression des résultats en flux (produit de la concentration par le débit) permet de s'affranchir de cette influence et de vérifier le constat précédent. **L'analyse des flux** de phosphates à Lyon (point de fermeture de l'ensemble du bassin versant) **confirme bien la stabilité globale** de la situation sur ce cours d'eau (**figure 9**).

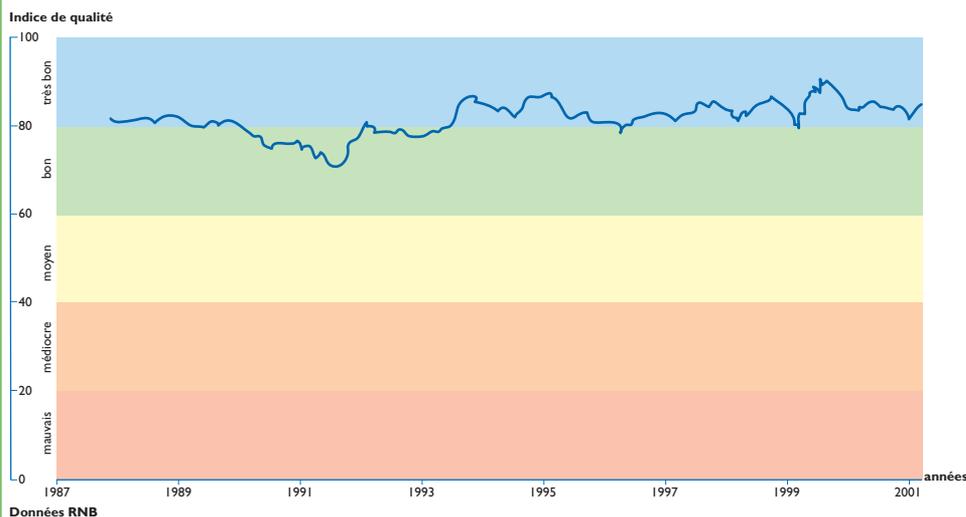
Il est probable en effet que l'abattement consécutif à la déphosphatation des eaux usées (de l'ordre de 300 tonnes de phosphore, soit 900 tonnes de PO4 par an) serait visible s'il n'était pas compensé par d'autres sources d'émission.

Compte tenu de l'**occupation agricole** du bassin de la Saône et des pressions de **pollution diffuse** qui s'y exercent, il semble bien que ce soit de ce côté qu'il faille trouver l'explication.

FIGURE 9**Flux de phosphates dans la Saône à Lyon**

Effets globaux sur le milieu aquatique («altération» SEQ EAU)

L'altération SEQ EAU «Effets des proliférations végétales» présente un profil de courbe assez différent des phosphates (figure 10). Malgré la sensibilité médiocre de l'indice (cf. chapitre précédent), toutes les données sont en progression et actuellement comprises entre 80 et 100, indicatrices de très bon état. Ce classement signifie l'absence de problème d'oxygène pour le cours d'eau et une végétation phytoplanctonique globalement peu abondante. Si l'évolution positive sur le plan de l'oxygène peut être mise en relation avec les efforts d'épuration sur les matières oxydables, la diminution du plancton est plus surprenante, au regard de la stabilité du phosphore mentionnée précédemment.

FIGURE 10**Altération «Effet des proliférations végétales» (SEQ EAU) sur la Saône à Lyon**

● **Chlorophylle**

Les concentrations en chlorophylle observées pendant cette période **diminuent fortement** et confirment l'observation précédente. Que ce soit à l'amont (Auxonne, **figure 11**, avant la confluence avec l'Ouche) comme à l'aval (Lyon, **figure 12**), la tendance est indiscutablement à une raréfaction des microalgues vertes, bien que ce phénomène ne soit pas intervenu à la même époque (1996-1997 pour Auxonne, 1992 pour Lyon).

FIGURE 11
Évolution des concentrations en chlorophylle a et phéopigments sur la Saône à Auxonne

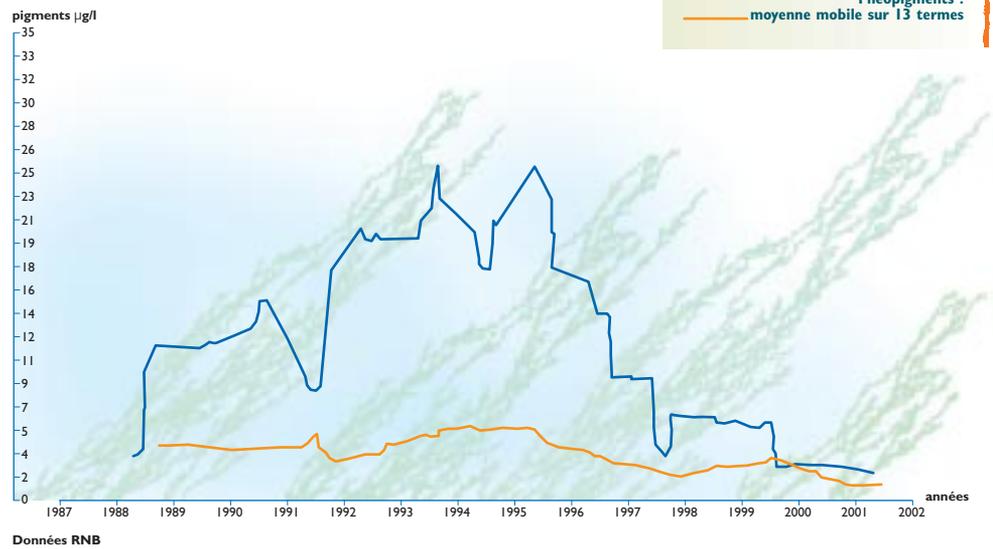
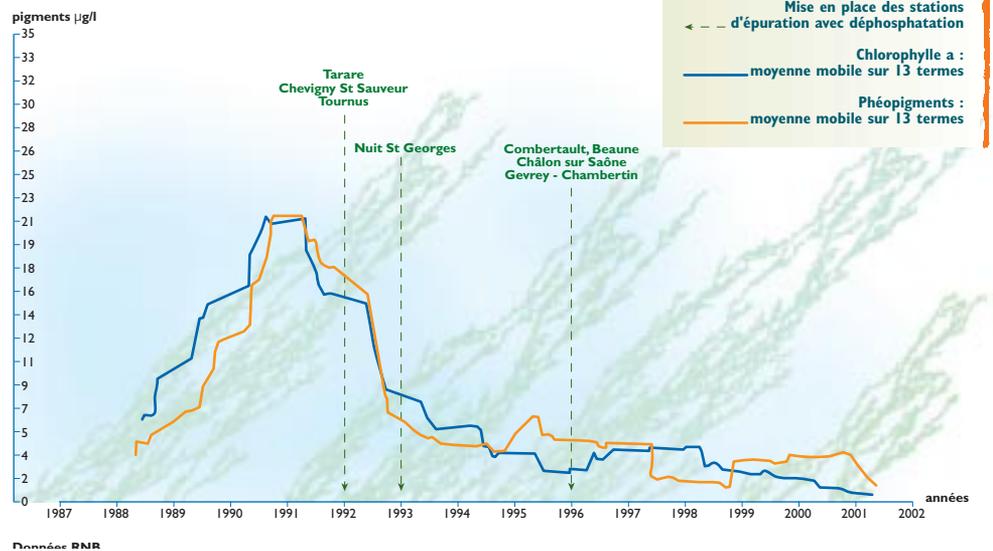
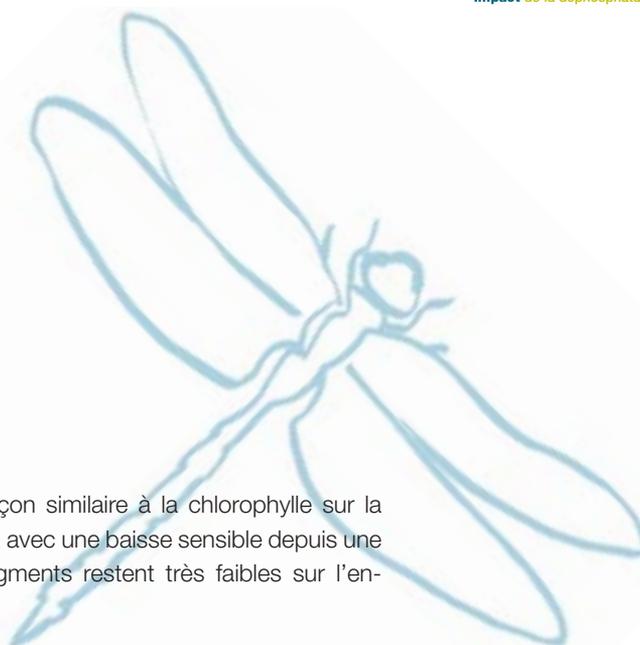


FIGURE 12
Évolution des concentrations en chlorophylle a et phéopigments sur la Saône à Lyon





● Phéopigments

Les concentrations en phéopigments évoluent de façon similaire à la chlorophylle sur la Saône à Lyon où les courbes sont presque juxtaposables, avec une baisse sensible depuis une dizaine d'années. A Auxonne, les quantités de phéopigments restent très faibles sur l'ensemble de la chronique disponible.

● Rapport nitrates sur phosphate

Il reste à peu près constant sur l'amont comme à l'aval contrairement au Doubs, et permet d'expliquer la similitude d'évolution entre les 2 types de pigments.

Le **diagnostic**, relativement négatif au vu des phosphates et paradoxalement très positif au vu des trois critères biologiques, **doit être reconsidéré en regard du contexte morphodynamique du cours d'eau et de sa potentialité biologique.**

La production phytoplanctonique, qui a toujours été bien inférieure à ce qu'elle pourrait être compte tenu des caractéristiques physiques de ce cours d'eau (température, éclaircissement, écoulement) et des flux de nutriments non limitants, se situe ces dernières années à des seuils restreignant par endroits la vie piscicole : les cours d'eau du type de la Saône, possédant des concentrations similaires en nutriments, atteignent habituellement des teneurs en chlorophylle 10 fois supérieures.

Sur la Saône, le phytoplancton est actuellement plus abondant sur le secteur le plus amont, de Cendrecourt à Apremont (classe 3). La quantité diminue ensuite progressivement jusqu'à des teneurs réduites en aval de la confluence avec le Doubs (Burgeap, 1999). Les **biomasses estivales de la Saône à l'aval de Mâcon** sont décrites par le CNRS (2001) comme **extrêmement basses et les plus marquantes de l'évolution de la Saône depuis 1993.**

Il y a là une **grande discordance entre la capacité trophique potentielle et la faible productivité du milieu.** Des tests de fertilité (Grenouillet G., 1997) effectués sur l'eau de la Saône aval ont mis en évidence une inhibition chimique de la croissance algale. Qu'il soit dû à un excès de chlorure ou causé par un ou des micropolluants (ARALEPBP 2000), cet état de dystrophie doit être suivi avec attention. La poursuite des programmes de maîtrise des toxiques, justifiée au regard de leurs effets écotoxiques et des risques sanitaires pour l'homme, pourrait se traduire, compte tenu des teneurs en nutriments de la Saône, par des développements spectaculaires de phytoplancton. Au cours des 3 dernières années, 25 substances phytosanitaires ont été identifiées dans les eaux de la Saône à Lyon dont 18 appartenaient à la famille des herbicides (atrazine, diuron, izoproturon et trébuconazole en quantités conséquentes). Les pics les plus importants apparaissent entre mars et juillet.

Parallèlement à la réduction des toxiques, il est donc tout à fait justifié, afin de prévenir de futures manifestations végétales, de poursuivre le programme de déphosphatation prévue par la directive ERU et de mieux prendre en compte le phosphore d'origine agricole.

Compte tenu de ces éléments, **nous considérons que nous ne pouvons établir pour l'instant une relation nette de cause à effet entre l'impact de la déphosphatation et la production phytoplanctonique sur la Saône**, d'autres facteurs intervenant.

Impact de la déphosphatation sur les macrophytes

>>> | Méthodologie d'évaluation

L'évaluation de l'état de la végétation fixée dans les cours d'eau s'est effectuée de façon différente de celle du phytoplancton, ces populations variant moins rapidement dans l'espace et le temps. Les méthodes d'estimation ont été appliquées de façon homogène sur l'ensemble des cours d'eau étudiés : **pourcentage de recouvrement végétal** (projection de la surface occupée par les différentes strates de végétation sur le lit en eau du cours d'eau, ce dernier pouvant dépasser 100 % quand différentes strates sont bien représentées) ainsi qu'une qualification globale de la composition (mousses, algues et plantes supérieures). Des déterminations plus poussées ont été effectuées sur la Bouzaize qui a fait l'objet d'une étude particulière sur l'ensemble de la période.

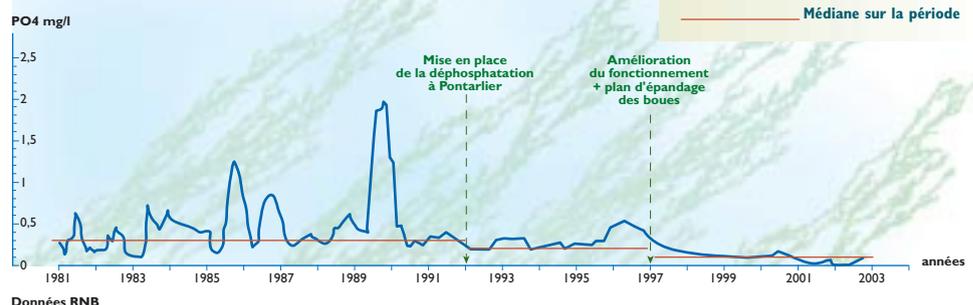
Des mesures de **biomasses** (quantité de végétation aquatique présente par unité de surface dans le lit en eau du cours d'eau) ont également été effectuées sur l'Ouche afin de mieux prendre en compte, dans un contexte particulièrement pollué, l'impact de la renaturation sur la végétation.

>>> | Station d'épuration de Pontarlier sur le Doubs à Arçon (25)

Le Haut-Doubs, rivière de plateaux karstiques, est un cours d'eau extrêmement sensible aux proliférations végétales du fait de sa concentration en calcium qui favorise l'assimilation des nutriments. La station d'épuration d'Arçon, à l'aval du rejet de la ville de Pontarlier, est située sur un secteur très étudié à la suite des productions algales observées, parfois comparables en biomasse aux marées vertes bretonnes.

L'impact de la mise en place de l'unité de déphosphatation de la station d'épuration de Pontarlier est **clairement perceptible sur les teneurs en phosphates** dans le Doubs qui rejoignent maintenant les valeurs admissibles maximales préconisées dans le SDAGE (**figure 13**).

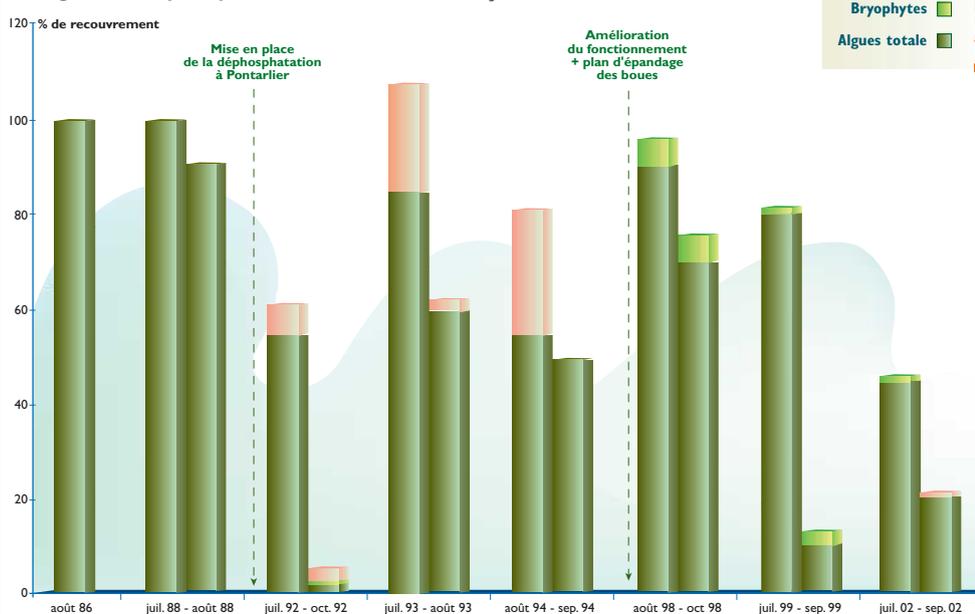
FIGURE 13
Évolution des concentrations en phosphates dans le Doubs à Arçon



Les effets sont également visibles sur la végétation (**figure 14**). Le recouvrement végétal, fortement influencé par les épisodes pluvieux (octobre 1992 et septembre 1999), est globalement en baisse. L'apparition successive d'hydrophytes puis de bryophytes confirme une évolution positive du cours d'eau.

Les valeurs maximales de biomasse, sans être encore parfaitement représentatives du fait de leur faible nombre, s'inscrivent néanmoins dans la même tendance (diminution de 1,4 kg de végétation en poids frais essoré par m² en 1999 à un peu moins de 0,9 kg/m² en 2002).

FIGURE 14
Végétation aquatique fixée sur le Doubs à Arçon



Il est important de rappeler l'importance de la **pollution nutritive due à l'élevage** (57 % des apports en phosphore en 1995 pour le Doubs amont–cf. note technique Sdage n° 3) qui permet encore d'alimenter une biomasse algale importante et quasi permanente. Les valeurs relativement faibles en PO4 résultent de la consommation par les algues du flux de phosphore transitant par le cours d'eau, qui n'atteint encore pas véritablement, semble-t-il, un seuil limitant.

Signalons également la présence d'importants **concrétionnements calcaires** d'origine biologique colmatant les fonds et perturbant l'état écologique du cours d'eau (réduction de l'hospitalité du milieu pour les invertébrés). Ce phénomène, lié à l'apparition de **cyanophycées** (algues bleues) et encore peu connu, nécessitera d'être pris en compte dans la gestion des flux de nutriments sur ce bassin. Le rapport des nitrates sur les phosphates a, comme sur le Doubs aval, tendance à augmenter et pourrait être un facteur (avec les évolutions climatiques et la présence de micropolluants) influençant ce phénomène.



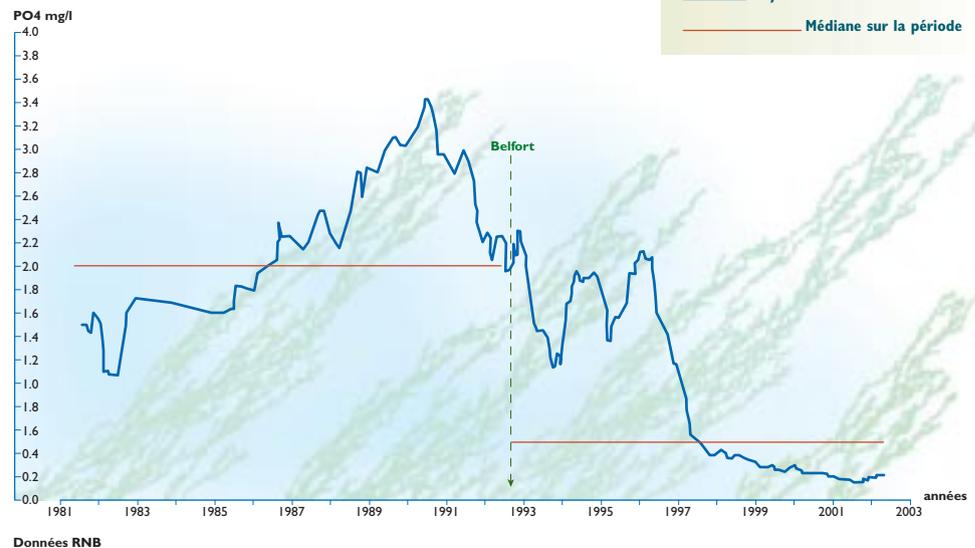
En résumé, la réduction des teneurs en phosphates du Doubs résultant de la mise en place de la déphosphatation de Pontarlier est **clairement perceptible**. Son impact sur la végétation commence à être sensible malgré l'importance de la pollution diffuse.

Le développement **des cyanophycées encroûtantes** doit toutefois être surveillé. L'hypothèse d'une compétition avec les macroalgues n'est pas à exclure, avec pour conséquence un **risque de substitution** d'une forme végétale en régression par une autre, tout aussi préjudiciable.

>>> | Station d'épuration de Belfort sur la Savoureuse (90)

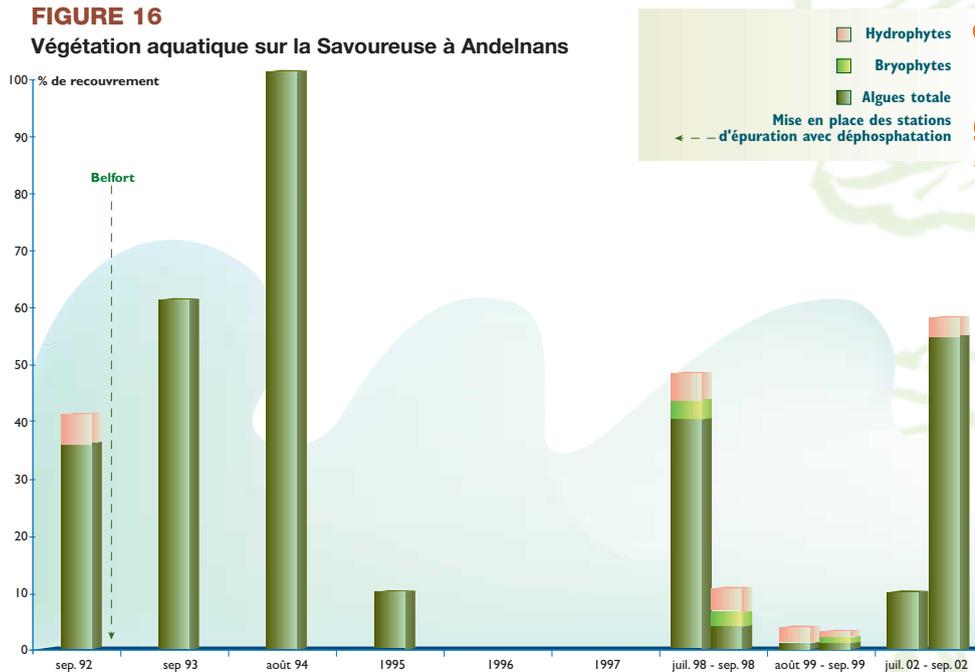
On observe une **baisse très nette des teneurs en phosphates** des eaux de la Savoureuse depuis la période de mise en place et d'optimisation du fonctionnement de la station d'épuration de Belfort (**figure 15**). Cette baisse se retrouve sur le linéaire en aval de façon bien marquée. Les teneurs, bien qu'encore supérieures aux objectifs du SDAGE (médiane des teneurs en phosphates pour la période 1997-2001 de 0,29 mg/l), permettent déjà une limitation importante des végétaux aquatiques.

FIGURE 15
Évolution des concentrations en phosphates dans la Savoureuse au Vieux Charmont



Les recouvrements végétaux ont très nettement régressé bien que les algues soient encore présentes (figure 16).

FIGURE 16
Végétation aquatique sur la Savoureuse à Andelnans



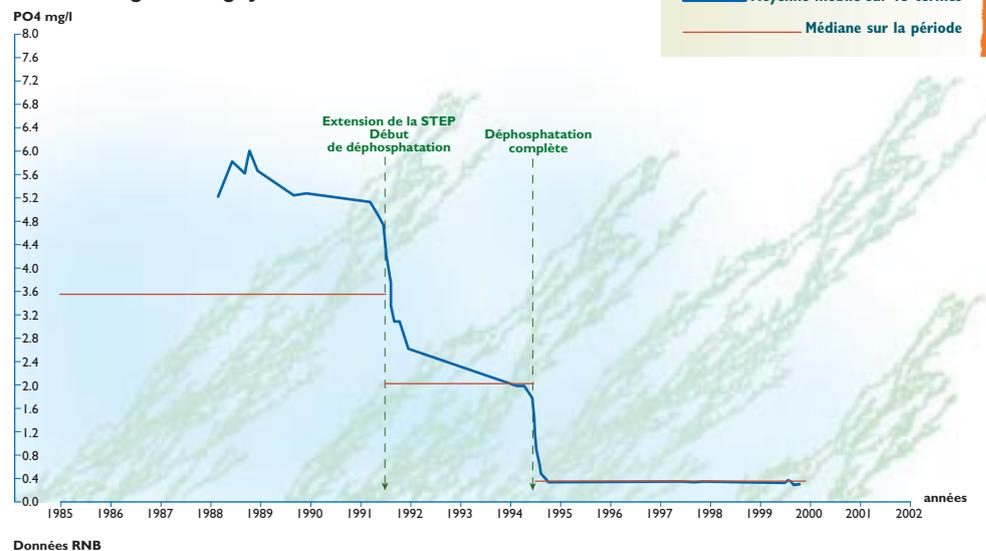
On constate donc une nette atténuation de l'eutrophisation avec un début de diversification du cortège végétal. Cela se retrouve sur l'ensemble de la chaîne trophique puisque des améliorations manifestes des populations d'invertébrés aquatiques et de poissons ont été constatés en parallèle.

Les caractéristiques de ce cours d'eau (hydrologie peu perturbée et bassin versant plutôt cristallin) ainsi qu'une pollution diffuse peu importante (inférieure à 30% des apports totaux, cf. note technique SDAGE n°3) permettent d'optimiser les efforts entrepris sur l'épuration.

>>> Station d'épuration de Chevigny-St-Sauveur sur la Norges (21)

La mise en place d'une unité de **déphosphatation** sur la station d'épuration de Chevigny-St-Sauveur **a fait chuter très nettement les concentrations en phosphates** de la Norges (gain de deux classes de qualité). La première réduction, consécutive à l'extension de la station d'épuration et la mise en place de la déphosphatation en 1991, a restauré des conditions plus favorables mais encore insuffisantes. L'amélioration des processus de digestion des boues et l'optimisation de la déphosphatation en 1994 a ensuite permis à la Norges de retrouver une qualité presque acceptable (**figure 17** : la médiane des concentrations en phosphates sur la période 1995-2001 est de 0,31 mg/l).

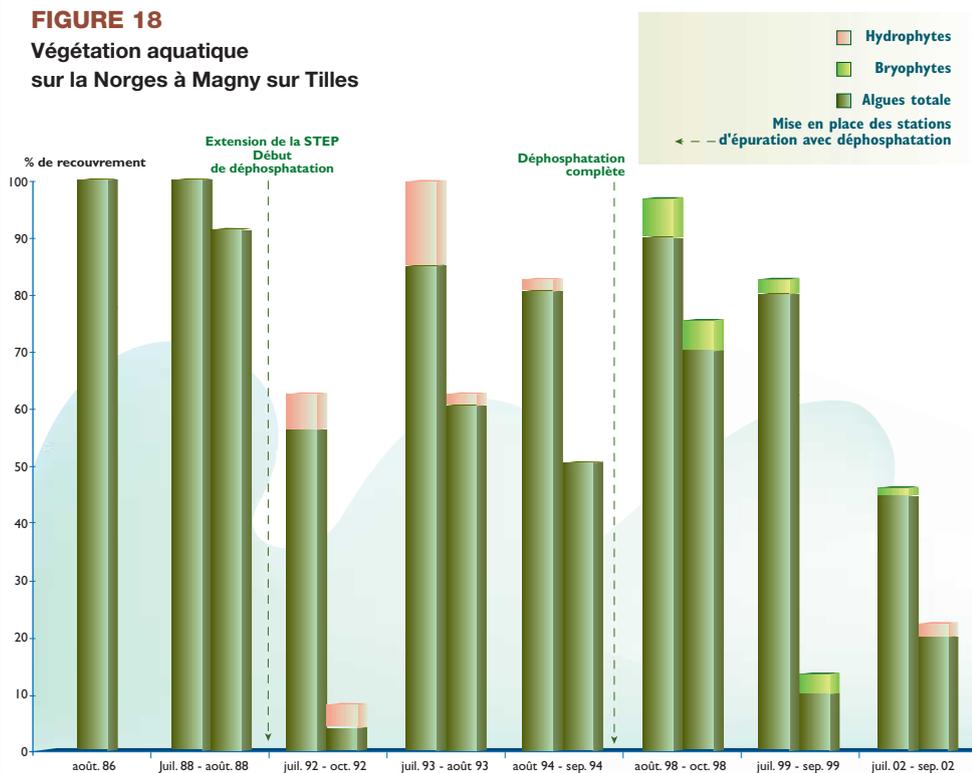
FIGURE 17
Évolution des concentrations en phosphates dans la Norges à Magny sur Tille



Par contre, et malgré des valeurs qui commencent à approcher celles préconisées par le SDAGE, **l'évolution de la végétation reste encore timide en 1999. Elle devient plus nette en 2002 (figure 18)** avec la **présence régulière de bryophytes et de phanérogames**, végétaux propices à la vie aquatique. Mais les algues sont encore bien présentes avec des pourcentages de recouvrement significatifs d'une eutrophisation encore importante.

La teneur en calcium des eaux de la Norges (facteur optimisant les développements végétaux) pourrait expliquer cette évolution encore incertaine, qui devrait conduire à prolonger les efforts de maîtrise des apports, en particulier vis à vis des pertes de collecteurs d'eaux usées qui prennent une importance particulière en contexte karstique.

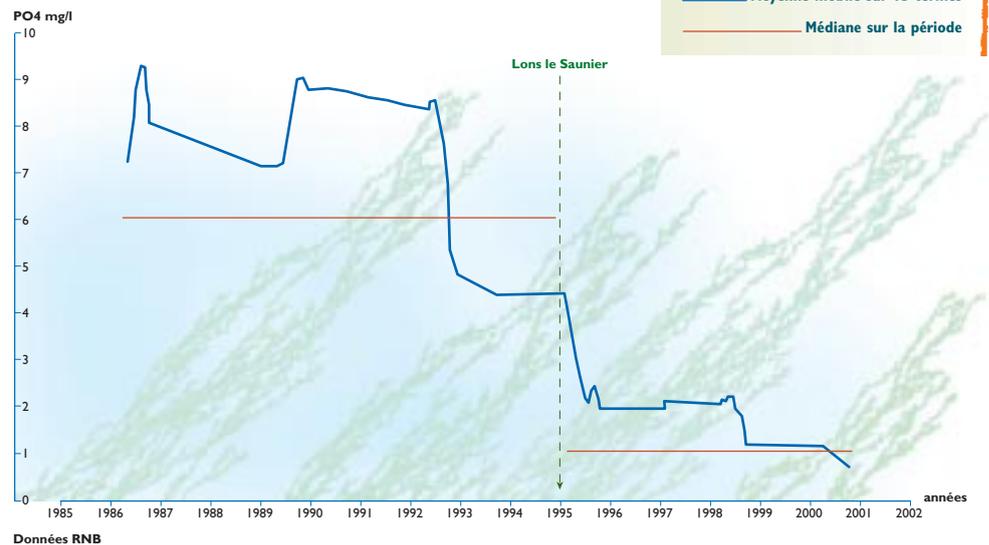
FIGURE 18
Végétation aquatique
sur la Norges à Magny sur Tilles



>>> | Station d'épuration de Lons-le-Saunier sur la Vallière (71)

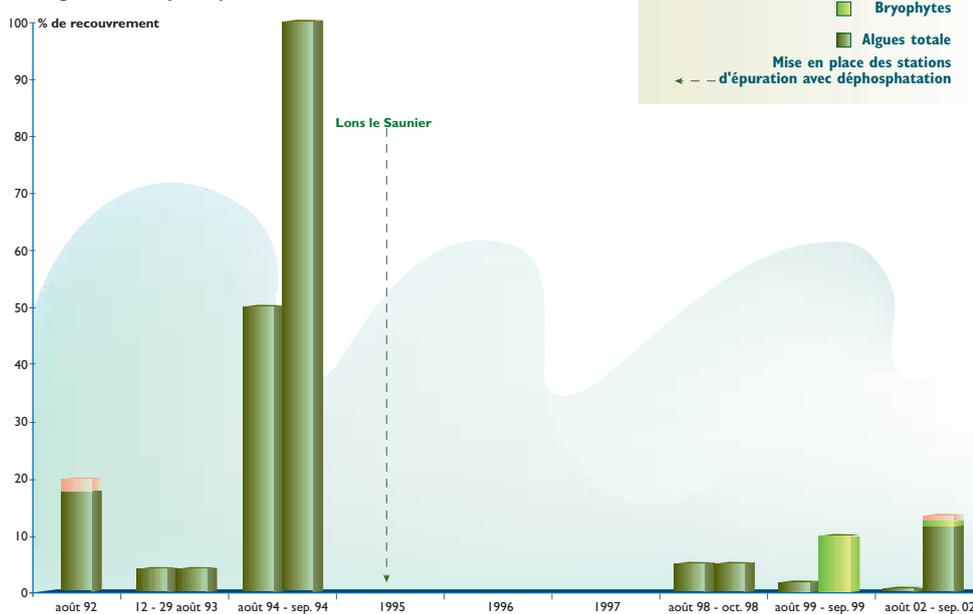
La mise en activité de la station de déphosphatation de Lons-le-Saunier en 1995 a significativement réduit la quantité de phosphates dans les eaux de la Vallière (**figure 19**), amélioration déjà amorcée les années précédentes. Les valeurs moyennes ont été **divisées** par plus de 5 en 6 ans, mais on se situe à des **teneurs encore très importantes** (médiane sur la période de 1996-2001 de 1,27 mg/l de PO₄).

FIGURE 19
Évolution de la concentration en phosphates sur la Vallière à Courlans



Sur le plan de la végétation, on note une **amélioration (figure 20)** marquée surtout par la disparition des fortes poussées végétales qui intervenaient certaines années, **la Vallière n'ayant pas présenté de développements chroniques importants depuis 1992**. La quantité de végétation aquatique présente des valeurs compatibles avec un bon fonctionnement biologique du cours d'eau et les populations d'algues ont fortement régressé. L'amélioration de la qualité de l'eau se traduit par ailleurs par une augmentation notable de qualité biologique (IBGN) qui reste néanmoins moyenne.

La Vallière connaît, pour les macrophytes, le même problème que la Saône vis à vis du phytoplancton. Les niveaux de production de biomasse végétale sont extrêmement faibles au regard des teneurs en phosphore et autres nutriments présents dans le milieu. **Il semblerait donc là aussi que des facteurs inhibiteurs du développement végétal soient présents dans le milieu.** La forte activité agricole à dominante de maïs, conjuguée à la présence de rejets urbains, pourrait apporter des micropolluants inhibant la production primaire.

FIGURE 20**Végétation aquatique fixée sur la Vallière à Courlans**

>>> | Station d'épuration de Beaune sur la Bouzaize (21)

La station d'épuration de la ville de Beaune a été déplacée à l'aval de Beaune à Combertault en 1995. Une étude spécifique a accompagné la mise en place de la station afin d'évaluer de façon plus précise l'impact de cet équipement sur la rivière.

L'amélioration de la qualité de l'eau de la Bouzaize est **très nette** depuis la réalisation des travaux d'assainissement. A défaut de station RNB, on s'appuie sur les résultats de l'étude

FIGURE 21
Évolution des teneurs en phosphates moyennes annuelles le long du cours de la Bouzaize avant et après la mise en place de la STEP de Beaune

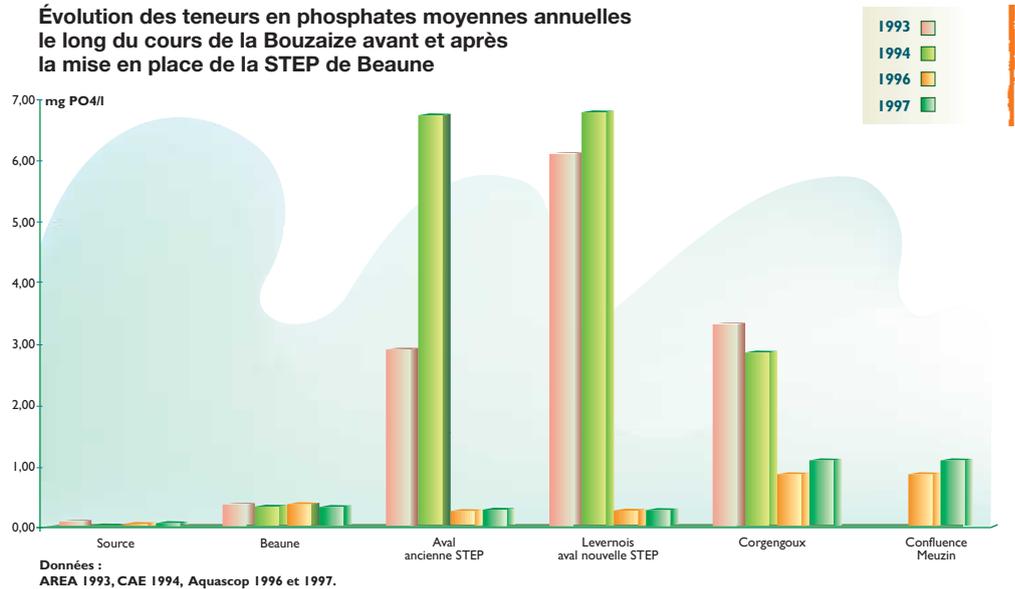
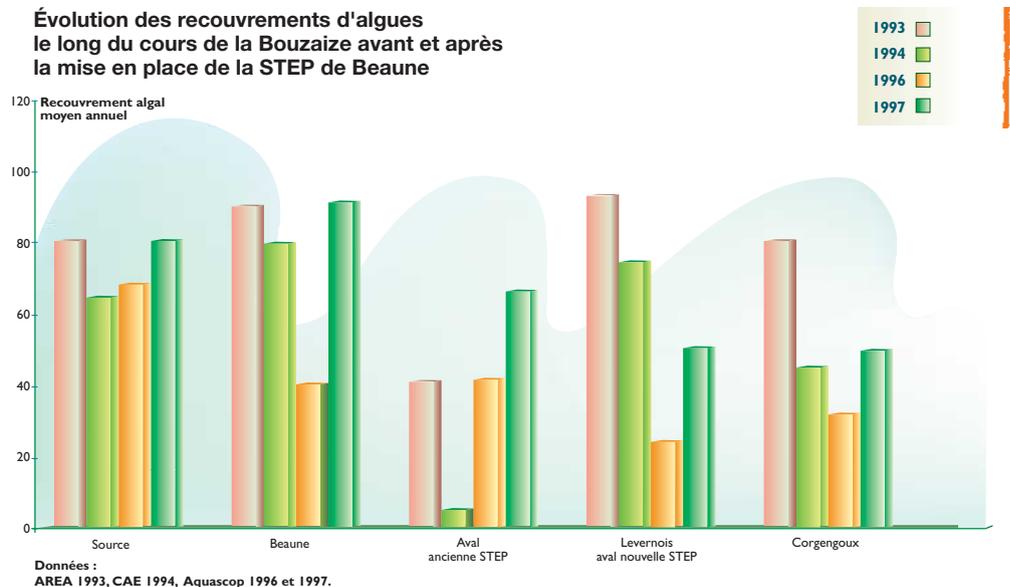


FIGURE 22
Évolution des recouvrements d'algues le long du cours de la Bouzaize avant et après la mise en place de la STEP de Beaune



d'Aquascop, 1997. Les fortes concentrations en azote et en phosphore habituellement présentes en aval de Beaune ne sont plus observées (**figure 21**). L'influence du regroupement des effluents et du rejet de la nouvelle station d'épuration est marquée par une augmentation des teneurs en phosphates entre l'amont et l'aval de ce rejet, mais à des **niveaux de concentrations** bien inférieurs à ceux observés auparavant. Ils restent **cependant encore très supérieurs à ceux susceptibles d'enrayer tout risque de proliférations végétales**.

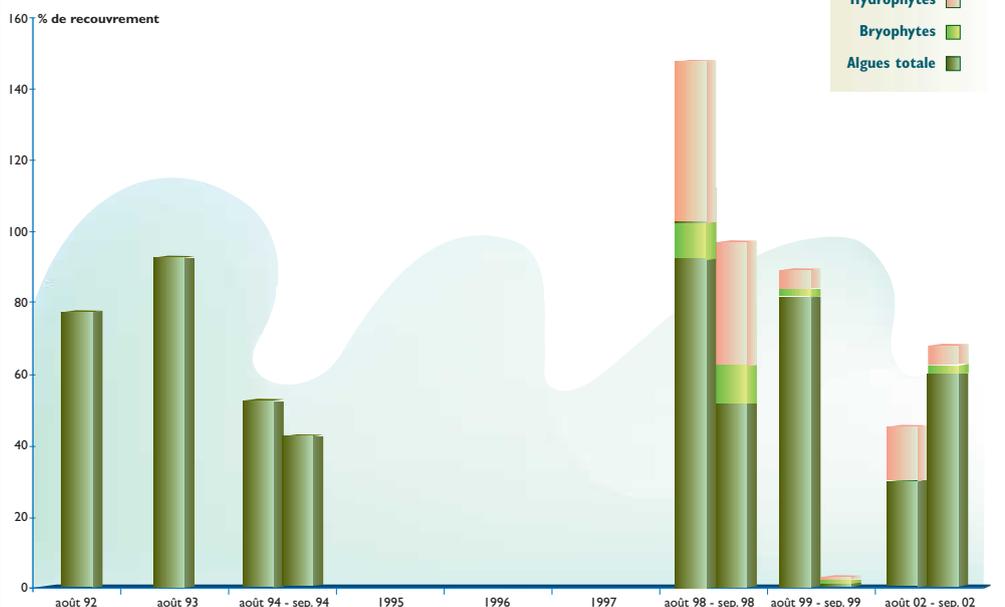
Le cortège végétal de la Bouzaize est caractéristique des eaux minéralisées et chargées en nutriments. Dès la source, la végétation abonde (80 à 90% de recouvrement), dominée par les végétaux supérieurs.

Le rejet de l'ancienne station et la très forte pollution qui en résultait provoquait la disparition de cette végétation et d'une grande partie de la vie aquatique à l'exception des algues dans les secteurs les moins pollués.

La mise en service de la nouvelle station d'épuration a permis une **recolonisation végétale, relativement maîtrisée** au vu du recouvrement végétal, même si la situation doit être considérée comme **encore précaire**. D'autres signes **d'amélioration sont observés** dans ce même secteur : le substrat est moins vaseux et on constate **l'apparition de végétaux supérieurs** (figures 22 et 23).

FIGURE 23

Végétation aquatique fixée sur la Bouzaize à Levernois (aval nouvelle STEP)



En résumé, **l'amélioration de la qualité de l'eau**, bien qu'encore éloignée de l'objectif souhaitable, **permet l'installation d'une flore plus diversifiée**. L'étude des invertébrés benthiques met aussi en évidence une progression nette du peuplement sur la partie aval, en relation avec une qualité de l'eau moins pénalisante.

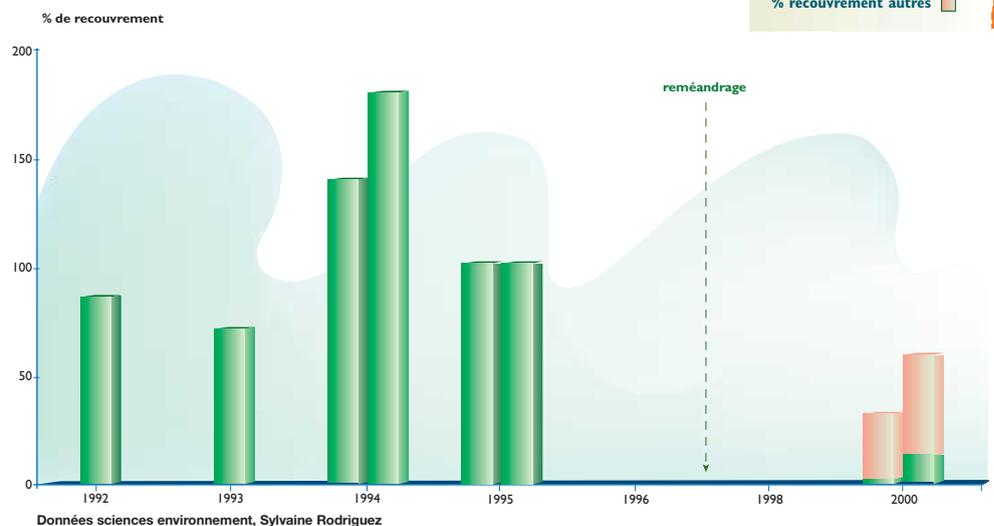
Impact de la restauration physique des cours d'eau en complément de la déphosphatation

>>> | Le Drugeon

Le Drugeon, cours d'eau eutrophisé des plateaux karstiques du Haut-Doubs, a fait l'objet d'un programme ambitieux de reconquête du milieu physique et de la qualité des eaux. Si les unités de déphosphatation prévues ne sont pas toutes complètement opérationnelles à ce jour, certains secteurs du linéaire ont été **re-méandrés** (restauration des anciens méandres du cours) dès 1997 et permettent de mesurer l'impact de cette opération.

La mise en place d'un suivi précis de la végétation par le Syndicat Intercommunal du Plateau de Frasne, la Diren Franche-Comté, et l'aide de l'Agence de l'Eau RMC montre une **amélioration très sensible de la végétation aquatique** à charges polluantes constantes. Rectifié dans les années 60, le secteur de «Pré Vaillon», situé à l'aval Vaux, a été remis dans son lit originel en 1997. Quelques années après, on observe une baisse du recouvrement algal de 100% à 40 % ainsi que le retour des bryophytes et des végétaux supérieurs dans les concavités et au sein du chenal d'écoulement (**figure 24**). La diversification des habitats s'est améliorée, ces derniers n'étant plus colmatés par les algues.

FIGURE 24
Végétation aquatique fixée : Drugeon à Pré-Vaillon (aval de Vaux)



La restauration a été optimale dans les secteurs où les anciens méandres ont été utilisés et légèrement désengraissés, les cortèges pionniers d'algues étant alors très réduits. Ces résultats sont comparés, en gain de qualité, à ceux observés à l'aval de Bonnevaux dans un secteur non renaturé de caractéristiques d'habitats similaires, où les effluents ont été collectés à 95 % vers une station de déphosphatation. Ils montrent clairement que **les actions de renaturation peuvent contribuer de façon parfois aussi importante que les mesures d'assainissement à la lutte contre l'eutrophisation.**

>>> | L'Ouche à l'aval de Dijon.

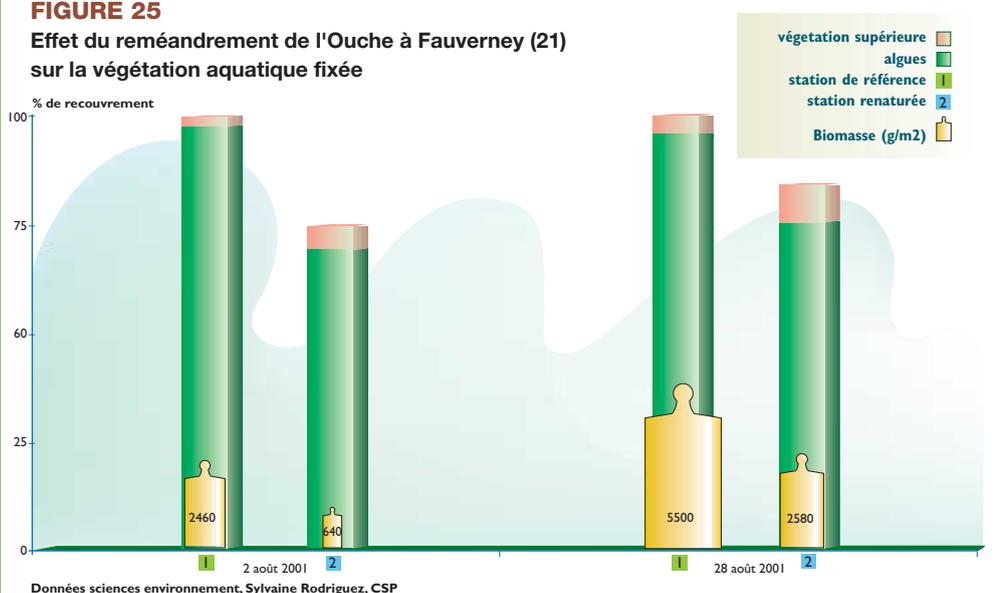
L'Ouche à Fauverney était particulièrement dégradée sur le plan physique et physico-chimique. A l'issue du schéma de restauration de l'Ouche réalisé en 1996, un site pilote a été mis en place au droit d'une anse d'érosion de berge, afin de redonner un espace de mobilité à la rivière.

La comparaison de ce site pilote avec un site témoin encore rectifié dans un secteur similaire a mis en évidence en 2001 une amélioration des différentes composantes biologiques du milieu (macroinvertébrés et poissons) et principalement de l'habitat (**figure 25**).

Au niveau de la végétation aquatique, cela se traduit par une diminution d'environ 15% du pourcentage de recouvrement, une réduction de moitié de la biomasse des algues chladorophores (indicatrices de pollution nutritionnelle importante) et une diminution par trois de l'occupation de la masse d'eau. Bien que limités par une mauvaise qualité de l'eau, les végétaux supérieurs se développent plus sur la station renaturée que sur les autres secteurs.

En conclusion, on constate, après une seule année, que la restauration d'un espace de liberté de la rivière permet un certain rééquilibrage de la production végétale ainsi que de la diversité des habitats, et globalement une amélioration significative de la vie aquatique malgré une mauvaise qualité de l'eau.

FIGURE 25
Effet du reméandrement de l'Ouche à Fauverney (21)
sur la végétation aquatique fixée



Conclusion sur l'évolution des peuplements végétaux et perspectives : un bilan en demi teinte

La réduction du phosphore a des **effets plus rapides sur les populations phytoplanctoniques que sur la végétation fixée** ; le plancton, unicellulaire, est en effet plus dépendant des teneurs en phosphates de l'eau que les végétaux fixés pouvant puiser les nutriments dans les sédiments.

Le nombre de mesures disponibles, souvent plus important pour les formes planctoniques du fait de la facilité d'analyse, permet par ailleurs une meilleure interprétation des tendances évolutives, bien que les populations phytoplanctoniques soient extrêmement fluctuantes.

Les **macrophytes**, plus complexes sur le plan physiologique et moins faciles à maîtriser car pouvant s'adapter à des situations de stress nutritionnel temporaire, et plus difficiles à échantillonner, ne peuvent être suivies de façon aussi régulière et ne permettent que des interprétations plus provisoires.

On peut toutefois observer déjà quelques **grandes tendances**.

La réduction de l'eutrophisation revêt **2 aspects** qui peuvent intervenir simultanément ou de façon dissociée selon l'importance des opérations entreprises et le niveau de dégradation du cours d'eau : d'une part, **diminution de la quantité de végétation** (mise en évidence par le recouvrement végétal), d'autre part **diversification du cortège floristique** jusqu'à retrouver des espèces végétales de plus en plus sensibles à la pollution nutritionnelle.

Ces phénomènes ont été observés pour certains cours d'eau à des niveaux différents : diversification des espèces, changement du cortège floristique qui évolue vers des types de plus grande qualité biotique sur la Bouzaize, réduction du recouvrement sur la Vallière et la Savoureuse ou réduction de la teneur en chlorophylle sur le Doubs aval.

D'autres cours d'eau présentent encore une évolution incertaine; c'est le cas notamment de la Norges.

De ces résultats se dégagent un certain nombre **d'enseignements**.

- Nécessité de poursuivre les efforts dans les secteurs particulièrement sensibles et notamment en région karstique où le calcium et donc le phosphore sont particulièrement disponibles pour les végétaux. La réduction des flux d'apport de cet élément doit être plus importante et le milieu physique impérativement en bon état.



- La maîtrise des apports nutritifs doit s'étendre à la **pollution diffuse**. La mise en place d'unités de déphosphatation des rejets urbains est insuffisante dans les bassins dont les apports de phosphore d'origine agricole sont importants, faute de quoi le gain au niveau de l'eutrophisation n'est pas sensible.

- La présence de **micropolluants (en particulier herbicides)** dans l'eau tend à réduire ou modifier les populations végétales présentes avec le risque de masquer les problèmes d'eutrophisation qui ne manqueront pas de se manifester, en dépit des efforts de déphosphatation, dès que la toxicité aura régressé. Il est donc nécessaire, sur les rivières concernées, de bien caractériser cette pollution et d'essayer, par des études plus fines, d'appréhender les mécanismes inhibiteurs afin de mieux les prendre en compte lors de bilans sur la biologie aquatique (modification de toute la chaîne de production et consommation)

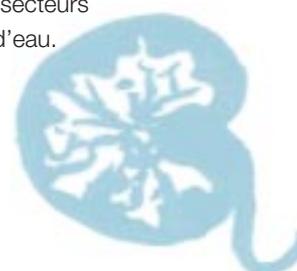
- Il convient d'être vigilant vis à vis de **l'évolution des flux de nutriments** à l'échelle d'un bassin versant et du **rappor azote sur phosphore**. Le Doubs semble ainsi subir une transformation de sa flore, aussi bien phytoplanctonique que macrophytique qui pourrait, pour une partie, lui être liée. Le développement des cyanophycées, dont certaines formes peuvent fixer l'azote atmosphérique et entrer en compétition avec les autres formes végétales, **suscite des interrogations** dans ce contexte où l'azote, non seulement n'est pas limitant mais tend à augmenter proportionnellement au phosphore. Une identification des espèces concernées et de leurs exigences nutritives au regard des disponibilités des nutriments est nécessaire pour approfondir cette question et en tirer des enseignements en terme de gestion.

- Il est aussi important de **renforcer les suivis des milieux** naturels lors des mises en route de **stations d'épuration** afin de disposer de données plus étendues et d'intégrer de façon plus fine les variations dues aux conditions météorologiques, aux particularités floristiques résultant des régions climatiques etc.

- Enfin, il convient de **réaffirmer l'importance du milieu physique** sur les phénomènes d'eutrophisation et la nécessité de travailler sur ce facteur de contrôle, seul ou en accompagnement de la déphosphatation, par des opérations de restauration chaque fois que nécessaire. Les travaux menés sur le Dugeon et l'Ouche permettent à cet égard de mesurer l'importance du gain possible à la fois sur le plan de l'auto-épuration naturelle et sur celui de la diversité des habitats.

Ce dernier aspect prend toute son importance si l'on considère l'état d'eutrophisation des cours d'eau du bassin (**figure 1** page 11) et les efforts à poursuivre, d'une part dans la partie Nord pour consolider les résultats déjà acquis et présentés ici, d'autres part dans la **partie sud** qui n'a encore fait l'objet que d'un très petit nombre d'opérations de lutte globale et coordonnée.

Il est clair en effet que, dans **les conditions climatiques très favorables à l'eutrophisation** (température et éclaircissement) que connaissent ces rivières, **toute perturbation physique** du milieu **joue en faveur du phénomène**. Une attention toute particulière doit être portée aux conditions hydrologiques et à la qualité des habitats aquatiques, notamment dans les secteurs soumis à des dérivations ou à des étiages estivaux accentués par les prélèvements d'eau.



Bibliographie

- **Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse**, 1987, *L'Eutrophisation dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse*.
- **Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse**, 2002, *Rapport d'activité 2001*.
- **Agences de l'Eau**, 1997, *Lessives, phosphates et eutrophisation des eaux*. Étude inter-agence n° 39.
- **Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse**, 2002, *Pesticides dans les eaux superficielles du bassin Rhône-Méditerranée-Corse*.
- **Aquascop**, décembre 1997, *Étude des développements végétaux sur la Bouzaize*. Rapport final. Agence de l'Eau RMC.
- **ARALEPBP/ UMR CNRS**, 2000, *Changement de l'équilibre hydrobiologique de la Basse Saône. Impact de l'eutrophisation et de la contamination toxique*. COURLY, Mission Écologie.
- **AREA**, 1993, *Étude des proliférations végétales sur la Norges*. Agence de l'Eau RMC.
- **Burgeap**, 2000, *Étude de la qualité des eaux superficielles de la Saône*. Phases 2 et 3. Syndicat mixte Saône-Doubs.
- **Comité de Bassin RMC**, mars 2000, *Note technique SDAGE n°3 : les rivières eutrophisées prioritaires du SDAGE – Stratégies d'actions*.
- **Comité de Bassin RMC**, février 2003, *Panoramique 2002* (tableau de bord du SDAGE RMC)
- **Gosse P. EDF-DER**, 1994, *Simulation de l'impact de réduction d'apports de phosphore sur les concentrations de biomasse phytoplanctonique du Doubs inférieure*. Agence de l'Eau RMC.
- **Grenouillet G.**, 1997, *Dynamique temporelle des peuplements planctoniques en milieu fluvial : suivi de la Basse-Saône, diplôme d'études approfondies*. Université Claude Bernard, LYON.
- **Hydrétudes**, 2002, *Étude du phytoplancton de la Saône*. Service Navigation Saône-Rhône.
- **Lemat**, 1990, *Phénomènes d'eutrophisation sur la rivière Norges* (Chevigny St Sauveur, Côte-d'Or). Agence de l'Eau RMC.
- **Renaux A.**, 2001, *Approche méthodologique de la prise en compte de l'hydrologie pour l'exploitation des données physico-chimiques des cours d'eau*, rapport de stage de maîtrise auprès de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse.
- **Sciences Environnement** – S. Rodriguez, Août 2001, *Suivi eutrophisation du Drugeon – année 2000*, Agence de l'Eau RMC.
- **Sciences Environnement** – S. Rodriguez, CSP, février 2002, *Effet du reméandrage de l'Ouche à Fauverney*.
- **SEMA Franche-Comté**, 1993, *Proliférations algales Haut Doubs 1993*. Agence de l'Eau RMC.

- Étude réalisée par : Nadine BOSCH et Claude LASCOMBE, avec la participation de la Sous-Direction de la Pollution Urbaine.
- Conception graphique & illustrations : Élisabeth MORGAND.
- Crédit Photo : G. Poussard (Reyssouze, Doubs), Générale des Eaux (station d'épuration de Beaune-Combertault).
- Impression : Duquesne Graphic.
- Tirage : 1700 exemplaires.
- Édité en avril 2003 par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse.

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse

2-4 allée de Lodz 69363 LYON CEDEX 07

Tél. 04 72 71 26 00 | Fax 04 72 71 26 01 | site web : www.eaurmc.fr**Délégation Rhône-Alpes**

14 rue Jonas Salk 69363 LYON CEDEX 07

Tél. 04 72 76 19 00 | Fax 04 72 76 19 10 | site web : www.eaurmc.fr**Délégation de Besançon**

Le Cadran - 34 rue de la Corvée 25000 BESANÇON

Tél. 03 81 47 07 70 | Fax 03 81 47 07 50 | site web : www.eaurmc.fr**Délégation de Marseille**

Le Noailles - 62, la Canebière 13001 MARSEILLE

Tél. 04 96 11 36 36 | Fax 04 96 11 36 00 | site web : www.eaurmc.fr**Délégation de Montpellier**

Le Millénaire - 56, impasse Archimède 34000 MONTPELLIER

Tél. 04 67 99 48 28 | Fax 04 67 99 34 24 | site web : www.eaurmc.fr