



**HAL**  
open science

## **Impact environnemental de la mise en dépôt en eau de matériaux de dragage (cas du bassin de la Seine)**

Sonia Carpentier, Régis Moilleron, Daniel Thévenot, Christophe Beltran, Hervé Daniel

### ► To cite this version:

Sonia Carpentier, Régis Moilleron, Daniel Thévenot, Christophe Beltran, Hervé Daniel. Impact environnemental de la mise en dépôt en eau de matériaux de dragage (cas du bassin de la Seine). *La Houille Blanche* - Revue internationale de l'eau, 2001, 8, pp.82 - 86. <10.1051/lhb/2001096>. <hal-01180056>

**HAL Id: hal-01180056**

**<https://hal.science/hal-01180056v1>**

Submitted on 24 Jul 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

## Impact environnemental de la mise en dépôt en eau de matériaux de dragage (cas du bassin de la Seine)

*Environmental impact of laying in water dredged sediment*

par Sonia Carpentier, Régis Moilleron, Daniel Thévenot

CEREVE, Créteil<sup>1</sup>

et Christophe Beltran, Daniel Hervé

Services de Navigation de la Seine

*Dredging rivers is needed in order to maintain sufficient sailing depths or prevent settling areas. In the case of the Seine Basin (Paris region, France), dredged sediments are stored in gravel quarries under 2 to 8 meters of water. This project focuses on the possible mobilisation of pollutants during the deposit of dredged urban sediments. In fact, French legislation does not mention dredged sediments as far as rivers are concerned and the management of these materials is complicated due to this lack of specific regulation. The possible mobilisation of pollutants due to the deposition of dredged materials is studied on the site Rouillard (Verneuil sur Seine, 76, France). Monthly, water from the site was sampled and the impact of pollutants mobilisation on the environment was assessed.*

### I ■ GÉNÉRALITÉS SUR LE DRAGAGE

#### ● I.1 Contexte législatif et réglementaire

L'arrêté du 14 juin 2000 relatif aux niveaux de référence à prendre en compte lors d'une analyse de **sédiments marins ou estuariens** présents en milieu naturel ou portuaire qui émane du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement est actuellement la seule réglementation qui prend en compte les matériaux de dragage en tant que tels.

Pour ce qui concerne les matériaux de dragage en milieu continental, le contexte législatif français n'est pas clair à ce jour. Les opérations de dragage sont actuellement soumises à la fois à autorisation et déclaration au titre de la **loi sur l'eau** (03/01/1992), à la loi relative aux **Installations Classées** du 19/07/1976 dans son décret 94.485 du 19/06/94 sur les exploitations de carrières, à la **loi relative aux déchets** 75.633 du 15/07/1975 modifiée, à autorisation au titre du **Code Rural** ou du **Code de l'Urbanisme** ou encore à autorisation au titre de la **loi 'pêche'** si celles-ci ont un impact sur la vie piscicole du cours d'eau. En conclusion, il n'existe pas une mais plusieurs réglementations visant partiellement les opérations de dragage, devenir des matériaux de dragage compris. Dans ces conditions, il est très difficile pour le maître d'ouvrage d'une opération de curage de s'y retrouver dans cette abondance de textes.

Il est important de noter qu'aucun texte ne concerne spécifiquement les seuils de pollution ou de toxicité des matériaux de dragage et l'absence de définition précise d'un matériau de dragage considéré comme toxique ou pollué rend impossible sa prise en compte dans une réglementation.

#### ● I.2 Le dragage dans le bassin de la Seine

*Technique de dragage.* Dans le bassin de la Seine, en moyenne 150 000 m<sup>3</sup> de sédiments sont dragués par an. Ce volume représente 1/40<sup>e</sup> du volume total dragué chaque année en France. Sur le bassin de la Seine, le dragage est principalement un dragage d'entretien (pour assurer la navigabilité des cours d'eau et l'écoulement normal des eaux). Par conséquent, les opérations de dragage sont quasi continues sur l'ensemble du bassin de la Seine et en particulier au niveau des ouvrages de navigation. Ainsi, le dragage hydraulique est rendu impossible puisque celui-ci nécessite la présence d'une zone de dépôt dans un périmètre de 2,5 km. Ce type d'aménagement n'existant évidemment pas tout au long du continuum fluvial, le dragage mécanique a donc été considéré comme l'option la mieux adaptée.

*Devenir des matériaux de dragage.* Sur les 6 millions de m<sup>3</sup> dragués en France en eaux continentales, 70 % sont mis en dépôts ou en cordon sur les berges, 10 % sont valorisés en travaux publics, 7 % sont épandus sur des terres agricoles et le solde connaît diverses destinations (remblai, clapage, inertage...).

Le dragage dans le bassin de la Seine est un dragage qui concerne majoritairement des zones urbaines ou industrielles,

<sup>1</sup> CEREVE, Université Paris XII-Val de Marne. 61, avenue du Général de Gaulle. 94010 Créteil Cedex. E-mail : scarpentier@univ-paris12.fr

c'est pourquoi il est peu favorable de déposer les cordons sur les berges de la rivière comme cela est observé dans le nord de la France par exemple. Les matériaux sont majoritairement mis en dépôt en eau dans d'anciennes gravières situées à l'aval de Paris.

*La problématique dans le bassin de la Seine.* Dans les rivières soumises à la pression anthropique comme la Seine ou l'Oise, les polluants sont présents de façon majoritaire dans les sédiments (Petersen *et al.*, 1996). La charge polluante de ces sédiments, une fois dragués, pose le problème de la gestion de ces matériaux.

Les sédiments issus des campagnes annuelles de dragage de la Seine et de l'Oise en aval des zones les plus industrialisées sont mis en dépôt dans d'anciennes gravières généralement remplies d'eau. Ces sédiments sont parfois riches en matière organique et contaminés en micropolluants métalliques (valeurs médianes de 32 mg/kg.ms de Cr, 52 mg/kg.ms de Pb, 190 mg/kg.ms de Zn, 0,8 mg/kg.ms de Cd, 17 mg/kg.ms de Ni, 0,45mg/kg.ms de Hg, 31 mg/kg.ms de Cu pour la Seine aval obtenues lors des campagnes effectuées avant dragage en 1996, 1999 et 2000) et organiques comme les hydrocarbures totaux (194 mg/kg.ms) ou les hydrocarbures aromatiques polycycliques (6,7 mg/kg.ms). Un exemple de la qualité des sédiments collectés lors de la campagne avant dragage en 1999 est présenté *figure 1*.

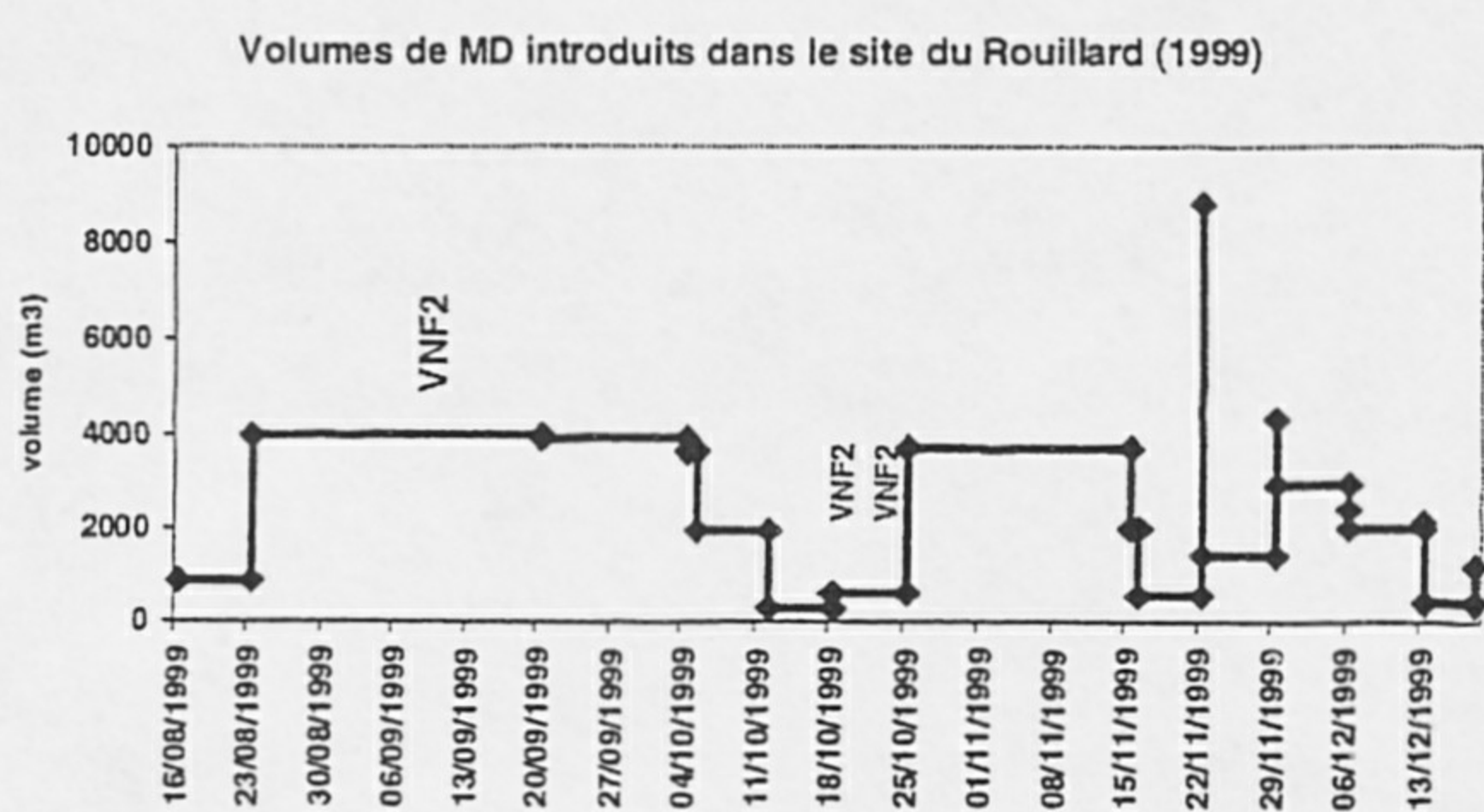


Figure 1 : Volumes et classe de qualité des sédiments dragués en 99 sur l'arrondissement basse Seine.

Sur cette figure, il faut noter que la qualité des sédiments est très hétérogène d'un bief dragué à l'autre. Et les sédiments considérés comme contaminés selon les critères établis par les Voies Navigables de France, faute de texte législatif, représentent entre 10 et 20 % de la totalité des matériaux dragués chaque année sur la bassin de la Seine. Les seuils correspondants aux critères des Voies Navigables de France sont présentés en *Annexe 1*.

Afin d'étudier l'impact des matériaux de dragage mis en dépôt sur l'environnement et plus précisément la mobilisation et le relargage des polluants, nous avons étudié un de ces sites de dépôt. Nous avons choisi le site de dépôt du Rouillard.

## II ■ LE SITE DU ROUILLARD

### ● II.1 Présentation du site

L'étang du Rouillard a été choisi pour recueillir les matériaux dragués de la Seine à l'aval de Vitry (94) jusqu'à Bonnières (78) et de l'Oise à l'aval de Compiègne (60) à partir de juin 1999 (*fig. 2*).

Ce site a été équipé et suivi pour mesurer les polluants présents dans les sédiments dragués jusqu'à leur mise en dépôt puis lors de leur stockage dans l'étang, et d'autre part, il présente l'avantage de n'avoir jamais reçu de matériaux préalablement à cette étude.

L'étang du Rouillard se situe sur la rive gauche de la Seine (Seine, PK 91) sur une ancienne gravière au sein de la base de loisirs de Verneuil sur Seine (78). L'aménageur de la base de loisirs a obtenu un récépissé de déclaration au titre de la Loi sur l'Eau pour le remblaiement de cet étang. Ce dernier constitue une zone de dépôt d'une capacité de 200 000 m<sup>3</sup> (superficie de 90 000 m<sup>2</sup>). Il est destiné à accueillir 80 000 à 110 000 m<sup>3</sup> de sédiment dilué par an. Les matériaux de dragage mis en dépôt restent recouverts d'une lame d'eau de 2 m ( $\pm$  50 cm).

### ● II.2 Procédure de mise en dépôt

Les sédiments dragués sont transportés par barge sur la Seine jusqu'aux abords du dépôt. Ils sont alors dilués et remis en suspension avec de l'eau pompée en Seine et entraînés dans le dépôt via une conduite, par un bateau-refouleur posté sur la Seine. La conduite enterrée dans la berge se prolonge dans le bassin par une canalisation maintenue par des flotteurs. Celle-ci est flexible, ce qui permet de la déplacer, et de remblayer le bassin de façon à ce que le matériau soit réparti uniformément. Ainsi, au cours de la campagne de dragage, cette conduite est déplacée et/ou raccourcie régulièrement. Les eaux de surverse sont rejetées dans la Seine via une autre conduite asservie à un débitmètre qui permet d'enregistrer les débits de sortie en Seine en continu. De la même façon, les débits d'eau de Seine pompée pour la dilution des matériaux de dragage sont enregistrés en continu.

### ● II.3 Equipement du site et campagnes d'échantillonnage

Ce site est équipé de trois piézomètres « externes » répartis autour de l'étang et de deux massifs filtrants, piézomètres situés au cœur du dépôt. Les piézomètres externes permettent d'échantillonner l'eau de la nappe souterraine présente sous l'étang depuis juillet 1999. Les massifs filtrants sont quant à eux des préleveurs spécifiques à notre étude qui permettent d'échantillonner les eaux interstitielles des matériaux en place dans l'étang depuis juillet 2000.

Des échantillons de sédiments provenant de l'étang et des barges sont prélevés tous les trimestres.

Les résultats concernant les échantillons de piézomètres et de sédiments ne seront pas présentés ici.

Nous étudions ici les échantillons d'eaux superficielles de l'étang. Ces échantillons d'eau sont prélevés tous les mois au milieu du lac et au niveau du rejet en Seine. Nous prélevons également chaque mois un échantillon d'eau de Seine au niveau où celle-ci est pompée lors de la dilution des matériaux de dragage (MD) dans la barge.

Ces fréquences d'échantillonnage ont été appliquées depuis juillet 1999.

### ● II.4 Paramètres mesurés et analysés

Sur le terrain, les paramètres tels que pH, conductivité, potentiel redox, oxygène dissous et température ont été mesurés *in situ* au moyen de sondes.

Les analyses physico-chimiques réalisées en laboratoire sur les échantillons d'eau et/ou de sédiment sont présentées dans le tableau 1.

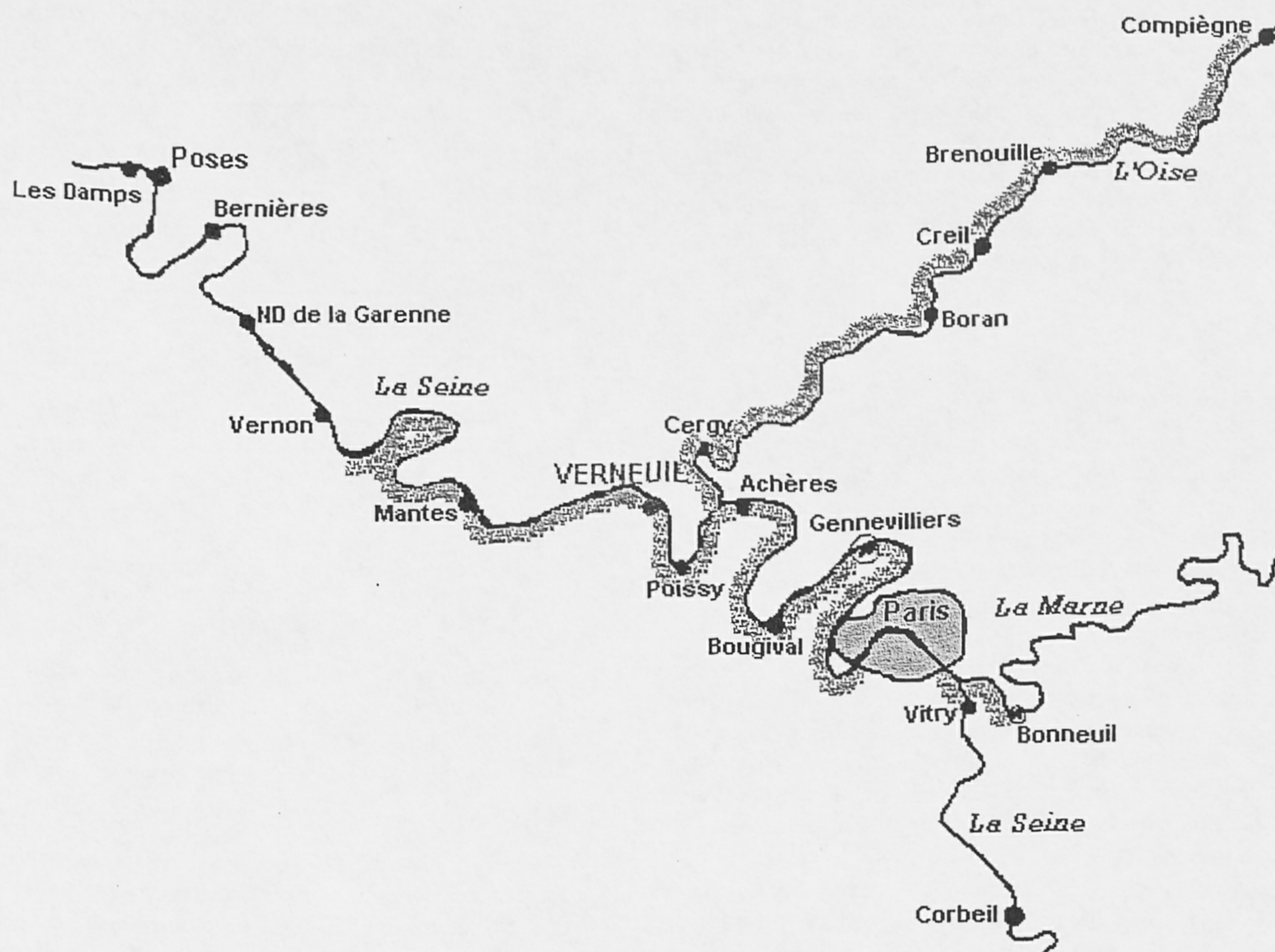


Figure 2 : Zones draguées dont les matériaux sont déposés dans le site du Rouillard à Verneuil.

Tableau 1 — Paramètres physicochimiques mesurés sur les échantillons prélevés et normes correspondantes.

Analyse	Abrév.	Norme AFNOR	Remarques
Humidité	-	NF ISO 11465 X 31-102 08/94	Séchage de 10 g, 105 °C
Perte au feu	-	-	Calcination de 5 g, 550 °C
Matières en suspension	MES	NF EN 872	Filtres GF/F pré-calcinés
Matières volatiles en suspension	MVS	-	Calcination des MES à 550 °C
Granulométrie grossière	-	NF X 31-107	2 000, 200, 50 et 20 µm
Carbone organique dissous	COD	NF EN 1484 07/97	Analyseur 1010 OI-Analytical
Ammonium	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NF EN ISO 11732 08/97	
Azote total Kjeldhal	NTK	NF EN 25 663 01/94	
Nitrites	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NF EN 26777 05/93	
Nitrates	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NF EN ISO 10304-1 06/95	
Demande chimique en oxygène	DCO	NF T 90 101 10/88	
Demande biochimique en oxygène	DBO	NF EN 1899-1 05/98	
Hydrocarbures totaux		XP T 90-114-10/79	Extraction CCl <sub>4</sub> , Absorption IR
Phosphore	P	NF EN ISO 11885	
Organo halogénés adsorbables	AOX	NF EN 1484 07/97	

Les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques sont mesurés dans les phases dissoute et particulaire des échantillons d'eau. Ils sont également mesurés dans les sédiments et leurs eaux interstitielles. L'analyse est réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Les métaux lourds sont également mesurés sur les mêmes échantillons, l'analyse est effectuée par spectrométrie d'absorption atomique. Ces protocoles sont décrits en détail dans le rapport d'activité 1999 du Piren Seine (Carpentier *et al.*, 1999).

### III ■ IMPACT SUR LES EAUX DE SURFACE

#### III.1 Polluants majeurs

Les teneurs en MES observées pendant les périodes de remplissage sont élevées (de 22 à 54 mg/L) en raison du brassage des matériaux de dragage au cours du remblaiement. Les valeurs obtenues en période de repos (de 5 à 11 mg/L) montrent une réelle décantation lors de la période de repos.

Un développement d'algues filamenteuses a été observé sur les berges du lac en période de repos et ceci pourrait indiquer une eutrophisation de l'étang. Nous constatons à cet égard des concentrations en ammonium importantes (jusqu'à 22 mg/L) qui contribueraient à l'eutrophisation. Nous observons en particulier que ces concentrations ne diminuent pas pendant la période de repos, ce qui indique un relargage depuis les matériaux de dragage en place par suite de l'ammonification de l'azote organique.

Nous avons calculé la dilution des eaux interstitielles des matériaux déposés (valeur moyenne obtenue pour les eaux interstitielles lors des campagnes réalisées sur le bassin de la Seine avant les dragages en 1999) dans l'eau de l'étang en considérant que l'eau de l'étang a été totalement remplacée par l'eau de Seine utilisée lors du refoulement. Ce calcul montre que la simple dilution des eaux interstitielles ne suffit pas à expliquer les fortes concentrations en  $NH_4^+$  observées dans l'eau de l'étang (fig. 3) et ainsi confirme l'hypothèse d'ammonification du matériau déposé.

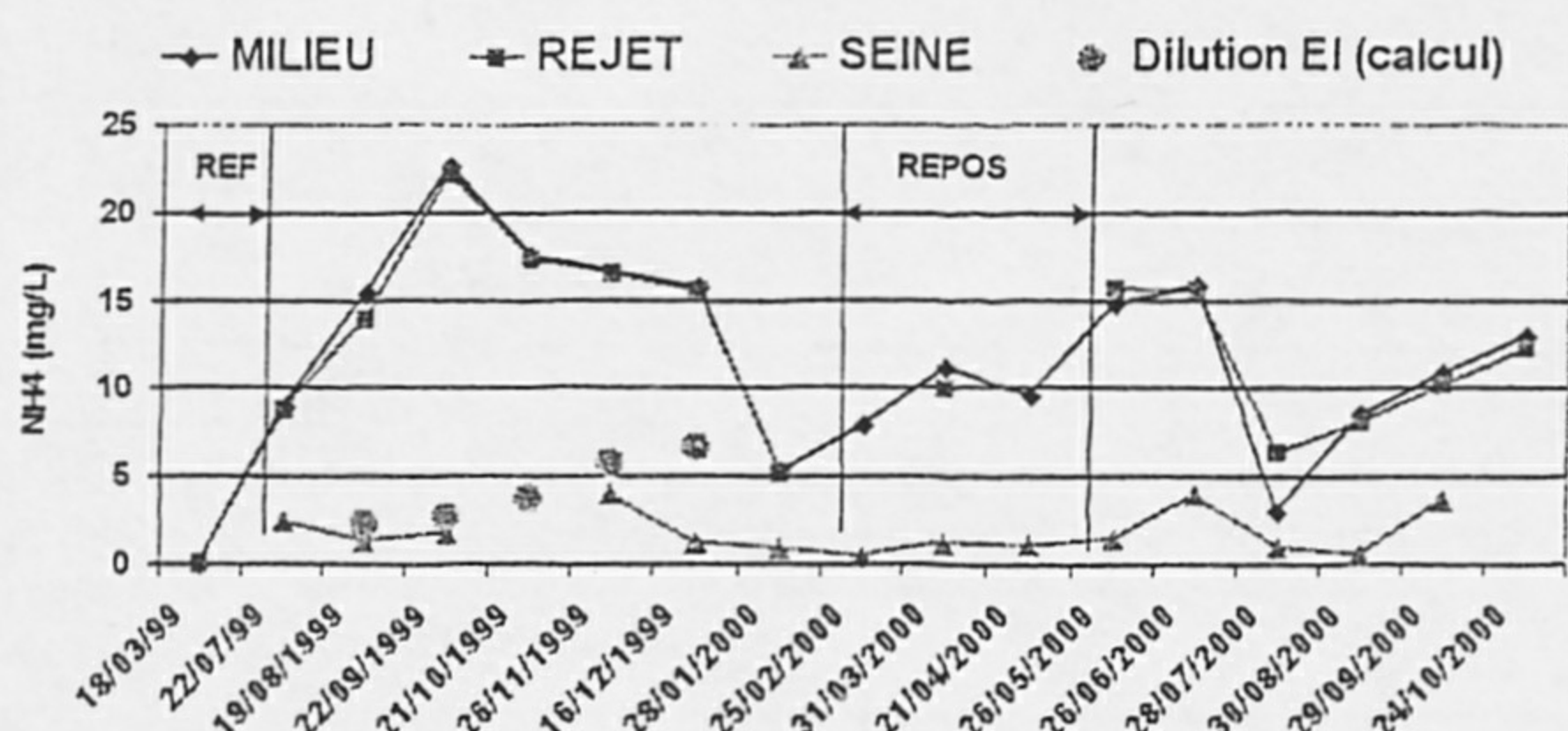


Figure 3 : Concentrations en ammonium dans les eaux superficielles.

Le phosphore total a été mesuré sur échantillon brut : les concentrations en Seine et dans l'étang sont voisines (0,3 mg/L en moyenne). L'état de référence effectué en mars 1999 présentait des concentrations beaucoup plus faibles (inférieures à 0,1 mg/L). Nous pouvons donc supposer que les teneurs en P tot dans le lac après remplissage sont dues à l'eau de Seine utilisée pour la dilution des matériaux de dragage.

Nous pouvons réitérer cette hypothèse pour le cas des nitrates. De la même manière que pour l'ammonium, nous

avons effectué un calcul de la dilution des eaux interstitielles des matériaux déposés dans l'eau de l'étang. Ce calcul montre que la contribution des eaux interstitielles à l'apport en nitrates dans le lac est négligeable en comparaison à l'apport par l'eau de Seine seule (fig. 4).

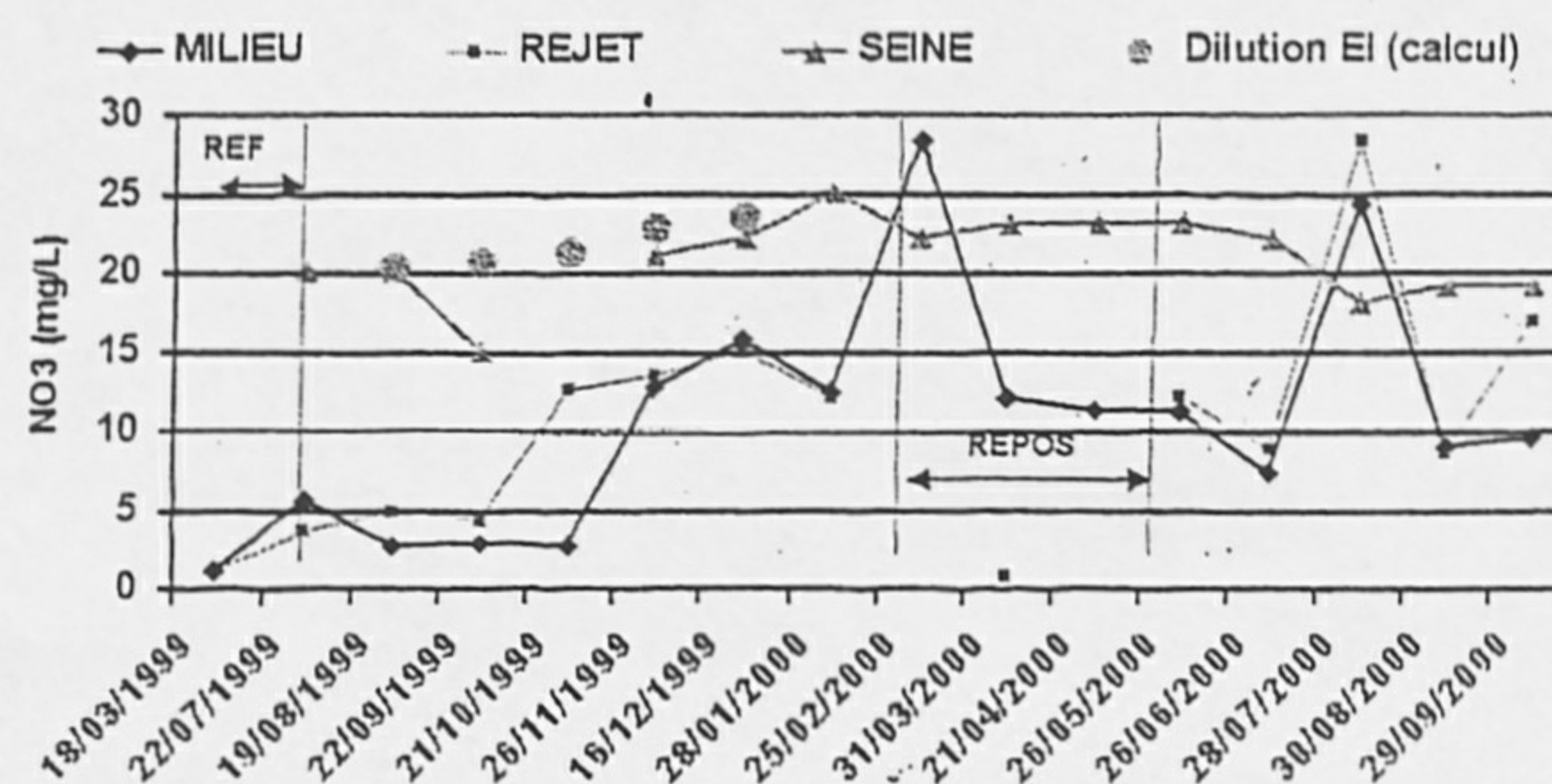


Figure 4 : Concentrations en nitrates dans les eaux superficielles.

En outre, nous observons des teneurs plus faibles dans le lac que dans la Seine, ce qui impliquerait un phénomène de dénitrification rendu possible par la nature organique des matériaux de dragage mis en dépôt.

#### III.2 Micropolluants

Les résultats obtenus pour les HAP présentent le plus souvent des concentrations inférieures aux limites de détection des protocoles de mesure. Nous notons cependant en période de remplissage des concentrations qui ont pu atteindre des valeurs notables et en particulier dépasser les seuils A2 ou A3 qui sont les valeurs limites du décret 91-257 sur la qualité des eaux de surface destinées à la production d'eau de consommation humaine (fig. 5).

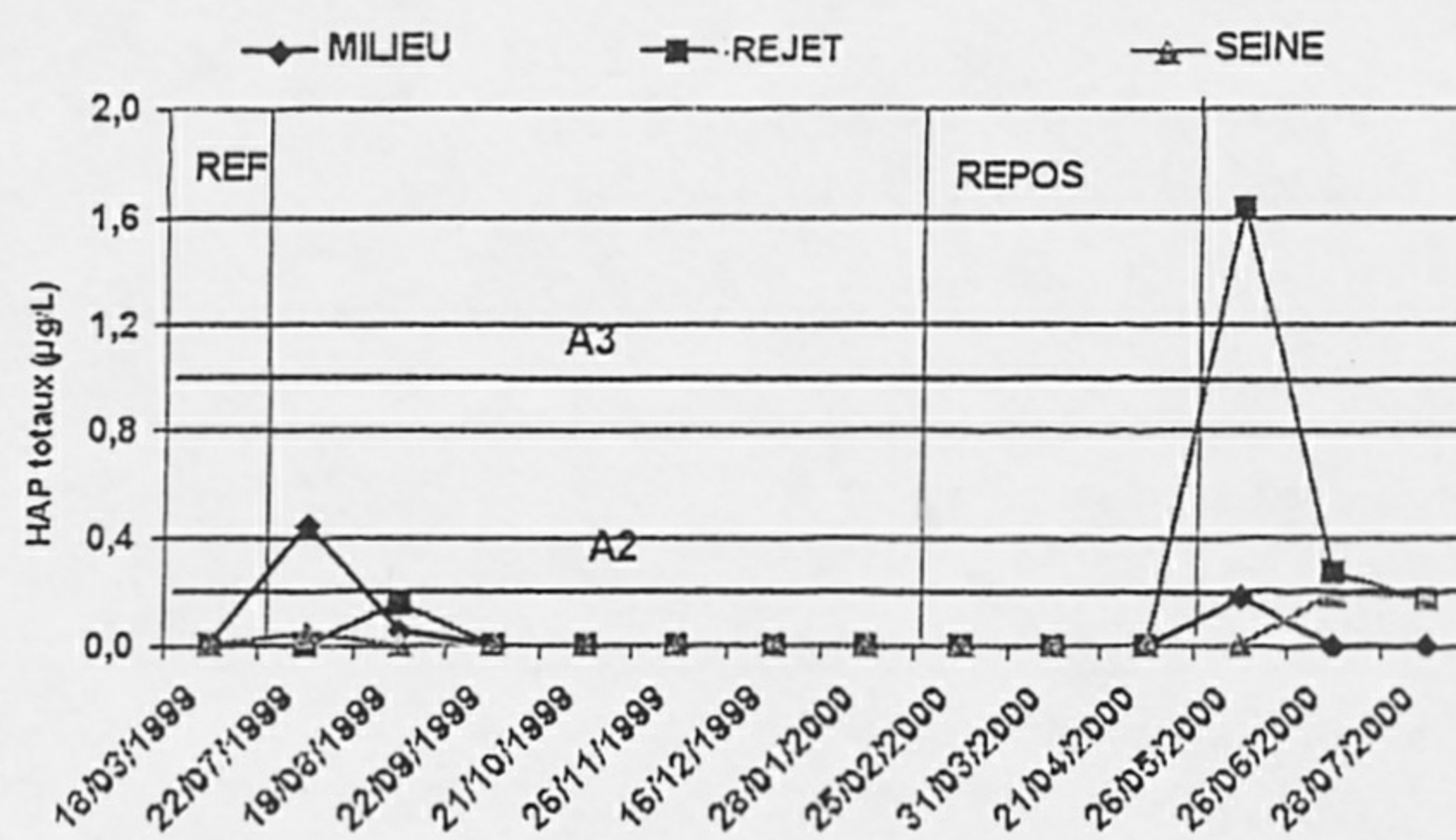


Figure 5 : Concentrations en HAP totaux dans la fraction dissoute des eaux superficielles.

Ces phénomènes sont ponctuels et correspondent certainement à la contamination du matériau introduit dans l'étang lors de l'échantillonnage. En effet, il est important de noter que la qualité des matériaux introduits dans l'étang est extrêmement hétérogène : le matériau peut être très sableux et très peu contaminé, ou peut présenter une consistance plutôt vaseuse plus à même de renfermer des polluants très variés en fonction du bief dragué.

Nous notons que les métaux, comme les hydrocarbures, sont le plus souvent présents dans les eaux de surface à des concentrations inférieures aux limites de détection des proto-

coles de mesure. Toutefois, des augmentations ponctuelles des concentrations pendant les périodes de remplissage sont également observées.

#### IV ■ CONCLUSIONS

Le suivi de l'étang du Rouillard a commencé en mars 1999, avant les premiers remblais par les matériaux de dragage, lors d'une campagne qui nous a permis d'établir un point de référence. Puis des campagnes d'échantillonnage ont été entreprises à partir de juillet 1999, date à laquelle les premiers MD ont été déposés dans le site.

Le suivi de la qualité des échantillons d'eau de surface en période de remplissage comme en période de repos a permis de déterminer un impact de la mise en dépôt sur la qualité des eaux de surface de l'étang du Rouillard. Nous avons tout d'abord constaté un effet de contamination lié à la contamination du matériau introduit dans l'étang (cas des HAP totaux et des métaux, en particulier du zinc). Nous avons également observé des apports notables en ammonium et carbone organique dissous qui proviennent à la fois de la dilution des eaux interstitielles lors du refoulement des matériaux remblayés et du relargage par les matériaux constituant le dépôt. Le phosphore et les nitrates seraient, quant à eux, apportés par l'eau de Seine utilisée lors du refoulement. Les concentrations en nitrates plus faibles observées dans l'étang par rapport à la Seine seraient dues à l'action dénitrifiante des dépôts dans le bassin.

Afin de pouvoir établir des bilans, nous devons collecter les volumes entrants et sortants de l'étang. Ces données nous permettront entre autres, de déterminer les échanges éventuels avec la nappe. Nous comptons également déterminer l'impact biologique de la mise en dépôt des MD sur l'étang grâce à des observations de zoo- et de phytoplancton. L'ensemble de ces données permettra à terme d'établir des bilans annuels de transfert (carbone, azote, phosphore, hydrocarbures et métaux) et d'évaluer l'impact environnemental de la mise en dépôt de sédiments fluviaux urbains.

#### REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Service de Navigation de la Seine (SNS), les Voies Navigables de France (VNF), et l'Entreprise Morillon Corvol Courbôt ainsi que le Programme

Interdisciplinaire de Recherche Environnementale sur la Seine (Piren Seine GDR 1874) pour leurs soutiens financier et logistique.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] AGOSTINI R., PAVAGEAU P., VERLEY F. (1997). — Curage et devenir des boues, approche réglementaire. *Pôle de compétences Régional Nord-Pas-de-Calais sur les sites et sols pollués, thématique « Sédiments toxiques »*, pp. 68.
- [2] BOGUSZ D., PAVAGEAU P. (1999). — Etat actuel de la problématique au plan français, *Comité Technique National sur la Gestion des Sédiments*, 7 juin 1999, point n° 2, pp. 8.
- [3] CARPENTIER S., JUMEAU S., MOILLERON R., THÉVENOT D. (1999). — Mobilisation de polluants lors de la mise en dépôt de sédiments fluviaux contaminés. Rapport d'activité 1999 du programme PIREN-Seine, pp. 5.56-5.79.
- [4] Pôle de compétences sur les sites et sols pollués (2000). — Faut-il curer ? — pour une aide à la prise de décision, *Enlèvement des sédiments - guide méthodologique -*, 4, pp. 31.

#### ANNEXE

**Annexe 1 :** Critères établis par les Voies Navigables de France et différentes limites déterminant la qualité des matériaux de dragage ou sédiments.

	VNF 1*	VNF2*	VNF3*
As	< 20	20 < x < 45	> 45
Cd	< 2	2 < x < 6,4	> 6,4
Cr	< 150	150 < x < 250	> 250
Cu	< 100	100 < x < 300	> 300
Hg	< 1	1 < x < 3	> 3
Ni	< 50	50 < x < 150	> 150
Pb	< 100	100 < x < 367,5	> 367,5
Zn	< 300	300 < x < 500	> 500
Hydrocarbures	< 100	100 < x < 2 500	> 2 500

\* en mg/kg.