

# Origine, caractérisation et gestion des boues de l'assainissement pluvial routier et urbain

## Point sur les connaissances actuelles et perspectives

**Véronique RUBAN**

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

**Pierre CONIL**

Bureau de recherches géologiques et minières

**Blandine CLOZEL**

Bureau de recherches géologiques et minières

**Cédric DURAND**

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

### RÉSUMÉ

Les boues qui s'accumulent dans les bassins de retenue des eaux pluviales doivent être curées pour maintenir ou restituer les fonctions de ces ouvrages. Ces boues sont fréquemment chargées en polluants (métaux traces, hydrocarbures, pesticides) et, de ce fait, elles ne peuvent pas être mises en dépôt sans précautions et leur élimination s'avère souvent problématique. Les polluants rencontrés dans les bassins de retenue des eaux pluviales ont pour origine les émissions de gaz, fumées et particules liées au trafic routier, l'usure des véhicules et des infrastructures routières. Une quantification précise des volumes présents dans les bassins est difficile à obtenir ; la quantité de boues routières (fossés + bassins) extraite chaque année en France serait d'environ 5 700 000 t (matière sèche).

Cet article vise à faire le point sur le devenir actuel de ces matériaux et le contexte réglementaire qui l'encadre. Un état des connaissances sur les caractéristiques et les volumes de ces boues permet d'envisager les évolutions futures dans le domaine de leur gestion.

DOMAINE : Environnement et génie urbain.

### ABSTRACT

**ORIGIN, CHARACTERIZATION AND MANAGEMENT OF SLUDGE GENERATED FROM ROAD AND URBAN STORM DRAINAGE: STATE OF CURRENT KNOWLEDGE AND OUTLOOK**

*The sludge that accumulates within stormwater retention basins must be scoured in order to maintain or restore the functions of these facilities. Such sludge frequently carries a high pollutant load (trace metals, hydrocarbons, pesticides); as a result, it cannot be disposed without taking certain precautions and elimination often proves to be problematic. The pollutants encountered within stormwater retention basins stem from emissions of gas, smoke and particulate matter related to road traffic as well as from wear of both vehicles and road infrastructure. An accurate quantification of the volumes present in the basins is difficult to derive; the quantity of road-induced sludge (ditches + basins) extracted each year in France would amount to approximately 5,700,000 tons (dry matter).*

*This article is aimed at examining the current outlook for these materials as well as the inherent regulatory framework. The state of knowledge on the characteristics and volumes of this type of sludge serves to anticipate future trends in sludge processing and management.*

*FIELD: Environment and urban engineering*

## INTRODUCTION

Le développement croissant des villes au cours des dernières décennies et l'imperméabilisation qui en résulte ont fait de la maîtrise du ruissellement l'une des priorités de l'urbanisation. En effet, les eaux pluviales véhiculent d'importantes quantités de polluants (métaux lourds, hydrocarbures), sous forme dissoute ou particulaire [1, 2].

Les bassins de retenue des eaux pluviales initialement mis en place pour des raisons purement hydrauliques ont désormais un rôle au niveau de la gestion des effluents issus du ruissellement sur les surfaces routières. Ils représentent, en site urbain, une solution alternative à l'envoi de ces effluents dans l'assainissement traditionnel (réseaux unitaires et stations d'épuration). Ces bassins ont à la fois un rôle sur les débits (écrêtement des pics de débits) et sur la qualité des effluents (sédimentation des matières en suspension, etc.). Les boues qui s'accumulent au fond de ces bassins doivent être éliminées pour maintenir ou restituer les fonctions de ces ouvrages et, dans une perspective de

développement durable, la gestion de ces matériaux doit être considérée dès la conception des ouvrages.

Ces boues sont fréquemment chargées en polluants (métaux lourds, hydrocarbures, pesticides). De ce fait, elles ne peuvent pas être mises en dépôt sans précautions et leur élimination s'avère souvent problématique. Actuellement, différentes filières d'élimination sont mises en œuvre : épandage, incinération, mise en décharge.

L'évolution de la réglementation, tant dans le domaine des déchets que dans celui de l'épandage des boues, va conduire à l'arrêt de certaines de ces filières. Par exemple, ces boues n'ayant pas de valeur agronomique (teneurs faibles en C, N, P), leur épandage sur une terre agricole ne semble plus être possible, au regard du décret 97-113 du 8 décembre 1997 [3] selon lequel l'épandage de boues ne peut être réalisé que s'il présente un intérêt pour les sols. Les autres filières, comme les mises en décharge ou l'incinération, impliquent des coûts significatifs et souvent prohibitifs par tonne de matériau.

Cet article a pour objectif de faire le point sur le devenir actuel de ces matériaux et sur le contexte réglementaire qui l'encadre. Un état des connaissances sur les caractéristiques et les volumes de ces boues permet d'envisager les évolutions futures dans le domaine de leur gestion.

## Origines et caractéristiques des boues

### Origines des boues

Le transport routier est à l'origine de l'émission de gaz, fumées et particules qui ont un impact sur les milieux (air, eau et sol). La pollution peut être saisonnière (salage hivernal, pesticides, etc.), accidentelle (renversement de camion citerne, etc.) ou chronique. Pour ce dernier cas, le plus courant, les apports sont multiples [4, 5]. Ils consistent en des particules issues de l'érosion, de la corrosion des véhicules, et de gaz et de fumées produits par la combustion des essences :

- les particules arrachées à la chaussée par les pneus (bitume, ciment, granulats) génèrent essentiellement des éléments majeurs (Si, Ca, Al, Fe) peu solubles, mais également des produits benzéniques et phénoliques. Les glissières de sécurité sont source de zinc et de cadmium. L'usure des pneumatiques libère des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), ainsi que du zinc, du cadmium et du soufre. Les garnitures de frein génèrent de l'amiante (seulement pour les véhicules anciens, ce produit étant interdit depuis quelques années), du zinc, du cuivre et du cadmium. La corrosion des carrosseries et des moteurs libère les métaux nickel, cuivre et chrome, présents dans les aciers et alliages. Cette corrosion est accentuée par les sels de déneigement. Enfin, l'arrachement de particules de pots catalytiques disperse des éléments comme le platine et le palladium ;
- la combustion des essences produit des gaz et fumées (des particules de très petites tailles sont émises en particulier par les moteurs diesels) qui contiennent différentes formes de carbone (CO, CO<sub>2</sub> et hydrocarbures). Depuis 1989, les émissions en plomb avaient fortement diminué (150 mg · L<sup>-1</sup> au lieu de 400 mg · L<sup>-1</sup> avant 1989), mais n'ont disparu complètement que depuis janvier 2000. Ce plomb était libéré dans l'air sous des formes alkylées et halogénées, très solubles. La figure 1 résume ces différentes origines.

Les eaux de ruissellement engendrées par la pluie jouent le rôle de vecteur de ces différents polluants que ces derniers soient encore présents sous la forme issue de leur génération (forme primaire) ou qu'ils aient été remobilisés, dissous et éventuellement piégés sous d'autres formes.

En plus de ces apports liés au trafic routier, ces bassins de rétention recueillent les particules de sol des bassins versants et concentrent également les apports atmosphériques des activités industrielles avoisinantes qui s'accumulent sur les surfaces imperméabilisées. Il en résulte des sédiments aux caractéristiques très variées, en terme de siccité (pourcentage de matière sèche), distribution granulométrique, composition minéralogique, teneurs en matière organique et en polluants. Un exemple de bassin est donné sur la figure 2.

### Caractéristiques

D'après la littérature, les teneurs en matières organiques sont comprises entre moins d'un pour-cent et plusieurs dizaines de pour-cent ; certains sédiments sont riches en quartz, d'autres en calcaire...

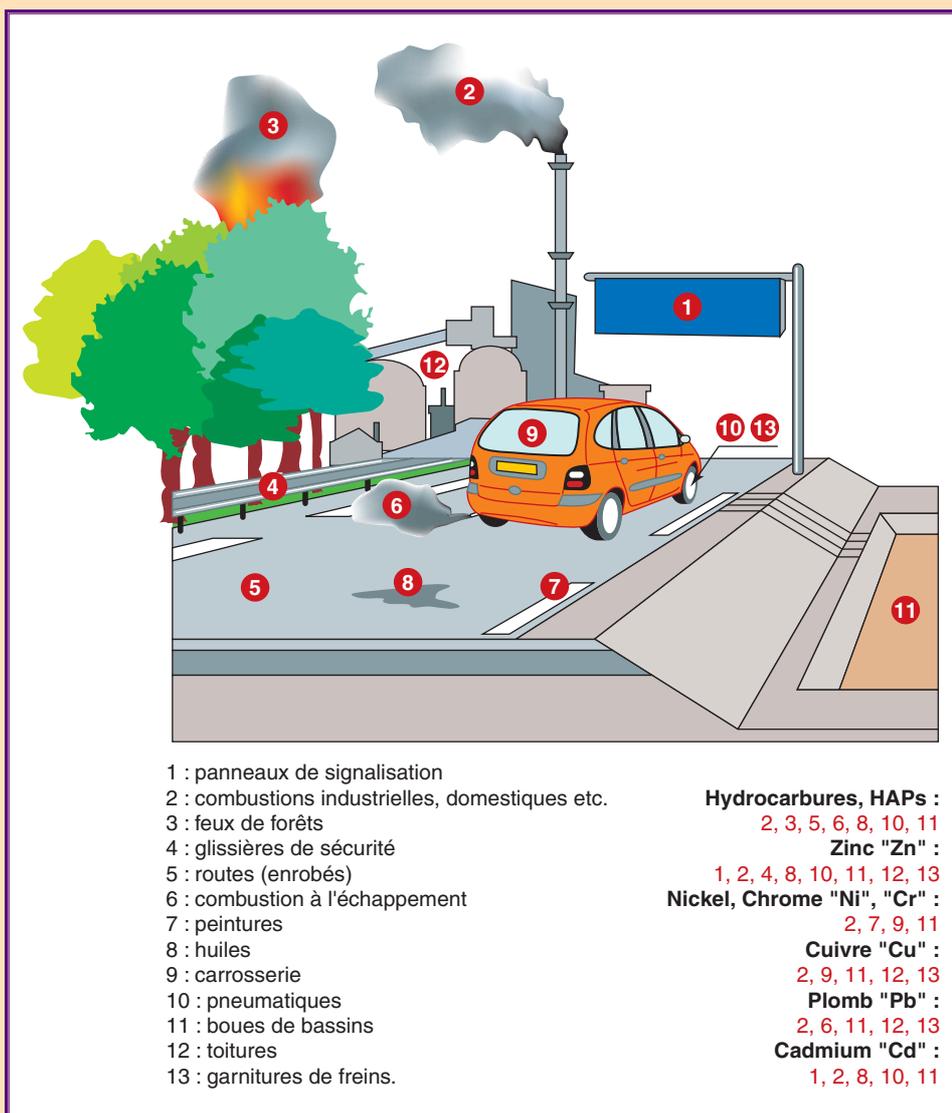


Fig. 1 - Origine des principaux polluants rencontrés en domaine routier et urbain.

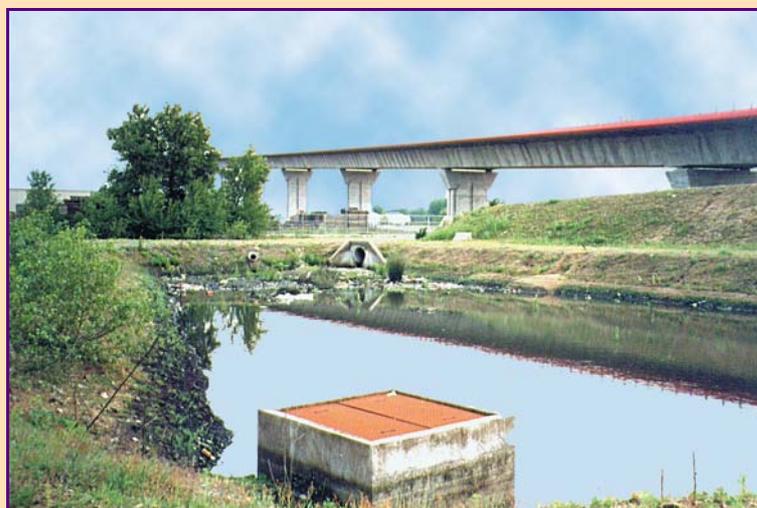


Fig. 2 - Bassin de Cheviré (Nantes).

Il convient de noter que les boues peuvent contenir des produits phyto-sanitaires (apport du bassin versant), mais ces derniers n'ont jusqu'à présent pas fait l'objet d'analyse.

Au sein d'un même bassin, la teneur et la répartition en polluants des sédiments sont souvent différentes. La littérature [4, 6-8] donne des résultats convergents, que les bassins soient en eau ou périodiquement asséchés et met en évidence une certaine hétérogénéité des dépôts. Ainsi, pour un bassin de décantation de la région nantaise [8], les sédiments les plus fins (près de 80 % des particules ont un diamètre inférieur à 125 µm) et les plus riches en matière organique (14 % de matières organiques) se situent à l'opposé (en aval) du point d'arrivée des eaux pluviales ; ces matériaux sont également les plus pollués. Les sédiments situés à l'amont sont de taille plus grossière (47-60 % < 125 µm), moins riches en matière organique (6 %), avec des teneurs en métaux lourds moins élevées (tableau I). Les teneurs en métaux dans la fraction < 125 µm sont plus homogènes que dans la fraction plus grossière, à l'échelle du bassin.

Des analyses ont été effectuées sur les sédiments de quelques bassins, les résultats sont comparés à ceux de la littérature ainsi qu'aux normes hollandaise relatives aux sols pollués [9] ; le tableau II présente ces données.

**TABLEAU I**

**Teneurs en métaux lourds dans différentes fractions des sédiments d'un bassin autoroutier [8].  
Comparaison avec les valeurs de la norme hollandaise pour les sols pollués [9]**

	MV (%)	Al (g · kg <sup>-1</sup> )	Cd (mg · kg <sup>-1</sup> )	Cr (mg · kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg · kg <sup>-1</sup> )	Ni (mg · kg <sup>-1</sup> )	Pb (mg · kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg · kg <sup>-1</sup> )
Amont < 2 mm	6,1	53,3	1,17	44	90	20	300	683
Amont < 125 µm	10,7	67,4	2,02	96	168	37	708	1 520
Milieu < 2 mm	6,0	49,7	1,48	39	84	24	292	833
Milieu < 125 µm	13,5	38,6	4,06	110	215	38	829	2 030
Aval < 2 mm	14,0	69,1	3,73	80	208	30	819	1 980
Aval < 125 µm	14,6	39,6	2,41	104	209	43	881	2 120
Sol témoin 2 mm	7,8	44,5	0,06	15	4	11	24	41
Sol témoin 125 µm	8,8	38,1	0,48	100	38	66	127	248
Norme hollandaise valeur cible			0,8	100	36	35	85	140
Norme hollandaise valeur d'interven- tion			12	380	190	210	530	720

**TABLEAU II**

**Concentrations en métaux traces dans les sédiments de différents bassins routiers et urbains.  
Comparaison avec la littérature**

Réf.	Cd (mg.kg <sup>-1</sup> )	Ni (mg.kg <sup>-1</sup> )	Cr (mg.kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	Pb (mg.kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )
Wissous	4,5	499	348	324	323	1575
Ronchin	7,8	59	88	254	633	1417
Chevire	1,8	38	88	271	419	1847
Saint-Joseph	2,6	52	84	111	190	890
Montsouris	0,34	12	19	23	50	142
Norme hollandaise	0,8-12	35-210	100-380	36-190	85-530	140-720
Nightingale, 1987	/	22-40	/	24-39	130-1400	/
Yousef et al., 1990	2-28	7-29	19-68	4-73	30-1025	22-538
Legret et al., 1995	1-4	20-30	39-80	84-208	300-819	683-1980
Lee et al., 1997	4	/	/	/	55	130

D'une manière générale, et à l'exception des sédiments du bassin de Montsouris en région bordelaise, les teneurs rencontrées dans ces sédiments sont élevées et souvent supérieures aux normes d'intervention hollandaises pour les sols pollués. Les concentrations en cadmium ( $2 \text{ à } 8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) sont proches des données de la littérature. Les teneurs en cuivre (jusqu'à  $324 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) sont plus élevées que celles de la littérature ; à l'inverse, les concentrations en plomb ( $50 \text{ à } 633 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) sont inférieures aux données antérieures (mais comparables à celles de Legret et al. [8]) par suite d'une utilisation généralisée de l'essence sans plomb depuis quelques années. Les concentrations en zinc ( $800 \text{ à } 1\,847 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) dépassent la valeur d'intervention de la norme hollandaise et sont comparables aux valeurs citées par Legret et al. [8]. Ces fortes teneurs s'expliquent par la nature des infrastructures routières (panneaux de signalisation, glissières de sécurité) et, en milieu urbain (bassin de Saint-Joseph notamment), par la présence de toitures et de gouttières en zinc. Les teneurs en chrome et en nickel sont faibles, inférieures aux valeurs de référence hollandaises, sauf pour les sédiments de Wissous ( $499 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  pour Ni,  $348 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  pour Cr). Dans ce dernier cas, les concentrations très élevées proviendraient, non pas des activités routières, mais d'une industrie de traitement de surface située non loin du bassin. Il convient ici de rappeler que certains polluants retrouvés au voisinage des routes sont dus à des activités industrielles proches ou lointaines. Les concentrations faibles mesurées dans les sédiments du bassin de Montsouris, dans un contexte urbain pavillonnaire, s'expliquent par la nature sableuse des sédiments, beaucoup plus grossiers que dans les autres bassins : la taille moyenne des particules est de  $436 \mu\text{m}$ , alors qu'elle varie de  $15 \text{ à } 30 \mu\text{m}$  pour les sédiments des autres bassins.

Par ailleurs, la longueur et le type de fossés (en ciment, enherbé, etc.) qui mènent au bassin contrôleront les caractéristiques des sédiments et leur volume. Les faibles concentrations mesurées dans certains bassins suggèrent que seule une petite partie de la pollution d'origine routière est transportée par ruissellement jusqu'aux bassins de décantation. Lee et al. [10] estiment que ce pourcentage n'excède parfois pas plus de  $5 \text{ à } 10 \%$ , ce qui met en exergue la mauvaise conception des structures d'alimentation de ces bassins. La conception du bassin aura également un rôle très significatif sur les caractéristiques des sédiments piégés : les particules sont généralement plus fines dans les bassins d'infiltration que dans les bassins de décantation [4].

Il apparaît donc que le contexte environnemental, mais également la nature du bassin et notamment la présence de fossés enherbés, sont des facteurs déterminants qui conditionnent largement le degré de contamination des sédiments dans les bassins. La collecte de la pollution s'avère meilleure si une longueur suffisante de caniveaux bétonnés est prévue. Mais se pose alors le problème de la gestion des sédiments pollués déposés dans les bassins (la présence de fossés enherbés constitue un report du problème de gestion de la pollution vers le moment du curage des fossés).

Au-delà des teneurs, certains auteurs ont cherché à déterminer le potentiel de remobilisation des métaux dans ces sédiments au moyen d'extractions chimiques séquentielles. Quels que soient les protocoles d'extraction utilisés (schéma du BCR [11] ou protocole de Tessier et al. [12]), il apparaît que les métaux présents dans les sédiments de bassins peuvent être remobilisés par une variation de pH ou de potentiel redox assez ténue [8]. De même, ces méthodes révèlent que des éléments comme le cadmium sont principalement sous forme échangeable, c'est-à-dire remobilisable en présence d'un électrolyte comme le sel ou lors d'une pluie légèrement acide [10]. Ce pourcentage d'éléments échangeables distingue les boues routières de la plupart des sols et des boues de curage de canaux, moins riches en éléments échangeables. Cette disponibilité des polluants se traduit logiquement en terme de biodisponibilité ; Gigeux [13] montre que les teneurs en métaux de végétaux ayant poussé sur un mélange boues-terreau sont supérieures à celles des végétaux développés sur terreau uniquement, ce dernier présentant pourtant des teneurs en métaux plus importantes. Le piégeage des métaux dans les sédiments routiers et autoroutiers est, pour partie, un phénomène réversible. Lors du curage des bassins, et en raison des modifications des conditions d'oxydoréduction qu'il entraîne, des risques de remobilisation des métaux existent. Il conviendra d'en tenir compte au moment de la mise en dépôt qui ne devrait pas être effectuée sans précautions afin d'éviter toute éventualité de pollution du milieu.

Parmi les métaux et les métalloïdes, les émissions de platine et de palladium dans l'environnement constituent une nouvelle source de pollution anthropique [14-16] et relèvent d'une problématique récente liée à l'utilisation des pots catalytiques. Ces éléments sont principalement émis sous forme de particules métalliques ou d'oxydes, de la taille du nanomètre. Les poussières transportées lors des événements pluvieux se retrouvent dans les sédiments des rivières urbaines où elles peuvent poser un problème pour la qualité de l'eau [17-20], pour partie en raison d'une forte fraction échangeable ( $15 \%$ ) qui peut être relarguée lors d'événements pluvieux [18]. Des essais réalisés sur des

crustacés isopodes indiquent que le platine concentré dans la fraction fine des sédiments routiers et urbains est toxique pour la vie aquatique et qu'il peut affecter l'homme par le biais de la chaîne alimentaire [18, 21]. Les données relatives au palladium et au rhodium, métaux nobles de plus en plus utilisés dans les pots catalytiques, sont plus rares mais il semble évident que ces éléments sont susceptibles de se retrouver dans l'environnement [18, 22].

## Volume de boues cures

Une quantification précise des volumes présents dans les bassins demeure difficile à obtenir. Plusieurs explications peuvent en être données ; parmi celles-ci, la diversité des gestionnaires (Directions départementales de l'Équipement, collectivités locales, sociétés d'autoroutes, etc.) ne facilite pas une évaluation globale ; par ailleurs, l'estimation volumique est parfois difficile (bassins en eau, par exemple). Néanmoins, des estimations ont été réalisées et donnent des ordres de grandeur équivalents. Une étude du SÉTRA (Service d'études techniques des routes et autoroutes), datant de 1995 [23], évalue les volumes pour onze départements (régions Normandie-Centre) à 10 000 m<sup>3</sup>/an pour les boues de curage de bassins et 500 000 m<sup>3</sup>/an pour les boues de curage de fossés. Plus récemment, l'enquête ONR 2000 sur les déchets [24] menée auprès des Directions départementales de l'Équipement confirme que les volumes sont loin d'être négligeables (tableau III). Les chiffres fournis ne représentent qu'une partie des départements, mais en faisant une extrapolation grossière à l'ensemble du territoire français (par rapport au nombre de départements), on obtient les volumes annuels suivants : 317 000 m<sup>3</sup> pour le curage des fossés, 3 800 000 m<sup>3</sup> pour les bassins sur routes nationales, 5 225 000 m<sup>3</sup> pour les bassins autoroutiers, soit au total environ 9 300 000 m<sup>3</sup>. Ces chiffres sont bien sûr approximatifs (les volumes varient beaucoup d'un département à l'autre, les données récoltées par les DDE sur les autoroutes ne concernaient que les autoroutes non concédées) et une extrapolation n'est pas aisée ; ils montrent cependant que le problème des boues de l'assainissement routier est bien réel, crucial même dans certains départements.

À partir de ce volume (9 300 000 m<sup>3</sup>), et en prenant pour les boues une densité moyenne de 1,2, une teneur en eau moyenne de 50 % pour les bassins et de 20 % pour les fossés (valeurs obtenues à partir de mesures sur différents bassins secs, en eau et fossés), on peut calculer la quantité de boues (en poids de matière sèche) extraite annuellement :

- pour les bassins  $M_b = V_b \times d \times 0,5 = 9\,025\,000 \times 1,2 \times 0,5 = 5\,415\,000$  t,
- pour les fossés  $M_f = V_f \times d \times 0,8 = 317\,000 \times 1,2 \times 0,8 = 304\,320$  t.

Soit au total environ 5 700 000 t.

À titre de comparaison, la production annuelle française de boues issues des stations d'épuration des eaux résiduaires urbaines (matière sèche) était estimée à 850 000 t en 1999 et sera de 1 300 000 t en 2005 [25].

**TABLEAU III**  
**Volumes de boues extraits en 2000 des bassins et fossés routiers et autoroutiers en France**

	Fossés	Bassins de routes nationales	Bassins autoroutiers
Moyenne par département (m <sup>3</sup> )	3 333	39 745	55 000
Minimum (m <sup>3</sup> )	50 (Vendée)	250 (Alpes-de-Haute-Provence)	100 (Savoie)
Maximum (m <sup>3</sup> )	10 200 (Pas-de-Calais)	200 080 (Pas-de-Calais)	396 423 (Pas-de-Calais)
Nombre de départements*	36	27	15
Volume de boues correspondant (m <sup>3</sup> )	120 000	1 073 112	825 112
Extrapolation à l'ensemble du territoire (m <sup>3</sup> )	317 000	3 775 775	5 225 000

\* Il s'agit du nombre de départements pour lesquels l'information a été fournie [25].

À ces volumes et ces coûts viennent se rajouter ceux des produits issus du nettoyage des réseaux routiers urbains et périurbains. En effet, le nettoyage des chaussées (classiques ou poreuses) génère également des produits qui, compte tenu de l'origine commune des particules, présentent certaines similitudes avec les solides des boues de bassins routiers pluviaux. Ces matériaux posent eux aussi un problème de gestion. À titre d'exemple, environ 18 000 t de produits sont collectées chaque année par la Communauté urbaine de Bordeaux [26] ; un chiffre voisin est donné pour l'agglomération nantaise. Sur l'ensemble du territoire français, un million de tonnes de sédiments issus du balayage de chaussées serait collecté chaque année [27].

En terme de coût, les éléments sont encore plus rares, mais pour des districts de 50 à 60 km en moyenne, l'ASFA (Association des sociétés françaises d'autoroutes) mentionne des coûts de 7 622 €/an pour la gestion des boues issues de bassins de décantation [28], ce qui, rapporté à l'ensemble du réseau autoroutier, constitue un enjeu économique.

## Contexte réglementaire encadrant les pratiques d'élimination

Les boues issues du traitement des eaux pluviales ne font pas l'objet de textes réglementaires spécifiques. Afin de tenter de cerner les textes applicables à ces boues, nous avons effectué une analyse de la réglementation relative à l'eau et aux déchets. Devant la complexité de la réglementation environnementale, et en l'absence de texte spécifique au problème traité, cette analyse ne prétend pas à l'exhaustivité, car des textes relevant de réglementations parallèles peuvent nous avoir échappé.

Le décret n° 2002-540 du 18 avril 2002 [29] est relatif à la classification des déchets. En fonction de l'appréciation de la nature et de la nocivité des déchets, deux modes principaux d'élimination sont possibles : le stockage et l'épandage.

### Le stockage

Une des filières envisageables pour les boues de curage des bassins routiers est le dépôt dans les installations de stockage de déchets. Leur acceptation est alors subordonnée aux respects de critères d'admission des déchets dans ces différentes installations ; ces critères sont définis dans les textes suivants :

- par l'arrêté du 9 septembre 1997 [30] relatif aux décharges existantes et aux nouvelles installations de stockage de déchets et assimilés (CET 2) : article 4 et annexe I. Les boues de curage de bassin routier sont dans ce cas assimilées aux déchets de la catégorie D qui comprend notamment « les boues et matière de curage et de dragage des cours d'eau et des bassins fortement évolutives, lorsqu'elles ne présentent pas un caractère spécial ». Ne peuvent être admis dans cette catégorie les déchets dont la siccité est inférieure à 30 % ;
- par l'arrêté du 18 décembre 1992 [31] relatif au stockage de certains déchets industriels spéciaux ultimes et stabilisés pour les installations nouvelles (CET 1) : articles 3 à 6 et annexe I. Il faut noter que les déchets fermentescibles et non pelletables ne peuvent être acceptés.

Il convient de noter cependant que, depuis juillet 2002, seuls les déchets dits « ultimes », c'est-à-dire ne pouvant pas être valorisés dans des conditions économiques satisfaisantes, sont théoriquement acceptés en décharge.

### L'épandage

L'autre filière utilisable pour éliminer ces boues est l'épandage sur des terrains agricoles ou autres. Pour cela, il faut se référer au texte suivant :

- article 10 de la loi du 3 janvier 1992 [32], article L 214 du Code de l'Environnement, qui prévoit une procédure d'autorisation pour « les ouvrages, travaux et activités réalisés à des fins non domestiques par toute personne physique ou morale, publique ou privée, et entraînant des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitués ou non, une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants ».

Il n'existe cependant pas de texte spécifique pour déterminer les conditions ou les modalités d'épandage de ces boues. En se référant au décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des

boues issues du traitement des eaux usées, et à l'arrêté du 8 janvier 1998 [33], qui précise les prescriptions techniques applicables à l'épandage de ces boues en agriculture, nous disposons de quelques critères d'admissibilité des boues pour l'épandage (article 11 et annexe I) et de conditions d'épandage (articles 2 à 8). Notons que l'épandage des boues ne peut être pratiqué que si celles-ci présentent un intérêt pour les sols ou pour la fertilisation des cultures et des plantations et qu'il est interdit de pratiquer des épandages à titre de simple décharge. De plus, les boues des bassins routiers et autoroutiers, en raison de leurs teneurs relativement faibles en matière organique et autres nutriments (phosphore, nitrate), ont des caractéristiques plus proches de celles des sols que de celles des boues issues du traitement des eaux usées.

En revanche, la circulaire n° 2001-39 du 18 juin 2001 [34] relative à la gestion des déchets du réseau routier national préconise dans son article 1.3 l'épandage de ces boues dans les emprises routières ou dans toute installation à vocation non agricole, en considérant que leur teneur en toxiques est faible.

Enfin, un groupe de travail du ministère de l'Écologie et du Développement Durable cherche à définir les modalités de gestion des boues de curage-dragage des cours d'eau, notamment pour les sédiments toxiques. À terme, certains éléments de ces réflexions pourraient sans doute être adaptés aux boues provenant des bassins routiers.

## Conclusions et perspectives

Les acteurs chargés du curage et de l'élimination des boues de bassins routiers et autoroutiers sont confrontés à une problématique complexe. En effet, sans soutien réglementaire spécifique, ils doivent gérer un volume très important de matériaux, réparti sur l'ensemble du territoire. À cette dispersion géographique s'ajoute une forte hétérogénéité des caractéristiques physico-chimiques de ces matériaux (teneur en polluants, mais aussi en matière organique ou en eau, etc.) qui influe significativement sur leurs possibilités d'élimination. Ponctuellement, les services du ministère de l'Équipement ont pu être amenés à concevoir des installations de traitement de ces boues pour leur valorisation partielle, comme celle mise en place à Bordeaux [26].

À court terme, l'amélioration de la conception des bassins (en vue d'une préservation accrue des eaux superficielles et souterraines) va entraîner une augmentation des volumes à gérer et les pratiques actuelles risquent de ne pas satisfaire les exigences environnementales croissantes ou de les satisfaire au prix d'un coût très élevé pour la collectivité. L'élaboration d'un cadre réglementaire adapté à ces matériaux constituerait la base nécessaire à la mise en place de filières de gestion pérenne, en privilégiant des solutions de valorisation simple (toujours en raison de la dispersion des installations).

Ainsi, de nouveaux travaux doivent encore être menés pour préparer l'élaboration de ce cadre réglementaire ; ils portent en particulier sur la représentativité de l'échantillonnage des bassins (qui conditionne les étapes ultérieures), sur les impacts écotoxicologiques potentiels des boues et les possibilités de traitement pour réduire les volumes ou limiter leur potentiel polluant. De même, compte tenu de l'influence de la matière organique sur le comportement mécanique des matériaux (notamment en vue d'une réutilisation en construction routière ou dans le BTP), il semble nécessaire d'entreprendre des recherches concernant la nature de ces matières organiques et de leurs possibilités d'élimination.

---

**Remerciements.** Cet article a été réalisé dans le cadre de l'opération de recherche « Transferts de polluants dans les eaux de ruissellement et les sols » pilotée par le LCPC, en collaboration avec son réseau technique, le BRGM et le Laboratoire des sciences de l'environnement de l'École nationale des Travaux publics de l'État (LSE-ENTPE). Les auteurs remercient le RGPU pour son soutien financier et Marc Lansiaert (BRGM) pour sa contribution à la rédaction du contexte réglementaire.

---

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- [1] GROMAIRE-MERTZ M.-C., *La pollution des eaux pluviales urbaines en réseau d'assainissement unitaire. Caractéristiques et origines*, Thèse ENPC, 1998, 507 pages.
- [2] CHEBBO G., *Solides de rejets pluviaux urbains, caractérisation et traitabilité*, Thèse ENPC, 1992, 483 pages.

- [3] *Décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées.*
- [4] LEE P.-K., *Contribution à l'étude de la contamination de l'hydrosphère (eau, MES) par les métaux lourds (Pb, Zn, Cd) en domaine autoroutier. Etude d'un site pilote (les Ardillères, A-71) ; comparaisons avec d'autres systèmes d'épuration et études expérimentales.* Thèse de l'université d'Orléans, **1996**, 284 pages.
- [5] PAGOTTO C., REMY N., LEGRET M., LE CLOIREC P., Heavy metal pollution of road dust and roadside soil near a major rural highway, *Environ. Technol.*, **2001**, pp. 307-319.
- [6] YOUSEF Y.A., HVITVED-JACOBSEN T., HARPER H.M., LIN L.Y., Heavy metal accumulation and transport through detention ponds receiving highway runoff, *The Science of the Total Environment*, **93**, **1990**, pp. 433-440.
- [7] YOUSEF Y.A., HVITVED-JACOBSEN T., SLOAT J., LINDEMAN W., Sediment accumulation in detention or retention ponds, *The Science of the Total Environment*, **1994**, pp. 146-147 et 451-456.
- [8] LEGRET M., LE MARC C., DEMARE D., COLANDINI V., Pollution par les métaux lourds dans un bassin de décantation recevant des eaux de ruissellement d'origine routière, *Environ. Technol.*, **16**, **1995**, pp. 1049-1060.
- [9] SPIERENBURG A., DEMANZE C., Pollution de sols : comparaison-application de la liste néerlandaise, *Environnement et Technique*, **146**, **1995**, pp. 79-81.
- [10] LEE P.K., BAILLIF P., TOURAY J.C., Geochemical behaviour and relative mobility of metals (Mn, Cd, Zn and Pb) in recent sediments of retention pond along the A-71 motorway in Sologne, France, *Environmental Geology*, **32**, **2**, **1997**, pp. 142-152.
- [11] QUEVAUVILLER Ph., RAURET G., URE A.M., RUBIO R., LOPEZ F., FIEDLER H.D., GRIEPINK B., Evaluation of a sequential extraction procedure for the determination of extractable trace metal contents in sediments, *Fresenius J. Anal. Chem.*, **349**, **1994**, pp. 808-814.
- [12] TESSIER A., CAMPBELL P.G.C., BISSON M., Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals, *Analytical Chemistry*, **51**, **1979**, pp. 844-851.
- [13] GIGLEUX M., LEGLIZE P., CLAIRE J., *Étude préliminaire physico-chimique et toxicologique des boues de bassin décanteur-deshuileur en vue de leur épandage*, Rapport SETRA-CETE, **2000**, 67 pages.
- [14] ZEREINI F., SKERSTUPP B., ALT F., HELMERS E., URBAN H., Geochemical behaviour of platinum group elements (PGE) in particulate emissions by automobile exhaust catalysts : experimental investigations, *The Science of the Total Environment*, **206**, **1997**, pp. 137-146.
- [15] HELMERS E., Platinum emission rate of automobiles with catalytic converters. Comparison and assessment of results from various approaches, *Environ. Sci. & Pollut. Res.*, **4**, **2**, **1997**, pp. 100-103.
- [16] SCHÄFER J., PUCHELT H., 1998. Platinum-group- Metals (PGM) emitted from automobile catalytic converters and their distribution in roadside soil, *Journal of Geochemical Exploration*, **64**, **1998**, pp. 307-314.
- [17] HODGE V., STALLARD M.O., Platinum and palladium in roadside dust, *Environ. Sci. Technol.*, **20**, **10**, **1986**, pp. 1058-1060.
- [18] WEI C., MORRISON G.M., Platinum analysis and speciation in urban gullypots, *Analytica chimica acta*, **284**, **1994**, pp. 587-592.
- [19] FARAGO M.F., KAVANAGH P., BLANKS R., KELLY J., KAZANTZIS G. et al., Platinum metal concentrations in urban road dust and soil in the United Kingdom, *Fresenius J. Anal. Chem.*, **354**, **1996**, pp. 600-663.
- [20] RAUCH S., MORRISON G., Platinum uptake by the freshwater isopod *Asellus Aquaticus* in urban rivers, *The Science of the total Environment*, **235**, **1999**, pp. 261-268.
- [21] LUSTIG S., ZANG S., MICHALKE B., SCHRAMEL P., Platinum determination in nutrient plants by inductively coupled plasma spectrometry with special respect to the hafnium oxide interference, *Fresenius J. Anal. Chem.*, **357**, **1997**, pp. 1157-1163.
- [22] SCHÄFER J., ECKHARDT J.D., BERNER Z.A., STÜBEN D., Time-dependent increase of traffic-emitted platinum-group-elements (PGE) in different environmental compartments, *Environ. Sci. Technol.*, **33**, **1999**, pp. 3166-3170.
- [23] SETRA, *Produits de curage des fossés et des bassins routiers : quantification, caractérisation et filières d'élimination*, rapport d'étude B9531, juillet **1995**.
- [24] ONR, *Enquête sur les déchets. Bassins et fossés, propreté des aires d'arrêt et des abords de la route, les produits de démolition*, **2001**, 36 pages.

- [25] IFEN, *Communiqué de presse du 15 mars 2001*.
- [26] SERMANSON A., *Définition et optimisation de filières de traitement et de valorisation de sous-produits d'assainissement au sein de la Communauté urbaine de Bordeaux*, projet de recherche A5, GARIH, **1998**, 47 pages.
- [27] KEMPF S., *Les enjeux liés à la gestion et à la valorisation des boues et sédiments de l'assainissement pluvial routier et urbain*, Mémoire de DESS, Université de Bordeaux, **2001**, 75 pages.
- [28] ASFA, *Enjeux liés à la gestion des déchets des sociétés concessionnaires d'autoroutes. Diagnostic et état des lieux*, Étude ASFA n° 97-7-2-32, **1997**.
- [29] *Décret n° 2002-540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets*.
- [30] *Arrêté du 9 septembre 1997 relatif aux décharges existantes et aux nouvelles installations de stockage*.
- [31] *Arrêté du 18 décembre 1992 relatif au stockage de certains déchets industriels spéciaux ultimes et stabilisés pour les installations nouvelles (CET1)*.
- [32] *Loi sur l'eau du 3 janvier 1992*.
- [33] *Arrêté du 8 janvier 1998 en application du décret 97-1133 du 08/12/97 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées*.
- [34] *Circulaire n°2001-39 du 18 juin 2001 relative à la gestion des déchets du réseau routier national*.