

MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT
LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES
DIVISION EAU ET ENVIRONNEMENT Section Pollution des Eaux

Boîte postale n° 19 44340 BOUGUENNAIS
Tél. : (40) 65 14 88 Télex : LCNANTE 710805 F



n° 10362

CAMPAGNE 1981 DE L'INVENTAIRE NATIONAL DU DEGRE
DE POLLUTION DES EAUX SUPERFICIELLES.
INTERPRETATION DES RESULTATS OBTENUS SUR LES
SEDIMENTS
FÉVRIER 1984

Auteurs : D. ROBBE
P. MARCHANDISE
Ch. THOME
G. RUBAN

Etude réalisée à la demande et grâce au soutien financier
du Secrétariat d'Etat à l'Environnement et à la Qualité de la Vie

INTRODUCTION.....	p.	4
I EXPLOITATION DES RESULTATS BRUTS.....	p.	5
I-1 Données utilisables.....	p.	5
I-2 Examen des histogrammes de fréquence des résultats bruts.....	p.	7
II METHODE D'ANALYSE DES RESULTATS.....	p.	10
II-1 Choix de la méthode d'interprétation.....	p.	10
II-2 Choix du paramètre explicatif.....	p.	16
II-3 Choix de l'échelle de dépouillement.....	p.	17
II-4 Calcul des facteurs d'enrichissement.....	p.	21
II-5 Traitement informatique.....	p.	23
Caractéristiques du programme.....	p.	23
Mise en oeuvre du programme.....	p.	24
III APPLICATIONS ET COMMENTAIRES.....	p.	25
III-1 Comparaison des résultats obtenus.....	p.	25
Comparaison interméthode des facteurs d'enrichissement.....	p.	25
Comparaison des résultats obtenus par rapport à un standard et par rapport aux M.V.....	p.	27
III-2 Examen des résultats obtenus en utilisant M.V. comme indicateur..	p.	29
Examen des diverses relations métal-M.V.....	p.	29
Examen des facteurs d'enrichissement.....	p.	29
Comparaison interbassin.....	p.	32
Facteurs d'enrichissement moyens.....	p.	32
III-3 Analyse des résultats cours d'eau par cours d'eau.....	p.	42
bassin de la Moselle.....	p.	43
bassin de l'Oise.....	p.	44
bassin de la Seine.....	p.	45
bassin de l'Ill.....	p.	46
CONCLUSION.....	p.	48
perspectives d'avenir.....	p.	49
amélioration à apporter à la méthode.....	p.	50
BIBLIOGRAPHIE.....	p.	52
ANNEXES		
1.....	p.	53
2.....	p.	64
3.....	p.	71
4.....	p.	79
5.....	p.	87
6.....	p.	95
7.....	p.	103

Signification des abréviations employées

numéros de bassins

1 Artois-Picardie	AP
2 Rhin-Meuse	RM
3 Seine-Normandie	SN
4 Loire-Bretagne	LB
5 Adour-Garonne	AG
6 Rhône-Méditerranée-Corse	= RMC

indicateurs

Ca calcium

FIN % de la fraction granulométrique inférieure à 50 μ

SOL % de la fraction insoluble dans les acides

M.V. % des matières volatiles à 525°C

INTRODUCTION

Lors de la campagne de 1981 de l'inventaire, il a été prélevé 494 échantillons de sédiments sur lesquels les éléments métalliques ont été dosés en plus de très nombreuses analyses effectuées sur les échantillons d'eau.

Ceci avait pour but de vérifier si l'intégration dans le temps des pollutions métalliques par les sédiments permettait, à partir d'un échantillon, de tirer des conclusions similaires aux connaissances que nous avons de ces pollutions par les prélèvements d'eau effectués depuis 1971 dans le cadre de l'inventaire national de la qualité des eaux de surface.

En fait, l'intérêt de ce type de dosage n'est plus à démontrer. Ainsi, l'E.P.A. (Chapman et al 1982) recommandent depuis 1982 de doser les principaux éléments métalliques dans les sédiments et le biote plutôt que dans l'eau afin de s'affranchir des fortes fluctuations dans le temps que l'on observe sur l'eau et qui sont "gommées" lorsque les dosages sont réalisés sur les matériaux solides.

Toutefois si l'intérêt d'effectuer de tels dosages est acquis, l'interprétation des résultats obtenus pose encore de nombreux problèmes. En effet, comme divers auteurs et nous-mêmes (Robbe 1983) l'avons montré précédemment, les résultats bruts sont rarement comparables entre eux car les sédiments peuvent plus ou moins piéger et mémoriser un même flux polluant suivant leur composition. C'est la raison pour laquelle nous préconisons dans le rapport cité ci-dessus d'exploiter les résultats par rapport à certains paramètres caractéristiques du sédiment.

Cette méthode que nous avons expérimentée précédemment avec succès sur divers sites, a été utilisée pour la première fois à une aussi grande échelle lors de la présente étude.

CONCLUSIONS

La campagne 1981 de l'inventaire national de la qualité des eaux de surface comprenait pour la 1ère fois des analyses d'éléments métalliques effectuées sur les sédiments.

Une telle procédure, conforme aux recommandations de l'E.P.A. (Chapman et al, 1982) permet de s'affranchir des fluctuations dans le temps que l'on observe avec les dosages effectués sur l'eau, grâce à la bonne mémorisation des flux polluants subis par les sédiments. Toutefois, il a été largement démontré précédemment que divers sédiments soumis à un même flux polluant peuvent plus ou moins mémoriser ce flux selon la composition des matériaux solides. Afin de pouvoir comparer les résultats entre eux, il était donc nécessaire d'utiliser une procédure permettant d'éliminer l'influence de la nature et de la composition du sédiment sur ses capacités de piégeage des éléments métalliques. Pour cela nous avons recherché les relations existantes (de la forme : teneur en métal = $ax + b$) entre les micropolluants et les caractéristiques mesurées des sédiments pour tous les points non pollués.

Cette méthode, bien que souffrant de diverses imperfections notamment au niveau de l'élimination des points pollués préalable au calcul des teneurs "normales", a permis d'estimer les teneurs naturelles en divers éléments. A partir de ces teneurs naturelles ou théoriques, nous avons calculé pour tous les points un facteur d'enrichissement, $F = \text{teneur mesurée} / (ax + b)$ et défini des classes de pollution : F inférieur à 2, 2 à 4, 4 à 8, 8 à 16 et supérieur à 16 fois la teneur théorique. En plus du facteur d'enrichissement pour chaque métal, nous avons calculé un facteur d'enrichissement moyen qui correspond à la moyenne arithmétique des divers facteurs individuels et qui permet d'estimer globalement la contamination d'un matériau. Dans un deuxième temps, la cartographie des facteurs d'enrichissement a permis de mettre en évidence des zones plus ou moins étendues où la situation est anormale, soit pour des raisons naturelles (richesse en l'élément considéré des roches et sols du bassin versant), soit à cause de pollution, ces pollutions pouvant être très localisées ou au contraire perturber profondément tout un réseau hydrographique. C'est le cas par exemple de la pollution par le Cr de la Thur qui perturbe l'Ill sur tout son cours.

* Perspectives d'avenir

Une telle étude, qui est, rappelons-le, la première du genre à l'échelon national, est riche d'enseignements.

* A court terme, il faudrait tenir compte de ces enseignements afin d'assainir rapidement quelques situations critiques. Cette intervention peut se faire à 2 niveaux :

- réduction des rejets ce qui est dans tous les cas souhaitable,
- élimination des matériaux extrêmement contaminés comme ceux de la Deule et de la Scarpe. En effet, les micropolluants piégés par les sédiments peuvent repasser dans l'eau par divers phénomènes et ainsi créer ou augmenter la pollution de l'eau, pollution qui est la plus directement perçue par la faune et la flore. Par ailleurs, certains animaux (fouisseurs, détritivores) consomment du sédiment et peuvent donc ingérer directement les polluants qu'il contient. La consommation de sédiment contenant autant d'éléments métalliques que ceux des rivières citées ci-dessus ne peut qu'avoir un effet néfaste sur les organismes.

D'autre part, il serait intéressant de tenir compte du degré de contamination des sédiments lorsque l'on envisage de nouvelles utilisations de l'eau (prise d'eau potable par exemple). En effet, grâce à l'action des pouvoirs publics, les rejets ont, depuis quelques années fortement diminué, voire disparu. Toutefois des sédiments contaminés peuvent rester en place ce qui implique qu'il existe un risque de pollution par relargage à la faveur de variations physico-chimiques du milieu par exemple. Ce risque, qui ne peut être perçu que par l'analyse des sédiments, doit être pris en compte.

* A moyen terme, un suivi tous les 5 ans, réalisé selon des modalités légèrement améliorées grâce à l'expérience acquise permettrait de suivre l'évolution de la pollution de nos cours d'eau par les micropolluants et ceci pour un coût relativement limité par rapport aux analyses effectuées sur l'eau, pour lesquelles une fréquence élevée est indispensable afin de compenser les variations de flux.

* Améliorations à apporter à la méthode

Parmi les améliorations, le choix du lieu de prélèvement doit être particulièrement soigné ainsi que le prélèvement lui-même. Il serait en particulier souhaitable d'éviter les échantillons exclusivement sableux. Ainsi, dans le cadre de la présente étude, 23,1 % des échantillons contenaient moins de 10 % de particules inférieures à 50 μ , ce pourcentage étant même de 57,4 pour le bassin AG. De tels échantillons ne devraient être qu'exceptionnels.

En ce qui concerne les analyses, plusieurs remarques doivent être faites. Tout d'abord, il est dommage que les teneurs en eau, qui ont nécessairement été déterminées afin d'exprimer les teneurs en micropolluants par rapport au poids sec, n'aient pas été reportées.

En effet, l'expérience montre (Robbe 1983) que les meilleures relations métal-caractéristiques du sédiment sont généralement obtenues avec ce paramètre.

Ceci n'implique pas que les micropolluants soient liés à l'eau, ce qui est inconcevable. En fait, la teneur en eau étant étroitement liée à la finesse du matériau ainsi qu'à la teneur en argile et en M.O., paramètres qui sont directement responsables du piégeage des micropolluants par le sédiment, ce paramètre intègre les capacités des piégeages dues à ces composants ce qui explique ses bonnes relations avec les éléments métalliques.

Les problèmes de seuils, abordés dans la 1ère partie doivent être résolus. Il n'est pas normal que le seuil annoncé par divers laboratoires varie d'un coefficient cinquante (cas de Cd et Se) pour un même type d'échantillon. En tout état de cause, le seuil utilisé par tous les laboratoires doit être inférieur à la teneur naturelle des échantillons. Cette remarque vaut surtout pour le Cd qui est un élément relativement facile à doser à ces concentrations.

Les cas du Se et de l'As posent plus de problèmes en raison des difficultés de dosages. Peut-être serait-il opportun de résoudre ces problèmes avant de poursuivre le dosage de ces éléments dans le cadre de l'inventaire.

En effet, d'ici la prochaine campagne qui pourrait avoir lieu en 1986 une norme AFNOR actuellement à l'enquête d'intérêt public sera publiée et devra donc être utilisée pour les éléments courants (Pb, Cu, Cr, Zn, Fe, Mn, Cd). Par contre la commission chargée de l'élaboration de cette norme ne s'est pas encore prononcée sur le cas de Se et As, éléments jugés plus délicats et il est peu probable que le cas de ces éléments soit résolu d'ici 1986.

Le fer et le manganèse ne posent pas de problème majeur de dosage. Toutefois, le suivi de ces éléments ne semble pas indispensable en raison des faibles pollutions constatées lors de cette campagne et de la faible toxicité de ces 2 éléments pour la faune et la flore. Ainsi en Fe, 7 échantillons ont des teneurs supérieures à 4 fois la normale, la plus forte valeur étant de 10,4 fois la normale. On peut tout de même noter qu'il existe notamment dans le bassin RM une très bonne correspondance entre l'implantation des hauts fourneaux et les rivières où la situation est anormale en fer.

Par contre, il est possible que ces éléments puissent être utilisés comme éléments explicatifs du piégeage des métaux par les sédiments. Enfin, il serait intéressant de doser le Ni, élément toxique et qui se dose sans difficulté aux concentrations que l'on rencontre dans les sédiments.

Le dernier point relatif aux dosages concerne le choix des laboratoires. Il est évident que ceux qui ne peuvent pas doser tel ou tel élément ou qui ne peuvent pas satisfaire à un seuil défini doivent être éliminés, l'absence de données perturbant l'interprétation des résultats. De plus, il serait souhaitable de réduire dans la mesure du possible le nombre de laboratoires effectuant les analyses d'un bassin, l'idéal étant qu'un seul laboratoire effectue les analyses d'un bassin (cas de AP). Ceci devrait réduire les effets-laboratoires observés çà et là. Toutefois, ce problème ne doit pas être exagéré comme nous l'avons montré avec l'exemple de la Moselle.

Les quelques aménagements évoqués ci-dessus devraient permettre d'améliorer sensiblement la qualité des résultats et donc des enseignements que l'on peut dégager à partir de ce genre d'étude.