



**Mémoire de recherche**  
**GESTION DURABLE DES EAUX PLUVIALES**



Aout 2016

Lauriane DEBORD  
Elève ingénieur en Ingénierie des Espaces Végétalisés en Ville (IE2V)



**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071  
[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

## Table des matières

Introduction .....	1
I. Contexte et problématique .....	2
A. Les eaux pluviales .....	2
B. Les problématiques liées à la gestion de l'eau pluviale .....	2
1. Les épisodes pluvieux extrêmes.....	2
2. L'imperméabilisation des sols .....	3
C. Les enjeux liés à la gestion de l'EP .....	6
1. Des enjeux humains et sanitaires.....	7
2. Des enjeux environnementaux .....	7
3. Des enjeux économiques .....	7
II. Réglementation existante sur la gestion des eaux pluviales .....	9
A. La réglementation française sur la gestion des eaux pluviales .....	9
1. La loi sur l'eau .....	9
2. La Directive Cadre de l'Eau (DCE).....	9
3. L'Agence de l'eau.....	10
4. Les réglementations sur la récupération et le rejet de l'eau pluviale.....	11
B. La réglementation sur l'eau pluviale au Maroc.....	13
C. La réglementation sur l'eau pluviale au Qatar et au Liban .....	14
D. La réglementation sur l'eau pluviale en Chine .....	14
III. Les techniques actuelles de gestion de l'eau pluviale.....	15
A. La gestion de l'eau pluviale au travers des documents d'urbanismes.....	15
B. Les techniques actuelles de gestion de l'eau pluviale (France, Liban, Qatar, Chine).....	16
1. Au niveau des villes .....	16
2. Au niveau des bâtiments .....	17
3. Au niveau des voiries et des infrastructures .....	19
C. Les techniques de gestion de l'eau pluviale au Maroc.....	19
IV. Les techniques alternatives de gestion durable de l'eau pluviale .....	21
A. Des solutions n'impliquant pas la mise en œuvre de végétaux.....	21
1. Les puits d'infiltration.....	21
2. Les chaussées réservoirs.....	23
3. Les voiries drainantes ou perméables.....	25
B. Des solutions de génie végétal pour gérer l'eau pluviale .....	27

### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

Mémoire de recherche - Gestion durable des eaux pluviales

1. Les solutions existantes au niveau de la ville .....	27
2. Les solutions existantes au niveau des bâtiments .....	30
3. Les solutions existantes au niveau des voiries.....	34
C. L'action des plantes sur la dépollution de l'eau : la phytoépuration .....	36
Bactéries fixées sur les racines des végétaux qui dissolvent les métaux et les hydrocarbures.....	37
D. Comparaison des différentes techniques énoncées .....	38
E. Critères économiques .....	39
Conclusion .....	41
Table des illustrations .....	44
Bibliographie.....	46

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

## Introduction

L'eau est très présente sur notre planète mais seul 1% de cette ressource est disponible sous forme d'eau douce liquide. Et si l'eau est abondante, elle n'est pas répartie uniformément sur la Terre. Neuf pays se partagent ainsi 45 % du débit annuel mondial. L'eau est, en outre, irrégulièrement répartie d'une année sur l'autre ou d'une saison sur l'autre. De plus, cette ressource est menacée ou très dégradée par la pollution et l'eutrophisation. La gestion de l'eau est donc un enjeu planétaire qu'il faut prendre en compte sur les différents territoires.

Dans ce mémoire de recherche, nous nous focaliserons sur la gestion des eaux pluviales. L'eau pluviale est précieuse et indispensable à la vie, mais dans une société fortement urbanisée, elle est devenue aujourd'hui une nuisance potentiellement destructrice du fait de l'imperméabilisation des sols par les constructions, les parkings et les rues qui en diminuent l'infiltration naturelle et augmente son ruissellement.

Face aux enjeux que pose le ruissellement des eaux pluviales, les collectivités territoriales se sont aperçues des limites qu'imposent les techniques du tout-à-l'égout et de l'évacuation loin des villes, imposées au XIXe siècle par les hygiénistes. Pour limiter les effets bien connus maintenant de l'imperméabilisation des sols, elles se sont intéressées à restreindre, à l'amont, l'écoulement des eaux pluviales en favorisant l'infiltration directement au point de chute.

Dans l'optique du développement durable et d'une gestion plus rationnelle des ressources en eau, une idée gagne du terrain en France et dans le Monde : la récupération de l'eau pluviale pour son utilisation pour des usages ne requérant pas la qualité d'eau potable. Ce type de pratiques qui s'est tout d'abord développé dans les maisons individuelles connaît depuis quelques années un essor également pour des projets architecturaux de plus grande ampleur. Toutefois, si cette idée semble guidée par le bon sens, elle se heurte sur le terrain à un certain nombre de difficultés d'ordre réglementaire, économique, technique, organisationnel, voire culturel.

Nous verrons dans un premier temps les problématiques liées à la gestion de l'eau pluviale puis la réglementation en vigueur en France et dans différents pays du Monde. Ensuite, nous ferons un état des lieux des techniques de gestion des eaux pluviales existantes pour finir sur des exemples de techniques alternatives impliquant ou non du génie végétal.

### **AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

## I. Contexte et problématique

### A. Les eaux pluviales

L'eau de pluie constitue une ressource en eau précieuse immédiatement disponible. Cependant, tous les pays ne reçoivent pas les mêmes quantités de précipitations.

Le territoire français reçoit en moyenne 480 km<sup>3</sup> (480 milliards de m<sup>3</sup>) de précipitations par an soit 867 mm de précipitations annuelles environ. Les pays du Maghreb sont très hétérogènes avec 89 mm de précipitation annuelle pour l'Algérie, 346 mm pour le Maroc et 207 mm pour la Tunisie. Les pays du Golfe sont des pays essentiellement arides, nous prendrons comme référentiel le Qatar avec ses 74 mm de précipitation par an. Le Liban, pays du Moyen-Orient, reçoit 661 mm d'eaux pluviales par an. La Chine reçoit 645 mm de précipitation en moyenne sur un an sur l'ensemble de son territoire. Cependant, il faut noter de grandes hétérogénéités entre le nord, au climat désertique et le sud, au climat tropical.

Nous notons de grandes inégalités de précipitation annuelle entre les pays : de trop faibles intempéries entraînent de graves sécheresses tandis que de fortes intempéries aggravent le risque d'inondations notamment dans les espaces très urbanisés. Ainsi, la gestion des eaux pluviales sera totalement différente d'un climat et donc d'un pays à l'autre.

### B. Les problématiques liées à la gestion de l'eau pluviale

#### 1. Les épisodes pluvieux extrêmes

Les épisodes pluvieux extrêmes apportent des quantités d'eaux pluviales bien supérieures aux quantités gérées habituellement. Les zones urbaines actuelles sont équipées de réseaux de tout à l'égout permettant de récupérer l'intégralité des eaux des bâtiments et les eaux pluviales. Cependant ces réseaux sont dimensionnés pour un événement de précipitation de période de retour donnée, dépassant rarement 10 ans. Ainsi, lorsqu'un événement exceptionnel survient, plusieurs situations peuvent conduire à une insuffisance du réseau de drainage :

- une pluie brève mais de très forte intensité (plus de 50 mm/h). Le sol n'a pas une capacité d'infiltration suffisante pour gérer la quantité d'eau arrivant et les réseaux d'assainissement ne peuvent pas prendre en charge la totalité des eaux, ainsi une partie de l'eau ruisselle en surface.
- des précipitations de faible intensité mais sur plusieurs jours. Les sols deviennent vite saturés ainsi que les ouvrages de rétention et les réseaux entraînant le ruissellement de l'eau.

Certaines villes ont de plus en plus de mal à faire face à ces situations : nous pouvons citer la capitale du Qatar, Doha qui a essuyé deux épisodes pluvieux extrêmes en moins d'un an, en décembre 2015 et en mars 2016 avec l'équivalent d'un an de pluie tombée en quelques heures. Plus récemment, la région Parisienne a fait face à des pluies diluviennes qui ont entraîné des inondations importantes.

De plus, les changements climatiques tendent à amplifier ces phénomènes.

#### **AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

Ainsi, il est primordial d'une part de valoriser cette ressource pour la réutiliser, notamment dans les pays aride et d'autre part de mettre en place des techniques durables pour gérer l'excès lors d'épisodes pluvieux extrêmes.

La gestion de l'eau pluviale, notamment en ville, est de plus en plus difficile. Ceci est notamment la conséquence de l'imperméabilisation des sols qui empêche l'eau de s'infiltrer dans les sols.

## 2. L'imperméabilisation des sols

### a. Contexte

En 2008, la population urbaine dépassait les 50% de la population mondiale. Cet exode généralisé vers les villes a entraîné l'augmentation des aires urbaines, et l'imperméabilisation des sols n'a cessé d'augmenter. En France, l'artificialisation des terres a augmenté de plus de 15% entre 1987 et 2009.

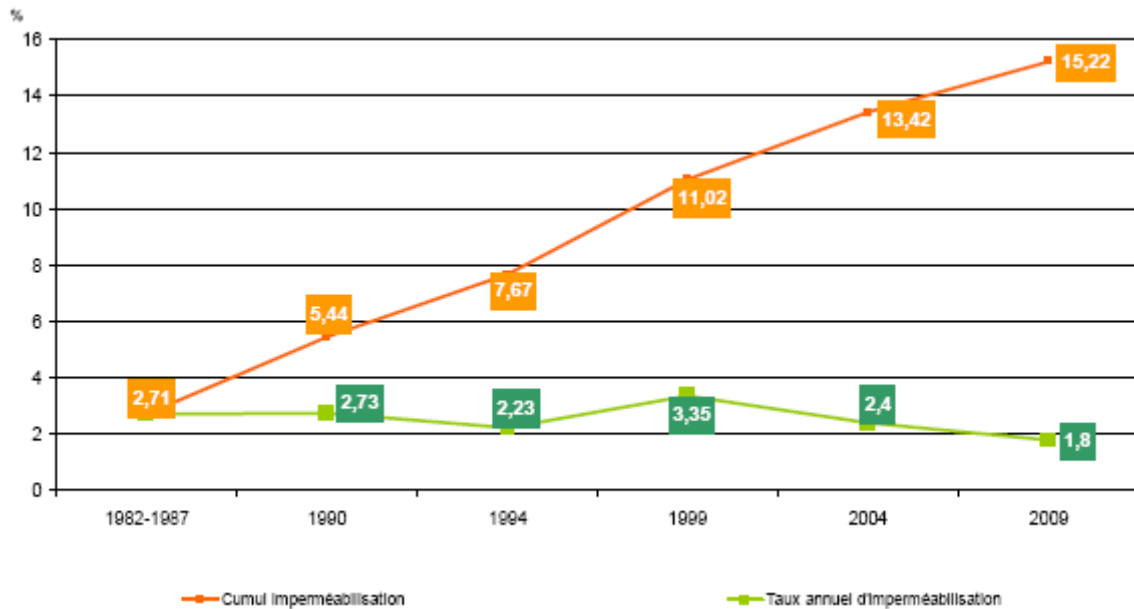


Figure 1 : Evolution du taux d'imperméabilisation en France entre 1982 et 2009

Le développement de l'urbanisation, la construction de bâtis (toitures) et de voiries (aires de stationnement et voies de circulation routière) et donc de surfaces étanches n'ont pas été sans conséquences sur le cycle de l'eau qui a entraîné :

- la suppression partielle ou complète de l'infiltration de l'eau dans le sol provoquant par conséquent un ruissellement quasi immédiat après le début de la pluie donc une augmentation des écoulements due à l'imperméabilisation,

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071  
[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

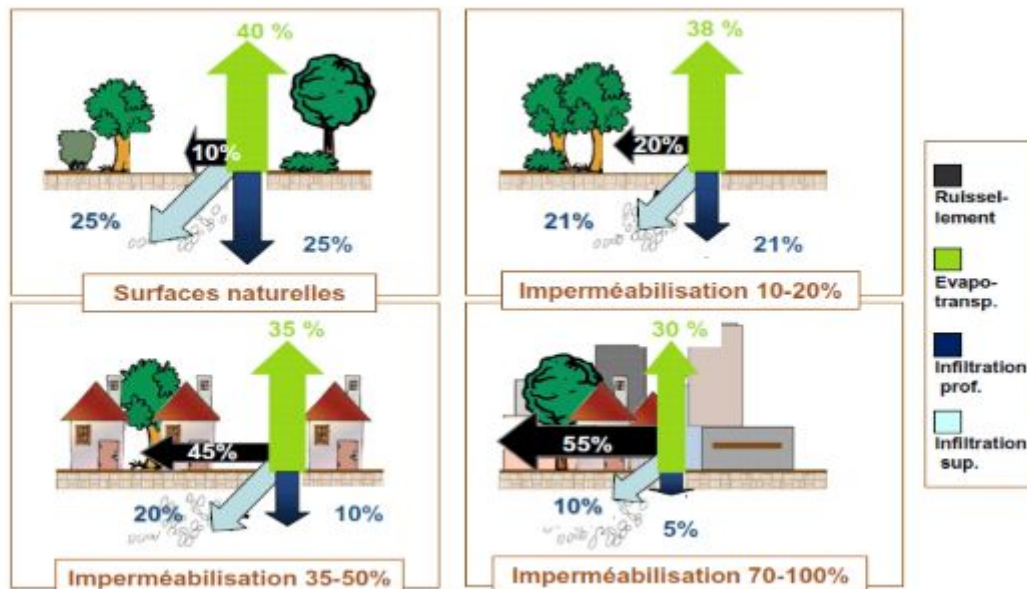


Figure 2 : Conséquences de l'imperméabilisation des sols sur le cycle de l'eau

- une réduction du temps de réponse du bassin versant, en supprimant la temporisation que génère l'infiltration des premières pluies (c'est-à-dire lorsque le sol dispose de sa capacité maximale de rétention)
- une montée des eaux plus rapide, ce qui constitue un facteur aggravant en termes de risque ;
- une augmentation manifeste du débit d'écoulement, par rapport à un sol naturel qui aurait assuré l'infiltration de la totalité de la pluie; avec la création de chemins préférentiels dû à l'artificialisation des hydrosystèmes et la création d'obstacles à l'écoulement...

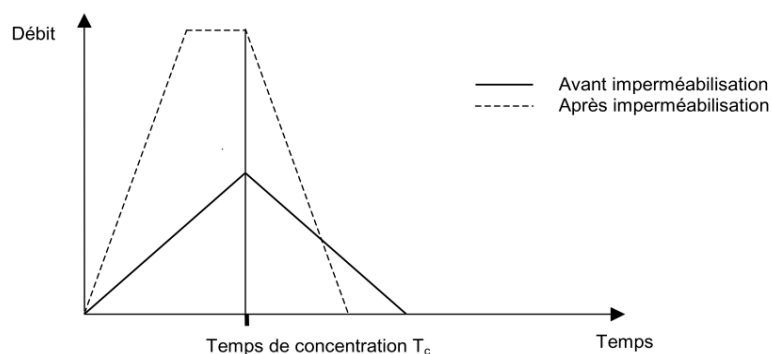


Figure 3 : Impact de l'imperméabilisation sur un hydrogramme de crue

- un net accroissement des volumes ruisselés au cours de l'événement; pour les grands bassins versants, ceci conduit à aggraver la combinaison des apports des sous bassins et à accroître les hauteurs de submersion dans les zones inondables, les volumes à stocker étant plus importants.

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
 69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
 N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071  
[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)



Ainsi, l'imperméabilisation des sols ne permet plus de recharger les nappes phréatiques en "eau pure" et les épisodes pluvieux s'ils perdurent peuvent très rapidement engendrer des inondations.

### ***b. Les inondations***

L'imperméabilisation des sols peut en saturant le réseau être la cause d'inondations ou de déversement d'eaux usées dans le milieu naturel. Ainsi, l'urbanisation massive et mal maîtrisée est un facteur majeur de la genèse des inondations, puisque d'une part s'opposant totalement à l'infiltration, elle entraîne obligatoirement le ruissellement de la totalité des eaux reçues et, d'autre part en réorganisant les écoulements par le biais de l'assainissement, elle peut modifier les phénomènes liés à la propagation des eaux.

Ces phénomènes sont de plus en plus fréquents, notamment dans les zones très urbanisées.



**Figure 4 : Inondations de Paris (Juin 2016)**  
(Source : ouest-france.fr)



**Figure 5 : Inondations de Doha (décembre 2015)**  
(Source : Emmanuel Imbanda)

Néanmoins, les inondations ne sont pas les seules conséquences de l'imperméabilisation massive des sols.

### ***c. La pollution des nappes phréatiques et des cours d'eau***

Les eaux de ruissellement vont, en s'écoulant sur les surfaces bâties, emportées des particules ou des substances chimiques, reconnues comme dangereuses pour l'environnement. Une étude scientifique réalisée par l'Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville (IRSTV) met en évidence cette source de pollution.

Mme Véronique Ruban, coordinatrice de l'étude souligne que *"la pollution des eaux pluviales est issue du lessivage des surfaces urbaines lorsqu'il pleut. On trouve de tout sur une route : des résidus de plaquettes de freins, des taches d'huile, de l'essence, des résidus liés à l'usure des pneus, etc. Toutes ces substances sont balayées et en partie emportées par les eaux de pluie. Mais les émissions du trafic sont aussi essentielles. Les particules sont présentes dans l'atmosphère ou bien se déposent sur les toits, sous forme de poussières par exemple, et sont récupérées par la pluie."*

Ainsi, les eaux de ruissellement se chargent en particules polluantes qui vont se retrouver dans les cours d'eau et les nappes phréatiques. Il a aussi été relevé que les eaux pluviales contenaient de fortes concentrations de cuivre, de zinc et de strontium qui proviennent du

#### **AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

trafic automobile, de l'utilisation des combustibles fossiles et de l'érosion des surfaces urbaines

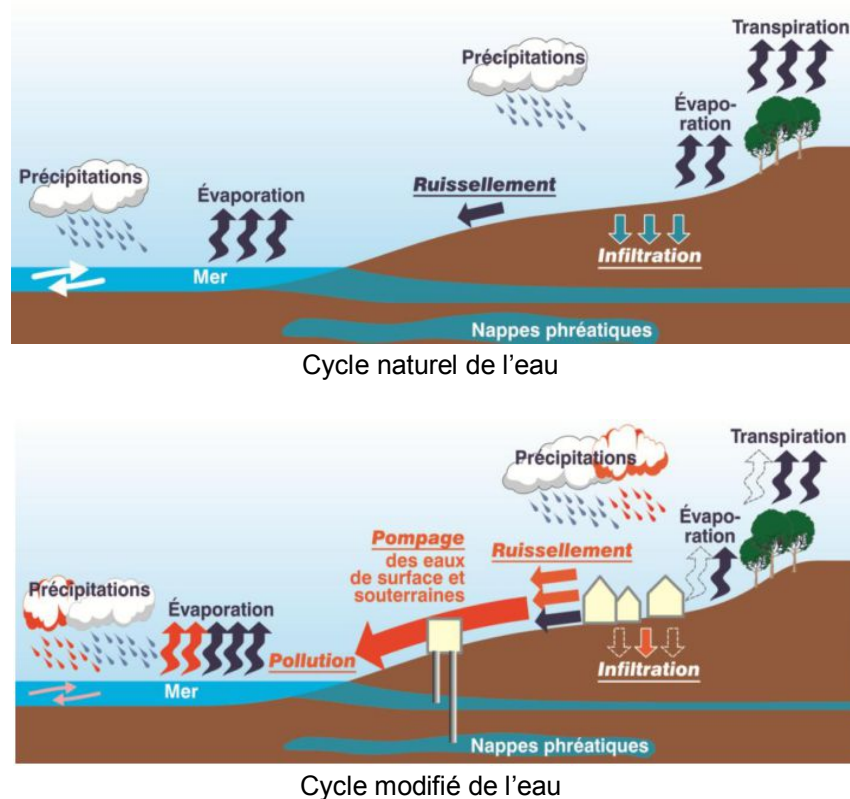


Figure 6 : Schéma de pollution des nappes phréatiques et des cours d'eau par les eaux de ruissellement

Prenons l'exemple des sels de déneigements répandus sur les routes et les trottoirs en hiver. Leur utilisation massive entraîne une surconcentration de chlorure de sodium (NaCl) dans l'eau, mille fois plus importante que dans l'eau des rivières. Les impacts potentiels sont multiples : accumulation des ions chlorures dans certains milieux avec toxicité chronique de la faune aquatique, impact des ions sodium sur les sols et le végétal (déstructuration du sol, stress hydrique et ionique), et augmentation de la mobilité des éléments traces métalliques.

Ainsi, la gestion de l'eau pluviale est un réel enjeu tant de l'ordre humain et matériel que environnemental et économique.

### C. Les enjeux liés à la gestion de l'EP

Nous pouvons noter la contradiction qui existe autour de la ressource en eau : dans certains pays, les Hommes subissent de longues périodes de sécheresse tandis que de l'autre côté du globe; certains font face à de graves inondations. Dans cette partie, nous nous focaliserons sur les enjeux existants lorsque la ressource en eau pluviale est excédentaire.

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071  
[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

## 1. Des enjeux humains et sanitaires

Lors des épisodes pluvieux extrêmes, il n'est pas toujours possible de prévenir des inondations lorsqu'elles surviennent soudainement. Ces phénomènes peuvent occasionner des victimes ou même des morts. Par exemple, l'inondation de Paris en juin dernier a fait 4 morts, 24 blessés et 8000 personnes ont été évacuées de chez elles. Ces épisodes laissent souvent aussi des personnes traumatisées sur le plan psychologique.

Ensuite, l'"après" inondation par ruissellement pluvial peut aussi représenter un risque pour la santé publique :

- les coupures de réseaux (électricité, eau potable, eaux usées) nuisent au bon fonctionnement des établissements de soins et à la santé des personnes (dégradation de l'hygiène de vie, pas de chauffage, rations d'eau potable, difficultés pour s'alimenter...);
- l'exposition aux produits charriés par les eaux ruisselées (produits phytosanitaires, métaux lourds...) représente un danger pour les populations ;
- la situation peut devenir difficile lorsque les réseaux d'eaux usées refoulent sous la pression de l'eau qui les sature. On a alors en effet un déversement d'eau souillée dans les habitations et dans les rues, pouvant avoir des conséquences sanitaires graves (maladies cutanées, diarrhées...)
- la population impactée par des inondations se trouve exposée à des dépôts de boue et fines, ainsi qu'à un fort taux d'humidité. Ces facteurs peuvent rapidement entraîner le développement de nuisibles ou de moisissures, qui peuvent représenter un risque pour la santé s'ils ne sont pas vite pris en main.

## 2. Des enjeux environnementaux

Comme nous avons pu le voir dans la partie II.2.3. sur la pollution des nappes phréatiques et des cours d'eau, les eaux de ruissellement entraîne une importante pollution des eaux de surface et souterraines, ainsi qu'une pollution des sols, ce qui peut porter atteinte à la qualité de l'environnement et à la survie de la faune et de la flore. La pollution des eaux peut également venir des déversements de réseaux (unitaires ou séparatifs) dans le milieu naturel du fait de leur surcharge (déversoirs d'orage, refoulement). À titre d'exemple, l'inondation ayant touché Paris et la Seine-Saint-Denis en 1990 a occasionné d'importants déversements des réseaux d'eaux usées dans la Seine, ce qui a provoqué la mort de 80 tonnes de poissons qui ont dû être repêchés.

## 3. Des enjeux économiques

Pour finir, la mauvaise gestion de l'eau pluviale peut entraîner la dégradation d'infrastructures et de terres agricoles qui à terme peuvent mener à de grandes pertes matériels mais aussi fonctionnelles puisque cela peut mener à l'arrêt des activités. En milieu rural, les terres lessivées par les eaux de ruissellement subissent généralement des pertes de récoltes. Enfin, les particuliers ne sont pas épargnés par les inondations et les coulées de boue qui suivent souvent ces événements pluvieux et de nombreux dégâts sont recensés. Les dommages subis par les particuliers ont des répercussions économiques aussi bien dans leur sphère privée (jours d'arrêt pour remise en état, acquisition de nouveaux biens...) que dans la société (système d'indemnisation CATNAT en cas de déclaration de l'état de

### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

catastrophe naturelle). Le montant des dégâts des inondations de Paris a été estimé à plus de 600 millions d'euros.

Les inondations par ruissellement pluvial peuvent aussi occasionner des dégâts sur notre patrimoine, qu'il s'agisse d'ouvrages d'art, de musées, de sites archéologiques, de monuments historiques ou à valeur culturelle...

Ainsi les enjeux de la gestion de l'eau pluviale sont réels et nous avons tout à gagner à améliorer les techniques mises en place. Nous allons maintenant nous intéresser aux législations et réglementations existantes en France mais aussi à l'étranger pour la gestion des eaux pluviales.

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071  
[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

## II. Réglementation existante sur la gestion des eaux pluviales

### A. La réglementation française sur la gestion des eaux pluviales

#### 1. La loi sur l'eau

La Loi sur l'eau du 3 janvier 1992 laisse entendre que les collectivités locales doivent assurer la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement quand ces dernières menacent l'équilibre naturel.

L'art. 35-III de la loi sur l'Eau, codifié par l'art. L.2224-10 du CCT, prévoit que les communes ou leurs groupements en établissements publics délimitent, après enquête publique, deux catégories de zones :

- une première catégorie concerne exclusivement les eaux usées, ou le mélange eaux usées - eaux pluviales ; il s'agit :

1) des zones d'assainissement collectif

2) des zones d'assainissement non-collectif, que les communes doivent obligatoirement délimiter ;

- la deuxième catégorie concerne les eaux pluviales et de ruissellement ; dans celles-ci, les communes précisent :

3) « Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ».

4) « Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement ».

L'art. L.2224-10 3) et 4) du CCT demande aux collectivités de prévoir des zones d'assainissement des eaux pluviales.

Les collectivités territoriales et leurs groupements sont autorisés par l'art. 31 de la loi du 3 janvier 1992 à utiliser la procédure des art. L.151-36 à L.151-40 du code rural pour étudier, exécuter et exploiter directement ou par voie de concession, tous travaux, ouvrages ou installations, compatibles avec le SAGE s'il est approuvé, et qui viseraient « la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement », sous réserve que ces travaux présentent un caractère d'intérêt général ou d'urgence : ouvrages destinés à assurer le stockage temporaire des eaux de pluie ou à permettre leur infiltration.

#### 2. La Directive Cadre de l'Eau (DCE)

En Europe, en vue de lutter contre la pollution et la dégradation des nappes phréatiques l'Europe a décidé de donner un cadre européen à la protection des ressources de l'union européenne, qui porte le nom de Directive-Cadre de l'Eau.

La DCE (Directive-Cadre de l'Eau) a mis en place une politique et une stratégie dans le domaine de l'eau pour atteindre un meilleur niveau de qualité de l'eau ainsi que de l'état

#### **AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

écologique. Pour atteindre ces objectifs, la DCE a promulguée deux lois en vigueur qui régissent la protection des milieux aquatiques en Europe :

La première de ces lois est la **Directive Européenne n° 2000-60 du 23 octobre 2000 2000/60/CE du Parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau** : Concerne la préservation, la protection, la prévention de dégradation dans le domaine de l'eau et du milieu aquatique.

Cette Directive Européenne vise également à l'implication de chaque Etat membres à fournir le recensement de tous leurs bassins hydrographiques. Ce recensement va permettre pour chaque Etat membres de prendre les mesures adaptées pour la lutte contre la pollution ainsi qu'une meilleure gestion et répartition de l'eau et d'atteindre l'objectif fixé d'ici 15 ans (en 2015).

« La législation française est transposée en grande partie de cette loi »

La deuxième loi est la Directive Européenne n° 2006-118 du 12 décembre 2006 du Parlement européen et du conseil sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration.

### 3. L'Agence de l'eau

L'agence de l'eau est un établissement public appartenant à l'Etat, créée en 1968 (4 ans après la loi du 16 Décembre 1964). Il existe 6 agences de l'eau qui correspondent aux six grands bassins hydrologiques de France :

- Artois-Picardie, *siège à Douai (59)*
- Seine-Normandie, *siège à Nanterre (92)*
- Rhin-Meuse, *siège à Metz (57)*
- Loire-Bretagne, *siège à Orléans (45)*
- Adour-Garonne, *siège à Toulouse (31)*
- Rhône-Méditerranée-Corse, *siège à Lyon (69)*

Chaque agences possèdent son propre comité de bassin et établissent leur propre Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) tout en respectant les directives de la politique de l'eau.

Financièrement autonome, les agences sont sous la tutelle de deux ministères celui chargé de l'environnement et celui chargé des finances. Les agences perçoivent des redevances en provenance des usagers (particuliers : facture eau et assainissement individuel), des industriels et des agriculteurs (qui polluent, de par leur rejet dans le milieu naturel).

Elles ont pour rôle, d'assurer la bonne gestion et l'utilisation des ressources en eau dans leur bassin, de lutter contre la pollution et de protéger les milieux aquatiques. Les agences sont chargées de la coordination entre les SDAGE et SAGE et informent et sensibilisent le public sur le domaine de l'eau.

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

#### 4. Les réglementations sur la récupération et le rejet de l'eau pluviale

Dans la législation actuelle, il n'existe pas pour les communes d'obligation spécifique de collecter ou de traiter les eaux de ruissellement d'origine pluviale. Cette absence d'obligation ne les empêche pas, si elles le souhaitent, de prendre des mesures préventives destinées à limiter les impacts négatifs des eaux de ruissellement. Elles peuvent y être d'autant plus poussées que les risques que ces eaux présentent du point de vue des inondations et de la pollution des milieux naturels pourraient entraîner, en cas de dommages, la mise en cause de leur responsabilité et de celle de leurs dirigeants.

- Récupération de l'eau pluviale

**Décret n° 95-363 du 5 Avril 1995** : Concerne des eaux destinées à la consommation humaine et à l'exclusion des eaux minérales naturelles.

**Arrêté du 21 Août 2008 - Version consolidée au 12 mai 2016** : Concerne la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et l'extérieur des bâtiments.

Dans le cadre de cet arrêté, les seuls usages autorisés sont :

- Usages extérieurs (arrosage, lavage des véhicules, etc.) ;
- Alimentation des chasses d'eau de WC et lavage des sols ;
- À titre expérimental, lavage du linge, sous réserve d'un traitement adapté de l'eau de pluie ;
- Usages professionnels et industriels, à l'exception de ceux requérant l'usage d'une eau potable

- Rejet de l'eau pluviale

Les procédures sur le **rejet des eaux pluviales** sont obligatoires et **réglementées** lorsque qu'on rejette dans la nature (cours d'eau, fossé et bassin d'infiltration) et en fonction de la surface desservie / imperméabilisée. On distingue le **rejet résiduaire urbain** c'est-à-dire les eaux provenant des épurations ou de lagunes et le **rejet non urbains** c'est-à-dire les industriels, les agriculteurs, les individuelles. C'est rejets sont fixés par des normes.

**Décret "nomenclature" n° 93-743 du 29 Mars 1993** : Rejet dans le milieu naturel, les **rubriques 1.2.0, 5.3.0, 6.4.0, 2.2.0 et 2.3.0** traite le rejet dans les eaux superficielles et en fonction de la quantité d'eau en m<sup>3</sup>.

**Décret "procédure" n° 93-742 du 29 Mars 1993 article 15 ou 33** : Concerne quelque soit les modifications, l'aménagement ou changement d'exercice qui nécessite le changement du dossier établie au départ.

**Arrêté du 2 Février 1998** : Concerne pour le rejet issu d'une installation pour la protection de l'environnement.

- Le Code Civil

- Code civil, article 640 "Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur."

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

- Code civil, article 641 "Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds. Si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur. [...] Les maisons, cours, jardins, parcs et enclos attenants aux habitations ne peuvent être assujettis à aucune aggravation de la servitude d'écoulement dans les cas prévus par les paragraphes précédents. Les contestations auxquelles peuvent donner lieu l'établissement et l'exercice des servitudes prévues par ces paragraphes et le règlement, s'il y a lieu, des indemnités dues aux propriétaires des fonds inférieurs sont portées, en premier ressort, devant le juge du tribunal d'instance du canton qui, en prononçant, doit concilier les intérêts de l'agriculture et de l'industrie avec le respect dû à la propriété. [...]"

- Le schéma directeur de gestion des eaux pluviales (SDGEP)

Le schéma directeur de gestion des eaux pluviales est un document facultatif qui n'est pas clairement défini dans la législation française. Il est cependant récurrent d'une collectivité à l'autre pour venir cadrer la politique de gestion des eaux pluviales et du risque de ruissellement. En fonction du contexte politique et administratif local, de la nature du risque et des documents déjà en place, le SDGEP peut être élaboré à différentes échelles : commune, intercommunalité, bassin versant, département. Il s'agit d'un moyen de tracer les grandes lignes de gestion des eaux pluviales et du risque de ruissellement pluvial urbain et rural, ainsi que de planifier la construction coordonnée d'ouvrages collectifs, ou encore de communiquer auprès de la population. L'élaboration du zonage pluvial est une étape dans la réalisation de tels schémas directeurs, qui peuvent eux aussi être annexés aux PLU, et voir leurs prescriptions retranscrites dans certains articles du règlement du PLU. Le SDGEP peut venir cadrer aussi bien le zonage pluvial (ZP) que le PLU dans le contrôle du développement du territoire, afin de limiter l'implantation d'enjeux socio-économiques dans des espaces exposés au risque d'inondation par ruissellement pluvial.

Obligatoire [CGCT, art. L2224-10], le zonage pluvial est en fait la partie "eaux pluviales" (points 3° et 4°) du zonage d'assainissement. Souvent élaboré par les services d'assainissement et de gestion des eaux pluviales (parfois distincts), le zonage pluvial fait un point sur les textes en vigueur sur le territoire concerné, ainsi qu'un état des lieux hydraulique pour justifier au mieux les choix techniques préconisés, en traitant de manière distincte zones rurales et zones urbaines. Ce document permet également d'aborder la problématique du risque de pollution liée au ruissellement. Le ZP se présente sous la forme d'une note de présentation accompagnée de documents cartographiques, qui n'a pas de valeur réglementaire tant qu'il n'a pas été soumis à enquête publique ainsi qu'à l'approbation de l'assemblée délibérante compétente. Il permet de fixer des prescriptions (qualitatives et quantitatives), comme par exemple des limitations de débits de fuite ou des principes techniques de gestion des eaux pluviales. Ces prescriptions s'appliquent aussi bien à l'existant qu'aux futures constructions. Elles demandent un travail de contrôle et de suivi de la part de la collectivité compétente.

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)



- Le règlement d'assainissement

Le règlement d'assainissement est un document obligatoire [CGCT, L2224-12] qui, au même titre que le règlement du service d'eau potable, fixe les termes de l'accord liant le propriétaire du réseau d'assainissement, son exploitant et les usagers desservis. Dans ce cadre, il définit, entre autres, les modalités de déversement des eaux usées/ pluviales et eaux potables dans les réseaux de la collectivité. Le règlement peut proposer, réglementer, imposer ou interdire la réalisation de raccordements d'eaux pluviales au réseau public. Il est également possible de proposer un règlement spécifique aux eaux pluviales, en plus d'un règlement spécifique à l'assainissement des eaux usées. Or, c'est en réglementant les déversements d'eaux pluviales dans le réseau que la collectivité peut inciter à une autre gestion qui sorte du "tout tuyau". Une collectivité qui interdit les rejets au réseau en deçà d'une pluie projet donnée va pouvoir influencer les nouveaux aménagements en ne les autorisant à se raccorder que si des mesures adaptées en conséquence sont prévues.

## B. La réglementation sur l'eau pluviale au Maroc

La loi n 10-95 sur l'eau : l'art.1 de la loi sur l'eau indique que l'eau est un bien public. D'après l'art.2, les eaux de pluies ne sont pas citées dans la composition du domaine public hydraulique. Les propriétaires ont le droit d'user des eaux pluviales tombées sur leurs fonds. Le Décret n°2-97-224 du 1997 de l'art.25 de la Loi sur l'eau indique que les conditions d'accumulation artificielle des eaux sur les propriétés privées sont fixées par voie réglementaire.

La loi n 78-00 du 3 octobre 2002 attribue aux conseils communaux en matière des eaux pluviales :

- La réalisation ou la participation à l'exécution des aménagements et des ouvrages hydrauliques destinés à la maîtrise des eaux pluviales et à la protection contre les inondations.
- La délibération sur la politique communale en matière d'évacuation des eaux pluviales.

La loi 33-94 des périmètres de mise en valeur en bour (décret n 2-94-589 du 2 Joumada II) constitue l'approche d'intervention du Ministère en matière de projets de la collecte des eaux pluviales prévus dans les projets de Mise en Valeur en Bour (PMVB), les projets de développement agricole intégrés et les projets sectoriels.

Le projet de loi n 46-10 relative à la protection environnementale du sol, élaboré par le Département chargé de l'Environnement indique que la loi a pour objet de définir les principes et les obligations visant la protection, la conservation et la réhabilitation du sol afin de préserver ses fonctions écologiques, économiques et sociales. La loi intéresse aussi la protection des sols contre toute dégradation d'origine naturelle ou activité anthropique, notamment l'érosion hydrique ou éolienne, la désertification, etc. Dans ce cadre des techniques spécifiques de bonnes pratiques agricoles seront fixées pour assurer l'utilisation durable du sol, notamment, celles favorisant la collecte des eaux pluviales dans les zones de parcours, les zones sensibles et les zones en pente.

### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

La circulaire n° 15636 du 26 Septembre 2003 du Ministre délégué auprès du premier Ministre chargé de l'Habitat et de l'Urbanisme cite l'utilisation des eaux de pluie comme étant un dispositif à prendre en compte dans l'approche d'assistance architecturale en milieu rural. Bien que le droit d'utiliser les eaux pluviales tombant sur sa propriété soit clairement établi par la Loi sur l'eau, la question de leur utilisation pour des usages domestiques ne fait pas l'objet d'un texte spécifique. En effet, il n'existe actuellement pas de texte réglementant l'utilisation d'eaux dans l'habitat qui régit les usages auxquels ces eaux sont destinées et les obligations relatives à ces usages telles que :

- L'interdiction de polluer les eaux pluviales.
- L'obligation de maintenir un écoulement " naturel " des eaux.
- L'utilisation des eaux de pluie ne doit pas porter préjudice aux propriétaires voisins.

### C. La réglementation sur l'eau pluviale au Qatar et au Liban

Au Qatar, une autorité des travaux publics nommée Ashghal a été créée en 2004 par le Ministère de la municipalité et de la planification urbaine pour réaliser les grands projets de planification, de conception, et de construction d'infrastructures et des bâtiments publics au Qatar. Les missions d'Ashghal comprennent la réalisation des routes, des travaux de drainage et d'assainissement mais aussi la réalisation de bâtiments tels que les bâtiments publics, les écoles et les hôpitaux.

Au Liban, la gestion des eaux usées est confiée, par voie législative et réglementaire, à différents acteurs publics. Actuellement, quatre structures principales sont au centre du dispositif juridique et stratégique : le Ministère de l'Energie et de l'Eau (MEE) qui définit le cadre politique et stratégique du secteur, le Conseil pour le Développement et la Reconstruction (CDR) qui assure pour le MEE la maîtrise d'ouvrage déléguée des projets d'infrastructures d'assainissement, les Etablissements Régionaux des Eaux (ERE) qui sont en charge de la gestion du service sous la tutelle du MEE et les Municipalités. La Loi de Réglementation du Secteur de l'Eau de 2000 attribue à l'Etat la totalité de la gestion de la chaîne de l'assainissement.

La Direction de l'Urbanisme du Ministère des Travaux Publics et des Transports est chargée depuis 1997 de l'élaboration et de l'évaluation des études d'habilitation en provenance des municipalités, relatives à la collecte des eaux usées et pluviales, la planification des réseaux d'égouts, l'épuration des eaux usées ou l'élaboration des cahiers des charges des travaux. Le Ministère émet un avis sur les aspects techniques et le respect de la réglementation en vigueur.

### D. La réglementation sur l'eau pluviale en Chine

La ressource en eau en Chine est gérée différemment selon les gouvernements des différentes provinces. Cependant, chaque gouvernement se doit de répondre à la politique de l'environnement, décidée par l'Assemblée nationale populaire et gérée par le ministère de la protection de l'environnement. Le ministère des Ressources en Eau régit, quant à lui, les projets de dépollution des eaux ainsi que les projets d'assainissement.

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

### III. Les techniques actuelles de gestion de l'eau pluviale

#### A. La gestion de l'eau pluviale au travers des documents d'urbanismes

Les collectivités ont mises en place au travers des documents d'urbanismes des recommandations qui prennent en compte les eaux pluviales :

- L'eau pluviale dans les plans d'occupation des sols (POS)

- Les documents d'urbanisme répondent, de manière générale, à un principe d'équilibre ; en l'espèce, prévoir suffisamment d'espaces constructibles, tout en prévenant les risques naturels prévisibles (art.L.121-10). Le parti général du POS doit donc être cohérent avec la prévention et la gestion du risque d'inondation par ruissellement pluvial urbain : définition des zones constructibles, densité, gestion des eaux pluviales. L'art. 4 du règlement du POS - desserte par les réseaux - limite les débits et volumes des eaux de ruissellement admis dans le réseau public d'eaux pluviales, compte tenu de ses capacités, les constructeurs ou aménageurs ayant le choix des moyens - réalisation de dispositifs de stockage temporaire des eaux ou d'ouvrages d'infiltration - pour respecter les obligations de résultats fixées par le règlement ; L'art. 13 du règlement de POS, limite l'imperméabilisation des espaces libres.

- L'art. R.123-18-II-1° permet, de plus, de soumettre les constructions et installations de toute nature à des conditions spéciales en raison de l'existence de risques naturels ; il en va ainsi du risque lié au ruissellement pluvial en milieu urbain.

- L'eau pluviale dans le code de l'urbanisme

Le code de l'urbanisme prévoit les mêmes dispositions pour les POS et pour « les documents en tenant lieu » ; c'est à dire les plans de sauvegarde et de mise en valeur, et les plans d'aménagement de zones dans les ZAC. L'ensemble de ces dispositions du code de l'urbanisme, qui assurent une liaison entre urbanisation et assainissement, appelle plusieurs remarques :

— La liaison établie par le code entre la détermination des conditions d'urbanisation et la capacité des équipements publics concerne, en matière d'assainissement, les seuls réseaux publics d'eaux usées et éventuellement pluviales, et donc ne prend pas en compte la gestion des eaux de ruissellement par des techniques alternatives réalisées ou à réaliser sur des terrains privés au moment où les autorisations d'urbanisme sont délivrées. En revanche, rien n'interdit que soient prises en compte, au titre des équipements publics, pour la délimitation des zones urbaines du POS et la fixation des densités de construction, les techniques alternatives, existantes ou en cours de réalisation, mises en œuvre par la commune pour maîtriser les eaux pluviales.

— Les zones de maîtrise des eaux de pluie et de ruissellement permises par la loi sur l'eau ont pour seul fondement juridique l'art. L.2224-10 du CCT et non le POS. Elles peuvent concerner tout ou partie des zones du POS et se superposent à celles-ci. Elles ne

#### **AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

constituent pas des servitudes d'utilité publique affectant l'utilisation des sols et que le POS devrait, à ce titre, respecter, en application de l'art. L.123-1 du CU. Il n'est pas non plus prévu par le code de l'urbanisme qu'elles soient reportées dans les documents graphiques du POS, au titre des zonages spécifiques facultatifs qui bénéficient de règles propres (art. R.123-18 du CU), ou à titre d'information (art. R.123-19 du CU). Ces zones n'apparaissent donc que dans les annexes sanitaires des POS.

## **B. Les techniques actuelles de gestion de l'eau pluviale (France, Liban, Qatar, Chine)**

Il faut rappeler que dans la nature, lorsqu'il pleut, 50 % de l'eau de pluie s'infiltré dans le sous-sol et alimente les nappes phréatiques et les rivières, tandis que 40 % de cette eau s'évapore (en partie grâce aux végétaux) et retourne dans l'atmosphère, et seulement 10 % de cette eau va ruisseler à la surface. Comme nous avons pu le voir, l'urbanisation a modifié ce cycle naturel en réduisant l'infiltration et l'évaporation naturelle. Cela a donc engendré des nuisances en cascade sur l'environnement :

- Assèchement des ruisseaux et donc des nappes phréatiques en absence de pluie
- Engorgement des réseaux de tout-à-l'égout lors de pluies importantes
- Débordement des stations d'épuration qui rejettent alors les eaux non traitées donc polluées dans l'environnement.

Ainsi, il est compréhensif que la gestion des eaux pluviales deviennent une préoccupation majeure pour les professionnels de l'urbanisme et par conséquent pour l'agence AR ARCHITECTES.

### **1. Au niveau des villes**

Le développement urbain a très vite été associé à la nécessité d'alimenter la ville en eau potable et à l'évacuation des eaux usées, puis des eaux pluviales. Le concept du "tout-à-l'égout" se démocratise et devient largement prédominant en ville jusqu'aux années 1950.

#### **AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

Il existe deux types de réseaux de collecte :

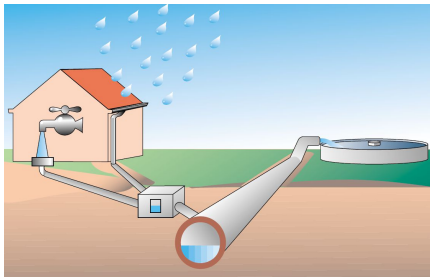


Figure 7 : Réseau unitaire

La plupart des villes sont équipées de réseau « unitaire » communément appelé « tout-à-l'égout » où les eaux usées et pluviales sont regroupées dans une seule canalisation.

Cette structure présente l'inconvénient de court-circuiter une partie de la charge polluante de la station d'épuration par temps de pluie.

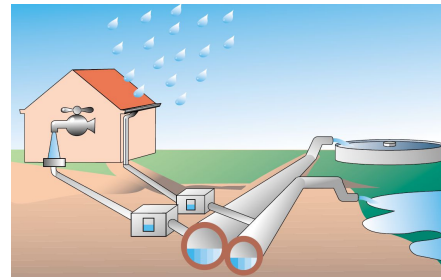


Figure 8 : Réseau séparatif

Dans les réseaux séparatifs les eaux usées et pluviales sont captées par deux réseaux différents.

En temps de pluie, les eaux pluviales peuvent être relâchées dans le milieu naturel.

Ce système, potentiellement intéressant pour la qualité des boues d'épuration, est donc plus coûteux par la pose d'un collecteur supplémentaire.

Dans les années 1960-1970, la généralisation de l'automobile et le développement de l'habitant individuel et des grandes zones commerciales en périphérie conduisent à une augmentation considérable des surfaces imperméabilisées et de l'urbanisation. Cela révèle les limites des réseaux dont les débordements sont de plus en plus importants. Ainsi, dès la fin des années 70, des bassins de retenue des eaux sont construits pour ralentir l'écoulement sur les surfaces urbanisées. Cependant, ce principe est très consommateur d'espace et participe encore à concentrer les flux qui pour certains se révèlent fortement pollués. De plus, ces techniques ne permettent pas de différencier les eaux pluviales de voiries très polluées, des eaux de toitures.

## 2. Au niveau des bâtiments

L'eau de pluie au niveau des bâtiments est récoltée dans les gouttières pour rejoindre ensuite les réseaux de canalisation de la ville.

Cependant, au cours des années, des systèmes de gestion de l'eau pluviale ont aussi été mis en place dans les logements individuels ou collectifs. Ces techniques ont pour objectif de stocker l'eau pluviale pour une réutilisation ultérieure.

Pour les grandes copropriétés, il existe des systèmes de récupération des eaux de toiture : la pente de la toiture permet d'amener l'eau vers des gouttières ou collecteurs d'eaux de pluie qui vont acheminés à l'aide de conduites les eaux pluviales vers des citernes de stockage comme nous pouvons le voir sur la Figure 9 : Systèmes de récupération d'eau de pluie pour arrosage des jardins des Immeubles en copropriétéci dessous.

### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503

69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)

N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)



Figure 9 : Systèmes de récupération d'eau de pluie pour arrosage des jardins des Immeubles en copropriété

Ainsi, cette eau peut être réutilisée pour l'irrigation des espaces verts.

Pour les maisons individuelles, des techniques de récupération comme les cuves ou les citernes permettent de récupérer et de stocker facilement les eaux de toiture.

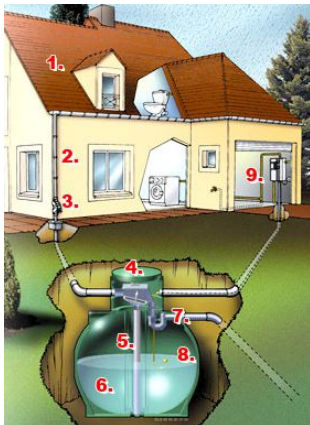


Figure 10 : Cuve enterrée de stockage des eaux pluviales



Figure 11 : Citerne de récupération des eaux de pluie

Le trop plein d'eau est évacué vers un exutoire (zone d'infiltration, ruisseau, réseau) par l'intermédiaire d'un tuyau permettant la vidange gravitaire de la cuve, ou grâce à une pompe (cas de la citerne enterrée).

L'eau pluviale récupérée pourra servir pour les usages sanitaires (machines à laver, toilettes ...) ainsi que pour l'irrigation des jardins.

Ces systèmes permettent de gérer une petite partie de la quantité d'eau pluviale (majoritairement les eaux de toitures) et donc de réduire la quantité d'eau rejetée

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
 69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
 N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

directement dans les réseaux d'assainissement, en stockant une partie de la ressource mais ils ne prennent pas en compte une gestion globale de l'eau de pluie à la parcelle : ruissellement du aux revêtements imperméables, ...

### 3. Au niveau des voiries et des infrastructures

Les eaux de pluie de chaussées sont récupérées dans les caniveaux et directement rejetées dans les réseaux de la ville, mélangées la plus part du temps aux eaux usées.

Pour limiter la pollution des eaux pluviales lors du lessivage des surfaces urbaines contaminées, il est obligatoire d'utiliser des déboureur-déshuileurs présents sous les voiries.

Les décanteurs sont des ouvrages conçus pour permettre aux matières en suspension de se déposer au fond de l'ouvrage. Un séparateur à hydrocarbures est un appareil destiné à piéger les hydrocarbures en suspension dans les eaux de ruissellement. Dans ces séparateurs déshuileurs, les liquides non miscibles et plus légers que l'eau tendent à remonter à la surface. Le but est de tranquilliser le flux pour permettre l'ascension des gouttes d'hydrocarbures. Elles sont alors prélevées puis évacuées en vue d'être traitées. La fonction déboureur permet en outre une décantation en vue de retenir les sables et autres matières plus lourdes que l'eau.

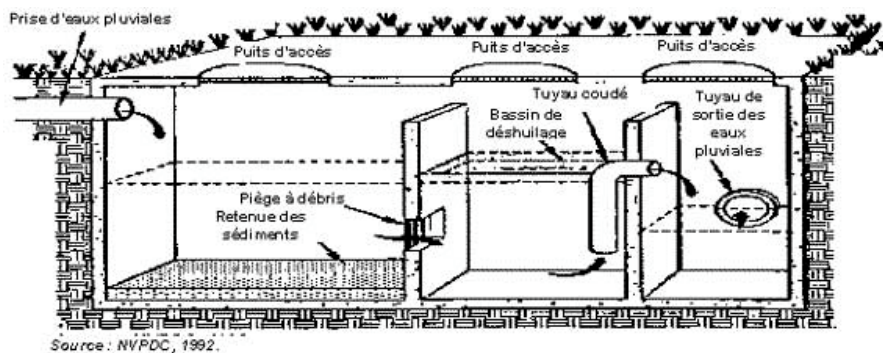


Figure 12 : Schéma d'un déboureur-déshuileur

Ce procédé nécessite une vérification du bon fonctionnement de la ventilation et au minimum une vidange par semestre et un curage par ans ont recommandés. Un écrémage en cas de déversement accidentel est préconisé.

L'avantage de cette technique est son faible de cout et le peu d'apport d'énergie nécessaire. Les inconvénients sont un entretien fréquent et un contrôle régulier du fonctionnement.

## C. Les techniques de gestion de l'eau pluviale au Maroc

La collecte des eaux pluviales au Maroc est une expérience très ancienne, utilisée pour assurer les besoins de première nécessité dans les zones dépourvues de ressources hydriques pour l'irrigation et l'eau potable. Des méthodes traditionnelles telles que les Khetaras, les Métfias ou encore les cordons de cuvettes individuelles et de terrasses permettent de gérer cette ressource indispensable.

### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

On peut noter le principe de khattaras mis en œuvre au Maroc : grandes canalisations souterraines amenant l'eau des piedmonts vers les oasis. Elles sont composées:

- d'une galerie assurant le drainage et le captage des eaux,
- d'une partie adductrice pour le transport des eaux drainées vers le périmètre d'irrigation,
- d'une tête morte pour acheminer l'eau vers les parcelles via des canaux alimentant les prises appelées localement « Mesraf ».

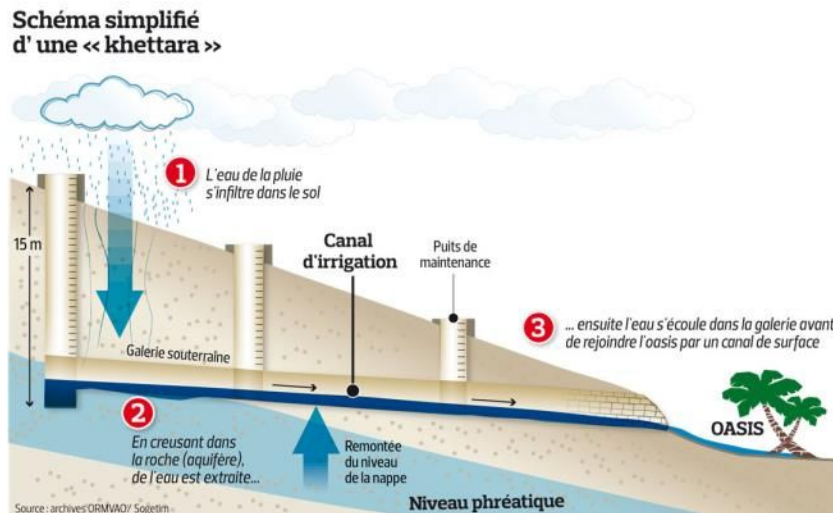


Figure 13 : Principe d'une Khettara (Source : archives ORMVAO/Sogetim)

Les métfias traditionnelles privées ou collectives, enterrées ou semi enterrées, sont constituées de moellons (briques ou pierre) ou béton armé de capacité variable allant jusqu'à 200 m<sup>3</sup> avec éventuellement un équipement de pompage. Les métfias publiques se composent d'une surface réceptrice des eaux pluviales appelée impluvium, un système de collecte à travers des bassins de décantation, des filtres et un réservoir de stockage prenant le nom de métfia.

Anciennement, la plupart des riads, demeures anciennes, étaient dotés de citernes encastrées qui emmagasinaient l'eau de pluie ou celle que les propriétaires achetaient auprès des marchands. Les patios sont fréquemment dotés de jardins et de fontaines : il est donc possible de tirer profit de la mise en place d'installation de récupération des eaux de pluie pour l'arrosage de leurs jardins et l'alimentation des chasses d'eau.

Ces techniques ancestrales permettaient de gérer et valoriser la ressource en eau. Au Maroc d'aujourd'hui, il existe le principe de tout à l'égout en ce concerne les eaux usées et les eaux pluviales. Aucun dispositif de valorisation de cette ressource n'est prévu dans les constructions actuelles.

Le Maroc d'Aujourd'hui, le Liban, le Qatar ainsi que la Chine font appel aux mêmes techniques actuelles décrites en France, à savoir le tout-à-l'égout et l'infiltration. Cependant, en égard à la diminution de cette ressource, certains pays, comme la France, intègrent des solutions alternatives de recyclage et de valorisation de cette ressource naturelle. Nous allons maintenant voir plusieurs techniques alternatives durables qui permettent de répondre aux enjeux de la gestion des eaux pluviales

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)



## IV. Les techniques alternatives de gestion durable de l'eau pluviale

La collecte systématique des eaux pluviales par des canalisations enterrées (principe « tout tuyau »), a montré ses limites en termes de maîtrise des risques d'inondations comme de pollution. Ces dernières années, la gestion des eaux pluviales a donc évolué vers l'utilisation de techniques dites alternatives ou compensatoires qui limitent le ruissellement et favorisent l'infiltration sur place. L'eau a ainsi retrouvé une place de plus en plus visible dans le paysage urbain avec la mise en œuvre d'ouvrages végétalisés. Cette évolution permet également de répondre à une demande croissante de nature en ville. Ces techniques alternatives se doivent de favoriser l'infiltration en minimisant les surfaces imperméables, de récolter l'eau de pluie pour l'utiliser ou la restituer au milieu naturel par évaporation ou infiltration, ou encore la retenir et l'évacuer lentement vers les réseaux de la ville ou les eaux de surface. Chacune d'elles doit être adaptée au contexte local, notamment à l'hydrographie du site.

Parmi toutes les solutions techniques que nous avons pu recenser et qui répondent à une gestion durable des eaux pluviales, il existe des solutions à deux niveaux :

- A l'échelle des collectivités qui peuvent concevoir des infrastructures respectueuses de l'environnement.
- A l'échelle des particuliers qui peuvent s'équiper d'installation de stockage des eaux pluviales pour un usage non alimentaire.

Nous allons donc maintenant évoquer des différentes techniques de gestion durable de l'eau pluviale. La liste des solutions proposées n'est pas exhaustive.

### A. Des solutions n'impliquant pas la mise en œuvre de végétaux

#### 1. Les puits d'infiltration

- **Principe de fonctionnement**

Ces ouvrages ponctuels plus ou moins profond permettent le transfert par infiltration des eaux de surface vers les couches perméables du sous-sol pour assurer un débit de rejet compatible avec les surfaces drainées, après stockage et prétraitement éventuels par filtration des polluants grâce à des matériaux poreux (cailloux, galets, graviers, granulats, sable...) entourés d'un géotextile.

Il existe deux types de puits infiltrants :

- le puits filtrant **classique** est précédé d'un dispositif (décanteur) destiné à retenir les déchets, boues ou objets flottants. La cavité de stockage est libre et une couche filtrante constituée de sable et de cailloux grossiers est disposée au fond du puits. Un géotextile est apposé par dessus pour éviter la migration des éléments les plus fins tant verticalement qu'horizontalement et donc le colmatage.

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

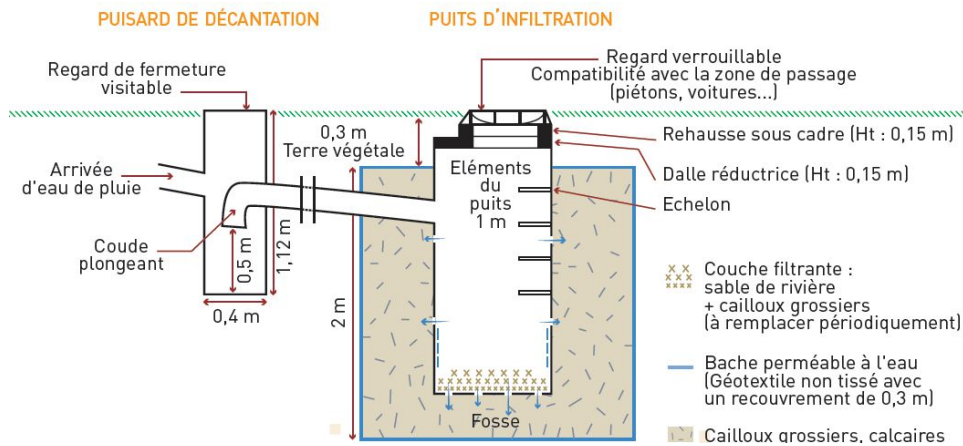


Figure 14 : Puits d'infiltration classique des eaux pluviales

- le **puits filtrant intégré** est placé au point bas d'une surface durcie ou imperméabilisée dont il recueille les eaux de ruissellement au travers d'un revêtement poreux pour les infiltrer dans le sol. La cavité de stockage est constituée de graviers de grosse granulométrie.

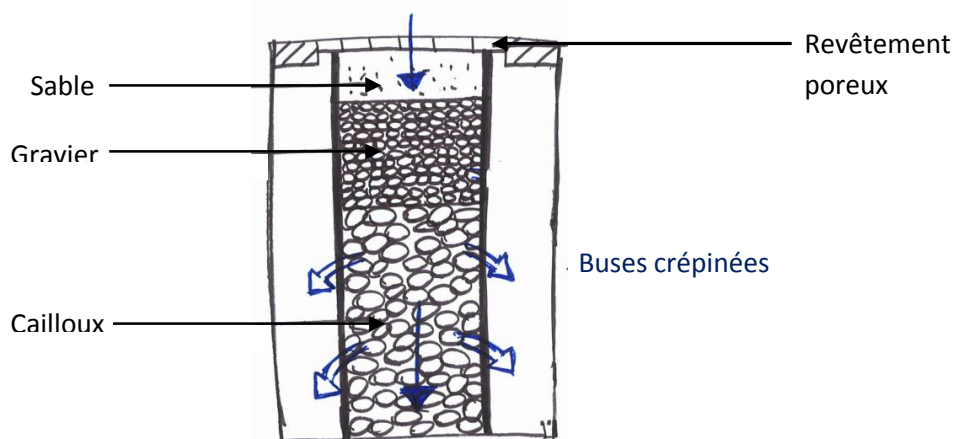


Figure 15 : Puits filtrant intégré

Les puits sont souvent associés à des techniques de stockage de type chaussée-réservoir, tranchée drainante, fossé ou même bassin de retenue, dont ils assurent alors le débit de fuite.

- **Réalisation et mise en place**

Un puits d'infiltration est généralement de forme circulaire. L'ouvrage doit être implanté à une distance minimale de 3 m par rapport à tout arbre ou arbuste et à plus de 5 m des bâtiments. La profondeur de la nappe doit être à 1m minimum sous le niveau d'infiltration. La perméabilité doit être suffisante sans risque d'engouffrement rapide. Le puits peut être installé dans la partie basse du terrain et à une distance des habitations au moins égale à la profondeur de ce puits. Il faut éviter la proximité de végétaux importants (les racines pourraient nuire au puits). Un massif drainant doit être prévu au fond du puits. Il se compose

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
 69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
 N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

de plusieurs matériaux répartis ainsi, du haut vers le bas : galets, gravillons et sable. Un géotextile sépare les différentes couches et recouvre également l'ensemble.

- **Entretien**

Le puits doit rester facilement accessible pour son contrôle périodique et son entretien régulier. Il faut nettoyer le puits environ tous les deux mois pour minimiser le colmatage : vider les chambres de décantation, nettoyer les dispositifs filtrants, vérifier le système de trop-plein (puits classique) ou le tassement de la terre végétale (puits intégré) et nettoyer les surfaces drainées. Un nettoyage plus important (curage ou un pompage) doit être fait si la capacité d'infiltration est moindre (permanence d'eau dans le puits de décantation supérieure à 24 heures après une pluie).

- **Avantages et inconvénients de cette technique**

Simple à réaliser et peu onéreux, un puits d'infiltration demande peu d'emprise au sol et s'intègre aussi bien sur une simple parcelle que dans espaces collectifs (parking, aire de jeux, chemin piétonnier...). Il est bien adaptée aux terrains plats où l'assainissement est difficile à mettre en œuvre. Il ne demande que peu d'entretien et convient à tous types d'usages, sauf usages industriels avec présence de fines particules. Il complète les autres techniques ; par exemple, dans le cas de fossés à ciel ouvert, il est possible d'accroître l'infiltration en jalonnant le parcours du fossé de puits filtrants. Pour finir, lorsque le sol superficiel est imperméable, le puits permet d'atteindre des couches de terrain perméable, sans contrainte topographique majeure.

Cependant, les puits d'infiltration sont vite saturés lors d'orages violents et donc deviennent rapidement insuffisants. Il faut donc les coupler à un exutoire ou à un ouvrage tampon. Ils sont efficaces uniquement pour les sols qui présentent une conductivité hydraulique suffisante ( $>10^{-6}$  m/s). Cette technique est à proscrire si la nappe circulaire est à moins d'un mètre sous le point le plus bas de l'ouvrage pour éviter toute pollution. En effet, cette technique présente les risques liés aux ouvrages enterrés avec une vitesse d'infiltration importante ainsi que la potentialité de mélanges d'eaux d'un niveau de contamination variée. Pour finir, les puits ont tendance à vite se colmater, ce qui réduit grandement leur efficacité.

## 2. Les chaussées réservoirs

- **Principe de fonctionnement**

Les chaussées à structure réservoir permettent de stocker temporairement les eaux pluviales dans le revêtement et en sous couche avant évacuation par infiltration ou vers un exutoire. Elles se situent sur les voies principales et secondaires, ainsi que sur les parkings à l'intérieur ou à l'extérieur des lots. Elles font office de réservoir en retenant les eaux (35 % de vide dans le cas de parkings avec une couche de fondation en matériaux non-traités) et en les laissant s'écouler à un débit de 3 l/s/ha.

### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N° de SIRET : 510 413 503 00010 – N° Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

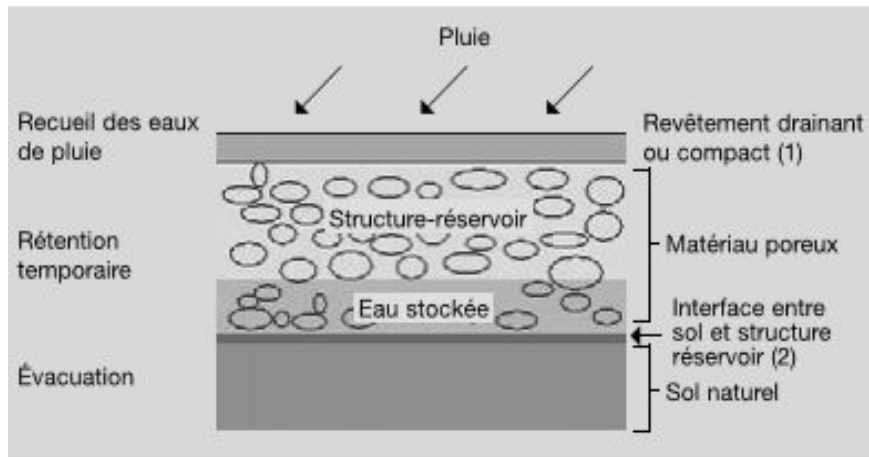


Figure 16 : Mise en évidence de la structure d'une chaussée réservoir

Il existe deux types de revêtements :

- Dans le cas d'un revêtement drainant, l'eau s'introduit de façon répartie dans la structure réservoir.
- Dans le cas d'un revêtement compact, l'eau est introduite dans la structure de façon localisée par des caniveaux d'infiltration ou des grilles-avaloirs raccordées à un réseau de diffusion constitué généralement de drains. Ce revêtement est recommandée pour les zones à forte pollution comme les marchés, les stationnements, etc. Les structures de chaussée sont dimensionnées pour des trafics de T3 à T5. L'épaisseur des matériaux dépend du choix de l'intensité du trafic.

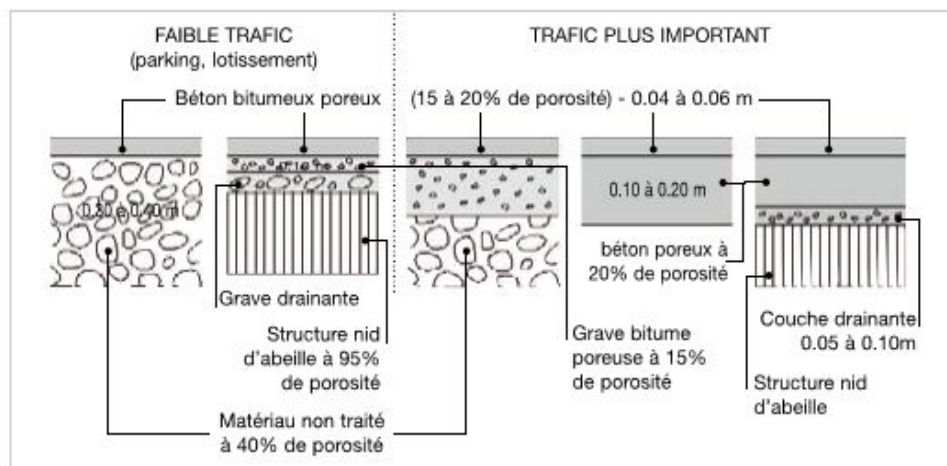


Figure 17 : Dimensionnement de chaussées à structure réservoir avec enrobé drainant en fonction du trafic (Source Cete du Sud-Ouest)

Ces chaussées permettent de stocker l'équivalent de 150 mm d'eau. Le surplus est conduit par ruissellement dans les accotements.

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
 69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
 N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

- **Entretien**

Ce revêtement perméable doit être nettoyé par une simple aspiration sur toute sa largeur. L'usage du balayage est déconseillé, car il entraîne un colmatage plus rapide des vides du matériau. En curatif, le lavage à l'eau sous haute pression combiné à l'aspiration donne des résultats satisfaisants : l'enrobé retrouve des niveaux d'absorption d'origine.

- **Avantages et inconvénients de cette technique**

L'avantage principal de cette technique est son insertion facile dans tout type de projet urbain. Cependant, elle présente plusieurs inconvénients : un coût de réalisation élevé et un entretien spécifique. De plus, cette technique est à proscrire si la nappe circulaire est à moins d'un mètre sous le point le plus bas de l'ouvrage pour éviter toute pollution.

### 3. Les voiries drainantes ou perméables

- **Principe de fonctionnement**

Ces solutions alternatives au revêtement traditionnel mettent en œuvre des matériaux poreux et des revêtements non étanches afin de faciliter une infiltration diffuse des eaux pluviales dans le sol.

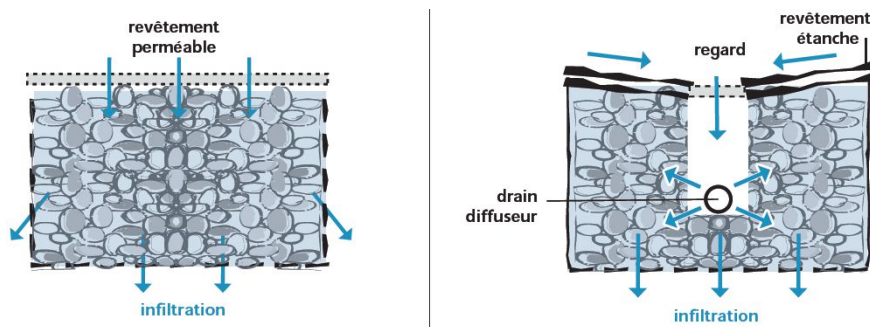


Figure 18 : Mise en évidence de la structure d'une voirie perméable avec ou sans regard de collecte

Il existe plusieurs revêtements possibles pour réaliser des aires durcies perméables.

- Le **gravier** est un revêtement constitué de cailloux de pierres naturelle. L'épaisseur du revêtement et sa granulométrie dépendent de la charge à supporter.

Il est très simple à mettre en œuvre et bon marché. Cependant, les trous formés par le passage régulier de véhicules doivent être remplis par un nouvel apport de gravier. De plus, le gravier ne supporte pas un trafic intense.

Cr : 0,3 à 0,5



Figure 19 : Gravier

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

- La **dolomie** est un revêtement perméable constitué d'un mélange de dolomie de granulométrie grossière, de ciment, d'eau de gâchage et éventuellement de chaux. Un géotextile empêche le mélange entre les couches et l'apparition de plantes. La dolomie ne supporte pas un trafic automobile fréquent.



Figure 20 : Dolomie

- Les **pavements à larges joints** sont souvent en béton ou en pierres naturelles dont les joints sont relativement larges (2 à 3,5 cm) et remplis avec du gravier fin ou du sable grossier pour garantir une perméabilité suffisante. La perméabilité diminue si de la végétation occupe les joints. Le pavement doit être exécuté avec une pente transversale de telle sorte que l'eau excédentaire puisse être infiltrée sur l'accotement.

Cr : 0,2 à 0,7

K : 10-4 m/s ou 36 mm/h



Figure 21 : Pavements à larges joints

- Les pavements perméables sont perforés et présentent des petits canaux qui évacuent l'eau. L'inconvénient de cette technique est que les trous peuvent se boucher rapidement et doivent être dégagés avec un nettoyeur à haute pression.

Il existe des pavements très poreux qui laissent traverser l'eau mais ils sont moins porteurs et sensibles au gel.

K : min 4.10<sup>-2</sup> m/s ou 14.4 mm/h

- **Entretien**

Les voiries drainantes devront être entretenues pour éviter le développement des mauvaises herbes qui devront être éliminées manuellement, avec un désherbant biologique, ou brûlées. L'usage de pesticides est exclu car il créerait une source de pollution de l'eau souterraine. L'usage de sels de déverglaçage est aussi à proscrire.

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503

69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)

N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

- **Avantages et inconvénients de cette technique**

Ces solutions apportent un gain sécuritaire important en limitant les chutes et accidents de circulation automobile en s'intègre bien aux aménagements existants comme les chemins piétonniers, les parkings, les voiries légères, les pistes cyclables ou encore les entrées de garage et les terrasses.

## B. Des solutions de génie végétal pour gérer l'eau pluviale

L'implantation de végétaux dans les ouvrages de gestion de l'eau pluviale nécessite un entretien régulier et adapté. Le choix des végétaux doit intégrer dès la phase de conception les spécificités suivantes :

- La nature du sol et du sous-sol, notamment leur perméabilité et la proximité de la nappe.
- Les conditions hydriques, alternances de phases de sécheresse et d'humidité, voire d'immersion, qui impliquent un choix de végétaux judicieux.
- La nécessité de garantir le bon fonctionnement hydraulique de l'ouvrage en toute saison et quel que soit l'état de la végétation.
- La conciliation des différents usages des espaces (récréatif, santé ...), avec par exemple des problématiques sous-jacentes de mise en sécurité des personnes.

### 1. Les solutions existantes au niveau de la ville

#### a. Bassins de retenue et d'infiltration

- **Principe de fonctionnement**

L'eau de pluie est collectée et stockée dans le bassin, puis évacuée à débit régulé soit par évacuation vers un exutoire de surface (bassins de retenue), soit par infiltration dans le sol (bassins d'infiltration). Parmi les bassins de retenue, on distingue les bassins en eau, qui conservent une lame d'eau en permanence, et les bassins secs, qui sont vides la majeure partie du temps et dont la durée d'utilisation est très courte, de l'ordre de quelques heures seulement.

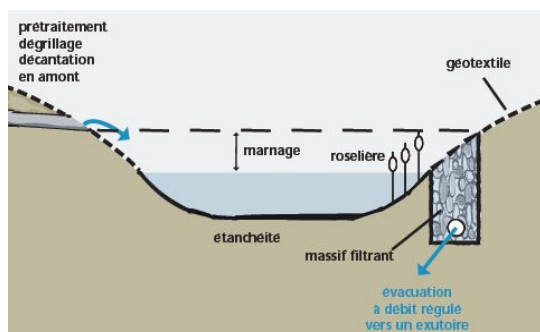


Figure 22 : Principe d'un bassin de retenue d'eau  
(Source : crit.archi.fr)

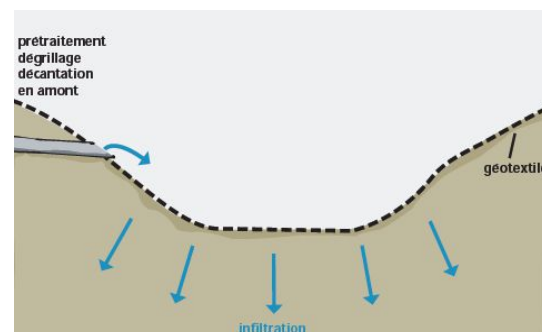


Figure 23 : Image de principe d'un bassins sec d'infiltration (Source : crit.archi.fr)

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)



Figure 24 : Photo d'un bassin de retenue d'eau  
(Source : eauvergnat.fr)



Figure 25 : Photo d'un bassin sec d'infiltration  
(Source : caue27.fr)

- **Entretien**

Un bassin en eau est un écosystème dont l'équilibre doit être assuré par un entretien régulier:

- Le faucardage des plantes fanées à la fin de l'automne et la gestion du produit de la coupe.
- Un curage léger tous les 10 ans environ, à la fin de l'été quand les eaux sont au plus bas.

La végétation des abords d'un bassin sec doit être souvent entretenu. Une tonte régulière ainsi qu'un fauchage sont à prévoir pour le bassin enherbé ; un nettoyage type balayage pour racler la surface du bassin revêtu est recommandé. L'entretien n'est donc pas quotidien mais en rapport direct avec la période de retour pour laquelle le bassin est sollicité, avec l'utilisation de sa surface, et enfin avec l'efficacité des ouvrages de protection entrée/sortie. Dès lors que le bassin n'a d'autre utilité que de stocker l'eau, il se dégrade visuellement très vite. D'où l'importance d'un usage secondaire, en veillant toutefois à ce que celui-ci ne soit pas au détriment de l'usage premier de régulation des eaux pluviales.

Il faut aussi vider périodiquement le bassin (tous les dix ans environ) pour entretenir les ouvrages habituellement noyés, et éventuellement curer le bassin et pour le renouvellement de la masse d'eau.

- **Avantages et inconvénients de cette technique**

C'est une technique ancienne dont la mise en œuvre est bien connue. Les bassins secs ou en eau participent à l'aménagement paysager en créant des zones vertes. Ils présentent souvent d'autres fonctions que le stockage des eaux pluviales : lieux de promenades et d'activités. Ce sont des espaces verts inondables. Ces fonctions secondaires ont elles-mêmes deux avantages : elles rendent nécessaire l'entretien du bassin, contribuant ainsi à sa pérennité ; elles valorisent l'ouvrage, dont l'emprise peut pénaliser le bilan de l'aménagement.

Les inconvénients des bassins sont relatifs aux risques liés à la sécurité des riverains pour les bassins en eau, les éventuelles nuisances dues à la stagnation de l'eau, la consommation d'espace et la pollution de la nappe pour les bassins d'infiltration.

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)



### *b. Noues (wadi) plantées*

- **Principe de fonctionnement**

Une noue est un fossé large et peu profond, avec un profil présentant des rives en pente douce. Sa fonction essentielle est de stocker un épisode de pluie retenu (décennal par exemple), mais elle peut servir aussi à écouler un épisode plus rare (centennal par exemple). Le stockage et l'écoulement de l'eau se font à l'air libre, à l'intérieur de la noue. L'eau est collectée soit par l'intermédiaire de canalisations dans le cas, par exemple, de récupération des eaux de toiture et de chaussée ; soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes. Après stockage, l'eau est évacuée vers un exutoire - réseau, puits ou bassin de rétention - ou par infiltration dans le sol et évaporation.



Figure 26 : Photo de la noue végétalisée de la STEP d'Asnières sur Oise (95)

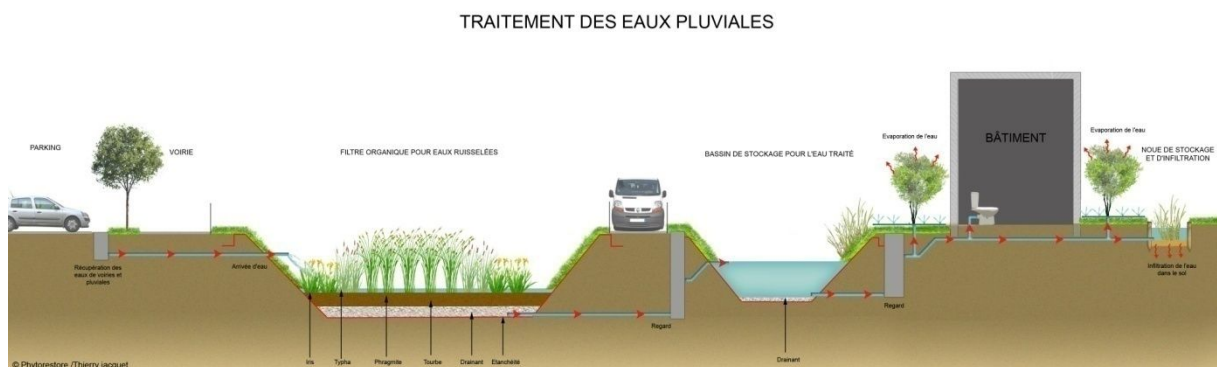


Figure 27 : Système de noue végétalisée (Source : phytorestore.com)

Son profil courbe épouse la nature du terrain en s'adaptant à son relief. Sa forme peut donc être variée, mais la pente longitudinale ne doit pas excéder 0,5 %, sans quoi la rétention se ferait mal. Il est conseillé d'engazonner ou de planter des arbres dans la noue, pour une meilleure infiltration de l'eau grâce aux racines qui aèrent la terre.

Il existe aussi des noues filtrantes non plus d'infiltration mais fixatrices de métaux lourds. Les plantes semi-aquatiques plantées dans les noues vont piéger les métaux et les hydrocarbures et épurer l'eau. Les noues sont étanchéifiées pour éviter toute contamination du sol. Ce principe est une bonne alternative pour la dépollution des eaux de voiries. Des noues

#### **AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

Mémoire de recherche - Gestion durable des eaux pluviales  
peuvent être plantées sur les accotements des routes et remplacées les débourbeurs-déshuileurs.

- **Entretien**

Une noue a besoin d'un entretien préventif régulier pour éviter qu'elle ne se transforme en mare ou en égout à ciel ouvert ; de la fréquence de cet entretien dépend fortement l'image d'environnement de qualité que constitue la noue. Il consiste à tondre la pelouse, assez souvent en été, à arroser quand les sols sont secs pour que la végétation ne dépérisse pas, à ramasser les feuilles à l'automne et les détritiques d'origine humaine, et à curer les orifices. Pour pallier le risque de bouchage des orifices, un drain peut être mis en place sous la noue ; l'eau s'infiltre dans le fond de la noue puis atteint le drain et s'écoule vers l'exutoire.

- **Avantages et inconvénients de cette technique**

Cette technique de génie végétal présente de nombreux avantages :

- L'aménagement de surface de l'ouvrage (minéral ou végétal) s'adapte aux caractéristiques du site et l'installation s'intègre bien dans les jardins et le long des parkings ;
- Elle assure en un seul système les fonctions de rétention, de régulation, d'écrêtement qui limitent les débits de pointe à l'aval, ainsi que le drainage des sols ;
- Elle met en jeu un volume de terre extrait qui peut être réutilisé dans un remblai ou une couche de chaussée ;
- C'est une solution peu coûteuse ;
- En plus de retenir les eaux de pluie, elle participe à la création d'un paysage végétal et d'espaces verts de type zone humide (iris, roseaux, saules, graminées...) et participe même à leur dépollution (une zone enherbée filtre les polluants). Elle fournit également un habitat pour la faune. Ses abords peuvent avoir un usage multiple : jeux d'enfants, lieux de loisirs et de promenades.

Les deux inconvénients de cette technique sont la nécessité d'entretenir régulièrement les noues et les nuisances que peut entraîner la stagnation de l'eau.

## 2. Les solutions existantes au niveau des bâtiments

### a. Murs végétalisés

- **Principe de fonctionnement**

Le mur végétal est une paroi qui s'élève parallèlement aux murs du bâtiment à protéger. Selon son orientation et sa composition, le mur vert servira à la fois d'écran contre les vents dominants, les intempéries, le bruit, l'ensoleillement mais également la pollution. Ils peuvent servir de refuge ou de garde-manger pour les oiseaux, les invertébrés ou les mammifères, mais ils semblent également pouvoir jouer un rôle en matière de microclimat et de qualité de l'air.

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

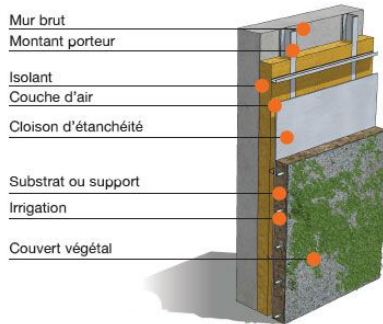


Figure 28 : Schéma de principe d'un mur végétalisé (Source : urbanisme-bati-biodiversite.fr)



Figure 29 : Photo de mur végétalisé (Source : murmurevegetal.com)

Il existe deux grandes techniques de végétalisation des façades : la végétalisation directe de la paroi et la paroi végétale séparée.

- Végétalisation directe de la paroi.

Cette technique consiste à faire évoluer les végétaux directement sur la paroi du bâtiment. Les végétaux sont plantés dans le sol ou dans des bacs de plantation intégrés au bâtiment. Le développement des plantes est généralement aidé par un support (treillis en bois, grillages,...) fixé sur la façade. Ces façades vertes sont principalement destinées à être vues de l'extérieur, leur accessibilité en hauteur est limitée (sauf balcons).

- Paroi végétale séparée.

Cette seconde technique consiste à créer une paroi végétale indépendante de la paroi du bâtiment. Les végétaux évoluent sur une structure (en bois, métal ou autres matériaux) séparée de la façade, depuis le sol ou à partir de bacs de plantation intégrés à la paroi elle-même. L'arrière de la paroi végétale peut être vu depuis l'intérieur du bâtiment, et éventuellement accessible à tous les niveaux.

#### • **Entretien**

Une attention particulière doit être apportée à l'entretien des façades et structures végétalisées. Si les plantes grimpantes ou la flore des terrasses extensives sont rustiques et ne nécessitent ni arrosage ni engrais, il faut cependant tailler régulièrement les végétaux autour des ouvertures, prises d'air, cheminées ...

Généralement, ces façades végétalisées exigent :

- un entretien bisannuel pour les jeunes plantes.
- un entretien annuel pour les plantes bien développées.
- une vérification des supports et fixations tous les 5 ans.

Dans le cas de fils et câbles, ils seront retendus tous les ans.

#### • **Avantages et inconvénients de cette technique**

Les façades végétalisées présentent de nombreux avantages :

- retenue des eaux de précipitation. Les végétaux grimpants ainsi que le sol ou le substrat des façades végétalisées peuvent intercepter et retenir une part importante des eaux de pluie. Une partie de cette eau est ensuite restituée dans l'atmosphère par évaporation et évapotranspiration des plantes. Le reste de l'eau captée permet d'alimenter les végétaux eux-mêmes. Les façades végétalisées contribuent ainsi à réduire le facteur de ruissellement ainsi que les risques d'inondation.

#### **AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

- régulation hygrothermique. En été, l'évapotranspiration des plantes contribue au rafraîchissement de l'air et à la régulation de l'hygrométrie. Une couverture végétale de 10 cm d'épaisseur peut diminuer la température extérieure d'un mur de 7°C par rapport à un mur non végétalisé. amélioration de la qualité de l'air. Les végétaux grimpants et retombants ont une grande capacité à piéger les poussières et concentrer certains polluants comme les métaux lourds (plomb, cadmium...). La croissance des plantes permet également de capter le CO<sub>2</sub> présent dans l'air et de rejeter de l'oxygène grâce à la réaction de photosynthèse.
- protection des murs. La végétation protège les façades des intempéries (pluie, vent, neige) et des rayons ultraviolets du soleil garantissant ainsi une plus grande pérennité des murs.
- développement de la diversité écologique. Les façades vertes contribuent grandement à la protection de la biodiversité en milieu urbain. En effet, les végétaux grimpants hébergent de grandes quantités d'invertébrés. Elles permettent ainsi aux oiseaux de trouver de la nourriture et également des abris et des espaces de nidification.
- intégration du bâti dans son environnement. Une façade « verte » apporte une plus-value esthétique au bâtiment, elle permet de renforcer la présence de la nature en milieu urbain et contribue également au sentiment de bien-être de la population.

Les murs végétalisés présentent certains inconvénients :

- L'aménageur doit prendre en compte les problèmes qui peuvent être posés par l'humidité (salissures par les spores de fougères, de mousses et de champignons, risques de court-circuit en cas d'éclairage artificiel, de chauffage, présence de pompes, etc.), et par le poids des végétaux qui grandissent.
- Ces murs peuvent aussi être colonisés par une faune d'invertébrés non désirés dans une habitation ou un lieu public. Dans le cas de murs végétaux, le mur ou le support, s'ils ne sont pas conçus par l'architecte pour résister à l'eau enrichie de nutriments, doivent en être protégés.
- Certains murs maçonnés à la terre ou à la chaux hydraulique doivent être protégés de la pénétration de racines susceptibles de les dégrader. Un entretien et des vérifications régulières sont nécessaires.

## *b. Toitures végétales*

### • Principe de fonctionnement

L'eau de pluie est stockée provisoirement sur le toit, sur quelques centimètres, par l'intermédiaire d'un parapet en pourtour de toiture. Une partie est absorbée ou s'évapore et l'autre est évacuée par un dispositif de vidange assurant la régulation des débits.

#### **AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

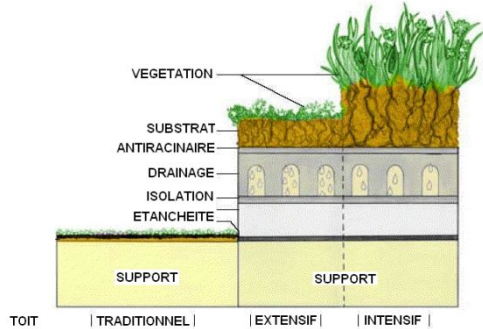


Figure 30 : Schéma de principe d'une toiture végétalisée (Source : Direction générale de l'équipement)



Figure 31 : Toiture végétalisée de la STEP d'Asnières sur Oise (95)

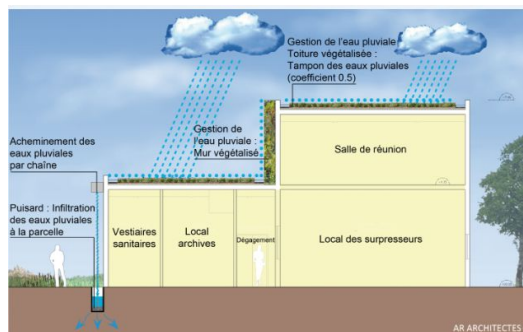


Figure 32 : Gestion de l'eau pluviale grâce aux toitures végétalisées sur le projet de Beynes (78)

La double toiture végétalisée de Beynes combinée au mur végétalisé permettent de gérer les eaux pluviales en jouant le rôle de tampon. L'eau est ensuite acheminée jusqu'aux puisards situés en pied de bâtiments qui facilitent l'infiltration de l'eau dans le sol.

### • Entretien

Les toitures végétalisées extensives doivent tendre vers un fonctionnement en éco-système ce qui a l'avantage de réduire au mieux l'entretien de la végétation. Cependant cet entretien très réduit reste absolument indispensable pour garder la maîtrise du développement végétal.

L'entretien a pour objectif :

- d'obtenir ou de conserver un taux de couverture végétal supérieur à 80%,
- de maîtriser le développement d'espèces adventices,
- d'assurer le développement durable de la végétation choisie.

Il consiste généralement au nettoyage des entrées d'eaux pluviales, à l'enlèvement des déchets apportés par le vent, à la remise en place de la couche de culture en cas de déplacement par le vent, au désherbage manuel des végétaux indésirables (adventices), à la reprise des zones dépourvues de végétation et à une fertilisation d'appoint selon examen *in situ*. Dans le cas spécifique de végétalisation à base de graminées, une opération de fauchage est également à prévoir. Pour les toitures équipées d'un réseau d'arrosage automatique (selon prescription du concepteur du système de végétalisation en fonction des zones géographiques), il faut prévoir sa maintenance et sa purge en hiver.

### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

- **Avantages et inconvénients de cette technique**

Le dispositif utilise peu de place puisqu'il se trouve sur le bâtiment et il procure de nombreux autres avantages :

- Une isolation thermique efficace tant en été en gardant la fraîcheur, qu'en hiver, en limitant la consommation de chauffage
- Une protection phonique appréciable
- Un retour de la biodiversité

### 3. Les solutions existantes au niveau des voiries

#### a. Les structures alvéolaires

- **Principe de fonctionnement**

Les structures alvéolaires permettent de mettre en place un revêtement perméables tout en apportant de la végétation. Les dalles gazon sont fabriquées sous forme de plaques à structure nid d'abeille de maille 50 mm en polyéthylène recyclé de haute densité. Attachées entre elles à la partie inférieure, elles forment une nappe alvéolée que l'on remplit de graviers ou de terre dans laquelle l'herbe pousse. La végétation permet de recouvrir les dalles qui deviennent quasiment invisibles.

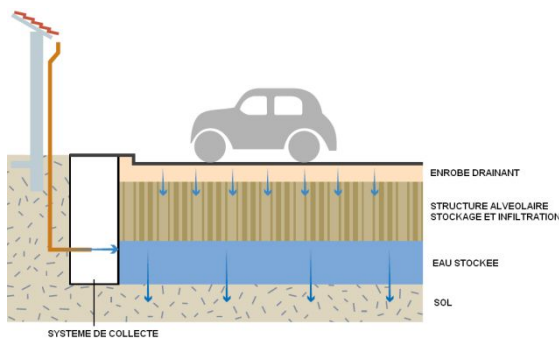


Figure 33 : Schéma de principe des structures alvéolaires  
(Source : lyon-democrate.org)



Figure 34 : Photo de parking réalisé avec des dalles alvéolaires plantées sur la STEP d'Asnières sur Oise

- **Entretien**

Aucun entretien particulier n'est à mettre en place excepté la tonte de l'herbe en fonction de sa vitesse de pousse.

- **Avantages et inconvénients de cette technique**

Les éléments de dalle gazon sont particulièrement légers et robustes, ce qui rend leur pose aisée. Ils supportent un trafic léger (stationnement). Cette technique alternative est une solution environnementale qui répond à la cible 5 de la démarche HQE. C'est un système économique car il n'y a ni cuve de rétention ni de dispositif de pompage.

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071  
[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

## *b. Tranchées (massifs) d'infiltration et de rétention*

### • Principe de fonctionnement

La tranchée est une excavation de profondeur et de largeur faibles, servant à retenir les eaux. Elle peut revêtir en surface divers matériaux tels qu'un enrobé drainant, une dalle de béton, des galets ou de la pelouse, selon son usage superficiel : parkings de centres commerciaux, trottoirs le long de la voirie, ou jardins. L'eau est collectée soit localement par un système classique de canalisations qui répartissent l'eau dans le corps de la tranchée, soit par ruissellement sur les surfaces adjacentes. L'évacuation se fait de façon classique grâce à un drain vers un exutoire prédéfini - un réseau d'assainissement pluvial en général - ou par infiltration dans le sol support. Le massif d'infiltration doit être enveloppé d'un géotextile.

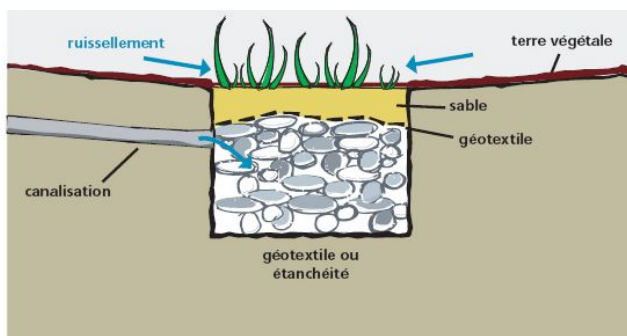


Figure 35 : Schéma de principe d'une tranchée d'infiltration (Source : eau.seine-et-marne.fr)

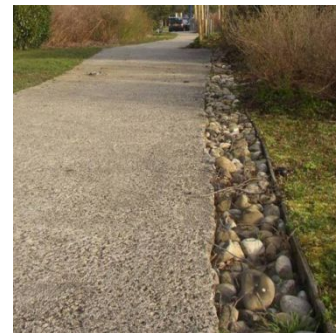


Figure 36 : Photo d'une tranchée d'infiltration en bord de voirie (Source : eau.seine-et-marne.fr)

### • Entretien

Le travail d'entretien consiste à prévenir le colmatage de la tranchée. Il faut donc ramasser régulièrement les déchets d'origine humaine ou les végétaux qui obstruent les dispositifs d'injection locale comme les orifices entre bordure ou les avaloirs et à entretenir le revêtement drainant de surface. Le géotextile de surface doit être changé après constatation visuelle de son colmatage.

### • Avantages et inconvénients de cette technique

La tranchée s'insère en milieu urbain et consomme peu d'espace au sol. Elle convient pour gérer les eaux de pluie le long des chemins piétonniers, des jardins ou des parkings et s'intègre bien au paysage grâce aux diverses formes qu'elle peut prendre et aux divers matériaux de surface (minéral ou végétal).

Sa mise en œuvre est facile et bien maîtrisée.

Étant remplis de matériaux, ils ne présentent aucun risque de chute pour les personnes.

Les tranchées drainantes ou infiltrantes offrent, en plus, une solution efficace pour la dépollution de l'eau.

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503

69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)

N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

Cependant, cette réalisation présente de nombreuses contraintes de mise en place :

- Une distance minimale par rapport aux arbres doit être observée, équivalente au rayon de la couronne de l'arbre à taille adulte.
- On ne peut pas construire au-dessus des massifs.
- La nappe phréatique doit être située à au moins 1 mètre sous le système.

Les solutions qui impliquent la mise en œuvre de végétaux permettent d'assurer des fonctions variées, au-delà des seuls objectifs de gestion des eaux pluviales. En tant qu'espaces verts, ils présentent un intérêt esthétique, un rôle récréatif ou encore contribuent à la biodiversité en ville. Cette multiplicité des usages apporte une réponse à la pression foncière en milieu urbain. réduction des îlots de chaleur urbain, épuration de l'air et amélioration de la qualité du cadre de vie.

### C. L'action des plantes sur la dépollution de l'eau : la phytoépuration

L'utilisation des plantes dans la gestion de l'eau pluviale permet d'améliorer la perméabilité du sol et donc de réduire le ruissellement mais joue aussi un rôle dans la dépollution de l'eau. En effet, certains végétaux ont des propriétés épuratrices qui permettent de filtrer l'eau par phytoremédiation. Plusieurs techniques peuvent être utilisées : filtre à roseaux, bassin à macrophytes, taillis courte rotation.

Le traitement des eaux se fait sous l'action conjointe et simultanée des deux mécanismes suivants :

- biodégradation des polluants sous l'activité enzymatique des végétaux
- biodégradation des polluants par l'activité bactérienne du substrat

Les macrophytes ont la faculté de dégrader ou d'accumuler dans leurs tissus les composés polluants dissous dans l'eau – nitrate, azote et phosphore –, qui constituent pour eux des éléments nutritifs. Par ailleurs, les racines de ces végétaux servent de supports à de nombreux organismes microscopiques – algues et bactéries – qui absorbent aussi les polluants et notamment certains métaux (Groupe macrophytes et traitement des eaux, Agence de l'eau Rhône Méditerranée & Corse, 2005).

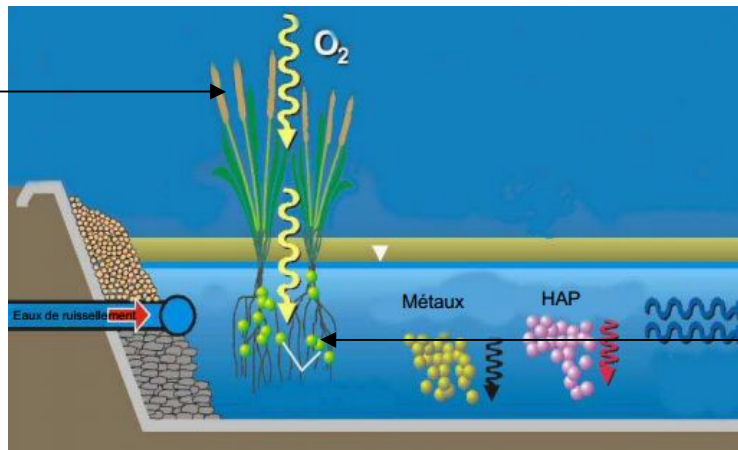
#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)



Plantes semi-aquatiques qui absorbent au niveau de leurs racines les polluants de l'eau (nitrate, azote, phosphore)



Bactéries fixées sur les racines des végétaux qui dissolvent les métaux et les hydrocarbures

Figure 37 : Principe de phytoépuration par les plantes

Ci-dessous quelques espèces végétales épuratrices :  
(<http://www.santonine.fr/content/59-les-plantes-epuratrices>)



Figure 38 : Iris jaune des marais (Iris pseudacorus)



Figure 39 : Scirpe (Schoenoplectus lacustris)



Figure 40 : Roseau commun (Phragmites australis)



Figure 41 : Massettes (Typha latifolia)



Figure 42 : Hippuris (Hippuris vulgaris)



Figure 43 : Sagittaire à larges feuilles (Sagittaria latifolia)

- **Avantages et inconvénients de l'épuration des eaux par les plantes**

L'avantage principal des filtres végétaux est qu'ils sont applicables à différents besoins d'épuration : de l'eau, des sols et de l'air.

Le fonctionnement des filtres végétaux est assuré par l'association de végétaux et de substrats aptes à garantir une épuration.

L'épuration par les plantes prend la forme simple de bassins végétalisés ou de filtres plantés. Les substrats ont eux mêmes des capacités de rétention ou de dégradation des polluants. Le fonctionnement de ces systèmes nécessite peu d'énergie. L'entretien de ces systèmes épuratoires est simple et peu coûteux.

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071  
[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

Cependant, l'épuration par les plantes nécessite un minimum d'espace, de par ses caractères extensifs. La conception est conditionnée par l'étude géotechnique, la topographie, la présence de nappe phréatique, la prise en compte de zones inondables. Il faut aussi prendre en compte les contraintes climatiques, notamment les périodes de grand froids, où l'activité biologique peut être ralentie. L'objectif de qualité des rejets conditionne le traitement, à partir des données de débits maximums journaliers et des concentrations en polluants à traiter (Cemagref Lyon, 2005).

- **Valorisation de l'eau filtrée**

Après la phytoépuration, l'eau peut facilement être valorisée soit pour un usage non sanitaire (irrigation, machine à laver ...) soit être infiltrée dans le sol grâce à un puits d'infiltration et ainsi reconstituer les nappes phréatiques sans risque de pollution. Aussi, ce système permet

de rejeter l'eau initialement polluée dans le milieu naturel sans autre traitement préalable et sans risque pour l'environnement et la biocénose.

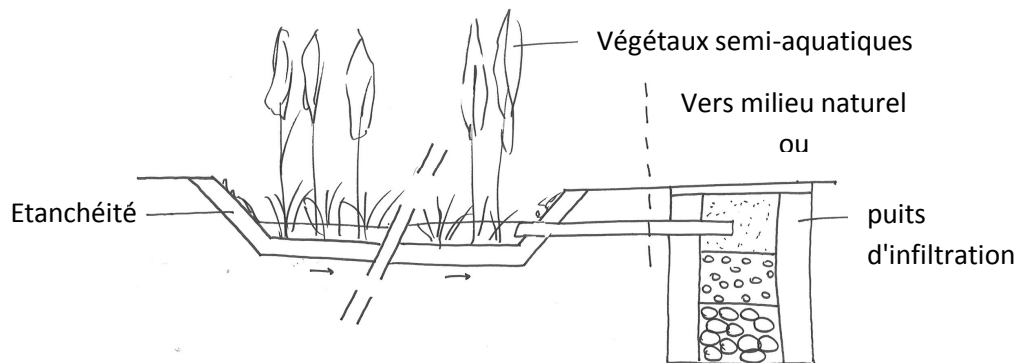


Figure 44 : Schéma d'une noue fixatrice de métaux lourdes

Les plantes présentent donc de nombreux avantages tels que la dépollution de l'eau par phytoépuration, un aspect paysager esthétique. Ces techniques sont aussi économes et durables.

#### D. Comparaison des différentes techniques énoncées

Les différentes techniques alternatives de gestion de l'eau pluviale devront être choisies en fonction des contraintes du site et des opportunités. En effet, pour que ces solutions soient pertinentes et efficaces, il faut qu'elles soient adaptées au résultat escompté. Le tableau ci-dessous permet de recenser et de comparer toutes les techniques évoquées précédemment ainsi que leur viabilité en fonction de différents critères.

#### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

Tableau 1 : Comparaison des différentes techniques alternatives de gestion de l'eau pluviale

Critères	Techniques alternatives de gestion de l'eau pluviale																
	Collecte	Transfert ralentissement	Rétention, stockage	infiltration	évacuation superficielle	évaporation	Evapotranspiration	Adaptée à la ville verte	Adaptée à la ville verte	requiert une étude spécifique du site	Depollue les eaux de ruissellement	Réalimente la nappe phréatique	Favorise à la biodiversité	Offre un potentiel de compression	Repond à plusieurs usages	Coût d'investissement	Charge d'exploitation
	Hydrauliques & Hydrologiques						Techniques			Environnementaux			Socio-culturel		Economiques		
Sol naturel planté	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Aire durcie perméable	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bassin d'infiltration	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Puit d'infiltration	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Massif d'infiltration	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bassin de retenue	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Citerne	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Toiture verte	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Caniveau et canal	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Massif drainant	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Légende : ● : adapté    ● : moyennement adapté    ● : inadapté

Ainsi, une toiture végétalisée sera tout à fait adaptée pour ralentir l'écoulement de l'eau de pluie mais ne permettra pas de dépolluer ces eaux. Contrairement aux revêtements perméables qui présentent une forte capacité de dépollution mais qui sont moins adaptés à la ville verte.

## E. Critères économiques

En plus d'être plus efficaces dans la gestion de l'eau pluviale, les techniques alternatives sont souvent plus rentables sur le long terme que les techniques actuelles comme nous pouvons le voir dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Coût d'exploitation et d'entretien de chaque technique alternative de gestion de l'eau pluviale évoquée

	Coût d'exploitation (HT)	Entretien nettoyage (HT)
<b>Dalle béton gazon</b>	25 €/ m <sup>2</sup>	0,20 à 0,40 €/ m <sup>2</sup> / an
<b>Structure alvéolaire</b>	200 à 300 €/ m <sup>2</sup>	0,60 à 2,00 €/ m <sup>2</sup> / an
<b>Bassin d'infiltration</b>	12 à 110 €/ m <sup>3</sup>	0,20 à 0,60 €/ m <sup>3</sup> / an
<b>Puits d'infiltration</b>	900 à 1300 €	2,00 à 3,00 €/ m <sup>3</sup> / an
<b>Massif d'infiltration</b>	15 à 30 €/ m <sup>3</sup>	1,15 à 3,70€/ m <sup>3</sup> / an
<b>Bassin de retenue</b>	12 à 80 €/ m <sup>3</sup>	0,20 à 0,60 €/ m <sup>3</sup> / an
<b>Citerne</b>	200 à 300 €/ m <sup>3</sup>	0,40 à 2,00 €/ m <sup>3</sup> / an
<b>Toiture verte extensive</b>	95 à 170 €/ m <sup>2</sup>	0,10 à 0,30 €/ m <sup>2</sup> / an
<b>Toiture verte intensive</b>	135 à 185 €/ m <sup>2</sup>	0,10 à 0,20 €/ m <sup>2</sup> / an

### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
 69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
 N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

Mémoire de recherche - Gestion durable des eaux pluviales

<b>Caniveau et canal</b>	23 à 26 €/ m	0,05 à 0,10 €/ m <sup>2</sup> / an
<b>Massif drainant</b>	40 à 50 €/ m <sup>3</sup>	0,40 à 0,60 €/ m <sup>3</sup> / an
<b>Murs végétalisés (végétation directement sur parois)</b>	50 à 300 €/ m <sup>2</sup>	
<b>Murs végétalisés (parois végétale séparée)</b>	75 à 200 €/ m <sup>2</sup>	
<b>Cuve de stockage</b>	300 €/ m <sup>3</sup>	
<b>Voirie bitumée</b>	47 €/ m <sup>2</sup>	3,51 à 5,82 €/ m <sup>2</sup> / an
<b>Trottoir en enrobé</b>	45,90 €/m <sup>2</sup>	1,34 à 2,59 €/ m <sup>2</sup> / an

Les coûts indiqués ci-dessous sont renseignés à titre indicatif mais donnent néanmoins des ordres de grandeurs qui peuvent être utiles. Nous constatons que les techniques durables sont tout à fait rentables et peuvent de ce fait être préférées par les collectivités et les meneurs de projets.

Ainsi de nombreuses techniques alternatives aux techniques actuelles existent pour gérer l'eau pluviale. Ces techniques plus respectueuses de l'environnement et de la ressource en eau permettent de contrecarrer les techniques existantes de tout-à-l'égout. Demandant peu d'entretien et bien adaptées au milieu, ces solutions durables pourront limiter le ruissellement lors d'épisodes pluviaux en favorisant l'infiltration directe de l'eau dans le sol ou en la stockant pour la relâcher progressivement.

Les techniques intégrant du génie végétal apportent de nombreux services écosystémiques en plus de la gestion de l'eau tels que l'épuration de l'air, la réduction de l'îlot de chaleur urbain et la création d'espaces de récréation ou de détente. Elles sont aussi bénéfiques au retour de la biodiversité en ville.

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

## Conclusion

La gestion de l'eau pluviale représente un réel enjeu dans les sociétés actuelles très urbanisées. Les eaux de ruissellement générées notamment par les toitures et les voiries lors des événements pluvieux peuvent constituer des débits importants ou être chargées en polluants. Lorsqu'elles sont collectées par des réseaux et rejetées directement dans le milieu aquatique, elles peuvent entraîner un risque d'inondation accru ou des pollutions. Les techniques actuelles de gestion de l'eau pluviale - le tout-à-l'égout ou les bassins de rétention - ont montré leurs limites et ne permettent plus de faire face aux événements pluvieux extrêmes comme le prouvent les dernières inondations survenues à Doha en novembre 2015 ou à Paris en Juin 2016.

La ressource en eau reste très précieuse surtout dans les pays arides comme le Qatar où il n'y a que 78 mm de précipitation annuelle. Il est donc primordiale de valoriser les eaux pluviales. Ainsi, c'est en toute logique que les collectivités, les acteurs de l'urbanisme et notamment AR ARCHITECTES se dirigent et choisissent de plus en plus de techniques alternatives pour gérer les eaux pluviales à la parcelle.

Le principe phare de ces techniques de gestion alternative n'est plus d'évacuer les eaux de ruissellement le plus loin possible mais de limiter et de retarder le ruissellement en infiltrant les eaux pluviales sur place. Les ouvrages aménagés pour ce type de gestion offrent l'avantage d'une multifonctionnalité et d'une forte synergie de services entre les fonctions d'espaces verts et les fonctions de gestion des eaux pluviales (régulation des flux d'eaux et préservation de la qualité des eaux). Ces techniques répondent largement aux demandes de gestion de l'eau tout en respectant l'environnement. Elles ont l'avantage de présenter un faible bilan carbone tant au niveau de la mise en place que de l'entretien ultérieure et sont économiquement viables dans le temps. Ainsi, la gestion des eaux pluviales à la parcelle est tout à fait possible grâce à des techniques alternatives durables et respectueuse de la ressource en eau et de l'environnement.

Les techniques alternatives durables ont la particularité de gérer les eaux pluviales à la parcelle mais présentent aussi d'autres avantages. En effet, ces systèmes apportent de nombreux services écosystémiques tels que la réduction de l'îlot de chaleur urbain, la dépollution de l'air et bien sur un retour de la biodiversité, qui elle-même permet de générer d'autres services.

### **AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

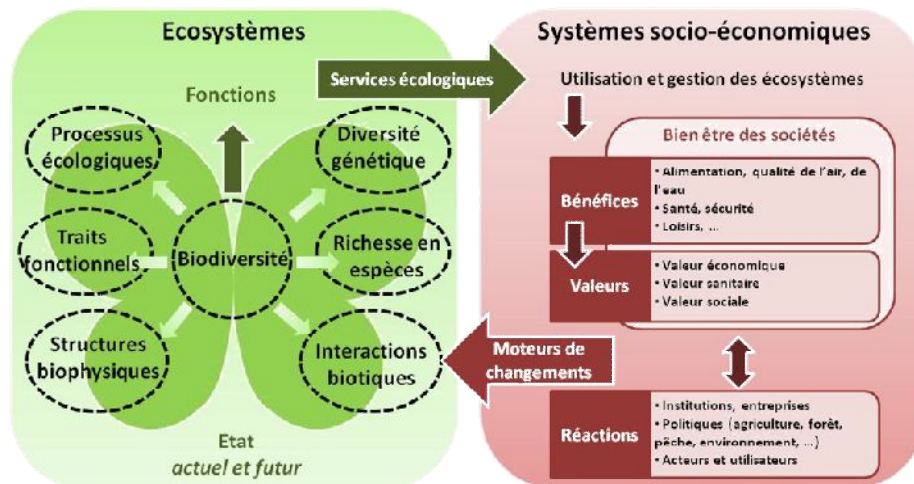


Figure 45 : Schéma des services écosystémiques apportés par les techniques alternatives de génie végétal dans la gestion des eaux pluviales (Source : projet-esnet.org)

L'objectif étant à terme de parvenir à créer une ville entièrement verte qui respecterait les principes du développement durable et de l'urbanisme écologique, en prenant en compte simultanément les enjeux sociaux, économiques, environnementaux et culturels de l'urbanisme pour et avec les habitants par exemple au travers d'une architecture HQE, en facilitant les modes de travail et de transport sobres, en développant l'efficacité du point de vue de la consommation d'énergies et des ressources naturelles et renouvelables.



SUD ARCHITECTES

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
 69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
 N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071  
[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071  
[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

## Table des illustrations

Figure 1 : Evolution du taux d'imperméabilisation en France entre 1982 et 2009 .....	3
Figure 2 : Conséquences de l'imperméabilisation des sols sur le cycle de l'eau .....	4
Figure 3 : Impact de l'imperméabilisation sur un hydrogramme de crue .....	4
Figure 4 : Inondations de Paris (Juin 2016).....	5
Figure 5 : Inondations de Doha (décembre 2015) .....	5
Figure 6 : Schéma de pollution des nappes phréatiques et des cours d'eau par les eaux de ruissellement .....	6
Figure 7 : Réseau unitaire .....	17
Figure 8 : Réseau séparatif.....	17
Figure 9 : Systèmes de récupération d'eau de pluie pour arrosage des jardins des Immeubles en copropriété.....	18
Figure 10 : Cuve enterrée de stockage des eaux pluviales .....	18
Figure 11 : Citerne de récupération des eaux de pluie.....	18
Figure 12 : Schéma d'un déboureur-déshuileur.....	19
Figure 13 : Principe d'une Khettara (Source : archives ORMVAO/Sogetim).....	20
Figure 14 : Puits d'infiltration classique des eaux pluviales .....	22
Figure 15 : Puits filtrant intégré.....	22
Figure 16 : Mise en évidence de la structure d'une chaussée réservoir .....	24
Figure 17 : Dimensionnement de chaussées à structure réservoir avec enrobé drainant en fonction du trafic (Source Cete du Sud-Ouest) .....	24
Figure 18 : Mise en évidence de la structure d'une voirie perméable avec ou sans regard de collecte .....	25
Figure 19 : Gravier .....	25
Figure 20 : Dolomie.....	26
Figure 21 : Pavements à larges joints.....	26
Figure 22 : Principe d'un bassin de retenue d'eau .....	27
Figure 23 : Image de principe d'un bassins sec d'infiltration (Source : crit.archi.fr) .....	27
Figure 24 : Photo d'un bassin de retenue d'eau .....	28
Figure 25 : Photo d'un bassins sec d'infiltration .....	28
Figure 26 : Photo de la noue végétalisée de la STEP d'Asnières sur Oise (95).....	29
Figure 27 : Système de noue végétalisée (Source : phytoresource.com).....	29
Figure 28 : Schéma de principe d'un mur végétalisé (Source : urbanisme-bati-biodiversite.fr) .....	31
Figure 29 : Photo de mur végétalisé .....	31
Figure 30 : Schéma de principe d'une toiture végétalisée (Source : Direction générale de l'équipement).....	33
Figure 31 : Toiture végétalisée de la STEP d'Asnières sur Oise (95).....	33
Figure 32 : Gestion de l'eau pluviale grâce.....	33
Figure 33 : Schéma de principe des structures alvéolaires.....	34
Figure 34 : Photo de parking réalisé avec des dalles alvéolaires plantées sur la STEP d'Asnière sur Oise.....	34

### AR ARCHITECTES

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
 69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – contact@ar-architectes.com  
 N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)



Figure 35 : Schéma de principe d'une tranchée d'infiltration (Source : eau.seine-et-marne.fr)	35
Figure 36 : Photo d'une tranchée d'infiltration en bord de voirie (Source : eau.seine-et-marne.fr)	35
Figure 37 : Principe de phytoépuration par les plantes	37
Figure 38 : Iris jaune des marais ( <i>Iris pseudacorus</i> )	37
Figure 39 : Scirpe ( <i>Schoenoplectus lacustris</i> )	37
Figure 40 : Roseau commun ( <i>Phragmites australis</i> )	37
Figure 41 : Massettes ( <i>Typha latifolia</i> )	37
Figure 42 : Hippuris ( <i>Hippuris vulgaris</i> )	37
Figure 43 : Sagittaire à larges feuilles ( <i>Sagittaria latifolia</i> )	37
Figure 44 : Schéma d'une noue fixatrice de métaux lourdes	38
Figure 45 : Schéma des services écosystémiques apportés par les techniques alternatives de génie végétal dans la gestion des eaux pluviales (Source : projet-esnet.org)	42
Tableau 1 : Comparaison des différentes techniques alternatives de gestion de l'eau pluviale	39
Tableau 2 : Cout d'exploitation et d'entretien de chaque technique alternative de gestion de l'eau pluviale évoquée	39

**AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)

## Bibliographie

### Sites internet

- <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/AG.LND.PRCP.MM>
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-textes-techniques-relatifs-a.html>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Techniques\\_alternatives\\_pour\\_la\\_gestion\\_des\\_eaux\\_de\\_ruisellement\\_urbain](https://fr.wikipedia.org/wiki/Techniques_alternatives_pour_la_gestion_des_eaux_de_ruisellement_urbain)
- <http://www.ifsttar.fr/>
- [www.eaurmc.fr](http://www.eaurmc.fr)
- [www.eaufrance.fr/](http://www.eaufrance.fr/)
- [www.ecologie.gouv.fr](http://www.ecologie.gouv.fr)
- Biodiversité et gestion de l'eau à la parcelle : les bassins de rétention»  
[www.biodiversite-positive.fr/wp-content/uploads/2011/10/Gestion-de-leau-%C3%A0-la-parcelle-bassins-de-r%C3%A9tention-4-Avril.pdf](http://www.biodiversite-positive.fr/wp-content/uploads/2011/10/Gestion-de-leau-%C3%A0-la-parcelle-bassins-de-r%C3%A9tention-4-Avril.pdf)
- Biodiversité et gestion de l'eau à la parcelle : les noues et les fossés »  
[www.biodiversite-positive.fr/wp-content/uploads/2011/10/Biodiversit%C3%A9-et-gestion-de-leau-%C3%A0-la-parcelle-les-noues-et-foss%C3%A9s-4-Mai.pdf](http://www.biodiversite-positive.fr/wp-content/uploads/2011/10/Biodiversit%C3%A9-et-gestion-de-leau-%C3%A0-la-parcelle-les-noues-et-foss%C3%A9s-4-Mai.pdf)
- <http://www.onema.fr/>
- <http://www.plante-et-cite.fr/>
- [http://www.ouest.cerema.fr/IMG/pdf/Analyse\\_regionale\\_Bretagne\\_PDL\\_2014\\_DTerOuest.pdf](http://www.ouest.cerema.fr/IMG/pdf/Analyse_regionale_Bretagne_PDL_2014_DTerOuest.pdf)
- <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-textes-techniques-relatifs-a.html>

### Ouvrages

- SAUVE, F. GLATARD, P. FAUCON & O. DAMAS - Aménagement et choix des végétaux des ouvrages de gestion des eaux pluviales de proximité
- Royaume du Maroc, 2007 - Guide pratique pour la récupération des eaux pluviales au Maroc
- Territoire du Grand Lyon - Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon. Guide à l'usage des professionnels
- CEREMA - CERTU

#### **AR ARCHITECTES**

SARL d'architecture au capital de 15 000 € inscrite au RCS de Paris sous le n° 510 413 503  
69 rue Merlin 75 011 Paris – Tél/Fax : 01 44 23 89 48 – [contact@ar-architectes.com](mailto:contact@ar-architectes.com)  
N°de SIRET : 510 413 503 00010 – N°Ordre des Architectes : S13071

[www.ar-architectes.com](http://www.ar-architectes.com)