

Effacité d'une gestion à la source des Eaux Pluviales et apports de la modélisation sur de longues chroniques

Illustration sur une étude de cas

Sur la base de l'article « Comparaison de différentes solutions de gestion des eaux pluviales dans un projet d'aménagement » de J. L. Bertrand-Krajewski et P. Herrero.

Introduction

Face à l'ampleur toujours grandissante des surfaces imperméabilisées en ville, la collecte et l'évacuation à l'aval des eaux pluviales via des réseaux enterrés a montré ses limites. Les risques associés à une telle gestion sont aujourd'hui bien connus (pollution des milieux, inondations, réduction des recharges de nappes, débordement des réseaux, dégâts aux bâtiments, augmentation des températures en ville)¹.



Le ralentissement, le stockage temporaire, et l'infiltration des eaux pluviales au plus près de leur point de chute, permettent d'éviter une concentration des flux et de rétablir les volumes localement infiltrés avant l'imperméabilisation des sols.

Recourir à ces techniques de gestion dites « à la source » ou « décentralisées » semble une question de bon sens.

Pourtant, ce changement de pratique peine à s'imposer, souvent par crainte d'un manque de maîtrise de ces techniques, de leur dimensionnement et de leur fonctionnement.

Aussi, cette note vise à fournir aux Bureaux d'Etudes et Services Techniques des collectivités, des arguments concrets relatifs à l'efficacité et de la maîtrise de ces techniques :

- *par la comparaison de 3 scénarios de gestion, avec des degrés de décentralisation croissants, adaptés à un cas réel,*
- *pour conforter les choix de dimensionnement, par la présentation des apports de la modélisation sur de longues chroniques et de notre capacité actuelle à mobiliser cet outil.*

¹ Pour en savoir plus : document Méli Mélo démêlons les fils de l'eau « Faut-il infiltrer les eaux pluviales en ville ? », juin 2015, <http://www.graie.org/eaumelimelo/Meli-Melo/Questions/Infiltration-des-eaux-pluviales>

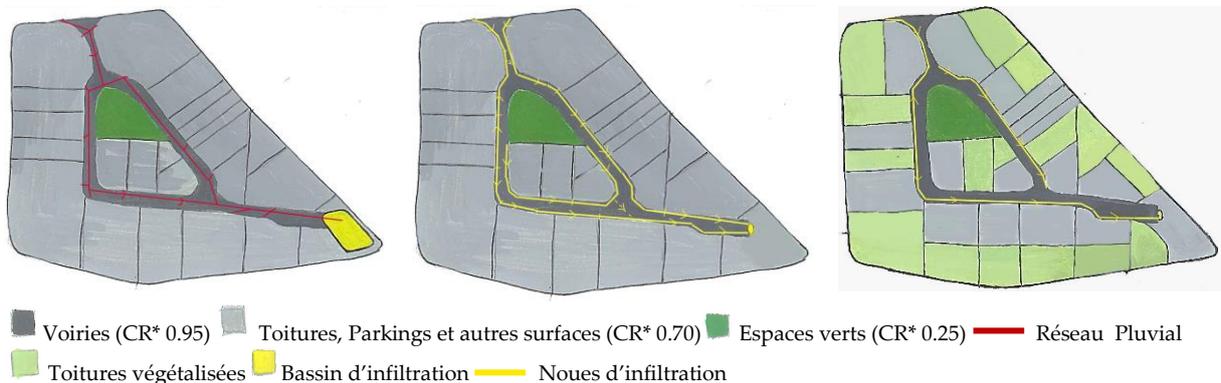
I - Comparaison de 3 scénarios de gestion des Eaux Pluviales

I-1 – Présentation du site d'étude et scenarios de gestion

Le site d'étude est une zone artisanale (ZA) située dans l'Ain, à 34 km au Nord-Est de Lyon, et d'une superficie totale de 6.5 ha. La gestion des eaux pluviales constitue un enjeu fort sur ce secteur fortement imperméabilisé (environ 20% de voiries, 55 % de toitures, et 25 % de parkings et autres surfaces). Les espaces non imperméabilisés présentent des conditions favorables à l'infiltration avec une perméabilité élevée du sol ($K = 0.6 \times 10^{-3}$ m/s); la nappe de la Basse Plaine de l'Ain à plus de 5 - 6 m sous la ZA en hautes eaux ; et un terrain plat (1.7 m de dénivelé).

Les 3 scenarios conduisent les eaux de ruissellement vers un bassin d'infiltration à l'aval mais ils présentent les différences suivantes :

- Le premier scenario collecte et transporte les eaux de ruissellement de la ZAC via un réseau pluvial souterrain classique.
- Le deuxième scenario substitue au réseau souterrain un réseau de noues d'infiltration en surface.
- Le troisième complète le scenario 2 avec l'aménagement des toitures de la ZA en toitures stockantes végétalisées.



Schémas de principe des 3 scenarios de gestion des Eaux pluviales (*CR : Coefficient de ruissellement)

Le réseau de collecte, les noues et les bassins d'infiltration ont été dimensionnés sur la base d'une pluie de projet double triangle symétrique, d'une durée totale de 2h30, discrétisée au pas de 6 minutes, et de période de retour de 7 ans environ sur la base des données pluviométriques du Grand Lyon² (et 10 ans pour sa période intense de 18 minutes). Sa hauteur de précipitation totale est de 39.2 mm et son intensité maximale de 115 mm/h.

Les toitures végétalisées ne sont pas dimensionnées spécifiquement pour une pluie : elles sont considérées équipées de bacs de type Hydropack® standards d'une capacité de stockage totale de 32 mm, du même ordre de grandeur que la hauteur précipitée de la pluie de projet.

	Scénario S1	Scénario S2	Scénario S3
Longueur des collecteurs (m)	535	0	0
Longueur des noues d'infiltration (m)	0	408	203
Surface des toitures stockantes végétalisées (m ²)	0	0	32 300
Volume du bassin d'infiltration (m ³)	1 600	30	20
Emprise au sol des ouvrages d'infiltration (m ²)	1 067	1040	521

Dimensionnement des ouvrages pour les trois scénarios.

² Chocat, 2009, *Rapport de recherche – Intensités extrêmes de pluie sur le territoire du Grand Lyon, analyse des données du Grand Lyon période 1987-2007*. INSA Lyon, LGCIE, avril 2009, 22 p. (non publié).

Les résultats de dimensionnement de ces trois scénarios permettent de dégager plusieurs éléments de comparaison des techniques mises en œuvre.

I-2 - Effet des noues d'infiltration

La comparaison des scénarios 1 et 2 permet de conclure sur l'effet des noues d'infiltration.



- Réduction, voire suppression du bassin d'infiltration

Le remplacement du réseau souterrain par un réseau de noues d'infiltration de 2.5 m de largeur et 1 m de profondeur, a pour effet de réduire dans sa presque totalité le volume du bassin d'infiltration aval qui passe de 1600 m³ à 30 m³. Près de 98 % du volume des eaux de pluies ruisselées est infiltré dans les noues. Le bassin pourrait être entièrement supprimé par un dimensionnement de la dernière noue légèrement plus important que celui envisagé.

Cette conclusion s'entend dans le contexte de forte capacité d'infiltration des noues de cette étude (perméabilité élevée du sol ; terrain plat ; zone insaturée de plus de 5 m de profondeur).

L'emprise au sol des surfaces d'infiltration (noues ou bassin) est équivalente pour les deux scénarios. Toutefois, on supprime totalement les réseaux de collecte enterrés et la nature des surfaces d'infiltration est très différente : les noues occupent une surface linéaire répartie sur l'ensemble de la zone, alors que le bassin occupe une parcelle à l'aval. La parcelle réservée pour le bassin peut être utilisée pour un autre usage.

- Réintroduction de l'eau et des végétaux dans le paysage urbain

La visibilité de l'eau au cœur de la zone aménagée peut être appréciée pour sa valeur paysagère et sa capacité à sensibiliser les usagers au risque d'inondation.

Il est à noter que la grande différence entre ces deux scénarios réside dans la nature des travaux et l'entretien des ouvrages de gestion des eaux pluviales (réseau souterrain et bassin ou large fossé).

I-3 - Effet des Toitures Stockantes Végétalisées

La comparaison des scénarios 2 et 3 permet d'étudier l'effet de l'aménagement de la totalité des toitures de la zone en toitures terrasses stockantes végétalisées.



- Réduction de l'emprise au sol

L'aménagement des toitures avec des bacs végétalisés équipés d'une réserve de stockage alvéolaire (de type Hydropack®) permet le stockage d'une partie de l'eau de pluie et son évacuation progressive dans l'air par évaporation et évapotranspiration (ETP)³. Les eaux de débordement rejoignent les noues d'infiltration.

Avec 50 % de la surface de la ZA convertie en TV dans cette étude, 30 à 50 % des eaux de pluie de la ZA sont ainsi soustraits par les toitures végétalisées au volume de ruissellement à gérer sur la zone. Le surplus, ne pouvant être stocké dans les TV, est infiltré dans les noues. La conséquence directe est une division par deux du linéaire des noues d'infiltration nécessaire (ou de leur surface, en jouant sur leur largeur ou leur profondeur), en plus de la réduction de la presque totalité du volume du bassin d'infiltration

On rappelle que ce résultat est attaché à notre exemple.

Exemple toutefois représentatif d'une situation relativement commune : une proportion élevée de toiture dans l'imperméabilisation du secteur ($\approx 50\%$, ce qui est courant en zone urbaine) et une capacité de stockage (de 32 L/m^2), du même ordre de grandeur que la hauteur précipitée de la pluie de projet (de 39.2 L/m^2), entraînant de très rares débordements des toitures.

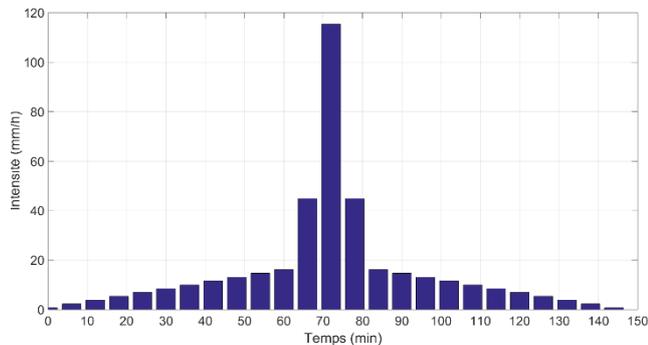
Les effets des ouvrages de gestion des eaux pluviales doivent dans tous les cas être étudiés pour chaque projet, selon les données d'entrée particulières.

³ Eau puisée par les racines des plantes et évacuée par leurs feuilles sous forme de vapeur d'eau.

II - Apports de la modélisation du fonctionnement sur des chroniques longues

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales sont classiquement dimensionnés sur la base d'une pluie théorique, dite « pluie de projet ». Un modèle de type « pluie double triangle symétrique », d'une intensité de période de retour 10 ans, est souvent retenu.

Le **modèle de pluie double triangle** a été inventé pour représenter la pluie qui génère les **débits de ruissellement maximum** observés sur un bassin versant pour une hauteur de pluie donnée (définie ici selon la période de retour de la pluie).



Pluie de projet double triangle (source SEDic).

Les modèles hydrauliques utilisés pour le dimensionnement de ces ouvrages déterminent les diamètres des collecteurs, la longueur des noues, ou la surface du bassin d'infiltration, qui permettent d'éviter tout débordement pour la pluie de projet⁴

Or, la pluie de projet est une **pluie théorique n'ayant pas de réalité locale** : les intensités, durées et formes des pluies observées sur le bassin versant considéré peuvent différer considérablement de la pluie projet double triangle. Les débits de ruissellement modélisés pour la pluie projet peuvent également être très différents des débits générés par la pluviométrie réelle.

De même, le dimensionnement s'appuie sur une période de retour liée à un évènement pluvieux. Il n'augure pas directement de la période de retour des débordements des ouvrages de gestion des eaux de pluie.

La modélisation du **fonctionnement** des ouvrages de gestion des eaux de pluie sur des **chroniques longues** s'appuie sur les caractéristiques locales réelles du terrain, du sol et de la météorologie. Elle permet de **mieux appréhender le comportement des ouvrages pour un dimensionnement donné : fréquence de débordement, variabilité annuelle et interannuelle du taux de remplissage des ouvrages.**

Elle donne la possibilité d'évaluer le dimensionnement défini sur la base d'une pluie projet théorique, au regard du niveau de défaillance (fréquence et flux de débordement) jugé acceptable par le maître d'ouvrage.

Ces simulations permettent ainsi de **renforcer les choix de dimensionnement ou à l'inverse de les redéfinir.**

Elles peuvent contribuer à rassurer les acteurs, et notamment les décisionnaires, frileux face au soit disant peu de retours sur ces techniques de gestion décentralisées.

⁴ Les toitures végétalisées n'ont pas été dimensionnées sur la base d'une pluie. La totalité des surfaces de toitures a été équipée de bacs alvéolaires de type Hydropack®.

Nous disposons aujourd'hui d'outils de calcul très performants qui rendent ces simulations rapides et accessibles à tous. Un logiciel de modélisation hydraulique, tel que Canoé®, permet de réaliser les calculs d'une année de simulation en quelques heures. Le développement de modèles hydrauliques simples, sous Matlab® par exemple, permet de réduire ce temps à quelques dizaines de minutes.

Mais, le coût de l'accès aux données sur plusieurs dizaines d'années, et à des pas de temps courts (de l'ordre de 5 minutes), peut apparaître bloquant, notamment pour de petites structures.

Toutefois, il faut savoir que les coûts d'accès aux données de pluie de Météo France peuvent être considérablement réduits, par la demande de données triées sans les 0 (absence de pluie). La reconstitution des données complètes nécessite simplement l'ajout de 0 à chaque pas de temps manquant, sur un tableur Excel par exemple. A titre d'illustration, le coût d'une année des données de pluie (pas de temps 6 min) utiles à cette étude de cas, chute de 2 740 € pour la série complète, à 190 € pour des données triées (coût variant selon la proportion de 0 dans la chronique).

Le coût d'une année de données Météo France au pas horaire, des 5 paramètres⁵ permettant le calcul de l'évapo-transpiration³ s'élève à 1 500 €. Notons que l'ETP est fondamentale pour la modélisation des Toitures Végétalisées, mais négligeable pour les noues.

Des tarifs dégressifs sont également opérés en fonction du volume de données commandées.

De manière générale, le coût des données doit être relativisé au regard des économies éventuellement permises. Comme vu plus haut, la modélisation contribue à éviter des surdimensionnements et les surcoûts associés. Or, les surdimensionnements ne sont pas rares pour ce type d'ouvrages. Ils sont la conséquence d'un manque de confiance dans le dimensionnement. La modélisation sur de longues chroniques apporte des arguments solides pour l'évaluation du dimensionnement et permet d'en renforcer le niveau de confiance.

La question récurrente du coût des données pourrait inciter les acteurs de la gestion de l'eau à mutualiser les données météorologiques dont ils disposent (pluviométrie, T°, etc). Ces mesures pourraient être valorisées et mises à disposition sous la forme de bases de données partagées. L'échelle des intercommunalités peut notamment s'avérer pertinente.

CONCLUSION

Cette étude nous a permis de comparer différents scénarios de gestion des eaux pluviales sur une zone d'aménagement.

La mise en place de noues permet de s'affranchir d'un réseau de collecte souterrain. Elle ne réduit pas nécessairement l'emprise au sol des surfaces d'infiltration par rapport à un bassin d'infiltration, mais en modifie la nature : un réseau linéaire au cœur de la zone urbanisée plutôt qu'une parcelle spécifique à l'aval. Elle introduit végétation et eau dans le paysage urbain et contribue ainsi à en accroître la valeur paysagère.

⁵ Température, vitesse du vent, pression atmosphérique, radiation et humidité relative.

Dans la mesure où elles représentent une proportion élevée de la surface gérée, les toitures stockantes végétalisées permettent de réduire très significativement les volumes ruisselés, et par conséquent, les surfaces d'infiltration requises au sol. La capacité de stockage doit être suffisante au regard des hauteurs précipitées. Dans cet exemple, les toitures représentent 50 % de la surface d'étude (ce qui est courant en zone urbaine) et sont équipées avec des structures de capacité de stockage du même ordre que la pluie de projet. Les volumes de ruissellement sont réduits de 30 à 50 % et la longueur des noues d'infiltration divisée par 2.

Enfin, modéliser les ouvrages sur de longues séries chronologiques est indispensable pour évaluer le fonctionnement à diverses échelles de temps et en conditions réelles. Cette analyse peut éventuellement permettre d'adapter le dimensionnement en fonction du niveau de sécurité souhaité (période de retour des débordements par exemple).

Ces simulations nécessitent l'acquisition de données météorologiques, mais sont aujourd'hui tout à fait accessibles, avec des durées de calcul de quelques dizaines de minutes par année simulée.

POUR EN SAVOIR PLUS :

- ▶ GRAIE (2006), plaquette de sensibilisation « *Pour la gestion des eaux pluviales - Stratégie et solutions techniques* », 32p : http://www.graie.org/graie/graiedoc/doc_telech/PlaqTA.pdf
- ▶ GRAIE (juin 2014), « *Les techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales : risques réels et avantages* », notes rédigées par Bernard Chocat (Insa de Lyon), et le groupe de travail "eaux pluviales et aménagement" du Graie : http://www.graie.org/graie/TA_FreinsAvantages.html
- ▶ GRAIE (septembre 2014), texte Méli Mélo démêlons les fils de l'eau « *Le "tout-à-l'égout" est-il une bonne solution pour gérer les eaux pluviales urbaines ?* », 14p, Bernard Chocat (Insa de Lyon), Elisabeth Sibeud (Grand Lyon), Céline Lacour (Onema), Elodie BreLOT (GRAIE) : <http://www.graie.org/eaumelimelo/Meli-Melo/Questions/Les-eaux-pluviales-en-ville/?parent=4>
- ▶ GRAIE (juin 2015), texte Méli-Mélo démêlons les fils de l'eau « *Faut-il infiltrer les eaux pluviales en ville ?* », 17p, Bernard Chocat - Insa de Lyon, et le groupe de travail "eaux pluviales et aménagement" du Graie : <http://www.graie.org/eaumelimelo/Meli-Melo/Questions/Infiltration-des-eaux-pluviales>.
- ▶ GRAIE (2014-2015), fiches de retours d'expérience « *Observatoire Rhône-Alpes des opérations innovantes pour la gestion des eaux pluviales* » : http://www.graie.org/graie/BaseDonneesTA/Observatoire_TAV1.pdf
- ▶ Forum « *Eaux pluviales et aménagement* » (octobre 2014), Lyon-Villeurbanne, http://www.graie.org/graie/graiedoc/doc_telech/actesynteses/Forum_Eaux_pluviales_amenagement_actes2014.pdf