

## Les vers de terre : une solution biologique curative pour une meilleure infiltration des eaux pluviales dans les ouvrages de gestion intégrée ?

Earthworms: a biological solution for improving infiltration of road runoff in vegetated swales?

Axelle Chiffre<sup>1</sup> ; Vincent Moncond'huy<sup>1</sup> ; Michel Benard<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bureau d'études INFRA Services, 55B rue Gaston Boulet, Bapeaume-lès-Rouen, 76380 Canteleu, France (corresponding author: [achiffre@infraservices.fr](mailto:achiffre@infraservices.fr))

### RÉSUMÉ

Le terrassement et le trafic d'engins de chantier pendant la phase travaux d'ouvrages de gestion intégrée des eaux pluviales représentent un réel traumatisme pour la vie et la structure du sol et peut donner lieu à des défaillances fonctionnelles. Parmi la faune du sol, les vers de terre sont un des acteurs importants qui améliorent la structure, la porosité et la qualité du sol. A ce jour, peu d'études se sont intéressées aux liens entre le rôle des vers de terre et le comportement de l'eau dans le sol d'espaces verts infiltrant. L'objectif de ce projet est d'étudier la faisabilité d'une remédiation opérationnelle par ensemencement de vers de terre dans les espaces verts infiltrant. Pour répondre à cet objectif, nous avons (i) étudié la densité de vers de terre dans 22 noues d'âges différents, (ii) réalisé des tests en laboratoire afin d'étudier l'impact des vers de terre sur les capacités d'infiltration de sols et (iii) étudié l'impact d'un ensemencement de vers de terre *in situ* sur l'infiltration de l'eau dans les noues de voiries. Il ressort que deux ans après la phase chantier, les vers de terre sont capables de vivre et de s'habituer aux conditions écologiques des noues de voiries. Par ailleurs, bien que les vers de terre augmentent la capacité d'infiltration des sols en conditions de laboratoire, un an après l'inoculation *in situ* de vers de terre, nous n'avons pas mis en évidence d'impact significatif d'un ensemencement de vers de terre sur la perméabilité des espaces verts infiltrant.

### ABSTRACT

During construction phase, green infrastructures for stormwater management are subject to damages due to heavy field traffic resulted in soil degradation that alters soil structure and limits water infiltration. Among soil fauna, earthworms make a major contribution to soil functioning by influencing chemical, biological and physical soil processes. Nevertheless, knowledge of the contribution of earthworms and their role to green infrastructures in stormwater management are scarce. The purpose of this project is to study the feasibility of soil remediation by inoculation of earthworms in vegetated swales. The main objectives of the following work is (i) to investigate the abundance of earthworms in different 22 vegetated swales, (ii) to conduct laboratory tests to evaluate the impact of earthworm in soil infiltration capacity and (iii) to assess effects of earthworm's inoculation on the infiltration rate in green infrastructure stormwater management. We found that two years after the construction phase, earthworm are able to live and get used to the ecological conditions of vegetated swales. Moreover, we showed that earthworms increase the infiltration rate of soil under laboratory conditions. Nevertheless, we didn't show any significant impact of earthworm's inoculation on the infiltration rate of green infrastructure for stormwater management.

### MOTS CLÉS

Biodiversité, eaux pluviales, infiltration, noues de voirie, vers de terre.

## 1 CONTEXTE

### 1.1 La gestion des eaux pluviales

La gestion alternative des eaux pluviales contribue à la reconquête de l'espace urbain par la mise en place d'espaces plantés et enherbés qui permettent la collecte et le stockage des eaux pluviales. La noue de voirie, ouvrage de gestion intégrée des eaux pluviales très répandu, correspond à des espaces verts linéaires, légèrement creusés pour collecter, stocker et infiltrer les eaux de ruissellement (Figure 1). Plurifonctionnelle, elle présente à la fois des avantages paysagers et écologiques.



Figure 1 : Photographie d'une noue de voirie

### 1.2 Le traumatisme de la phase chantier sur le fonctionnement des sols

La compaction et l'imperméabilisation du sol est un traumatisme pour la structure et la vie du sol. En conséquence, les fonctions qu'assurait le sol peuvent être altérées (rôle de filtre, rôle tampon, régulation de la qualité de l'eau, transformation des contaminants). Dans le cadre de la gestion des eaux pluviales, certains ouvrages peuvent présenter des défaillances fonctionnelles liés à la phase chantier et aux nombreuses manipulations du sol : l'eau stagne au lieu de se vidanger par infiltration. Ce phénomène est très disparate dans le temps et l'espace même au sein d'un projet d'aménagement. En revanche, notre expérience a montré que les ouvrages fonctionnent normalement quelques années après le chantier lorsque les végétaux sont bien développés et que le sol semble vivant.

### 1.3 Les vers de terre dans les ouvrages de gestion alternative des eaux pluviales

Parmi la faune du sol, les vers de terre sont un des acteurs importants qui améliorent la structure, la porosité et la qualité du sol. A ce jour, le lien entre le comportement de l'eau dans le sol et l'activité des vers montrent des résultats mitigés, favorisant parfois la rétention, l'assèchement et/ou le transfert de l'eau dans le sol (Ernst et al., 2009 ; Capowiez et al., 2014). De plus, de nombreux paramètres comme l'espèce, la densité de vers, l'arrangement spatial des galeries entrent en jeu (Capowiez et al., 2014). Par ailleurs, la caractérisation et le rôle des vers de terre dans les sols urbains restent des domaines très exploratoires et peu d'études se sont intéressées aux liens entre le rôle des vers de terre et le comportement de l'eau dans le sol d'espaces verts infiltrant. Ainsi cette étude a pour but d'acquies de nouvelles données qui portent sur (i) la biodiversité des vers de terre dans les espaces vert infiltrant et leurs corrélations avec les caractéristiques physico-chimiques des sols, (ii) l'impact des vers de terre sur les capacités d'infiltration de sols tassés et non tassés en condition de laboratoire et (iii) la mise au point d'un protocole destiné à l'ensemencement de vers de terre dans des espaces verts infiltrant en condition réelles. L'objectif de ce projet de recherche est ainsi d'étudier la faisabilité d'une remédiation opérationnelle par ensemencement de vers de terre dans les espaces verts urbains de gestion des eaux pluviales.

## 2 ETUDE DE LA DENSITE DE VERS DE TERRE DANS LES NOUES DE VOIRIE

Cette première phase d'étude a pour but d'évaluer la diversité et l'abondance de vers de terre dans les ouvrages de gestion intégrée des eaux pluviales. Les objectifs sont d'une part d'étudier si les vers de terre sont capables de vivre dans des sols segmentés recevant des eaux de ruissellement en milieu urbain, alternant des périodes de sécheresse et d'inondation et d'autres part, d'identifier si certains facteurs (âge des noues, perméabilité, caractéristiques physico-chimiques des sols) peuvent expliquer la présence et la densité de vers de terre.

### 2.1 Echantillonnage *in situ*

Nous avons étudié la densité de vers de terre dans 22 noues d'âges différents (de 0 à 16 ans) situées en région Normandie et Ile de France au printemps 2016. Chaque noue a fait l'objet de prélèvements de vers de terre selon deux méthodes combinées (extraction à la moutarde et prélèvement d'un bloc de sol), d'échantillon de sols et des tests d'infiltrométrie.

### 2.2 Corrélation entre l'âge des noues et l'abondance de vers de terre

Les trois principaux groupes fonctionnels de vers de terre (anéciques, endogés et épigés) ont été

identifiés dans les noues échantillonnées.

L'abondance de vers de terre est positivement corrélée avec l'âge des noues ( $p < 0.05$ ). Ainsi, pas ou peu de vers de terre ont été échantillonnés dans les « jeunes » noues c'est-à-dire jusque deux ans après le chantier, alors que les densités de vers relevées dans les noues âgées de plus de 10 ans correspondent à un sol en bon état et riche (de 250 à 450  $u/m^2$ ) (Figure 2). En revanche, aucune corrélation significative n'a été mise en évidence entre l'abondance de vers de terre et la perméabilité des sols et les propriétés physico-chimiques des sols.

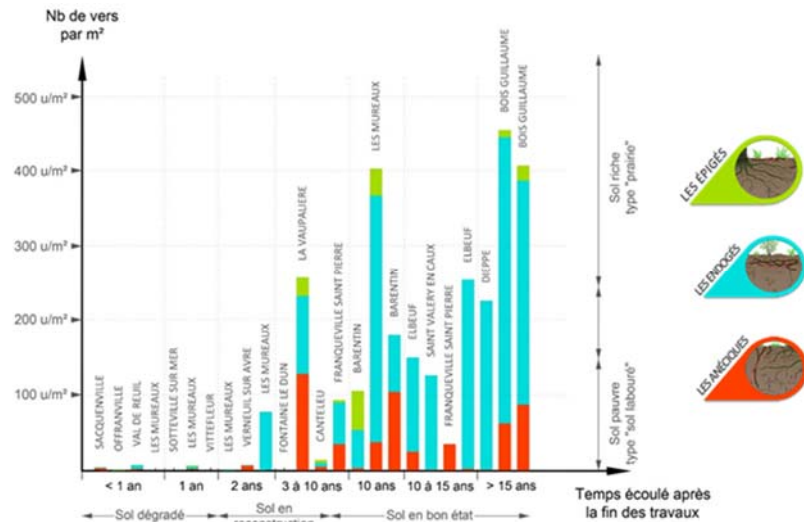


Figure 2 : Abondance de vers de terre selon leur groupe faunistique et l'âge des noues

### 3 LES VERS DE TERRE AUGMENT-ILS LA PERMABILITE DES SOLS ? TESTS EN LABORATOIRE

Les études qui relient le comportement de l'eau dans le sol avec l'activité des vers montrent des résultats mitigés, favorisant parfois la rétention, l'assèchement et/ou le transfert de l'eau dans le sol (Ernst, 2009). Ainsi, l'objectif de cette phase est d'étudier en condition de laboratoire l'effet des vers de terre sur la capacité d'infiltration des sols.

#### 3.1 Protocole expérimental

Inspirées d'études précédentes, 12 colonnes ont été fabriquées à partir de tubes PVC et remplies de terre végétale tassée ou non pour mimer les conditions de la noue. Dans 6 colonnes, cinq vers anéciques (*Lumbricus terrestris*), 3 adultes et 2 juvéniles, ont été ensemencés, soit une masse fraîche initiale de 259  $g/m^2$  ( $\pm 22$ ). Des essais de perméabilité ont été réalisés tous les 15 jours dans toutes les colonnes par ajout d'eau en surface pour simuler des pluies de 10, 20 et 30 mm.

#### 3.2 Impact des vers sur les capacités d'infiltration des sols ?

Au laboratoire, les vers de terre anéciques augmentent la capacité d'infiltration dans le sol tassé et non tassé dès 15 jours après l'ensemencement. La capacité d'infiltration la plus importante s'observe dans les colonnes non tassées avec des vers. Par ailleurs, l'ensemencement des vers dans les colonnes a permis d'augmenter la perméabilité de 1,5 à 3 fois (Figure 3).

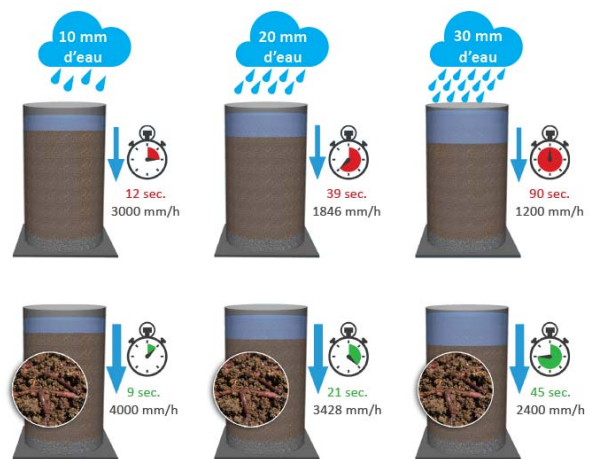


Figure 3 : Temps d'infiltration de l'eau dans les colonnes de sol

### 4 ENSEMENCEMENT *IN SITU* DE NOUES DE VOIRIE

L'objectif de cette troisième phase est de développer et appliquer *in situ* un protocole d'ensemencement en vers de terre simple et peu coûteux dans des espaces verts infiltrant afin d'améliorer l'infiltration de l'eau dans les sols.

## 4.1 Mise en œuvre

En partenariat avec le SIAV (Syndicat intercommunal d'assainissement de Valenciennes), l'avenue Charles de Gaulle à Saint Saulve (2,5 ha) a été sélectionnée en tant que site d'étude pour ce projet de recherche. Depuis 2016, les eaux de ruissellement sont gérées sur place au plus proche du lieu de précipitation dans des noues et espaces verts en creux attenants aux voiries (Figure 4). Au total, 6 ouvrages représentatifs de l'opération : deux noues profondes (Noue1, Noue2), deux noues peu



Figure 4 : Ouvrages de gestion des eaux pluviales à St Saulve

profondes à proximité de remblais (Noue3 et Noue4) et deux espaces verts creux) ont été sélectionnés pour réaliser les expérimentations *in situ*. Trois ouvrages ont fait l'objet d'un ensemencement en vers de terre, les trois autres étant des ouvrages contrôles sans apport de vers. Inspiré d'une méthode d'ensemencement appliqué dans le domaine agricole (Butt et al.,

1996), des « unités d'inoculation » de 2 kg, composés d'un mélange de deux espèces de vers de terre provenant d'élevages : dix individus de *Lumbricus terrestris* (soit une masse fraîche d'environ 50 g), environ 100 g d'*Eisenia foetida* et 1850 g de terre végétale ont été préparés au préalable au laboratoire. En octobre 2017, le contenu de chaque unité d'inoculation a été déversé dans un trou (20\*20\*25 cm) effectué au préalable à la bêche dans le fond de l'ouvrage. L'opération est répétée tous les mètres dans l'ouvrage concerné. Après l'ensemencement, les densités de vers et les capacités d'infiltration de l'eau dans les sols ont été mesurés au printemps 2018 (mars, avril, mai) et à l'automne (oct.) en appliquant les protocoles utilisés dans la première phase de l'étude.

## 4.2 Résultats préliminaires

Les densités de vers de terre sont variables selon les campagnes d'échantillonnage et en fonction des ouvrages : la biomasse varie de 0 à 141 g/m<sup>2</sup>, ce qui correspond à des densités mesurées dans des sols pauvres. Les densités de vers les plus élevées ont été relevées dans la Noue1 (ensemencée et profonde) en mai et octobre 2018 mais ne sont pas significativement différentes des densités de vers dans la noue contrôle sans ensemencement. Par ailleurs, les perméabilités moyennes mesurées dans les noues au cours des différentes campagnes varient de  $2,14 \cdot 10^{-5}$  à  $2,94 \cdot 10^{-5}$  m/s, toutefois aucune différence significative de perméabilité n'a été mise en évidence entre les noues ayant été ensemencées en vers de terre et les noues contrôles.

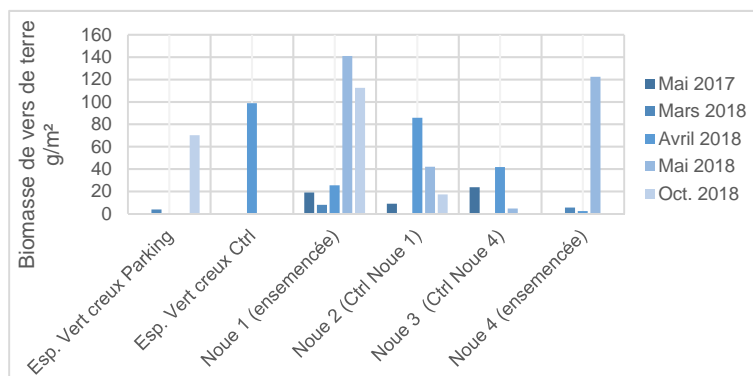


Figure 5 : Variabilité temporelle des biomasses de vers de terre dans les ouvrages (ensemencement en oct 2017)

## 5 CONCLUSION

Ces travaux ont montré que les vers de terre sont capables de vivre et de s'habituer aux conditions écologiques des noues de voiries urbaines deux ans après la phase chantier. Bien que les expérimentations en laboratoire aient mis en évidence que la présence de vers permet d'améliorer la capacité d'infiltration de colonnes de sols, un an après l'inoculation de vers de terre *in situ*, il n'a pas été mis en évidence d'impacts significatifs de ces derniers sur l'infiltration de l'eau dans les noues.

## BIBLIOGRAPHIE

- Butt, K.R., Frederickson, J., and Richard, M.M. (1996). *The earthworm inoculation unit technique: an integrated system for cultivation and soil-inoculation of earthworms*. Soil Biol. Biochem, (29), 251-257.
- Capowiez, Y., Sammartino, S. and Michel, E. (2014). *Burrow systems of endogeic earthworms: Effects of earthworm abundance and consequences for soil water infiltration*. Pedologia, (57), 303-309.
- Edwards, C.A. (2004). *Earthworm Ecology*, second ed., CRC, Boca Raton.
- Ernst, G., Felten, D., Vohland, M. and Emmerling, C. (2009). *Impact of ecologically different earthworm species on soil water characteristics*. European Journal of Soil Biology, (45), 207-213.