

Figure 3. Nombre de bactéries dans des échantillons prélevés au fond du bassin Django Reinhardt

La forte activité biologique de ces matériaux peut conduire à proposer des traitements biologiques de stabilisation ou valorisation. Elle indique aussi que les dépôts en surface de bassin sont en perpétuelle évolution. L'activité biologique dans les sols agit directement sur la dégradation des matières organiques et peut aussi avoir une influence sur la mobilité des métaux. Ces questions sont en cours d'étude actuellement.

■ Cadre d'utilisation et développements futurs

Ce travail devrait fournir à terme des indicateurs permettant d'évaluer le potentiel de migration des flux polluants contenus dans les dépôts accumulés en fond de bassin et d'optimiser la biodégradation des matières organiques et des hydrocarbures. Il pourra aussi aider à rechercher les filières de traitement ou de gestion adaptées aux caractéristiques spécifiques de ces matériaux de curage.

■ Documents publiés

- Bedell, J.-P., M. Neto, C. Delolme, M. Ghidini, T. Winiarski et Y. Perrodin (2003). Study of physico-chemical and microbiological parameters of a soil in restored stormwater infiltration basin in the Lyon area. 5th International Conference on sustainable techniques and strategies in urban water management, NOVATECH 04, Lyon, France. 1469-1476.
- Larmet Hélène (2003) Le rôle du compartiment bactérien dans le transfert des métaux lourds dans un bassin d'infiltration d'eaux pluviales. TFE-DEA « Sciences et Techniques du déchet » .INSA Lyon.
- Delolme C., Bedell J.-P., Winiarski T., Larmet H., Neto M., Muris M., Perrodin Y. (2004) Le compartiment microbien des sols soumis à l'infiltration des eaux pluviales urbaines. Description et rôle dans le transfert des métaux. La houille Blanche, in press.

Caractérisation des fonds de bassin d'infiltration : nouveaux paramètres physico-chimiques et microbiologiques



Résumé:

On caractérise usuellement le niveau de pollution des dépôts qui s'accumulent au fond des bassins d'infiltration par des analyses physico-chimiques qui déterminent les concentrations des substances indésirables qu'ils contiennent. En complément, il est utile de mesurer certaines caractéristiques physiques et biologiques de ces matériaux afin d'évaluer le potentiel de migration des polluants dans le sol.

■ Cadre général et contexte

Les ouvrages d'infiltration des eaux pluviales sont initialement dimensionnés pour stocker puis infiltrer des volumes d'eaux pluviales drainées sur le bassin versant. La présence de matières en suspension et de polluants dans les eaux collectées a pour conséquence le colmatage du fond de ces bassins après un certain nombre d'années de fonctionnement.

■ Objectifs spécifiques de l'étude

Les travaux présentés ici ont donc pour objectifs de mieux décrire cette zone d'interface à partir notamment du compartiment microbien très présent dans les premiers centimètres de ces horizons et de certaines propriétés texturales et chimiques. Les matériaux solides qui s'accumulent au fond des ouvrages d'infiltration sont encore mal caractérisés. Certaines mesures pratiquées initialement sur des échantillons de sols ou des sédiments peuvent être utilisées sur ces matériaux et permettent d'obtenir des éléments d'informations sur leur comportement, leur évolution et même leur réutilisation éventuelle.

Les éléments développés ici portent sur la connaissance des propriétés bio-géochimiques des matériaux accumulés dans les bassins d'infiltration d'eaux pluviales. L'accumulation d'éléments solides de granulométrie fine, très riches en matière organique, en polluants organiques et minéraux permet le développement d'une microflore bactérienne très active et encore actuellement mal connue et caractérisée. Il est très difficile de décrire correctement la microflore d'un sol du fait du grand nombre d'organismes présents (10^7 à 10^9 bactéries/g dans un sol naturel), de la diversité des espèces, et de la difficulté à les isoler et les identifier (1% de la microflore d'un sol peut être cultivé en milieu riche de laboratoire). On suppose qu'il n'existe dans les sols pas moins de 13 000 espèces bactériennes différentes, alors que le « Bergey's manual of Systematic Bacteriology » en dénombre environ 2000 actuellement. Les bactéries dans les sols se développent dans des microhabitats qui dépendent directement du type de sol, de la présence des plantes, de la profondeur, des variations hydriques et de la température du sol. L'analyse de la microflore nécessite alors l'utilisation de diverses mesures à différentes échelles : à l'échelle des molécules, des organismes, des microhabitats, des échantillons de sol et du terrain.

La mesure de certaines propriétés, assez simples à réaliser en laboratoire, sur des échantillons prélevés sur le terrain, peut faciliter la gestion de l'ouvrage d'infiltration et la dépollution des sols en fond de bassin. La problématique d'échantillonnage et de représentativité des échantillons ne sera pas traitée ici.

Les résultats sont issus de différents travaux de recherche effectués sur des échantillons de fond de bassin d'infiltration prélevés sur deux sites de l'Est lyonnais. La zone d'accumulation des matières en suspension a fait l'objet d'une caractérisation physico-chimique et microbiologique.

■ Contacts

Cécile DELOLME
ENTPE, Laboratoire des Sciences de l'Environnement,
Rue Maurice Audin, F-69518 Vaulx-en-Velin
Tel : 04 72 04 70 42 - Fax : 04 72 04 77 43 - E-mail : cecile.delolme@entpe.fr

■ Les avancées de l'OTHU

Caractérisation de la texture des matériaux

La texture permet de distinguer la répartition des grains solides dans les sols en fonction de leur géométrie. Des échantillons de matériaux prélevés sur les 20 premiers centimètres du bassin d'infiltration du Centre Routier de Bron ont fait l'objet d'une caractérisation de la granulométrie et de la stabilité des agrégats. La taille des particules est principalement de 200 à 300 microns et de 10 à 20 microns (Figure 1). Le passage aux ultrasons de l'échantillon permet de constater que les plus grosses particules (200 à 300 microns) sont constituées de particules plus petites (10 à 20 microns) agrégées entre elles. La stabilité de l'agrégation va faciliter le piégeage des polluants associés à ces particules dans le fond du bassin et éviter le transfert vers les horizons inférieurs. Il est donc important de caractériser cette agrégation et sa stabilité et ne pas se contenter uniquement d'une analyse granulométrique des particules élémentaires.

Cette information est aussi très utile pour le choix des modes de valorisation de ces matériaux. En effet, on peut compléter la caractérisation de la granulométrie avec la détermination de la répartition des polluants dans ces classes de particules. Ceci va faciliter le choix de techniques de criblage ou de traitements physiques et/ou biologiques des échantillons pour éliminer les polluants lorsque l'on sépare la fraction polluée des matériaux qui seront recyclés.

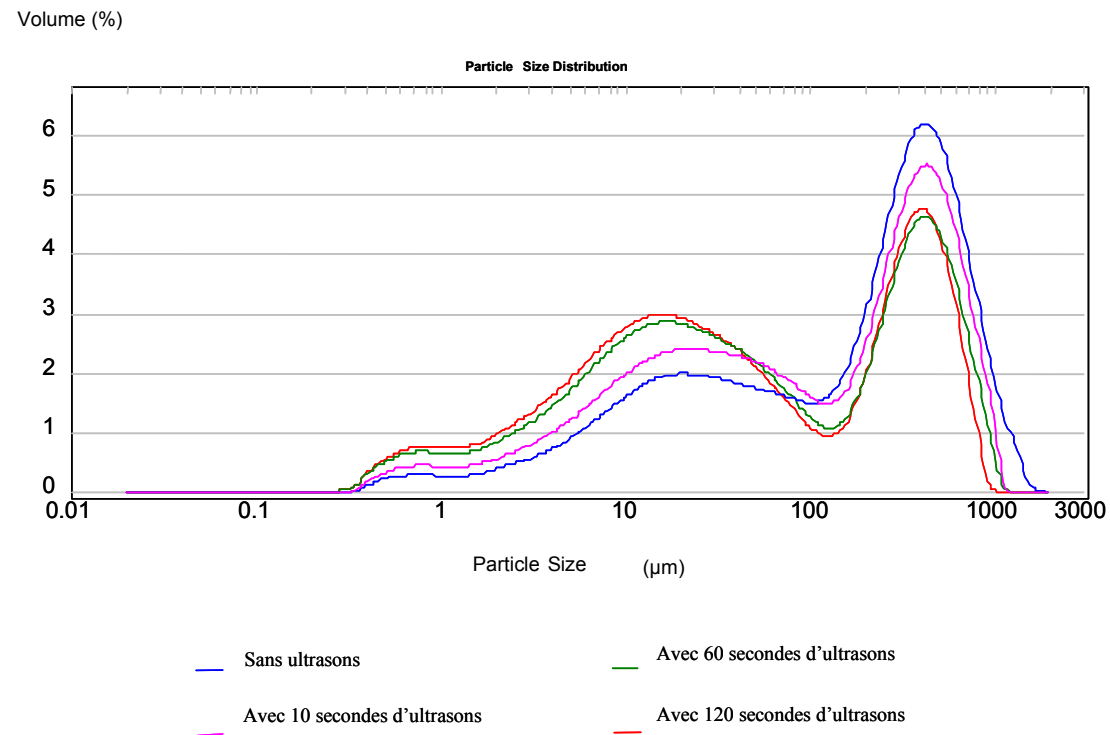
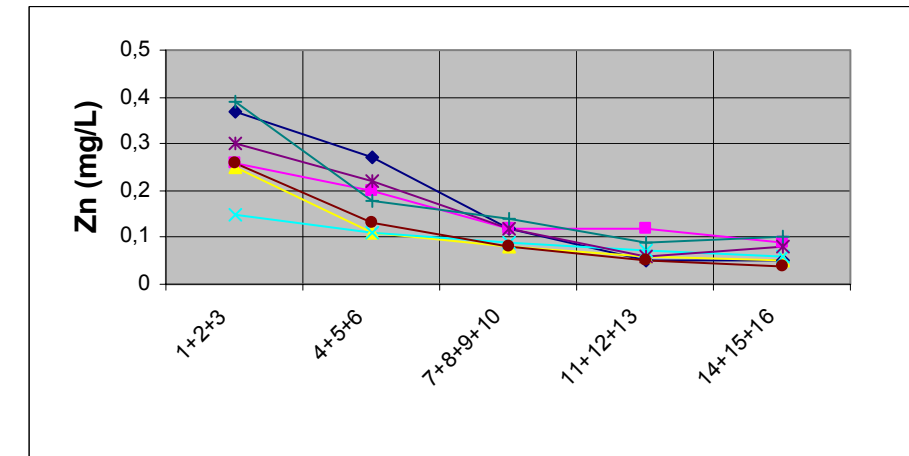


Figure 1. Répartition de la granulométrie (LASER) de l'échantillon brut puis de l'échantillon ayant subi des ultrasons

Evaluation de la mobilité des polluants

La caractérisation de la teneur totale en polluants (organiques ou métaux lourds) dans ces matériaux est insuffisante pour connaître leur mobilité et la réversibilité de la rétention dans la phase solide. Il est important d'évaluer la mobilité de ces polluants grâce à des protocoles qui utilisent des colonnes en laboratoire. Des expériences sont en cours de standardisation de façon à simuler le mouvement de l'eau dans le sol et les capacités de lixiviation des polluants dans des conditions comparables à celles rencontrées dans les fonds de bassin. Cette démarche est déjà très utilisée pour les déchets solides. Des échantillons de la surface du bassin d'infiltration du centre routier ont été mis en colonne de laboratoire. La colonne a un diamètre de 10 cm et la hauteur de l'échantillon est de 10 cm aussi. On l'utilise en conditions non saturées avec simplement une injection du flux liquide descendant, à raison de 2 ml/minute grâce à une pompe péristaltique. Les lixiviats apparaissent en sortie de colonne après environ 1h30. Ils sont recueillis à pas de temps régulier (14 minutes) par un collecteur de fraction et caractérisés chimiquement.



Les numéros en abscisses correspondent à l'ordre chronologique des volumes prélevés toutes les 14 minutes

Figure 2. Lixiviation du zinc dans une colonne de sol de surface de bassin d'infiltration en fonction du temps avec différentes qualités physico-chimiques d'eau de pluie.

La quantité de zinc lixivié dans ces conditions est très faible au regard des teneurs en zinc total dans l'échantillon (1000 mg/kg de matière sèche). Les résultats sont identiques pour les autres métaux analysés (cadmium, cuivre et plomb). Le matériau est donc un bon piège à métaux du fait de la très forte réactivité chimique des constituants.

Caractérisation du compartiment microbien

Une campagne d'échantillonnage du fond d'un bassin d'infiltration ayant fonctionné 30 ans (Django Reinhardt) a été réalisée. Des analyses de la teneur en polluants et en micro-organismes ont été réalisées jusqu'à 4 mètres de profondeur. Malgré la présence de fortes teneurs en hydrocarbures et en métaux lourds (Zn, Pb, Cu, Cd...), les micro-organismes sont très nombreux dans les 50 premiers centimètres du sol (Figure 3) et aussi concentrés que dans des sols naturels. Après la réhabilitation du bassin et après quelques mois de fonctionnement de l'ouvrage, une deuxième phase de prélèvements confirme la forte concentration de micro-organismes dans les premiers centimètres du sol (109 CFU/g sol sec en surface et 106 CFU/g sol sec à 20 cm de profondeur). Certaines souches ont été isolées et identifiées. Les résultats montrent qu'il n'y a pas de dominance des bactéries Gram+ ou Gram- et les genres identifiés sont largement présents dans les eaux ou les sols peu pollués et ne sont pas spécifiques de milieux contaminés. La cinétique de consommation d'oxygène d'un échantillon de surface a été mesurée sur 5 jours sur l'échantillon brut ou sur le même échantillon enrichi de 1% de glucose. La cinétique de respiration basale peut être assimilée à une droite (cinétique de dégradation d'ordre 0) alors que la respiration du sol enrichi en glucose conduit à une consommation de l'oxygène suivant une cinétique de premier ordre (exponentielle) puis le rétablissement d'une cinétique d'ordre 0 lorsque le glucose disponible est épuisé.

La comparaison des coefficients cinétiques obtenus en valeur absolue ou rapportés au nombre de bactéries pour la respiration basale ou avec glucose permet de montrer que la microflore est très active malgré la présence de polluants minéraux (1489 mg/kg de Zinc et 12 mg/kg de Cd). Ceci peut être expliqué par la présence de la matière organique qui est connue pour être un bon « piège » à polluant et permet de diminuer la biodisponibilité des éléments toxiques. Cette forte activité respiratoire peut aussi être expliquée par la présence de fortes concentrations d'hydrocarbures (5000 mg/kg d'hydrocarbures totaux) facilement biodégradables.