

# FICHE TECHNIQUE OTHU N° 9

## Indicateurs de performance de stratégies d'assainissement pluvial par infiltration



### Résumé :

L'objet de cette fiche est de présenter les travaux réalisés en matière de construction d'indicateurs de performances de systèmes d'infiltration intégrés dans des méthodes d'aide à la décision permettant d'évaluer un système d'infiltration à un moment donné, de le suivre dans le temps ou encore de comparer des variantes de projets ou de stratégies de gestion des systèmes.

### ■ Cadre Général :

L'émergence de la notion de développement durable a déjà et va probablement continuer à modifier les questions soulevées tant aux scientifiques qu'aux opérationnels. Le rapport Brundtland de 1984 en énonçant le principe selon lequel : "Le développement durable est un développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins." induit la nécessité d'intégrer le long terme, l'interdépendance de l'économie, de l'environnement et du social et donc d'associer explicitement dans les processus de conception ou de gestion la volonté de transparence et de participation de toutes les acteurs concernés dans les processus de décision.

Cette exigence place donc au premier plan la nécessité de développer des moyens d'évaluation et d'aide à la décision, supports de négociation. Devant l'ampleur des attentes, l'ampleur des systèmes étudiés en termes d'échelles de temps et d'espace et des points de vue à prendre en compte, des outils d'évaluation, de suivi ou de comparaison deviennent nécessaires. Ainsi, la notion d'indicateur devient-elle un outil privilégié de « mesure ». La profusion d'études et de recherche sur la définition d'indicateurs a d'ailleurs connu ces dernières années un essor considérable. On pourrait même dire que « chacun y va » de son jeu d'indicateurs sans trop se préoccuper de la façon dont ils seront évalués et ultérieurement utilisés. Par ailleurs, l'attirance dont les scientifiques font preuve à l'égard des chiffres fait parfois oublier que précision ne rime pas forcément avec certitude et que la qualité de l'information utilisée peut biaiser grandement les prescriptions qui en découlent.

Dans le cadre de l'OTHU la question du « bon choix » de techniques alternatives d'assainissement pluvial et notamment de techniques d'infiltration a été examinée ainsi que le suivi de l'état de fonctionnement des ouvrages existants. En effet, les systèmes d'infiltration sont fréquemment utilisés pour la gestion des eaux pluviales en milieu urbain. Ils contribuent à la réduction des débits de pointe et des volumes de ruissellement. Ils permettent de diminuer la fréquence des inondations et participent à la recharge des nappes phréatiques. Enfin, ils offrent des potentialités importantes en terme de forme et des possibilités d'usages variés leur permettant de s'intégrer facilement dans le « paysage » urbain et de contribuer à la sociabilité d'un lieu. Même s'ils présentent de nombreux avantages, leur durabilité et leur comportement sur le long terme n'est pas certaine. La performance de ces systèmes est donc diverse et intègre non seulement les aspects techniques mais aussi des aspects environnementaux, économiques et sociaux.

Par conséquent une approche multicritère pour quantifier les performances de ces systèmes et aider à la résolution des problèmes de décision a été entreprise. Il s'agit de permettre aux décideurs d'adopter ou non des stratégies d'infiltration, d'évaluer un système d'infiltration à un moment donné, de le suivre dans le temps ou encore de comparer des variantes de projets ou de stratégies de gestion des systèmes. La fiche présente les jeux d'indicateurs qui ont été construits pour des phases de conception (choix de stratégies d'infiltration) et de suivi sur des systèmes existants (identification de leur qualité globale et de leurs dysfonctionnements potentiels)

### ■ Contacts :

Sylvie Barraud / Frédéric Cherqui : LGCIE - INSA Lyon / UCBL, Bâtiment Coulomb, 34 Avenue des Arts, 69621 Villeurbanne Cedex, Tel : 04 72 43 83 88, e-mail : sylvie.barraud@insa-lyon.fr, frederic.cherqui@insa-lyon.fr

## Les avancées de l'OTHU : Principaux résultats

L'évaluation que nous proposons repose sur une analyse multicritère elle-même basée sur la construction et l'exploitation d'indicateurs de performance. Des premiers jeux d'indicateurs avaient été proposés en 2002 puis en 2004 mais leur analyse montrait de nombreux biais (Barraud et al, 2004)<sup>1</sup> Depuis, la liste des performances, les indicateurs associés et les moyens de les évaluer ont évolué grâce à la collaboration de chercheurs de différents domaines de l'OTHU et d'opérationnels appartenant à des bureaux d'étude ou à différents départements techniques et stratégiques de collectivités territoriales. La méthode a consisté à définir les performances attendues par les systèmes d'infiltration, puis à construire collectivement des indicateurs censés mesurer les performances. Chaque indicateur a été testé rigoureusement selon des critères de qualité énoncés par (Labouze et al, 1995)<sup>2</sup> concernant : leur pertinence, leur accessibilité, leur fidélité, leur objectivité, leur précision/robustesse, leur sensibilité, leur univocité. Cette phase très itérative a donné lieu à de nombreuses re-définitions des indicateurs jusqu'à satisfaction des qualités requises. La liste des indicateurs est présentée synthétiquement au tableau 1 et 2

Performance visée	Indicateur	Evaluation des indicateurs
Protéger contre les inondations	Fréquence de dimensionnement (IC <sub>HYD1</sub> )	Temps de retour
	Vulnérabilité des surfaces touchées (IC <sub>HYD2TYPE</sub> )	Volume débordé pour différents types de surfaces présentes sur le bassin versant
Retenir la pollution dans l'ouvrage	Protection de la nappe (IC <sub>NS1</sub> )	Épaisseur de la zone non saturée sous l'ouvrage
	Aptitude du sol à la rétention des polluants (IC <sub>NS2</sub> , IC <sub>NS3</sub> )	pH du sol sous l'ouvrage Coefficient de perméabilité du sol
	Pression anthropique (IC <sub>PR</sub> )	Rapport entre la surface d'infiltration et la surface active du bassin versant, pondéré par le type d'occupation du sol et par la présence ou l'absence de prétraitement
Contribuer à la recharge des nappes	Recharge des nappes (IC <sub>NAPPE</sub> )	Pourcentage de la zone drainé par infiltration
Préserver les ressources naturelles	Consommation de ressources naturelles (IC <sub>RN</sub> )	Consommation d'énergie pour la construction et gestion des ouvrages (tep)
Être maintenable facilement	Maintenance (IC <sub>MAIN</sub> )	Note issue de règles expertes intégrant différents types de contraintes de maintenance par type d'ouvrage
Garantir la santé et la sécurité des usagers/personnels	Sécurité des ouvrages (IC <sub>SS</sub> )	Note issue de règles expertes, par type d'ouvrage
Produire des déchets facilement gérables	Déchets solides (IC <sub>DEC</sub> )	Surfaces actives drainés par chaque ouvrage
Avoir un coût peu élevé	Coûts d'implantation (IC <sub>COUT1</sub> )	Coûts d'investissement et d'études préalables
	coûts de maintenance et gestion (IC <sub>COUT2</sub> )	Valeur actuelle nette du coût de maintenance par an
Qualité de l'aménagement	Qualité de l'aménagement (IC <sub>QUAL</sub> )	Avis du décideur

Tableau 1 : Performances et indicateurs respectifs pour la phase de conception des ouvrages.

Performance	Indicateur	Evaluation des indicateurs
Protéger contre les inondations	fréquence de débordement (IS <sub>HYD1</sub> )	Rapport entre la fréquence de dimensionnement et la fréquence de débordement observée
	performance hydraulique (IS <sub>HYD2</sub> )	Résistance hydraulique de l'ouvrage d'infiltration (grands ouvrages) / Conductivité hydraulique à saturation en différents points (petits ouvrages) / % de cas où le colmatage est avéré (zone avec des ouvrages mixtes)
Ne pas dégrader la qualité de la nappe	qualité de la nappe (IS <sub>NAPPE</sub> )	Issu de règles expertes exploitant les mesures de conductivité électrique et de l'oxygène dissous dans la nappe
Retenir la pollution dans l'ouvrage	efficacité des systèmes de prétraitement (IS <sub>PT</sub> )	Efficacité de l'ouvrage de prétraitement
	contamination du sol (IS <sub>SOL1</sub> , IS <sub>SOL2</sub> )	Différentiel entre les concentrations en polluant dans le sol, avec les concentrations mesurées avant l'implantation de l'ouvrage
Etre maintenable facilement par l'organisation	maintenance (IS <sub>MAIN1</sub> )	Expertise par type d'ouvrage issu de l'examen des dysfonctionnements possibles
Garantir la santé et la sécurité des usagers/personnels	aspect sanitaire lié au sol pour les usagers (IS <sub>SAN1</sub> )	Estimé à partir de la comparaison entre les concentrations en polluants dans le sol et les seuils d'effets sur la santé humaine
	aspect sanitaire lié à l'air pour les usagers et riverains (IS <sub>SAN2</sub> )	Estimé à partir de la comparaison entre les concentrations en polluants dans l'air et les seuils de pollution dans l'air donnés par l'OMS
	aspect sanitaire lié à l'air et aux particules pour les personnels (IS <sub>SAN3</sub> )	Estimé à partir de la comparaison entre les concentrations en polluants dans l'air et les seuils de pollution dans l'air donnés par l'INERIS
Produire des déchets facilement gérables	valorisation des déchets (IS <sub>DEC</sub> )	% de déchets valorisés
Avoir un coût peu élevé	Coûts (IS <sub>COUT</sub> )	Coûts d'entretien annuels
Acceptabilité sociale d'un scénario	Acceptabilité sociale (IS <sub>AS</sub> )	Plaintes des riverains

Tableau 2. Performances et indicateurs respectifs pour la phase de suivi des ouvrages.

Notons que certains indicateurs peuvent être déterminés à l'aide de modélisation : c'est le cas de l'indicateur de Vulnérabilité des surfaces touchées ou d'estimation du coût d'investissement en conception par exemple. Ils peuvent être aussi déterminés selon des règles expertes comme pour la sécurité des ouvrages dont l'évaluation est réalisée à partir de jugements qualitatifs cohérents (note attribuée par méthode AHP (Saaty, 1977) <sup>3</sup> suivant le jugement de situations prises deux à deux) ou encore basés sur l'avis direct du décideur (qualité de l'aménagement projeté conforme à sa demande et à ses souhaits) etc. Chaque indicateur est ainsi formulé dans un système de valeur qui lui est propre.

La qualité de chaque jeu d'indicateurs a ensuite fait l'objet de tests de manière à qualifier leur relative exhaustivité par rapport au problème traité, à identifier des redondances potentielles, et à contrôler la cohérence globale des préférences.

Ensuite pour chaque type de problématique une méthode d'exploitation a été utilisée. Pour sélectionner un bon projet parmi un ensemble, ELECTRE III a été retenue. Pour identifier les systèmes à surveiller plus particulièrement, le choix s'est porté sur ELECTRE Tri. Notons que ces deux méthodes multicritères présentent l'avantage, outre de ne pas demander d'agrégation a priori des indicateurs, d'intégrer l'incertitude inhérente aux évaluations des indicateurs et dont la prise en compte peut modifier ou relativiser grandement les prescriptions décisionnelles (Bertrand-Krajewski et al., 2002) <sup>4</sup>.

Enfin les méthodologies ont été testées en vraie grandeur avec satisfaction.

<sup>1</sup> Barraud S., Miramond M., Alfakih E. (2004). *Critical analysis of the quality of a set of performance indicators used to qualify sustainability of urban infiltration storm water drainage systems. 4th International Conference on Decision Making in Urban & Civil Engineering. Porto, Portugal, October 28-30, 2004. in [CD ROM]*

<sup>2</sup> Labouze. & R. (1995) « La comptabilité de l'environnement ». *Revue Française de Comptabilité*, n°272, 92 p.

<sup>3</sup> Saaty, T. (1977). « A scaling method for priorities in hierarchical structures ». *Journal of Mathematical Psychology*, 15, 234-281.

<sup>4</sup> Bertrand-Krajewski, J.L., Barraud, S., Bardin, J.P. (2002), *Uncertainties, performance indicators and decision aid applied to stormwater facilities, Urban Water*, 4 (2), 163-179.

## ■ Cadre d'utilisation et Développement futur

Ce travail s'inscrit dans une optique opérationnelle qui sert soit en conception (construction et comparaison de variantes de projets) soit au diagnostic et au suivi des ouvrages dans le temps. Les méthodes doivent être utilisées et testées plus avant par la direction de l'eau notamment pour le suivi des ouvrages. Notons enfin que certains indicateurs doivent encore évoluer notamment ceux relatifs à la gestion des déchets, ceux liés aux coûts d'exploitation des ouvrages ou encore ceux liés aux aspects sanitaires pour lesquels les données font encore souvent défaut. Les efforts en matière de recherche qui sont faits par ailleurs dans l'observatoire pourront également être intégrés dans ce type d'approche et faire évoluer les indicateurs (bio-indicateurs de qualité de nappe en cours de test par exemple pouvant remplacer à terme l'exploitation des séries de conductivité et d'oxygène dissous pour le suivi des ouvrages).

## ■ Remerciements

Cette recherche a été réalisée dans le cadre de l'OTHU avec le soutien de la Région Rhône Alpes, du programme ANR-PRECODD (Ecopluies), de la direction de l'Eau du Grand Lyon.

## ■ Quelques documents publiés sur le thème

Barraud S., Moura P., Cherqui F. (2008). Rapports sur les indicateurs et sur les méthodes de constructions des indicateurs de performances des ouvrages d'infiltration (étape 2), Délivrable D-D2, programme Ecopluies, ANR PRECODD, 130 p. <http://www.graie.org/ecopluies/delivrables/D-D2-v1.pdf>

Moura P. (2008). Méthode d'évaluation des performances des systèmes d'infiltration des eaux de ruissellement en milieu urbain, Thèse de Doctorat de l'INSA de Lyon, [http://docinsa.insa-lyon.fr/these/pont.php?id=moura\\_p](http://docinsa.insa-lyon.fr/these/pont.php?id=moura_p), 363 p.

Moura P., Barraud S., Baptista M. (2006). Procédure multicritère pour la conception et le suivi des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales. Annales du bâtiment et des travaux publics, 6, 59-63.

Moura P., Barraud S., Baptista M. (2007). Multicriteria procedure for the design and the management of infiltration systems. Water Science and Technology, 55 (4), 145-153.

Moura P., Barraud S., Varnier J.-C. (2007). Comparison between different approaches for the definition of soil contamination indicators of stormwater infiltration systems. 6th international conference on sustainable techniques and strategies in urban water management, NOVATECH 2007, Lyon - France - June 25-28, 2007. 843-850.