Le rôle de la conception et de la gestion de la voirie dans la réduction des rejets urbains de temps de pluie

par Jean-Daniel Balades, Pierre Berga

Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement du Sud-Ouest (C.E.T.E.)

Groupeement Aquitain pour la Recherche et l'Innovation en Hydrologie (GARIH)*

I ■ INTRODUCTION

Les divers usages de la voirie urbaine produisent une accumulation de sédiments qui, lorsqu'ils sont, malgré le nettoyage des voiries, réentraînés par le ruissellement de temps de pluie, contribuent à une pollution non négligeable du milieu récepteur. Des chiffres, quelquefois contradictoires, ont été publiés et on peut retenir les ordres de grandeur suivants :

MES : 500 à 1 000 kg/ha/an

DCO : 600 kg/ha/an

Pb : 1 kg/ha/an

HC : 15 kg/ha/an

Cette source de pollution étant de nature à affecter les usages de l'eau, il est impératif de la limiter. C'est une préoccupation majeure du GARIH et du réseau technique de l'Équipement sous l'impulsion du LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées). Le CETE du Sud-Ouest, en partenariat avec la CUB (Communauté Urbaine de Bordeaux) s'est donc particulièrement intéressé à deux voies possibles de progrès. Elles sont caractérisées par le besoin d'intervenir sur la pollution le plus en amont possible, au plus près de sa source :

(*) Le GARIH est un Groupeement d'Intérêt Scientifique qui comprend sept organismes : l'Agence de l'Eau, le CEMAGREF, le CETE, la CUB, l'IEEB, la Lyonnaise des Eaux et l'Université de Bordeaux I.

The role of the conception and management of the road network in the reduction of urban pollutants by rainy weather

The streaming on the urban road network is one of the principal water pollution causes. The deposit and the streaming processes during the rainy episodes must be better known if we want to intervene efficiently against this pollution.

The experimental site on road Roustaing in Talence corresponds to a very urbanized reservoir slope of 4 ha whose urban network supports heavy traffic. The equipment installed there permits a continuous measurement of the rain and the evolution of the pollution streaming on the pavement. At the same time, the deposit accumulation on the road is measured in order to know its variability in accordance with the time interval between two cleanings.

Another approach consists of reducing the streaming. The draining trench is one of the techniques employed for this. Its efficiency is tested on a road in an activity zone which comprises heavy traffic. The quantitative and qualitative aspects are the following : continuous measurement of the rain and its flow, measurement of the water pollution at the end of the trench, migration possibility of the pollution to the ground.

An intervention at the source by an optimisation of the road cleaning (frequency and machine type) or by a better management of the flow will permit a considerable limitation of the impact of urban pollutants by rainy weather.

— le revêtement de chaussée et son entretien : il est possible d'agir pour améliorer l'organisation du nettoyage et les matériels utilisés, mais aussi pour faciliter le captage à la source même de la pollution avec une conception adaptée de la voirie (choix de la structure et du revêtement de chaussée, choix de la morphologie et notamment de la configuration trottoir/caniveau/chaussée) ;

— les dispositifs de rétention de la pollution au plus près du ruissellement : tranchées, puits, fossés et dispositifs de rétention et de traitement.

Pour mener l'action du GARIH dans ces deux voies, le CETE du Sud-Ouest a installé des équipements de mesures et entamé une campagne d'expérimentation sur deux bassins versants urbains de la Communauté Urbaine de Bordeaux. Il s'agit des sites de :

— la rue Roustaing, à Talence, pour étudier le rôle de l'entretien des voiries,

— l'avenue Gustave Eiffel, à Pessac, pour caractériser les performances hydrauliques et épuratoires d'une tranchée et pour y observer les transferts éventuels de pollution.

II ■ LE RÔLE DE LA GESTION ET DE L'ENTRETIEN (RUE ROUSTAING À TALENCE)

● 2.1 Données du site

Le bassin versant retenu est situé en tête du réseau d'eaux pluviales, de type séparatif. Ses caractéristiques essentielles sont les suivantes :

— aire du bassin versant : 31 660 m²

— surface des chaussées : 2 400 m²

— pente moyenne : 0,01 m/m

— trafic : 5 000 véh./j

— coefficient de ruissellement : $C = 0,70$

— débit de pointe attendu sur l'épisode de retour 5 ans : 0,5 m³/s.

● 2.2 Equipement de mesures

Le regard à l'exutoire du bassin versant, sur le collecteur de 600 mm, a été équipé en poste de mesure des débits et de

prélèvements pour analyses qualitatives. Dans ce regard et à proximité ont été installés :

— un déversoir triangulaire,

— deux sondes à ultrasons : une aérienne et une immergée,

— un préleveur automatique programmable d'échantillons,

— un pluviomètre à augets basculeurs,

— un boîtier électrique de gestion et d'acquisition de données.

● 2.3 Mode d'accumulation des sédiments

Sur la chaussée préalablement nettoyée avec la balayeuse aspiratrice habituellement utilisée ont été pratiqués des « nettoyages à blanc » sur des échantillons de surface du caniveau, du bord de chaussée et de l'axe. L'opération a été répétée une, deux et trois semaines plus tard sur des échantillons distincts, sans autre nettoyage, pour quantifier hebdomadairement l'évolution des dépôts. Les sédiments prélevés ont fait l'objet d'analyses granulométriques au laser sur la fraction 0/2 mm et d'analyses physico-chimiques.

Malgré deux épisodes pluvieux qui ont pu perturber la série de mesures initiale, les premières constatations sont les suivantes :

— accumulation des sédiments : décrite dans le *tableau 1*,

— granulométrie des prélèvements : décrite dans le *tableau 2*.

Cette première série de mesures semble montrer que l'enrichissement se fait par la partie fine (< 20 µm) de la granulométrie, en particulier sur le bord de la chaussée.

— analyses sur prélèvements : décrite dans le *tableau 3*.

Tableau 1. — Accumulation des sédiments.

	masse prélevée après nettoyage classique (g/m ²)	accumulation en 1 semaine (g/m ²)
caniveau	57	172
bord de chaussée	82	170
axe	20	82

Tableau 2. — Granulométrie des prélèvements.

PRÉLÈVEMENTS		Numéro d'échantillon	PASSANT (%) AU TAMIS DE :						
Situation	Age		5 µm	10 µm	20 µm	50 µm	100 µm	500 µm	1 000 µm
Caniveau	Etat zéro	1	6,8	14,1	27,7	57,5	77,5	94,3	98,1
	+ 1 semaine	5	5,9	11,5	20,9	40	56,8	86,3	96,1
	+ 2 semaines	7	5,5	10,9	18,5	32,6	46,5	78,5	94,7
	+ 3 semaines	10	7,9	17,7	33,7	59,2	77,8	94,1	98,9
Bord chaussée	Etat zéro	2	6	12,3	24,7	52,4	70,5	91	97
	+ 1 semaine	6	6,3	13	26,8	54,7	72,9	93,6	98
	+ 2 semaines	9	8,4	17,9	33,1	57,3	74,3	93,7	99,4
	+ 3 semaines	13	9,2	19,8	36,5	62,7	82,3	99,2	99,8
Axe chaussée	Etat zéro	3	6,5	14,1	30,9	66,4	86,6	95,4	97,2
	+ 1 semaine	4	6,5	13,6	28,3	58	73,7	88,2	96,5
	+ 2 semaines	8	4,6	9,8	20,3	44,3	62,1	82,3	95
	+ 3 semaines	11	9,6	22,4	43,6	69,6	80,3	84,8	92,9

Tableau 3. — Analyses sur prélèvements.

PRÉLÈVEMENTS			POLLUTION DES SÉDIMENTS PRÉLEVÉS									
Date	Situation	N° éch.	M.V. %	Pb mg/kg	Cu mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg	Fe mg/kg	Al mg/kg	Mn mg/kg
17/06/96 (état zéro)	caniveau	1	16,8	1 007	283	10,5	70	39	4 998	29	35,2	493
	bord chaussée	2	15,9	955	218	3,5	60	37	2 936	30,9	37,4	500
	axe chaussée	3	18,5	1 209	303	9,6	82	59	7 821	43,4	42,7	629
24/06/96 (+ 1 semaine)	caniveau	4	6,9	406	129	2,5	38	28	1 837	21,4	22,8	327
	bord chaussée	5	10,3	542	148	2,4	52	52	1 748	29,2	32,6	481
	axe chaussée	6	15,4	672	179	2,2	70	54	2 809	31,8	37,4	508
01/07/96 (+ 2 semaines)	caniveau	7	21,4	539	185	4,4	48	26	1 853	18,3	23,4	246
	bord chaussée	8	17,2	637	196	3,5	53	29	5 619	26,9	32,2	419
	axe chaussée	9	14,6	574	184	2,5	61	37	1 884	30,1	31,7	420
08/07/96 (+ 3 semaines)	caniveau	10	16,7	797	215	6,6	67	35	3 441	31,2	36	507
	bord chaussée	13	17,1	802	479	10,6	106	67	4 422	30	31,9	459
	axe chaussée	11	16,6	1 213	368	4,2	116	71	5 190	53,3	45	687

Une pluie avant le prélèvement à + 1 semaine et une autre avant celui à + 2 semaines ont perturbé ces résultats.

On peut toutefois avancer que le balayage classique laisse les particules fines, agglomérées, les plus polluées. Mais ce même balayage reste le minimum nécessaire puisqu'il récupère en masse jusqu'à 80 % environ des sédiments : au point d'avancement actuel de la recherche on ne peut conclure sur le niveau de mobilisation des 20 % restants par le ruissellement.

● 2.4 Suivi à l'exutoire

La figure 1 illustre la corrélation pluie/débit sur un événement pluvieux et montre que, après un premier pic de pollu-

tion (vérifié sur tous les prélèvements effectués), l'entraînement par le ruissellement peut dépendre, entre autres facteurs explicatifs, de l'intensité de la pluie.

● 2.5 Poursuite de l'expérimentation

L'objectif est de :

- mieux cerner le pouvoir de délavage de la pluie, et l'influence de son intensité,
- caractériser physiquement le revêtement de chaussée et essayer de lui associer une loi de stockage-destockage des sédiments.

Le rôle de l'entretien serait alors d'agir sur cette loi pour diminuer la pollution dans le ruissellement.

1. Pluie du 04 au 05/11/1996.

III ■ IMPACT D'UNE TRANCHEE DRAINANTE (AVENUE GUSTAVE EIFFEL À PESSAC)

● 3.1 Données du site

Le bassin versant a une superficie de 7 540 m² et correspond à une voirie de zone d'activité, à trafic dense et lourd. Il est situé en tête de réseau séparatif, strictement pluvial, dépourvu d'espaces verts. Il est constitué de :

- une demi-chaussée : 1 810 m²
- un parking bétonné : 1 270 m²
- la tranchée : 780 m²
- un trottoir non revêtu : 980 m²
- une entreprise : 2 700 m²

Caractéristiques :

- coefficient de ruissellement : 0,85
- capacité de la tranchée : 0,9 m³/ml
- débit de fuite par drain de 250 mm
- réalisation 1990, absence d'entretien.

2. Coupe transversale de l'avenue Gustave Eiffel.

● 3.2 Equipement de mesures

A l'exutoire du drain ont été installés les mêmes équipements que pour la rue Roustaing (cf. 2.2). Des piézomètres ont été en outre mis en place pour mesurer les variations de hauteur d'eau dans la tranchée et dans la nappe à proximité.

● 3.3 Prélèvements d'échantillons de sol

L'objectif de ces prélèvements est de localiser la pollution, de déterminer le devenir des éléments polluants, et notamment leur éventuelle migration vers le sol environnant et la nappe, dans le but de savoir s'il est nécessaire de prévoir des protections ou étanchéités supplémentaires. Une des premières séries de prélèvements a été effectuée en un point situé côté aval de la tranchée (point 2).

Echantillon n° 5 : dépôt accumulé sur le géotextile, sous les galets 60/80, côté trottoir,

Echantillon n° 6 : idem, côté parking,

Echantillon n° 7 : obtenu par lavage des cailloux 4/20 prélevés sur la hauteur de remplissage de la tranchée,

Echantillon n° 8 : sol en place, au-dessous de la tranchée.

La granulométrie des prélèvements est décrite dans le tableau 4.

Les analyses sur prélèvements sont décrites dans le tableau 5.

Les conclusions sont les suivantes :

— la pollution particulaire est piégée à l'entrée du ruissellement dans la tranchée par le géotextile (ex : 459 et 420 mg/kg de Pb) qui joue un rôle de filtre. La pollution non piégée peut se fixer par adsorption sur le granulat drainant (ex : 80 mg/kg de Pb),

— le sol en place est à un niveau de pollution correspondant au bruit de fond (ex : 35 mg/kg de Pb), ce qui semblerait montrer que même les éléments les plus fins sont piégés avant infiltration.

Tableau 4. — Granulométrie des prélèvements.

Situation des prélèvements	Numéro d'échantillon	Passant (%) au tamis de :						
		5 µm	10 µm	20 µm	50 µm	100 µm	500 µm	1 000 µm
AVAL (point 2)	5	3	6	11	22	34	73	92
	6	4	7	13	25	38	74	95
	7	11	19	30	48	60	81	93
	8	13	20	27	34	37	58	85

Tableau 5. — Analyses sur prélèvements.

Situation	N° éch.	M.V. %	Pb mg/kg	Cu mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg	Fe mg/kg	Al mg/kg	Mn mg/kg
AVAL (Point 2)	5	8,7	459	76	1,28	39	16	298	14	23	189
	6	5	420	63	0,78	37	17	232	12	17	178
	7	2,6	80	20	0,34	36	23	93	16	47	220
	8	2,6	35	5	0,03	26	9	18	4	47	21

3. Pluie du 10/11 novembre 1996.

3.4 Suivi à l'exutoire

3.4.1 Comportement hydraulique

La figure 3 illustre le rôle de stockage de la tranchée, qui diffère les débits ruisselés bien après la pluie. La position haute du drain diminue la capacité de stockage de la tranchée après une période de sollicitation, mais elle favorise sa fonction épuratoire en permettant l'infiltration après retour au temps sec, ou lors de faibles pluies après une période de temps sec. La figure 3 montre à ce sujet qu'il faut plus de 1 h 30 pour solliciter le déversoir (débit non nul) après le début de la pluie.

3.4.2. Analyses sur prélèvements (tabl. 6)

Ces résultats montrent l'absence de pollution à l'exutoire, en sortie de drain, confirmant le rôle de filtre du géotextile et traduisant également l'absence de relargage de pollution par le drain : celui-ci ne véhicule donc pas la pollution susceptible de transiter dans les granulats drainants au cours des événements pluvieux.

Tableau 6. — Analyses sur prélèvements.

PLUIE N°	mg/l			
	DCO	MES	Pb	Cd
1	33	8	0,003	0,0008
	28	6	0,005	0,0005
	31	11	0,009	0,0005
2	22	7	0,004	0,0041
	21	9	0,005	0,0008
	23	15	0,011	0,0006
	23	13	0,011	0,0005

3.5 Poursuite de l'expérimentation

D'autres prélèvements de sols seront effectués pour s'assurer du devenir des éléments polluants. Il s'agira également de mieux caractériser le fonctionnement hydraulique de la tranchée et de dresser des bilans débits-pollution à l'exutoire, de sorte que cette technique, largement répandue et testée sur la Communauté Urbaine de Bordeaux, pourra être plus finement conçue, dimensionnée et gérée.

IV ■ CONCLUSION

Un des objectifs majeurs du GARIH est la réduction de l'impact du ruissellement urbain. Il répond à ce titre aux préoccupations affichées ces dernières années et il se situe dans la logique des programmes de recherche menés par les organismes centraux comme le LCPC. Le principe de maîtriser la pollution à la source, c'est-à-dire sur la chaussée ou dans son environnement immédiat, se révèle tout à fait pertinent en terme d'efficacité épuratoire : les premiers résultats des études engagées sont encourageants, voire probants, et justifient la démarche entreprise.