

A voluntary step for the promotion of detention / infiltration trenches

Une démarche volontaire pour la promotion des tranchées de rétention / infiltration

Chadoin P.*¹, Proton A.*², Chocat B.**², Chappier J.**³

* SOGEA Rhône-Alpes, 12,14 route de vienne BP 7007 69343 Lyon Cedex 07, France.

e-mail (1) : pchadoin@mail-sc.com ; e-mail (2) : aproton@mail-sc.com

** LGCIE Hydrologie Urbaine, INSA de Lyon, 34 avenue des Arts, 69621 Villeurbanne cedex, France. e-mail : bernard.chocat@insa-lyon.fr

*** Grand Lyon, Direction de l'eau, 20 rue du Lac, 69003 Lyon, France.

e-mail : jchappier@grandlyon.org

RESUME

SOGEA Rhône-Alpes, entreprise de travaux publics a décidé de développer une des techniques alternatives : les tranchées de rétention / infiltration. Un programme de recherche mené conjointement avec l'INSA de Lyon et le Grand Lyon a permis d'améliorer les connaissances sur le fonctionnement hydraulique des tranchées. Parallèlement, l'entreprise a développé des dispositifs techniques permettant de mieux intégrer ces ouvrages dans l'environnement urbain. Les outils de communication mis en place ont fait connaître le procédé aux maîtres d'ouvrage et aux prescripteurs. Le partenariat entreprise – laboratoire de recherche – collectivité locale a abouti à la réalisation de différents projets en intégrant les tranchées de rétention / infiltration.

ABSTRACT

Today BMPs are systematically taken under consideration with each new construction or installation. Therefore, our company, SOGEA Rhône-Alpes, decided to develop an alternative technique: detention / infiltration trenches. The knowledge of their hydraulic operation has been improved thanks to a research program carried out jointly with INSA of Lyon and the Urban community of Lyon. Our company has developed fittings which compose the trenches, in order to integrate it in the urban background. Tools of communication were installed to promote this BMP for developers, prescribers, local communities. The collaboration company – research laboratory – local community leads to carry out some projects using detention / infiltration trenches.

KEYWORDS

Infiltration, recherche opérationnelle, techniques alternatives, tranchée.

CONTEXTE

En France, les eaux pluviales sont sous la responsabilité du propriétaire du terrain sur lequel elles ruissellent. L'article 640 du code civil indique que « les fonds amont ne doivent pas aggraver les servitudes d'écoulement des fonds aval ». La responsabilité de la gestion des eaux pluviales est donc locale. Ce sont les communes ou les communautés de communes qui sont responsables des eaux qui ruissellent sur leur territoire. Si la construction et l'exploitation des ouvrages de transport et de traitement des eaux usées sont financées par une redevance prélevée sur le coût de l'eau potable, la charge financière des réseaux d'assainissement pluvial n'est pas imputée à l'utilisateur du système d'assainissement ni subventionnée par les agences de l'eau. Les travaux de construction et de maintenance du système d'assainissement pluvial sont donc entièrement à la charge de l'impôt des collectivités locales.

L'accroissement des zones urbanisées augmente les volumes et les débits d'eau de ruissellement. Devant les difficultés techniques, environnementales et économiques de la mise en œuvre des solutions traditionnelles d'assainissement pluvial (canalisations), les collectivités imposent de plus en plus souvent, pour les nouveaux aménagements, la mise en place d'ouvrages de rétention. Les techniques alternatives permettent d'assurer la fonction principale du réseau d'assainissement pluvial – protéger les populations et les biens des inondations – en maîtrisant les coûts de construction et d'exploitation des ouvrages associés. Du point de vue hydrologique et environnemental, les techniques alternatives permettent de réduire les pointes des débits de ruissellement générés par la ville en temps de pluie ainsi que les charges de polluants associés. Leur principe de fonctionnement hydraulique consiste à stocker temporairement les eaux pluviales et à les rejeter à débit contrôlé vers le réseau d'assainissement ou le milieu récepteur (Warnaars *et al.*, 1998, CERTU, 2003, Région Rhône-Alpes, 2006).

Les techniques alternatives sont aujourd'hui des outils indispensables au développement urbain. Si, il y a 20 ans, ces techniques n'étaient utilisées que dans le cas d'aménagements ne disposant pas d'exutoire naturel (par exemple en Seine Saint Denis), leur utilisation est aujourd'hui généralisée à toutes les régions et pour tout type d'aménagement, de la zone industrielle au logement individuel. Cette évolution a pour effet de modifier les pratiques habituelles des acteurs de la construction, du maître d'ouvrage à l'entrepreneur. Les questions d'assainissement pluvial se posent très en amont et au plus tard lors du dépôt du permis de construire. Le mode de gestion des eaux pluviales est décrit à l'échelle du bassin hydrographique dans le SDAGE et à l'échelle locale dans le SAGE et dans les documents d'urbanisme (SCOT et PLU).

De nombreuses solutions techniques permettent de répondre à la problématique de la limitation des débits et volumes d'eau rejetés par la ville en temps de pluie. Les tranchées de rétention / infiltration sont une de ces techniques alternatives. Les tranchées sont utilisées principalement dans les zones urbaines ou périurbaines. Ce sont des ouvrages « pleins », le stockage s'effectue dans un matériau poreux, généralement de la grave propre.

Le fonctionnement hydraulique des tranchées est typique des techniques alternatives (Azzout *et al.*, 1994). Les eaux pluviales sont recueillies soit par ruissellement direct (Figure 1) dans le corps de la tranchée soit par un système classique de grilles ou avaloirs et regards (Figure 2).

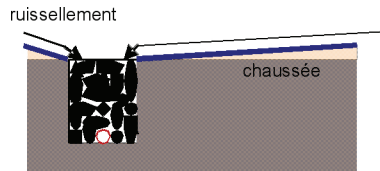


Figure 1. Alimantation par ruissellement direct

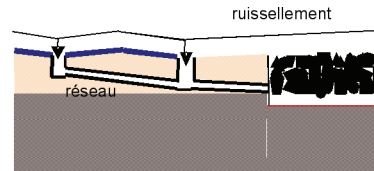


Figure 2. Alimantation par réseau d'assainissement

L'eau est ensuite temporairement stockée dans les vides du matériau poreux (Figure 3).

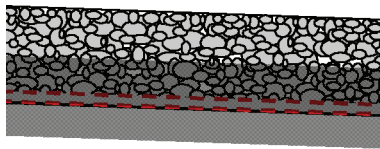


Figure 3. Stockage des eaux pluviales

Le matériau de remplissage est généralement contenu dans un géotextile. Le géotextile a une fonction de séparation, les fines contenues dans le sol support ne pénètrent dans le matériau poreux, la capacité de stockage d'eau de l'ouvrage est ainsi préservée. Si l'infiltration est déconseillée, le matériau de stockage est contenu dans une géomembrane qui assure l'étanchéité de l'ouvrage.

L'eau est enfin évacuée soit par infiltration dans le sol support (Figure 4) soit à débit limité vers un exutoire superficiel ou vers le réseau d'assainissement (Figure 5).

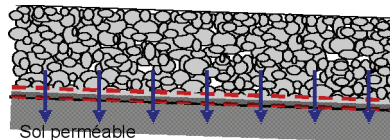


Figure 4. Evacuation par infiltration

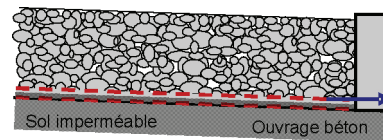


Figure 5. Evacuation vers exutoire ou en réseau d'assainissement

L'infiltration des eaux pluviales comporte l'avantage de recharger la nappe sous-jacente à la tranchée et donc de rétablir de cycle naturel de l'eau sur une zone imperméabilisée. Néanmoins cette technique peut comporter des risques pour la qualité des eaux souterraines. Ces risques sont accrus si la nappe est peu profonde et / ou si les eaux sont très polluées. En cas de captage d'eau alimentaire ou d'assainissement de zones très polluées, l'infiltration des eaux de ruissellement est en général interdite. Afin de prévenir ces risques, il est généralement admis que le toit de la nappe en plus hautes eaux doit se situer à une hauteur minimum de 1 mètre du fond de l'ouvrage d'infiltration.

Les tranchées de rétention infiltration ont de nombreux avantages. Ces ouvrages s'intègrent facilement dans la trame urbaine, leur mise en place ne nécessite pas de mobilisation de surface foncière. Les tranchées permettent d'optimiser les capacités d'infiltration grâce à leur grande surface de contact avec le sol support. Le coût de construction des tranchées est compétitif par rapport aux autres techniques.

Malgré tous ces avantages de nombreux freins empêchent leur développement. Le premier de ces freins est la méconnaissance du fonctionnement hydraulique des tranchées de rétention / infiltration. Les eaux pluviales étant stockées dans un

matériau poreux, des questions se posent sur les mécanismes d'injection et de répartition de l'eau dans les matériaux de stockage (galets, concassés...), mécanismes nécessaires à la bonne utilisation du volume utile de l'ouvrage. La connaissance du comportement des tranchées d'infiltration vis-à-vis des phénomènes de colmatage constitue également une source de réticence des maîtres d'ouvrage. Enfin, l'intégration des tranchées dans le système d'assainissement pluvial ainsi que leur exploitation sont aussi des sources de développement.

DEMARCHE

Dans ce contexte, un partenariat entre SOGEA Rhône-Alpes, l'INSA de Lyon et le Grand Lyon s'est créé afin d'étudier le fonctionnement et le vieillissement des tranchées de rétention/ infiltration. SOGEA Rhône-Alpes est une entreprise de travaux publics dont l'activité principale est la pose de canalisations et la réalisation de stations d'épuration. Le marché des techniques alternatives est en pleine expansion. L'entreprise veut développer les tranchées qui sont potentiellement des ouvrages performants au regard des besoins des maîtres d'ouvrage. Les techniques alternatives sont une des thématiques de recherche de l'Unité de Recherche en Génie Civil de L'INSA de Lyon. Les axes de recherche habituels sont l'étude du transfert des polluants et l'évaluation des performances des techniques alternatives. Cette recherche spécifique sur les tranchées de rétention / infiltration constitue une nouvelle approche. Le Grand Lyon, qui a en charge l'exploitation et le développement du réseau d'assainissement sur l'ensemble de son territoire (55 communes) est intéressé par la mise en œuvre des tranchées en tant que technique alternative.

Ce programme de recherche a été construit pour répondre à des objectifs scientifiques et à des objectifs opérationnels. Le premier objectif scientifique est d'étudier le comportement hydraulique des tranchées de rétention / infiltration et de construire un outil de dimensionnement et de simulation hydraulique. Un second objectif est d'étudier le comportement des tranchées d'infiltration vis-à-vis du colmatage. Cette recherche doit permettre d'évaluer l'impact du colmatage sur les performances hydrauliques des tranchées afin de prendre en compte la perte de capacité d'infiltration lors du dimensionnement de ces ouvrages. Ces objectifs font appel aux compétences de recherche du laboratoire. L'objectif opérationnel est d'intégrer techniquement les tranchées de rétention / infiltration dans le réseau d'assainissement classique. Ces études consistent à rendre compatibles les tranchées avec les ouvrages habituellement observés en assainissement pluvial : regards de visite, avaloirs... Un autre objectif opérationnel est de rendre les tranchées exploitables afin de préserver le bon fonctionnement hydraulique. Ces objectifs font appel aux compétences d'ingénierie de SOGEA Rhône-Alpes.

Certaines des tranchées de rétention / infiltration étudiées dans ce programme de recherche sont dotées du système BANCEL. Une coupe type de cette tranchée est présentée sur la

Figure 6.

Cette tranchée se distingue des ouvrages classiques par la multiplication du nombre de drains et la mise en place d'évents. Ce dispositif technique a pour objectif d'améliorer l'injection et la répartition de l'eau dans le matériau poreux.

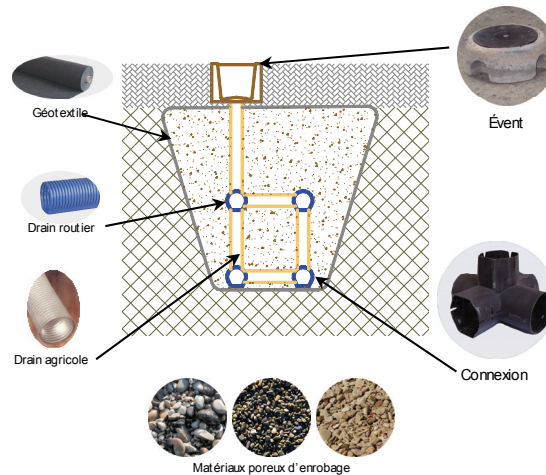


Figure 6. Coupe type – système A.BANCEL

Un site expérimental a été construit dans le but d'observer le fonctionnement hydraulique des tranchées de rétention / infiltration. Les problématiques scientifiques et techniques se sont croisées dès la construction du site expérimental. Le dispositif doit permettre l'acquisition de données servant à alimenter le calage et la validation d'un modèle de simulation hydraulique des tranchées. C'est aussi un chantier pilote où le système BANCEL est testé. Le dispositif expérimental est enfin une vitrine commerciale de l'engagement de SOGEA Rhône-Alpes pour le développement des tranchées. Ainsi, 8 tranchées de caractéristiques différentes ont été construites à l'échelle 1 afin de tester le système BANCEL. Le nombre de drains, la pente et le mode de vidange (infiltration ou rétention) varient d'une tranchée à l'autre. Ces tranchées sont placées au sein d'un dispositif permettant de réaliser des expérimentations en conditions contrôlées et l'acquisition de mesures fines sur les variables hydrauliques (hauteurs d'eau et débits). Le dispositif expérimental permet aussi d'accélérer le vieillissement des tranchées d'infiltration et donc d'observer l'effet du phénomène de colmatage sur la performance hydraulique des tranchées.

Un modèle numérique est construit pour simuler le fonctionnement hydraulique. Ce modèle, basé sur le concept de stock, est de type conceptuel. Il a pour vocation la prédiction des variables hydrauliques agissant dans les tranchées. Ce modèle doit être capable à partir d'un hydrogramme d'entrée de prédire les hauteurs d'eau dans la tranchée et le débit de sortie à chaque pas de temps. L'objectif opérationnel de la modélisation est de vérifier le bon dimensionnement des tranchées en phase de conception.

Des outils de communication sont développés. Les tranchées de rétention / infiltration sont commercialement appelées « tranchées de régulation de débit ». Les outils de communication sont variés : plaquettes, site Internet, exposition dans des salons professionnels, présence à des congrès et participation à des concours d'innovation, permettent de promouvoir les tranchées de rétention / infiltration auprès des aménageurs, prescripteurs et collectivités locales.

Parallèlement, l'entreprise intervient auprès des prescripteurs et des maîtres d'ouvrage pour concevoir des projets en utilisant des tranchées de rétention / infiltration. Ces études de cas doivent permettre de comprendre les attentes des clients et de concevoir des ouvrages exploitables dans un environnement urbain.

Les moyens humains mis en jeu dans cette recherche sont un ingénieur doctorant embauché dans l'entreprise en convention CIFRE. L'encadrement est constitué d'un directeur de thèse et du directeur de SOGEA Rhône-Alpes. Les supports techniques sont de deux ordres : technicien et ingénieur de recherche au laboratoire et ingénieurs d'études à l'entreprise.

RESULTATS

La construction du site expérimental a permis de valider les dispositifs techniques et les modalités de construction des tranchées de régulation de débit. D'un point de vue hydraulique le dispositif permet de tester les tranchées expérimentales dans un maximum de configurations. Le système d'alimentation comprend un réservoir et un système de pompage, il fonctionne en circuit fermé. Les expérimentations sont donc réalisées en conditions contrôlées, elles sont reproductibles et ne sont pas limitées par la pluviométrie. Les données acquises lors des expérimentations sont fiables, précises et nombreuses. Ainsi, un protocole d'accélération du vieillissement des tranchées d'infiltration a été mis au point. La méthode permet d'observer la diminution des capacités d'infiltration des tranchées due au phénomène de colmatage. Le site expérimental répond aux exigences scientifiques – acquisition de données – et aux exigences opérationnelles – test des dispositions techniques. Le site expérimental est aussi un lieu d'exposition des tranchées. Les démonstrations réalisées sur des tranchées à l'échelle 1 permettent de rassurer les prescripteurs et les maîtres d'ouvrage sur le bon fonctionnement hydraulique des tranchées de rétention / infiltration.

La construction du site expérimental est une étape qui a mobilisée les compétences du laboratoire de recherche (mesures – acquisition de données) et celles de l'entreprise (construction – dispositions techniques). L'apport du Grand Lyon est important car ce site est construit sur un terrain appartenant à la collectivité.

La partie modélisation numérique a sollicité principalement les compétences de recherche de l'INSA de Lyon. Le modèle de simulation hydraulique est basé sur le concept de stock, concept initialement développé au sein du laboratoire. Le calage et la validation du modèle sont réalisés sur les données acquises lors des expérimentations. La construction du modèle s'est déroulée en 2 étapes. Dans un premier temps le travail de modélisation a porté sur les phénomènes d'hydraulique internes aux tranchées de rétention, c'est-à-dire le comportement hydraulique du matériau poreux et les interactions drain-galet. Cette partie du modèle est calée sur les résultats expérimentaux de tranchées de rétention étanches donc sans interaction avec le sol support. Un module « infiltration » a ensuite été ajouté. Ce module est calé avec les données récoltées sur les tranchées d'infiltration. Le modèle est à vocation opérationnelle ; il sert d'appui au dimensionnement des tranchées de rétention / infiltration. Si le dimensionnement du volume de stockage est réalisé en se servant des méthodes classiques, méthodes des pluies et / ou méthode des volumes, le fonctionnement hydraulique des tranchées projetées est simulé afin de vérifier qu'il n'y a pas de risque de débordement au moment du remplissage de l'ouvrage.

L'expérience de SOGEA Rhône-Alpes dans la mise en œuvre des tranchées a permis de fixer les marges d'incertitudes sur les résultats obtenus par la modélisation. En phase de réalisation, les dimensions des tranchées sont très dépendantes des conditions de terrassement et donc de la nature du sol. Contrairement aux canalisations qui sont usinées puis posées sur un lit de sable, les dimensions des tranchées de rétention / infiltration sont liées à la qualité du terrassement. Ainsi les sections transversales et la pente des tranchées peuvent varier sur la longueur de l'ouvrage. Le modèle prédit les conditions d'écoulement tout en tenant compte des incertitudes liées à la réalisation des tranchées.

Le volet recherche de cette association a permis, grâce aux expérimentations et à la modélisation, de mieux connaître le fonctionnement hydraulique des tranchées de rétention / infiltration. Les résultats obtenus peuvent être valorisables pour d'autres applications en hydrologie urbaine (puits, bassins d'infiltration) mais aussi dans d'autres domaines tels que le génie rural et les questions de drainage.

Les expérimentations et la modélisation ont donc permis d'améliorer les connaissances et le dimensionnement des tranchées. Si cette première étape est essentielle pour la promotion des tranchées de rétention / infiltration, prévoir et intégrer les contraintes d'exploitation de ces ouvrages restent primordiales pour leur durabilité.

L'association du Grand Lyon dans ce programme de recherche a permis de définir les attentes du gestionnaire dans l'exploitation de ce type d'ouvrage. Pour rendre l'ouvrage viable, SOGEA Rhône-Alpes a décidé d'utiliser au maximum les accessoires déjà présents dans les ouvrages d'assainissement classiques. Les eaux de ruissellement sont généralement recueillies dans des caniveaux ou des grilles munies de décantation. Ces grilles sont connectées à des regards en béton préfabriqués Ø1000 mm. (Figure 7).

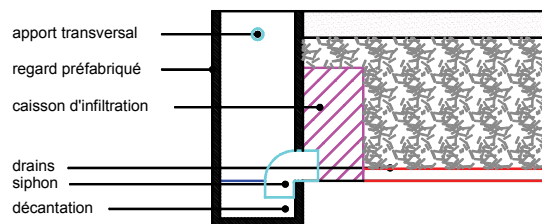


Figure 7. Regard d'injection des tranchées de rétention / infiltration.

Le regard d'injection est muni d'une chambre de décantation et d'une cloison siphonoïde permettant de piéger les sables et les flottants. L'eau pénètre ensuite dans la tranchée par un caisson d'infiltration qui assure une bonne diffusion de l'eau sur la section transversale de la tranchée. L'entretien de la tranchée consiste donc en l'entretien du regard d'injection. La durabilité des tranchées de rétention / infiltration est aussi largement dépendante de la qualité des matériaux utilisés lors de la construction. Le géotextile anticontaminant est d'une densité minimum de 180 g/m², la géomembrane doit être protégée des deux côtés par un géotextile. Les drains utilisés sont d'une classe de résistance CR 8. Le dispositif de limitation de débit aval des tranchées est démontable pour faciliter son entretien.

La réflexion menée conjointement avec le Grand Lyon a permis de définir et d'anticiper les demandes du gestionnaire en matière d'exploitation des tranchées de rétention / infiltration. Les ouvrages bien conçus s'intègrent dans le système d'assainissement et dans le tissu urbain et sont exploitables avec les moyens techniques et humains habituellement mobilisés. Pour chaque ouvrage construit, SOGEA Rhône-Alpes fournit une fiche technique de la tranchée. Cette fiche technique contient la note de calcul du dimensionnement, les caractéristiques des matériaux utilisés et un guide d'entretien personnalisé en fonction du type d'environnement.

Le travail de recherche scientifique et de développement technique effectué sur les tranchées de rétention / infiltration permet à SOGEA Rhône-Alpes de répondre aux attentes des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et gestionnaires. L'entreprise

dispose d'un savoir faire et d'une connaissance qui permet de garantir le bon fonctionnement hydraulique de l'ouvrage dans la durée.

La tranchée de régulation de débit s'est fait connaître grâce à la communication de l'entreprise, les réseaux existants et les distinctions reçus lors de concours d'innovation. SOGEA Rhône-Alpes a aujourd'hui traité quelques projets en proposant la solution tranchée. Les affaires ont été obtenues soit grâce à un travail en amont avec les bureaux d'études ou les maîtres d'ouvrage soit en variante de projets conçus en utilisant des bassins de rétention. Dans les deux cas, l'expertise technique de l'entreprise a été primordiale. Les projets concernent différents type d'aménagement : lotissements, assainissement pluvial à la parcelle pour des projets de bâtiments, assainissement d'un parking de 25 000 m² d'une salle de spectacle. Les projets ont été obtenus grâce à la qualité technique des tranchées et aussi grâce à leur faible coût de mise en œuvre. Dans un projet classique d'assainissement pluvial, la substitution de l'ensemble canalisation – bassin de rétention par une tranchée permet en général d'économiser le coût de la canalisation pour la même performance hydraulique.

Les résultats issus du programme de recherche et les publications scientifiques (Proton & Chocat, 2005, Proton & Chocat, 2006) permettent de justifier et d'appuyer les propositions techniques de l'entreprise. Le travail effectué en amont a permis de développer un nouveau procédé au sein de SOGEA Rhône-Alpes.

CONCLUSION

Ce projet de recherche développement est une première pour SOGEA Rhône-Alpes. Le partenariat entre les 3 acteurs entreprise – laboratoire de recherche – collectivité locale, a permis de définir clairement les objectifs de recherche et les objectifs opérationnel de cette étude. Les compétences des 3 entités ont été mises à contribution pour apporter des réponses à la problématique de départ.

La réussite du projet est fondée sur la conjonction de 4 éléments : l'amélioration des connaissances, l'amélioration du dispositif technique et des modalités de construction, une meilleure connaissance des besoins des clients et la mise en place d'une politique volontariste de communication.

Ce programme de recherche a débuté en 2003. Les premières tranchées de régulation de débit ont été réalisées en 2006. Le retour d'expérience de l'entreprise est donc relativement court sur cette technique. L'enjeu consiste aujourd'hui en la mise en place d'une politique de suivi des ouvrages construits afin d'améliorer encore les matériaux utilisés lors de la construction et les techniques d'entretien des ouvrages.

REFERENCES

- Azzout, J-R., Barraud, S., Cres, F., et Alfakih, E. (1994). Techniques alternatives en assainissement pluvial. Paris : Tec et Doc, 372 p.
- CERTU (2003). La ville et son assainissement – Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau. CD Rom Edition CERTU (France).
- Proton, A., Chocat, B. (2005). Experimental study of detention / infiltration trenches; Proceedings of the 10th ICUD, Copenhagen (Denmark). August 22-26; 2005
- Proton, A., Chocat, B. (2006). Etude hydraulique des tranchées de rétention / infiltration. Proceedings of the 2nd JDHU, Nantes (France). October 17-18; 2006
- Région Rhône-Alpes (2006) avec Agence de l'eau RM&C, Certu, Insa Lyon, GRAIE, Grand Lyon, SINT, P. Pionchon « Pour la gestion des eaux pluviales : Stratégie et solutions techniques ».
- Warnaars, E., Larsn, AV., Jacobsen, P., Mikkelsen, PS., (1998). Long-term behaviour of stormwater infiltration trenches in a central urban area. Water Science & Technology 39(2), 225-231.