

NOTE  
TECHNIQUE  
SDAGE  
N°2

**EUTROPHISATION  
DES MILIEUX AQUATIQUES :  
BILAN DES CONNAISSANCES  
ET STRATEGIES DE LUTTE**



Décembre 1996

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône-Méditerranée-Corse a été adopté par le Comité de bassin le 20 décembre 1996 et approuvé ce même jour par le préfet coordonnateur de bassin. Ce schéma a arrêté des objectifs ambitieux de reconquête et de préservation des milieux aquatiques et de la ressource en eau.

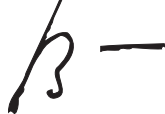
La mise en oeuvre des mesures destinées à concrétiser sur le terrain cette nouvelle politique de l'eau nécessite maintenant que l'ensemble des acteurs concernés puisse disposer petit à petit des éléments de savoir-faire les plus récents et les plus opérationnels possibles.

Tel est l'objet principal des notes techniques SDAGE dont le Comité de bassin a entrepris la rédaction et qui seront éditées au fur et à mesure de leur réalisation.

Ces documents ont pour vocation de faire le point sur l'ensemble des thèmes majeurs du SDAGE, en rappelant les notions essentielles s'y rapportant, en explicitant les démarches à mettre en oeuvre au plan méthodologique, et en exposant de manière synthétique l'état de l'art sur les questions évoquées.

Destinées en priorité aux acteurs de terrain directement concernés, que ce soit dans le cadre de SAGE ou de toute autre démarche dans le domaine de l'eau, ces notes techniques, dont il convient de préciser qu'elles n'ont pas de portée juridique, ont donc pour vocation essentielle d'apporter un éclairage technique indispensable aux orientations du SDAGE.

Michel BESSE



Préfet coordonnateur de bassin  
Rhône-Méditerranée-Corse

Henri TORRE



Président du Comité de Bassin  
Rhône-Méditerranée-Corse



# S O M M A I R E

PREAMBULE	3
1 - LA VEGETATION AQUATIQUE NATURELLE ET BENEFIQUE ... DANS CERTAINES LIMITES	5
2 - DES DESORDRES GENERALISES Comment rivières, lacs, lagunes étouffent sous les algues et les plantes aquatiques Diverses autres perturbations Coût des dommages dus à l'eutrophisation en France Comment mesurer l'eutrophisation ? Seuils indicatifs pour la mise en oeuvre d'une stratégie de lutte contre l'eutrophisation dans les cours d'eau	7
3 - AMPLEUR DU PHENOMENE EN RHONE MEDITERRANEE CORSE Milieux prioritaires vis à vis de l'eutrophisation	9
4 - LA LUTTE : LE PHOSPHORE EN PRIORITE 4.1 - Le Phosphore, facteur limitant en eau douce et facteur de maîtrise dans tous les milieux L'Azote, parfois facteur limitant mais rarement facteur de maîtrise 4.2 - Sources de phosphore et bilan sur un bassin versant 4.3 - Objectifs Phosphore dans le milieu 4.4 - Agir à la source : des lessives sans phosphate 4.5 - Hiérarchisation de la lutte contre le Phosphore 4.6 - Pour une déphosphatation des effluents domestiques 4.7 - Déphosphatation biologique ou déphosphatation physico-chimique ? 4.8 - Des alternatives ou compléments à la déphosphatation	13
5 - UN COMPLEMENT SOUVENT UTILE A LA LUTTE CONTRE LES NUTRIMENTS : UNE GESTION PHYSIQUE ADAPTEE DES MILIEUX 5.1 - Des facteurs physiques déterminants 5.2 - Une gestion physique des rivières prenant en compte le risque d'eutrophisation 5.3 - Exemples d'aménagements ayant favorisé l'eutrophisation	22
6 - L'ACTION CURATIVE : UN RECOURS EVENTUEL QUI NE PEUT ETRE UNE SOLUTION DURABLE	26
BIBLIOGRAPHIE	27
ANNEXE : les principales espèces végétales impliquées dans l'eutrophisation	29

# P R E A M B U L E

La présente note a pour objet d'illustrer les préconisations du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse en matière de lutte contre l'eutrophisation en présentant ses objectifs en terme de reconquête de la qualité de l'eau pour ce type de pollution et en fournissant aux gestionnaires un appui technique pour la mise en oeuvre de moyens de lutte contre le phénomène.

Dans un premier temps, ce document établit un bilan des connaissances sur l'eutrophisation : les facteurs déclenchant, les perturbations engendrées sur les milieux et les usages. Puis il s'attache à présenter les grands types de milieux du bassin touchés par le phénomène : cours d'eau, plans d'eau, lagunes saumâtres en rappelant la liste des milieux définis comme prioritaires vis à vis de l'eutrophisation par le SDAGE.

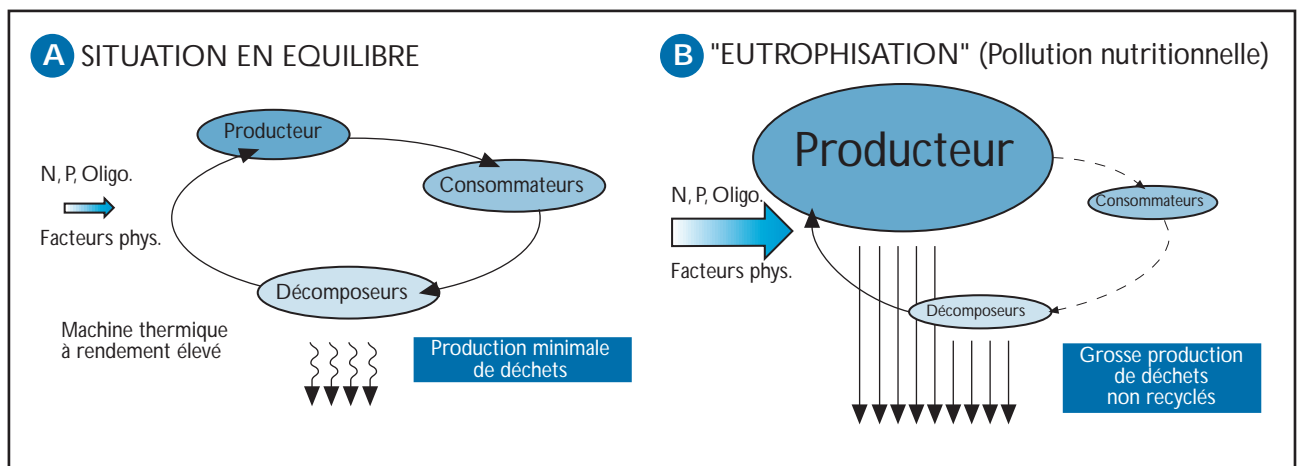
Une deuxième partie de la note est consacrée à la présentation des moyens de lutte contre l'eutrophisation en insistant notamment sur la maîtrise des apports de phosphore dans les milieux les plus sensibles.

Cette dernière est basée sur tout un ensemble de mesures qui vont de l'identification des sources de phosphore au traitement des effluents par différentes techniques en passant par une définition, au cas par cas, d'un objectif de concentration du phosphore dans le milieu récepteur.

Enfin, l'accent est également mis sur la nécessité de développer une approche globale du risque d'eutrophisation dans la gestion des rivières et de leurs bassins versants. Ainsi la restauration physique des milieux (la renaturation des berges et du lit des cours d'eau notamment) peut constituer parfois un bon complément à une réduction des principaux apports en phosphore.

# LA VÉGÉTATION AQUATIQUE : NATURELLE ET BÉNÉFIQUE ... DANS CERTAINES LIMITES

Les végétaux sont naturellement présents dans le milieu aquatique. Ils sont indispensables pour le fonctionnement de l'écosystème : base de la chaîne alimentaire (producteurs), consommateurs de gaz carbonique, producteurs d'oxygène, abris pour les poissons, etc.  
 En saison chaude, la prolifération d'une ou plusieurs espèces constitue le symptôme d'un déséquilibre de l'écosystème. Elle se produit aux dépens d'autres espèces végétales ou animales, appauvrit la vie aquatique et crée des nuisances diverses : cette prolifération constitue l'EUTROPHISATION.



Des formes variées

<i>forme végétale</i>	<i>aspect</i>	<i>milieux concernés</i>
phytoplancton (algues microscopiques en suspension)	coloration de l'eau (verte, brune, rouge selon les espèces) réduction de la transparence	plans d'eau (lacs, lagunes), cours d'eau lents et parfois milieu marin
diatomées fixées (algues microscopiques)	dépôt sur le fonds des cours d'eau, galets glissants	cours d'eau lents ou rapides
algues filamenteuses fixées	grandes algues, envahissant parfois toute la masse d'eau. Cladophores : longs filaments de plusieurs mètres	cours d'eau
macroalgues vertes marines (ulves)	aspect de laitues	lagunes languedociennes
végétaux supérieurs (potamots, renoncules, myriophylles, etc.)	allure de végétaux terrestres	tronçons de cours d'eau lents à fonds déposés et plans d'eau

Les problèmes aigus d'eutrophication ne sont dus qu'à un nombre limité d'espèces : les principales sont présentées en annexe.  
 Les différents types de végétation aquatique sont visualisés ci-après.

## LES DIFFERENTS TYPES DE VEGETATION AQUATIQUE



Phytoplancton sur la retenue de Gréoux-Verdon (04)



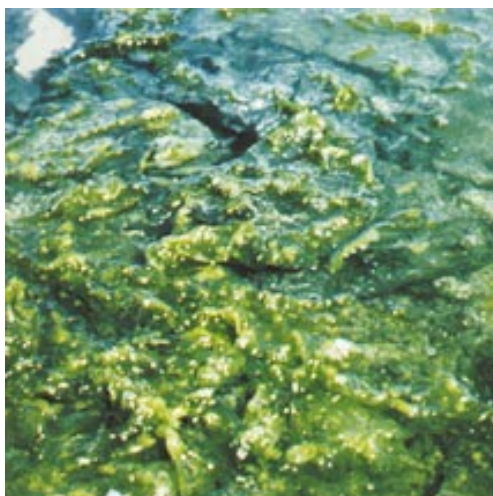
Diatomées fixées sur les galets de l'Eyrieux (07)



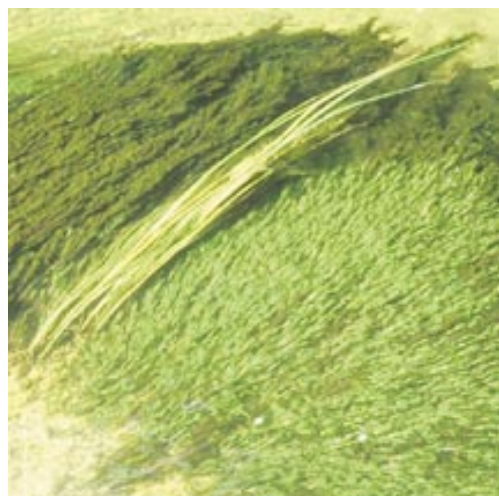
Algues filamenteuses sur le Doubs à Montbenoit (25)



Végétaux supérieurs : Renoncules sur la Norges à Chevigny St Sauveur (21)



Algues marines : Ulves sur l'étang de Prévost (34)



3 espèces différentes de végétaux supérieurs sur la Bèze (21)

# DES DESORDRES GENERALISES

## 2

### Comment rivières, lacs, lagunes étouffent sous les algues et les plantes aquatiques

Le jour, les végétaux produisent de l'oxygène par photosynthèse et en consomment par respiration. Le bilan est cependant positif d'où des fortes concentrations en oxygène dans les milieux eutrophisés en fin de journée.

La nuit, seule la respiration se poursuit. Lorsque les végétaux sont très abondants, ils consomment une grande partie de l'oxygène de l'eau, qui peut présenter au petit matin des concentrations très faibles. Les poissons vivent mal et peuvent mourir par asphyxie (exemple du Doubs amont)... Et seules les espèces animales les moins sensibles se maintiennent.

Les concentrations en oxygène varient donc fortement au cours de la journée. Dans les cours d'eau, les algues filamenteuses sont à l'origine des plus fortes amplitudes du fait d'une densité (biomasse/volume) très supérieure à celle des végétaux supérieurs.

### Diverses autres perturbations

- **Apparition de composés toxiques** : le pH, lié à la photosynthèse (assimilation de CO<sub>2</sub>) subit aussi des variations. Si les valeurs élevées de pH diurnes se conjuguent à des températures élevées et à de fortes teneurs en composés de l'ammoniaque (NH<sub>4</sub>), elles entraînent la formation d'ammoniac gazeux (NH<sub>3</sub>) très toxique à faible dose pour les poissons. Par ailleurs, certaines formes planctoniques produisent des composés toxiques. Les coquillages qui concentrent ces toxines deviennent alors impropres à la consommation.
- **Destruction d'habitats** : Les végétaux colmatent les fonds des cours d'eau, détruisant les milieux de vie de certains invertébrés et des zones de frai pour les poissons.
- **Pollution organique différée** : A leur mort, les végétaux sont détachés de leur support, entrent en putréfaction et dérivent, constituant ainsi une pollution organique pour l'aval. L'eutrophisation fonctionne donc à l'inverse d'une station d'épuration dont elle peut annihiler les effets.
- **L'alimentation en eau potable devient difficile et coûteuse** : goût indésirable (exemple de Montbéliard), colmatage des filtres et grilles de prise d'eau.
- **Gêne aux activités de loisirs** (baignade, pêche, canoë), **nuisances esthétiques** (diminution de la transparence, couleurs suspectes, débris flottants piégés, mauvaises odeurs, atteinte à la sécurité, etc.).

### Coût des dommages dus à l'eutrophisation en France

Il est d'environ 2 milliards de francs sans compter la perte écologique (Etude inter-Agences, 1988) dont :

- 1000 à 1270 MF de surcoût pour la production d'eau potable,
- 300 à 470 MF liés aux dommages causés au tourisme (surtout en zone littorale),
- 100 à 160 MF de surcoût pour les industries, la conchyliculture, etc.

### Comment mesurer l'eutrophisation ?

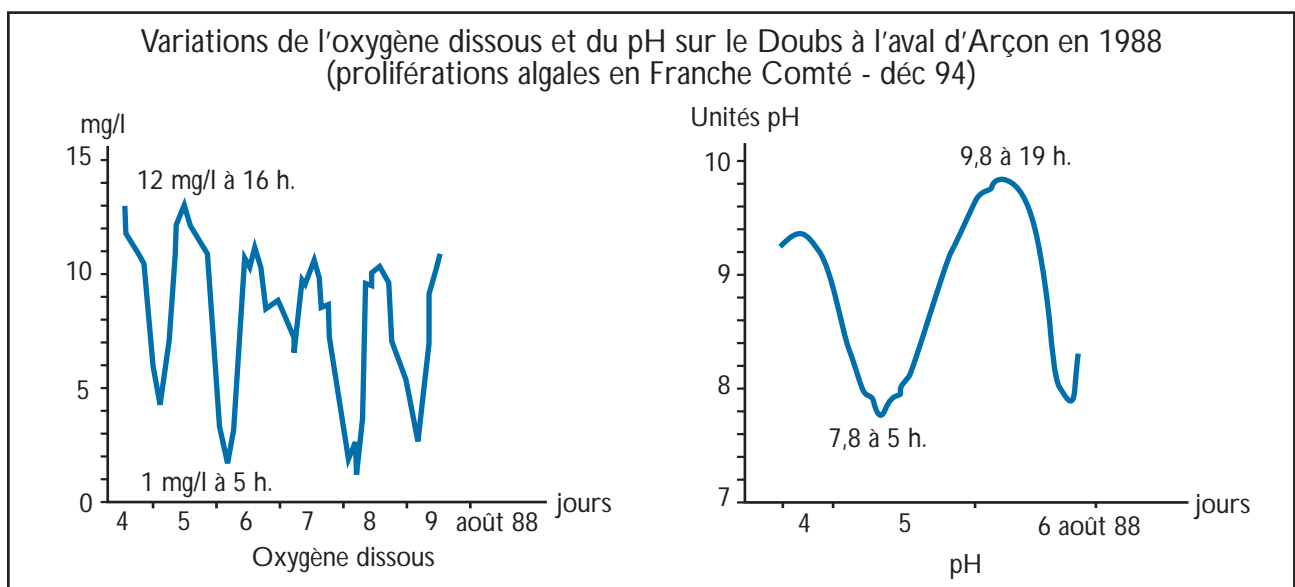
- Mesure des développements végétaux :
  - plancton : concentration en chlorophylle a (+ phéopigments)
  - végétaux fixés : la plus facile à mettre en oeuvre est le pourcentage de recouvrement du fond, mais d'autres méthodes sont disponibles : indice d'abondance-dominance, biomasse des végétaux
- Mesure des effets de l'eutrophisation :
  - Variations des concentrations en oxygène et en pH au cours de la journée.

Les développements végétaux interviennent durant une période plus ou moins limitée de l'année (exemple des " blooms " d'algues) et parfois irrégulièrement d'une année à l'autre selon les conditions hydrologiques et climatiques. La mesure de l'eutrophisation suppose donc un suivi régulier du printemps à l'automne et sur plusieurs années consécutives. La technique des tests de fertilité permet d'appréhender l'eutrophisation planctonique en terme de risque.

### Seuils indicatifs pour la mise en oeuvre d'une stratégie de lutte contre l'eutrophisation dans les cours d'eau

Les paramètres sont ceux proposés dans le projet de système d'évaluation de la qualité des eaux (études Inter-Agences), à l'exception du pourcentage de recouvrement. Les seuils correspondent au seuils de la classe 2 (action souhaitable) et de la classe 3 (action indispensable) de l'altération " eutrophisation ". On prend en compte le paramètre le plus défavorable. Cependant, l'information sur le pourcentage de recouvrement doit être corroborée avec une autre.

	Proliférations végétales		Nuisances induites			
	Chlorophylle a + Phéopigments	Recouvrement végétaux fixés	Amplitude de variations O <sub>2</sub>	Taux O <sub>2</sub> maxi	Amplitude variation du pH	pH maxi
ACTION SOUHAITABLE	60 mg/m <sup>3</sup>	50 %	3 mg/l	130 %	0,3	8.5
ACTION INDISPENSABLE	120 mg/m <sup>3</sup>	75 %	6 mg/l	150 %	0,7	9.0





# 3 AMPLIEUR DU PHENOMENE EN RHONE MEDITERRANEE CORSE

## ▶ Cours d'eau

La zone la plus atteinte est le bassin de la Saône. Il s'agit en effet d'une atteinte quasi généralisée, multiforme (plancton, végétaux fixés), où se développent les biomasses les plus importantes, où le développement a lieu tous les ans quelles que soient les conditions hydrologiques et météorologiques (seule l'intensité du phénomène varie).

**Plancton** : le Doubs entre Montbéliard et la confluence avec la Saône est le secteur le plus concerné avec des concentrations de chlorophylle souvent supérieures à 100 mg/m<sup>3</sup>. La Saône est aussi touchée à un degré moindre, (concentrations parfois supérieures à 70 mg/m<sup>3</sup> à l'amont de la confluence avec le Doubs).

**Végétaux fixés** : les zones les plus atteintes sont le Haut Doubs, les affluents du Doubs, (Loue, Dessoubre, Cusancin, Furieuse, Cuisance, Drugeon, bassin versant de l'Allan), les affluents de la Saône (Tille, Venelle, Norge, Bouzaize, Ouche, Reyssoze, etc.). Dans le sud du bassin, quelques cours d'eau sont aussi concernés, de façon permanente sur le Vistre, le Vidourle, le Gapeau, la Giscle, l'Argens, l'Arc, de façon plus irrégulière (1 fois tous les 3 ou 4 ans) sur l'Ardèche, la Durance et la Drôme.

## ▶ Lacs et plans d'eau douce

C'est dans les lacs, milieux particulièrement sensibles, que le phénomène d'eutrophisation a été signalé et combattu en premier. La plupart des lacs alpins qui ont connu des développements planctoniques importants ont vu leur situation évoluer favorablement : les lacs d'Annecy et d'Aiguebelette sont dans un état satisfaisant, les lacs Léman, du Bourget et Paladru sont dans un état moyen. Les lacs de Joux, Cublize, Devesset, Cheylard, Couzon et Nantua sont encore très perturbés.

## ▶ Lagunes saumâtres

La plupart des étangs littoraux sont actuellement affectés par des phénomènes d'eutrophisation (algues vertes : ulves et plancton). L'étang de Berre et les étangs palavasiens sont les plus touchés.

Ce phénomène de malaigue est connu depuis longtemps dans les étangs mais le rythme d'apparition s'amplifie. Ces milieux stagnants, peu profonds, très exposés aux rayons solaires montrent une tendance à l'échauffement en période estivale et offrent des conditions idéales aux explosions végétales. La désoxygénation poussée qui s'ensuit favorise le développement de bactéries anaérobies qui, d'une part, produisent de l'hydrogène sulfuré toxique et nauséabond et d'autre part donnent une couleur rouge-orangée aux lagunes.

## ▶ Littoral

Contrairement à d'autres côtes françaises, le littoral méditerranéen est actuellement peu concerné par l'eutrophisation. Quelques cas de contamination des fruits de mer par des toxines produites par le plancton ont été signalés.

**EUTROPHISATION DES COURS D'EAU**

**VÉGÉTATION FIXÉE**

**SUR LE BASSIN RMC - SITUATION 1992-1994**

∕ absence de relevés

(Les grands cours d'eau n'ont techniquement pu faire l'objet de ce type de relevé)

**Eutrophisation :**

∕ absente (recouvrement végétal < ou = 5 %)

∕ irrégulière et de faible intensité (recouvrement végétal < 50 %)

∕ irrégulière et pouvant être importante (recouvrement végétal parfois > 50 %)

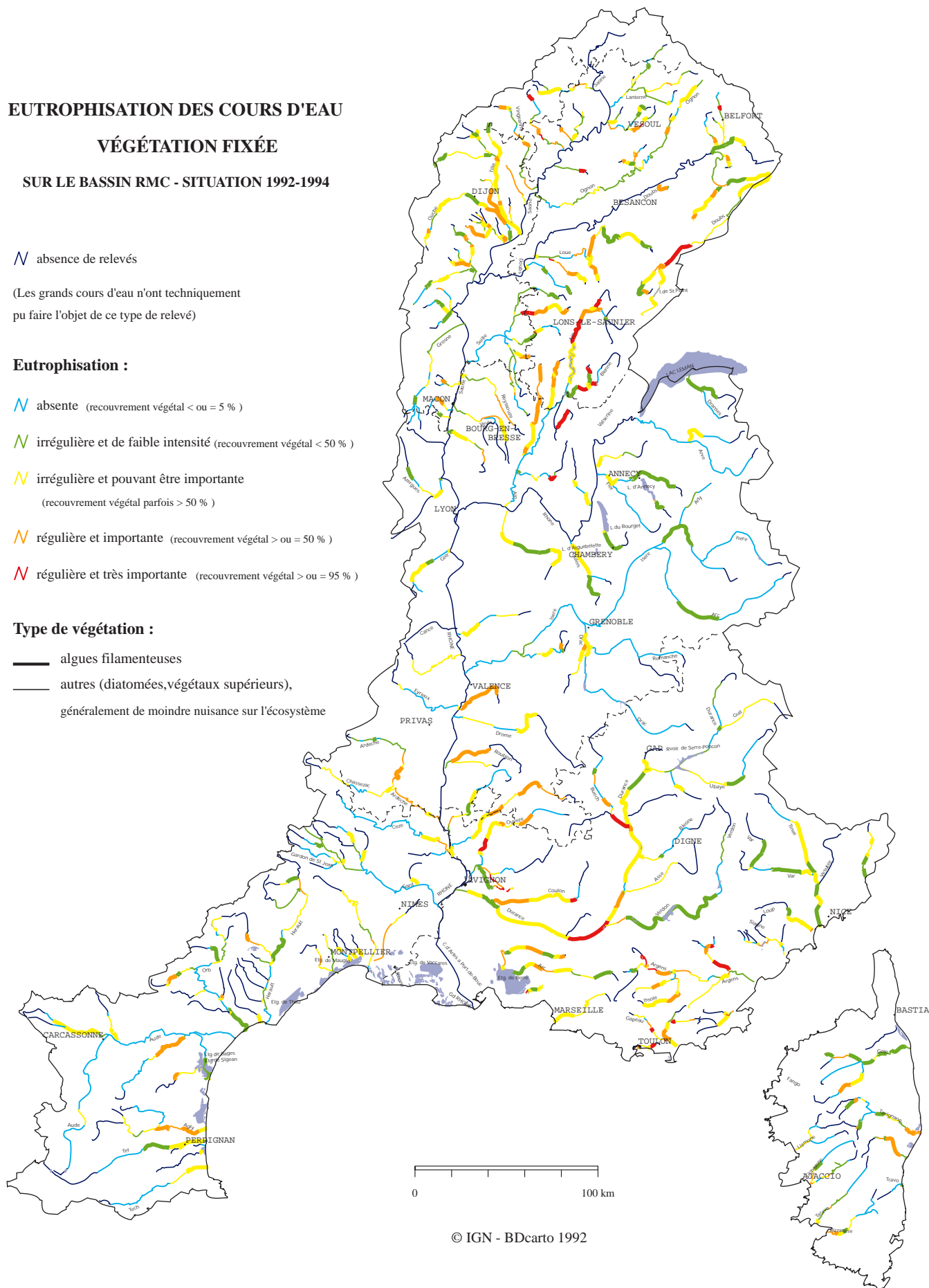
∕ régulière et importante (recouvrement végétal > ou = 50 %)

∕ régulière et très importante (recouvrement végétal > ou = 95 %)

**Type de végétation :**

— algues filamenteuses

— autres (diatomées, végétaux supérieurs), généralement de moindre nuisance sur l'écosystème



**EUTROPHISATION DES COURS D'EAU**

**PHYTOPLANCTON**

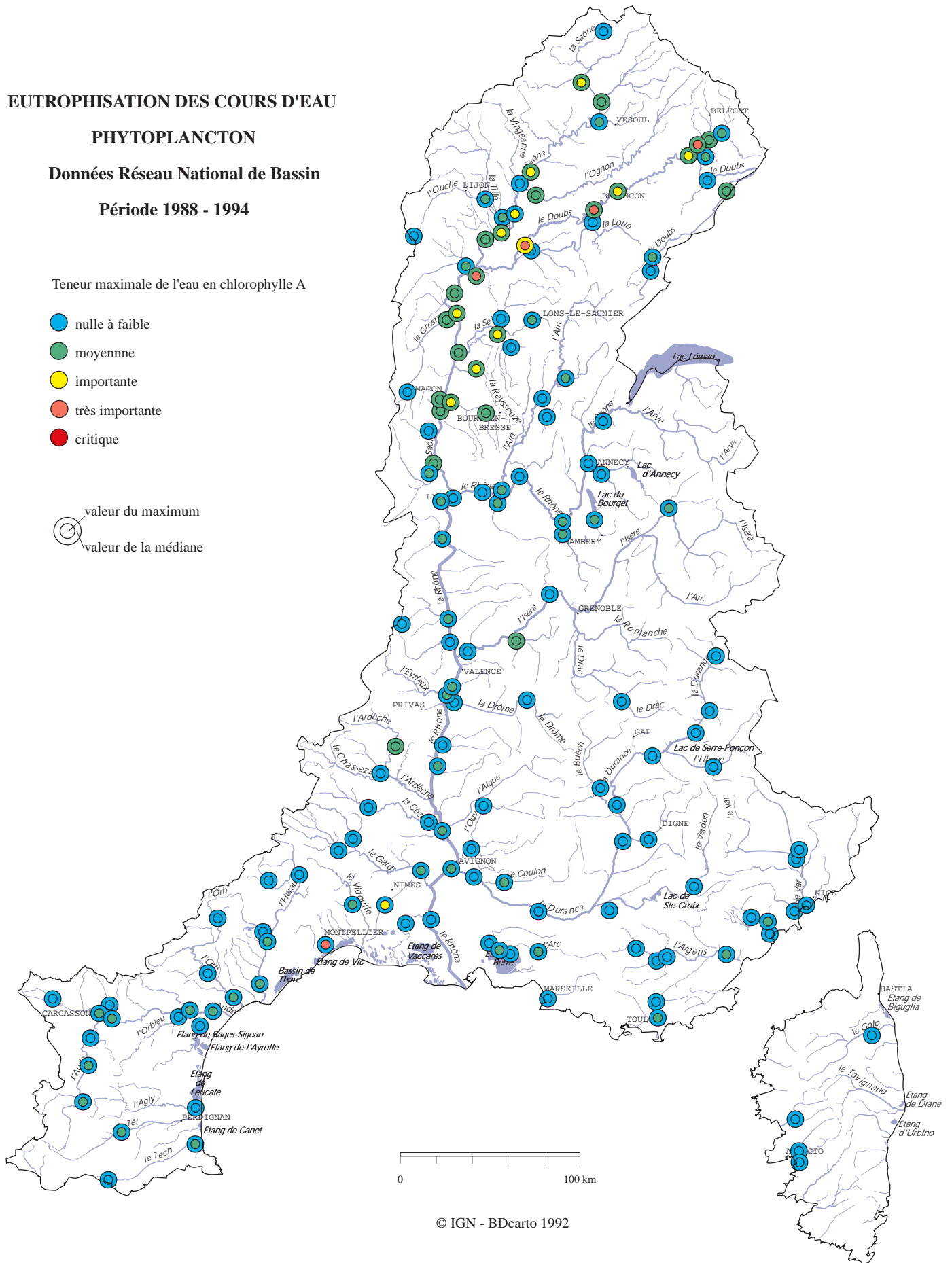
Données Réseau National de Bassin

Période 1988 - 1994


Teneur maximale de l'eau en chlorophylle A


- nulle à faible
- moyenne
- importante
- très importante
- critique

○ valeur du maximum  
○ valeur de la médiane

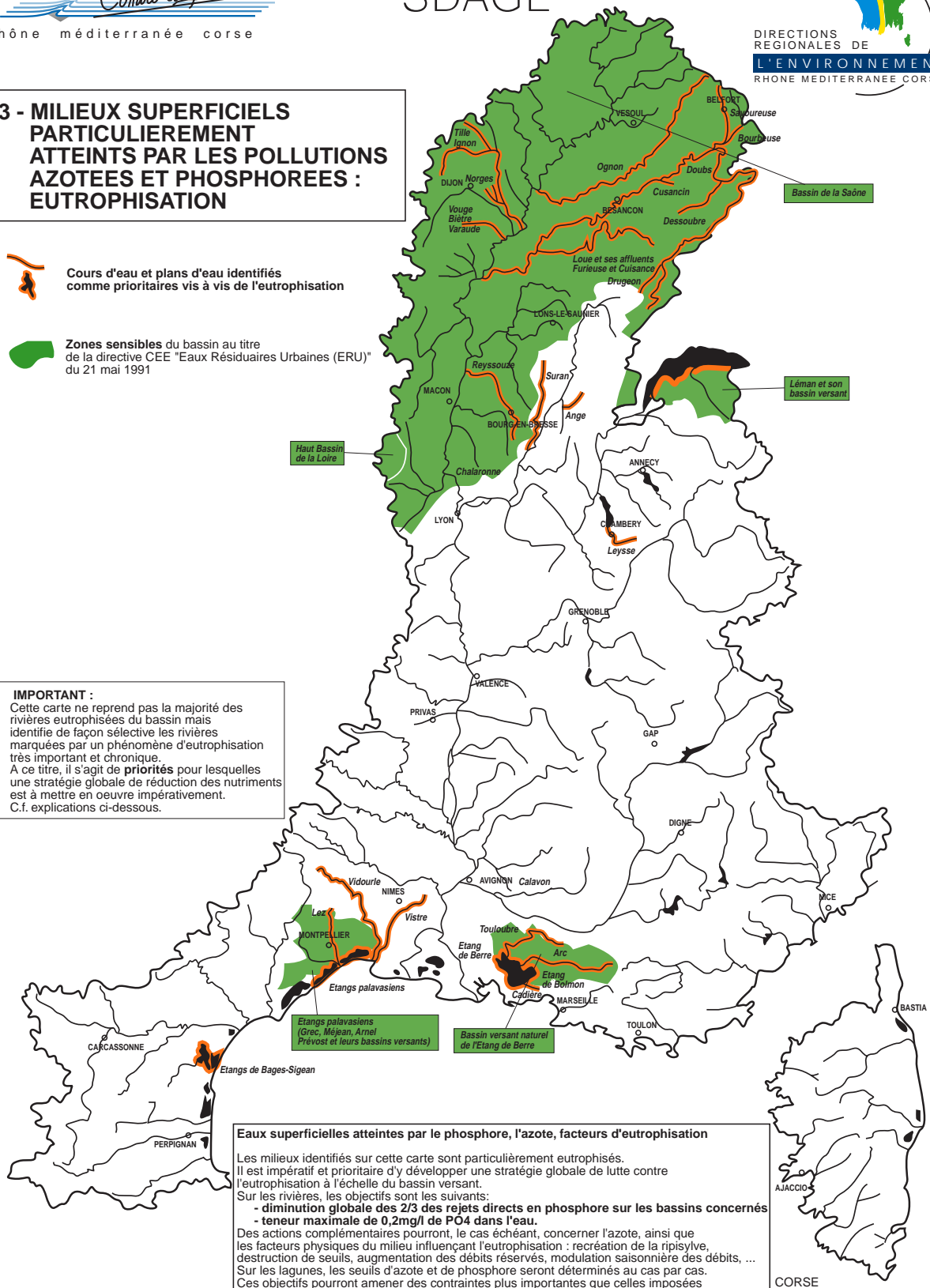


**3 - MILIEUX SUPERFICIELS PARTICULIEREMENT ATTEINTS PAR LES POLLUTIONS AZOTEES ET PHOSPHOREES : EUTROPHISATION**

 Cours d'eau et plans d'eau identifiés comme prioritaires vis à vis de l'eutrophisation

 Zones sensibles du bassin au titre de la directive CEE "Eaux Résiduaires Urbaines (ERU)" du 21 mai 1991

**IMPORTANT :**  
Cette carte ne reprend pas la majorité des rivières eutrophisées du bassin mais identifie de façon sélective les rivières marquées par un phénomène d'eutrophisation très important et chronique. A ce titre, il s'agit de **priorités** pour lesquelles une stratégie globale de réduction des nutriments est à mettre en oeuvre impérativement. C.f. explications ci-dessous.



**Eaux superficielles atteintes par le phosphore, l'azote, facteurs d'eutrophisation**

Les milieux identifiés sur cette carte sont particulièrement eutrophisés. Il est impératif et prioritaire d'y développer une stratégie globale de lutte contre l'eutrophisation à l'échelle du bassin versant.

Sur les rivières, les objectifs sont les suivants:

- diminution globale des 2/3 des rejets directs en phosphore sur les bassins concernés
- teneur maximale de 0,2mg/l de PO4 dans l'eau.

Des actions complémentaires pourront, le cas échéant, concerner l'azote, ainsi que les facteurs physiques du milieu influençant l'eutrophisation : recréation de la ripisylve, destruction de seuils, augmentation des débits réservés, modulation saisonnière des débits, ...

Sur les lagunes, les seuils d'azote et de phosphore seront déterminés au cas par cas. Ces objectifs pourront amener des contraintes plus importantes que celles imposées par la directive européenne ERU (Eaux Résiduaires Urbaines) qui définit des zones sensibles sujettes à l'eutrophisation et dans lesquelles les rejets en phosphore et azote devront être réduits. Ces objectifs devront également être appliqués pour les milieux eutrophisés hors zones sensibles.

**CORSE**

Peu d'eutrophisation généralisée. Des phénomènes limités à certains tronçons sous débits réservés, en période estivale.

### ► Milieux prioritaires vis-à-vis de l'eutrophisation (cf. carte n° 3 du SDAGE)

Une liste de zones sensibles à l'eutrophisation en Rhône-Méditerranée-Corse est désignée au titre de la directive CEE "Eaux résiduaires urbaines" du 21 mai 1991 :

- le bassin versant de la Saône et du Doubs
  - le bassin versant du lac Léman
  - le bassin versant naturel de l'Etang de Berre (en particulier l'Arc et la Touloubre)
  - le bassin versant des Etangs palavasiens (Grec, Méjean, Arnel, Prévost)
- Cette directive impose la mise en place de traitements de finition visant l'azote et/ou le phosphore pour les agglomérations urbaines de plus de 10000 équivalents-habitants à l'échéance de 1998.

Dans le cadre du SDAGE, a été identifiée une liste de milieux devant faire l'objet d'une stratégie globale de lutte contre l'eutrophisation :

- bassins versants de lacs et d'étangs déjà cités (Léman, Berre et étangs palavasiens).
- cours d'eau les plus touchés du bassin de la Saône :
  - Tille, Norge, Venelle
  - Doubs et affluents (Loue, Furieuse, Cuisance, Dessoubre, Drugeon, bassin versant de l'Allan)
  - Reyssouze
  - Vouge, Bietre, Varaude.

Sur ces milieux prioritaires, une étude, financée par l'Agence de l'Eau et suivie par l'ensemble des services concernés, est en cours de réalisation.

D'autres milieux du bassin Rhône Méditerranée Corse devront aussi faire l'objet d'actions également vigoureuses de lutte contre l'eutrophisation mais selon des objectifs à affiner en fonction du contexte.

## LA LUTTE : LE PHOSPHORE EN PRIORITE

# 4

### 4.1 - Le PHOSPHORE, facteur limitant en eau douce et facteur de maîtrise dans tous les milieux

#### *L'AZOTE, parfois facteur limitant mais rarement facteur de maîtrise*

Les végétaux sont essentiellement composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote et de phosphore. Carbone, oxygène et hydrogène sont abondants dans le milieu aquatique (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O). Le développement des végétaux est donc lié essentiellement à la quantité d'azote et de phosphore dans l'eau.

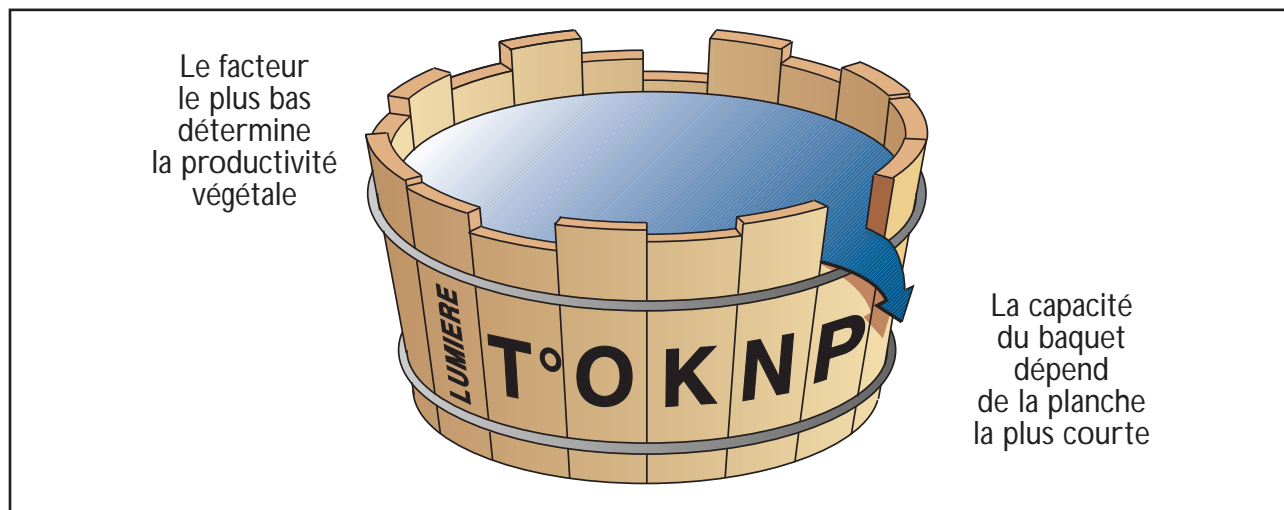
Les végétaux ont besoin de plus d'azote que de phosphore (7 fois plus pour les algues). En l'absence de pollution, l'eau des rivières est 20 à 40 fois plus riche en azote qu'en phosphore.

Le phosphore est donc le principal facteur limitant le développement des végétaux. Les eaux usées urbaines sont seulement 2 à 4 fois plus riches en azote qu'en phosphore. Elles favorisent donc la prolifération végétale, tout comme d'autres rejets agricoles ou industriels.

Le rôle de l'azote sur l'eutrophisation est moins clairement établi. Il semblerait qu'il constitue le principal facteur limitant en eaux saumâtres.

Mais le phosphore est dans la plupart des cas le facteur premier de maîtrise car le plus facilement contrôlable.

En effet, la part de P d'origine diffuse est faible (de l'ordre de quelques %) contrairement à l'azote. De plus, certaines algues utilisent directement l'azote atmosphérique.

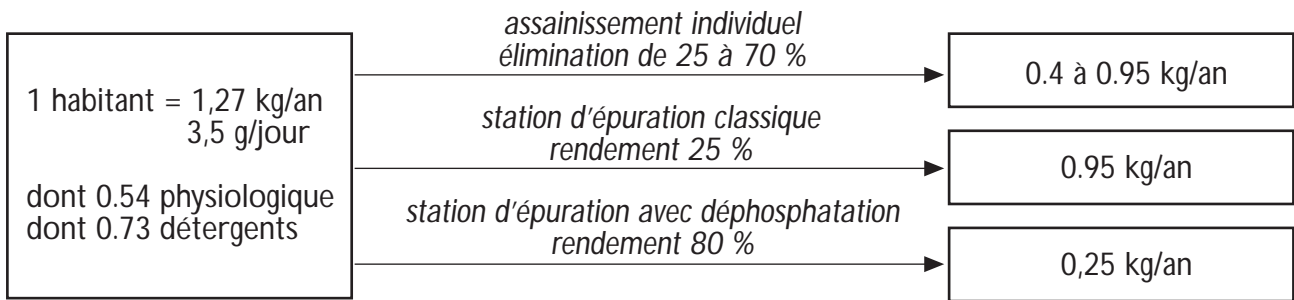


#### 4.2 - Sources de Phosphore et bilan sur un bassin versant

Sources de phosphore en France (en milliers de tonnes de p/an)		
ORIGINE		QUANTITES
REJETEES DIRECTEMENT AU MILIEU		
DOMESTIQUE	Métabolisme Détergents : • linge • lave-vaisselle	environ 50
INDUSTRIELLE		20 à 30
REJETEES INDIRECTEMENT AU MILIEU		
AGRICOLE	engrais élevages	5 à 10 20 à 30

Une étude est menée par l'Agence pour la définition d'une méthode simple et opérationnelle de détermination des apports nutritifs sur un bassin versant. Quelques chiffres caractéristiques des principaux apports sont donnés ci-après pour le phosphore. Ils sont cependant, très variables selon les références bibliographiques. Ces chiffres caractéristiques déterminent la production moyenne en phosphore pour une personne, un animal, un hectare de culture, etc. Après déduction du phosphore retenu au niveau des stations d'épuration, des cultures, etc., on déduit la quantité de phosphore qui atteint le milieu aquatique.

### Phosphore d'origine domestique :



### Phosphore d'origine agricole :

**Cultures** : 1 à 5 % de la quantité totale d'engrais phosphorés utilisée parviennent au milieu aquatique

**Productions animales** : 1 à 5 % de la quantité totale de déjections épandues parviennent au milieu aquatique

Productions animales	flux de phosphore liés à l'élevage : Production brute de P par kg/an/tête
bovins	10-20
ovins	1,5-2
porcins	3-8
volailles	0,1-0,9

### Phosphore d'origine industrielle :

Il provient essentiellement de trois secteurs d'activité.

- L'industrie mécanique et en particulier le traitement de surface représente environ la moitié des apports industriels en phosphore dans le bassin : 80 rejets de plus de 10 kg/jour.
- L'agro-alimentaire rejette environ le quart du phosphore industriel du bassin avec 69 rejets de plus de 10 kg/jour.
- Enfin, un nombre limité d'industries chimiques (17) produisent environ 20 % des apports en phosphore du bassin. Nombre de ces derniers sites rejettent dans le Rhône ou dans l'Isère.

## 4.3 - Objectifs Phosphore dans le milieu

La seule forme de Phosphore disponible pour les végétaux est le phosphate PO<sub>4</sub>. La mesure du phosphore total qui inclue d'autres formes est donc moins significative vis à vis de l'eutrophisation.

### Quelques repères

- 0.02 mg/l de PO<sub>4</sub> : concentration en dessous de laquelle il ne peut y avoir de développement végétal (bibliographie américaine).
- 0.1 mg/l en PO<sub>4</sub> : concentration " naturelle " des eaux de surface qui assure des développements végétaux limités et équilibrés.
- Les concentrations observées dans les cours d'eau du bassin sont souvent beaucoup plus élevées (d'après les données du réseau national de bassin pour la période 1990-1994) :
  - elles sont supérieures à 0,2 mg/l dans plus de 46 % des cas,
  - elles sont supérieures à 0,5 mg/l dans environ 20 % des cas,
  - elles sont supérieures à 2 mg/l dans 7 % des cas.

Mais les concentrations naturelles ne constituent pas nécessairement l'objectif à atteindre dans tous les milieux aquatiques et ce pour diverses raisons :

- Il n'y a pas eutrophisation à chaque fois que les concentrations en P sont élevées du fait du rôle d'autres facteurs physiques et hydrologiques. Dans ce cas, il n'est pas utile de lutter contre le phosphore qui est par ailleurs inoffensif pour le milieu aquatique.
- Il faut tenir compte des formes de P, toutes n'étant pas disponibles pour les végétaux : la forme minérale (PO<sub>4</sub>) est directement bio-disponible pour les végétaux.
- Par ailleurs, si l'objectif est inaccessible, la réduction des apports peut permettre de réduire l'intensité de l'eutrophisation et de ses impacts. En effet, les biomasses varient en fonction du P disponible. Même si on n'arrive pas à maîtriser le phénomène, on peut donc en limiter l'intensité dans l'espace (linéaire de cours d'eau touché par exemple) et la fréquence d'apparition.

### ▶ Les objectifs du SDAGE

**Cours d'eau** : Les objectifs du SDAGE pour les rivières prioritaires du point de vue de l'eutrophisation sont les suivants :

- diminution au minimum des 2/3 des rejets directs de phosphore, toutes sources de pollution confondues sur l'ensemble du bassin versant
- concentration maxi PO<sub>4</sub> : 0.2 mg/l (soit 0.06 mg/l de P) dans l'eau en fin d'hiver ou au printemps avant le démarrage de la production végétale.

Ceci constitue le minimum indispensable en-dessus duquel aucune amélioration significative ne peut être espérée. Ces objectifs ne peuvent pas toutefois garantir la maîtrise du phénomène et devront, selon la situation, être plus ambitieux.

**Bassins versants de lacs** : des objectifs plus ambitieux doivent être poursuivis: 0.02 à 0.03 mg/l de P.

**Lagunes** : les seuils de P (et N) sont à déterminer au cas par cas.

#### 4.4 - Agir à la source : des lessives sans phosphates

On ne peut tout miser sur l'assainissement, qui malgré toutes les améliorations possibles, connaîtra des limites (desserte, raccordement, transfert à la station des eaux usées, rendement d'épuration).

La suppression des phosphates dans les produits de lavage ménagers permettrait de diminuer encore de 30 à 40 % les rejets de phosphore domestiques, et donc d'autant le phosphore à collecter et éliminer par traitement.

Diverses études montrent qu'il n'y a pas à craindre de la suppression des phosphates lessiviels d'effets secondaires majeurs sur le milieu naturel ou sur le fonctionnement des stations d'épuration. En effet, les formulations des lessives sans phosphates ne contiennent pas plus de tensioactifs, produits polluants. De plus, les produits de substitution, surtout les zéolithes (argiles), ne sont pas toxiques.

L'exemple de la Suisse où les phosphates lessiviels sont interdits depuis 1986 est riche d'enseignements.

L'adjonction de ces zéolithes entraîne cependant une production supplémentaire de boues d'épuration d'environ 15 % à prendre en compte dans le dimensionnement des stations d'épuration.

La plupart des marques de lessives proposent maintenant des produits sans phosphates, en particulier la plupart des poudres compactes. La consommation des phosphates lessiviels a ainsi diminué de 45 % en 10 ans.

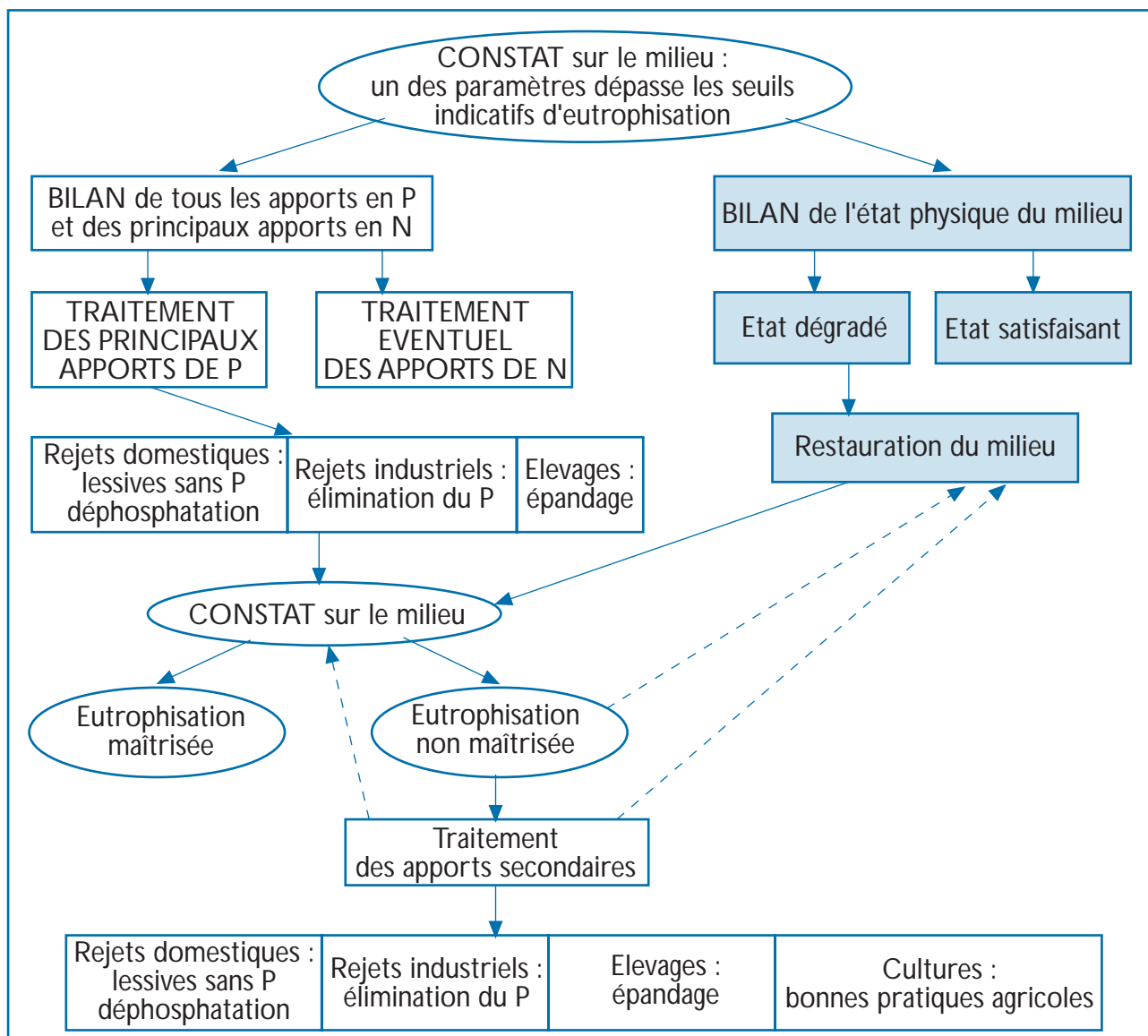
Des actions de sensibilisation (plaquettes, articles dans les bulletins municipaux, expositions, etc.) sont à mener en direction des consommateurs des bassins versants particulièrement touchés par l'eutrophisation, pour les inciter à utiliser des lessives sans phosphates. Une telle action devrait être étendue aux produits lave-vaisselle et détergents ménagers.



#### 4.5 - Hiérarchisation de la lutte contre le phosphore

- 1 **Un préalable à l'action : réaliser un bilan de tous les apports en phosphore et des principaux apports d'azote sur le bassin versant concerné.**
- 2 **Sur les cours d'eau, on privilégiera l'amont pour progresser ensuite vers l'aval, cette démarche permettant :**
  - de constater les effets immédiats sur le milieu aquatique et en déduire plus facilement les traitements à mettre en oeuvre sur les tronçons aval,
  - d'éviter l'ensemencement à l'aval par les végétaux de l'amont,
  - de satisfaire plus rapidement les objectifs de qualité généralement plus élevés dans les biefs amont des cours d'eau.
- 3 **Priorité aux apports ponctuels de phosphore importants, et les plus facilement maîtrisables au moindre coût pour la collectivité puis traitement des apports en phosphore secondaires**
  - **C'est sur les rejets domestiques que l'action sera la plus déterminante :**
    - ils représentent à eux seuls la moitié des apports en phosphore,
    - le phosphore y est présent sous forme de phosphates dissous très disponible pour les végétaux,
    - les possibilités d'améliorations sont techniquement très ouvertes jusqu'à la maîtrise presque totale des rejets domestiques de phosphore si l'on combine plusieurs formes d'actions (collecte, épuration, lessives sans P, etc.).
  - **Si les apports en phosphore d'origine industrielle sont en moyenne importants, ils sont très variables selon les bassins versants. Les actions seront donc à adapter aux contextes locaux.**
  - **Les effluents d'élevage constituent la part essentielle des apports d'origine agricole.**  
**Le stockage des lisiers et la gestion correcte des épandages doivent être une préoccupation prioritaire, notamment sur les plateaux karstiques. La réduction des apports liés aux cultures est secondaire du point de vue de l'eutrophisation. Elle n'est cependant pas à négliger et repose sur diverses mesures :**
    - incitation au maintien des prairies sur des secteurs sensibles et en particulier en bordure des cours d'eau et des plans d'eau (zones tampon) en particulier par le biais des mesures agri-environnementales,
    - limitation des intrants dans les zones des cultures : code des bonnes pratiques agricoles,
    - limitation de l'érosion en particulier par la réimplantation de haies
- 4 **Une action progressive, par étapes : pour tenir compte de la complexité du phénomène (diversité des végétaux et des besoins nutritifs) et de la difficulté d'établir des prévisions.**  
 Il conviendra d'effectuer des observations sur le milieu au terme de chaque phase d'action afin d'évaluer la nécessité et la nature des actions complémentaires (ajustements).
- 5 **La lutte contre les apports d'azote les plus importants pourra être envisagée en complément (sauf dans des cas particuliers : certains lacs ou lagunes, où elle pourrait faire partie de l'action principale). Elle devra être prévue dans le cadre de la construction ou de la rénovation des stations d'épuration.**

En particulier, lorsque la nitrification (transformation du  $\text{NH}_4$  en  $\text{NO}_3$ ) est envisagée, il serait judicieux d'étudier l'hypothèse nitrification dénitrification (élimination de toutes les formes d'azote). En toutes hypothèses, on veillera à opter pour les solutions techniques facilitant l'adjonction ultérieure d'une dénitrification d'autant que la dénitrification peut permettre de limiter, dans le cas des stations d'épuration par boues activées, les départs de boues et donc d'améliorer le fonctionnement global de la station d'épuration.



#### 4.6 - Pour une déphosphatation des effluents domestiques

Les rendements sur le phosphore des stations d'épuration classiques (boues activées) sont faibles et il convient généralement de mettre en oeuvre un traitement de finition particulier.

▶ Dans les zones sensibles, la Directive européenne " eaux résiduaires urbaines " impose soit :

- un rendement minimum d'élimination du phosphore total de 80 %  
ou
- une concentration moyenne annuelle maximale de :
  - 2 mg/l (rejets de 10 000 à 100 000 EH),
  - 1 mg/l (plus de 100 000 EH).

Pour les rejets moins importants considérés dans le cadre des milieux prioritaires vis-à-vis de l'eutrophisation dans le cadre du SDAGE, deux solutions sont envisageables:

- s'ils représentent une part importante des apports en phosphore dans le milieu, on envisagera un traitement de finition avec les performances ci-avant énoncées
- sinon, on privilégiera les techniques épuratoires les plus performantes (cf. tableau ci-après) parmi celles adaptées aux petites collectivités.

Bien entendu, il faut prévoir au préalable une amélioration de l'efficacité du système de collecte. En effet, le taux de dépollution d'un système d'assainissement est non seulement fonction du rendement de la station d'épuration mais aussi de l'efficacité de la collecte des effluents. Il conviendra de prendre en compte le fonctionnement des réseaux par temps sec, mais également par temps de pluie afin de maîtriser au maximum les pertes (mise en place par exemple de bassins d'orage), en particulier dans les bassins versants de plans d'eau.

▶ **Faut-il déphosphater toute l'année ?**

- Oui pour les eaux calmes et les lacs, le phosphore pouvant être stocké dans les sédiments pendant l'hiver et être relargué en été.
- Dans les eaux courantes rapides, il est souvent inutile de déphosphater en automne et en hiver. Cependant, il convient d'agir suffisamment tôt au printemps (voire en fin d'hiver) afin que les végétaux ne trouvent pas les nutriments nécessaires à leur développement en début de croissance.

▶ **Performances sur le phosphore des techniques d'épuration adaptées aux petites collectivités :**

	Gamme de taille la mieux adaptée en Equivalents Habitants EH	Performances sur le Phosphore	Coût : investissement - fonctionnement
Lagunage naturel	100 - 1000 EH	25 % voire moins	faible - faible
Lagunage aéré	300 - 2000 EH	25 %	faible - moyen
Epandage souterrain	1 - 300 EH	près de 100 %	moyen - faible
Epandage en tranchées superficielles	quelques habitants à quelques centaines	près de 100 %	très faible - faible
Lits à macrophytes	100 - 400 EH	bonnes*	moyen - moyen
Filtration sur tourbe Boues activées	< 1000 EH	faibles	élevé - moyen
Aération prolongée Aération prolongée séquentielle	500 - 5000 EH	25 %	élevé - moyen
lagune de décantation	300 - 1000 EH	25 %	élevé - moyen
Lit bactérien forte charge	500 - 2000 EH	25	élevé - assez faible
Lagune de décantation disque biologique	300 - 1000 EH	25	élevé - assez faible

\* dans le cas où la biomasse est exploitée.

#### 4.7 - Déphosphatation biologique ou déphosphatation physico-chimique ?

	PROCEDES PHYSICO-CHIMIQUES	PROCEDES BIOLOGIQUES
Procédés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adjonction de réactif et création d'un précipité complexe insoluble.</li> <li>• Principaux réactifs : sels métalliques (sulfate ferreux ou d'alumine, chlorure ferrique, chlorosulfate ferrique) et/ou la chaux.</li> <li>• 3 catégories suivant l'endroit où est injecté le réactif : pré-précipitation, précipitation simultanée, post-précipitation.</li> </ul>	<p>La masse bactérienne est d'abord soumise à une phase anaérobie puis à une phase aérobie.</p> <p>Ces phases alternées permettent une surconsommation biologique du P qui est éliminé avec les boues en excès.</p>
Conditions d'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procédé simple de mise en oeuvre mais coût de fonctionnement élevé.</li> <li>• Procédé adapté à tous les types d'ouvrages.</li> </ul>	<p>Ces procédés sont bien adaptés pour les ouvrages de grande capacité en raison d'une exploitation délicate.</p>
Performances	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rendements élevés</b> (supérieurs à 80 %) avec des concentrations de 1 à 2 mg/l de P total.</li> <li>• Majoration de la quantité de boues produites : 30 % en précipitation simultanée au sulfate ferreux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Le rendement est en général de 50 à 65 %.</b></li> <li>• Pour l'augmenter, on ajoute souvent des réactifs dans le cadre d'un procédé mixte.</li> </ul> <p>Il est possible d'atteindre un rendement de 80 à 85 % dans de bonnes conditions rarement atteintes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La déphosphatation biologique est très sensible aux variations de charge et de débit (rendement faible si les effluents sont dilués par des eaux parasites).</li> </ul>
Coût	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Investissement :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 à 16 F par équivalent-habitant pour une station neuve soit un surcoût de 1 à 3 %.</li> <li>- Coût plus élevé pour une station existante s'il faut modifier ou compléter la chaîne de traitement des boues.</li> </ul> </li> <li>• <b>Fonctionnement :</b> 8 à 16 F par équivalent-habitant et par an (y compris surcoût de traitement des boues) soit une majoration de 10 à 20 % par rapport à une station classique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Investissement :</b> 15 à 40 F par équivalent-habitant (procédés biologiques ou mixtes) soit un surcoût de 2 à 6 %.</li> <li>• <b>Fonctionnement :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pas de surcoût par rapport à une station classique pour un procédé biologique strict,</li> <li>- surcoût variable lié à l'achat des réactifs dans un procédé mixte.</li> </ul> </li> </ul>

### ► Evaluation du coût économique de la lutte contre le phosphore sur les milieux prioritaires au titre de l'eutrophisation dans le cadre du SDAGE

Pour chaque bassin versant (sauf le lac Léman), on calcule le flux de phosphore à éliminer soit les 2/3 des flux totaux de pollution domestique et industrielle. On en déduit une liste de collectivités devant être équipées d'une déphosphatation d'un rendement de 80 % et une capacité en équivalent-habitant sur laquelle sera appliquée cette déphosphatation. Au total, 1,7 millions d'habitants sont concernés.

Les coûts unitaires retenus sont :

- investissement : 16 F par équivalent-habitant,
- fonctionnement : 16 F par équivalent-habitant et par an.

L'estimation du coût de la lutte contre les apports en phosphore est évalué à :

- investissement : 35,5 millions de francs,
- fonctionnement : 200 millions de francs pour la période 1997-2006.

Une partie de ces dépenses est rendue obligatoire par l'application de la Directive " eaux résiduaires urbaines " et le surcoût lié au SDAGE est en fait de :

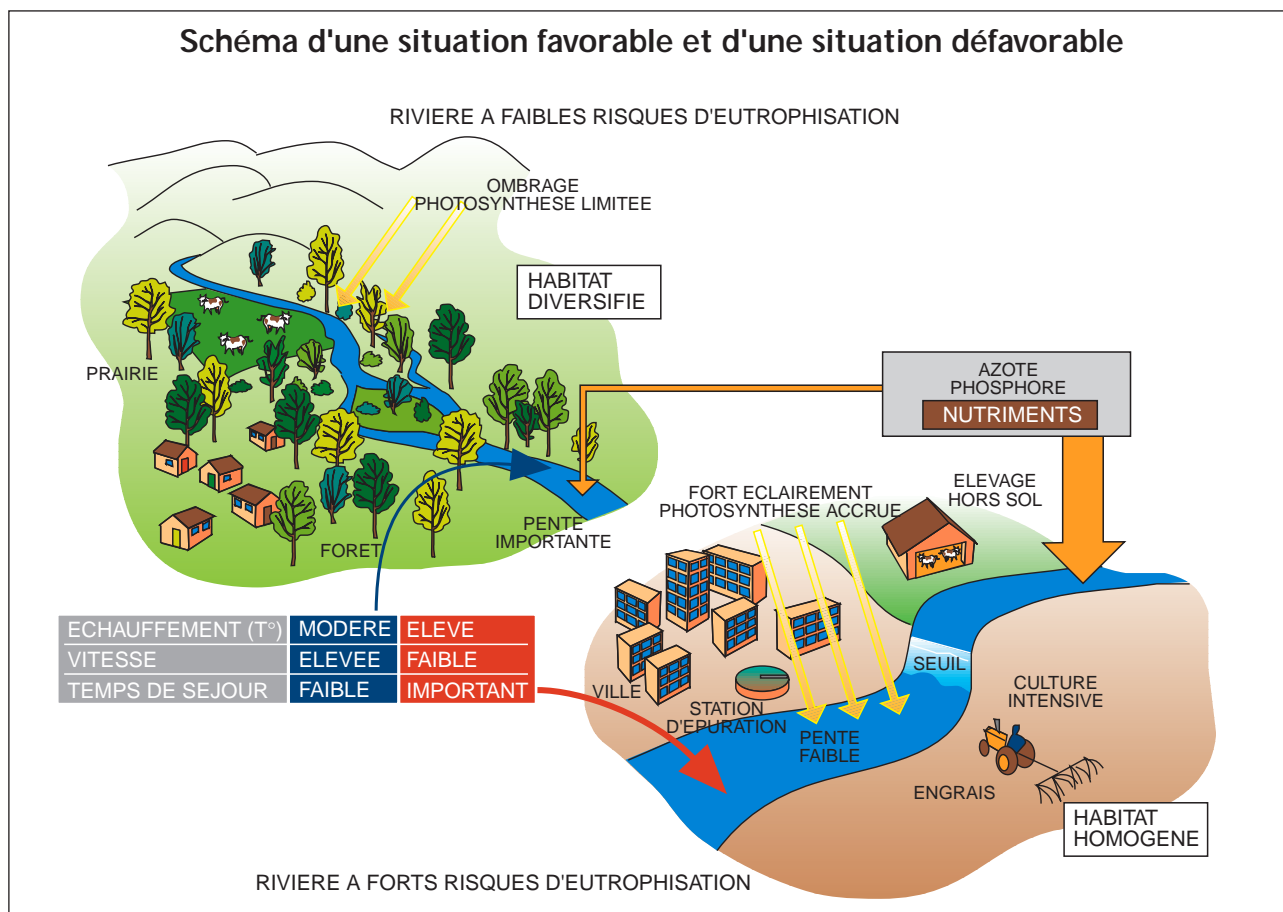
- investissement : 8,5 millions de francs soit environ 30 % du coût de déphosphatation induit par la directive
- fonctionnement : 17 millions de francs soit moins de 10 % du coût global lié à la directive.

#### 4.8 - Des alternatives ou des compléments à la déphosphatation

- **L'épandage des eaux usées après épuration** : si l'épandage est assuré dans de bonnes conditions, la quasi - totalité des phosphates sont éliminés par rétention dans le sol (rendement estimé de 95 %). L'épandage agricole est une technique largement utilisée pour les effluents agro-alimentaires et dans quelques cas pour les effluents urbains épurés. D'autres types d'épandages (tranchées filtrantes, marais épurateurs) doivent aussi être envisagés.  
A développer en fonction de la note correspondante... A privilégier pour les petites collectivités ?
- **Le déplacement des points de rejet** : c'est une technique qui a particulièrement été utilisée pour épargner les lacs, milieux sensibles. Un collecteur de ceinture rassemble l'ensemble des rejets du bassin versant et les rejettent après traitement soit sur le cours d'eau en aval (Annecy, Aiguebelette, Paladru, Nantua, Laffrey), soit hors du bassin versant (Le Bourget).
- **Le rejet indirect** dans la forêt alluviale plutôt que dans le lit vif de la rivière (exemple de l'Ain). Le pouvoir épurateur de la forêt alluviale est alors utilisé.

# UN COMPLEMENT SOUVENT INDISPENSABLE A LA LUTTE CONTRE LES NUTRIMENTS : UNE GESTION PHYSIQUE ADAPTEE DES MILIEUX

## 5.1 - Des facteurs physiques déterminants



- **Élévation des températures** : d'une façon générale, les températures comprises entre 15 et 25 °C sont les plus favorables à la prolifération des végétaux aquatiques.
- **Fort éclairage** : les espèces végétales dans leur grande majorité recherchent une forte insolation. Un ombrage modéré ne favorise la progression que de quelques espèces (spirogyres).
- **Faiblesse du courant** : dans les cours d'eau, une vitesse entre 15 et 30 cm/s permet l'implantation d'une vingtaine d'espèces susceptibles de proliférer. Peu d'espèces (renoncules, cladophores) résistent à des vitesses plus élevées jusqu'à 50 ou 60 cm/s. Les milieux stagnants sont particulièrement vulnérables à l'eutrophisation (lacs, lagunes, retenues de barrage).  
Le facteur corollaire du courant est le temps de séjour de l'eau : plus le milieu se renouvelle rapidement, moins les végétaux ont le temps de se développer. Ce paramètre est surtout important pour le plancton.  
Par ailleurs, le ralentissement du courant intervient sur la nature des fonds, favorisant en particulier les dépôts de sédiments fins dans lequel le phosphore peut être stocké et sur lesquels les végétaux peuvent se fixer.

- **Faible amplitude de variations de la ligne d'eau** : les forts débits des cours d'eau provoquent des remaniements des fonds et l'arrachement des végétaux supérieurs enracinés.  
Toute action visant à réguler le débit et donc à diminuer l'amplitude de variation de la ligne d'eau, favorise donc l'eutrophisation.
- **Homogénéisation des conditions d'habitat dans les cours d'eau** : une espèce prolifère plus facilement si elle rencontre un habitat favorable sur de grandes surfaces. Le maintien d'un habitat diversifié limitera l'ampleur d'une éventuelle prolifération végétale.
- **Le brassage des plans d'eau est un élément déterminant.** Les plans d'eau les plus régulièrement soumis à un brassage seront moins vulnérables. Ce brassage est dû au vent si la profondeur est faible, et à la température dans les lacs plus profonds (stratification et déstratification thermiques).
- **Confinement en milieu marin** (baies, golfs semi-fermés). Ces milieux sont particulièrement vulnérables à l'eutrophisation, qui est favorisée par une eau pratiquement stagnante, la faiblesse de la profondeur et le fort éclairage. Ces conditions sont souvent encore aggravées par des apports directs, ou des cours d'eau, de matières organiques.

## 5.2 - Une gestion physique des rivières prenant en compte le risque d'eutrophisation

- Dans le cadre des études préalables à toute intervention sur le milieu physique (aménagement, entretien), le risque d'eutrophisation doit être pris en considération. On évaluera l'impact global des travaux prévus sur les facteurs déterminants de l'eutrophisation afin d'anticiper l'évolution probable.
- Cela pourra permettre d'adapter l'intervention si le risque apparaît non négligeable, par exemple :
  - limitation des coupes sélectives d'arbres en bordure de rivière à l'aval d'un rejet important de phosphore,
  - maintien d'un débit réservé plus important, dans un tronçon court-circuité à l'aval d'un barrage, s'il y a un risque d'eutrophisation, en particulier au début du développement au moment où les végétaux sont les plus vulnérables
- La restauration des berges et du lit d'un cours d'eau peut constituer un moyen de lutte contre l'eutrophisation, en complément d'une réduction des principaux apports en phosphore.  
Rien ne sert en effet de s'acharner contre tous les apports de phosphore dans un cours d'eau dont le milieu physique est très dégradé. Il est probable qu'une action centrée uniquement sur une réduction drastique de tous les apports en phosphore serait moins efficace qu'un objectif un peu moins ambitieux sur le phosphore, accompagné de mesures de restauration du milieu physique.  
Les interventions suivantes pourront en particulier être privilégiées : recréation de la ripisylve, destruction de seuils, augmentation de débits réservés, restauration des variations naturelles du débit, etc.

### 5.3 - Exemples d'aménagements ayant favorisé l'eutrophisation :

(Cf. illustrations ci-contre)

- **Dérivation d'une partie du débit** : les dérivations présentent une lame d'eau beaucoup plus faible que le cours naturel, d'où des échauffements estivaux, une vitesse du courant faible à l'étiage, facteurs favorisant les développements végétaux (exemple du Golo en Corse).
- **Création d'une zone de retenue** : la diminution de la vitesse du courant et de l'amplitude de variation de la ligne d'eau, l'augmentation du temps de séjour favorisent l'eutrophisation planctonique (exemple du Verdon).
- **Recalibrage d'un cours d'eau avec destruction de la ripisylve** : le ralentissement de la vitesse du courant à l'étiage, l'augmentation de l'éclairement et de la température peuvent provoquer parfois des explosions végétales (exemples de la Reyssouze et de la Norge).
- **Création de plans d'eau à vocation de loisirs** : la diminution de la vitesse du courant et l'augmentation du temps de séjour de l'eau favorisent l'eutrophisation planctonique. De plus, les apports en phosphore des rivières sont stockés dans les dépôts de sédiments fins des plans d'eau, sur lesquels les végétaux se fixent préférentiellement (exemple du plan d'eau de Saint Pierre de Boeuf).



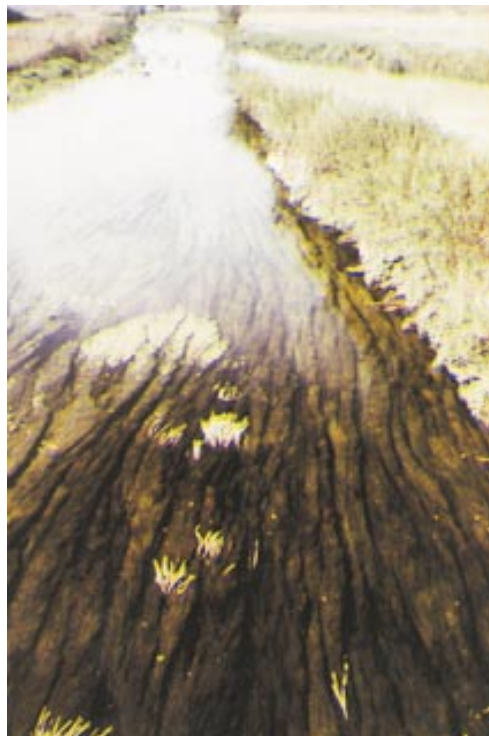
## QUELQUES EXEMPLES D'AMENAGEMENTS AYANT FAVORISE L'EUTROPHISATION



Le Golo en Corse à l'aval de Calacuccia (2B)



Retenue de Gréoux sur le Verdon (04)



La Reysouze au niveau du Moulin de Got (01)

## L'ACTION CURATIVE : UN RECOURS EVENTUEL QUI NE PEUT ETRE UNE SOLUTION DURABLE



L'action curative ne doit en aucun cas être considérée comme une fin en soi, elle ne peut être qu'une action d'accompagnement en parallèle ou dans l'attente de l'effet des actions préventives.

Elle s'impose parfois quand l'eutrophisation est susceptible de créer des dégâts importants sur le plan écologique ou vis-à-vis des usages. C'est en particulier le cas des lacs où l'effet des mesures préventives tarde à se faire sentir (inertie importante).

- **Destruction de la végétation** : l'action mécanique est à privilégier sur la lutte chimique qui présente de nombreux inconvénients : introduction de toxiques en milieu naturel, non garantie de la spécificité d'action, rémanence éventuelle du produit, risque d'interférence avec d'autres polluants.

Le faucardage doit se faire dans le respect de l'intégrité du fond du lit et des berges. Les végétaux coupés doivent être impérativement retirés du lit où ils provoqueraient une pollution organique. Le stockage sur les berges à proximité du cours d'eau doit aussi être évité du fait des risques de lessivage lors d'épisodes pluvieux.

Notons également les méthodes biologiques dont le principe est de favoriser le développement des poissons planctinivores.

- **Dispositifs de lutte contre la désoxygénation des eaux profondes des lacs** : elle peut être réalisée par déstratification des masses d'eau mais ces brassages mécaniques perturbent le fonctionnement des lacs. Une autre solution plus satisfaisante mais coûteuse est la mise en place d'aérateurs.

- **Actions pour éliminer les stocks de phosphore présents dans les eaux stagnantes** : dragages des sédiments, sous-tirage des eaux profondes, ou pour rendre ce stock inutilisable par les plantes : précipitation et désactivation chimique du phosphore par adjonction de sulfate d'alumine, fixation des sédiments par les nitrates.

# B I B L I O G R A P H I E

## REFERENCES DES TEXTES DE LOI

Directive du conseil n° 91/676/CEE du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles.

Décret n° 93-1038 du 27 août 1993 relatif à la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole.

Circulaire du 5 novembre 1992 relative à la désignation des zones vulnérables,

Circulaire du 27 juillet 1993 relative à la délimitation des zones vulnérables,

Circulaire du 19 mai 1994 relative à l'application de la directive 91/676/cee,

Arrêtés de délimitation des zones vulnérables (directive 91/676) du 20 décembre 1994,

Circulaire du 24 janvier 1995 relative à la mise en oeuvre de la directive "nitrate" : diagnostic préalable à la définition des programmes d'action.

Directive 91/271/CEE du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires.

Décret n° 94-469 du 3 juin 1994 relatif à la collecte et au traitement des eaux usées mentionnées aux articles L372-1-1 et L372-3 du code des communes.

LES PRINCIPALES ESPECES VEGETALES IMPLIQUEES DANS L'EUTROPHISATION  
Arrêté du 23 novembre 1994 portant délimitation des zones sensibles pris en application du décret n° 94-469 du 3 juin 1994 relatif à la collecte et au traitement des eaux usées mentionnées aux articles L372-1-1 et L372-3 du code des communes.

Arrêté du 22 décembre 1994 fixant les prescriptions techniques relatives aux ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées mentionnées aux articles L372-1-1 et L372-3 du code des communes.

Arrêté du 22 décembre 1994 relatif à la surveillance des ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées mentionnées aux articles L372-1-1 et L372-3 du code des communes.

## REFERENCES TECHNIQUES

L'explosion démographique des végétaux aquatiques - Conseil Scientifique du Comité de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse - juillet 1994.

Proliférations des algues en Franche-Comté - Observatoire de l'eau de la régional Franche-Comté - décembre 1994.

Synthèse des études relatives aux lessives - Etude inter-agences - H. Série 1991.  
L'eutrophisation - La gazette officielle de la pêche et de l'eau - Jean Devaux - 7 janvier 1994.

Evaluation des flux de phosphore parvenant au lac des sapins - Syndicat Mixte du lac des sapins - juin 1992.

Fonctionnement physique et lutte contre l'eutrophisation - G. Pautou.

L'eutrophisation étouffe nos rivières. Limitons le phosphore - Agence de l'Eau Adour-Garonne - avril 1993.

Protection des eaux intérieures contre l'eutrophisation - Conseil Economique et Social - octobre 1991.

Evaluation et projection de la consommation des ingrédients dans les compositions lessiviellles en France - Batelle Europe - février 1993.

Evolution des règlements et accords volontaires relatifs aux compositions lessiviellles en Europe et dans le monde - Batelle Europe - Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse - situation 1994 - octobre 1995.

Les phosphates ou comment manipuler la science - G. Barroin - La recherche 281 - novembre 1995.



Phanérogames	Potamogeton pectinatus, P. densus, P. crispus, P. Trichioides, P. fluitans, Myriophyllum spicatum, Ceratophyllum demersum, Polygonum amphibium, Lemna minor, Ranunculus fluitans, R. penicillatus, Jussieua sp., Callitriche hamulata, C. stagnalis, Phragmites australis, Glyceria fluitans.
Bryophytes	Fontinalis antiperitica
Algues	
Cyanophycées	Anabaena oscillatoria, Gomphophaema, etc...
Xanthophycées	Hydrurus, Tribonema, Vaucheria, etc...
Diatomées	Cocconeis, Gomphonema, Navicula, Cymbella, etc...
Chlorophycées	Chlamydomonas, Cladophora, Oedogonium, Coelastrum, Pediastrum, Ulotrix, Enteromorpha, Scenedesmus, etc...
Zygophycées	Spirogyra, Mougeotia

# COLLECTION DES NOTES TECHNIQUES SDAGE

Note technique éditée

N°

## THEMES

ILLUSTRATION DE LA NOTION DE GESTION INTEGREE

CONNAISSANCE ET GESTION DES MILIEUX / GRILLES DE QUALITE

STRATEGIE DE LUTTE CONTRE DIFFERENTES FORMES DE POLLUTION

Stratégie globale :

Pollution toxique

Pollution microbiologique

2 Eutrophisation des milieux aquatiques

Pollutions accidentelles

Pollution agricole diffuse

ASSAINISSEMENT

Assainissement des petites collectivités

Assainissement autonome

Petits établissements industriels

Collecte des eaux usées et gestion des réseaux d'assainissement

Réutilisation des sous-produits de l'épuration (eaux usées, boues)

ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Qualité des eaux distribuées

Protection des captages

Amélioration de la sécurité

Lutte contre le gaspillage et économie d'eau

Station d'alerte aux pollutions et plan de secours

GESTION QUANTITATIVE DE LA RESSOURCE

Connaissance et gestion des aquifères karstiques

Connaissance et gestion des aquifères alluvionnaires

Usages économiques de l'eau

GESTION DES EXTREMES HYDROLOGIQUES

Vers un débit minimum biologique ... Etat des réflexions actuelles

Crues et gestion des champs d'inondation

GESTION PHYSIQUE DES VALLEES FLUVIALES

Gestion de la végétation

Gestion de l'érosion

1 Extractions de matériaux et protection des milieux aquatiques

Restauration des milieux très dégradés physiquement

PROTECTION DES MILIEUX ET DES ESPECES

Protection des zones humides

Conservation des espèces et en particulier des poissons

LITTORAL MEDITERRANEEN

APPROCHE ECONOMIQUE DANS LA CONCEPTION DES PROJETS

La présente note a pour objet d'illustrer les préconisations du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse en matière de lutte contre l'eutrophisation en présentant ses objectifs en terme de reconquête de la qualité de l'eau pour ce type de pollution et en fournissant aux gestionnaires un appui technique pour la mise en oeuvre de moyens de lutte contre le phénomène.

Dans un premier temps, ce document établit un bilan des connaissances sur l'eutrophisation : les facteurs déclenchant, les perturbations engendrées sur les milieux et les usages. Puis il s'attache à présenter les grands types de milieux du bassin touchés par le phénomène : cours d'eau, plans d'eau, lagunes saumâtres en rappelant la liste des milieux définis comme prioritaires vis à vis de l'eutrophisation par le SDAGE..

Une deuxième partie de la note est consacrée à la présentation des moyens de lutte contre l'eutrophisation en insistant notamment sur la maîtrise des apports de phosphore dans les milieux les plus sensibles. Cette dernière est basée sur tout un ensemble de mesures qui vont de l'identification des sources de phosphore au traitement des effluents par différentes techniques en passant par une définition, au cas par cas, d'un objectif de concentration du phosphore dans le milieu récepteur.

Enfin, l'accent est également mis sur la nécessité de développer une approche globale du risque d'eutrophisation dans la gestion des rivières et de leurs bassins versants. Ainsi la restauration physique des milieux (la renaturation des berges et du lit des cours d'eau notamment) peut constituer parfois un bon complément à une réduction des principaux apports en phosphore.



## SECRETARIAT TECHNIQUE

Agence de l'Eau  
Rhône Méditerranée Corse  
2-4, allée de Lodz  
69363 LYON Cédex 07  
Tél. : 04 72 71 26 54  
Fax : 04 72 71 26 03

DIREN RHONE ALPES  
Délégation de Bassin RMC  
19, rue de la Villette  
69425 LYON Cédex 03  
Tél. : 04 72 13 83 15  
Fax : 04 72 13 83 59



PREFET COORDONNATEUR DU BASSIN  
RHONE-MEDITERRANEE-CORSE

