



Innovations
& changements de pratiques

Lutte contre les micropolluants des eaux urbaines



LES
AGENCES
DE L'EAU



ROULÉPUR – maîtrise de la contamination des eaux de voirie

Tâche 3 – Livrable 3.6a Rapport de présentation du site expérimental de l'instrumentation des parkings perméables végétalisés

Rapport intermédiaire

David RAMIER (Cerema)

Avril 2017

Partenaires du projet :

Ecole des Ponts ParisTech – LEESU
Cerema
Université Bordeaux 1 – EPOC
Conseil Départemental de Seine-Saint-Denis
Conseil Départemental de Seine-et-Marne
Ville de Paris ; Ecovégétal ; Saint Dizier Environnement

- **AUTEURS**

David RAMIER, chargé de recherche (Cerema), david.ramier@cerema.fr

- **CORRESPONDANTS**

Coordinatrice ROULÉPUR : Marie-Christine GROMAIRE, LEESU, Ecole des Ponts ParisTech, marie-christine.gromaire@enpc.fr

Agence française pour la biodiversité : Claire LEVAL, Chargée de mission « Eau, Biodiversité et Aménagements urbains » (ancien ONEMA), claire.leval@afbiodiversite.fr

AESN : Pauline CHABANEL, Ingénieur chargée d'études (Agence de l'Eau Seine-Normandie), chabanel.pauline@aesn.fr

- **AUTRES CONTRIBUTEURS**

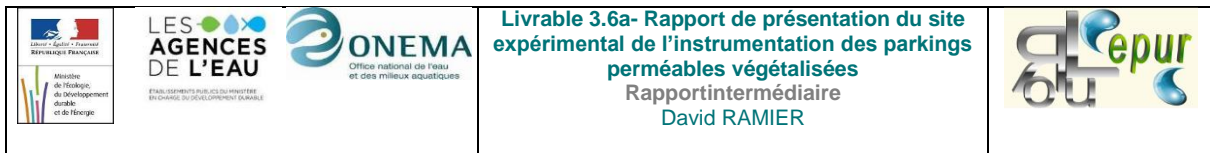
Lucie VARNEDE, doctorante (ecovegetal), lucie.varnede@cerema.fr

Droits d'usage : accès restreint ?

Niveau géographique : communal

Couverture géographique : Villeneuve-le-Roi (Val-de-Marne)

Niveau de lecture : professionnels



- **RESUME**

Ce livrable du projet Roulepur présente le dispositif expérimental mis en œuvre pour évaluer la capacité d'un parking perméable végétalisé à abattre les micropolluants issus du trafic routier.

Le parking perméable végétalisé étudié se trouve à Villeneuve-le-Roi (Val-de-Marne) et est utilisé par les habitants des logements à proximité et les usagers du parc attenant. Il est également placé dans l'axe de la piste de l'aéroport d'Orly et donc soumis à la pollution liée au trafic aérien.

L'évaluation des performances possibles quant à l'abattement des micropolluants nécessite de suivre le débit et la qualité de l'eau issus de ce parking et de les comparer avec ceux de l'eau entrante (eau brute). Pour ce faire, un dispositif de mesure de débit des drains du parking perméable par augets basculants a été mis en place. Des préleveurs asservis au débit permettent également d'obtenir un échantillon moyen d'eau pendant l'événement.

Afin d'estimer le taux d'abattement du flux et de la concentration en micropolluant, des mesures d'eaux brutes (c'est dire sans passage à travers le parking perméable végétalisé) sont également réalisées. Pour cela un parking témoin situé à proximité du parking végétalisé, dont la surface est revêtue d'un enrobé imperméable est également instrumenté. Le débit provenant de ce parking et la qualité de l'eau sont également mesurés.

L'acquisition de l'ensemble des données a commencé en avril 2017 et les premiers échantillons d'eau ont pu être recueillis.

En parallèle, un deuxième parking perméable végétalisé est suivi à Broué (Eure-et-Loir). Parmi les places de ce parking, trois sont des lysimètres, ce qui permet de mesurer précisément la quantité d'eau qui s'est infiltrée sur chaque place. Les débits de drainage de l'ensemble du parking sont également mesurés. Ces mesures complémentaires au site de Villeneuve-le-Roi doivent permettre de mieux comprendre le fonctionnement hydrologique des parkings perméables.

Il est également prévu, à terme, la mesure du stock d'eau dans le substrat du parking perméable et des transferts d'eau dans le fond de forme du parking. Des solutions innovantes dans la composition de la structure du parking seront également testées.

- **MOTS CLES (THEMATIQUE ET GEOGRAPHIQUE)**

Parking perméable, instrumentation, végétalisation

PRESENTATION OF EXPERIMENTAL SITE AND ITS INSTRUMENTATION: VEGETATED PERMEABLE PARKING

- **ABSTRACT**

This document presents experimental setup achieved to evaluate the efficiency of vegetated permeable parking to treat micropollutants produced by traffic.

Vegetated permeable parking is situated in Villeneuve-le-Roi (Val-de-Marne). It is mainly used by the residents in the neighborhood. It is also located in the axis of the Orly airport landing runway and consequently receives air traffic pollution.

Assessment of efficiency in terms of decrease in micropollutants load requires measurements of flow and water quality at the inlet (raw water) and the outlet of the parking. In that objective, runoff coming from drains is measured with tipping bucket gauges and water samples, taken according to the flow rate, allow to obtain a mean event sample.

To be able to estimate the reduction rate of flow and micropollutants concentration, raw water is also monitored. For that, runoff from an impervious parking is also measured and water samples taken.

Whole instrumentation is achieved since April 2017 and first water sample obtained.

At the same time, another vegetated permeable parking is also monitored in Broué (Eure-et-Loir). Among places of this parking, three are lysimeters, which allow accurate measurement of infiltrated water. Drainage flow of the whole parking is also measured. These additional data should permit a better understanding of the hydrological behaviour of vegetated permeable parking.

It is also planned to record the water stock inside the substrate of vegetated permeable parking and the water transfers in the subsoil. Innovative solutions in parking structure materials should also be evaluated.

- **KEY WORDS (THEMATIC AND GEOGRAPHICAL AREA)**

Vegetated, permeable parking, instrumentation

- **SOMMAIRE**

1. Introduction	6
2. Présentation des sites d'étude	6
2.1. Situation générale	6
2.2. Bassin versant étudié	6
3. Description de la solution innovante.....	7
4. Dispositif expérimental.....	8
4.1. Principes du dispositif expérimental initialement envisagé	8
4.2. Difficultés rencontrées pour la mise en œuvre du dispositif/ travaux réalisés / modifications faites	10
4.3. Dispositif métrologique mis en œuvre	10
4.3.1. Suivi des eaux brutes.....	10
4.3.2. Suivi de l'état hydrique du système.....	11
4.3.3. Suivi des eaux traitées.....	11
4.3.4. Prélèvements de substrats	12
5. Conclusion et planning.....	12
6. Sigles & Abréviations	13
7. Table des illustrations	14

1. Introduction

La tâche 3 du projet ROULÉPUR vise l'évaluation in-situ de quatre solutions innovantes de gestion à la source des micropolluants dans les eaux de ruissellement de voiries et parkings :

1. Dispositif industrialisé STOPPOL, site de Paris ;
2. Filtres à sable horizontaux plantés, site de Rosny sous Bois ;
3. Accotements végétalisés et fossés filtrants/infiltrants, site de Compans ;
4. Parking perméable Ecovégétal, site de Villeneuve le Roi.

Les travaux menés dans cette tâche au cours de l'année 2015 ont essentiellement porté sur une meilleure connaissance du fonctionnement des sites et ouvrages d'études, et d'autre part sur la définition et la mise en œuvre du dispositif expérimental.

Les livrables 3.3a, 3.4a, 3.5a et 3.6a, respectifs à chacun de ces sites d'étude, présentent une synthèse de ces avancées.

2. Présentation des sites d'étude

2.1. Situation générale

Deux sites sont suivis dans le cadre de ce projet.

Le premier site est un parking végétalisé se trouvant sur la commune de Villeneuve-le-Roi, au sud de Paris, à proximité de l'aéroport d'Orly (Figure 1). Le parking est situé dans une zone semi-résidentielle (zone de logements et de bureaux), à proximité d'un parc. Sur ce site (de Villeneuve le Roi), les eaux brutes d'un parking imperméable situé à proximité du parking végétalisé sont également suivies pour évaluer les capacités épuratoires du parking végétalisé.

Le deuxième site est le parking végétalisé du siège social de la société Ecovégétal, à Broué (Eure-et-Loir, Figure 1). Ce parking est principalement utilisé par les employés.



Figure 1 : Plan de situation des sites expérimentaux A : Villeneuve-le-Roi, B : Broué
Source des données : Géoportail

2.2. Bassin versant étudié

À Villeneuve-le-Roi, le bassin versant du parking végétalisé est composé de la surface du parking et de la voie de desserte de ce parking, constituée de pavés bétons perméables (Figure 2). La superficie totale est de 1278 m² pour 34 places de parkings. Un drain se trouvant sous le parking (Figure 3) permet de récupérer une partie des eaux de pluie, le reste, percole dans la couche de fond de forme.

A



Figure 2 : Photographie du parking perméable végétalisé de Villeneuve-le-Roi

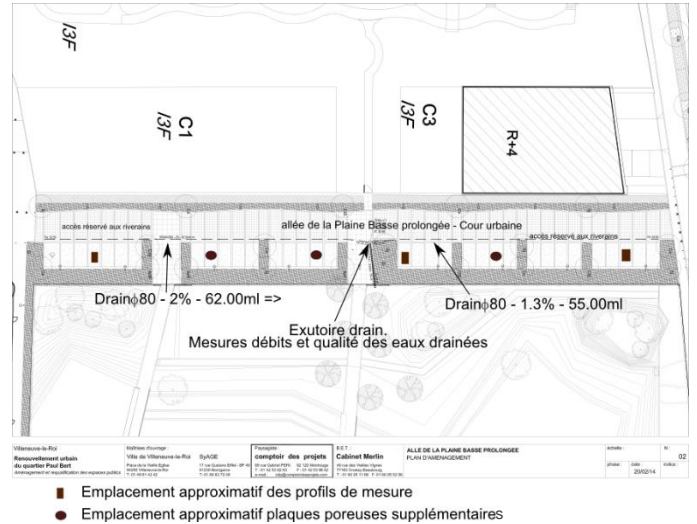


Figure 3 : Plan d'aménagement et d'instrumentation du parking de Villeneuve-le-Roi

Le parking de Broué a une superficie de 1262 m² soit 48 places de stationnement (Figure 4), dont 3 places de ce parking ont été modifiées afin d'en faire des lysimètres (

Figure 5).



Figure 4 : Parking perméable de Broué (Broué 2014., © Georget).

Une membrane imperméable a été posée sur le fond de forme afin de pouvoir récupérer les eaux infiltrées. L'ensemble du parking est drainé par trois drains qui convergent dans le même regard (Figure 6).



Figure 5 : Photographie des 3 places lysimétriques du parking perméable de Broué

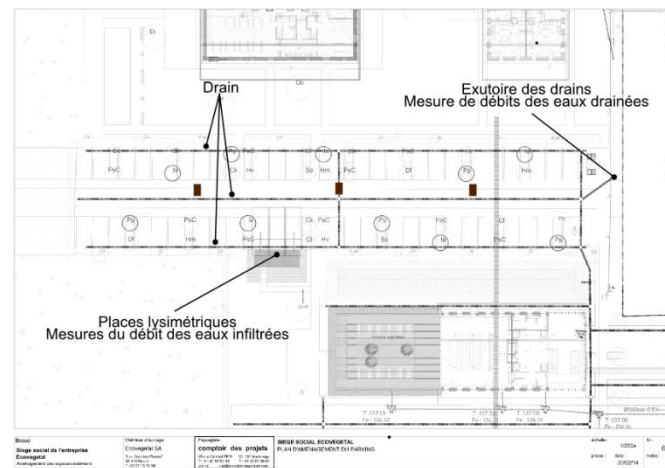


Figure 6 : Plan d'aménagement et d'instrumentation du parking perméable de Broué

3. Description de la solution innovante

Le parking de Villeneuve-le-Roi est actuellement mis en œuvre avec la solution Ecovegetal® Mousses (Figure 7). Elle est composée en surface d'un module en PEBD (module ECORASTER®) rempli d'un substrat minéral (terres cuites recyclées...) et d'un mélange de végétation extensive (thym serpolet,

mousses, sédums, graminées alpines et trèfle blanc). Ce module est posé sur 3 cm du même substrat minéral. En dessous, se trouvent la fondation composée de 20 cm de grave drainante compactée et une sous-fondation comprenant 30 cm de grave drainante. Cet ensemble de couche est séparé, par un géotextile, du fond de forme dans lequel est placé le drain.

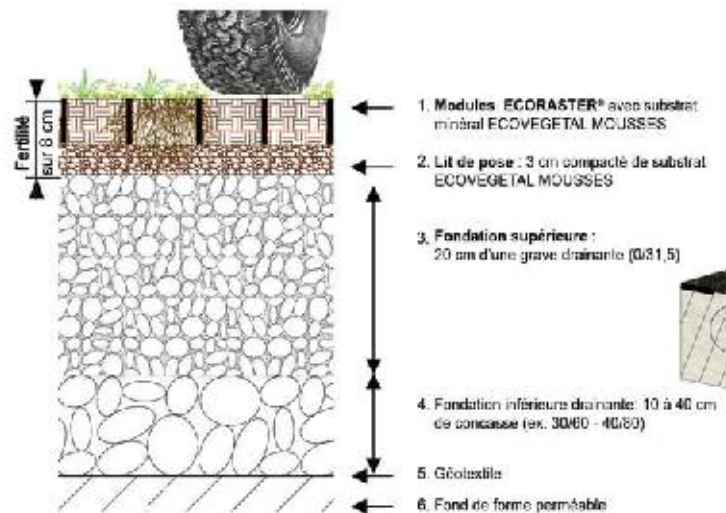


Figure 7 : Profil schématique de la solution ECOVEGETAL MOUSSES

Dans le cadre du projet Roulépur, la mise en œuvre et l'évaluation d'une variante innovante de cette structure de parking est prévue. Il s'agit d'améliorer le substrat minéral avec un développement racinaire plus important et en apportant de la matière carbonatée. Trois variantes seront testées. La première variante sera similaire à la solution Ecovegetal® Mousses mais avec une végétation pré-cultivée ce qui permettra d'augmenter le volume de racines. La deuxième variante sera la même que la première mais avec un ajout de coquilles dans le substrat afin d'apporter des carbonates. Enfin, pour la dernière variante, il sera ajouté une natte d'irrigation qui permettra d'une part d'augmenter le volume de rétention d'eau et d'autre part de conserver un taux d'humidité favorable au développement des bactéries.

Il était initialement prévu que la solution innovante soit installée sur une moitié du parking de Villeneuve-le-Roi. Cependant les premières mesures faites laissent à penser que les concentrations seront trop faibles pour espérer observer une différence entre le parking actuel et la solution innovante. Il est donc proposé de tester les solutions innovantes en colonne.

4. Dispositif expérimental

4.1. Principes du dispositif expérimental initialement envisagé

Site de Villeneuve le Roi

A Villeneuve-le-Roi, le parking est drainé par deux drains différents qui se rejoignent dans un regard au milieu du parking (Figure 8).



Figure 8 : Regard d'arrivée des drains du parking perméable. A gauche et à droite l'arrivée des deux drains du parking. Au centre, la canalisation permettant l'évacuation du regard (Villeneuve-le-Roi, 2015, © Jacquiel)

Le dispositif envisagé comprend des mesures de débits et des prélèvements d'eau à la sortie de chaque drain. Ces mesures seront complétées par des mesures de teneur en eau et de pression de l'eau dans le fond de forme, sous le drain, en différents points des deux parties du parking (Figure 3). Enfin et si c'est possible, il sera également tenté de récupérer l'eau interstitielle du sol avec des plaques poreuses.

Un parking traditionnel en bitume à proximité (Figure 9), d'une surface de 730 m² servira de référence pour l'évaluation des capacités épuratoires des deux solutions de parking perméable. Pour ce parking, il sera également réalisé des mesures de débits du ruissellement et des prélèvements d'eau (eaux brutes).



Figure 9 : Vue aérienne des parkings de Villeneuve-le-Roi. En noir, les contours du parking perméable, en rouge, les contours du parking traditionnel.

Site de Broué

Le parking de Broué est déjà instrumenté et ces mesures viendront compléter celles réalisées à Villeneuve-le-Roi. Cette instrumentation permet le suivi des débits de drainage de trois places de parkings lysimétriques depuis maintenant trois ans et le suivi du débit de drainage de l'ensemble du parking depuis un an. Elle est composée de trois débitmètres à augets basculants pour la mesure des débits sortants des places lysimétriques (

Figure 10) et d'un système combinant débitmètre électromagnétique et augets basculants pour la mesure des débits des drains de l'ensemble du parking (Figure 11).

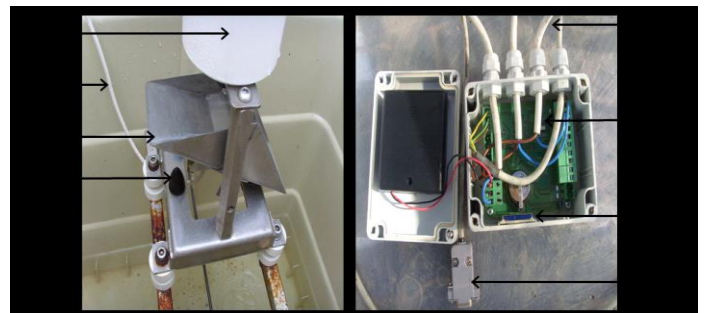


Figure 10 : Récupérateurs d'eau placés au pied des places lysimétriques et abritant les débitmètres à augets basculants (à droite) (Broué 2014, Rollin)

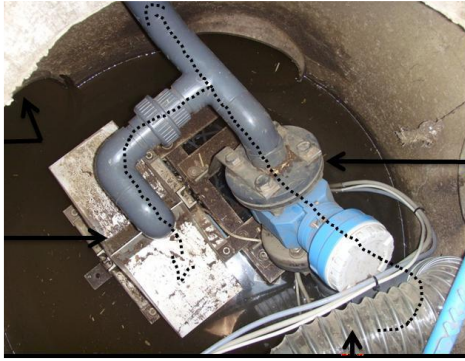


Figure 11 : Débitmètre combiné à augets basculants et débitmètre électromagnétique (Broué 2014, © Rollin)

Ce dispositif sera complété par des profils de mesures des flux d'eau dans le fond forme (Figure 6) comme pour le parking de Villeneuve-le-Roi.

4.2. Difficultés rencontrées pour la mise en œuvre du dispositif/ travaux réalisés / modifications faites

Au cours de cette première année, plusieurs difficultés ont été rencontrées. Elles sont maintenant quasiment résolues mais ont fortement retardé la mise en place de l'instrumentation du parking de Villeneuve le Roi.

Pour le parking témoin imperméable, un emplacement pour la mesure ne nécessitant pas de nouveaux travaux de génie civil a pu être trouvé. Cependant, le changement de bailleur (I3F) du parking témoin imperméable a retardé la mise en place des conventions, qui n'ont pu être signées que fin 2016.

Pour le parking perméable, le regard dans lequel débouchent les drains et qui constitue la chambre de mesure, a été mal conçu. L'évacuation de ce regard a été placée au même niveau que la sortie des drains ce qui peut d'une part entraîner une mise en charge de ces derniers et d'autre part noier l'ensemble de l'espace destiné à l'implantation des équipements de mesure (Figure 8). Afin de résoudre ce problème, l'eau sortant des drains sera pompée après passage dans les augets et rejetée directement dans la canalisation de sortie. Les dimensions du regard (210x95 cm avec une hauteur de 160 cm) permettent de laisser suffisamment de place pour surélever les instruments de mesure et permettre le pompage.

Il était prévu de mettre en place les mesures dans le fond de forme lors des travaux de mise en place de la solution innovante. Comme, il n'y aura finalement pas de travaux, l'instrumentation se fera prochainement. Cependant, le nombre de profil de mesure, initialement prévu de trois et répartis entre les deux moitiés du parking, sera finalement de deux et concentré sur une des moitiés. Dans le fond de forme, il sera uniquement réalisé des mesures de tensions de l'eau afin d'en déduire des flux et les mesures de teneur en eau seront réalisées dans le substrat afin d'estimer des stocks d'eau. Le détail de la mise en place et le choix des instruments est en cours à la date de rédaction de ce rapport.

De plus, le prélèvement des eaux interstitielles semble finalement superflus. Les faibles concentrations attendues et les difficultés techniques à faire des prélèvements représentatifs conduisent à abandonner ce type de prélèvement.

Pour le parking de Broué, l'inondation occasionnelle du regard où se trouvent le débitmètre électromagnétique et les augets basculants, pour la mesure des débits de l'ensemble du parking (Figure 11) entraîne quelques pertes de données. Une solution de pompage pour laisser ce regard constamment hors d'eau est à l'étude.

4.3. Dispositif métrologique mis en œuvre

4.3.1. Suivi des eaux brutes à Villeneuve-le -Roi

Le suivi des eaux brutes est réalisé au niveau du parking imperméabilisé de Villeneuve le Roi. La mesure du débit réalisée dans un regard et est obtenue par mesure de hauteur d'eau au niveau d'un déversoir triangulaire à échancrure $\frac{1}{2}$ (angle de = $53^{\circ}8'$, Figure 12).



Figure 12 : Photographie du déversoir triangulaire avec mesure de la hauteur d'eau

Deux préleveurs réfrigérés (Isco 3700, Teledyne Isco, USA) sont utilisés pour le prélèvement des eaux brutes, un pour les analyses des métaux (flacons en plastique, Figure 13) et l'autre pour les composés organiques (flacons en verre, Figure 14).



Figure 13 : Préleveur ISCO3700 avec embase réfrigérée pour flacon plastique eaux brutes



Figure 14 : Embase réfrigérée pour flacon verre eaux brutes

Des prélèvements de 250 ml seront effectués tous les 120 l.

4.3.2. Suivi de l'état hydrique du système

Aucun suivi n'a lieu pour le moment. Il cependant prévu, pour les sites de Broué et de Villeneuve, de mesurer la tension de l'eau dans le sol (avec des tensiomètres) et la teneur en eau du substrat (avec des sondes capacitatives).

4.3.3. Suivi des eaux traitées à Villeneuve-le -Roi

La mesure des débits est réalisée avec des augets basculants de 4l (Figure 15) et de 5l (Figure 16) situés dans le regard exutoire des drains du parking de Villeneuve-le-Roi. Deux préleveurs (Isco 3700, Teledyne Isco, USA, cf. Figure 13 et Figure 14) sont utilisés, deux pour chaque drain avec pour chaque drain une embase réfrigérée pour les prélèvements destinés à l'analyse des composés organiques (flacons verres), et pour les prélèvements destinés aux analyses des autres composés, des flacons en plastiques non-réfrigérés.

Les prélèvements de 250 ml seront effectués tous les 50 l.



Figure 15 : Bac en téflon de récupération et de prélèvements des eaux drainées et augets basculants de 4 L



Figure 16 : Bac en téflon de récupération et de prélèvements des eaux drainées et augets basculants de 5 L

4.3.4. Prélèvements de substrats

Des prélèvements de substrats pour analyses sont envisagés en début et fin de mesures.

4.3.5. Suivi du parking à Broué

Le dispositif expérimental de Broué, tel que décrit au paragraphe 4.1, n'a pas évolué

5. Conclusion

Dans le cadre du projet ROULÉPUR, un parking perméable végétalisé Ecovégétal situé à Villeneuve-le-Roi (Val-de-Marne) ainsi qu'un parking témoin en revêtement bitume classique ont été instrumentés afin d'évaluer la capacité du parking végétalisé à abattre les micropolluants issus du trafic routier. L'équipement comprend une mesure de débit par déversoir triangulaire au niveau d'un regard du parking témoin, une mesure de débit par augets basculant sur les drains du parking perméable et des préleveurs réfrigérés asservis au débit permettant d'obtenir un échantillon moyen d'eau pendant l'événement.

Le suivi de ce site a pris beaucoup de retard du fait de la nécessité de réaliser des travaux et du changement de bailleur. Les instruments pour les mesures de débits et de prélèvement sont maintenant en place (depuis le 10 mars 2017 pour le parking témoin et le 21 avril 2017 pour le parking perméable) et les premiers prélèvements d'eau ont pu être réalisés.

Le recrutement de Lucie Varnède en thèse depuis octobre 2016 devrait maintenant permettre d'avancer sur le choix final des instruments pour les mesures dans le fond de forme et de leur emplacement.

La mise en place des tests pour les solutions innovantes devrait avoir lieu au début de l'été 2017.

Le suivi du parking de Broué et des places lysimétriques ont pu être réalisés correctement et les premières données analysées.

6. Sigles & Abréviations

PEBD : polyéthylène basse densité

7. Table des illustrations

<i>Figure 1 : Plan de situation des sites expérimentaux A : Villeneuve-le-Roi, B : Broué.....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 2 : Photographie du parking perméable végétalisé de Villeneuve-le-Roi.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 3 : Plan d'aménagement et d'instrumentation du parking de Villeneuve-le-Roi.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 4 : Parking perméable de Broué (Broué 2014,. © Georgel).....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 5 : Photographie des 3 places lysimétriques du parking perméable de Broué.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 6 : Plan d'aménagement et d'instrumentation du parking perméable de Broué.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 7 : Profil schématique de la solution ECOVEGETAL MOUSSES.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 8 : Regard d'arrivée des drains du parking perméable. A gauche et à droite l'arrivée des deux drains du parking. Au centre, la canalisation permettant l'évacuation du regard (Villeneuve-le-Roi, 2015, © Jacquel).....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 9 : Vue aérienne des parkings de Villeneuve-le-Roi. En noir, les contours du parking perméable, en rouge, les contours du parking traditionnel.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 10 : Récupérateurs d'eau placés au pied des places lysimétriques et abritant les débitmètres à augets basculants (à droite) (Broué 2014, Rollin).....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 11 : Débitmètre combiné à augets basculants et débitmètre électromagnétique (Broué 2014, © Rollin).....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 12 : Photographie du déversoir triangulaire avec mesure de la hauteur d'eau.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 13 : Préleveur ISCO3700 avec embase réfrigérée pour flacon plastique eaux brutes.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 14 : Embase réfrigérée pour flacon verre eaux brutes.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 15 : Bac en téflon de récupération et de prélèvements des eaux drainées et augets basculants de 4 L.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 16 : Bac en téflon de récupération et de prélèvements des eaux drainées et augets basculants de 5 L.....</i>	<i>12</i>

Onema
Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.onema.fr

Organisme partenaire
Adresse partenaire

Numéro de téléphone partenaire
Site web partenaire