

# PREMIERE APPROCHE DES EFFETS DES STRUCTURES-RESERVOIRS SUR LA QUALITE DES EAUX PLUVIALES ET DES SOLS

M. LEGRET, V. COLANDINI, G. RAIMBAULT  
Laboratoire Central des Ponts-et-Chaussées — BP  
19 — 44340 Bouguenais

## RESUME

Sur un site expérimental situé à Rezé près de Nantes (Loire-Atlantique), on a comparé la qualité des eaux pluviales à l'écoulement d'une structure-réservoir et d'un bassin de référence. Les eaux provenant de la structure-réservoir sont peu chargées et les paramètres de pollution sont inférieurs à ceux mesurés pour le bassin de référence. Une autopsie locale a été pratiquée dans la structure-réservoir, afin de localiser l'accumulation des polluants métalliques. Les métaux lourds se concentrent à la surface des enrobés drainants et, dans une moindre mesure, au niveau du géotextile placé sur la couche de forme ainsi que jusqu'à 10 à 25 cm dans le sol en place.

## INTRODUCTION

L'imperméabilisation des sols liée à la croissance de l'urbanisation pose le problème de l'évacuation des débits de pointe des eaux de pluie et de la pollution qu'elles transportent. Les techniques alternatives à l'assainissement pluvial urbain classique, et parmi celles-ci, les structures-réservoirs, apportent une réponse nouvelle à ces problèmes.

Cette technique, initialement développée dans la région Bordelaise [BALADES et al, 1992] s'étend maintenant à d'autres régions [RAIMBAULT, 1992].

Indépendamment du suivi hydraulique permettant de valider ce type d'équipement, il est apparu nécessaire d'étudier leur impact sur la qualité des eaux de ruissellement et sur la qualité des sols, dès lors que les systèmes mis en place permettaient l'infiltration des eaux pluviales dans le sol sous la structure.

Dans cette étude on a comparé la qualité des eaux recueillies à l'écoulement d'une structure-réservoir par rapport à celles recueillies à l'écoulement d'un bassin versant voisin de type classique, et on a effectué l'analyse de matériaux et de sols prélevés dans et sous la structure-réservoir.

Cette expérimentation a été réalisée sur la commune de Rezé, près de Nantes, avec le soutien de la ville de Rezé et du ministère de l'Environnement.

## 1. DESCRIPTION DU SITE

Le site expérimental de Rezé a été décrit par [RAIMBAULT et METOIS, 1992]. La structure-réservoir est située rue de la

Classerie. Cette rue a été reconstruite en 1988 sur 700 m de long. La nouvelle structure de la rue comprend (figure 1) :

- un géotextile tissé placé sur le fond de forme,
- une couche de concassé 10/80 (35 cm),
- deux couches de 10 cm de grave bitumineuse poreuse 0/20 avec discontinuité 3/10,
- une couche de 6 cm d'enrobés drainants 0/14 avec discontinuité 3/10.

La zone latérale de stationnement (accotement) et le trottoir sont réalisés avec le concassé 10/80 et des enrobés drainants. Le sol support est constitué par des argiles d'altération du socle.

Les prélèvements d'eaux pluviales sont assurés de deux façons :

- prélèvement dans un flacon de verre des 10 premiers litres écoulés à l'écoulement, lors d'un événement. Lorsque le flacon est plein, celui-ci est bouché automatiquement par une balle flottante sur l'eau contenue dans le récipient ;
- prélèvements automatiques, à l'aide d'un préleveur comprenant 24 flacons commandé par un débitmètre placé dans un regard construit spécialement.

Un prélèvement de 250 ml est effectué pour 220 l écoulés, soit un flacon de 500 ml pour 440 l.

Le bassin de référence (lotissement Le Praud) a une superficie de 5,05 ha avec un coefficient d'imperméabilisation estimé à 0,28. Il est constitué d'un habitat pavillonnaire récent.

Les prélèvements sont effectués par un préleveur automatique commandé par un débitmètre. Un flacon de 500 ml est prélevé pour 20 m<sup>3</sup> écoulés.

## 2. SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX

Nous disposons actuellement des données obtenues sur 2 années de suivi du site expérimental (1991-1992). Les premières données obtenues sur la structure-réservoir, avec le préleveur asservi au débit, ont été considérées comme erronées. Un test d'arrosage a montré que la qualité des eaux juste à l'écoulement était meilleure que celle mesurée un peu à l'aval au niveau du préleveur. Ce problème était lié à une rétention locale des eaux. Dans ce qui suit, seuls seront présentés les résultats obtenus rue de la Classerie à l'aide du flacon de 10 litres.

Certains événements, n'entraînent pas d'écoulement à l'écoulement de la structure-réservoir. En effet, l'eau peut être retenue sur les granulats, s'évaporer, ou s'infiltrer sous la chaussée. Les tableaux 1 et 2 présentent des résultats d'analyses obtenus rue de la Classerie et pour le bassin de référence pour les différents événements mesurés.

La comparaison entre les deux sites (tableau 3) met en évidence les points suivants :

- les valeurs du pH sont proches de la neutralité pour les 2 sites et varient peu ;
- la DCO est faible et peu significative (< 20 mg/l) pour les 2 sites ;

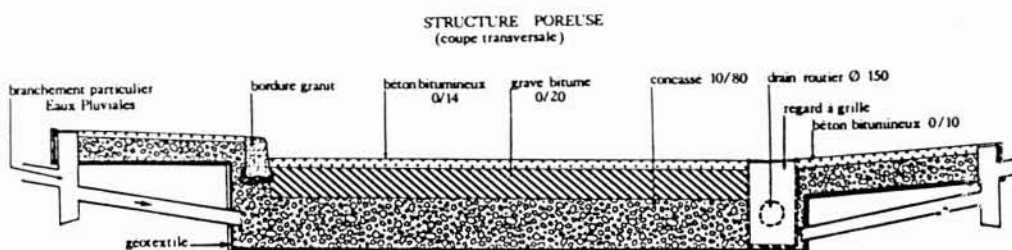


Figure 1 : Coupe de la structure réservoir de la rue de la Classerie.

Tableau 1 : Analyses des 10 premiers litres d'eaux prélevés à l'exutoire de la structure-réservoir (rue de la Classerie).

	1991				1992					
	31/8	13/10	11/11	12/11	29/3	28/10	19/11	30/11	2/12	4/12
pH	6,2	7,2	7,5	6,7	8,0	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2
DCO (mg/l)	7,8	8,1	11,1	11,0	<20	<20	<20	<20	<20	<20
MES (mg/l)	11,2	6,0	3,4	3,8	42,5	4,9	3,8	8,2	1,6	2,5
MVS (%)	45,5	--	--	--	9,8	20,1	39,5	24,2	--	--
Pb (µg/l)	78,0	2,4	7,2	1,4	7,2	1,0	2,0	3,2	2,4	3,2
Zn (µg/l)	54,0	44,0	54,0	28,0	340,0	20,2	30,1	180,0	20,0	66,5
Cu (µg/l)	23,0	101,0	9,9	127,0	7,9	16,4	5,9	6,8	3,6	4,5
Cd (µg/l)	0,4	0,3	2,4	0,1	0,1	0,4	0,7	0,1	0,3	0,3

Tableau 2 : Analyses des échantillons moyens d'eaux prélevées à l'exutoire du bassin de référence (Le Praud).

	1991				1992					
	31/8	13/10	11/11	12/11	29/3	28/10	19/11	30/11	2/12	4/12
pH	6,9	7,1	7,3	7,4	7,1	7,7	7,5	7,9	7,4	7,3
DCO (mg/l)	11,7	20,2	18,5	11,0	<20	<20	<20	<20	<20	<20
MES (mg/l)	47,8	49,7	35,5	10,2	44,3	--	6,7	33,0	48,6	7,0
MVS (%)	25,0	36,0	33,0	--	16,9	--	67,2	33,4	40,4	57,1
Pb (µg/l)	48,0	51,5	193,0	7,2	23,4	0,4	13,2	16,4	16,3	7,1
Zn (µg/l)	145,0	202,0	569,0	122,0	136,0	128,0	177,0	180,0	150,0	154,0
Cu (µg/l)	33,0	23,4	44,9	7,4	6,0	3,8	4,5	5,8	4,8	44,1
Cd (µg/l)	1,0	1,6	4,5	0,5	0,3	2,3	1,5	0,8	2,1	1,3

— les quantités de matières en suspension sont également peu importantes, mais nettement plus faibles rue de la Classerie (8,8 mg/l) qu'à l'exutoire du bassin de référence (31,4 mg/l). Ces MES sont principalement de nature minérale (27,8 et 38,6 % de matières volatiles en moyenne) ;

— mis à part le cuivre, les concentrations en métaux lourds sont moins importantes à l'exutoire de la structure-réservoir qu'à celui du bassin de référence. Pour le plomb, les teneurs moyennes sont respectivement de 10,8 et 37,8 mg/l ;

— les valeurs des paramètres de pollution sont généralement très dispersées.

Il apparaît donc, que les eaux qui ont traversé la structure-réservoir sont faiblement chargées et les valeurs des principaux paramètres de pollution sont notablement inférieures à celles mesurées à l'exutoire du bassin de référence.

### 3. AUTOPSIE LOCALE DE LA STRUCTURE-RESERVOIR

#### 3.1. PRELEVEMENTS ET ANALYSES

Une tranchée de 1,50 m de profondeur et 1 m de largeur environ a été ouverte rue de la Classerie en juillet 1992.

Deux types d'échantillons ont été prélevés dans la structure-réservoir :

— des prélèvements ont été réalisés sur la zone latérale de stationnement (accotement), d'une part au niveau du géotextile qui se trouve sous la partie réservoir en concassés et servant à l'isoler du sol en place à 60 cm de profondeur (échantillon A1) et, d'autre part, dans le sol en place sous la structure jusqu'à 1,50 m (échantillons A2 à A5) ;

## STRUCTURES-RESERVOIRS

Tableau 3 : Comparaison des valeurs des paramètres de pollution mesurés sur les 2 sites.

	pH	DCO (mg/l)	MES (mg/l)	MVS (%)	Pb	Zn	Cu	Cd
					(µg/l)			
<b>Structure réservoir</b>								
Nbre échant.	10	10	10	5	10	10	10	10
Moyenne	7,4	<20	8,8	27,8	10,8	83,7	30,6	0,51
Minimum	6,2	---	1,6	9,8	1,0	20,0	3,6	0,10
Maximum	8,0	---	42,5	45,5	78,0	340,0	127,0	2,40
Ecart-type	0,2	---	3,8	6,5	7,5	32,1	14,2	0,22
<b>Bassin de référence</b>								
Nbre échant.	10	10	9	8	10	10	10	10
Moyenne	7,4	<20	31,4	38,6	37,6	196,0	17,8	1,59
Minimum	6,9	---	6,7	16,9	0,4	122,0	3,8	0,30
Maximum	7,9	---	49,7	67,2	193,0	569,0	44,9	4,50
Ecart-type	0,1	---	6,2	5,8	18,1	42,2	5,4	0,38

— des échantillons ont été prélevés sous la chaussée proprement dite, de la même façon au niveau du géotextile à 65 cm de profondeur (échantillon C1) et dans le sol en place (échantillon C2 à C5).

En complément, on a prélevé également des échantillons dans les pores de l'enrobé poreux en surface de chaussée (échantillon DECO).

Enfin des échantillons de sol témoin ont été prélevés dans une parcelle agricole située à proximité du site (échantillons T1 et T3).

Les échantillons ont été séchés à l'air à 40 °C et tamisés, afin de séparer les fractions inférieure à 2 mm et inférieure à 125 mm ; ce qui permet de comparer des échantillons de granulométries différentes et de mieux observer l'évolution des teneurs, les métaux lourds étant plutôt liés aux particules fines.

Sur ces échantillons, les analyses suivantes ont été effectuées :

— détermination du pourcentage de matières volatiles à 550 °C (MV) ;

— concentration en métaux lourds, Pb, Cu, Cd et Zn et concentration en Al par spectrométrie d'absorption atomique.

### 3.2. RESULTATS

Les résultats des analyses sont présentés dans les tableaux 4 et 5, et sur la figure 2 pour le plomb (fraction inférieure à 125 mm).

Seule la fraction inférieure à 125 mm de l'échantillon DECO a été analysée, un tamisage ayant été nécessaire pour séparer les matériaux provenant des eaux de ruissellement des morceaux de bitume et de granulats. Cet échantillon prélevé dans les pores des enrobés drainants est assez fortement contaminé en Pb, Cu, Cd et Zn.

En ce qui concerne les échantillons provenant de la zone latérale de stationnement (accotement), on constate un accroissement significatif des teneurs en métaux lourds de l'échantillon A1 prélevé au niveau du géotextile, pour les 2 fractions granulométriques, et un accroissement de la teneur en Pb de l'échantillon A2 (62-75 cm) dans la fraction inférieure à 125 mm.

Les teneurs des autres échantillons sont proches de celles des échantillons témoins.

Pour les échantillons provenant de la chaussée on constate, dans la fraction inférieure à 2 mm, un accroissement en Pb, Cd, Cu et Zn de l'échantillon C1 ; de Pb, Cd et Zn de l'échantillon C2 (67-75 cm) et de Cd dans les échantillons C3 et C4 (75-110 cm).

Sur la fraction inférieure à 125 mm, on observe un accroissement des teneurs pour tous les métaux pour les prélèvements C1, C2 et C3 (65-90 cm) et pour Cd dans le prélèvement C4 (90-110 cm).

Il faut noter que lors de l'ouverture de la tranchée, on a mis à jour une canalisation métallique de gaz sous la chaussée. Cette canalisation possède un traitement anti-corrosion susceptible de relarguer des métaux, notamment Cd et Zn.

Il apparaît donc que l'accroissement des teneurs en métaux lourds sous la structure-réservoir est limité au niveau du géotextile (60 cm) pour l'accotement et pourrait se prolonger jusqu'à la couche 75-90 cm pour la chaussée, soit jusqu'à 10 à 25 cm de profondeur dans le sol.

Néanmoins, les teneurs mesurées dans le sol sous la structure (fraction inférieure à 2 mm) restent inférieures aux teneurs limites des sols fixées par la norme AFNOR U44-041 (100 mg/kg pour Pb et Cu, 2 mg/kg pour Cd et 300 mg/kg pour Zn).

Les résultats obtenus lors de l'autopsie locale de la rue de la Classerie montrent que les micropolluants métalliques sont principalement retenus à la surface des enrobés drainants. On observe également un léger accroissement des teneurs en métaux au niveau du géotextile et dans les premières couches de sol sous la structure-réservoir (10 à 25 cm). Ces résultats peuvent être comparés à ceux de [HOGLAND et al., 1987], qui ont mis en évidence une accumulation des polluants au niveau du géotextile séparant une structure-réservoir du sol en place, et de ceux obtenus sur un parking à Bègles [LEGRET et al., 1992], où on avait également constaté l'interception des polluants par les enrobés drainants et par une couche de sable située entre la zone d'infiltration et la zone de stockage de la structure-réservoir en plastique alvéolaire.

Tableau 4 : Résultats des analyses des prélèvements effectués dans la structure-réservoir (fraction inférieure à 2 mm).

Réf.	Prof. (cm)	<125 $\mu$ m (%)	M.V. (%)	Pb	Cu	Cd	Zn	Al
				(mg/kg)				
<b>Témoïn</b>								
T1	60-80	54,0	3,0	39,3	10,5	0,08	111,0	77110
T2	80-100	42,3	3,3	37,0	10,5	0,07	135,0	77130
T3	100-120	44,7	2,8	33,8	12,3	0,06	151,0	79410
<b>Surface</b>								
DECO	0-1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>Accotement</b>								
A1	60	30,2	2,6	68,7	22,7	0,27	191,0	62180
A2	62-75	44,1	3,8	49,7	15,3	0,11	97,3	78800
A3	75-85	50,1	4,3	42,8	15,1	0,08	90,7	80340
A4	85-110	41,9	4,5	46,7	14,3	0,04	108,0	75700
A5	110-150	35,0	3,1	28,9	14,7	0,05	111,0	62170
<b>Chaussée</b>								
C1	65	n.d.	2,1	65,0	28,3	0,28	273,0	61990
C2	67-75	35,2	2,1	67,0	18,2	0,52	204,0	52960
C3	75-90	3,4	0,8	35,8	13,9	0,26	74,0	45280
C4	90-110	39,0	4,1	46,9	14,1	0,23	153,0	78310
C5	110-150	19,4	3,9	32,3	22,1	0,10	144,0	61840

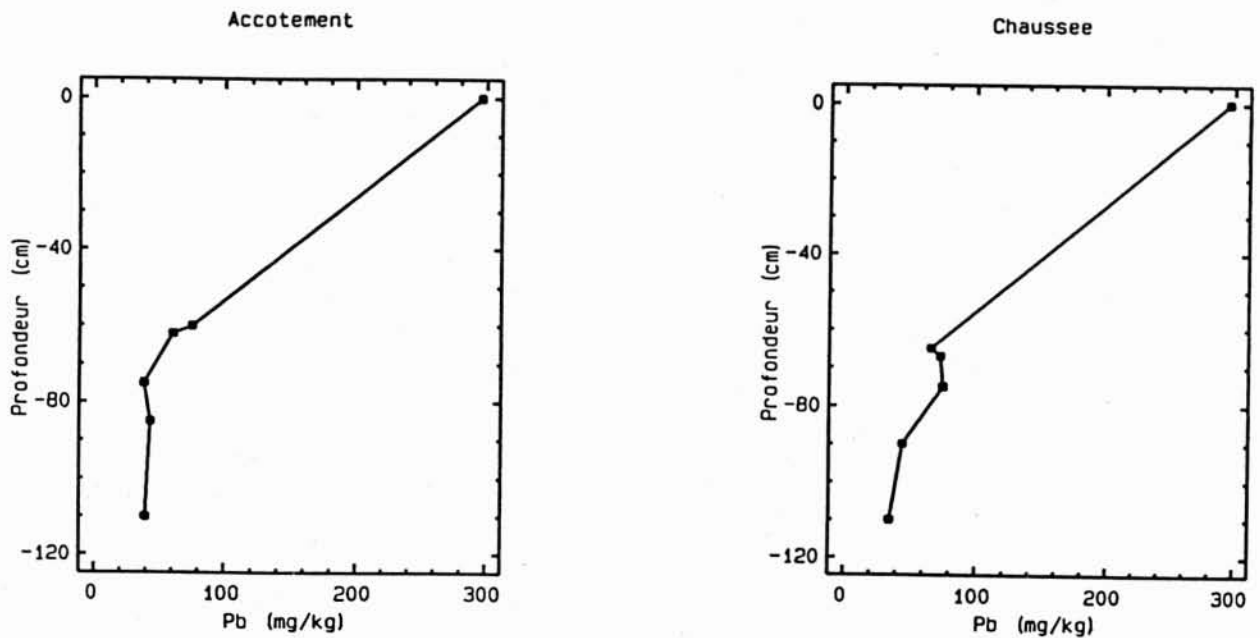


Figure 2 : Evolution des concentrations en plomb avec la profondeur dans la structure réservoir et le sol (fraction inférieure à 125 mm).

Tableau 5 : Résultats des analyses des prélèvements effectués dans la structure-réservoir (fraction inférieure à 125 mm).

Réf.	Prof. (cm)	M.V. (%)	Pb	Cu	Cd	Zn	Al
<b>Témoin</b>							
T1	60-80	5,5	33,3	18,1	0,09	116,0	90520
T2	80-100	5,8	33,4	17,8	0,08	155,0	93570
T3	100-120	4,6	33,9	15,7	0,08	196,0	92880
<b>Surface</b>							
DECO	0-1	12,9	296,0	81,0	1,03	751,0	54740
<b>Accotement</b>							
A1	60	4,9	75,1	33,0	0,32	213,0	70560
A2	62-75	5,0	60,4	20,9	0,13	115,0	85900
A3	75-85	6,1	38,2	19,0	0,09	112,0	93390
A4	85-110	6,9	43,0	20,9	0,05	142,0	98220
A5	110-150	5,7	39,4	22,1	0,08	159,0	90190
<b>Chaussée</b>							
C1	65	2,4	66,2	41,5	0,51	385,0	76840
C2	67-75	4,3	73,3	30,7	0,96	349,0	73680
C3	75-90	5,2	75,2	33,2	1,03	337,0	76570
C4	90-110	3,1	44,7	18,7	0,35	211,0	99110
C5	110-150	7,1	34,3	23,1	0,09	141,0	123420

## CONCLUSION

Le suivi de la qualité des eaux effectué pendant deux années sur le site expérimental de Rezé montre que les eaux qui ont traversé la structure-réservoir sont peu chargées, et transportent une quantité de pollution moins importante que les eaux provenant d'un bassin versant classique. Par ailleurs, les prélèvements de matériaux effectués dans la structure réservoir montrent que les métaux lourds, Pb, Cu, Cd et Zn s'accumulent à la surface des enrobés drainants et au niveau du géotextile placé sur le sol naturel. Sous la chaussée, on a pu mettre en évidence une légère augmentation des teneurs en métaux dans le sol en place sous la structure réservoir jusqu'à 25 cm de profondeur. Néanmoins, ces teneurs sont inférieures aux teneurs des sols pollués et la présence d'une canalisation métallique enterrée a pu également constituer une source de contamination, en Cd et Zn notamment.

## BIBLIOGRAPHIE

- BALADES J.D., BOURGOGNE P., MADIEC H. — Evaluation des flux de pollution transitant dans un type de solution compensatoire. Conférence Novatech, Lyon, novembre 1992, pp. 66-75.
- HOGLAND W, NIEMCZYNOWICS J., WAHLMEN T. — The unit superstructure during the construction period. The Science of the Total Environment, 1987, vol. 59, pp. 411-424.
- LEGRET M., DEMARE D., BALADES J.D., MADIEC H. — Etude de la pollution par les métaux lourds sur un site d'infiltration des eaux pluviales. Conférence Novatech, Lyon, novembre 1992, pp. 33-42.

Norme AFNOR U44041 — Boues des ouvrages des eaux usées urbaines : dénominations et spécifications. Edition AFNOR, Paris, 1985.

RAIMBAULT G — Structures réservoirs et topographie des aménagements urbains. Conférence Novatech, Lyon, novembre 1992, pp. 400-409.

RAIMBAULT G., METOIS M. — Le site expérimental de structure réservoir de Rezé. Conférence Novatech, Lyon, novembre 1992, pp. 213-222.

## DEPOTAGE DES BALAYEUSES-ARROSEUSES AU SYNDICAT D'AGGLOMERATION NOUVELLE DU VAL-MAUBUEE (77)

M. RIPOCHE \*, J. RIBAudeau \*\*

\* Agence de l'Eau Seine-Normandie

\*\* Responsable « Assainissement » au S.A.N. du Val-Maubuée

Limiter la pollution rejetée par temps de pluie passe par de multiples actions. Le balayage mécanisé des chaussées en est une. Encore faut-il que le dépotage soit organisé.

L'objet du balayage est principalement de lutter contre la pollution visuelle des voiries. La fréquence de balayage est donc un compromis entre cet objectif et le coût du balayage.

Pour avoir un impact significatif sur la pollution rejetée en temps de pluie par ruissellement sur les chaussées, une fré-