

Guide méthodologique



Aménagement et eaux pluviales

Traitement de la pollution des eaux pluviales et protection des milieux aquatiques sur le territoire du Grand Lyon

Version 2 - 2014

Date 1^{ère} édition : 30 juillet 2012
Date édition V.1 : 14 octobre 2013
Révision : janvier 2015

REDACTION	VERIFICATION	APPROBATION
Nom : Elisabeth SIBEUD Date : 26 janvier 2015 Visa :	Nom : Céline DE BRITO Date : Visa :	Nom : Claude PRESLE Date : Visa :

SOMMAIRE

EAUX PLUVIALES ET POLLUTION	4
1. POLLUTION DE L'EAU	4
- <i>Pollution de l'eau de pluie</i>	4
- <i>Pollution des eaux de ruissellement pluvial</i>	4
- <i>Pollution des rejets pluviaux stricts</i>	4
- <i>Pollution accidentelle</i>	6
2. SOURCES DE POLLUTION	7
3. ZOOM SUR LES PESTICIDES	7
PRINCIPES POUR LIMITER LA POLLUTION DES EAUX PLUVIALES ET LEUR IMPACT SUR LES MILIEUX AQUATIQUES	9
1. AGIR A LA SOURCE	9
2. FAVORISER LA DECANTATION ET LA FILTRATION	9
3. LIMITER LA CONCENTRATION DES POLLUANTS AUX POINTS DE REJET	10
- <i>Rejet dans les ruisseaux</i>	10
- <i>Rejet par infiltration</i>	10
4. POUR L'INFILTRATION DANS LA NAPPE DE L'EST LYONNAIS RESPECTER LES HAUTEURS NON SATUREE	11
5. PREFERER LES SOLUTIONS FACILES À CONTRÔLER ET A ENTRETENIR	12
DEMARCHE DE PROJET	13
1. EVALUER LE RISQUE DE PRODUCTION DE POLLUANTS DU PROJET	14
2. EVALUER LE RISQUE DE TRANSFERT DES POLLUANTS VERS LES MILIEUX AQUATIQUES VIA LES MODES DE COLLECTE UTILISES PAR LE PROJET	16
3. EVALUER LA VULNERABILITE DES MILIEUX RECEPTEURS POUR LE PROJET	17
4. DETERMINER LE NIVEAU DE TRAITEMENT A ATTEINDRE POUR PROTEGER LES MILIEUX AQUATIQUES	17
5. TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES PRECONISE PAR LE GRAND LYON	18
ANNEXE 1 - BIBLIOGRAPHIE DE REFERENCE	19
ANNEXE 2 - EXEMPLES DE TECHNIQUES DOUCES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES ET TECHNIQUES INTERDITES	20
ANNEXE 2 - EXEMPLES DE TECHNIQUES DOUCES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES ET TECHNIQUES INTERDITES	20
ANNEXE 3 - DEFINITIONS DES TERMES	22
ANNEXE 4 - FICHES COMPLÉMENTAIRES RÉDIGÉES PAR BERNARD CHOCAT ET LE GRAIE SUR LA POLLUTION DES EAUX PLUVIALES ET LES TECHNIQUES ALTERNATIVES	25

La politique “pluviale” du Grand LYON a pour ambition de

- **Préserver la disponibilité et la qualité des ressources en eau du territoire.**
 - o Systématiser l'infiltration des eaux pluviales pour préserver durablement l'alimentation des nappes souterraines et leur renouvellement
 - o Systématiser le retour des eaux pluviales et des eaux de drainage vers les ruisseaux pour préserver leur alimentation et la biodiversité qu'ils abritent.
 - o Agir sur les systèmes d'assainissement pour améliorer la qualité des milieux récepteurs
 - Déconnecter les eaux pluviales des systèmes unitaires pour limiter les rejets de temps de pluie non traités par les déversoirs d'orage.
 - traiter la pollution des eaux de ruissellement pour les rejets directs ou via des réseaux séparatifs vers les milieux récepteurs
 - o Favoriser l'utilisation des techniques « alternatives » utilisant le végétal et le génie écologique pour participer globalement à la construction d'une nature et d'une biodiversité renouvelée pour le territoire.
- **Limiter l'aggravation des risques inondations pour les habitants du Grand Lyon**
 - o limiter les débordements des réseaux
 - o limiter l'aggravation des crues des ruisseaux
 - o limiter l'aggravation des risques d'inondation par ruissellement
 - o prévenir les risques en limitant la vulnérabilité des constructions dans les zones inondables ou de passage d'eau

Pour réussir une telle politique il est nécessaire non seulement d'agir au quotidien sur les systèmes mais aussi de limiter et de compenser toutes les conséquences des urbanisations nouvelles.

L'objet du présent guide est d'apporter des éléments de connaissance sur la pollution des eaux de ruissellement pluvial et les systèmes de traitement possible.

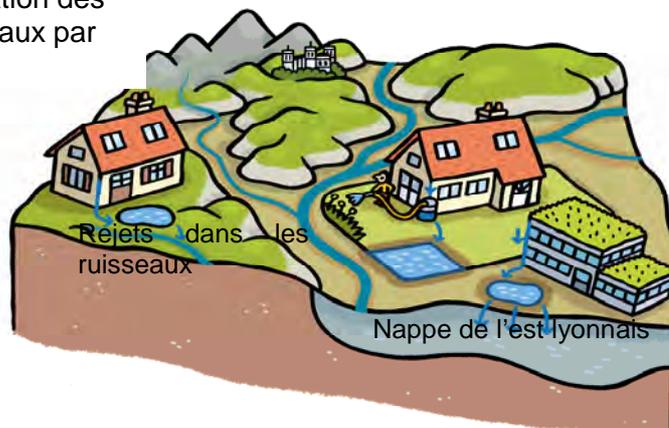
Il propose également une méthode pour analyser le potentiel de production de polluants par les projets et le niveau de traitement à adopter pour limiter les impacts sur les milieux aquatiques.

Ce guide s'adresse à toutes les personnes qui ont un projet de construction ou d'infrastructure et qui souhaitent limiter l'empreinte de leur projet sur les milieux aquatiques

Les grands principes pour la maîtrise des eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon : gestion à la source et retour aux milieux naturels

Sur tout le territoire : Maîtrise des flux à la parcelle

A l'ouest : réalimentation des nappes et des ruisseaux par les eaux de pluie



A l'est : réalimentation de la nappe par les eaux de pluie

Figure 1 : principes généraux de la gestion des eaux pluviales à la source, illustration Pierre CAILLOUX

EAUX PLUVIALES ET POLLUTION

1. POLLUTION DE L'EAU

La pollution des eaux de ruissellement urbain est un concept qui a maintenant été bien intégré par les acteurs de la ville. Cependant, ce concept est souvent mal compris et différents éléments sont confondus à tort. Il est ainsi important de bien distinguer :

- La pollution de l'eau de pluie
- La pollution des eaux de ruissellement pluvial
- La pollution des rejets pluviaux stricts
- La pollution des rejets urbains de temps de pluie

- Pollution de l'eau de pluie

L'eau de pluie n'est pas totalement pure. En effet les gouttes d'eau ne peuvent atteindre une taille suffisante pour tomber vers le sol que s'il existe des particules solides dans l'atmosphère permettant d'initier le processus de nucléation. Une partie des polluants atmosphériques urbains sont donc entraînés vers le sol lors des périodes pluvieuses. **Les concentrations en polluants sont cependant extrêmement faibles, et, dans la plupart des situations, l'eau de pluie est de qualité potable lorsqu'elle arrive au niveau du sol.** Le facteur limitant le plus fréquent est le pH (pluies acides), mais cette acidité est très rapidement tamponnée par les matériaux sur lesquels elle ruisselle ou qu'elle traverse.

- Pollution des eaux de ruissellement pluvial

En arrivant au sol, l'eau de pluie va d'une part lessiver les surfaces sur lesquelles elle s'écoule et d'autre part éroder les matériaux de surface. Les contaminants peuvent soit être dissous, soit être fixés sur les particules entraînées par l'eau. L'augmentation de la concentration en polluants dépend de facteurs multiples : intensité de la pluie, importance des ruissellements, nature du matériau de surface, nature des activités sur ou à proximité de la surface, etc.. Ceci explique la très grande variabilité des concentrations trouvées dans la littérature. Notons cependant que les eaux de ruissellement respectent presque toujours la qualité « eau de baignade ».

En pratique, le facteur le plus important reste la distance parcourue par l'écoulement. De façon assez basique, si la goutte d'eau parcourt plusieurs dizaines de mètres pour rejoindre un avaloir, elle se chargera beaucoup plus en polluants que si elle s'infiltrerait exactement là où elle est tombée et ne traverse que quelques centimètres de matériaux potentiellement pollués ou érodables.

- Pollution des rejets pluviaux stricts

Dans un système d'assainissement séparatif classique, les eaux de ruissellement sont recueillies dans un réseau de surface (caniveaux), puis introduites dans un réseau souterrain de conduites et acheminées le plus directement possible vers un exutoire (ruisseau ou ouvrage d'infiltration). La pollution des rejets pluviaux stricts correspond à la pollution mesurée à cet exutoire.

La qualité des rejets pluviaux stricts est beaucoup plus mauvaise que celle des eaux de ruissellement. En effet l'eau se charge en polluants tout au long de son parcours :

- dans les caniveaux, où, du fait des pratiques de nettoyage des rues et des modes de vie des citadins, s'accumulent les polluants,
- et surtout, dans le réseau de conduites, qui reçoit, pendant les périodes de temps sec, de multiples résidus, en particulier le produit du nettoyage des rues et des places de marché et les rejets divers de citadins souvent bien intentionnés.

Concentration en polluants des eaux de ruissellement en fonction des dispositifs de collecte utilisés



Figure 2 : présentation des concentrations en polluants des eaux de ruissellement

- Pollution des rejets urbains de temps de pluie

Dans les villes françaises les réseaux séparatifs ne sont pas généralisés, et lorsqu'ils existent, la séparation des eaux usées et des eaux pluviales est rarement réalisée de façon parfaite. Ceci signifie que les rejets urbains de temps de pluie (RUTP) ne sont généralement pas des rejets pluviaux stricts, mais des mélanges d'eau usée et d'eau pluviale, qui rejoignent les milieux récepteurs par des déversoirs d'orage ou par des exutoires réputés strictement pluviaux.

Les chiffres les plus souvent cités pour indiquer le fort degré de pollution des eaux rejetées par temps de pluie sont souvent ceux des RUTP, ce qui explique d'une part leur très forte variabilité et d'autre part leurs fortes concentrations moyennes.

A RETENIR !

Les eaux de pluie après ruissellement sur des surfaces de toitures ou de parking dans des secteurs résidentiels gardent une qualité « eau de baignade » si elles n'ont pas transité dans des réseaux.

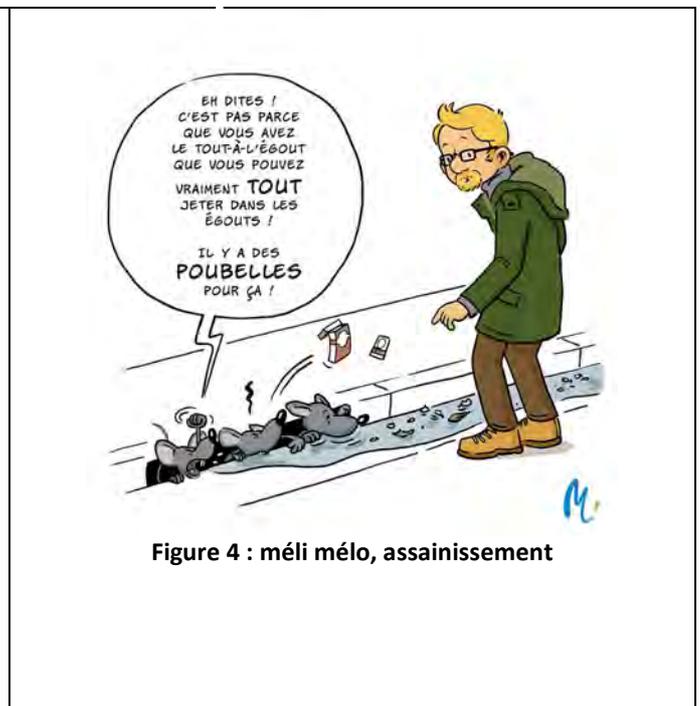
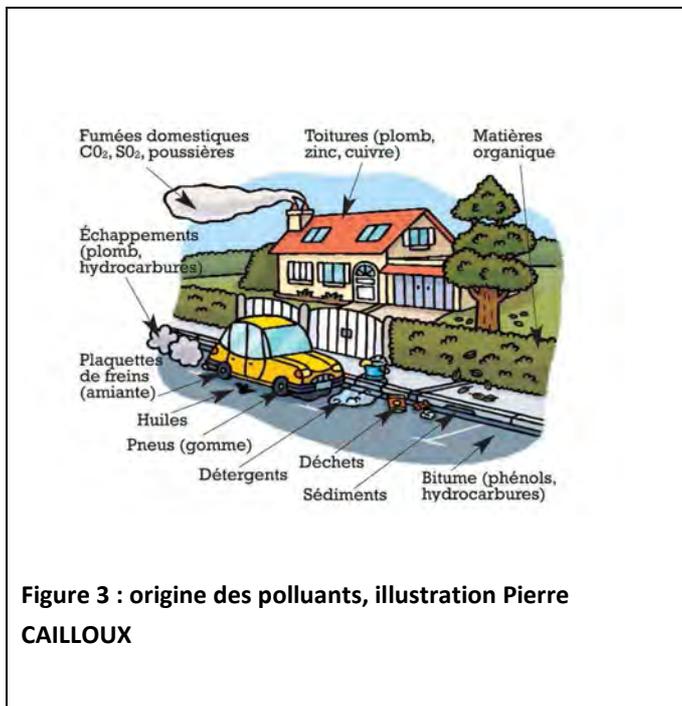
Les eaux de pluies intégrées aux systèmes d'assainissement unitaires des grandes villes provoquent des rejets avec des qualités très dégradées dans les milieux naturels et ne peuvent pas toutes être traitées en station de traitement des eaux usées.

- Pollution accidentelle

Le risque de pollution accidentelle des sols et des nappes par l'infiltration d'un polluant dangereux provenant d'un accident de la circulation ou de toute autre cause existe mais il est très rare dans la plupart des situations.

Le risque doit être évalué essentiellement dans 2 situations

- Voiries à fort trafic (> 10000 véhicules jours) et dont les conditions de circulation sont régulièrement perturbées (embouteillages, feux...)
- Installations industrielles manipulant des produits dangereux
- Infrastructure de transport de produits dangereux



2. SOURCES DE POLLUTION

La contamination des eaux de ruissellement s'opère par lessivage de l'atmosphère et des surfaces urbaines. La pollution dépend donc des secteurs à proximité desquels on se trouve et des surfaces interceptant les eaux.

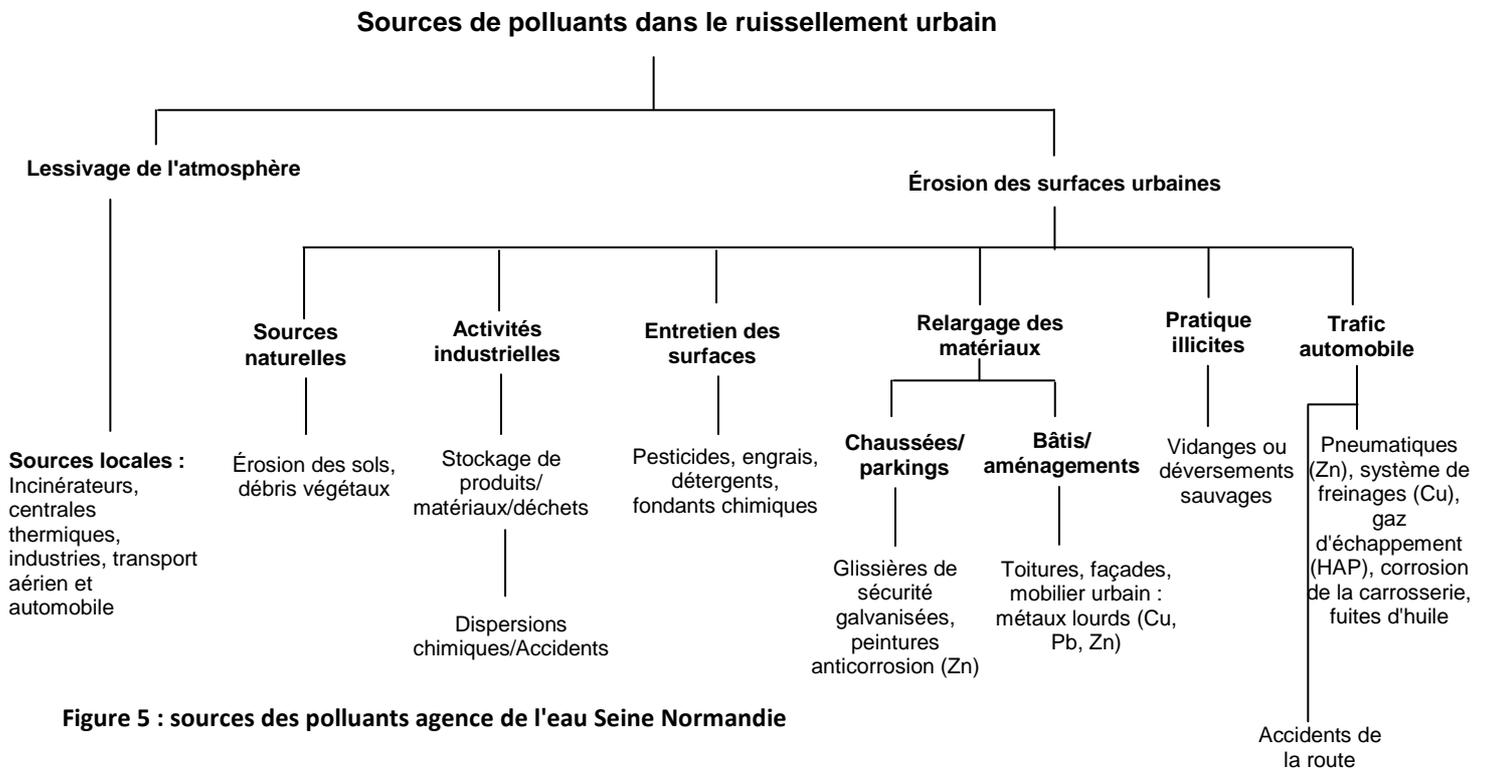


Figure 5 : sources des polluants agence de l'eau Seine Normandie

3. ZOOM SUR LES PESTICIDES

D'où viennent les pesticides et où les trouve-t-on ?

Les pesticides sont des produits destinés à combattre des organismes considérés comme nuisibles, que ce soit des plantes (herbicides), des champignons (fongicides), des bactéries (bactéricides), des insectes (insecticides) ou d'autres animaux (raticides, taupicides, molluscicides, etc.). On confond parfois les pesticides avec les produits phytopharmaceutiques (ou produits phytosanitaires), même s'il existe des différences entre les deux notions, ces derniers étant plus spécifiquement dédiés à la protection des plantes.

Avec une consommation de l'ordre de 63 000 tonnes en 2011, la France était le quatrième consommateur mondial de pesticides. L'agriculture est de très loin l'utilisateur principal.

On retrouve des traces de pesticides dans la plupart des milieux aquatiques (eaux de surface ou eaux souterraines). Les concentrations atteintes peuvent dans 10 à 30% des cas selon les milieux, dépasser les normes réglementaires. Beaucoup des substances les plus souvent détectées et potentiellement les plus dangereuses du fait de leur faible dégradabilité dans l'environnement sont maintenant interdites.

Quelles sont les effets néfastes possibles des pesticides dans l'eau ?

Les effets de ces substances sur les écosystèmes aquatiques sont avérés. Il peut s'agir d'effets directs dus à la toxicité chronique des molécules ou d'effets indirects dus à l'action des pesticides qui modifie l'écosystème (par exemple altération des populations de certains prédateurs, du fait de la diminution des insectes « nuisibles » qui constituent leurs proies).

Les effets sur la santé humaine ont été démontrés dans le cas de populations exposées professionnellement (agriculteurs en particulier). Les voies de contamination sont principalement la voie cutanée (au moment de la préparation) et la voie pulmonaire. Aucun effet direct n'a, pour l'instant, été démontré en ce qui concerne la santé des particuliers en relation avec la consommation de produits

alimentaires contenant des traces de pesticides. Du fait de la plus grande sensibilité des fœtus et des jeunes enfants, il est cependant nécessaire de rester très vigilants. La qualité de l'eau potable est très bien contrôlée et les quantités totales de pesticides que l'on peut ingérer en buvant de l'eau sont extrêmement faibles et sans danger.

Quelle en est l'origine et quels sont les moyens d'action ?

L'origine de ces substances est multiple et assez mal connue. L'agriculture est le principal responsable de la contamination des nappes souterraines. Les sources urbaines et péri-urbaines sont non négligeables pour les eaux de surface et peuvent, sur certains cours d'eau, être du même ordre de grandeur que les sources rurales. La beaucoup plus faible consommation de substances est en effet compensée par des fuites beaucoup plus importantes vers les milieux aquatiques.

Différents moyens ont été préconisés et mis en œuvre depuis plusieurs années, au niveau européen comme au niveau national, pour limiter les concentrations dans les milieux aquatiques. Tous les acteurs s'accordent à dire que les plus efficaces consistent à agir à la source en limitant les quantités épandues dans l'environnement et en contrôlant les fuites vers les milieux aquatiques.

Le plan Ecophyto, mis en place suite au Grenelle de l'Environnement, se donne pour objectif de diminuer par deux la consommation des pesticides d'ici 2018. A mi-parcours, on est encore très loin d'atteindre cet objectif car la consommation a seulement été stabilisée entre 2009 et 2012.



Figure 6 : Méli mélo - pesticides 2



Figure 7 : Méli mélo, pesticides

A RETENIR !

Pour les pesticides pas de traitement miracle ! ni le sol ni les stations d'épuration ne sont en capacité d'arrêter les pesticides pour les empêcher de rejoindre les milieux aquatiques.

La seule solution c'est l'arrêt de l'utilisation de tels produits !

PRINCIPES POUR LIMITER LA POLLUTION DES EAUX PLUVIALES ET LEUR IMPACT SUR LES MILIEUX AQUATIQUES

1. AGIR A LA SOURCE

Pour les pollutions dissoutes ou particulaires la gestion à la source est la plus efficace. Pour abattre au mieux cette pollution, trois principales actions doivent être conduites :

- ▶ **Limiter l'imperméabilisation des sols** et donc les ruissellements. Si l'artificialisation des sols est parfois difficile à contenir elle peut être compensée par la création de toitures végétalisées stockantes ou l'utilisation de revêtement poreux pour les parkings ou les terrasses.
- ▶ **Favoriser**, dès la conception des aménagements, **l'utilisation de matériaux peu ou pas toxiques** de manière à produire un environnement sain (proscrire notamment les toitures et les façades complètement en zinc ou en cuivre). De la même manière, il s'agit également de limiter les apports en polluants provenant de l'entretien des surfaces (proscrire l'utilisation de pesticides).

Cette action est de loin la plus efficace. Elle permet de plus d'éviter la mise en œuvre d'ouvrages de traitement pour les pollutions particulaires.

- ▶ **Traiter la pollution particulaire au plus près de la source.** Le stockage des eaux pluviales à la parcelle permet de réguler les rejets d'eaux pluviales vers les milieux récepteurs mais aussi de favoriser les phénomènes de décantation. Les volumes de ruissellement étant mieux maîtrisés à l'amont qu'à l'aval, le risque de relargage de polluants y est plus faible.

2. FAVORISER LA DECANTATION ET LA FILTRATION

Les dispositifs de traitement de la pollution des eaux pluviales dans des systèmes séparatifs font le plus souvent appel à deux principes mécaniques qui peuvent se combiner : la décantation et la filtration.

Dans les ouvrages de décantation, on cherche à maintenir les eaux sans vitesse le plus longtemps possible pour que les particules en suspension dans l'eau tombent sous leur propre poids au fond de l'ouvrage. C'est la sédimentation qui sera donc recherchée en premier lieu.

Dans les ouvrages de filtration, on fait passer l'eau à travers un filtre constitué de matériaux rapportés (sables ou autres) ou du sol en place et garni ou non de végétation. Là aussi, la lenteur du processus d'infiltration contribue à l'efficacité du filtre. Le sol et la végétation jouent un rôle de barrière physique ou de filtre qui sera très efficace pour les pollutions particulaires.

Pour les polluants dissous, nous ne disposons pas aujourd'hui de résultats probants sur la capacité de ces filtres à les stopper. Les expérimentations faites par l'IRSTEA sur les filtres plantés de roseaux à écoulement vertical mettent en évidence le bon rendement de ces techniques sur les polluants habituels des eaux de ruissellement urbaines. La pollution par les pesticides reste par contre non traitée.

A RETENIR !

Les techniques superficielles (dites « douces ») de gestion des eaux pluviales (noues, tranchées drainantes...) présentent d'excellentes performances et de nombreux autres avantages (simplicité de mise en œuvre et de surveillance, coût raisonnable...).

Dans tous les cas, il faut favoriser les techniques qui vont engendrer des temps de séjour longs dans les ouvrages pour les pluies les plus fréquentes (petites pluies) et celles qui réduiront naturellement les volumes d'eau grâce à l'évaporation, l'évapotranspiration des plantes et l'infiltration. Une vitesse d'infiltration maximum de 10^{-4} m/s et optimum de 10^{-6} m/s pourrait être recommandée pour une bonne performance de filtration. De même l'utilisation de matériaux fins dans ces filtres est recommandée.

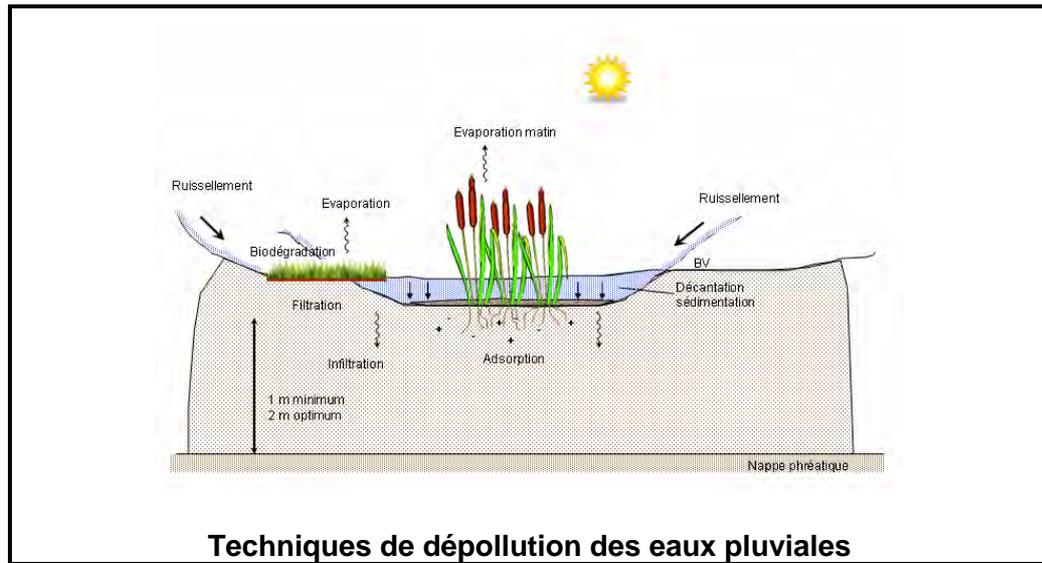


Figure 8 : représentation schématisques des techniques de dépollution, illustration Hèlène PONCET

3. LIMITER LA CONCENTRATION DES POLLUANTS AUX POINTS DE REJET

- Rejet dans les ruisseaux

Les rejets avec de forts débits peuvent avoir des conséquences sur le lit des ruisseaux et entraîner des incisions importantes. Ces modifications du lit des ruisseaux entraînent leur déstabilisation et la perturbation des peuplements (de la biodiversité) en place.

Il est donc important de bien répartir les flux de rejet dans les ruisseaux pour ne pas porter atteinte à leur bon état géomorphologique.

La valeur de rejet limitée à 5l/s/ha a été historiquement fixée de façon empirique avec la police de l'eau pour limiter les conséquences des à-coups hydrauliques des rejets dans le lit des ruisseaux.

En l'absence de connaissances complémentaires la valeur de 5l/s est retenue pour le débit maximum qui pourra être rejeté en un seul point dans les ruisseaux du grand LYON.

Cette règle ne s'applique pas pour les rejets dans le Rhône, la Saône, le canal de fuite et le canal de Miribel.

Lorsque le débit maximum ne peut être respecté, des ouvrages pour briser la vitesse des flux devront être mis en place.

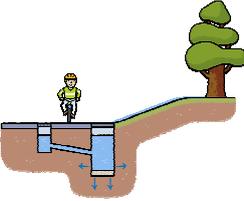
Eaux de drainage et eaux de source : leur renvoi vers les ruisseaux doit être une priorité pour les projets. Ces sources permettent de garder des débits d'étiages permanents dans les ruisseaux, indispensable au maintien d'une vie aquatique de bonne qualité.

- Rejet par infiltration

Les ouvrages d'infiltration les plus extensifs (avec une surface de bassin versant/surface d'infiltration comprise entre 1 et 5) sont non seulement les moins impactants pour la nappe mais également ceux qui sont le moins soumis aux risques de colmatage.

Le tableau ci après donne un aperçu des meilleures conditions pour l'infiltration. Ces résultats sont issus de l'expérience acquise par le Grand Lyon au travers des recherches menées par les scientifiques de l'OTHU (Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine).

Tableau 1 : Risques de concentration des polluants en fonction du rapport surface imperméabilisée à gérer/ surface d'infiltration

Rapport surface imperméabilisée / surface d'infiltration	Qualité de l'infiltration et risques	Exemples de techniques adaptées
1 : la surface d'infiltration correspond à la surface à gérer. Cas d'une chaussée ou d'une terrasse en revêtement poreux	L'infiltration peut être pratiquée quelque soit la perméabilité du sol. Très peu de risque de colmatage des ouvrages (en fonction des usages de la surface)*	 Revêtement poreux
Entre 1 et 10 : la surface d'infiltration correspond à 1/10 de la surface à gérer	L'infiltration peut être pratiquée quelque soit la perméabilité du sol si on prévoit une épaisseur de la couche filtrante minimum. Peu de risque de colmatage des ouvrages (en fonction des usages de la surface)*	 noues  Tranchées drainantes
Entre 10 et 50	Les conditions de perméabilité doivent être examinées pour dimensionner un stockage correspondant à la vitesse d'infiltration du sol. Prévoir une décantation amont pour limiter les risques de colmatage de la surface	 Bassin d'infiltration individuel
Entre 50 et 100	L'ouvrage doit être réalisé avec un bassin de décantation amont s'il dessert plus de 5000 m ² imperméabilisés. Il doit faire l'objet d'une étude hydrogéologique et hydrologique avec une vérification du fonctionnement sur une chronique de pluie pour vérifier les conditions de décantation et de colmatage.	 Bassin d'infiltration collectif
Au delà de 100	Ouvrages présentant beaucoup de risques pour la nappe. Une étude hydrogéologique et hydrologique avec une vérification du fonctionnement sur une chronique de pluie de 5 ans doit être réalisée pour s'assurer de son fonctionnement futur.	 Puits d'infiltration

*Les surfaces poreuses peuvent être colmatées rapidement si elles reçoivent des boues ou des apports de terres par ruissellement. Il est donc conseillé de ne pas les utiliser sur des surfaces soumises à ce genre de ruissellement.

4. POUR L'INFILTRATION DANS LA NAPPE DE L'EST LYONNAIS RESPECTER LES HAUTEURS NON SATURÉE

Les dispositifs d'infiltration devront respecter une épaisseur de sol dite « non saturée » (c'est-à-dire non soumise à une montée possible des eaux de la nappe) entre le fond de la couche d'infiltration et le toit de la nappe.

Le tableau ci après définit les exigences d'épaisseur de sol non saturé en fonction des performances d'infiltration des sols.

Tableau 2 : Épaisseur de zone non saturée à respecter dans les projets en fonction de la perméabilité des sols

Types de sols	Gravier sans sable ni éléments fins	Sable avec gravier, Sable grossier à sable fin	Sable très fin Limon grossier à limon argileux	Argile limoneuse à argile homogène
Vitesse d'infiltration K (mm/h ou m/s)	Au delà de 1000 mm/h ou 3.10^{-4} m/s	Comprise entre 200 et 1000 mm/h ou 3.10^{-4} m/s	Comprise entre 50 et 200 mm/h ou 5.10^{-5} m/s	Inférieure à 50 mm/h soit $1.4 10^{-6}$ m/s
Pour des projets avec un rapport $\text{Simpér/Sinf} < 10$	2m	1m	0.5m	0.5m
Hauteur de zone non saturée à respecter pour des projets avec un rapport $\text{Simpér/Sinf} \geq 10$	2m à 3 m en aire d'alimentation de captage	2 m	1m	0.5 m
Pour des projets avec un rapport $\text{Simpér/Sinf} \geq 100$	3m	3m	2m	1m

Dans certaines zones, des modalités particulières d'infiltration des eaux pluviales peuvent être imposées par la direction de l'eau du Grand Lyon, telles que l'infiltration superficielle et visible (aires d'alimentation de captage notamment).

5. PREFERER LES SOLUTIONS FACILES À CONTRÔLER ET A ENTRETENIR

Les techniques « douces » de gestion des eaux pluviales sont particulièrement efficaces et facilement contrôlables.

A contrario, les techniques de stockage enterrées présentent l'inconvénient d'être difficilement contrôlables et plus onéreuses. Pour ces techniques, il conviendra également de proscrire l'utilisation de matériaux présentant des risques de relarguage de toxiques (pneus par exemple).

Enfin, il est précisé que, sauf activités spécifiques de stockage, distribution ou manipulation d'hydrocarbures, les séparateurs d'hydrocarbures ne sont pas susceptibles de répondre à des objectifs de réduction des apports d'hydrocarbures par les ruissellements de temps de pluie sur des surfaces urbaines. En effet, contrairement aux idées préconçues, les hydrocarbures véhiculés par les eaux de ruissellement sont essentiellement sous forme particulaire, c'est-à-dire fixés sur des matières en suspension. Par ailleurs les niveaux de contamination des eaux de ruissellement atteignent rarement 5 mg/l.

L'usage des séparateurs à hydrocarbure doit donc être strictement limité aux zones sur lesquelles les risques de pollution accidentelle par les hydrocarbures est important comme par exemple les aires de distribution d'essence.

Le moyen le plus efficace de piéger les hydrocarbures des eaux pluviales reste, là encore, de créer des conditions favorables à leur décantation.

DEMARCHE DE PROJET

Suivant les caractéristiques de l'aménagement (nature, surface drainée, matériaux utilisés, environnement direct), les techniques de traitement à mettre en œuvre pour contenir la pollution des eaux de ruissellement diffèrent.

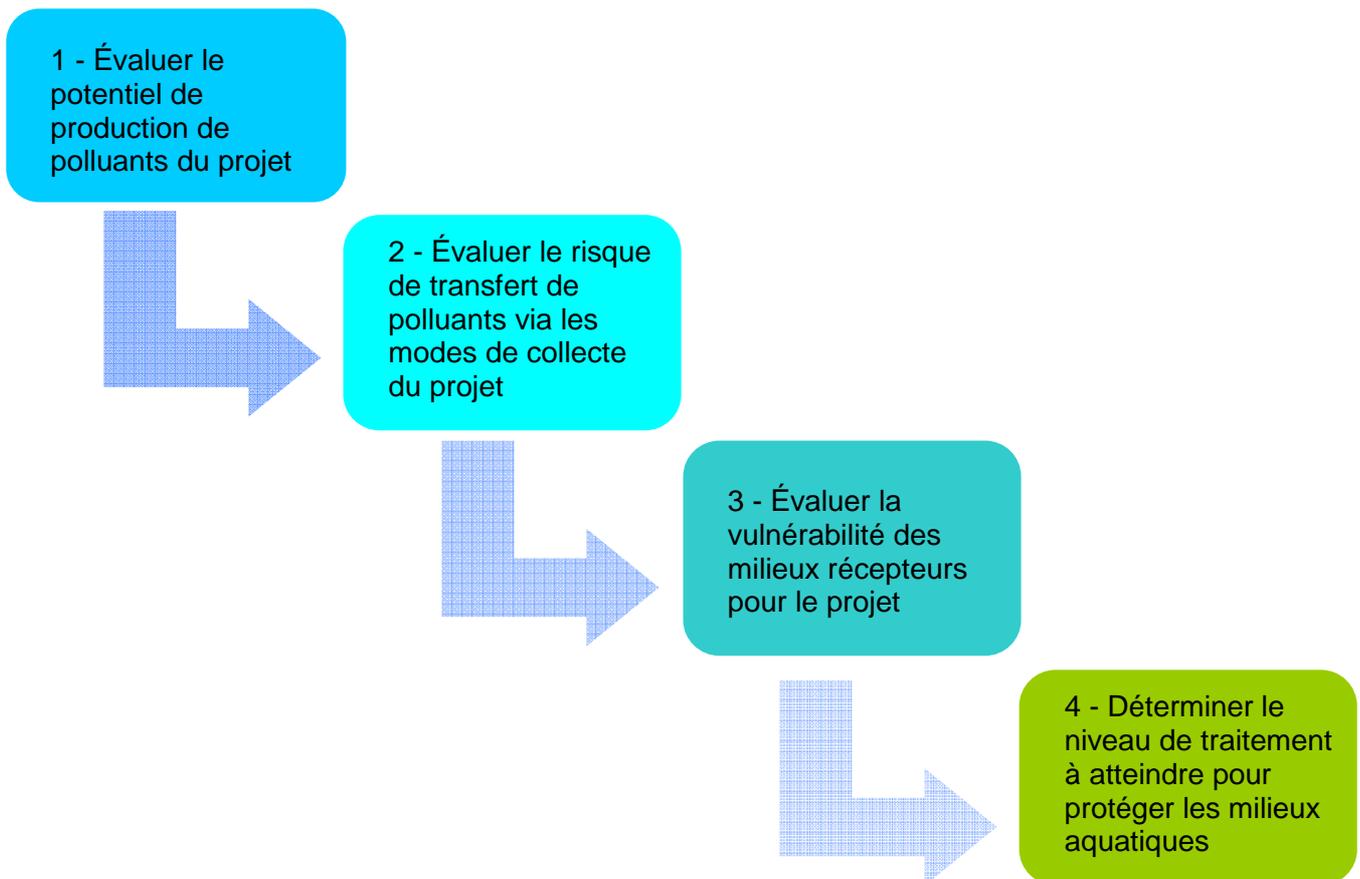
L'utilisation de la grille incidence simplifiée proposée ci-après doit permettre d'évaluer individuellement les projets et de proposer une technique de traitement simple et adaptée à l'aménagement. Cette grille d'analyse à double entrée permet de croiser la sensibilité du milieu récepteur et le risque potentiel d'apport en polluants de l'aménagement. Suivant la note obtenue à l'issue du croisement (1, 2, 3, ou 4) les caractéristiques de traitement seront différentes.

Pour chaque projet une analyse simplifiée de son incidence doit être réalisée au regard des risques d'apports de polluants que génère le projet et de la sensibilité du milieu naturel vers lequel les eaux pluviales vont être dirigées.

Pour limiter l'incidence de son projet, une analyse simplifiée est proposée ci-après de façon à vous aider à choisir le prétraitement adapté au risque d'apport en polluants que représente votre projet et à la sensibilité du milieu aquatique dans lequel vous allez vous rejeter.

Cette analyse sommaire ne remplace pas une étude d'incidence qui sera obligatoire pour les projets de plus de 1 ha (code de l'environnement article L214).

Elle se déroule en 4 étapes :



Chaque étape d'évaluation peut aussi être une étape d'aide au choix pour le projet pour agir à la source et limiter l'impact final du projet.

1. EVALUER LE RISQUE DE PRODUCTION DE POLLUANTS DU PROJET

Il est indispensable de limiter pour chaque projet les potentiels de production de polluants et d'adapter les systèmes de collecte des eaux de ruissellement pour limiter les transferts de polluants vers les milieux aquatiques

De la même manière, il faut également limiter l'utilisation de produits toxiques pour la construction et l'entretien des surfaces (proscrire l'utilisation de pesticides et de solvants).

Le tableau ci-après propose une évaluation simplifiée des potentiels de production de polluants par les projets en fonction des matériaux utilisés ou des typologies de surface.

Pour les installations industrielles une analyse spécifique doit être réalisée.

	Faible	Moyen	Fort	Très fort
Toiture 	Toitures végétalisées sans traitement ni matériau contenant des pesticides. Toitures en matériaux inertes (tuile, verre, terrasse)	Toitures végétalisées, en matériau surtout inerte avec des parties enduites partiellement en cuivre, zinc, plomb, nickel...	Toiture entièrement métallique > 50 m ² cuivre, zinc et plomb.	Toiture et façade métallique en cuivre, zinc et plomb
Voirie et parkings 	Zone piétonnière ou cyclable. Places de parking privées résidentielles. Accès maisons individuelles	Voirie à trafic moyen et léger. Parking Véhicules légers Parking VL de zones commerciales de faible ampleur ; site propre bus et tramway.	Autoroutes. Routes à fort trafic en péri urbain (peu de feux). Parking poids lourds et véhicules de chantier Parking de zone commerciale grande ampleur. Et parking PI de déchargement	Routes à fort trafic en milieu urbain. Boulevard périphérique Parking véhicules en réparation
Espaces naturels aménagés	Espace ludiques et sportifs sans traitement (pesticides, herbicides, nitrates) Agriculture biologique	Zones ludiques et sportives avec traitement Zones en agriculture raisonnée	Zones agricoles intensives avec utilisation d'intrants	
Établissements industriels	Une analyse au cas par cas doit être réalisée pour les établissements industriels avec une évaluation de la vulnérabilité pour chaque type de surface Cf éléments d'analyse ci dessous			

Tableau 3 : Evaluation des risques de production de polluants par typologie de surface

Risques de production de polluants pour les établissements industriels

Il n'est pas possible de donner une classification générale du risque pour les établissements industriels car les activités, les sites et les pratiques internes diffèrent beaucoup d'un site à l'autre.

Le potentiel de production de polluants doit être analysé au cas par cas ce qui demande une connaissance du projet dans son détail. Cette analyse permet notamment de mieux cerner les périmètres à risques dans les établissements industriels. Les systèmes de traitement pourront ainsi être limités à ces périmètres pour être plus performants et mieux maîtrisés.

Le principe de base à retenir est la gestion dans des systèmes séparés des eaux pluviales

- de toitures et des espaces verts
- de voiries et des parkings VL ou PL
- des autres zones, secteurs de déchargement, de distribution d'essence, de stockage de déchet etc...

Pour les eaux de ruissellement pluviales issues des toitures et des espaces verts comme pour celles issues des parkings véhicules légers ou poids lourd des établissements industriels, on se reportera au tableau 2 pour l'analyse du potentiel de production de polluants.

Pour les eaux de ruissellement pluviales issues d'autres espaces techniques considérées comme « eaux pluviales polluées », les prescriptions sont conformes aux réglementations en vigueur. Un guide de prescriptions est disponible au Grand LYON auprès du service relations clientèle de la Direction de l'eau.

Les principes de gestion de ces zones spécifiques visent essentiellement à protéger ces zones du ruissellement en les couvrant et en les isolant. Certaines des eaux de ces secteurs pourront être acceptées aux réseaux unitaires après analyse et contrôle. Les eaux les plus dangereuses devront être traitées en sites spécialisés.

On retrouve notamment les prescriptions suivantes (liste non exhaustive)

- Aires de distribution de carburant : la zone doit être couverte par auvent, étanche et surélevée afin de ne pas recueillir d'eaux de ruissellement d'autres secteurs. Les effluents sont rejetés vers les réseaux d'assainissement collectifs unitaires après traitement
- Zones de stockage de matières premières liquides dangereuses : elles doivent être couvertes et étanches et munies d'un bac de rétention en cas d'accident. Elles sont isolées pour ne pas recueillir les eaux de ruissellement d'autres parties de l'installation. Les bacs de rétention pour les pollutions accidentelles sont vidangés après chaque accident et les effluents traités en site spécialisés. Aucun raccordement au réseau.
- Zones de stockage de déchets dangereux : dans le cas où elles sont situées à l'extérieur elles doivent être réalisées dans des cuves étanches et protégées de la pluie.

Enfin, les eaux de ruissellement suivantes sont considérées comme des eaux usées non domestiques et doivent être dirigées vers une station d'épuration :

- aires de lavage : elles doivent être couvertes et étanches. Elles sont isolées pour ne pas recueillir les eaux de ruissellement d'autres parties de l'installation et les effluents sont rejetés vers les réseaux d'assainissement collectifs usées ou unitaires après traitement
- Réserve d'eau pour la sécurité incendie : ces réserves d'eau doivent être déconnectées du milieu naturel et peuvent être rejetées après analyse et traitement en accord avec les services du Grand LYON vers les réseaux d'assainissement collectifs usées ou unitaires.

2. EVALUER LE RISQUE DE TRANSFERT DES POLLUANTS VERS LES MILIEUX AQUATIQUES VIA LES MODES DE COLLECTE UTILISES PAR LE PROJET

Les techniques de collecte des eaux de ruissellement pluvial sont multiples. La collecte classique par caniveau ou par grille et le raccordement vers des réseaux enterrés est la solution qui aggrave le plus les transferts de polluants vers les milieux.

Depuis de nombreuses années le Grand LYON développe des techniques dite "alternatives" ou "sans tuyau" qui se révèlent particulièrement performantes pour limiter la pollution des eaux de ruissellement. En témoignent les noues et tranchées drainantes réalisées sur le site de St Priest "Porte des Alpes" qui protègent depuis plus de 15 ans de façon exceptionnelle les eaux des lacs.

Toutes les techniques qui utilisent le végétal mais aussi les tranchées drainantes et les revêtements poreux agissent comme de véritables barrières physiques pour les polluants des eaux de ruissellement pluvial.

Fort de son expérience, le Grand Lyon propose ci-après une classification des dispositifs de collecte et de leur capacité à maîtriser les transferts de polluants ou à les aggraver.

Tableau 4 : Risques de transfert de polluants en fonction des systèmes de collecte

Modes "doux"	Modes "neutres"	Modes "aggravants"
Dispositif de collecte maîtrisant le transfert des polluants 	Dispositif de collecte neutre 	Dispositif de collecte aggravant la pollution des eaux de ruissellement et leur transfert vers l'aval 
<ul style="list-style-type: none"> - Noue enherbée à faible pente - Toiture végétalisée stockante - Tranchée drainante à faible pente - Revêtement poreux (20 % de porosité minimum) - Jardin de pluie 	<ul style="list-style-type: none"> - Noue minéralisée ou enherbée à forte pente, fossé - Toiture végétalisée non stockante - Grille sélective sur bouche d'égout avec puisard en réseau séparatif - Puits d'infiltration avec massif filtrant et puisard amont 	<ul style="list-style-type: none"> - caniveaux - Collecteur d'eaux pluviales - Bouche d'égout sans grille et sans puisard - Puits d'infiltration vide ou sans puisard amont - Égout unitaire

3. EVALUER LA VULNERABILITE DES MILIEUX RECEPTEURS POUR LE PROJET

3.1 Vulnérabilité de la nappe de l'est Lyonnais

Types de sols	Gravier sans sable ni éléments fins	Sable avec gravier, Sable grossier à sable fin	Sable très fin Limon grossier à limon argileux	Argile limoneuse à argile homogène
Vitesse d'infiltration K (mm/h)	Au delà de 1000 mm/h ou 3.10^{-4} m/s	Comprise entre 200 et 1000 mm/h ou entre 5.10^{-5} et 3.10^{-4} m/s	Comprise entre 50 et 200 mm/h ou entre 1.410^{-6} et 5.10^{-5} m/s	Inférieure à 50 mm/h ou à 1.410^{-6} m/s
Performance de vitesse d'infiltration	Excellentes	Bonnes	Moyennes à faibles	Faibles
Performance de maîtrise des transferts de polluants	Faibles à moyennes	Bonnes	Excellentes	Excellentes
Vulnérabilité de la nappe	Forte à très forte	Moyenne	Faible	Très faible

3.2 Vulnérabilité des autres milieux récepteurs et des réseaux du Grand Lyon

	Liste des milieux ou réseaux concernés		
Milieux aquatiques superficiels	Tous les ruisseaux du Grand Lyon, les lacs et étangs, les zones humides Canal de Miribel Vieux Rhône amont	Saône Rhône court-circuité aval Canal de Jonage Talweg sec	Rhône dans sa traversée de Lyon Canal de fuite aval de Lyon
Réseaux d'assainissement du grand LYON	Réseau séparatif eaux pluviales	Réseau unitaire	
Vulnérabilité du milieu récepteur	Forte	Moyenne	Faible

4. DETERMINER LE NIVEAU DE TRAITEMENT A ATTEINDRE POUR PROTEGER LES MILIEUX AQUATIQUES

Risque de production/ Vulnérabilité du milieu récepteur	Faible	Moyen	fort	Très fort
Très faible	1	1	1	1
Faible	1	2	2	3
Moyenne	1	2	3	4
Forte à très forte	2	3	4	4

IMPACT COMPLEMENTAIRE DU MODE DE COLLECTE

Comme cela est rappelé à l'étape 2, les modes de collecte des eaux pluviales peuvent avoir une incidence positive ou négative sur le risque de pollution des eaux de ruissellement pluviales et le transfert des polluants vers les nappes. (cf tableau 3)

Pour compléter l'analyse il convient donc de rajouter au résultat ci-dessus une note de

- -1 point si le dispositif de collecte proposé participe à la maîtrise des transferts de polluants
- 0 point si le dispositif est neutre
- +1 point si le dispositif aggrave le risque de transfert de polluant.

Suivant la note obtenue des prescriptions pour le traitement eaux pluviales sont proposées à l'étape 5.

5. TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES PRECONISE PAR LE GRAND LYON

- **Note 1** : pas de prétraitement nécessaire.
- **Note 2** : pas de prétraitement nécessaire dans le cas de système d'infiltration superficiel ou à ciel ouvert (fossés, noues, bassin) ; prévoir un prétraitement par décantation avec vanne d'isolement en cas d'infiltration souterraine ou de rejet dans les eaux superficielles.
- **Note 3** : ouvrage de prétraitement obligatoire : décanteur avec vanne d'isolement avant filtration;
- **Note 4** : prétraitement obligatoire. Traitement par décantation dimensionné pour une vitesse de séparation < 1 m/h sur la pluie d'occurrence annuelle et avec des dispositifs de fermeture de l'exutoire automatique (facilement manipulables ou télécommandables). Traitement des flottants à prévoir également ;

RISQUE MOUSTIQUE :

Le moustique *aedes albopictus* (moustique Tigre) niche de façon préférentielle dans les troncs d'arbres creux et les coupelles d'eau sous les plantes domestiques. Les bassins d'infiltration ne font pas partie de son habitat habituel.

Cependant, pour éviter le développement de moustiques, il est conseillé de ne pas laisser de zones en eau stagnante ne permettant pas le développement d'un écosystème équilibré (faune et flore susceptibles de limiter la prolifération de ces moustiques).

Compléments pour les installations industrielles : un guide spécifique sur le traitement des eaux pluviales des installations industrielles sur le territoire de la métropole du Grand LYON est à consulter auprès du service relation clientèle.

Des fiches détaillées existent également sur le site du GRAIE à l'adresse ci-dessous :

<http://www.graie.org/graie/graiedoc/reseaux/Racco/racc-outil-graie-rejetseauxpluviales-juil14.pdf>

Rappel : normes de rejets à respecter pour les rejets vers les RESEAUX SEPARATIFS PLUVIAUX DU GRAND LYON

Paramètres	Valeurs limites admissibles (en milligramme/litre)
DCO	2000
DBO5	800
MEST	600
Azote global	150
Phosphore total	50
Indice hydrocarbures	10
Substances extractibles à l'hexane	150 milligrammes/kilogramme
Arsenic total	0.05
Cadmium total	0.2
Chrome total	0.5
Cuivre total	0.5
Mercure total	0.05
Nickel total	0.5
Plomb total	0.5
Zinc total	2

ANNEXE 1 - BIBLIOGRAPHIE DE REFERENCE

TITRE	EDITEUR	Année
L'infiltration en questions. Recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain	ANR Ecopluiies (INSA de Lyon & al)	2009
Outil de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines - Document d'orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement	Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN)	2011
Utilisation des Pneus Usagés Non Réutilisables (PUNR) dans les ouvrages de stockage d'eaux pluviales : Impacts environnementaux. Synthèse bibliographique	CETE de l'Est	2011
Guide technique Pollution d'origine routière (GTPOR). Conception des ouvrages de traitement des eaux	SETRA	2007
Calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières	SETRA	juil-06
L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement – Éléments -clés pour le recours aux techniques alternatives. Guide technique	Certu	2008
La ville et son assainissement : principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau	CERTU	2003
Encyclopédie de l'hydrologie urbaine	Tech et Doc	2000
Méli mélo, démêlons les fils de l'eau http://www.graie.org/eaumelimelo/ films et rapports sur l'eau dans la ville, les eaux pluviales les pesticides... etc		2014

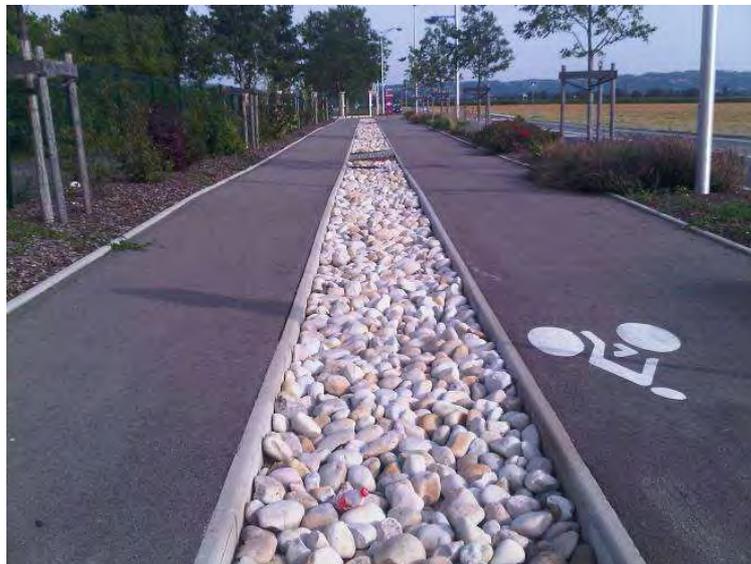
Tableau 1 : Risques de concentration des polluants en fonction du rapport surface imperméabilisée à gérer/ surface d'infiltration	11
Tableau 2 : Épaisseur de zone non saturée à respecter dans les projets en fonction de la perméabilité des sols	12
Tableau 3 : Evaluation des risques de production de polluants par typologie de surface	14
Tableau 4 : Risques de transfert de polluants en fonction des systèmes de collecte	16

Figure 1 : principes généraux de la gestion des eaux pluviales à la source, illustration Pierre CAILLOUX	3
Figure 2 : présentation des concentrations en polluants des eaux de ruissellement	5
Figure 4 : méli mélo, assainissement	6
Figure 5 : sources des polluants agence de l'eau Seine Normandie	7
Figure 6 : Méli mélo - pesticides 2	8
Figure 7 : Méli mélo, pesticides	8
Figure 8 : représentation schématiques des techniques de dépollution, illustration Hèlène PONCET..	10

ANNEXE 2 - EXEMPLES DE TECHNIQUES DOUCES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES ET TECHNIQUES INTERDITES



Noue végétalisée à Vancia RILLIEUX



Tranchée d'infiltration à Corbas

Toit jardin à Ste Foy Les Lyon



Techniques interdites

- Puits d'injection dans la nappe
- Puits perdus



Techniques à utiliser avec modération et précaution

- **puits d'infiltration** : à utiliser avec un puisard de décantation amont obligatoirement et en réservant une épaisseur de filtre de 2 m minimum entre le toit de la nappe et la surface du filtre de l'ouvrage.
- **Bassins en pneus entiers ou déchiquetés** : les risques de relargage de métaux et autres toxiques existent. Ces techniques sont donc déconseillées sur le territoire du Grand Lyon et interdite en cas d'infiltration des eaux après stockage.

Ne pas mélanger !

Les techniques utilisées en assainissement non collectif pour traiter les eaux usées domestiques ne sont pas destinées à traiter les eaux pluviales.

En aucun cas il n'est possible de raccorder des eaux de ruissellement à un système d'assainissement non collectif.



ANNEXE 3 - DEFINITIONS DES TERMES

Bassin de décantation :	Bassin destiné au traitement de l'eau au fond duquel les matières en suspension se déposent. L'eau ressort plus claire. Principalement utilisé pour l'eau potable, les eaux pluviales et les eaux usées. Le passage des eaux pluviales dans un bassin de décantation permet d'éliminer 60% à 80% des matières en suspension ainsi que 30% des matières organiques.
Bassin d'infiltration :	Bassin perméable dans lequel l'eau est déversée et d'où elle percole dans le sol. Utilisé pour réinfiltrer les eaux de ruissellement pluviales.
Bassin de rétention :	Bassin de stockage de l'eau (de pluie) avant son rejet vers le milieu naturel ou le réseau d'assainissement. Ce dispositif permet de réguler le débit de rejet et d'écrêter les crues. Il s'agit dans ce cas d'un dispositif de lutte contre les inondations.
Bassin versant intercepté ou Impluvium	Il s'agit de la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant aux terrains situés en amont dont les écoulements ruissellent naturellement vers le projet.
Cours d'eau :	Ecoulement continu d'eau (ruisseau, torrent, rivière, fleuve...).
DBO (Demande Biochimique en Oxygène)	Mesure de la consommation naturelle d'oxygène dissous dans l'eau. La DBO5 est la mesure de la quantité d'oxygène dissous consommée par les micro-organismes pour dégrader les matières biodégradables pendant 5 jours.
DCO (Demande Chimique en Oxygène)	La DCO est la mesure de la quantité d'oxygène apportée par un réactif chimique pour oxyder toutes les matières organiques biodégradables et non biodégradables.
Débit :	Quantité d'eau qui s'écoule pendant un temps donné. Il se mesure le plus souvent en litre pas seconde (l/s) ou en mètre cube par heure (m ³ /h) pour les débits faibles, en m3/s pour les débits importants.
Décantation :	Action de laisser reposer un liquide pour le séparer des matières solides qu'il contient en suspension. Synonyme : "sédimentation".
Eaux de pluie	Ce sont les eaux qui proviennent des précipitations atmosphériques.
Eaux de ruissellement pluviales	Ce sont les eaux de pluie qui ruissellent ou ont ruisselé sur des surfaces urbaines ou naturelles. Dans le texte elles sont aussi nommées « eaux pluviales ». Elles n'incluent pas les cours d'eau ni les plans d'eau.
Écosystème :	Ensemble des êtres vivants dont la vie est inféodée à un milieu donné. Un écosystème aquatique est constitué par la nature du fond et des berges, la qualité et la quantité d'eau, les végétaux et les animaux.
Exutoire :	Ouvrage permettant de rejeter l'eau dans le milieu naturel.
Hydrocarbures / HAP :	Liquides insolubles très inflammables restant à la surface de l'eau. Le pétrole en contient, mais aussi le gaz naturel. En ville, c'est le principal polluant des eaux pluviales. Les vapeurs d'hydrocarbures provoquent des vertiges, à tel point que les égoutiers doivent se protéger en utilisant un masque à gaz approprié.
Infiltration :	Passage lent d'un liquide à travers un corps solide poreux, comme le sol.

Infiltration superficielle	C'est une infiltration des eaux pluviales à très faible profondeur, au maximum 1,2 m, notamment par le biais de jardins humides, noues enherbées ou de tranchées drainantes (le demandeur pourra se reporter au « Guide à l'usage des professionnels - Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon » pour plus de précisions sur les choix techniques à sa disposition). Ce système doit être facilement accessible et contrôlable, et permettre si nécessaire un traitement des eaux pluviales.
Matières en suspension (M.E.S.)	Ensemble des matières solides non dissoutes dans l'eau. Mesuré en mg de matière par litre d'eau.
Matières minérales :	Par opposition aux matières organiques qui évoluent dans le temps, les matières minérales sont stables biologiquement. C'est le cas du sable par exemple.
Milieu naturel récepteur ou milieux aquatiques	Il peut s'agir selon les cas des eaux souterraines lorsque les eaux pluviales sont infiltrées dans le sol, ou des eaux superficielles (ruisseaux, fleuves, plans d'eau, zones humides). Le milieu récepteur peut également être un talweg naturel sec.
Matières organiques :	Matières biodégradables caractéristiques des organismes vivants (plantes, animaux). Les déjections sont des matières organiques.
Nappes phréatiques :	Nappes d'eaux souterraines formées par l'infiltration des eaux de pluie et des nappes d'accompagnement des cours d'eau. Elles alimentent les sources et les puits. La pureté de ces eaux est due à la filtration naturelle par les roches poreuses et les sables. La nappe est dite « libre », lorsqu'elle est directement alimentée par les précipitations qui s'infiltrent depuis la surface du sol. Elle est dite « captive » lorsqu'une couche de terrain imperméable la sépare de la surface.
Nitrates :	D'un point de vue chimique, les nitrates sont le résultat final de l'oxydation de l'azote. C'est la principale source nutritive des végétaux. À de fortes concentrations, c'est aussi un polluant qui provient essentiellement de l'utilisation des engrais agricoles.
OTHU	Observatoire de Terrain en hydrologie urbaine. Dispositif de recherche mis en place depuis 1998 sur le territoire du grand LYON pour évaluer les conséquences de rejets urbains de temps de pluies sur les ressources en eau du territoire
Période de retour	Il s'agit d'une notion statistique pour évaluer des intensités de pluie à prendre en compte. Elle donne la probabilité de voir un phénomène de même intensité se répéter. En général c'est la période de retour trentennale qui est appliquée pour le dimensionnement des ouvrages mais elle peut être adaptée au contexte environnemental du projet. Il faut pouvoir répondre à la question du risque que représente le débordement de l'ouvrage. Si le risque est faible (terrains à l'aval non constructibles par exemple) on pourra limiter la période de retour. S'il est important par contre (secteur urbanisé à l'aval ou avec des contraintes fortes), on devra l'augmenter. Les PPRNi des ruisseaux fixent des périodes de retour à respecter dans tous les projets.
Pollution	C'est une modification défavorable d'un milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme le sous produit d'une activité humaine. Une pollution résulte de l'introduction dans un milieu d'éléments plus ou moins nuisibles. Cette pollution se caractérise par un déséquilibre à plus ou moins long terme du milieu. Il existe

	différentes formes de pollutions : chimiques (produits toxiques, pesticides), organiques (déjections, micro-organismes), thermiques (eau chaude) ; radioactives.... Au-delà d'un certain seuil, la pollution devient nocive pour l'homme, la faune et la flore. Cf annexe 3 pour plus de précisions.
PPRNI	Plan de prévention des risques naturels inondation. C'est un zonage établi en croisant la fragilité du territoire avec le risque d'apparition d'une inondation par débordement des ruisseaux et fleuves ou par ruissellement. Il définit les secteurs à risque fort, moyen faible ou nul. Il définit également une réglementation de gestion des eaux et de constructibilité
Puisard	Ouvrage d'assainissement. Bac de décantation de petite taille souvent placé sous une bouche d'égout pour décanter les eaux de ruissellement.
Puits d'infiltration :	Ouvrage permettant le rejet d'eaux pluviales dans une couche de terrain perméable non saturé par l'eau de la nappe phréatique.
Puits perdu :	Ancien puits servant au captage d'eau transformé en ouvrage de rejet. Les eaux rejetées, pluviales ou usées, sont directement en contact avec l'eau de la nappe phréatique. Ce type d'ouvrage est interdit.
Rejet à débit limité après rétention	Volume d'eau rejeté avec un débit constant acceptable pour l'aval après stockage des eaux de ruissellement pendant les fortes intensités de pluie
Ruissellements :	Ecoulements instantanés et temporaires d'eau, à la suite de précipitations.
Stockage :	Mise en réserve temporaire d'eau.
Système d'assainissement	Il est composé principalement d'un réseau de canalisations et d'une station d'épuration. Il permet la collecte des eaux usées, leur transport vers la station d'épuration et le traitement de la pollution avant rejet vers les milieux aquatiques.
Zone non saturée :	Couche de terrain (sous-sol) non saturée par l'eau de la nappe phréatique. Cette couche de terrain est indispensable pour filtrer et développer les bactéries épuratrices de l'eau.

ANNEXE 4 - FICHES COMPLÉMENTAIRES RÉDIGÉES PAR BERNARD CHOCAT ET LE GRAIE SUR LA POLLUTION DES EAUX PLUVIALES ET LES TECHNIQUES ALTERNATIVES

Ce que sont ces notes

Ces notes se donnent un unique objectif : Fournir des éléments objectifs d'argumentaire à opposer aux critiques et aux craintes qui freinent souvent encore l'utilisation de ces dispositifs alternatifs. Il ne s'agit pas de laisser croire que les solutions proposées constituent une panacée qui va répondre à tous les besoins. En revanche, il s'agit de faire la part du vrai et d'expliquer que si certaines critiques doivent être prises en compte, bon nombre d'entre elles sont soit exagérées, soit totalement non fondées.

Ces notes ont pour ambition d'évoluer et de s'adapter. Faites nous suivre les questions qui vous sont posées et nous essaierons d'enrichir progressivement chacune des notes par des éléments de réponse argumentés.

Pourquoi faire confiance à ces notes ?

Ces notes ont été rédigées par Bernard Chocat, professeur émérite à l'INSA de Lyon et Vice-Président de l'ASTEE en charge de la recherche. Il a largement contribué à structurer le domaine de l'hydrologie urbaine, ou de la gestion de l'eau dans la ville, au niveau national et international. Il est l'auteur de très nombreux articles scientifiques mais aussi d'ouvrages techniques et de sensibilisation.

Elles ont également été validées par le groupe de travail sur la gestion des eaux pluviales animé par le GRAIE - Groupe de Recherche Rhône-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau - qui réunit non seulement des équipes de recherche qui sont à la pointe du domaine, mais également des professionnels venant d'horizons multiples (collectivités territoriales, bureaux d'étude, administrations, entreprises, ...) qui travaillent quotidiennement sur ces dispositifs.

Le contenu des notes résulte donc tout autant des connaissances scientifiques les plus pointues et les plus récentes que de l'expérience de terrain des concepteurs, des maîtres d'ouvrage et des exploitants.

Ce que ne sont pas ces notes

Ces notes n'ont pas pour objet de présenter les différents dispositifs techniques permettant une gestion durable des eaux de pluie à la parcelle. Elles ne constituent pas non plus un guide technique permettant de mieux les concevoir, de mieux les mettre en œuvre ou de mieux les exploiter. Elles ne prétendent pas non plus aider à choisir la solution qui est la mieux adaptée au contexte.

POLLUTION DES EAUX PLUVIALES

De quoi parle-t-on ?

La pollution des eaux de ruissellement urbain est un concept qui a maintenant été bien intégré par les acteurs de la ville. Cependant ce concept est souvent mal compris et différents éléments sont confondus à tort. Il est ainsi important de bien distinguer :

- La pollution de l'eau de pluie ;
- La pollution des eaux de ruissellement pluvial ;
- La pollution des rejets pluviaux stricts ;
- La pollution des rejets urbains de temps de pluie.

Pollution de l'eau de pluie

L'eau de pluie est naturellement polluée. En effet les gouttes d'eau ne peuvent atteindre une taille suffisante pour tomber vers le sol que s'il existe des particules solides dans l'atmosphère permettant d'initier le processus de nucléation. Une partie des polluants atmosphériques urbains sont donc entraînés vers le sol lors des périodes pluvieuses. Les concentrations en polluants sont cependant extrêmement faibles (voir tableau de synthèse), et, dans la plupart des situations l'eau de pluie est de qualité potable lorsqu'elle arrive au niveau du sol. Le facteur limitant le plus fréquent est le pH (pluies acides), mais cette acidité est très rapidement tamponnée par les matériaux sur lesquels elle ruisselle ou qu'elle traverse.

Pollution des eaux de ruissellement pluvial

En arrivant au sol, l'eau de pluie va d'une part lessiver les surfaces sur lesquels elle s'écoule et d'autre part éroder les matériaux de surface. Les contaminants peuvent soit être dissous, soit être fixés sur les particules entraînées par l'eau. L'augmentation de la concentration en polluants dépend de facteurs multiples : intensité de la pluie, importance des ruissellements, nature du matériau de surface, nature des activités sur ou à proximité de la surface, etc... Ceci explique la très grande variabilité des concentrations trouvées dans la littérature. Notons cependant (voir tableau) que les eaux de ruissellement sont presque toujours au moins de qualité « baignade ».

En pratique, le facteur le plus important reste cependant la distance parcourue par l'écoulement. De façon assez basique, si la goutte d'eau parcourt plusieurs dizaines de mètres pour rejoindre un avaloir, elle se chargera beaucoup plus en polluants que si elle s'infiltré exactement là où elle est tombée et ne traverse que quelques centimètres de matériaux potentiellement pollués ou érodables.

Pollution des rejets pluviaux stricts

Dans un système d'assainissement séparatif classique, les eaux de ruissellement sont recueillies dans un réseau de surface (caniveaux), puis introduite dans un réseau souterrain de conduites et acheminées le plus directement possible vers un exutoire de surface. La pollution des rejets pluviaux stricts correspond à la pollution mesurée à cet exutoire.

La qualité des rejets pluviaux stricts est beaucoup plus mauvaise que celle des eaux de ruissellement. En effet l'eau se charge en polluants tout au long de son parcours :

- Dans les caniveaux, où les pratiques de nettoyage des rues, et les modes de vie des citoyens accumulent les polluants ;
- Et surtout dans le réseau de conduites qui reçoit, pendant les périodes de temps sec de multiples résidus, en particulier le produit du nettoyage des rues et des places de marché et les rejets divers de citoyens qui utilisent les avaloirs de rues comme des poubelles.

Pollution des rejets urbains de temps de pluie

Dans les villes françaises les réseaux séparatifs ne sont pas généralisés, et lorsqu'ils existent, la séparation des eaux usées et des eaux pluviales est rarement réalisée de façon parfaite. Ceci signifie que les rejets urbains de temps de pluie (RUTP) ne sont généralement pas des rejets pluviaux stricts, mais des mélanges d'eau usée et d'eau pluviale par des déversoirs d'orage, voire parfois, par des exutoires réputés strictement pluviaux. Les chiffres les plus souvent cités pour indiquer le fort degré de pollution des eaux rejetées par temps de pluie sont souvent ceux des effluents de réseau unitaire, ce qui explique d'une part leur très forte variabilité et d'autre part leurs fortes concentrations moyennes.

Quelques références

Ordre de grandeur des concentrations moyennes par site pour les parkings et différents types de voiries (fourchette de variation d'un site à l'autre et valeur médiane).

Tableau extrait du document de l'Agence de l'eau Seine-Normandie « Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines »¹.

Polluant	Concentrations				
	Voiries urbaines			Autoroutes	Parkings
	Trafic faible (a)	Trafic moyen (b)	Trafic fort (c)		
MES (mg/l)	11,7 – 117 84,5	59,8 – 240 99	69,3 – 260 160	41,3 – 762 92	98 – 150 129
DCO (mg/l)	70 – 368 120			107*	50 – 199 70
Cd (µg/l)	0,4 – 1,4 0,5	0,4 – 13,8 1,9		3,0 – 3,7 3,4	1,2*
Cu (µg/l)	47 – 75,9 60,4	51,7 – 103,8 97	65,6 – 143,5 90	16,1 – 120 40	6 – 80 43
Pb (µg/l)	25 – 535 170			2,4 – 224 100	15,4 – 137 78,5
Zn (µg/l)	129,3 – 1956 407			70 – 660 119	125 – 526 281
HA (µg/l)	393 – 1359 813				
HAP (µg/l)	0,16 – 4,5 0,22			0,31 – 21,8 2,34	1,62 – 3,5 2,3
Hct (µg/l)	160 – 2277 1402	4000 – 11000 4170		21,8 – 4760 2391	150 – 1000 160

* : une seule valeur disponible

(a) Trafic faible : < 3 000 véhicules par jour

(b) Trafic moyen : 3 000 à 10 000 véhicules par jour

(c) Trafic fort : > 10 000 véhicules par jour

¹ Gromaire M.C., Veiga L., Grimaldi M., Aires N. (2013) : Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines ; Agence de l'eau Seine-Normandie ; 63p. ; téléchargeable sur le site de l'AESN :

http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Dossier_partage/COLLECTIVITES-partage/EAUX_PLUVIALES/Document_d_orientation_bonne_gestion.pdf

Concentrations moyennes événementielles des RUTP, étendue min –max des valeurs ou coefficient de variation CV selon les cas

Tableau extrait de B.Chocat, S.Barraud, J.L.Bertrand-Krajewski : « Les eaux pluviales urbaines et les rejets urbains de temps de pluie », Encyclopédie des techniques de l'Ingénieur.

Type de rejets	Concentrations moyennes événementielles			Valeurs de références		
	Pluviaux séparatifs		Pluviaux unitaires	Limites causant des effets biologiques observables	Norme de potabilité (*)	Norme de rejet de STEP
	Résidentielle & commerciale	Autoroute & route à fort trafic	Mixte			
Type de zone urbaine	Moyenne Min - Max ou CV	Moyenne Min - Max ou CV	Moyenne Min - Max ou CV			
MES (mg/L)	190 1 - 4582	261 110 - 5700	425 176 - 647 [12]	25	-	35
DBO ₅ (mg/L)	11 0.7 - 220	24 12.2 - 32	90 43 - 225 [12]		7 (**)	25
DCO (mg/L)	85 20 - 365	128 128 - 171	380 250 - 530 [12]		30	125
N - NH ₄ (mg/L)	1.45 0.2 - 4.6	0.02 0.02 - 2.1	6 3.1 - 8 [12]	1.7		
N total (mg/L)	3.2 0.4 - 20		8.3 21 - 28.5 [12]		3 (**)	10 / 15 (***)
P total (mg/L)	0.34 0.02 - 14.3		10 6.5 - 14 [12]			1 / 2 (***)
Pb total (µg/L)	210 10 - 3100	960 2 410 - 34 000	250 80 - 450 [12]	12	50	
Zn total (µg/L)	300 10 - 3680	410 170 - 355	870 100 - 1070 [12]	30	5000	
Cu total (µg/L)	144.6 (zone rés.) CV = 103 % [5]	18.5 CV = 40 % [7], [8], [9]			1000 (**)	
Cd total (µg/L)	2.81 (zone com.) CV = 151 % [5] 11.32 CV = 93 % [15]	0.76 CV = 83 % [6] 3.61 CV = 30 % [7], [8], [9]			5	
HCT (mg/L)	1.9 0.04 - 25.9	28 2.5 - 400	4 - 35 [14]		1	
HAP (µg/L)	0.01 3.2 CV = 102 % [5]	- 0.03 - 6			1 (6 substances)	
Glyphosate (µg/L)	<1.52 < 0.1 - 4.72 [10]	0.72 0 - 1750 [11]				
Diuron (µg/L)	<1 <0.05 - 13 [10]	0.05 0 - 2 [11]				
Coliformes fécaux (<i>Escherichia Coli</i>) MPN/100mL	6430 40 - 500 000	10 - 1000	10⁵ - 10⁸ [12]		50 000 (coliformes totaux)	

(*) valeur limite guide conseillée (**) valeurs impératives (***) première valeur en zone normale, deuxième valeur en zone sensible au sens de la directive européenne du 21 mai 1991.

Synthèse de données européennes et nord-américaines établie par [4] et complétée par les auteurs ([5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15]).

Concentration des eaux de pluie en métaux sur deux sites de l'OTHU à Lyon (valeurs en µg/l)

Tableau d'après Becouze-Lareure C. (2010). *Caractérisation et estimation des flux de substances prioritaires dans les rejets urbains par temps de pluie sur deux bassins versants expérimentaux*. Thèse de doctorat, INSA Lyon, France. Disponible sur: <http://www.esprit-rhodanos.fr/publications/index.html>

Métaux	Ecully				Chassieu			
	médiane	moyenne	min	max	médiane	moyenne	min	max
Al	14.0	1 603	2.50	22 169	2.50	178	2.50	938
Sb	0.21	1.21	0.05	15.1	0.05	0.13	0.05	0.46
Ag	0.01	0.04	0.01	0.28	0.01	0.02	0.01	0.08
As	0.11	0.43	0.03	3.57	0.07	0.11	0.03	0
Ba	4.1	19.4	2.50	122	2.50	4.39	2.50	13
B	3.1	4.7	1.0	22.2	1.3	2.3	1.0	9.93
Cd	0.02	0.07	0.01	0.61	0.01	0.02	0.01	0.08
Cr	0.24	2.36	0.03	20.1	0.08	0.31	0.03	1.45
Co	0.07	0.38	0.05	3.75	0.05	0.11	0.05	0.37
Cu	9.3	39.0	1.43	267	4.38	12.6	0.84	92
Sn	0.20	4.32	0.05	35.0	0.05	0.50	0.05	3.92
Fe	22	1 060	1.15	10 752	16.43	138	1.46	750
Li	0.08	0.96	0.03	11.61	0.03	0.17	0.03	0.94
Mn	4.1	22.0	0.39	194	2.29	6.61	0.44	29.72
Hg	-	0.13	-	2.50	-	0.46	-	6.40
Mo	0.11	0.58	0.05	5.94	0.05	0.09	0.05	0.34
Ni	0.88	3.33	0.11	19.00	0.53	1.01	0.21	3.79
Pb	0.92	8.91	0.03	86.0	0.29	1.44	0.03	5.69
Rb	0.27	1.95	0.03	19.87	0.08	0.40	0.03	1.99
Se	0.25	0.29	0.25	0.45	0.25	0.26	0.25	0.32
Sr	2.78	12.7	0.25	141	3.09	5.78	0.25	28.42
Tl	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti	1.22	30.3	0.05	229.2	0.05	5.33	0.05	22.98
U	0.05	0.11	-	0.49	0.05	0.06	0.05	0.12
V	0.59	2.44	0.20	21.2	0.20	0.75	0.20	2.82
Zn	64.36	185	9.76	1 022	37.3	73.9	7.8	429

Concentration des eaux de pluie en composés organiques sur deux sites de l'OTHU à Lyon – valeurs en ng/l

Tableau d'après Becouze-Lareure C. (2010). *Caractérisation et estimation des flux de substances prioritaires dans les rejets urbains par temps de pluie sur deux bassins versants expérimentaux*. Thèse de doctorat, INSA Lyon, France. Disponible sur: <http://www.esprit-rhodanos.fr/publications/index.html>

Organiques	Chassieu				Ecully			
	médiane	moyenne	min	max	médiane	moyenne	min	max
Alachlore	14.0	14.0	<	14.0	<	<	<	<
Atrazine	0.50	0.68	<	1.37	0.63	1.94	<	11.0
Chlorfenvinphos	0.05	0.05	<	0.05	0.05	0.05	<	0.05
Chlorpyrifos	<	<	<	<	<	<	<	<
Diuron	6.0	6.0	<	9.0	<	<	<	<
Endosulfan A	<	<	<	<	<	<	<	<
Hexachlorobenzène	<	<	<	<	<	<	<	<
α Hexachlorocyclohexane	<	<	<	<	<	<	<	<
β Hexachlorocyclohexane	<	<	<	<	<	<	<	<
γ Hexachlorocyclohexane	<	<	<	<	<	<	<	<
δ Hexachlorocyclohexane	<	<	<	<	17.5	17.5	<	17.5
Isoproturon	28.2	28.2	28.2	28.2	9.8	9.8	<	18.6
Pentachlorophénol	<	<	<	<	<	<	<	<
Simazine	0.57	0.62	<	1.33	0.05	0.43	<	1.31
Trifluraline	<	<	<	<	<	<	<	<
Aldrine	<	<	<	<	<	<	<	<
Dieldrine	<	<	<	<	<	<	<	<
Endrine	<	<	<	<	<	<	<	<
Isodrine	<	<	<	<	<	<	<	<
op DDT	<	<	<	<	<	<	<	<
pp DDT	19.8	19.8	<	20.5	20.5	20.5	<	20.5
Anthracène	<	<	<	<	<	<	<	<
Fluoranthène	1.05	1.94	<	4.78	1.00	2.76	<	6.12
Naphtalène	15.0	15.0	<	15.0	<	<	<	<
Benzo (a) pyrène	<	<	<	<	<	<	<	<
Benzo (b) fluoranthène	<	<	<	<	<	<	<	<
Benzo (k) fluoranthène	<	<	<	<	<	<	<	<
Benzo (g, h, i) perylène	<	<	<	<	<	<	<	<
Indéno (1, 2, 3) pyrène	<	<	<	<	93.6	93.6	<	93.6
Di (2-éthylexyl) phtalate	<	<	<	<	<	<	<	<
Hexachlorobutadiène	13.5	13.5	<	13.5	13.5	13.5	<	13.5
Nonylphénols	71.9	84.3	<	209.7	61.1	85.5	<	218.6
4-nonylphénol	<	<	<	<	<	<	<	<
Octylphénols	<	<	<	<	<	<	<	<
Para-ter-octylphénol	2.50	10.2	<	64.2	2.50	13.7	<	63.5
1,2,4-trichlorobenzènes	<	<	<	<	12.5	12.5	<	12.5

< : inférieur à la limite de détection.

LES NOUES ET FOSSÉS

infiltration des eaux de parking et de voiries dans une noue ou dans un fossé

Cette note traite d'une solution utilisable pour gérer les eaux pluviales produites par un parking de voitures particulières ou une voirie peu circulée recouverts par un matériau imperméable, en les infiltrant dans une noue ou un fossé situé à proximité immédiate de la chaussée.



Noues et fossés : les questions fréquemment soulevées

Nous développons ci-après les freins les plus fréquemment mis en avant pour expliquer la non-utilisation de ce type d'ouvrages et évaluons leur importance réelle.

? **On dit qu'il existe un risque de pollution des sols et des nappes par les eaux de ruissellement : VRAI ou FAUX ?**

La pollution des rejets urbains de temps de pluie a été fortement mise en avant depuis une trentaine d'années. De ce fait, beaucoup de personnes craignent un risque de pollution des sols et des nappes par des eaux de ruissellement produites par les chaussées.

Éléments d'analyse et de réponse

En réalité, la pollution des eaux de ruissellement varie beaucoup selon l'endroit où on la mesure. La note « [pollution des eaux pluviales](#) » donne des éléments concrets sur la pollution des eaux de pluie à différents moments de son transfert dans le système urbain. La fiche 2 du document « [Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines](#) »² diffusé par l'agence de l'eau Seine-Normandie propose une grille permettant l'évaluation du potentiel de contamination des eaux de ruissellement de chaussée.

Les deux principaux éléments à retenir sont les suivants.

- **Les eaux de ruissellement des parkings et voiries peu circulées ne sont pas particulièrement polluées.**

Une idée largement répandue est que le trafic automobile génère une quantité importante de polluants divers qui s'accumulent sur les surfaces où il s'effectue : métaux issus de l'usure des pièces mécaniques, caoutchouc et molécules variés provenant de la gomme des pneus, résidus d'hydrocarbures, fuites d'huile, ... En réalité la quantité de polluants réellement mobilisable est très généralement assez faible (voir [note sur la pollution des eaux pluviales](#)). Par exemple les concentrations en hydrocarbures totaux dépassent rarement 10mg/l dans les eaux de ruissellement de voirie. Elles sont presque toujours inférieures à 1mg/l sur les parkings ou les voiries peu circulées. Ceci s'explique pour les raisons suivantes :

² Disponible sur le site de l'Agence de l'eau Seine Normandie :

http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Dossier_partage/COLLECTIVITES-partage/EAUX_PLUVIALES/Document_d_orientation_bonne_gestion.pdf

- Les hydrocarbures lourds, les plus visibles (tâches d'huiles sur le sol), sont fixés de façon très forte au revêtement de surface et ne sont quasiment pas entraînés par l'écoulement. Ces hydrocarbures sont de plus rapidement dégradés par des bactéries. Il en va de même des fuites éventuelles de carburants qui se fixent très vite sur les particules.
- Les HAPs³ sont eux extrêmement volatiles et mobiles. Leur concentration dans les eaux de ruissellement est assez homogène quel que soit le lieu de prélèvement (excepté à proximité immédiate de voiries très circulées : boulevards urbains, autoroutes).
- Les particules issues de l'usure correspondent par définition à une pollution particulaire qui va être entraînée par les eaux de ruissellement et qui va se stocker dans les matériaux de surface de l'ouvrage d'infiltration (voir le § suivant).

En pratique la concentration en métaux potentiellement toxiques (Plomb, Cadmium, Cuivre, Zinc) des eaux qui ont ruisselé sur un parking ou une voirie peu circulée est le plus souvent inférieure, voire très inférieure, à celle des eaux provenant des toitures⁴. La pollution organique (azote, pesticides, désherbants, etc.) des eaux de parking et également inférieure à celle qui s'infiltrent à travers les pelouses. Ces concentrations sont presque toujours inférieures aux valeurs de norme de qualité « eau de baignade ».



Pour diminuer encore les concentrations en polluant, il est conseillé de limiter au maximum la distance parcourue en surface sur le revêtement imperméable en disposant judicieusement les ouvrages d'infiltration

■ Les eaux se filtrent lors de leur infiltration dans la noue ou dans le fossé.

Dans le cas d'une noue ou d'un fossé, l'eau s'écoule le plus souvent sur une surface végétalisée avant de commencer à s'infiltrer dans le sol. La végétation en surface va ralentir l'écoulement et favoriser le dépôt des particules sur lesquelles les polluants sont fixés. Le sol va également retenir les particules et filtrer l'eau. Les concentrations en polluants, déjà faibles en surface vont donc diminuer très vite lorsque l'eau va gagner de la profondeur.

Toutes les études montrent ainsi que pour la plupart des indicateurs il n'existe aucun risque de pollution des sols en profondeur (on retrouve des concentrations proches du fond géochimique au plus à 1 mètre de profondeur, et ceci après plusieurs dizaines d'années d'utilisation) ni de pollution des nappes (la plupart des polluants étant fixés aux particules).

Il faut cependant rester vigilant car certains polluants émergents (pesticides par exemple) n'ont pour l'instant été que rarement recherchés et que l'on connaît peu de choses sur leur dynamique dans les sols.



Pour diminuer encore le risque de pollution (ainsi que le risque de colmatage – voir plus loin), il est conseillé de limiter au maximum le rapport surface de collecte / surface d'infiltration.

L'essentiel à retenir

Le risque de pollution chronique des sols et des nappes par l'infiltration directe des eaux de ruissellement d'un parking (ou d'une chaussée peu circulée) à travers une noue ou un fossé est quasiment nul, même s'il faut rester vigilant sur les risques potentiels de certains micropolluants encore peu étudiés.

³ Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sont des résidus de la combustion des produits carbonés. Plusieurs d'entre eux sont cancérigènes.

⁴ Les eaux provenant des toitures sont souvent chargées en métaux du fait de l'érosion des éléments métalliques utilisés pour construire ou compléter la toiture (clous, chenaux, etc.) et des métaux présents dans les matériaux constitutifs.

? On dit qu'il existe un risque de pollution accidentelle des sols et des nappes : VRAI ou FAUX ?

Le risque évoqué ici est celui d'un apport massif et accidentel d'un polluant dangereux sur l'ouvrage. La cause la plus fréquente de survenue d'un tel événement est constituée par les accidents de circulation, et en particulier les accidents de poids lourds transportant des matières dangereuses. Sur les infrastructures fortement circulées (autoroutes par exemple), ce risque est pris en compte et géré par la mise en place d'ouvrages de confinement (bassins jouant d'ailleurs un double rôle de confinement et d'écrêtement des pointes de débit).

Un autre risque potentiel est celui de l'incendie d'un bâtiment situé à proximité de la voirie ou du parking. Cet incendie peut générer des produits potentiellement polluants et l'intervention des pompiers qui répandent de grandes quantités d'eau est susceptible d'entraîner ces contaminants vers le système de gestion des eaux pluviales.

Le risque d'accident industriel (rupture de cuves ou de canalisations par exemple) constitue un troisième type d'événements potentiels, il n'est pas spécifique des parkings ou des voiries.

Du fait de ces risques accidentels, beaucoup de gestionnaires ou de concepteurs considèrent que des solutions de confinement et/ou de traitement doivent être mises en œuvre même sur des parkings ou des voiries peu circulées⁵.

Éléments d'analyse et de réponse

Notons tout d'abord qu'il est impossible de se prémunir contre tout risque de pollution accidentelle. En réalité un grand nombre de pollutions accidentelles (incendies, accidents de circulation, rupture de cuves, ...) se produisent déjà sur des surfaces perméables (bas-côtés des routes) ou sur des zones ne bénéficiant pas d'ouvrages de confinement. Si un accident se produit, la pollution reste en général fixée dans les couches superficielles du sol qui peuvent être facilement excavées et éliminées. Si le risque est réel, il ne doit donc pas être exagéré.

Ensuite, l'utilisation de noues ou de fossés n'interdit pas de prévoir un confinement possible des eaux directement sur la surface imperméable. Une conception bien faite du parking ou de la voirie peut en effet permettre d'installer très facilement en cas de besoin des obstacles provisoires déconnectant les surfaces imperméables des ouvrages d'infiltration.

Enfin, la gestion de l'eau en surface est sécuritaire car elle permet de voir la pollution est d'intervenir plus rapidement. Il est d'ailleurs conseillé de privilégier l'alimentation des noues par gravité et non par avaloirs pour éviter les risques de déversement de liquides et déchets par les usagers.

L'essentiel à retenir

Le risque de pollution accidentelle des sols et des nappes par l'infiltration d'un polluant dangereux provenant d'un accident de la circulation ou de toute autre cause existe, mais sa fréquence est généralement rare pour la plupart des situations.

Le risque doit cependant être évalué et ce type de solution ne devra cependant pas être utilisé lorsque l'aléa (par exemple, présence fréquente de camions chargés de matières dangereuses) ou la vulnérabilité (par exemple, nappe phréatique utilisée pour la production d'eau potable) seront trop grands.

Le risque est acceptable dans tous les autres cas, d'autant qu'il est possible de s'en prémunir en se donnant la possibilité de déconnecter provisoirement les surfaces imperméables des ouvrages d'infiltration.

5 Une solution technique souvent proposée (voire parfois imposée) est l'utilisation de séparateurs à hydrocarbures. Si ces ouvrages peuvent effectivement être utiles pour confiner un déversement accidentel (à condition que leur dimension soit suffisante), ils sont totalement inefficaces pour dépolluer les eaux de ruissellement pluvial. Cet argument souvent avancé pour promouvoir la technique doit donc être absolument rejeté (voir synthèse du RDV du Graie "les hydrocarbures dans les eaux pluviales", décembre 2004

http://www.graie.org/graille/grailedoc/doc_telech/actesynteses/RDV/RDV11hydrocarburesupports.pdf

? Que faire si la capacité d'infiltration du sol est insuffisante ?

Le risque évoqué ici est en fait double :

- la capacité insuffisante du sol de surface à absorber l'eau de pluie, et donc la stagnation prolongée de l'eau en surface, éventuellement sous forme de boue ;
- la capacité insuffisante du sol sous-jacent à transporter l'eau en profondeur vers la nappe phréatique, et donc à drainer l'ouvrage.

Ces deux éléments sont très différents et ne doivent pas être confondus :

- Le sol de surface est constitutif de l'ouvrage. Sa nature, et donc sa capacité d'infiltration initiale, peuvent donc être parfaitement contrôlées. Le risque réside donc plutôt dans le maintien de cette capacité d'infiltration au cours du temps. Cet aspect est traité dans le § suivant sur le risque de colmatage.
- Le sol sous l'ouvrage est en revanche non contrôlé et il s'agit d'un paramètre de conception que l'on subit. C'est ce risque qui est traité ici.

Éléments d'analyse et de réponse

Pour évaluer le risque réel d'insuffisance de la capacité d'infiltration, plusieurs éléments doivent être pris en compte :

- Les sols urbains sont très souvent des sols anthropiques constitués de déblais qui se sont accumulés au fil du temps. Ils sont donc extrêmement hétérogènes et leur capacité d'infiltration varie souvent dans des rapports très importants (de 1 à 10, voire davantage), à quelques mètres de distance. Or, pour drainer l'ouvrage, il suffit généralement d'avoir une bonne perméabilité sous une partie seulement de sa surface.
- Les intensités de pluie sont le plus souvent inférieures ou très inférieures aux capacités d'infiltration des sols. A titre d'exemple, une intensité moyenne de 36 mm/h en 1 heure (pluie de période de retour supérieure à 10 ans à Lyon) génère un débit surfacique d'eau de 10-5 m/s. De plus le ratio surface contributive/surface d'infiltration peut, dans beaucoup de situations, être maintenu à une valeur faible (inférieur à 10). La concentration des flux est donc faible.
- L'ouvrage dispose d'une capacité de stockage dans sa masse qui peut être ajustée par une bonne conception. Ce volume va servir de tampon et, en pratique, la capacité d'infiltration du sol support va simplement conditionner le temps de vidange de ce volume. A titre d'exemple pour vidanger en 24h un volume généré par une pluie de 100 mm (pluie de période de retour supérieure à 10 ans à Lyon), avec un ratio surface contributive/surface d'infiltration de 10, il suffit d'avoir une capacité moyenne d'infiltration du sol support de 1,15.10⁻⁵ m/s, ce qui correspond à un sol très peu perméable.
- En cas d'insuffisance de la capacité d'infiltration due à une pluie exceptionnelle, les volumes en cause restent faibles dans la mesure où les eaux de ruissellement sont gérées très près de leur lieu de production. A titre d'exemple, un parking de 200 m² qui reçoit une pluie très exceptionnelle de 150 mm génère au maximum un volume de 30 m³. Si les 2/3 de ce volume sont pris en charge normalement par l'ouvrage, il reste 10 m³ d'eau à répartir en surface. Une conception bien faite de l'ouvrage peut sans difficulté permettre de stocker 5 m³ en surface au droit de l'ouvrage (avec l'hypothèse précédente d'un ratio surface contributive/surface d'infiltration de 10, la surface de l'ouvrage est de 20 m², ce qui nécessite une lame d'eau moyenne de 25 cm). Il reste 5 m³ qui vont se répartir sur les 200 m² du parking, soit une hauteur d'eau moyenne de 2 à 3 cm qui passera totalement inaperçue du fait des conditions climatiques...

L'essentiel à retenir

La capacité moyenne d'infiltration du sol support est un paramètre de conception important qui doit être pris en compte par des mesures correctes au droit de l'ouvrage.

Le fait que cette capacité d'infiltration soit faible n'est cependant pas réhibitoire et des

noues ou des fossés d'infiltration peuvent sans trop de difficulté être utilisés, même avec des capacités d'infiltration de l'ordre de 10^{-5} m/s à condition de doter l'ouvrage d'une capacité de stockage suffisante (en surface et dans sa masse) et de gérer le devenir des eaux excédentaires en cas d'insuffisance.

? On dit qu'il existe un risque de colmatage des ouvrages d'infiltration : VRAI ou FAUX?

Ce risque concerne la couche de surface de l'ouvrage. L'accumulation de matières due à des arrivées d'eaux de ruissellement chargées en particules, mais aussi à d'autres apports naturels (poussières apportées par le vent, débris végétaux) ou anthropiques (détritus) risque de conduire peu à peu à son colmatage. La perméabilité de la surface se réduit progressivement et il peut arriver un moment où l'eau ne s'infiltrer plus dans l'ouvrage ; l'eau stagne longtemps en surface et induit des nuisances (moustiques par exemple).

Ce colmatage est la contrepartie obligatoire de l'efficacité des ouvrages à dépolluer les eaux. Les particules piégées sont en effet le support des contaminants et le fait qu'elles soient fixées près de la surface permet de ne pas les retrouver plus profondément dans le sol ou dans les nappes. D'autres causes peuvent également jouer un rôle, comme le tassement de la couche de surface, par exemple si elle est accessible au public.

Éléments d'analyse et de réponse

Ce risque doit impérativement être pris en compte dès l'étape de conception. Les règles suivantes sont le plus souvent efficaces :

Prévoir un dispositif permettant à l'eau de se filtrer ou de décanter avant l'arrivée dans l'ouvrage (par exemple une bande enherbée) ;

- Végétaliser l'ouvrage, le développement des racines permettant de maintenir une certaine perméabilité ;
- Prendre des mesures pour éviter le piétinement ou le passage de véhicules sur l'ouvrage (la végétalisation constitue là aussi une bonne solution) ;
- Nettoyer régulièrement l'ouvrage ;
- Limiter le rapport surface contributive / surface d'infiltration à une valeur aussi faible que possible (si possible inférieur à 10) ;
- Si le risque est vraiment très important, prévoir éventuellement des ouvrages annexes permettant d'introduire directement l'eau dans la masse de l'ouvrage.

On peut également accepter ce risque et prévoir un remplacement régulier de la couche de surface.

L'essentiel à retenir

Le colmatage possible des couches de surface des noues ou des fossés est un risque réel à prendre en compte. Une bonne conception des ouvrages associée à la mise en place de règles de suivi et d'exploitation permet cependant de le contrôler avec efficacité.

? On dit qu'il peut-être dangereux d'installer une noue ou un fossé d'infiltration à côté d'un immeuble : VRAI ou FAUX?

L'infiltration de l'eau à proximité d'un immeuble peut entraîner des particules fines et déstabiliser les fondations du bâti. Par ailleurs la présence d'eau dans le sol à proximité des sous-sols de l'immeuble va être une source de nuisances (humidité, infiltration d'eau), et peut contribuer à faire remonter localement la nappe phréatique et exercer une pression sur l'immeuble.

Éléments d'analyse et de réponse

Ces risques ne peuvent bien sûr pas être tout à fait éliminés mais ils doivent être relativisés :

La présence d'eau en quantité suffisamment importante pour poser de réelles difficultés n'est possible que si trois conditions sont remplies :

- Un sol peu perméable en profondeur ou une nappe phréatique proche de la surface ;
- L'infiltration de qualité importante d'eau, donc une surface drainée par la noue importante par rapport à sa propre surface ;
- Une noue située à proximité immédiate de l'immeuble.

Il est donc possible de se protéger facilement contre ces risques en respectant deux règles simples lorsque la première condition que l'on ne maîtrise pas (sol peu perméable en profondeur ou nappe phréatique proche de la surface) est remplie :

- Ne pas installer de noues à moins de trois mètres de la paroi du bâtiment le plus proche ;
- Ne pas drainer dans une noue proche d'un bâtiment une surface supérieure à la surface de ce bâtiment.

L'essentiel à retenir

Les risques de dégradation des fondations ou de nuisances dans les sous-sols ne peuvent pas être totalement exclus si les noues sont très proches des bâtiments. Le risque est cependant faible et peut facilement être maîtrisé en respectant des règles simples de conception des noues.

? On dit que le coût est élevé, en particulier du fait de l'emprise foncière nécessaire: VRAI ou FAUX?

Pour que l'ouvrage fonctionne correctement, le ratio surface contributive/surface d'infiltration doit être faible. De ce fait la surface foncière consommée est importante, ce qui entraîne un coût très élevé pour ce type de solution.

Éléments d'analyse et de réponse

Cet argument est vrai si la noue ou le fossé ont pour seule fonction la gestion des eaux pluviales.

Mais l'intérêt principal des solutions alternatives réside justement dans le caractère plurifonctionnel des espaces dédiés à la gestion des eaux pluviales. Les périodes de pluie ne représentent en fait qu'un pourcentage infime du temps, moins de 5% sur la plupart des régions de France métropolitaine. Ceci signifie que pendant 95% du temps les noues ou les fossés sont disponibles de façon exclusive pour une autre fonction.

Le plus simple est bien sûr de les utiliser comme éléments du paysage urbain. Un fossé peut être associé à une haie pour créer une trame verte, il peut contenir une végétation intéressante du fait de la présence plus importante de l'eau ; les parties non infiltrantes d'une noue peuvent être traitées en pelouse ou en espace de détente ou de jeux pour les enfants ; les deux peuvent jouer un rôle dans le développement de la biodiversité ; etc.. Les fossés font d'ailleurs partie intégrante des routes depuis des centaines d'années.

La tendance actuelle consiste d'ailleurs à inverser complètement le point de vue. On ne s'interroge plus sur la meilleure autre fonction que l'on peut attribuer à un ouvrage de gestion des eaux pluviales, mais on se demande quelle est la meilleure façon d'utiliser les espaces urbains que l'on souhaite créer, pour les doter, en plus, d'une fonction de gestion des eaux pluviales.

Le surcoût pour adapter ces espaces à la gestion des eaux pluviales est alors bien inférieur à celui d'un réseau d'assainissement traditionnel.

Si aucune de ces fonctions ne présente de l'intérêt dans le cadre du projet, alors la solution noue ou fossé d'infiltration n'est pas adaptée et ne doit pas être utilisée. D'autres solutions existent (revêtements poreux par exemple) qui évitent de consommer du foncier.

L'essentiel à retenir

Le surcoût dû à l'emprise foncière des ouvrages n'existe réellement que si les ouvrages utilisent un espace qui était initialement prévu pour la circulation ou le stationnement, ce qui implique d'agrandir l'emprise totale.

La solution consiste donc à utiliser, pour infiltrer les eaux de pluie, des espaces urbains qui sont prévus pour d'autres fonctions (espaces verts en particulier). Dans ce cas, les noues et les fossés s'avèrent généralement beaucoup plus économiques que les réseaux traditionnels.

Si aucun espace initialement prévu n'est adapté à cette fonction d'infiltration, il faut alors choisir une autre technique (par exemple utilisation de revêtements poreux).

? On dit que le nettoyage et l'entretien sont difficiles à gérer : VRAI ou FAUX?

Les noues et les fossés sont des ouvrages de petite taille qui peuvent très facilement être « oubliés », en particulier lorsqu'ils sont situés sur le domaine privé ou que leur gestionnaire est mal identifié (ce qui est un risque potentiel du fait de leur plurifonctionnalité).

Or les noues ou les fossés qui ne sont pas régulièrement nettoyés sont le plus souvent rapidement perçus comme des terrains vagues et deviennent le réceptacle de déchets de tous ordres, induisant nuisances, colmatage et mécontentements.

Une crainte associée pour les collectivités est que, du fait de ces dysfonctionnements, on leur demande de reprendre en charge l'entretien.

Éléments d'analyse et de réponse

Cet argument est tout à fait vrai si l'on considère la noue ou le fossé comme un ouvrage d'assainissement.

Cependant, cet argument perd beaucoup de sa portée si l'on considère qu'il s'agit essentiellement d'un espace vert qui a, en plus, pendant de très courtes périodes de temps, une fonction de stockage provisoire et d'infiltration des eaux de pluie.

L'ouvrage doit alors être conçu et exploité comme tel et il n'y a pas plus de risque d'oubli ou de dysfonctionnement que pour n'importe quel autre espace vert⁶.

L'essentiel à retenir

Le nettoyage et l'entretien régulier des noues et des fossés est une nécessité absolue, à la fois pour des raisons d'esthétique et de garantie de fonctionnement. Il est donc très important de prévoir les modalités pratiques de cet entretien.

Que l'ouvrage soit sur le domaine public ou sur le domaine privé, une solution simple consiste à privilégier sa fonction d'espace vert à sa fonction de gestion des eaux pluviales ; en particulier une bonne conception et une bonne intégration dans le paysage réduira fortement les risques de salissures.

⁶ Il est cependant nécessaire de garder en mémoire que l'espace a également une fonction technique et en particulier conserver des possibilités d'accès pour permettre une éventuelle intervention plus lourde.

? **On dit que les noues et les fossés d'infiltration induisent des difficultés supplémentaires d'entretien : VRAI ou FAUX?**

Les deux questions les plus soulevées concernent la viabilité hivernale et l'entretien de la végétation (de la noue, du fossé ou des autres espaces verts).

Les moyens généralement utilisés pour assurer la viabilité hivernale reposent sur l'utilisation de produits fondants (sels de déneigement) et l'entretien de la végétation requiert souvent l'utilisation d'engrais ou de produits phytosanitaires. Dans les deux cas la conséquence est la production de polluants que l'on pense dangereux d'infiltrer dans le sol et la nappe.

L'utilisation de techniques d'infiltration risque donc de nécessiter une modification des pratiques et d'interdire les modes de gestion habituels.

Éléments d'analyse et de réponse

En réalité le fait d'infiltrer l'eau dans un fossé ou une noue ne rend pas du tout impossible le maintien des pratiques habituelles :

D'une part, les chaussées des routes de campagne sont toujours déneigées avec des produits fondants et l'utilisation des produits phytosanitaires n'est pas interdite dans les champs. Il est donc tout à fait possible d'infiltrer ces produits.

D'autre part la gestion des eaux pluviales par un réseau d'assainissement traditionnel ne résout pas le problème car les eaux ne sont de toute façon pas traitées avant leur rejet au milieu naturel.

Il reste, mais c'est une question beaucoup plus générale, que ces produits ne sont effectivement pas une bonne chose pour la nature et qu'il vaudrait mieux en réduire fortement l'usage.

L'essentiel à retenir

Les produits utilisés pour déneiger les sols ou traiter la végétation sont certes potentiellement dangereux pour les milieux naturels et leur usage devrait être réduit autant que possible.

Cependant, le fait d'infiltrer les eaux dans le sol par une noue ou un fossé n'aggrave en général absolument pas la situation par rapport aux techniques classiques.

Il n'y a donc aucune obligation spécifique de changer les pratiques de gestion.

LES REVÊTEMENTS POREUX

infiltration directe des eaux de parking et de voiries tertiaires à travers le revêtement



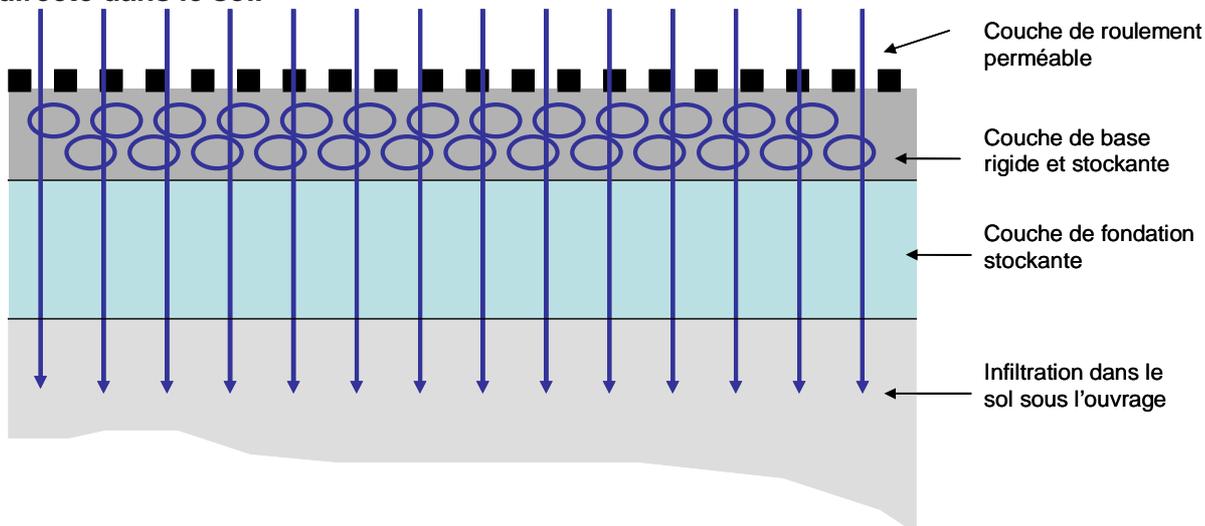
Revêtements poreux : de quoi parle-t-on ?

En matière de revêtement perméable, le vocabulaire est loin d'être fixé et les mêmes mots recouvrent souvent des réalités différentes. Sans vouloir édicter une norme, il est donc utile de commencer par préciser le vocabulaire qui sera utilisé dans cet article.

Trois notions différentes sont en effet souvent mélangées :

- le fait que la couche de roulement soit ou non poreuse ou perméable ;
- le fait que la couche de forme et/ou la couche de fondation puisse stocker de l'eau et permettre sa circulation ;
- le fait que le drainage de la structure se fasse ou non par une infiltration profonde dans le sol sous la structure ou à sa proximité immédiate.

En pratique, presque toutes les combinaisons de ces trois éléments peuvent être mises en œuvre, ce qui offre un grand nombre de solutions possibles. **Nous traiterons ici principalement le cas des ouvrages dotés d'un revêtement poreux, d'une structure réservoir et drainés par une infiltration directe dans le sol.**



De plus nous nous intéresserons à la mise en place de ce type de revêtement uniquement sur les parkings ou des voiries tertiaires, ouvrages peu circulés, et avec peu de réseaux souterrains.

Dans le cas des revêtements drainants, la couche de roulement est généralement confondue avec la couche de base et constitue la partie rigide, mécaniquement résistante de la chaussée. Différents matériaux peuvent être utilisés pour cette couche (enrobés poreux, béton poreux, pavés, pelouse renforcée,...). En général, on évite de stocker l'eau dans cette couche, sauf sur des durées très courtes. Si l'on fait le choix d'utiliser cette couche pour le stockage (ce qui peut éviter d'avoir à mettre en place une couche sous-jacente), l'évacuation de l'eau doit donc être rapide. La couche profonde a

essentiellement une fonction de stockage. Elle peut être constituée de graves ou de galets (porosité de l'ordre de 30%) ou d'une très grande variété de SAUL⁷.

Nous ne distinguerons pas ici les différentes solutions possibles. Notons cependant que l'offre est suffisamment diversifiée pour faire face à des situations très variées.

Revêtements poreux : les questions fréquemment soulevées

Nous développons ci-après les freins les plus fréquemment mis en avant pour expliquer la non-utilisation de ce type de revêtement et évaluons leur importance réelle.

? On dit qu'il existe un risque de pollution des sols et des nappes par les eaux qui s'infiltrent à travers le revêtement : VRAI ou FAUX ?

La pollution des rejets urbains de temps de pluie a été fortement mise en avant depuis une trentaine d'années. De ce fait, beaucoup de personnes craignent un risque de pollution des sols et des nappes par des eaux de ruissellement produites par les chaussées.

En réalité, la pollution des eaux de ruissellement varie beaucoup selon l'endroit où on la mesure. La note « [pollution des eaux pluviales](#) » donne des éléments concrets sur la pollution des eaux de pluie à différents moments de son transfert dans le système urbain. La fiche 2 du document « [Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines](#) »⁸ diffusé par l'agence de l'eau Seine-Normandie propose une grille permettant l'évaluation du potentiel de contamination des eaux produites par les chaussées. Cette même fiche propose une grille permettant l'évaluation du potentiel de contamination des eaux de ruissellement de chaussée.

Dans le cas d'une chaussée poreuse à structure réservoir, chaque goutte d'eau s'infiltré à proximité immédiate du point où elle atteint la surface et se filtre lors de son transfert à travers le matériau puis à travers le sol. C'est donc le risque de pollution de ce type de rejet dont il faut tenir compte.

Éléments d'analyse et de réponse

■ Les eaux de ruissellement des parkings et voiries peu circulées ne sont pas particulièrement polluées

Une idée largement répandue est que le trafic automobile génère une quantité importante de polluants divers qui s'accumulent sur les surfaces où il s'effectue : métaux issus de l'usure des pièces mécaniques, caoutchouc et molécules variés provenant de la gomme des pneus, résidus d'hydrocarbures, fuites d'huile, ... En réalité la quantité de polluants réellement mobilisables est très généralement assez faible ([voir note sur la pollution des eaux pluviales](#)). Par exemple les concentrations en hydrocarbures totaux dépassent rarement 10mg/l dans les eaux de ruissellement de voirie. Elles sont presque toujours inférieures à 1mg/l sur les parkings ou les voiries peu circulées. Ceci s'explique pour les raisons suivantes :

- Les hydrocarbures les plus visibles (tâches d'huiles sur le sol) se fixent très rapidement à proximité immédiate de la surface du revêtement poreux et ne sont quasiment pas entraînés par l'écoulement. Ces hydrocarbures sont de plus rapidement dégradés par des bactéries. Il en va de même des fuites éventuelles de carburants qui se fixent très vite sur les particules.

⁷ Voir le guide du CERTU sur les Structures Alvéolaires Ultra-Légères : <http://www.certu-catalogue.fr/structures-alveolaires-ultralegeres-saul-en-assainissement-pluvial.html>

⁸ Disponible sur le site de l'Agence de l'eau Seine Normandie :

http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Dossier_partage/COLLECTIVITES-partage/EAUX_PLUVIALES/Document_d_orientation_bonne_gestion.pdf

- Les HAPs⁹ légers (composés de peu de cycles) sont volatiles et mobiles. Leur concentration dans les eaux de ruissellement est assez homogène quel que soit le lieu de prélèvement (excepté à proximité immédiate de voiries très circulées : boulevards urbains, autoroutes). Les HAPs plus lourds sont produits en très faibles quantités sur les parkings ou les voiries légères et ne posent pas de réel problème.
- Les particules issues de l'usure correspondent par définition à une pollution particulaire qui va être entraînée par les eaux de ruissellement et qui va se stocker dans les matériaux constituant l'ouvrage (voir le § suivant).

En pratique la concentration en métaux toxiques (Plomb, Cadmium, Cuivre, Zinc) des eaux qui sont recueillies sur un parking ou une voirie peu circulée est très proche de celle de l'eau de pluie. Elle est le plus souvent inférieure, voire très inférieure, à celle des eaux provenant des toitures. La pollution organique (azote, pesticides, désherbants, ...) des eaux de parking est également inférieure à celle qui s'infiltre à travers les pelouses. Ces concentrations sont presque toujours inférieures aux valeurs de norme de qualité « eau de baignade ».

■ Les eaux se filtrent lors de leur transfert à travers les matériaux et le sol.

Peu de mesures ont été faites¹⁰ spécifiquement sur la qualité des eaux infiltrées à travers des parkings et des voiries peu circulées. Il est cependant possible de s'appuyer sur l'abondante littérature existante sur les ouvrages d'infiltration artificiels¹¹.

Notons que les conditions sont beaucoup plus défavorables dans les bassins d'infiltration puisqu'il s'agit ici d'infiltrer des eaux beaucoup plus polluées (en général des rejets pluviaux stricts) et avec des rapports surface de collecte / surface d'infiltration très largement supérieurs à 1 (ce qui signifie que les débits massiques de polluants sont beaucoup plus grands par unité de surface).

Malgré tout, l'ensemble des études montre que pour la plupart des indicateurs il n'existe aucun risque de pollution des sols (on retrouve des concentrations proches du fond géochimique au plus à 1 mètre de profondeur après plusieurs dizaines d'années d'utilisation) ni de pollution des nappes (la plupart des polluants étant fixés aux particules).

L'essentiel à retenir

Le risque de pollution chronique des sols et des nappes par l'infiltration directe des eaux de ruissellement d'un parking ou d'une voirie tertiaire à travers un revêtement poreux associé à une chaussée à structure réservoir est quasiment nul.

En effet, d'une part l'eau de pluie ne ruisselle pas sur le revêtement et ne se charge donc pas en polluant et d'autre part les eaux se filtrent très rapidement lors de leur transfert à travers les matériaux et le sol.

⁹ Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sont des résidus de la combustion des produits carbonés. Plusieurs d'entre eux sont cancérigènes.

¹⁰ Voir l'article " *Qualité physico-chimique des flux produits par un parking en béton poreux en temps de pluie*" de Chocat et al, Novatech 2013 <http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/51392/1B16-236CHO.pdf?sequence=1>

¹¹ Voir en particulier le guide du GRAIE à télécharger sur :

http://www.graie.org/othu/docsactu/GuideTechnique_recommandationsouvragesinfiltration.pdf

? On dit qu'il existe un risque de pollution accidentelle des sols et des nappes : VRAI ou FAUX ?

Le risque évoqué ici est celui d'un apport massif et accidentel d'un polluant dangereux sur l'ouvrage. La cause la plus fréquente de survenue d'un tel événement est constituée par les accidents de circulation, et en particulier les accidents de poids lourds transportant des matières dangereuses. Sur les infrastructures fortement fréquentées (autoroutes par exemple), ce risque est pris en compte et géré par la mise en place d'ouvrages de confinement (bassins jouant d'ailleurs un double rôle de confinement et d'écrêtement des pointes de débit).

Un autre risque potentiel est celui de l'incendie d'un bâtiment situé à proximité de la voirie ou du parking. Cet incendie peut générer des produits potentiellement polluants et l'intervention des pompiers qui répandent de grandes quantités d'eau est susceptible d'entraîner ces contaminants à travers le revêtement poreux.

Le risque d'accident industriel (rupture de cuves ou de canalisations par exemple) constitue un troisième type d'événements potentiels, il n'est pas spécifique des parkings ou des voiries.

Du fait de ces risques accidentels, beaucoup de gestionnaires ou de concepteurs considèrent que des solutions de confinement et/ou de traitement doivent être mises en œuvre, même sur des parkings ou des voiries peu circulées¹², ce qui est bien sûr impossible si l'eau est captée par un revêtement poreux et infiltrée directement sous la chaussée¹³.

Éléments d'analyse et de réponse

Ces risques sont réels mais ne doivent pas être exagérés.

Un grand nombre de pollutions accidentelles (incendies, accidents de circulation, rupture de cuves, ...) se produisent déjà sur des surfaces perméables (bas-côtés des routes) ou sur des zones ne bénéficiant pas d'ouvrages de confinement et il est impossible de se prémunir contre tout risque de pollution accidentelle. Par ailleurs en cas d'accident, la pollution reste généralement fixée sur un volume restreint de sol qui peut être excavé.

Il est cependant nécessaire d'évaluer correctement le risque et d'éviter l'utilisation de ce type de solution lorsque l'aléa est trop important.

L'essentiel à retenir

Le risque de pollution accidentelle des sols et des nappes par l'infiltration d'un polluant dangereux provenant d'un accident de la circulation ou de toute autre cause existe, mais sa fréquence est généralement rare pour la plupart des situations.

Le risque doit cependant être évalué et ce type de solution ne devra pas être utilisé lorsque l'aléa (par exemple, présence fréquente de camions chargés de matières dangereuses) ou la vulnérabilité (par exemple, nappe phréatique utilisée pour la production d'eau potable) seront trop grands.

Le risque est acceptable dans tous les autres cas.

¹² Une solution technique souvent proposée (voire parfois imposée) est l'utilisation de séparateurs à hydrocarbures. Si ces ouvrages peuvent effectivement être utiles pour confiner un déversement accidentel (à condition que leur dimension soit suffisante), ils sont totalement inefficaces pour dépolluer les eaux de ruissellement pluvial. Cet argument souvent avancé pour promouvoir la technique doit donc être absolument rejeté (voir synthèse du RDV du Graie "les hydrocarbures dans les eaux pluviales", décembre 2004

http://www.graie.org/graie/graiedoc/doc_telech/actesynteses/RDV/RDV11hydrocarburesupports.pdf.

¹³ Il est cependant possible d'intercaler des ouvrages de confinement avec d'autres configurations de chaussées à structure réservoir (soit entre la surface et la partie stockante, soit entre la partie stockante et la zone d'infiltration).

? On dit qu'il existe un risque d'endommagement des ouvrages lié aux cycles gel-dégel associé à la présence d'eau dans l'ouvrage : VRAI ou FAUX ?

La présence d'eau dans les voiries a toujours été l'un des soucis des ingénieurs routiers. En cas de gel, l'eau augmente en effet son volume et élargit les fissures dans lesquelles elle est stockée, fragilisant ainsi la chaussée.

Éléments d'analyse et de réponse

En pratique, si l'ouvrage est bien dimensionné, l'eau traverse très rapidement la couche de surface qui assure la résistance mécanique de la chaussée et vient se stocker provisoirement dans la couche plus profonde. En cas de gel, même immédiatement après une pluie, ce qui est peu probable, il n'y a donc aucun risque de déstructuration de la chaussée, l'espace libre étant largement suffisant pour supporter l'augmentation de volume de l'eau. En réalité les revêtements à fort taux de vide constituent plutôt un très net avantage dans ce type de situation, comme le montre leur utilisation dans les pays à climat froid¹⁴.

Il faut cependant noter que les tests de résistance aux cycles gel-dégel sont actuellement inappropriés car effectués à saturation.

L'essentiel à retenir

Non seulement le risque d'endommagement lié aux cycles gel-dégel associé à la présence d'eau dans l'ouvrage est très faible, mais les revêtements de ce type résistent mieux aux cycles gel-dégel que les revêtements traditionnels.

? Comment faire lorsque la capacité d'infiltration du sol support est insuffisante ?

Si l'on souhaite infiltrer l'eau dans le sol support situé directement sous la chaussée, on est alors dépendant de sa capacité d'infiltration réelle qui peut être très faible. Ce facteur est souvent perçu comme rédhibitoire pour ce type de solution.

Éléments d'analyse et de réponse

Pour évaluer le risque réel d'insuffisance de la capacité d'infiltration, plusieurs éléments doivent être pris en compte :

- Les sols urbains sont très souvent des sols anthropiques constitués de déblais qui se sont accumulés au fil du temps. Ils sont donc extrêmement hétérogènes et leur capacité d'infiltration varie souvent dans des rapports très importants (de 1 à 10, voire davantage), à quelques mètres de distance. Or, pour drainer l'ouvrage, il suffit généralement d'avoir une bonne perméabilité sous une partie seulement de sa surface.
- Les intensités de pluie sont le plus souvent inférieures ou très inférieures aux capacités d'infiltration des sols. A titre d'exemple, une intensité moyenne de 36 mm/h en 1 heure (pluie de période de retour supérieure à 10 ans à Lyon) génère un débit surfacique d'eau de 10^{-5} m/s. Dans le cas d'une chaussée poreuse à structure réservoir drainée par une infiltration dans le sol, le ratio surface contributive/surface d'infiltration est égal à 1. Il n'y a donc aucune concentration des flux.
- L'ouvrage dispose d'une capacité de stockage dans sa masse qui peut être ajustée par une bonne conception. Ce volume va servir de tampon et, en pratique, la capacité d'infiltration du sol support va simplement conditionner le temps de vidange de ce volume. A titre d'exemple pour vidanger en

¹⁴ Voir par exemple le guide de l'UNESCO « *urban drainage in cold climate* », téléchargeable sur le site :

<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001225/122599eo.pdf>

24h un volume généré par une pluie de 100 mm (pluie de période de retour supérieure à 10 ans à Lyon), avec un ratio surface contributive/surface d'infiltration de 1, il suffit d'avoir une capacité moyenne d'infiltration du sol support de $1,15 \cdot 10^{-6}$ m/s, ce qui correspond à un sol extrêmement peu perméable. Pour stocker ce volume dans le corps de la chaussée, il suffit d'une épaisseur de 30 cm associée à une porosité un peu supérieure à 30%

- En cas d'insuffisance de la capacité d'infiltration due à une pluie exceptionnelle, les volumes en cause restent extrêmement faibles du fait de l'absence de concentration des flux. A titre d'exemple, un parking de 200 m² qui reçoit une pluie très exceptionnelle de 150 mm génère au maximum un volume de 30 m³. Si les 2/3 de ce volume sont pris en charge normalement par l'ouvrage, il reste 10 m³ d'eau à répartir en surface. Si l'on imagine un parking plat et entouré d'une bordure de trottoir qui empêche l'eau de s'évacuer, ce volume va se répartir uniformément avec une hauteur d'eau de 5 cm qui passera totalement inaperçue du fait des conditions climatiques...

L'essentiel à retenir

La capacité moyenne d'infiltration du sol support est un paramètre de conception important qui doit être pris en compte par des mesures correctes au droit de l'ouvrage

Le fait que cette capacité d'infiltration soit faible n'est cependant généralement pas rédhibitoire, et des chaussées poreuses à structure réservoir drainées par une infiltration dans le sol peuvent être utilisées même avec des capacités d'infiltration de l'ordre de 10^{-6} m/s, à condition de doter l'ouvrage d'une capacité de stockage suffisante et de gérer le devenir des eaux excédentaires en cas d'insuffisance.

? On dit qu'il existe un risque de colmatage de la couche poreuse : VRAI ou FAUX ?

L'accumulation de matières dues à des apports naturels (poussières apportées par le vent, débris végétaux) ou anthropiques (détritus), à l'usure des pièces mécaniques des véhicules, à l'abrasion de la surface, au développement de mousses, etc... conduit peu à peu au colmatage de la couche de surface. La perméabilité se réduit progressivement et il peut arriver un moment où l'eau n'arrive plus à s'infiltrer dans l'ouvrage.

Ce risque est en effet réel. Il est d'ailleurs la contrepartie obligatoire de l'efficacité des ouvrages à dépolluer les eaux. Les particules piégées sont en effet le support des contaminants et le fait qu'elles soient fixées près de la surface permet de ne pas les retrouver plus profondément dans le sol ou dans les nappes.

Éléments d'analyse et de réponse

Ce risque ne doit cependant pas être surestimé, pour deux raisons principales :

- La perméabilité initiale typique d'un béton ou d'un enrobé poreux neuf est de l'ordre de 1 à 3 centimètres par seconde (la surface est suffisamment ouverte pour que l'on puisse facilement assimiler perméabilité, vitesse et capacité d'infiltration). Un tel revêtement neuf peut donc absorber la pluviométrie annuelle moyenne française en une dizaine de minutes ! Même si le revêtement est colmaté à 99,9%, la capacité d'infiltration résiduelle est encore de 10^{-5} m/s, soit 360 mm/h, c'est-à-dire 2 fois la plus forte intensité moyenne mesurée à Lyon sur une durée de 6 minutes¹⁵. Pour que le colmatage représente une réelle nuisance, il faut donc attendre, sans intervenir, que le colmatage devienne extrêmement important.
- Il existe des moyens efficaces et relativement économiques de décolmatage (véhicules nettoyeurs à haute pression) qui ont en particulier été mis au point pour gérer les revêtements poreux utilisés sur les réseaux routiers et autoroutiers. Si le coût d'un décolmatage paraît de prime abord élevé, il

¹⁵ Il faut veiller à ne pas confondre la perméabilité nécessaire d'un bassin d'infiltration qui doit gérer l'eau provenant d'une surface active 20 à 50 fois supérieure à sa propre surface et celle d'un parking drainant qui n'a traité que sa propre surface.

est en fait assez faible si on le compare au coût du curage d'un réseau d'assainissement. Il faut en effet considérer qu'un tel ouvrage est à la fois un ouvrage de surface et un ouvrage de gestion des eaux pluviales. Par ailleurs la fréquence du décolmatage peut être diminuée par un nettoyage régulier de la surface (voir § suivant).

L'essentiel à retenir

Les perméabilités initiales des revêtements sont plusieurs milliers de fois supérieures à celles nécessaires pour infiltrer les pluies les plus intenses.

Même si le colmatage progressif des revêtements drainants est une réalité nécessairement associée à l'efficacité de dépollution de ces ouvrages, ce phénomène pose donc rarement de réels problèmes.

De plus il peut être contrôlé par un entretien régulier et des interventions spécifiques en cas de nécessité.

? **On dit que les revêtements poreux sont difficiles à nettoyer : VRAI ou FAUX ?**

Beaucoup d'agglomérations utilisent des procédés de balayage humide pour entretenir leurs voiries. Ces procédés sont assez mal adaptés aux revêtements poreux et ne permettent pas de lutter efficacement contre le risque de colmatage.

Éléments d'analyse et de réponse

Cet argument est seulement en partie vrai. S'il est exact que le nettoyage par aspiration permet de limiter de façon très efficace le risque de colmatage, aucune étude n'a mis en évidence de façon nette le fait que le balayage humide accélérât le colmatage. Il faut d'ailleurs considérer que beaucoup de voiries tertiaires et de parking (en particulier sur le domaine privé) ne font l'objet d'aucun entretien...

L'essentiel à retenir

Même si l'aspiration à sec est plus efficace pour prévenir le colmatage en surface, aucune étude n'a mis en évidence le fait que ce phénomène était accéléré par les procédés de balayage humide.

Les revêtements poreux peuvent donc être nettoyés avec les mêmes procédés que les revêtements traditionnels.

? **On dit qu'il est difficile d'assurer la viabilité hivernale avec les revêtements poreux : VRAI ou FAUX ?**

L'utilisation de sels de déneigement est encore une pratique habituelle dans les villes françaises en cas de verglas ou de chutes de neige. Cette pratique est plus difficile à mettre en œuvre sur les revêtements poreux pour trois raisons :

- Il est plus difficile de procéder de façon efficace à un salage préventif car la saumure s'infiltré dans le revêtement et que les grains de sel vont se loger dans les creux où ils ne sont pas efficaces.
- Le fait que le revêtement soit poreux, donc ventilé, diminue la température de surface et augmente le risque d'apparition de verglas, phénomène d'autant plus préjudiciable que le revêtement n'étant pas lisse, la surface de contact entre les pneus et le revêtement est réduite.
- L'infiltration d'eau salée, et éventuellement polluée (les sels de déneigement contiennent souvent des impuretés, notamment des cyanures) risque de polluer les nappes.

Éléments d'analyse et de réponse

Ces trois arguments sont vrais mais ne doivent pas non plus être surestimés. L'entretien hivernal des revêtements poreux est maintenant bien maîtrisé par les gestionnaires de réseaux routiers qui les

utilisent fréquemment comme couche de roulement. Il nécessite cependant une augmentation de 30% des quantités de produits.

Le risque de pollution quand à lui est accepté sur toutes les routes du réseau national et départemental et seuls quelques problèmes ponctuels ont été soulevés dans des zones souvent enneigées. Par ailleurs, en cas d'utilisation d'un système conventionnel d'assainissement, les eaux de fonte sont récupérées par le réseau et le sel n'est pas traité par les stations d'épuration. Les rejets sont donc tous aussi importants et beaucoup plus localisés. Le risque doit donc être pris en compte mais ne doit pas être exagéré.

Enfin, on peut s'interroger sur la nécessité d'utiliser partout des sels de déneigement...

L'essentiel à retenir

La viabilité hivernale peut parfaitement être assurée avec des revêtements poreux. Un surcoût est cependant à prévoir si l'on souhaite continuer à utiliser des sels de déneigement ; mais à l'opposé, utiliser ce type de revêtement peut permettre d'initier une réflexion sur les pratiques de viabilisation hivernale.

? Les polluants s'accumulent dans le matériau : comment faire pour gérer la masse importante de déchets qui sera produite lors du démontage de la chaussée ?

Les contraintes associées à la nécessité d'un développement durable imposent aujourd'hui de réfléchir au cycle de vie complet des produits. Le démontage de la chaussée en fin de vie et la gestion des granulats qui la composent, en particulier dans le but de les recycler et/ou de les valoriser, constituent donc des éléments à intégrer obligatoirement dans le choix des solutions techniques.

Si la chaussée a accumulé des polluants au cours de sa vie, son démontage et son recyclage seront plus difficiles.

Éléments d'analyse et de réponse

Là encore, il s'agit d'un vrai argument mais qui ne doit pas être exagéré. Les polluants présents dans le matériau sont en fait liés à des particules fines (moins de 250 µm), elles-mêmes adsorbées sur les éléments de la matrice. Les granulats constitutifs du matériau, quel qu'il soit, ne sont donc pas pollués dans leur masse et sont parfaitement recyclables. En revanche, il est nécessaire de prévoir un lavage des matériaux et une récupération des jus et des particules fines, par exemple dans un hydrocyclone. Les résidus ainsi récupérés sont généralement assez fortement pollués, mais leur faible volume permet de les gérer sans difficulté comme des déchets ultimes.

L'essentiel à retenir

Les polluants stockés en fin de vie dans les structures poreuses peuvent assez facilement être séparés des matériaux constitutifs de la chaussée qui eux ne sont pas pollués et peuvent donc être recyclés. Un traitement spécifique est cependant nécessaire. Ce traitement produit une petite quantité de déchets ultimes qui peuvent par exemple être mis dans une décharge adaptée à leur niveau de pollution.

LES TOITURES TERRASSES

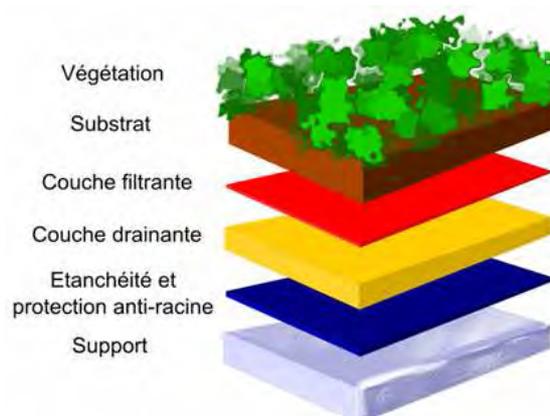
STOCKAGE DES EAUX DE PLUIE SUR DES TOITURES TERRASSES VÉGÉTALISÉES OU NON



Toitures terrasses : de quoi parle-t-on ?

Il existe aujourd'hui une grande confusion entre deux notions différentes :

- celle de **toitures stockantes**, destinées à faciliter la gestion des eaux pluviales urbaines en limitant les débits de pointe ;
- celle de **toitures végétalisées**, dont les fonctions peuvent être multiples (climatisation de l'immeuble, traitement paysager, protection de l'étanchéité, etc.), mais qui ne jouent pas obligatoirement un rôle dans la rétention des eaux de pluie.



Structure multi-couche classique de toiture végétalisée (source : CEREMA)

Cette note traite des toitures stockantes, qu'elles soient végétalisées ou non, mais dont la fonction principale est le stockage temporaire des eaux pluviales.

De plus nous nous intéresserons particulièrement aux toitures terrasses, même s'il n'est pas obligatoire que la toiture soit plane pour permettre le stockage de l'eau.

Sur ce type d'ouvrage, l'évacuation de l'eau peut se faire soit par vidange avec un débit régulé, soit par évaporation et évapotranspiration en présence de végétaux. En général les deux modes sont utilisés de façon complémentaire, la vidange permettant de limiter la quantité d'eau maximum présente sur la toiture. Dans le cas de toitures végétalisées, il est possible d'imaginer des solutions techniques avec une réserve de stockage combinée à la couche drainante.

Toitures terrasses : les questions fréquemment soulevées

Cette partie présente les freins les plus fréquemment mis en avant pour expliquer la non utilisation de ce type de solution et évalue leur importance réelle.

? On dit que l'entretien de l'étanchéité est difficile et qu'il y a des risques d'infiltration d'eau : VRAI ou FAUX ?

La présence d'eau sur de longues durées, et, dans le cas de toitures végétalisées, la présence permanente de terre sur la toiture font craindre que l'étanchéité ne soit mise en défaut et que des infiltrations se produisent à travers la toiture.

Dans le cas de toitures végétalisées, ce risque est encore accru du fait de la présence de racines susceptibles de venir endommager l'étanchéité.

Éléments d'analyse et de réponse

Cet argument ne repose sur aucun fait réel. Les toitures sont justement faites pour rester étanches lorsqu'elles reçoivent de l'eau et pratiquement toutes les toitures terrasses sont de fait stockantes. Elles peuvent même stocker beaucoup d'eau lorsque, comme ceci arrive souvent, les évacuations sont en partie, voire totalement, bouchées.

En pratique le risque d'infiltration est donc quasiment le même que la toiture soit stockante ou non. Dès 1987, la chambre syndicale nationale de l'étanchéité a ainsi édicté des règles pour la réalisation correcte des toitures terrasses stockantes et les DTU 43.1 (étanchéité des toitures terrasses) et DTU 60.11 (évacuation des eaux pluviales de toiture), décrivent précisément les prescriptions à suivre, en imposant en particulier une étanchéité multicouche. La végétalisation des toitures joue souvent un rôle positif en protégeant l'étanchéité (notamment) des chocs thermiques en période froide et chaude.

Le développement des racines peut être facilement géré par le choix d'une végétation adaptée à l'épaisseur de terre et par un entretien régulier. En outre, sous les toitures végétalisées, l'étanchéité mise en œuvre doit disposer de propriétés « anti-racines » (généralement démontrées à partir de la norme NF EN 13948¹⁶), les protégeant de la perforation pour la majorité des espèces végétales.

Qu'elle soit végétalisée ou non, l'entretien d'une toiture est obligatoire afin de permettre au maître d'ouvrage de faire valoir la garantie décennale en cas de problème lié à la structure, rencontré dans les dix premières années de sa vie. Certaines entreprises d'étanchéité disposent de filiales auprès desquelles il est possible de souscrire un contrat d'entretien pour sa toiture, même si celle-ci a été construite par une autre entreprise.



Il existe également des solutions modulaires constituées de bacs à réserve d'eau que l'on peut installer sur des terrasses existantes à condition qu'elles supportent la surcharge. L'eau de pluie reçue par les bacs se stocke dans le substrat et/ou dans la réserve d'eau et c'est uniquement l'excédent qui s'écoule sur la toiture existante.

L'essentiel à retenir

Les DTU prescrivent des règles précises et fiables à suivre pour assurer l'étanchéité des toitures terrasses stockantes. Si ces règles sont suivies, les risques de défauts d'étanchéité sont parfaitement contrôlés.

? On dit qu'il n'existe pas de régulateurs efficaces et fiables permettant d'évacuer l'eau avec un débit suffisamment faible : VRAI ou FAUX ?

Les surfaces des toitures terrasses sont généralement faibles et une régulation efficace du débit de pointe impose de limiter le débit de fuite à des valeurs très faibles (généralement inférieures au litre par seconde). Or il n'existe pas de système mécanique ou autre permettant de contrôler des débits aussi faibles sans risque d'obstruction. Par ailleurs les régulateurs sont très imprécis et on est incapable de connaître le débit de fuite qu'ils sont capables d'évacuer. Enfin, il existe un risque important de bouchage par des débris de végétation ou par de la terre.

¹⁶ NF EN 13948 : Feuilles souples d'étanchéité - Feuilles d'étanchéité de toiture bitumineuses, plastiques et élastomères - Détermination de la résistance à la pénétration des racines

Éléments d'analyse et de réponse

Cet argument est de moins en moins vrai car le développement des toitures terrasses stockantes entraîne des efforts d'innovation, et de nouveaux produits de plus en plus performants sont mis sur le marché tous les ans. On trouve par exemple des régulateurs capables de limiter le débit à des valeurs de l'ordre de 0,3 L/s.

Ces dispositifs sont pour la plupart réglables et il est facile de remplir la terrasse d'eau et de voir à quelle vitesse elle se vide de façon à régler correctement le régulateur.

Le risque de bouchage existe, mais il n'est guère plus important que sur une terrasse classique. Il peut facilement être contrôlé par un entretien régulier ou en utilisant des solutions préventives (par exemple en protégeant le régulateur par un géotextile ou une crêpe fine assurant un rôle de filtre placée en amont).

Dans le cas des toitures stockantes végétalisées, une autre solution possible consiste à privilégier l'évacuation de l'eau par évaporation et évapotranspiration. L'évacuation directe vers un exutoire de surface ne concerne alors que le trop-plein de sécurité.

Cette solution présente un triple avantage :

- Elle met plus d'eau à disposition de la végétation et favorise son développement ;
- Elle conduit à une absorption importante de chaleur et donc améliore le confort thermique du bâtiment en été et permet de lutter efficacement contre les îlots de chaleur urbains ;
- Elle limite encore plus les flux d'eau et de polluants restitués au milieu naturel pendant ou juste après les périodes pluvieuses.

En revanche, évacuer l'eau uniquement par évaporation et évapotranspiration nécessite un volume de stockage supérieur, en particulier en fin d'hivers, ce qui induit des surcharges, donc des surcoûts de structure. Les simulations montrent que dans la plupart des régions françaises métropolitaines, une lame d'eau de l'ordre de 20 à 25 cm, soit environ le double de celle nécessaire au stockage d'un évènement pluvieux important, est suffisante.

L'essentiel à retenir

L'argument est de moins en moins vrai car on commence à trouver sur le marché des régulateurs efficaces même pour de tout petits débits et présentant peu de risques de bouchage. Il est également possible d'évacuer l'eau uniquement par évaporation et évapotranspiration (en conservant cependant un trop-plein de sécurité) ; dans ce cas aucun régulateur n'est nécessaire.

? On dit que l'utilisation de toitures stockantes est interdite en zone de montagnes : VRAI ou FAUX ?

Le DTU 43.1 interdit l'utilisation des toitures planes, qu'elles soient stockantes ou non, en zone de montagne. Cette interdiction est fondée d'une part sur les risques liés au gel et d'autre part sur les surcharges pondérales importantes possibles, le poids de la neige venant s'ajouter au poids de l'eau stockée.

Éléments d'analyse et de réponse

Il s'agit là d'un vrai argument, même s'il est possible d'imaginer de stocker de l'eau sur des toitures pentues.

En pratique, cette interdiction ne concerne cependant qu'une faible partie du territoire, et pas celle qui est la plus urbanisée. En effet, le DTU précise que sont considérés comme appartenant à des zones de montagne (hors zones correspondant à des microclimats spécifiques), les territoires situés à plus de 900 mètres d'altitude.

L'essentiel à retenir

Les toitures planes sont interdites dans les zones de montagnes (en particulier lorsque l'altitude est supérieure à 900 mètres). Même s'il est possible de concevoir des toits pentus stockants, cette solution n'est pas adaptée à ce type de climat.

? **On dit que le DTU interdit le stockage de l'eau sur les toitures végétalisées : VRAI ou FAUX ?**

Le DTU 43.1 autorise la rétention temporaire des eaux de pluie uniquement sur les toitures inaccessibles, à pente nulle et bénéficiant d'une protection gravillonnée. Il interdit donc de fait le stockage de l'eau sur une toiture végétalisée, surtout si elle est accessible.

Éléments d'analyse et de réponse

En pratique, même si l'on peut imaginer que cet argument soit opposable, il ne doit pas être exagéré. Le stockage en surface concerné par le DTU est en effet le stockage au-dessus de la toiture végétalisée, c'est-à-dire qu'il ne concerne que l'eau qui n'a pas réussi à s'infiltrer dans le substrat. En réalité rien n'interdit le stockage dans le substrat ou dans une SAUL située sous le substrat et spécifiquement dédiée à la rétention, à condition que cette dernière ait fait l'objet d'un avis technique du CSTB.

L'essentiel à retenir

Le stockage sur le dessus de la toiture végétalisée est interdit et le trop plein doit obligatoirement être installé au niveau du haut du substrat, mais le stockage dans le substrat ou dans la sous couche est possible. Cette sous couche peut être constituée d'une structure alvéolaire ultralégère pour augmenter la capacité de rétention

? **On dit que les règles d'urbanisme peuvent interdire les toitures terrasses stockantes : VRAI ou FAUX ?**

Certaines collectivités, ou certains quartiers, sont effectivement soumis à des règles d'urbanisme qui interdisent l'utilisation de toitures planes.

Éléments d'analyse et de réponse

Il s'agit là d'un argument réel. Même s'il est possible d'imaginer de stocker de l'eau sur des toitures pentues, les capacités de stockage de la structure sont alors moins importantes que celles d'une toiture terrasse végétalisée.

Cependant, cet argument peut être également contesté en vertu de la loi du 12 juillet 2010 qui indique dans son article 12 (article L.111-6-2 du code de l'urbanisme) que « *nonobstant toute disposition d'urbanisme contraire, le permis de construire ou d'aménager ... ne peut s'opposer à ... l'installation de dispositifs favorisant la retenue des eaux pluviales* ».

Même si le décret d'application de cette loi (en date du 13 juillet 2011) est plus ambigu, Mme la Ministre de l'écologie a répondu à une question écrite de M Francina¹⁷ en précisant que les toitures végétales favorisant la retenue des eaux pluviales rentrent bien dans le champ d'application de la loi.

L'essentiel à retenir

Si les toitures planes sont interdites par le règlement d'urbanisme, alors l'utilisation de toitures végétalisées stockantes peut poser problème. La loi du 12 juillet 2010 permet normalement de passer outre à cette interdiction.

¹⁷ Assemblée nationale, question 3140, réponse publiée au JO le 08/01/2013 (p201) - <http://questions.assemblee-nationale.fr/q14/14-3140QE.htm>

? On dit que le surcoût est important, en particulier en termes de génie civil : VRAI ou FAUX ?

Le volume d'eau maximum à stocker sur la toiture, ainsi que les différentes couches constitutives des toitures végétalisées, génèrent des surcharges pondérales importantes à la fois pour la toiture elle-même et pour l'ensemble de la structure porteuse. Il est nécessaire d'intégrer ces surcharges dans le dimensionnement mécanique du bâtiment, ce qui entraîne un surcoût sur le génie civil.

Éléments d'analyse et de réponse

Les surcharges peuvent en effet être importantes : 40 cm de terre végétale, dans le cas de la construction d'une toiture de type intensive (équivalente à un « jardin sur le toit ») associée à 20 cm d'eau se traduisent par une surcharge de l'ordre de 1 tonne par mètre carré, ce qui est loin d'être négligeable.

Le problème ne doit cependant pas être exagéré :

- Il est presque toujours possible d'utiliser des toitures végétalisées extensives. Une épaisseur de 10 cm de substrat entraîne alors une surcharge limitée à environ 80kg/m².
- Il est déjà nécessaire de prendre en compte une surcharge sur toutes les toitures terrasses, même si elles ne sont pas stockantes, pour tenir compte de la présence éventuelle de neige (ou d'eau jusqu'au niveau du trop-plein en cas de bouchage des évacuations !). Cette surcharge varie selon les régions entre 50 et 120 kg par m². Il faut de plus prendre en compte une surcharge d'exploitation et d'entretien (même pour les toitures inaccessibles) de 100 kg par m², ce qui correspond à 10 cm d'eau supplémentaire. Aucun surcoût n'est donc en général à prévoir si on limite le volume stocké aux valeurs acceptables par la structure.
- Dans le cas d'un bâtiment neuf, la surcharge sur la terrasse ne nécessitera pas, pour la plupart des bâtiments, de surdimensionnement de la structure porteuse ; les facteurs limitants sont généralement plutôt d'ordre dynamique (contreventement, protection sismique) ; seule la dalle de toiture devra être renforcée. Des renforcements de la structure seront cependant nécessaires dans le cas des bâtiments avec des structures poteaux/poutres et ayant de grands plateaux (cas fréquent des bâtiments à usage de bureaux).
- En général, le surcoût sur le bâtiment sera du même ordre de grandeur (souvent plus faible) que le coût d'un bassin de stockage de volume équivalent installé sur le sol ou en sous-sol (stockage de plus en plus souvent imposé par le règlement local d'urbanisme). Les économies pourront même être substantielles si on trouve une solution d'évacuation pour les eaux du trop-plein ne nécessitant pas de branchement eau pluviale sur le réseau collectif.

En revanche, une surcharge trop forte peut être inacceptable pour un bâtiment existant et limiter le volume stockable à la surcharge admissible.

L'essentiel à retenir

La mise en œuvre d'une toiture stockante dans un bâtiment neuf aura des conséquences limitées sur le coût de construction, même s'il sera en général nécessaire de renforcer la dalle de toiture. Elle pourra même être plus économique que les autres solutions possibles. En revanche, les surcharges potentiellement importantes que ce type de solution impose peuvent limiter les choix possibles (par exemple interdire une toiture végétalisée intensive) sur des bâtiments existants.

? Comment faire lorsque l'accès à la toiture est difficile et pose des problèmes de sécurité ?

Sur la plupart des bâtiments, les toitures terrasses ne sont pas accessibles (interdites au public). En conséquence leur accès est difficile (souvent par des trappes ou des échelles) et aucune protection ne limite le risque de chute du toit. L'entretien de la toiture stockante sera donc difficile, en particulier si elle est végétalisée.

Éléments d'analyse et de réponse

Cet argument est en partie vrai dans le cas des bâtiments existants.

Cependant, une toiture stockante ne nécessite pas nécessairement un entretien plus fréquent qu'une toiture traditionnelle et ne mobilise pas non plus obligatoirement un matériel plus encombrant ou volumineux. La difficulté peut donc être surmontée en intégrant les contraintes d'entretien lors de la conception du projet. Par exemple, il ne faudra pas prévoir une terrasse végétalisée avec des attentes esthétiques spécifiques nécessitant des tontes régulières s'il est impossible de monter facilement une tondeuse ! Ce type de pratique est cependant très rare en toitures végétalisées, en particulier pour les toitures extensives. Par rapport à l'entretien des végétaux et d'un point de vue technique, celles-ci nécessitent uniquement un arrachage manuel des « mauvaises herbes » pouvant endommager l'étanchéité, pratique nécessitant un équipement restreint.

Dans le cas des bâtiments neufs, cette difficulté n'existe pas. Si l'on prévoit dès le début de la conception d'utiliser la toiture terrasse pour stocker l'eau de pluie et/ou pour avoir une fonction paysagère, alors il est parfaitement possible de gérer les questions d'accès et de sécurité.

La grande mode actuelle est d'ailleurs celle de la « villa sur le toit », qui consiste à construire une maison individuelle entourée d'un jardin sur la toiture des bâtiments collectifs. Les toitures terrasses collectives accessibles peuvent également être traitées comme de nouveaux espaces de vie et de rencontre.

L'essentiel à retenir

Les exigences d'accès pour l'entretien ne sont pas plus sévères pour les toitures stockantes que pour les autres toitures.

Dans le cas des bâtiments neufs, il est tout à fait possible de concevoir des immeubles avec une toiture terrasse stockante facilement accessible (aussi bien pour l'entretien d'une éventuelle végétation que pour l'agrément des habitants) et parfaitement sécurisée.

? On dit que le stockage de l'eau sur la toiture va générer des nuisances : VRAI ou FAUX ?

Le fait que de l'eau stagne sur la toiture terrasse est susceptible de générer des nuisances olfactives et d'attirer des insectes (en particulier des moustiques).

Éléments d'analyse et de réponse

Cet argument est non fondé pour plusieurs raisons :

Dans le cas d'une toiture non végétalisée, la toiture stockante est généralement conçue pour se vider en moins de 24h (pour que le volume de stockage soit à nouveau disponible si une autre pluie survient) ; cette durée est tout à fait insuffisante pour permettre le développement de larves de moustiques.

Dans le cas d'une toiture végétalisée, l'eau se stocke dans le substrat et dans la couche de drainage/stockage présente sous le substrat dont l'accessibilité aux insectes est très limitée. Il n'y a donc pas de mare en surface et pas non plus de possibilité de développement de larves de moustiques.

La stagnation d'eau sur une toiture terrasse existe, que la toiture soit stockante ou pas, du fait des défauts de pente ou de planéité ; elle est généralement plus faible pour les toitures stockantes pour lesquelles on attache plus d'importance aux aspects hydrauliques ; elle est surtout importante pour les terrasses équipées de dalles sur plots qui constituent souvent un vrai risque pour la prolifération des moustiques.

Aucun cas de mauvaises odeurs associées à l'utilisation d'une toiture terrasse stockante n'a jamais été rapporté.

L'essentiel à retenir

Les toitures terrasses stockantes, qu'elles soient végétalisées ou non, n'augmentent pas le risque de prolifération de moustiques par rapport aux toitures terrasses traditionnelles ; elles peuvent même contribuer à le réduire.

Le risque de mauvaises odeurs semble totalement inexistant.

? On dit que dans le cas d'une toiture végétalisée, l'entretien de la végétation est difficile et la qualité esthétique mauvaise : VRAI ou FAUX ?

Beaucoup d'architectes ont en mémoire les toitures végétalisées du quartier Vauban de Fribourg, qui, ne recevant aucun entretien, ressemblent à une prairie juste avant la fauche en juin, à une savane desséchée à partir du 14 juillet et à une jachère pendant tout l'automne et l'hiver. Ils craignent, sans doute à juste titre, que ce type de paysage urbain ne soit pas accepté par la majorité de nos concitoyens.

Éléments d'analyse et de réponse

L'aspect d'une toiture végétalisée peut être très différent selon les choix effectués. Elle peut prendre l'aspect que l'on veut bien lui donner en fonction des espèces que l'on plante et de l'entretien qu'on lui accorde. Ce peut être une pelouse toujours verte et fraîchement tondue comme à Bercy, une lande peuplée de plantes arbustives ne craignant pas la sécheresse ni le gel ou un jardin fleuri tous les printemps.

Le choix des espèces végétales ainsi que celui des conditions de plantation et d'entretien doivent être faits en fonction de différents critères : paysage désiré, facilité de l'accès, statut de la terrasse (accessible au public ou non), compétences du personnel assurant l'entretien et moyens accordés.

Malgré tout, il ne faut pas oublier que l'on travaille sur du vivant et qu'il n'est pas toujours possible de prévoir l'évolution réelle de la végétation. Utiliser des espèces locales et faire des choix d'entretien simples sont souvent des gages de réussite.

L'essentiel à retenir

Les toitures terrasses végétalisées stockantes peuvent accueillir un grand nombre d'espèces végétales et créer des paysages extrêmement diversifiés. Il est cependant indispensable d'adapter les compétences et les moyens des personnels assurant l'entretien aux objectifs visés.

? On dit qu'en cas de période prolongée de sécheresse la survie de la végétation ne peut pas être assurée : VRAI ou FAUX ?

La pluie présente une grande irrégularité dans le temps et les périodes de canicule où la végétation a besoin de beaucoup d'eau correspondent malheureusement souvent à des périodes de sécheresse. En l'absence de réserve souterraine profonde, ces périodes risquent d'entraîner un dépérissement de la végétation.

Éléments d'analyse et de réponse

Cet argument est bien sur vrai et doit d'autant plus être pris en considération que, du fait du changement climatique, il est probable que les périodes sèches et caniculaires deviennent plus fréquentes en été en France.

Il n'est cependant pas rédhibitoire et plusieurs moyens peuvent être mis en œuvre pour assurer la survie de la végétation :

- choisir des espèces capable de résister aux conditions climatiques qu'elles vont rencontrer ;
- conserver le maximum d'eau sur la terrasse, soit avec une épaisseur importante de sol, soit, pour limiter les surcharges, en utilisant des réserves d'eau situées par exemple sous la terre végétale ;
- prévoir, si les espèces et le climat le nécessitent, un arrosage ou un système d'irrigation comme pour n'importe quel jardin. Les règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées¹⁸ demandent d'ailleurs à ce qu'un point d'eau soit disponible pour permettre un arrosage en toiture, notamment lors de l'implantation initiale des végétaux, ceci quel que soit le climat de la zone où est construite la toiture végétalisée.

L'essentiel à retenir

La gestion des périodes de sécheresse doit être prévue dès la conception du projet (conservation de l'eau, choix d'espèces résistantes). Un arrosage d'appoint peut également être prévu, comme pour n'importe quel autre espace végétalisé.
A ces conditions la pérennité de la végétation peut parfaitement être assurée.

¹⁸ <http://www.adivet.net/realisation/regles-professionnelles.html>